

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

***ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)***

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

RESUMEN DEL PROYECTO.

En el presente Proyecto se va a realizar la estabilización del tramo del acantilado que se encuentra en la cala Senokozuloa en Pasaia San Pedro. Para ello, se llevarán a cabo dos métodos; la instalación de una cuneta de drenaje situada a lo largo de la carretera que corona el acantilado, y un sistema de anclajes permanentes mediante cables, y su posterior tesado y gunitado.

Hemengo Proiektuan, Pasai San Pedro-ko Senokozuloa kalako kostaldean dagoen itsaslabarrearen estabilizazioa egingo da. Horretarako, bi metodo erabili egingo dira; drainatze zanga baten instalazioa amildegiaren gainean dagoen errepidean kokatutako da, eta kableak erabiliz, eta ondorengo tenkamena eta gunitado-a, iraunkor ainguramen sistema jarriko da.

In the present Project, the stabilization of the cliff section that is located in the Cala Senokozuloa in Pasaia San Pedro will be carried out. For this, two methods will be done; the installation of a drainage gutter located along the road that crowns the cliff, and a system of permanent anchorages using cables, and its subsequent tensioning and gunning.

ÍNDICE

1. DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA DEL PROYECTO.
2. DOCUMENTO Nº 2. ANEJOS.
3. DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE CONDICIONES.
4. DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO.
5. DOCUMENTO Nº 5. PLANOS.
6. BIBLIOGRAFÍA.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

DOCUMENTO Nº 1- MEMORIA DEL PROYECTO

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES. _____	3
1.1. HISTORIA. _____	3
1.2. DEMOGRAFÍA. _____	3
1.3. ECONOMÍA. _____	5
1.4. DESARROLLO ACTUAL DEL PUERTO. _____	5
2. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. _____	7
3. MARCO LEGAL. _____	8
3.1. LEY DE COSTAS. _____	8
3.2. LEY DE PUERTOS. _____	8
3.3. LEY DE CARRETERAS. _____	9
3.4. LEY DEL CAMINO DE SANTIAGO DEL PAÍS VASCO. _____	9
3.5. LEY DEL PATRIMONIO CULTURAL. _____	9
4. EMPLAZAMIENTO. _____	11
5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS. _____	13
6. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA. _____	16
7. PRESUPUESTO. _____	17

1. ANTECEDENTES.

Esta propuesta está enfocada a la estabilización del acantilado situado en el distrito de Pasajes San Pedro, concretamente en la orilla oeste de la entrada al puerto de Pasajes.

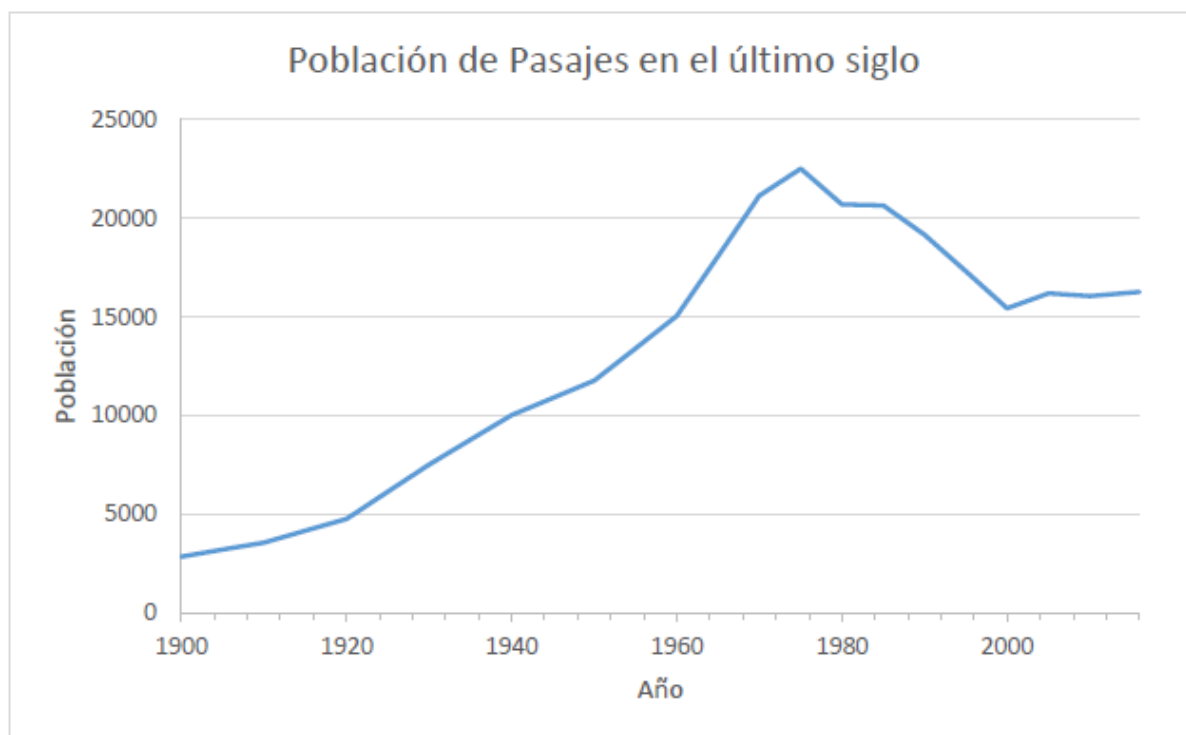
1.1. Historia.

Las primeras referencias del puerto de Pasajes lo llevan a la época de los romanos. Éstos lo utilizaban para aprovisionarse de galena argentífera y para abastecer de recursos a Oyarzun. En el siglo XII, el puerto de Pasajes estuvo bajo la jurisdicción de San Sebastián debido a la Carta de Repoblación y Fueros. Al incorporarse Guipúzcoa a Castilla, en 1203 se entregó el puerto a Fuenterrabía. Las características de este puerto y su cercanía a la frontera con Francia, lo convirtieron en un escenario de numerosos acontecimientos.

El auténtico desarrollo del puerto se inició a partir de los años 50, con un plan de obras que le ayudó a superar el millón de toneladas de mercancía y los 25.000 millones de pesetas en 1955.

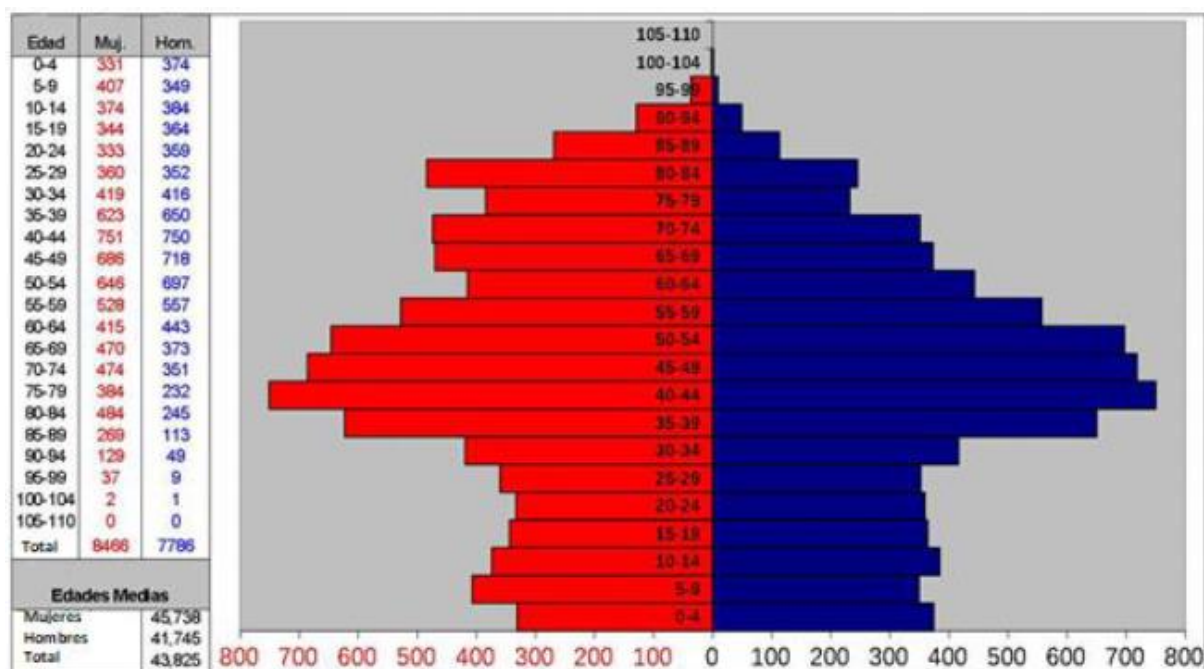
1.2. Demografía.

Tal y como se observa en la siguiente figura, en los inicios del año 1900 Pasajes contaba con una población de 2.856 habitantes que a lo largo del siglo XXI ha ascendido a 16.252, teniendo en 1975 su pico de población en el que pasó a tener 22.501 habitantes. Este aumento se debió gracias a la industrialización del puerto y a la inmigración de otras Comunidades Autónomas de España, como Galicia, Extremadura y Castilla y León, con el fin de cubrir puestos en esta industria.



Población de Pasajes desde el siglo XX hasta la actualidad.

En cuanto a la clasificación de la población por edades, actualmente hay aproximadamente 2.219 personas que no alcanzan la edad laboral, de las cuales 1.112 son mujeres y 1.107 hombres. Entre los 10.411 habitantes comprendidos entre la franja de edad laboral, 5.105 son mujeres y 5.306 hombres. Por último, el número de habitantes que han llegado a la edad de jubilación es de 3.622, entre los cuales hay 2.249 mujeres y 1.373 hombres. Por lo que se podría decir que el municipio de Pasajes es un territorio donde predomina la población laboralmente activa en el que la edad media de mujeres es de 45,738 años, la de los hombres 41,745 y la total de la población 43,825 años.



Población del municipio de Pasajes por edades.

1.3. Economía.

La economía de Pasajes se basa principalmente en la actividad portuaria y sus instalaciones. La bocana del puerto es angosta ya que la zona más estrecha no tiene más de 80 metros de ancho. A pesar de esto y de ser un puerto relativamente pequeño, éste supone de gran importancia para la economía guipuzcoana, ya que varias empresas españolas se abastecen de la chatarra con la que se trafica. También cuenta con actividad pesquera que, de forma paulatina, se ha ido reduciendo notablemente con el transcurso de los años. Pero, actualmente, la mayor inversión económica del puerto es el transporte de vehículos terrestres por vía marítima, que son enviados a países cercanos como Francia y Reino Unido.

1.4. Desarrollo actual del puerto.

Pasajes es un municipio situado al este de San Sebastián en la provincia de Guipúzcoa, conocido en gran parte gracias al puerto natural y las diversas actividades que éste ofrece de uso tanto comercial como deportivo y pesquero. También es utilizado como base de la Sociedad de Salvamento Marítimo y del Servicio Marítimo de la Guardia Civil, lo que hace que éste sea un puerto de interés nacional. Éste se encuentra situado en el quinto puesto en el ranking de puertos nacionales.

Además del puerto, por pasajes también se encuentra la segunda etapa de la ruta del Cantábrico del Camino de Santiago transitado tanto por peatones, como ciclistas y vehículos. Por tanto, el mantenimiento de estas vías públicas es indispensable, ya que esta también se trata del único acceso por carretera al faro de La Plata.

Tanto por el puerto como por la vía por la que pasa el Camino de Santiago hay un acantilado que se encuentra en un estado bastante crítico, tal y como se puede observar en las señalizaciones de posibles desprendimientos situadas en sus accesos.

2. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El puerto de Pasajes, al ser de interés nacional, hay una serie de acontecimientos que podrían afectar gravemente a su economía y, por tanto, también a la economía guipuzcoana.

En el distrito de Pasajes San Pedro, en la orilla occidental de la bocana del puerto, tal y como se comentaba hay un acantilado en el que se ha visualizado derrumbamientos que pueden dar pie a mayores desprendimientos. Éstos pueden dar lugar a los siguientes problemas: arriesgar la integridad estructural de los faros, del paseo y de la carretera situada sobre el acantilado, poner en peligro a peatones y conductores que transiten la zona mencionada, e inhabilitar temporalmente el puerto al obstruir la bocana.

La solución más efectiva a estos problemas es realizar el sostenimiento de las zonas más debilitadas del acantilado con el fin de prevenirlos, ya que podrían devastar la zona, además de evitar la infiltración de aguas pluviales mediante un sistema de drenaje superficial.

Por lo tanto, en este proyecto principalmente se plantea realizar el sostenimiento y estabilización del acantilado mencionado con el fin de preservar la boca natural del puerto de Pasajes, así como otorgar mayor seguridad a los viandantes, ciclistas y conductores que quieran bordear la costa.

Por otra parte, también se tratará de mitigar la erosión del acantilado, ya que este se encuentra en una zona de fuertes temporales que no son los más propicios para su conservación.

3. MARCO LEGAL.

En este apartado del proyecto se resaltan una serie de normativas que competen a la obra de sostenimiento del acantilado y a la zona que se ve afectada con la obra:

3.1. Ley de Costas.

Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.

- Artículo 3. Bienes de dominio público marítimo-terrestre por determinación de la Constitución y la Ley de Costas.
- Artículo 5. Bienes de dominio público marítimo-terrestre por determinación legal.
- Artículo 9. Obras de defensa.

Estos artículos de la Ley de Costas determinan que la zona seleccionada para realizar el sostenimiento es de dominio público marítimo-terrestre. Además, también indica que en este caso se podría realizar una obra de sostenimiento siempre que se consiga una autorización.

- Artículo 52. Extensión y régimen de la servidumbre de tránsito.

3.2. Ley de Puertos.

Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

- Artículo 4. Puertos de interés general.
- Artículo 65. Planes de emergencia y seguridad.
- Artículo 104. Servicios prestados en los puertos de interés general.
- Artículo 106. Concepto de servicios generales.

Servicio de señalización marítima

- Artículo 137. Concepto y regulación.

3.3. Ley de Carreteras.

Decreto Foral Normativo 1/2006, de 6 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Norma Foral de Carreteras y Caminos de Guipúzcoa.

- Artículo 5 Clasificación de las carreteras y caminos de Guipúzcoa.
- Artículo 35 Planes de conservación.
- Artículo 36 Trabajos de explotación.

3.4. Ley del Camino de Santiago del País Vasco.

DECRETO 2/2012, de 10 de enero, por el que se califica como Bien Cultural Calificado, con la categoría de Conjunto Monumental, el Camino de Santiago a su paso por la Comunidad Autónoma del País Vasco.

- Artículo 1 Declarar el Camino de Santiago a su paso por la Comunidad Autónoma del País Vasco como Bien Cultural Calificado, con la categoría de Conjunto Monumental.
- Artículo 2 Proceder a la descripción del bien calificado a los efectos que la vigente legislación sobre Patrimonio Cultural prevé, en los términos expresados en el anexo I del presente Decreto.

ANEXO III AL DECRETO 2/2012, DE 10 DE ENERO

RÉGIMEN DE PROTECCIÓN

- Artículo 10.- El Viario como soporte del Camino.
- Artículo 12.- Zonas de protección. (12.1 y 12.2)
- Artículo 14.- Régimen aplicable al trazado cuando transcurre por carreteras.

3.5. Ley del Patrimonio Cultural.

LEY 7/1990, de 3 de julio, de Patrimonio Cultural Vasco.

- Artículo 1.
- Artículo 4.

Esta ley establece la necesidad de la defensa, enriquecimiento y protección de todo integrante del Patrimonio Cultural, las cuales entran dentro de la competencia del Gobierno Vasco, las Diputaciones Forales y los Ayuntamientos.

4. EMPLAZAMIENTO.

El acantilado a estabilizar se encuentra, como se ha dicho anteriormente, al nordeste de la provincia de Guipúzcoa, tal y como se muestra en las dos siguientes figuras.



Situación de Guipúzcoa en el País Vasco.



Mapa de las comarcas de Guipúzcoa.

Como se ve en la figura anterior, pertenece a la comarca de Donostialdea. El acantilado se sitúa a tan solo 1 kilómetro y medio desde límite de la costa de la ciudad de San Sebastián, mostrado en la figura siguiente.



Mapa de los municipios de Donostialdea.

Este se encuentra concretamente en Puntas de San Pedro perteneciente al núcleo occidental del municipio en el monte Ulía entre el faro de La Plata ($43^{\circ} 20' 06''$ N, $1^{\circ} 56' 00''$ O) y el de Senokozulua ($43^{\circ} 19' 54''$ N, $1^{\circ} 55' 36''$ O), como se muestra en la siguiente figura.



Entorno del acantilado a sostener.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS.

Como se ha dicho en el apartado 2 de este documento, las obras que se proponen en este proyecto se basan en estabilizar el acantilado mediante un sistema que incluye el sostenimiento del mismo mediante cables, además de un sistema complementario de drenaje superficial.

La estabilización se quiere llevar a cabo a causa del riesgo de desprendimientos ocasionados anteriormente, y los indicios de futuros desprendimientos en la misma zona.

Las medidas del sistema de sostenimiento y las leyes de empuje que se utilizarán están apoyadas en el análisis geotécnico perteneciente al Anejo A-I del Documento Nº 2 del actual proyecto.

El procedimiento para la realización de esta obra se empezará creando el sistema de drenaje superficial, que requerirá el uso de una retroexcavadora para cavar la cuneta de drenaje, y un volquete donde cargar y transportar la tierra extraída. Las dimensiones de las cunetas prefabricadas que se emplearán para la obra serán de 50 x 25 x 100 cm, tal como se muestra en el Plano Nº 8.

Al terminar con la cuneta de drenaje se comenzará con el acondicionamiento del terreno, lo que incluirá:

- La limpieza y desbroce del terreno del acantilado, para lo que se empleará una desbrozadora para retirar la maleza de la zona de trabajo y se cargará al volquete.
- El talado de los árboles y la extracción del tocón, para lo que se utilizará una motosierra para talar el árbol y posteriormente se extraerá el tocón mediante una retroexcavadora. Cada árbol extraído se tendrá que trocear y cargar en el volquete.
- La extracción de los fragmentos potencialmente más inestables se realizará mediante un martillo neumático.

Cuando se haya acondicionado el terreno, se continuará con la estabilización del acantilado, que como se ha dicho anteriormente, consistirá en un sistema de cables de anclaje de las características definidas en el Anejo A-III del Documento Nº 2, y una capa de hormigón proyectado de características también definidas en el mismo anejo.

La ejecución de las obras tendrá que ser de manera descendente y de izquierda a derecha, de modo que primero se estabilizará la parte de la cresta del talud y por último las cotas más bajas.

Los cables triples que se utilizarán serán de 15,2 mm de diámetro nominal, mientras que el diámetro de las perforaciones será de 70 mm y de 24 m de profundidad para anclar la masa de roca deslizante a una profundidad en la que el factor de seguridad, sea lo suficientemente elevado ante cualquier clase de desprendimiento.

Tras introducir los cables de anclaje se inyectará en el fondo de la perforación 3 m de lechada de cemento. Tras el fraguado de la lechada, se procederá al tesado de los anclajes y al gunitado.

Tras el fraguado del hormigón proyectado se darán por ultimadas las obras. Cuando esta situación se dé, el Contratista estará obligado a retirar toda la maquinaria y los residuos, dejando la zona limpia, y finalmente devolver al entorno afectado a su estado original restaurándolo.

Para realizar todos los trabajos citados anteriormente, menos el de drenaje, será necesaria una grúa de aproximadamente 1,5 toneladas, que suspenderá una cesta de trabajo con la que se podrá acceder a la zona de trabajo.

Antes de iniciar cualquier trabajo, el Contratista tendrá que diseñar un Plan de Seguridad que cumplimente todo lo especificado en el Anejo A-IV del Documento Nº 2 del presente proyecto.

Las características y calidad de los materiales a emplear se definen en el Pliego Nº 2 del Documento Nº 3.

6. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.

Se ha establecido como plazo de ejecución de los trabajos DOS AÑOS Y MEDIO. Este dato es aproximado, puesto que el plazo de garantía será de OCHO MESES una vez transcurridos los dos años y medio citados.

7. PRESUPUESTO.

En el presente apartado se muestra una síntesis del presupuesto de las obras que se desarrolla en el Documento Nº 4.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	11.792.612,11€
13,00 % Gastos generales	1.533.039,57 €
6,00 % Beneficio industrial	707.556,73€
Suma	2.240.596,30€
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2.580,77 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A.	14.035.789,18 €
21 % I.V.A.	2.947.515,73 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	16.983.304,91 €

El Presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de DIECISÉIS MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS.

Bilbao, a 9 de Julio de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Inchausti Rodríguez', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a prominent loop at the end.

Fdo.: **Juan Inchausti Rodríguez**
Ingeniero en Tecnología de Minas
y Energía

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

DOCUMENTO Nº 2- ANEJOS

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. ANEJO A-I. ESTUDIO GEOTÉCNICO
2. ANEJO A-II. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD
3. ANEJO A-III. MÉTODO DE SOSTENIMIENTO
4. ANEJO A-IV. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

ANEJO A-I- ANEJO GEOTÉCNICO

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS	3
2. INFORME GEOTÉCNICO	4
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.	4
2.2. DESCRIPCIÓN DEL DESPRENDIMIENTO.	9
2.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL ACANTILADO.	9
2.4. TABLAS UTILIZADAS.	13
2.5. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.	17

1- LOCALIZACIÓN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

En este informe se muestran las conclusiones y recomendaciones relativas al estudio geotécnico realizado en el acantilado, situado entre el faro de la Plata y el faro de Senokozulua, en la bocana del puerto de Pasaia San Pedro.

El acantilado está situado en el extremo Este del monte Ulía, en la margen izquierda de la entrada del puerto de Pasaia.

En el acantilado mencionado, se han producido en los últimos años varios desprendimientos de rocas a lo largo de unos 120 metros de longitud. Los desprendimientos se originaron a la altura de la vía destinada al mantenimiento del faro de La Plata, además de ser un tramo del Camino de Santiago. El material rocoso desprendido ha perjudicado la carretera mencionada, agrietando el asfaltado de la misma, debido a los corrimientos de tierra.

Por cómo se presentan los desprendimientos, el movimiento de estos podría seguir creciendo a lo largo como a lo ancho, dañando las zonas próximas al acantilado, y estrechando la bocana del puerto.

Por estas razones se recomienda proceder a la estabilización de la zona desprendida, objeto de este Proyecto de Estabilización.

La zona del acantilado afectada tiene, como se ha dicho anteriormente, una longitud de unos 120 metros, y una altura desde la superficie del agua en bajamar de unos 85 metros, que desciende hasta la misma.

2. INFORME GEOTÉCNICO

2.1. Características del terreno.

El acantilado a sostener tiene una orientación N-E y muestra una pendiente media de elevación cercana a los 45°-50°. La pendiente de la ladera es todavía más vertical en la parte superior, es decir, en la zona más cercana a la vía de acceso al faro de La Plata. El relieve es escarpado, con muchos resaltes rocosos. En la parte a estudiar, el acantilado llega hasta una cota próxima a +120 metros.

En el camino para el mantenimiento del faro mencionado anteriormente, se pueden observar tramos en los que se ha tenido que volver a cementar la carretera por los corrimientos, además de poner vallado de seguridad para la protección de los viandantes.

Los desprendimientos se han generado principalmente en los relieves de tipo valle, debido a que las aguas pluviales tienden a fluir por esas zonas erosionándolas. La parte de mayor cota que se ha visto afectada está a + 85 metros.

En el ámbito geológico, la zona a estudiar es afín a la geología de la formación montañosa de Jaizkibel, situado al este de la misma bocana del puerto. Tanto el monte Ulía como Jaizkibel se sitúan en el límite oeste de los Pirineos, en la parte noreste de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Hoy en día, la Cuenca Vasco-Cantábrica está dividida en tres zonas tectosedimentarias: Arco Vasco, Plataforma Norcastellana y Surco Navarro-Cántabro.

En Ulía, perteneciente al Arco Vasco, afloran materiales que corresponden a la unidad tectónica de San Sebastián. Éstas están constituidas íntegramente por materiales del Terciario, de edades entre el Maastrichtiense y el Eoceno inferior, todos ellos de carácter marino, dispuestos correlativamente sobre los materiales del flysch detrítico calcáreo del Cretácico superior. Estratigráficamente, la zona estudiada se distingue en tres niveles:

- Danés. Término basal formado por margas, margocalizas y calizas de tonalidades rojas del Maastrichtiense superior-Daniense con una potencia máxima del conjunto que llega a alcanzar 200 metros, creada debido a que hacia el final del Danés comienza una

actividad tectónica dentro de la cuenca que favorece la destrucción parcial de esas plataformas. Durante esta época se generaron cañones submarinos que se rellenaron durante el Thanetiense. La sedimentación fue prácticamente continua, los fenómenos erosivos basales estarían relacionados con un descenso relativo del nivel marino.

- Tramo hemipleágico del Eoceno. Término intermedio con una potencia media de 250-300 metros. Está formado principalmente por margas aunque intercala algunos niveles de margocalizas y calizas arenosas, generalmente descalcificadas.
- Formación Jaizkibel (Eoceno). En el techo se sitúa el flysch detrítico terciario, con una potencia superior a 1300 metros. A escala cartográfica está compuesta por alternancia de dos términos: el primero constituido por la alternancia de areniscas calcáreas, calizas arenosas y lutitas, y el segundo formado por areniscas, en ocasiones microconglomeráticas, estratificadas en bancos potentes; generalmente son areniscas silíceas con cemento calcáreo y frecuentemente se encuentran muy alternadas con un color amarillo característico. Los materiales del Flysch del Terciario son turbidíticos y fueron depositados en condiciones de transgresión marina. La sedimentación se dio en una amplia cuenca marina dónde la entrada de sedimentos se producía principalmente desde las plataformas “pirenaicas”.

El acantilado está compuesto por una sucesión de calizas arenosas y areniscas de espesor decimétrico. Estructuralmente, éstas presentan estructuras sedimentarias de laminación paralela, ripples, estructuras de corriente, etc.

Entre esta serie, aparecen intercaladas de forma ocasional estratos de espesor decimétrico a centimétrico de argilitas y calizas arcillosas con alguna esquistosidad.

Entremezclado con el conjunto arenisco-argilítico, hay bancos de areniscas silíceas con espesores entre métricos y decamétricos. Las areniscas tienen un contenido en cuarzo, principalmente mayor al 90%, con grandes contenidos de feldspatos de color grisáceo, que en las partes sometidas al clima pasan a tener una coloración ocre debido a la meteorización.

Los bancos de areniscas silíceas presentan una laminación paralela y, frecuentemente, superficies de erosión y ripples de corriente.

Por lo que respecta a la meteorización de la roca, y siguiendo la Tabla A-I.I, las areniscas y calizas arenosas se presentan en el estado de roca sana meteorizadas en Grado II o moderadamente meteorizadas en Grado III. Por otro lado, las interposiciones de argilitas y calizas arcillosas suelen aparecer ligeramente meteorizadas en Grado II aunque en algunos tramos aparece moderadamente meteorizadas en Grado III y en muy pocas ocasiones muy meteorizadas en Grado IV.

Los bancos de areniscas de espesor métrico en estado sano tienen valores de resistencia a compresión simple de aproximadamente 100 MPa y un peso específico de 28 kN/m³.

Los estratos de calizas arenosas y areniscas de espesor decimétrico a centimétrico poseen valores de 50 MPa y un peso específico de 25 kN/m³. Por otro lado, los estratos entremezclados de argilita alcanzan valores de resistencia a compresión simple de 20 MPa, y su peso específico es aproximadamente de 23 kN/m³.

El grupo de la formación rocosa, a pesar de que las estimaciones de los valores de resistencia a compresión simple sean excesivamente diferentes entre los estratos enumerados, se puede hacer una aproximación de la resistencia del conjunto, mediante el uso de la Tabla A-I.II. Por lo que el valor medio de la resistencia es cercano a 55-60 MPa.

Por otro lado, en partiendo de la Tabla A-I.III se ha sacado el ángulo de rozamiento interno efectivo de los estratos del macizo rocoso, dando como resultado un ángulo medio de $\varphi = 30^\circ$, además de obtener el peso específico sumergido del terreno γ' y la cohesión efectiva c' del mismo, cuyos resultados dan aproximadamente 25 kN/m³ y 35 kN/m² respetivamente.

Al determinar el grado de fracturación medio del macizo a través de los testigos extraídos, obteniendo resultado del RQD (*Rock Quality Designation*) cercano al 80%, lo que expresa que la roca respecto a la fracturación es de buena calidad, como indica la Tabla A-I.IV

La estratificación de la roca se orienta en esa zona según los valores de dirección de buzamiento y buzamiento medios cercanos a E=353/60.

Además se han detectado tres familias de juntas principales. Los valores medios obtenidos para la estratificación y las tres familias de juntas son las siguientes:

- J1: 171/52
- J2: 114/69
- J3: 226/48

En cuanto a las continuidades de las diferentes familias de juntas existentes, se han observado juntas con continuidades importantes, alcanzando más de 4 metros en algunos casos. La tónica general está en el rango de valores de 2 a 4 metros, tanto en rumbo como en buzamiento. En cuanto al espaciado entre juntas, los valores más comunes se sitúan en torno a 2 metros, aunque también se puedan observar hasta de 0,6 metros.

Generalmente, las superficies de las juntas presentan cierta rugosidad y ondulación. En la escala de Barton, tienen un JRC (*Joint Roughness Coefficient*) de 15 según lo comparado entre la Tabla A-I.V y la ladera. La separación entre las superficies de juntas puede variar entre los 0, dándose generalmente este caso, hasta los 10 centímetros.

Durante el estudio geológico del acantilado no se ha observado ninguna presencia de fallas que puedan afectar al macizo rocoso.

En general, la permeabilidad del macizo rocoso es de media a baja, aunque en los bancos de areniscas hay zonas en las que el grado de permeabilidad llega a ser más alto, a causa de las porosidades que hay entre los granos de la roca y ciertos fenómenos de fracturación.

En el acantilado, no existe un nivel freático general. En épocas de elevadas precipitaciones suelen generarse corrientes de agua de naturaleza estacional, por los ejes de las pequeñas vaguadas formadas en la ladera. Al ser un acantilado, se supone que el nivel freático de éste es aproximado al nivel del mar. Por lo tanto, se escogerá el nivel freático más desfavorable, es decir el de la marea más alta registrada entre los años 1999 y 2019. Estos datos vienen reflejados en la Tabla A-I.VI, y la marea más alta registrada llega a una cota de aproximadamente +5 metros.

Tras haber concluido los estudios anteriores, se tiene la información suficiente para poder obtener el RMR (*Rock Mass Rating*) del conjunto de rocas mediante la clasificación de Bieniawski. Tras analizar la Tabla A-I.VII, se deduce que el RMR es de 62, lo que se clasificará como una roca de buena calidad o de clase II.

Para finalizar la descripción de las características geomecánicas del acantilado, se han desarrollado los siguientes cálculos con el fin de definir el ángulo de fricción de las familias de juntas y el módulo de elasticidad del macizo rocoso.

Para el cálculo del ángulo de fricción de las juntas se ha empleado el método de Barton:

$$i = JRC * \log_{10}(JSC/\sigma_n) = 15 * \log_{10}(56/0,001)=71,2228$$
$$\Phi = \Phi_b + i = 31 + 71,2228=\underline{102,2228^\circ}$$

Siendo:

Φ = ángulo de fricción

Φ_b = ángulo de fricción básica (dato extraído de la Tabla A-I.IX)

JSC = resistencia a compresión simple

σ_n = la tensión normal a lo largo de las juntas (aproximadamente 0,001 MPa)

El cálculo del módulo de elasticidad se va a estimar a partir del RMR de la roca:

$$E_m = \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} 10^{\frac{GSI-10}{40}} = \underline{14,388} \text{ GPa}$$

Siendo:

E_m = módulo de elasticidad (GPa)

GSI = RMR

σ_{ci} = resistencia a compresión simple (MPa)

2.2. Descripción del desprendimiento.

Como se ha mencionado anteriormente, se trata de una ladera donde ya se habían producido algunos desprendimientos. Éstos han ido dañando y fracturando el cementado de la carretera del Paseo el Faro. Como puede observarse, estas fracturas se han cubierto posteriormente cementándolas de nuevo. Éste método utilizado no es suficiente para asegurar la carretera, ya que cada vez aparecen más fracturas.

Los desprendimientos se han originado a unos 4 metros de la carretera, debido a la erosión diferencial de los estratos del flysch y al agua que circula por las hondonadas en épocas lluviosas, reblandeciendo el terreno y permitiendo que se generen vuelcos o corrimientos de tierra.

El banco de areniscas en el que se ha producido el derrumbe se ha visto afectado a lo largo de aproximadamente 100m de longitud, que coincide exactamente con el eje de la hondonada.

Los materiales desprendidos rotaron o resbalaron por el desnivel del talud, aglomerándose en su pie. La roca suelta de mayor volumen tiene un tamaño aproximado de 120 m³, estimando que el volumen total del desprendimiento es de unos 700 m³.

2.3. Análisis de estabilidad del acantilado.

El desprendimiento del acantilado, como se ha mencionado anteriormente, se ha debido a la erosión diferencial de los estratos, esto es debido a procesos erosivos intensos, ya que éste se encuentra en una zona costera en la que a lo largo del año se dan diferencias considerables de temperatura.

A continuación se muestran el registro de caracteres geomecánicos del macizo rocoso necesarios para analizar la estabilidad del acantilado:

Al analizar los sondeos realizados en el terreno, se ha desarrollado la siguiente tabla en la que se ha descrito el rumbo y buzamiento de los estratos y familias de juntas, además de la separación entre las juntas, grado de meteorización y litología.

SITUACIÓN	DISCONTINUIDAD	ORIENTACIÓN		CONTINUIDAD (METROS)		ESPACIADO (METROS)	CARACTERÍSTICAS DE LAS DISCONTINUIDADES							LITOLOGÍA	METEORIZACIÓN	CONDICIONES HIDROLÓGICAS	R.C.S.
		RUMBO	BUZAMIENTO	SEGÚN RUMBO	SEGÚN BUZAMIENTO		LONGITUD	APERTURA	RUGOSIDAD	ONDULACIÓN	COLOR	ESPESOR DE RELLENO	TIPO DE RELLENO				
1	E	335	55											Ar	II		
	J	240	60														
	J	180	72	4,00	2,00	2,00											
	J	110	60	4,00	2,00	2,00											
	E	20	65														
	J	180	45	4,00	2,00	2,00											
	E	345	60														
2	E	350	45											Ar	II		
	J	280	50	2,00	2,00	2,00											
	J	215	65	4,00	2,00	2,00											
	J	275	80	2,00	2,00	2,00											
	J	160	35	2,00	2,00	2,00											
3	E	0	55											Ar	II		
	J	235	55	2,00	2,00	2,00											
	J	290	80	4,00	2,00	2,00											
	J	135	65	4,00	2,00	2,00											
	J	157	56	2,00	2,00	2,00											
4	E	355	39											Ar	II		
	E	4	54														
	E	356	45														
	J	200	65	5,00	4,00	2,00											
	J	100	70	4,00	4,00	2,00											
	J	215	40	2,00	2,00	2,00											
	J	140	66	2,00	2,00	2,00											
	J	120	75	4,00	2,00	2,00											
5	E	3	47											Ar	II		
	J	210	35	4,00	4,00	2,00											
	J	155	75	4,00	4,00	2,00											
	J	140	85	2,00	2,00	2,00											
6	E	358	42											Ar	II		
	J	190	58														
7	E	8	45											Ar	II		
	E	5	55														
	E	350	56														
	J	225	45	4,00	2,00	2,00											
	J	78	72	4,00	2,00	2,00											
	J	120	75	4,00	2,00	2,00											
8	J	260	35	4,00	2,00	2,00											
	E	354	60											Ar	II		
	J	97	60	0,50	1,00	0,50											
	J	235	70	1,00	0,50	0,50											
	J	150	40	1,00	0,50	0,50											
	E	353	60														
	J	63	85	0,50	1,00	1,00											
	J	160	37	1,00	0,50	1,00											
	E	3	55														
	J	100	70														
	J	222	25														

Tabla A-I.VIII Características geomecánicas obtenidos mediante los sondeos.

Empleando los datos de la tabla anterior, se han determinado mediante el programa DIPS.v5.103, los polos medios de la estratificación y de las diferentes familias de juntas:

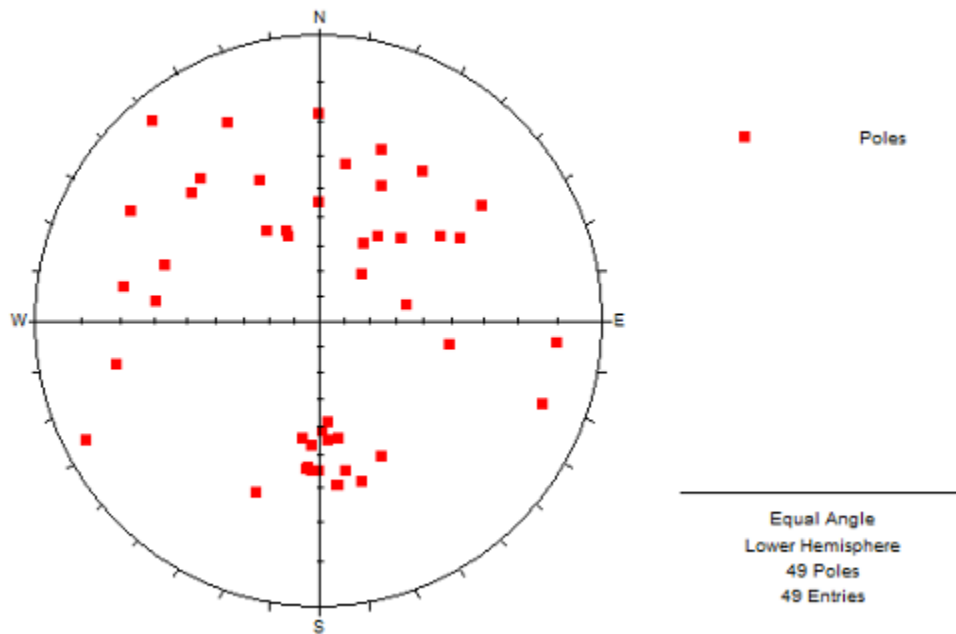


Diagrama de polos.

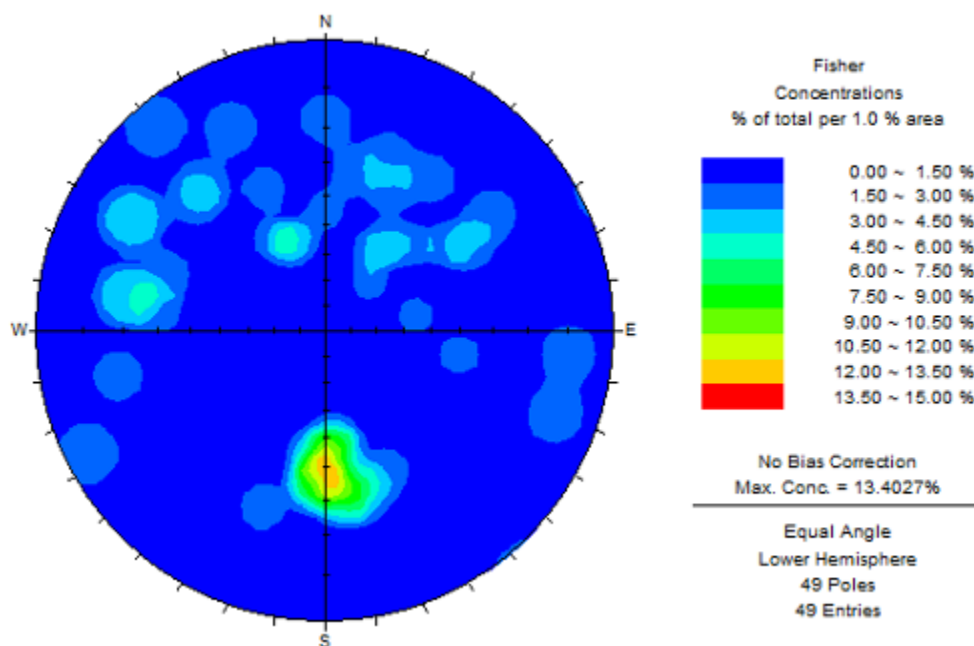


Diagrama de contorno.

2.4. Tablas utilizadas.

A continuación se presentan las tablas empleadas para obtener los datos técnicos de la estratigrafía del terreno.

Grado	Denominación	Criterio de reconocimiento
I	Roca sana o fresca	La roca no presenta signos visibles de meteorización, pueden existir ligeras pérdidas de color o pequeñas manchas de óxidos en los planos de discontinuidad
II	Roca ligeramente meteorizada	La roca y los planos de discontinuidad presentan signos de decoloración. La roca puede estar decolorada en la pared de las juntas pero no es notorio que la pared sea más débil que la roca sana
III	Roca moderadamente meteorizada	La roca está decolorada en la pared. La meteorización empieza a penetrar hacia el interior de la roca desde las discontinuidades. El material es notablemente más débil en la pared que en la roca sana. Material débil <50% del total
IV	Roca meteorizada o muy meteorizada	Más de la mitad del material está descompuesto a suelo. Aparece roca sana o ligeramente meteorizada de forma discontinua
V	Roca completamente meteorizada	Todo el material está descompuesto a un suelo. La estructura original de la roca se mantiene intacta
VI	Suelo residual	La roca está totalmente descompuesta en un suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original. El material permanece "in situ" y existe un cambio de volumen importante

ISRM: Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas

Tabla A-I.I Grado de meteorización de las rocas (ISMR).

	Rocas	Peso Específico (KN/m ³)	Resistencia a Compresión de los fragmentos sanos (MN/m ²)	Módulo de deformación (MN/m ²)	
DURAS	ÍGNEAS	28	100	MASIVAS	50000
	METAMÓRFICAS Gneis, Cuarzitas			DICACLASADAS	20000
	SEDIMENTARIAS Areniscas bien cementadas, algunas calizas y dolomías más compactas			MUY DIACLASADAS	10000
MEDIAS	METAMÓRFICAS Esquistos y pizarras	25	50	MASIVAS	20000
				DICACLASADAS	10000
	SEDIMENTARIAS Excepto margas, areniscas y conglomerados poco cementados			MUY DIACLASADAS	5000
BLANDAS	SEDIMENTARIAS Areniscas y conglomerados poco cementados	23	20	MASIVAS	5000
	Margas			DICACLASADAS	2000
				MUY DIACLASADAS	1000

Tabla A-I.II Estimación de E según el tipo de litología (ROM).

Tabla 2. Valores promedio de propiedades geotécnicas propuestas para la estimación de deslizamiento traslacional de laderas en función del grupo litológico del país

Clasificación	Grupo litológico	Tipo de suelo	γ' (kN/m ³)	c' (kN/m ²)	ϕ' (°)	Umbral (°)
ROCAS ÍGNEAS	Rocas ígneas extrusivas	Básica, intermedia, ácida, volcanoclástica	28	100	[¶] 42	60
	Rocas ígneas intrusivas	Básica, intermedia, ácida, diabasa, pórfido andesítico, pórfido riolítico	26	80	40	60
ROCAS METAMÓRFICAS	Rocas metamórficas no foliadas o masivas	Corneana, cuarcita, mármol, skam, serpentinita	27	70	40	60
	Rocas metamórficas foliadas	Esquisto, esquisto-gneis, filita, gneis, pizarra	25	[¶] 29	[¶] 31	50
	Rocas metamórficas de falla	cataclasita	22	10	24	45
	Complejos metamórficos y rocas varias	Complejo metamórfico, complejo ofiolítico, metaintrusivo, metavolcánica	27	29	31	50
ROCAS SEDIMENTARIAS	Sedimentarias detriticas de grano grueso	Conglomerado, conglomerado-brecha sedimentaria, brecha sedimentaria, volcanoclástica	28	[¶] 24	[¶] 32	50
	Sedimentarias detriticas de grano grueso/medio	Arenisca, arenisca-conglomerado	25	[¶] 48	35	45
	Sedimentarias detriticas de grano medio/fino	Arenisca-limolita, limolita-arenisca, limolita-lutita, lutita-arenisca	24	35	[¶] 30	45
	Sedimentarias detriticas de grano fino	Lutita	23	30	[¶] 30	45
	Rocas sedimentarias órgano-químicas	Coquina, yeso, caliche	22	[¶] 17	[¶] 34	40
	Rocas intercaladas	Caliza-arenisca, caliza-limolita, caliza-lutita, caliza-yeso	24	50	[¶] 25	40

[¶]Barton (1974), Hoek y Bray (1981); [¶]Jibson *et al.* (2000)

Tabla A-I.II Ángulo de rozamiento interno.

RQD (%)	CALIDAD DEL MACIZO
0 - 25	Muy mala
25 - 50	Mala
50 - 75	Mediana
75 - 90	Buena
90 - 100	Muy buena

Tabla A-I.IV Escala de fracturación.

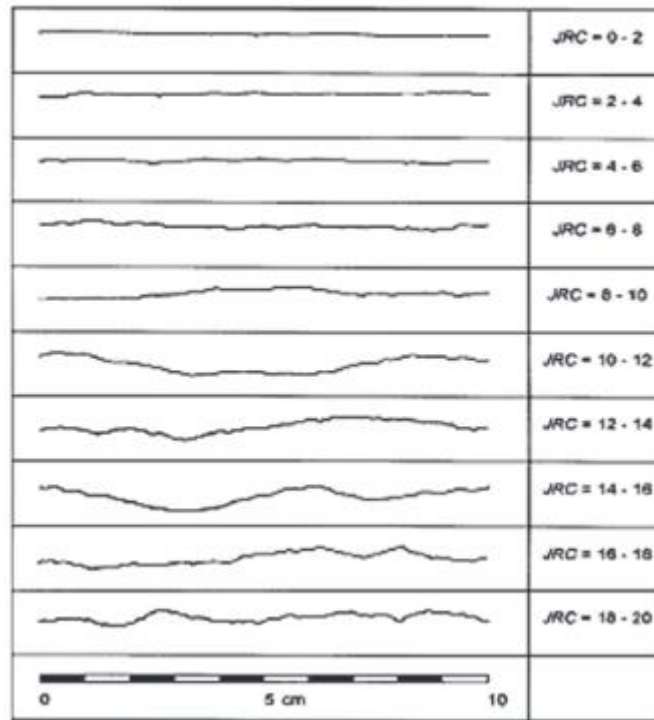


Tabla A-I.V Perfiles de rugosidad y el valor atribuido al coeficiente de rugosidad de la discontinuidad, JRC (Hoek).

Mes Month	Nivel Horario / Hourly Level Periodo: 1999 - 2019 / Period: 1999 - 2019 (cm)											
	-45: 0	0: 45	45: 90	90: 135	135: 180	180: 225	225: 270	270: 315	315: 360	360: 405	405: 450	450: 495
Ene./Jan	.00	1.19	5.98	12.62	14.68	12.11	11.77	14.45	15.11	8.88	2.96	0.23
Feb./Feb.	0.06	2.01	7.01	11.31	14.17	12.71	11.99	15.02	13.17	8.97	3.11	0.46
Mar./Mar.	0.13	2.38	7.34	10.33	13.61	12.98	12.03	14.67	12.97	9.09	3.83	0.63
Abr./Apr.	.00	1.80	7.00	11.08	14.52	12.27	11.77	14.58	13.65	9.29	3.82	0.22
May./May.	.00	0.97	6.01	13.17	14.85	12.07	11.34	14.35	15.36	9.62	2.16	0.10
Jun./Jun.	.00	0.77	5.17	14.29	15.21	11.50	11.37	14.03	16.75	9.15	1.77	.00
Jul./Jul.	.00	0.71	5.59	13.29	15.43	11.86	11.24	14.03	16.59	8.91	2.28	0.07
Ago./Aug.	.00	1.45	6.08	11.30	14.99	12.29	11.54	14.76	14.26	9.42	3.65	0.27
Sep./Sep.	.00	1.81	6.56	10.49	13.94	12.93	12.00	14.63	13.33	9.51	4.29	0.50
Oct./Oct.	.00	1.19	5.85	10.23	14.12	12.95	11.96	14.06	14.25	10.21	4.52	0.67
Nov./Nov.	.00	0.96	4.76	10.82	15.03	12.83	11.57	13.67	15.37	11.05	3.84	0.12
Dic./Dec.	.00	0.61	4.94	13.13	14.97	12.36	11.48	13.99	16.09	9.73	2.62	0.07
Anual /Annual	0.02	1.32	6.03	11.84	14.63	12.41	11.67	14.35	14.74	9.49	3.24	0.28

Tabla A-I.III Tabla de mareas del puerto de Pasajes (1999 – 2019).

1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	> 10	10-4	4-2	2-1	Compresión simple (MPa)		
		Compresión simple	> 250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	< 1
	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
	Puntuación		20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		> 2 m	0,6-2 m	0,2-0,6 m	0,06-0,2 m	< 0,06 m		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
5	Agua freática	Caudal por 10 m de nivel	Nada	< 10 litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	> 125 litros/min		
		Relación: Presión de agua/Tensión principal mayor	0	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Gotando	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		

Corrección por la orientación de las discontinuidades					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables
Pendientes	Túneles	0	-2	-5	-10
	Climatizaciones	0	-2	-7	-15
	Tablas	0	-5	-25	-50

Clasificación					
Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Medía	Malta	Muy mala
Puntuación	100-81	80-61	60-41	40-21	< 20

Tabla A-I.IV Clasificación geomecánica, RMR (Bieniawski).

Sedimentary rocks		basic friction angle ϕ_b
Sandstone	dry	26 - 35 (32) ¹⁾
	wet	25 - 34 (31)
Siltstone	wet	27 - 31
	dry	31 - 33
Shale	wet	27
Conglomerate	dry	35
Chalk	wet	30
Limestone	wet	27 - 35
	dry	31 - 37

Tabla A-I.V Ángulo de fricción básico.

2.5. Reportaje fotográfico.



Acantilado de Senokozulooa.



Desprendimiento reciente.



Señal de "Precaución Desprendimientos" al inicio del acantilado.



Indicios de derrumbamientos en zona peatonal.



Indicios de derrumbamientos en la vía de acceso al faro.



Vallado de señalización de zona de riesgo en la vía de acceso al faro.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

ANEJO A-II- CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. MECANISMOS DE ROTURA	3
1.1. DESLIZAMIENTO.	3
1.1.1. Deslizamiento traslacional.	3
1.1.1.1. Rotura plana.	3
1.1.1.2. Rotura por cuña.	4
1.1.2. Deslizamiento rotacional.	5
1.1.2.1. Rotura circular.	5
1.2. EXTENSIONES LATERALES.	5
1.3. ROTURA POR VUELCO.	6
1.4. ROTURA POR PANDEO.	6
1.5. MOVIMIENTOS COMPLEJOS.	7
2. FACTORES INICIADORES DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA.	8
2.1. FACTORES NATURALES.	8
2.1.1. El agua	8
2.1.1.1. Ríos y oleaje.	8
2.1.1.2. Lluvia.	9
2.1.2. Sismicidad y vulcanismo.	9
3. FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO.	11
4. MÉTODOS DE CÁLCULO	13
4.1. CÁLCULO DE ESTABILIDAD MEDIANTE ROTURA PLANAR.	13
4.2. CÁLCULO DE ESTABILIDAD MEDIANTE ROTURA POR CUÑAS.	15
4.3. CÁLCULO DE ESTABILIDAD MEDIANTE ROTURA CIRCULAR.	21
4.3.1. Cálculo mediante Slide.v5.	22
4.3.2. Cálculo mediante el método de Taylor.	27

1. MECANISMOS DE ROTURA

Los mecanismos de rotura tratan de representar el proceso físico producido, en este caso, en un talud con la reducción de la resistencia o el aumento de la carga, y cuando el movimiento se propaga por todo el macizo.

En este apartado, se van a describir los diferentes tipos de movimientos que se puedan llegar a producir en los taludes, y enumerar las circunstancias que generan estos tipos de roturas.

Saber a qué clase de movimientos de tierra es susceptible el talud es de gran importancia a la hora de decidir qué tipo de medidas de anclaje precisa éste para su estabilización.

1.1. Deslizamiento.

Los deslizamientos son las roturas y desplazamiento del suelo que se encuentra bajo el talud. Esto crea movimientos del talud hacia fuera y hacia debajo de la masa de roca situada encima de la superficie de deslizamiento.

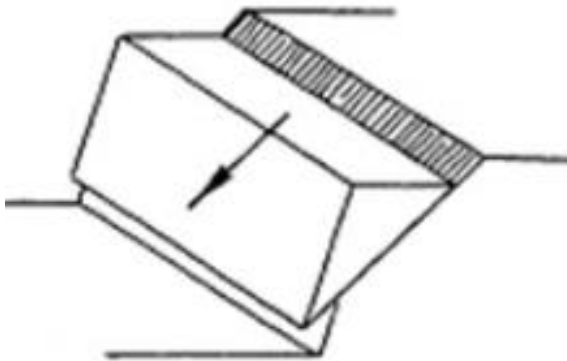
Dentro del grupo de los deslizamientos, se distinguen dos subgrupos: traslacionales y rotacionales. Se generan cuando se supera la resistencia al corte en la superficie de deslizamiento, que suele ser plana o curva.

1.1.1. Deslizamiento traslacional.

1.1.1.1. Rotura plana.

Se llaman así a los deslizamientos en los que participan uno o varios bloques del macizo rocoso o suelo a favor de planos de deslizamiento. Se generan cuando la masa tiene superficies libres a los laterales y pueden ser extremadamente peligrosas. Esta rotura suele suceder en taludes naturales o cuando las discontinuidades de los desmontes tienen una dirección de buzamiento muy similar a la del talud, aproximadamente 20°. El buzamiento de la superficie de rotura siempre debe ser mayor que el del talud y tiene que buzarse hacia el exterior del mismo

hasta salir por la superficie vista.



Rotura planar.

Generalmente, este tipo de rotura se analiza bidimensionalmente.

1.1.1.2. Rotura por cuña.

Se da cuando el bloque desprendido está limitado por dos o varias juntas, y ocurre en taludes cortados por dos superficies de discontinuidades oblicuas, de modo que la línea de intersección entre las dos discontinuidades buza desfavorablemente e intersecta con la superficie del talud, además, esta línea es la dirección del deslizamiento. Estas roturas suelen estar delimitadas por cuatro caras: dos de los planos de las juntas y otros dos de la superficie de roca, y de vez en cuando tienen otra superficie creada por la grieta de tracción.

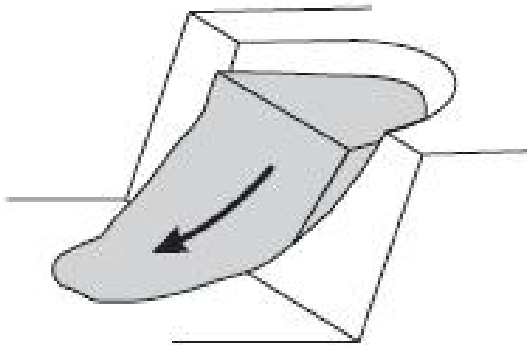


Rotura por cuña.

1.1.2. Deslizamiento rotacional.

1.1.2.1. Rotura circular.

Esta rotura está controlada por los parámetros de resistencia del suelo y con la geometría del talud. En suelos más cohesivos la superficie circular de deslizamiento tiende a ser más profunda que cuando se trata de un suelo friccional. Esto se debe a que la fricción de la resistencia al corte aumenta a mayor profundidad y con el aumento de la tensión normal, en cambio, la cohesión no depende del nivel de tensiones. También sucede que cuanto mayor sea el ángulo de rozamiento interno de la roca, mayor será la profundidad de la superficie de deslizamiento.



Rotura circular.

1.2. Extensiones laterales.

Estos movimientos no son muy comunes, ya que aparecen con características geológicas muy particulares. Se fundamenta en una extensión lateral que está controlada por dos superficies de corte y fracturas de tensión. Esta rotura se da normalmente cuando un estrato rígido está en reposo sobre un estrato más blando. Lo que ocurre en este caso es que el estrato superior se fragmenta en varios bloques que empiezan a fluir sobre el estrato inferior. Otro modo de que este efecto se genere es cuando las fracturas están llenas de agua o de otro material de características geomecánicas desfavorables.



Extensiones laterales en roca.

1.3. Rotura por vuelco.

Para que se dé la rotura por vuelco, el macizo rocoso tiene que tener una familia de discontinuidades paralelas y con el mismo rumbo que el del talud, con un buzamiento alto y orientado hacia el interior del talud.

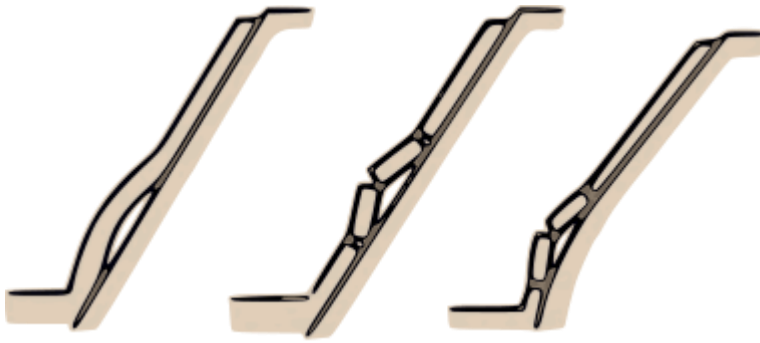


Rotura por vuelco.

Cuando se produce un vuelco, hay rotación de los bloques del macizo, ya sea por presión del agua o por acción gravitatoria. Esta rotura puede producirse en cualquier tipo de roca y y escala del talud, además se puede producir en rocas bastante sanas y tanto en taludes naturales como en taludes excavados, obras civiles, etc.

1.4. Rotura por pandeo.

El pandeo sucede cuando el buzamiento de las discontinuidades es igual o mayor que el del talud. Esto es, cuando los estratos son estrechos y están casi en posición vertical. A este fenómeno también se le llama rotura por vuelco inverso y se produce por la presión de columnas de roca o por la presencia de empujes sobre el estrato superficial.



Rotura por pandeo.

1.5. Movimientos complejos.

Son el resultado de la combinación de más de un tipo de los movimientos descritos anteriormente. También se consideran como movimientos complejos aquellos que presentan diferentes estados en el desarrollo de los movimientos.

Además, en este grupo se puede añadir la múltiple combinación de un mismo tipo de rotura, y aquellos en la que la distribución interna de las velocidades de la masa deslizante pueda o no asemejarse a la de un fluido viscoso.

2. FACTORES INICIADORES DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA.

Para analizar los movimientos en taludes es de gran importancia identificar los factores externos e internos que puedan afectar a la estabilidad de éstos. El conjunto de conocimientos de condicionantes y tipos de roturas son factores imprescindibles para valorar el peligro existente, y para la selección de las medidas adecuadas para evitar accidentes.

A continuación se describen los factores más influyentes en la desestabilización del objeto de estudio.

2.1. Factores naturales.

Al ser factores que desestabilizan el terreno, en esencia, son los agentes erosivos y elementos de carácter tectónico que afecten a la corteza terrestre. Dependiendo de la zona donde se sitúe el terreno, se verá afectado por unos factores que predominarán sobre otros en su desestabilización.

2.1.1. El agua

El agua es el factor natural que más probabilidades tiene de generar un desprendimiento debido a sus múltiples formas de presentarse y procedencias en la naturaleza.

2.1.1.1. Ríos y oleaje.

Los flujos de agua son un gran factor desencadenante por su poder erosivo y de transporte. Pueden actuar continuamente, así van socavando los pies de los taludes disminuyendo la base de éste y, por lo tanto reduciendo su superficie de soporte y aumentando los esfuerzos cortantes de los materiales que se encuentran suspendidos sobre el terreno socavado.

El efecto abrasivo de los ríos es mucho más notable cuando sufre variaciones en su geometría y caudal.

Asimismo, el oleaje realiza el modelado de los acantilados costeros, haciendo de factor

desestabilizante de éstos. En las temporadas de tormenta produce socavaciones en el pie de los acantilados. Además, con el choque de las olas lanza fragmentos de rocas contra las paredes de los acantilados, produciendo un efecto abrasivo que desestabiliza la integridad estructural de los mismos. El oleaje también genera vibraciones que se propagan a lo largo de las discontinuidades mediante el choque contra la ladera.

El retroceso generalizado de los acantilados por el efecto de las olas, hacen de éstas un factor condicionante que hay que tener realmente en cuenta para el caso del proyecto.

Para este caso, no se va a tener en cuenta la erosión producida por el oleaje, ya que antes de la zona a sostener se ha construido un dique que reduce notablemente el impacto de las olas contra el acantilado.

2.1.1.2. Lluvia.

Compone un factor desencadenante de inestabilidades, colabora en el aumento de los efectos de otros factores condicionantes. Cuando las gotas entran en contacto con el suelo, éstas hacen que se liberen partículas del terreno y las transporta hacia niveles inferiores. Esto provoca una removilización superficial de los suelos que puede menguar la capacidad de infiltración del mismo, taponando las aberturas naturales del suelo.

Cuando es época de lluvias torrenciales, y como sucede en el caso del acantilado de Pasaia, el agua que cae se canaliza en zonas deprimidas causando corrientes superficiales de agua, que producen una sobrecarga debida a su propio peso.

Para los cálculos realizados en los siguientes apartados, tampoco se va a tener en cuenta la erosión producida por la lluvia, pero para asegurar la duración del sostenimiento se colocarán canalizaciones superficiales en la zona superior del talud.

2.1.2. Sismicidad y vulcanismo.

Estos factores son capaces de desencadenar grandes deslizamiento, generando con ellos grandes daños. Con los seísmos se propagan ondas procedentes de las vibraciones que

generan fluctuaciones del estado de esfuerzos internos del terreno y afectan a la estabilidad de éste. Los fenómenos de deformación que se pueden generar son de dos tipos: sismo-tectónicos y sismo-gravitacionales.

Los del primer tipo son producidos por terremotos de intensidad mayor de 6.5 en la escala de Mercalli.

Los fenómenos sismo-gravitacionales se dan cuando los materiales que se deslizan, abarcan un área mucho mayor que la de los movimientos por la gravedad. Especialmente si las vibraciones se han prolongado a lo largo del tiempo. Éstos generan grandes avalanchas, desprendimientos, etc.

En las regiones sísmicamente activas, los terremotos son la principal causa de los movimientos de taludes. Como se menciona en el Anejo I, la situación del acantilado está en el extremo oeste de los Pirineos, por lo que se puede decir que se encuentra en una zona sísmicamente activa teniendo en cuenta la formación del flysch que compone el talud, ya explicada anteriormente. De todos modos, no se tendrán en cuenta en los cálculos de los factores de seguridad, ya que no se ha registrado ninguna actividad sísmica en las últimas décadas.

3. FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO.

La información para saber el factor de seguridad mínimo, que determinará si es o no necesario aplicar métodos de estabilización para los cálculos que se han realizado en el siguiente apartado, se ha obtenido en base a la ROM 0.5-05 (Recomendaciones para Obras Marítimas y Portuarias).

Si lo que se busca es un estado de seguridad duradero, el coeficiente de seguridad a escoger debe ser alto para distanciarse de la probabilidad de fallo y procurar que los cimientos de la obra funcionen en régimen elástico.

La elección de los valores de los coeficientes parciales en el Anejo Nacional se ha realizado con el criterio general de mantener el mismo nivel de seguridad que se tiene actualmente con la práctica geotécnica habitual. Por lo que conviene tener presentes los valores de los factores de seguridad de los siguientes documentos españoles de carácter geotécnico, mostrados en la *Tabla A-II I*.

Combinación de acciones	ROM 0.5-05	Guía Cimentaciones Obras de Carreteras	Código Técnico Edificación
Cuasi-permanente	1,4	1,5	1,8
Fundamental	1,3	1,3	⁽¹⁾
Accidental o sísmica	1,1	1,1	1,2

Nota 1: El Código Técnico de la Edificación distingue únicamente entre situaciones persistentes o transitorias (FS = 1,8) y situaciones extraordinarias (FS =1,2)

Tabla A-II I Valores del factor de seguridad para el ELU (Estado de Factor Último) de estabilidad global en diferentes documentos españoles de carácter geotécnico.

La *Tabla A-II I* contiene valores orientativos y de carácter general, es decir, que no se ajustan debidamente a la obra objeto del proyecto, ya que ésta se encuentra ubicada en un lugar bastante desfavorable en cuanto a la exposición ante los agentes erosivos, además de tener una altura e inclinación que también se han de considerar desfavorables. Por esta razón se ha decidido que el factor de seguridad mínimo $FS_{\min} = 1.4$ no es suficiente para asegurar que la obra a realizar vaya a ser de acción cuasi-permanente.

Finalmente se ha decidido aumentar el valor del factor de seguridad para asegurarse de

que la estabilización del acantilado sea segura y duradera. Por lo que se ha decidido establecer un factor de seguridad mínimo de $FS_{\text{mín}} = 1.6$.

La comparación de los factores de seguridad obtenidos es la siguiente:

- Rotura planar: $FS_{\text{RP}} = 0,7 < FS_{\text{mín}} = 1.6$
- Rotura por cuñas: $FS_{\text{RC1}} = 0.587329 < FS_{\text{mín}} = 1.6$
 $FS_{\text{RC2}} = 0.940937 < FS_{\text{mín}} = 1.6$
- Rotura circular: $FS_{\text{R}\emptyset} = 1.608650 > FS_{\text{mín}} = 1.6$

Tras estas comparaciones basadas en cálculos llevados a cabo en el siguiente apartado del proyecto, se ha llegado a determinar que la sujeción de la ladera que habrá que realizar es para la contención del terreno ante dos tipos de rotura: la rotura planar y la rotura por cuñas.

4. MÉTODOS DE CÁLCULO

Los métodos de cálculo que se van a utilizar para el análisis de la estabilidad del acantilado serán, en esencia, métodos de equilibrio límite. Éstos se fundamentan en las leyes de la estática para definir el estado de equilibrio del acantilado, que es eventualmente inestable. Para calcular la estabilidad mediante estos métodos se considera que la resistencia al corte se da a lo largo de la superficie de corte, y sin tener en cuenta las deformaciones del terreno.

El primer y segundo método mediante los que se estudiará la estabilidad serán los clasificados como “métodos exactos”. Éstos proporcionan una solución exacta aplicando las leyes de la estática, con la excepción de las evidencias que se hacen en los métodos de equilibrio límite explicadas en el párrafo anterior. Los dos mecanismos de rotura que se van a estudiar dentro de los denominados métodos exactos, son el de rotura planar y rotura por cuñas.

El tercer método empleado será el de rotura circular, clasificado como “método no exacto”. En este tipo de método, la superficie de rotura es de una geometría más compleja y no permite adquirir una solución exacta haciendo únicamente uso de las ecuaciones de la estática, ya que suelen ser problemas hiperestáticos, lo que obliga a hacer unas suposiciones previas.

4.1. Cálculo de estabilidad mediante rotura planar.

Como se ha explicado en los capítulos anteriores, se denomina así a los deslizamientos producidos a lo largo de una sola superficie plana, y ésta se da en el caso de que exista una fracturación en la roca que predomine respecto a las otras familias de fracturas, además de tener una orientación conveniente respecto a la pared del talud. También puede producirse en terrenos bien estratificados, en los que se intercalan estratos poco potentes y de resistencia notablemente menor respecto a los estratos contiguos.

Para poder estudiar esta clase de rotura en el acantilado como un problema bidimensional, se deben cumplir dos características:

- El plano del talud y el plano de deslizamiento sean paralelos o formen entre sí un ángulo máximo de 20°.
- Los límites laterales de la masa que se va a deslizar deben producir una resistencia al deslizamiento despreciable.

En este caso, el factor de seguridad FS se obtiene directamente, siendo éste el cociente entre las fuerzas que hacen que se produzca el deslizamiento y las fuerzas de resistencia del terreno que evitan que el deslizamiento se produzca, todas ellas proyectadas en la dirección del plano de deslizamiento. Además, como se ha dicho anteriormente, se considera que la rotura es ocasionada únicamente por deslizamiento, por lo que se desprecian los momentos que se estén ejerciendo sobre el plano de rotura.

La ecuación general del factor de seguridad en este caso es la siguiente:

$$FS = \frac{c' L + \tan \varphi' (W \cos \psi_p + F \cos \psi_p - V \sin \psi_p + H \sin \psi_p + X \sin(\psi_p - \psi_t) - U)}{W \sin \psi_p + F \sin \psi_p + V \cos \psi_p - H \cos \psi_p + X \cos(\psi_p - \psi_t)}$$

donde:

- c' = cohesión efectiva en la superficie de deslizamiento.
- φ' = ángulo de rozamiento interno efectivo en la superficie de deslizamiento.
- X = Fuerza ejercida perpendicular a la pared del acantilado.
- W = peso de la masa deslizante, supuesta de ancho unidad.
- ψ_p = ángulo que forma el plano de deslizamiento con la horizontal.
- U = resultante de las presiones intersticiales que actúan sobre el plano de deslizamiento.
- V = resultante de las presiones intersticiales que actúan sobre la grieta de tracción.
- L = longitud del plano de deslizamiento.
- ψ_t = 50° es el ángulo que forma la horizontal con la superficie del acantilado.

Para calcular el factor de seguridad a partir de la ecuación anterior, se ha hecho uso del programa Plane Failure Analysis Module 2.0, cuyo resultado obtenido viene dado en la próxima figura.

```
***** Summary *****
Slope Height = 120
Slope Face Angle = 50
Upper Slope Angle = 0
Cohesion = 0
Friction Angle = 35
Discontinuity Angle = 45
Unit Weight of Rock = 25
Unit Weight of Water = 10
Crest Location = 100.69
Distance of Tension Crack from Crest = 9.23
Tension Crack Depth = 10.1
Dry Tension Crack
Horizontal Surcharge = 1
Vertical Surcharge = 1
Discontinuity Length = 155.45
Weight of Rock Block = 27692.7

Stability Factor = .7
```

Resultado obtenidos del Plane Failure Analysis Module 2.0 para rotura planar.

Por lo que el factor de seguridad ante la rotura planar que se ha obtenido es FS = 0.7.

4.2. Cálculo de estabilidad mediante rotura por cuñas.

La rotura por cuñas es la que se genera a través de discontinuidades oblicuas a la superficie del talud, con sus líneas de intersección aflorando en la superficie de éste y con buzamientos poco favorables. La dirección de deslizamiento será la de la línea de intersección de las dos familias de diaclasas, y ha de tener menor inclinación a la del talud. Las tres familias de juntas que se dan en el macizo rocoso del acantilado son, como se menciona en el anejo I:

- J1: 171/52
- J2: 114/69
- J3: 226/48

La condición que se ha dado antes para que pueda producirse el siguiente tipo de rotura se resume del siguiente modo:

$$\Psi_i < \Psi_t$$

siendo:

Ψ_i : El ángulo de inclinación de la línea de intersección.

Ψ_t : El ángulo de inclinación del talud.

Los resultados de las inclinaciones de cada línea de intersección se dan a continuación:

- J1∩J2: $\Psi_i = 53 > \Psi_t = 50$
- J1∩J3: $\Psi_i = 47 < \Psi_t = 50$
- J1∩J2: $\Psi_i = 40 < \Psi_t = 50$

Los casos en los que se cumple esta condición son los dos últimos, por lo que el estudio de estabilidad mediante rotura por cuñas se aplicará únicamente para estos dos casos.

Para la realización de estos estudios se ha hecho uso del programa Swedge de Rocscience, y los resultados han sido los siguientes:

Para el caso J1∩J3:

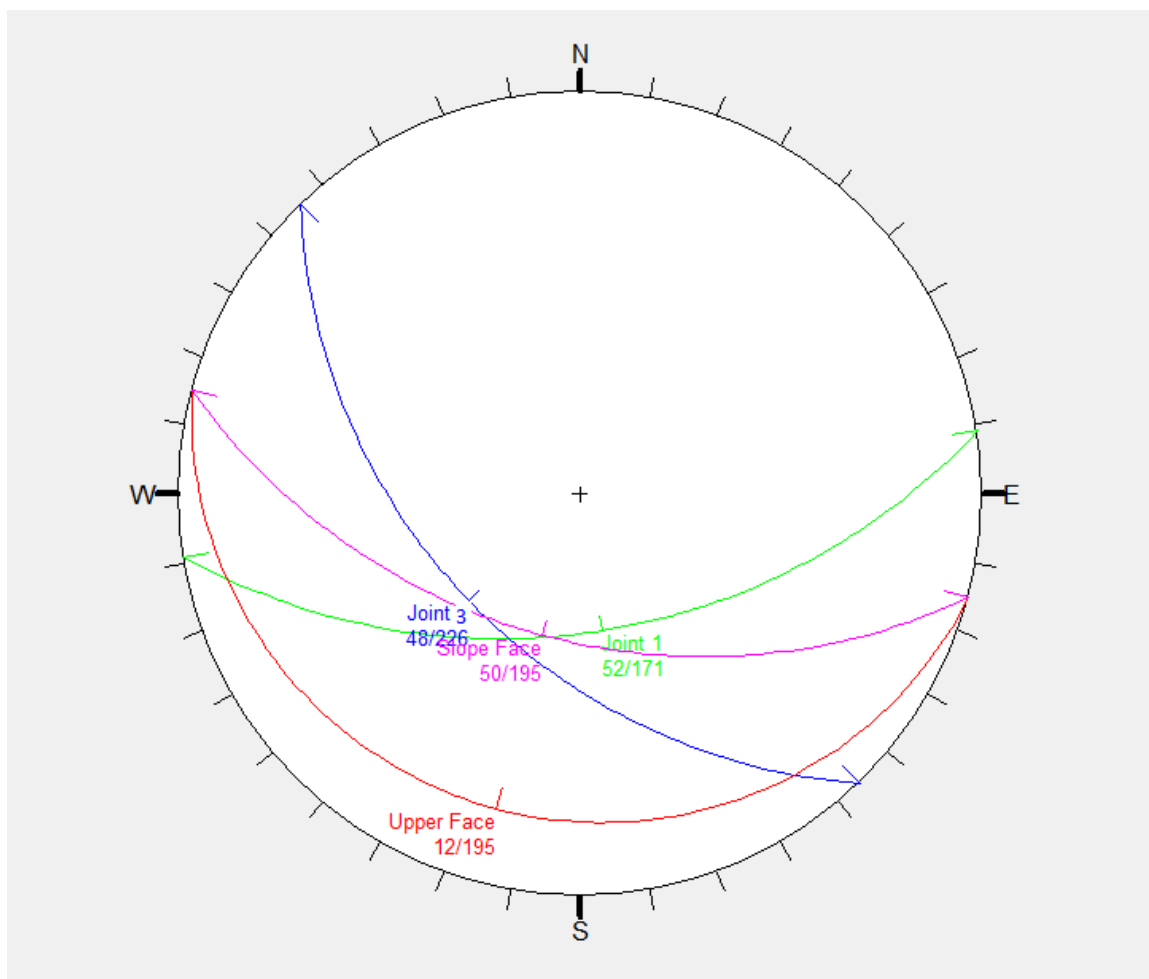


Diagrama de Schmidt para representar la intersección de las familias de juntas J1 y J3.

Los datos obtenidos del programa para esta intersección:

Swedge Analysis Information

Document Name: Caso J1N3

Job Title: SWEDGE – Análisis de rotura por cuñas

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic

Safety Factor = 0.587329

Wedge height (on slope) = 120 m

Wedge width (on upper face) = 15.2036 m

Wedge volume = 11376.7 m³

Wedge weight = 28441.8 tonnes

Wedge area (joint1) = 2287.39 m²

Wedge area (joint3) = 1915.46 m²

Wedge area (slope) = 3646.29 m²

Wedge area (upper face) = 353.891 m²

Normal force (joint1) = 7437.81 tonnes

Normal force (joint3) = 13468.9 tonnes

Driving force = 20551.5 tonnes

Resisting force = 12070.5 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 1&3)

Joint Sets 1&3 line of Intersection:

plunge = 46.268 deg, trend = 206.249 deg

length = 170.446 m

Trace Lengths:

Joint1 on slope face = 156.709 m

Joint3 on slope face = 162.236 m

Joint1 on upper face = 31.274 m

Joint3 on upper face = 24.5093 m

Maximum Persistence:

Joint1 = 170.446 m

Joint3 = 170.446 m

Intersection Angles:

J1&J3 on slope face = 16.6689 deg

J1&Crest on slope face = 88.4109 deg

J1&Crest on upper face = 29.0873 deg

J3&Crest on slope face = 74.9202 deg

J3&Crest on upper face = 38.3393 deg

J1&3 on upper face = 112.573 deg

Joint Set 1 Data:

dip = 52 deg, dip direction = 171 deg

cohesion = 0 tonnes/m², friction angle = 30 deg

Joint Set 3 Data:

dip = 48 deg, dip direction = 226 deg

cohesion = 0 tonnes/m², friction angle = 30 deg

Slope Data:

dip = 50 deg, dip direction = 195 deg

slope height = 120 meters

rock unit weight = 2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope = NO

Overhanging slope face = NO

Externally applied force = NO

Tension crack = NO

Upper Face Data:

dip = 12 deg, dip direction = 195 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting, Northing, Up Format

1 = Joint1, 2=Joint3, 3 = Upper Face, 4 = Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: 21.9, 98.4, 120

Point 234: 66.8, 86.3, 120

Point 123: 52.1, 106, 123

Para el caso J2∩J3:

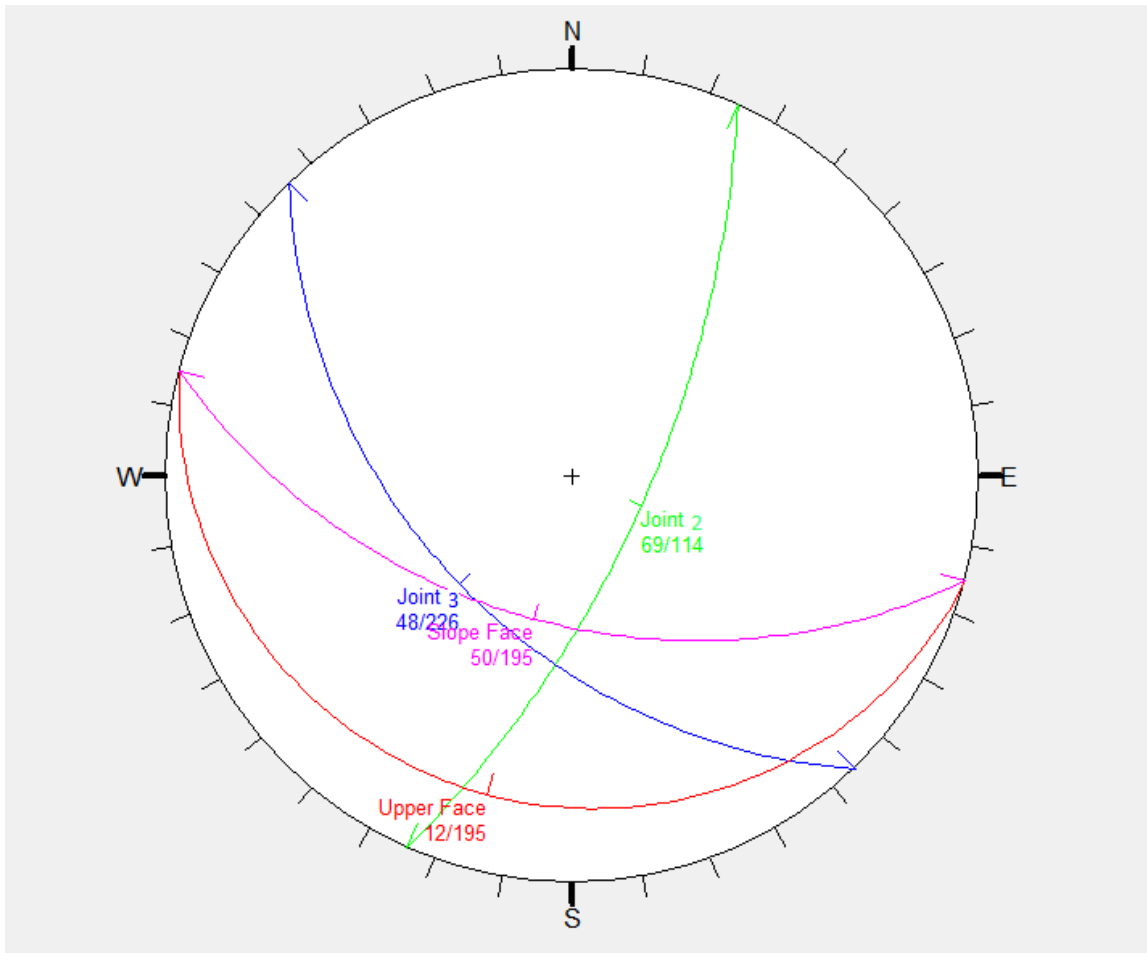


Diagrama de Schmidt para representar la intersección de las familias de juntas J2 y J3.

Los datos obtenidos del programa para esta intersección:

Swedge Analysis Information

Document Name: Caso J2∩J3

Job Title: SWEDGE - Análisis de rotura por cuñas

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic

Safety Factor = 0.940937

Wedge height (on slope) = 120 m
Wedge width (on upper face) = 54.4601 m
Wedge volume = 63813.1 m³
Wedge weight = 159533 tonnes
Wedge area (joint2) = 2848.04 m²
Wedge area (joint3) = 6861.27 m²
Wedge area (slope) = 5709.67 m²
Wedge area (upper face) = 1985.01 m²
Normal force (joint2) = 59341.2 tonnes
Normal force (joint3) = 107941 tonnes
Driving force=102643 tonnes
Resisting force = 96580.4 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 2&3)

Joint Sets 2&3 line of Intersection:

plunge = 40.0456 deg, trend = 185.179 deg
length = 204.109 m

Trace Lengths:

Joint2 on slope face = 159.627 m
Joint3 on slope face = 162.236 m
Joint2 on upper face = 54.6094 m
Joint3 on upper face = 87.7938 m

Maximum Persistence:

Joint2 = 204.109 m
Joint3 = 204.109 m

Intersection Angles:

J2&J3 on slope face = 26.1645 deg
J2&Crest on slope face = 78.9153 deg
J2&Crest on upper face = 85.7611 deg
J3&Crest on slope face = 74.9202 deg
J3&Crest on upper face = 38.3393 deg
J2&3 on upper face = 55.8996 deg

Joint Set 2 Data:

dip = 69 deg, dip direction = 114 deg
cohesion = 0 tonnes/m², friction angle = 30 deg

Joint Set 3 Data:

dip = 48 deg, dip direction = 226 deg
cohesion = 0 tonnes/m², friction angle = 30 deg

Slope Data:

dip = 50 deg, dip direction = 195 deg
slope height = 120 meters
rock unit weight = 2.5 tonnes/m³
Water pressures in the slope = NO
Overhanging slope face = NO
Externally applied force = NO
Tension crack = NO

Upper Face Data:

dip = 12 deg, dip direction = 195 deg

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting, Northing, Up Format

1=Joint2, 2=Joint3, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -3.58, 105, 120

Point 234: 66.8, 86.3, 120

Point 123: 14.1, 156, 131

Por lo que para el primer caso hay un factor de seguridad $FS = 0.587329$ y para el segundo caso el factor de seguridad es $FS = 0.940937$.

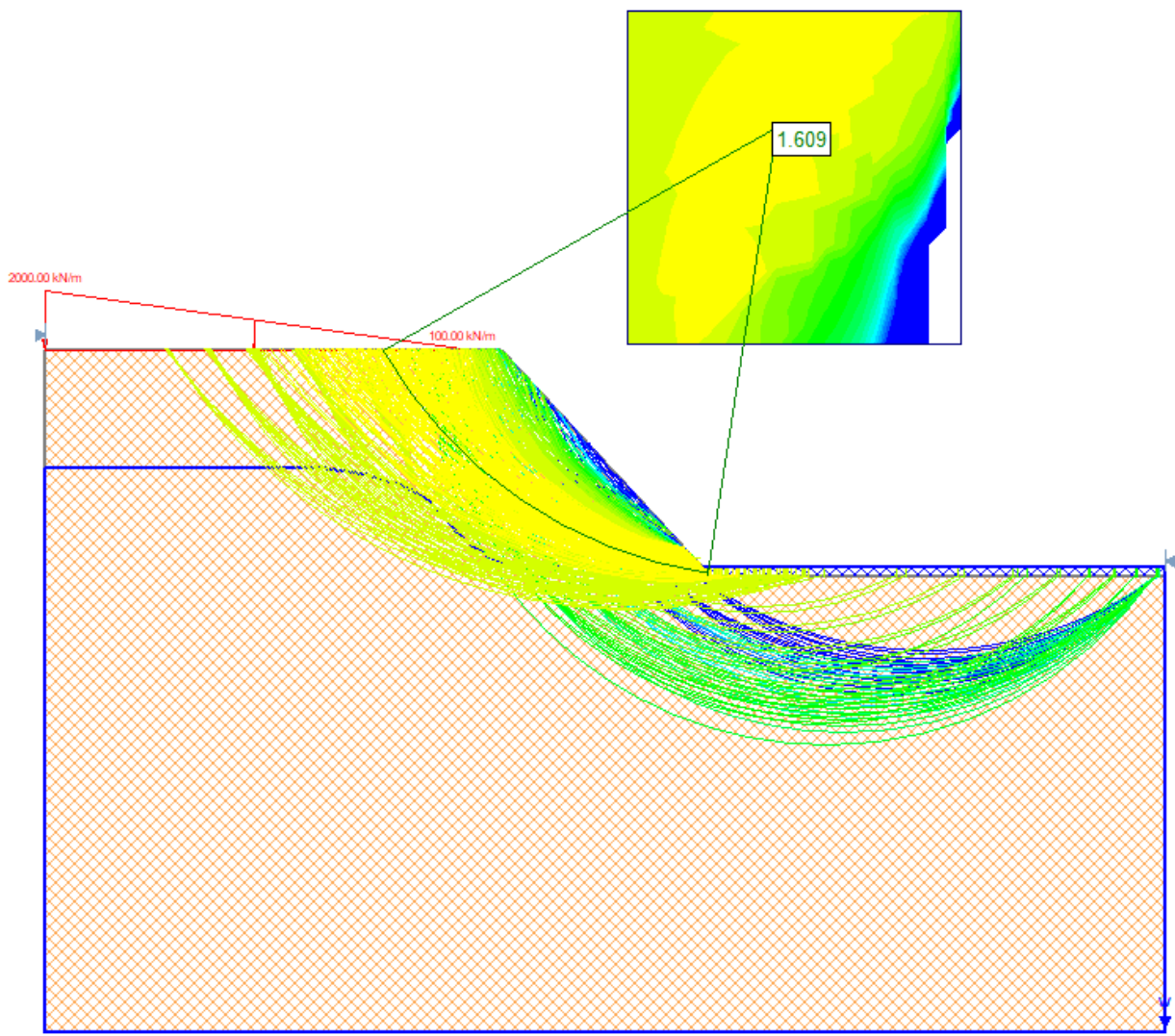
4.3. Cálculo de estabilidad mediante rotura circular.

Para finalizar con los cálculos de estabilidad se va a estudiar la rotura circular, que es la que tiene como superficie de deslizamiento una estructura semejante a la cilíndrica y cuya

sección transversal se parece a un arco de círculo. Estos movimientos suelen darse en suelos o rocas altamente fracturadas, en las que no hay una dirección de fracturación que predomine, y que además las partículas de la roca sean de un tamaño considerablemente menor que las dimensiones del talud. Esta clase de estudio es muy utilizado, ya que se asemeja a la realidad de muchos casos.

4.3.1. Cálculo mediante Slide.v5.

Para calcular el factor de seguridad FS en la rotura circular se ha utilizado el programa Slide.v5.014 del paquete Rocscience, y se han obtenido los FS mediante los métodos de Bishop simplificado, Janbu simplificado y corregido, y el de Spencer. En la próxima figura se muestra la simulación del deslizamiento del método de Bishop simplificado.



Interpretación de la rotura circular por el método de Bishop simplificado.

A continuación se dan los datos obtenidos en el programa:

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: rotura circular corregida.sli

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified

Janbu simplified

Janbu corrected

Spencer

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular

Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

1 Distributed Load present:
Distributed Load Triangular Distribution, Orientation: Vertical, Magnitudes 1,2: 2000 and 100 kN/m

Material Properties

Material: Arenisca
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unsaturated Unit Weight: 25 kN/m³
Saturated Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 350 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Global Minimums

Method: bishop simplified
FS: 1.608650
Center: 385.768, 237.334
Radius: 238.714
Left Slip Surface Endpoint: 177.881, 120.000
Right Slip Surface Endpoint: 349.393, 1.408
Left Slope Intercept: 177.881 120.000
Right Slope Intercept: 349.393 5.000
Resisting Moment=4.01359e+007 kN-m
Driving Moment=2.495e+007 kN-m

Method: janbu simplified
FS: 1.517250
Center: 359.276, 184.350
Radius: 183.964
Left Slip Surface Endpoint: 186.934, 120.000

Right Slip Surface Endpoint: 350.126, 0.613

Left Slope Intercept: 186.934 120.000

Right Slope Intercept: 350.126 5.000

Resisting Horizontal Force=131899 kN

Driving Horizontal Force=86932.9 kN

Method: janbu corrected

FS: 1.607020

Center: 359.276, 184.350

Radius: 183.964

Left Slip Surface Endpoint: 186.934, 120.000

Right Slip Surface Endpoint: 350.126, 0.613

Left Slope Intercept: 186.934 120.000

Right Slope Intercept: 350.126 5.000

Resisting Horizontal Force=139703 kN

Driving Horizontal Force=86932.9 kN

Method: spencer

FS: 1.605950

Center: 403.430, 272.657

Radius: 277.203

Left Slip Surface Endpoint: 172.048, 120.000

Right Slip Surface Endpoint: 350.111, 0.629

Left Slope Intercept: 172.048 120.000

Right Slope Intercept: 350.111 5.000

Resisting Moment=4.76393e+007 kN-m

Driving Moment=2.96642e+007 kN-m

Resisting Horizontal Force=140705 kN

Driving Horizontal Force=87614.5 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4281

Number of Invalid Surfaces: 570

Error Codes:

Error Code -108 reported for 570 surfaces

Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 3921

Number of Invalid Surfaces: 930

Error Codes:

Error Code -108 reported for 802 surfaces

Error Code -111 reported for 128 surfaces

Method: janbu corrected

Number of Valid Surfaces: 3921

Number of Invalid Surfaces: 930

Error Codes:

Error Code -108 reported for 802 surfaces

Error Code -111 reported for 128 surfaces

Method: spencer

Number of Valid Surfaces: 3863

Number of Invalid Surfaces: 988

Error Codes:

Error Code -108 reported for 802 surfaces

Error Code -111 reported for 186 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

-108 = Total driving moment
or total driving force < 0.1. This is to
limit the calculation of extremely high safety
factors if the driving force is very small
(0.1 is an arbitrary number).

-111 = safety factor equation did not converge

Con el fin de mantenerse siempre del lado de la seguridad, se ha escogido el factor de seguridad del método de Bishop simplificado $FS = 1.608650$, debido a que éste es el más bajo, y por lo tanto el que más riesgo conlleva.

Para confirmar que el cálculo hecho con el programa Slide.v5.014 es correcto, se hará uso del método de Taylor y de los ábacos de Hoek y Bray.

4.3.2. Cálculo mediante el método de Taylor.

El método de Taylor proporciona un límite inferior del factor de seguridad, y supone que las tensiones normales en la superficie de deslizamiento convergen en un punto. Aunque la distribución de las tensiones normales no sea real, está demostrado que el factor de seguridad real está prudentemente cerca del valor mínimo, y que la diferencia de error queda siempre del lado de la seguridad.

El análisis generalmente se hace en presiones totales, y se adoptan sus valores efectivos cuando el terreno está moderadamente seco, en este caso, el nivel freático del agua no ejerce una presión intersticial notable por estar a +5 m del nivel del mar.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de este método son las siguientes:

$$N_s = \frac{\gamma * H * FS_I}{c'}$$

donde N_s es el coeficiente de estabilidad.

$$FS_2 = \frac{\tan \varphi'}{\tan \varphi_1}$$

Para la obtención de φ_1 se hará uso del ábaco representado en la figura de la siguiente página, y el dato FS_I se irá variando hasta que $FS_I = FS_2 = FS$.

Los datos a tener en cuenta serán los siguientes:

$$c' = 35 \text{ t/m}^2$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$H = 120 \text{ m}$$

$$\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$$

$$\psi_t = 50^\circ$$

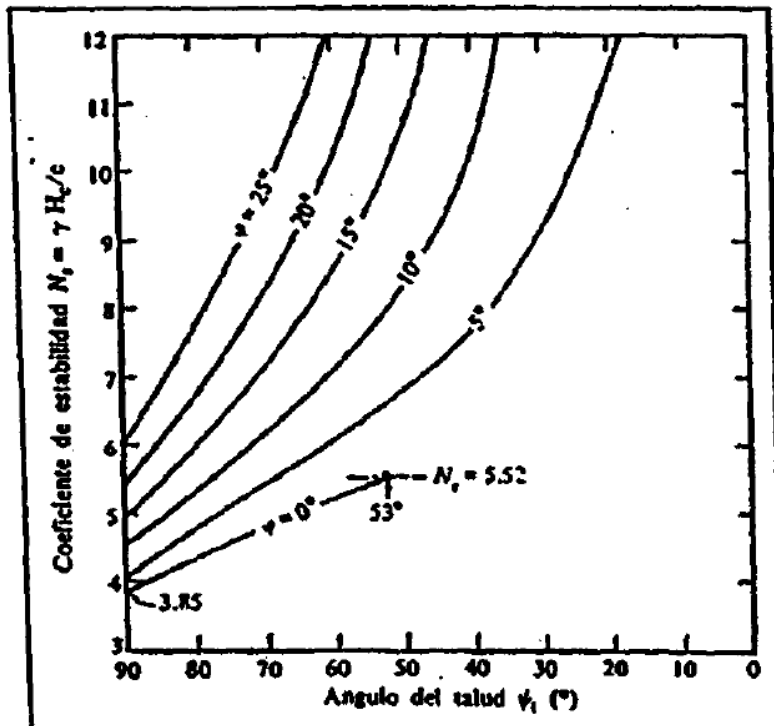
$$FS_I = 1.6:$$

$$N_s = \frac{\gamma * H * FS_I}{c'} = \frac{2.5 * 120 * 1.6}{35} = 13.7$$

En el ábaco $\varphi = 19.5^\circ$, por lo que

$$FS_2 = \frac{\tan \varphi'}{\tan \varphi_1} = \frac{\tan 30}{\tan 19.5} = 1.6 = FS_I = FS$$

Por lo tanto, el valor del factor de seguridad FS para el caso de rotura circular será de 1.6.

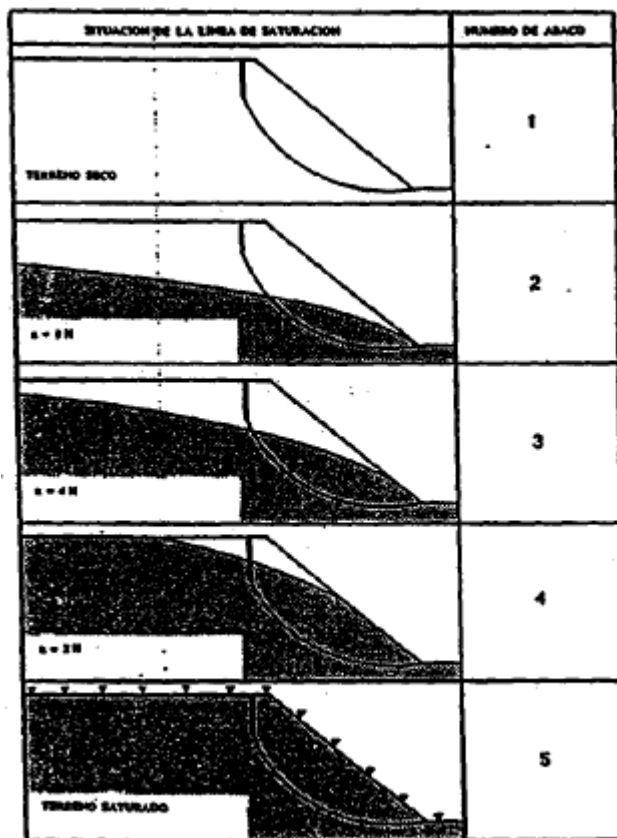


Relación entre N_s , ψ_t y φ' (Taylor, 1937. En: WINTERKORN y FANG, 1975).

4.3.3. Cálculo mediante los ábacos de Hoek y Bray.

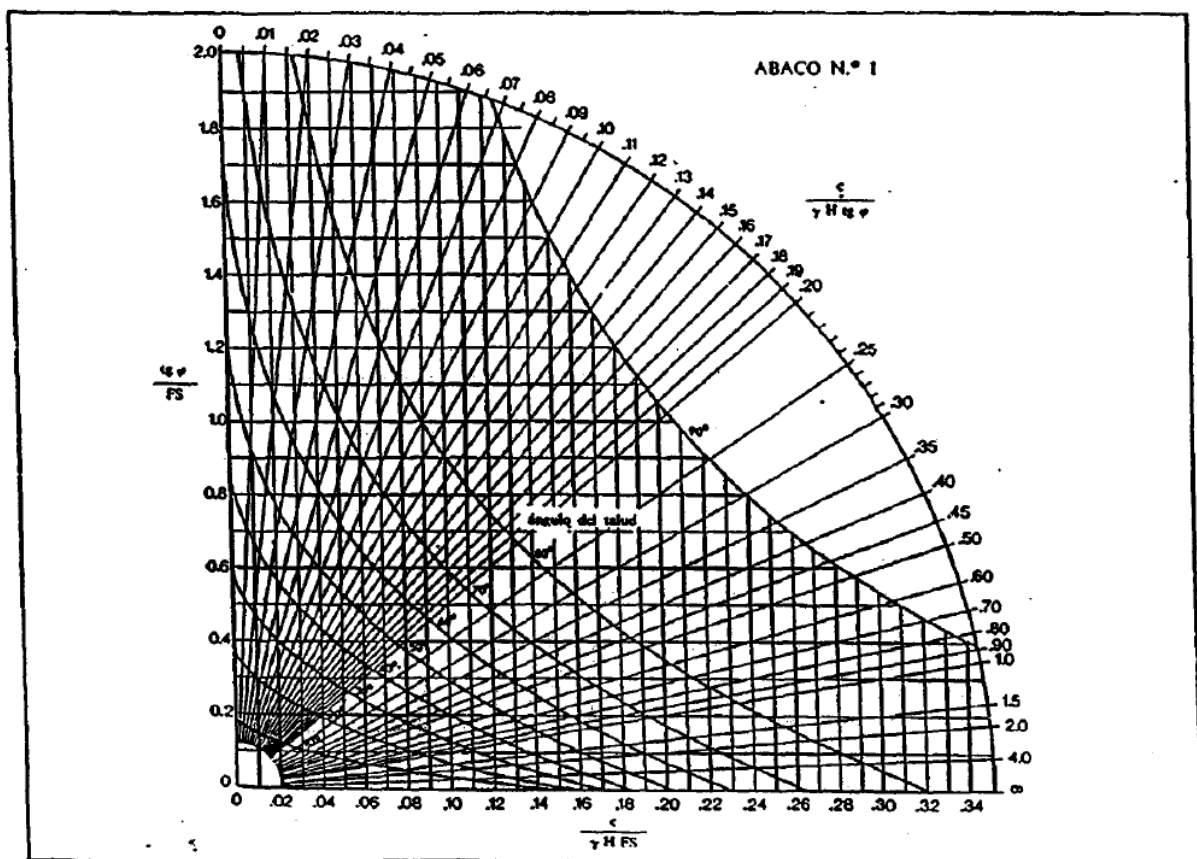
Los ábacos de Hoek y Bray también aportan un límite inferior del factor de seguridad, ya que al igual que en el método de Taylor, asumen que las tensiones normales de la superficie de deslizamiento se focalizan en un mismo punto.

Al crear los ábacos, se ha reparado en el efecto que crea la aparición de un nivel freático en el talud, debido a que hay cambios notables en las presiones intersticiales causadas por el agua. En la siguiente figura se muestran los casos que se han tenido en cuenta. Para este caso se va a hacer uso del ábaco número 1 mostrado en la siguiente figura.



Distintas situaciones del nivel freático consideradas en los ábacos.

Además se ha reconocido que el material del talud se considera homogéneo, que el círculo de rotura siempre pasa por el pie del talud, y que existe una grieta de tracción encima de la cresta del talud o a cierta altura de éste.



Ábaco número 1 de Hoek y Bray para casos de taludes secos.

La primera ecuación a tener en cuenta en este método de cálculo es la del siguiente parámetro adimensional, que dará una recta radial del ábaco que se vaya a emplear:

$$\frac{c'}{\gamma * H * \tan \varphi'}$$

donde:

$$c' = 35 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$$

$$H = 120 \text{ m}$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

el valor del parámetro se muestra a continuación:

$$\frac{35}{2.5 * 120 * \tan 30} = 0.2021$$

volviendo al ábaco número 1 visible en la figura A-2.6, se obtiene el valor del parámetro $\frac{\tan \varphi'}{FS}$ haciendo uso del parámetro calculado anteriormente y el ángulo de inclinación del talud $\psi_t = 50^\circ$, lo que permite despejar el factor de seguridad FS del parámetro obtenido:

$$\frac{\tan 30}{FS} = 0.36 \rightarrow FS = 1.6$$

Como los factores de seguridad obtenidos en los métodos de Taylor y de Hoek y Bray son parecidos a los obtenidos en el programa, se escogerá el del método de Bishop sacado del Slide.v5, debido a que es el que menos error de cálculo tiene. Por lo tanto, el factor de seguridad es $FS = 1.608650$.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

ANEJO A-III- MÉTODO DE SOSTENIMIENTO

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. MEDIDAS DE CORRECCIÓN PROPUESTAS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.1. CORRECCIÓN POR MODIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL TALUD.	4
1.1.1. Quitar la masa potencialmente inestable.	4
1.1.2. Descabezamiento.	4
1.1.3. Tacones de tierra o escollera.	5
1.1.4. Conclusión ante la corrección mediante la modificación geométrica del talud.	6
1.2. CORRECCIÓN POR DRENAJE.	7
1.2.1. Drenaje superficial.	7
1.3. CORRECCIÓN POR ELEMENTOS RESISTENTES.	8
1.3.1. Anclajes.	9
1.3.1.1. Ejecución de los anclajes.	10
1.3.1.2. Protección ante la corrosión.	11
1.3.2. Muros.	11
1.4. CORRECCIÓN SUPERFICIAL.	13
1.4.1. Mallas de guiado de piedras.	13
1.4.2. Hormigón proyectado.	14
2. SELECCIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD.	16
3. MEDIDAS DE CORRECCIÓN ESCOGIDAS.	18
4. SISTEMA DE DRENAJE.	19
4.1. CAUDAL MÁXIMO.	19
4.1.1. Parámetros para el cálculo del caudal máximo.	19
4.1.2. Cálculo del caudal máximo.	30
4.2. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LA ZANJA DE DRENAJE.	30
4.3. UBICACIÓN DE LA ZANJA DE DRENAJE.	32
5. SISTEMA DE ANCLAJES.	33
5.1. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL ANCLAJE.	35
5.1.1. Mayoración de las cargas actuantes.	35
5.1.2. Comprobación de la tensión admisible del acero.	37
5.1.3. Comprobación del deslizamiento del tirante en lechada en el bulbo de anclaje.	37
5.1.4. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo.	38

5.2. DIMENSIÓN DE LOS ANCLAJES. _____	38
5.3. CARACTERÍSTICAS OBTENIDAS. _____	39
6. HORMIGÓN PROYECTADO. _____	41
6.1. TIPO DE HORMIGÓN PROYECTADO. _____	41
6.2. FACTOR DE SEGURIDAD TRAS LA CORRECCIÓN DEL TALUD. _____	42

1. MEDIDAS DE CORRECCIÓN PROPUESTAS

Las correcciones de taludes, suelen aplicarse cuando éstos tienen pendientes más pronunciadas de la que deben tener para mantenerse estable. El método de estabilización se selecciona partiendo del factor de seguridad que se desee alcanzar, además de tener en cuenta los parámetros constructivos y económicos.

En este caso, hay una carretera que se encuentra condicionada por su trazado, por lo que la rotura del acantilado tiene que ser solucionada de la manera más efectiva y segura posible, aunque ésta corrección suponga un coste económico muy elevado.

A continuación se proponen distintas medidas de corrección para el acantilado. Tras cada propuesta, se justifica la selección o descarte de cada medida.

1.1. Corrección por modificación de la geometría del talud.

Cuando hay problemas de estabilidad en taludes, una forma de evitar desprendimientos o deslizamientos es modificando su geometría. De esta manera, se consigue reducir las fuerzas que provocan que la masa tienda al movimiento reduciendo el volumen de la parte superior del deslizamiento, e incrementar la resistencia al corte de terreno, aumentando las tensiones normales en zonas oportunas de la superficie de rotura. Existen varias formas para corregir el talud mediante este método.

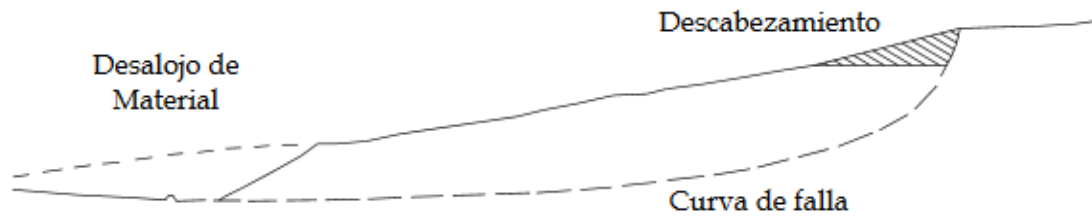
1.1.1. Quitar la masa potencialmente inestable.

Este método se realiza únicamente en casos extremos, y tras quitar la masa inestable hay que cerciorarse de que la nueva forma del terreno es estable.

1.1.2. Descabezamiento.

En este caso se elimina la masa que se encuentra en la parte superior de la zona deslizante del talud, porque es ésta la que más contribuye al deslizamiento ya que en esta zona la superficie de deslizamiento alcanza su mayor pendiente, tal y como se muestra en la siguiente

figura. Por lo tanto, quitando una pequeña cantidad de material se consigue un incremento considerable del factor de seguridad.



Descabezamiento.

1.1.3. Tacones de tierra o escollera.

Principalmente, consta de un bloque de grandes dimensiones y densidad que se asienta en la base del talud. Esto hace que la resistencia aumente, incrementando las fuerzas normales en la parte inferior de la superficie de deslizamiento.

El aumento de la resistencia depende del ángulo de rozamiento interno en la superficie de deslizamiento. Cuando el ángulo de rozamiento interno es alto, el corrimiento tiende a producirse por el pie, por lo que es más útil construir el tacón encima del pie del talud, permitiendo la estabilización de grandes masas deslizantes utilizando pesos de tacón parcialmente pequeños, tal y como se muestra en la siguiente figura.



Deslizamiento por el pie.

Cuando el ángulo de rozamiento interno es bajo, el deslizamiento tiende a pasar bajo la base, y aflorar alejado del pie del talud, por lo que para prevenir esta clase de deslizamientos es más conveniente construir un relleno frente al pie de la base del talud, así viene ilustrado en la siguiente figura.



Deslizamiento por la base.

Es imprescindible que la base del relleno esté construida de manera que éste sea capaz de aportar un buen drenaje, de lo contrario el efecto de estabilización disminuirá, sobre todo si el material sobre el que se fija es arcilloso.

Los tacones se suelen construir de escollera gracias a su elevado rozamiento interno y alta permeabilidad, lo que permite taludes muy pendientes, lo que hace que se ahorre gran cantidad de material además de asegurar el drenaje necesario. La escollera también tiene la resistencia necesaria al deslizamiento como para elevar la seguridad del talud ante círculos que atraviesen el tacón.

Ante el inconveniente de la falta de espacio en el pie del talud, el relleno de drenaje se suele sostener mediante un muro, siendo el más habitual el muro de tierra armada.

1.1.4. Conclusión ante la corrección mediante la modificación geométrica del talud.

Tras haber estudiado las tres clases anteriores de métodos de modificación geométrica del talud, se ha llegado a la conclusión de no emplear el método de descabezamiento ni el de quitar la masa inestable, ya que la aplicación de estos dos procedimientos requiere la retirada de la carretera que está situada en la parte superior del talud, además de realizar un gran terraplén artificial en el monte Ulía, que está considerada como zona protegida.

Por otra parte, la alternativa de construir un contrapeso de escollera puede ser una medida preventiva interesante para aumentar el factor de seguridad del talud ante rotura circular, aunque, como se ha demostrado en los cálculos del Anejo A-II, el acantilado no requiere soluciones de urgencia ante este tipo de rotura.

1.2. Corrección por drenaje.

La corrección de taludes mediante medidas de drenaje, se emplea para reducir las presiones intersticiales que se ejercen sobre la superficie de deslizamiento, de este modo se incrementa su resistencia, y reduce el peso total de la masa deslizante.

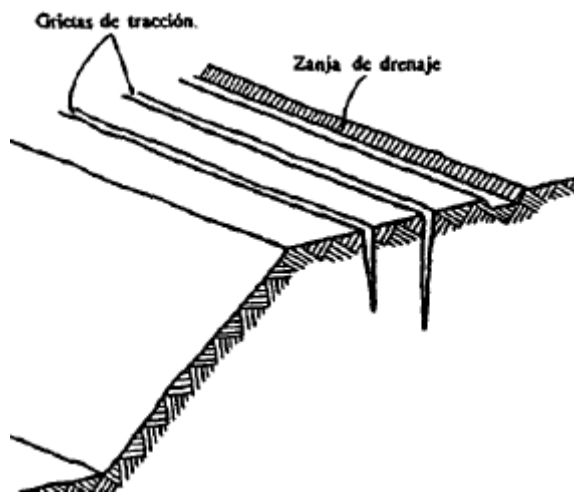
La inclusión de medidas de drenaje y su ejecución desde el inicio de la construcción, permite conseguir el máximo beneficio, ya que esto hace que la resistencia del terreno se mantenga inalterada.

Como se comenta en el Anejo A-I, la zona del acantilado a trabajar, no tiene un nivel freático que afecte de manera notable a su estabilidad. Por otra parte, en época de lluvias se dan corrientes estacionarias de aguas pluviales que tienden a bajar por las pequeñas vaguadas del acantilado, por lo que será necesario un sistema de drenaje superficial para evitar la erosión de la superficie del acantilado y que ésta se infiltre en las juntas facilitando el deslizamiento del talud.

1.2.1. Drenaje superficial.

Las finalidades del drenaje superficial son las siguientes:

- Evitar que las aguas superficiales lleguen a zonas próximas al talud con el fin de evitar que el nivel freático en éste ascienda, y consecuentemente aumenten también las presiones intersticiales.
- Prevenir los efectos erosivos de las corrientes de agua en la superficie del talud.



Zanja de drenaje superficial.

La primera decisión debe ser desviar cualquier tipo de corriente superficial que afecte a la parte superior a la cresta del talud por las razones explicadas anteriormente. Para realizar esto, es necesario dar cierta inclinación a esta superficie. En este caso no es necesario crear ninguna pendiente, ya que se trata de una zona montañosa que ya está provista de cierto desnivel.

El modo para evacuar las aguas de escorrentía es por medio de zanjas de drenaje paralelas al talud y a poca distancia de la cresta de éste de manera que llegue la menor cantidad posible de agua a las grietas que conforman la superficie de deslizamiento.

La zanja debe cumplir con ciertos requisitos, como que la sección de la misma debe estar capacitada para evacuar el caudal que se genere en la zona y su solera estar suficientemente inclinada para que no se produzcan encharcamientos.

1.3. Corrección por elementos resistentes.

En este apartado se habla de los métodos de corrección mediante elementos resistentes que se barajan para el acantilado objeto del proyecto, y se ha decidido que se va a emplear un sistema de anclajes permanente para el sostenimiento del talud. Por otra parte, estos sistemas de anclaje no se van a poder combinar con ninguna de las clases de muro que se describen a continuación por razones de viabilidad técnica y económica.

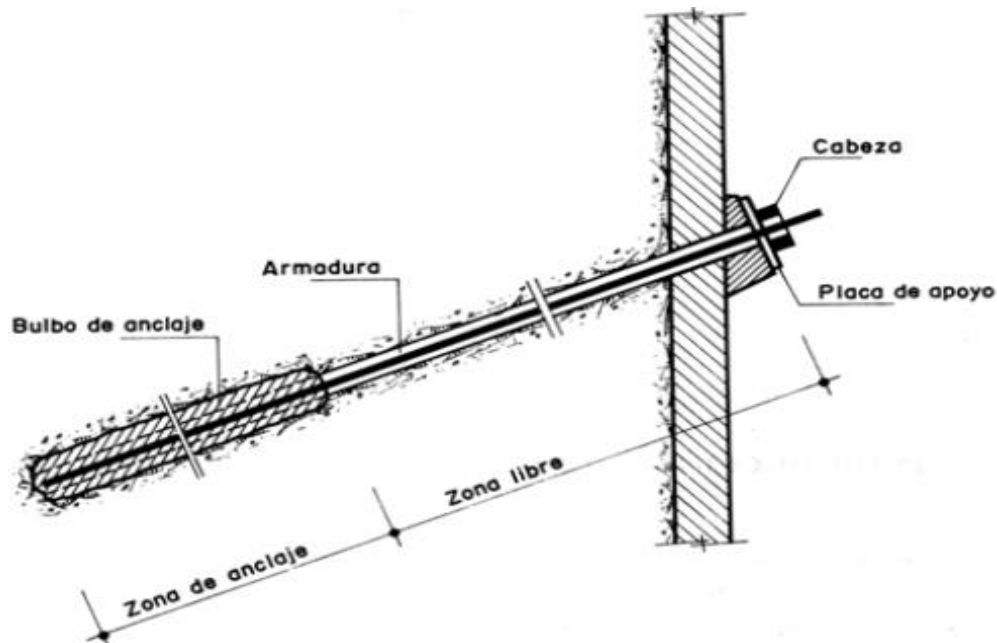
1.3.1. Anclajes.

Los anclajes son armaduras metálicas que se alojan en barrenos perforados desde el talud y cementadas. Se utilizan como método de estabilización en roca y en terreno suelto, y trabajan a tracción estabilizando el talud de dos maneras:

- Proporcionan una fuerza contraria al movimiento de la masa deslizante.
- Generan un incremento de las tensiones normales en la superficie de deslizamiento.

Cada anclaje consta de tres partes básicas:

- Zona de anclaje. Esta parte que transfiere los esfuerzos al terreno, es decir, es la parte del anclaje que se encuentra a más profundidad una vez instalado.
- Zona libre. Esta parte se encuentra separada del terreno que la rodea, de este modo, puede deformarse con total libertad al tensarse.
- Cabeza. Es la parte que une la armadura y la placa de apoyo.



Partes de los anclajes.

La longitud de los anclajes puede variar entre 10 y 100 m y el diámetro de perforación entre 75 y 125 mm, y se pueden clasificar según varios conceptos:

- Anclajes según el tiempo de servicio:
 - Provisionales. Proporcionan las condiciones de estabilidad al talud durante el tiempo necesario para cambiarlos por otros elementos resistentes que los sustituyan.
 - Permanentes. Se instalan como medida definitiva, ya que se dimensionan con coeficientes de seguridad mayores y son más resistentes a la corrosión.
- Anclajes según su forma de trabajar:
 - Pasivos. No se pretensa la armadura al ser instalado, si no que el anclaje entra en tracción cuando el terreno empieza a moverse.
 - Activos. Cuando se instala se pretensa la armadura hasta llegar a su carga admisible, comprimiendo el terreno que se encuentra a lo largo de la zona de anclaje y la placa de apoyo de la cabeza.
 - Mixtos. La armadura se pretensa con una carga menor a la admisible para prevenir la obra ante movimientos aleatorios del terreno.

Los materiales que se suelen utilizar para la armadura son alambres de acero de alta resistencia, cordones de alambres de alta resistencia o barras de acero especial.

1.3.1.1. Ejecución de los anclajes.

En casi todos los casos de anclaje, se inyecta lechada a presiones que llegan a alcanzar 30 kg/cm² en la zona de anclaje mediante tuberías de PVC. La lechada suele componerse de cemento con relaciones cemento-agua entre 1.5 y 2, aunque hay veces que se aplican inyecciones de mortero de cemento. También suelen emplearse aditivos que aceleren el fraguado.

En otros casos se utilizan resinas para formar la zona de anclaje, ya que la adherencia de ésta es de 2 a 3 veces mayor que la de la lechada de cemento siempre que el terreno donde se inyecte esté seco. La resistencia de la zona de anclaje está establecida principalmente por la adherencia entre el acero y el bulbo de anclaje, conociendo como bulbo de anclaje al material que se inyecte para fijar las barras al terreno, y en segundo lugar por la adherencia entre el bulbo de anclaje y el terreno.

Es importante que las inyecciones no pasen a la zona libre, pues ésta no puede quedar en contacto con nada a su alrededor para poder tensarse sin fricciones externas a largo de la misma.

1.3.1.2. Protección ante la corrosión.

La vida útil de los anclajes está definida por los efectos de la corrosión. Los anclajes sin protección contra la corrosión tienden a durar pocos meses. En los anclajes que son sometidos a tensiones altas se puede producir la corrosión bajo tensión, y la forma de protegerlos ante este efecto son recubrirlos en toda su longitud de los dos posibles modos:

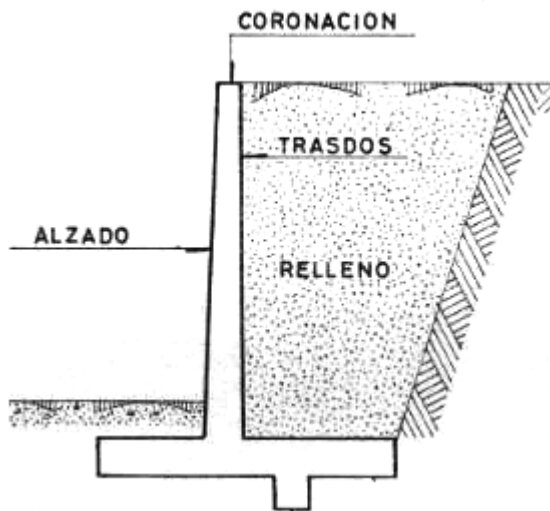
- Cuando el anclaje es permanente, se emplean en la zona de anclaje dos protecciones independientes: resina epoxi, una inyección de cemento o grasa en tubo de acero y la inyección de cemento.
- La zona libre se puede proteger, tras pretensarlo, con lechada rellenando toda la zona que quede con aire.
- Otra forma es revestir cada barra o cordón con tubos de polietileno rellenos de grasa, aunque este método es bastante más caro y sólo suele aplicarse si se prevé posibles movimientos del terreno tras realizar la estabilización.

1.3.2. Muros.

Los muros se utilizan para aportar resistencia a los taludes, pare éstos pueden no ser capaces de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo de los mismos, por lo que una contención sólo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento, cuando se quieren sostener deslizamientos largos hay que recurrir a un sistema específico de muros o a otros procedimientos.

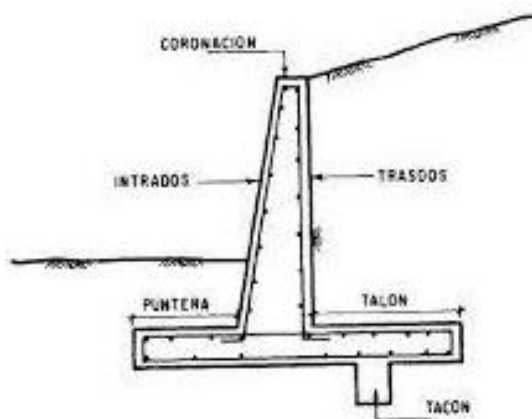
Los muros se clasifican en tres grupos diferentes:

- Muros de sostenimiento. Se construyen a cierta distancia del terreno natural y posteriormente se rellenan.



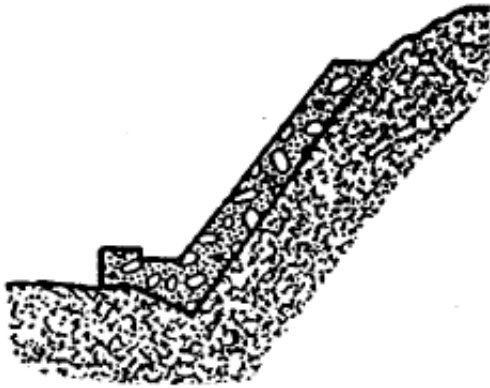
Muro de sostenimiento.

- Muros de contención. Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sin la acción del muro sería probablemente inestable.



Muro de contención.

- Muros de revestimiento objetivo es principalmente proteger el terreno de los agentes erosivos y la meteorización, además de aplicar, en ocasiones, un peso estabilizador.



Muro de revestimiento.

Esto muros no son aptas para la zona de la obra, ya que la parte más baja de la cara del talud está inundada, por lo que la construcción de éste supondrá un gran coste económico además de requerir un mantenimiento casi continuo.

1.4. Corrección superficial.

Las medidas superficiales para la corrección de taludes se aplican en la superficie de la pared del talud, sus objetivos principales son:

- Reducir lo máximo posible la erosión y la meteorización de la superficie del talud.
- Evitar caídas de rocas desprendidas de los taludes.
- Incrementar la seguridad del talud frente a pequeñas roturas superficiales.

Más adelante se explican los métodos de corrección superficial que se han barajado para el proyecto.

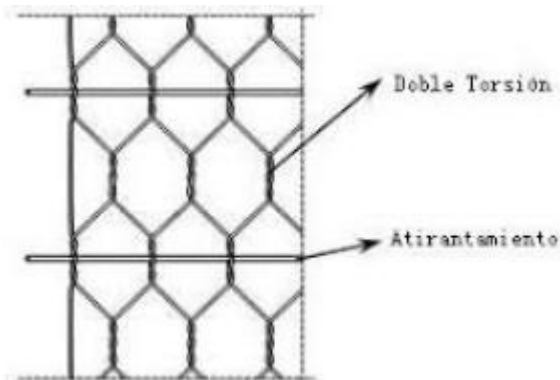
1.4.1. Mallas de guiado de piedras.

Son unas mallas de alambre de metal con las que se cubre la superficie de los taludes rocosos para evitar la caída de rocas que puedan soltarse. Estos casos de desprendimientos de roca se suele dar en taludes diaclasados, como es el caso del acantilado.

Las mallas suelen ir galvanizadas y se suele preparar una longitud de malla suficiente para cubrir el talud con una longitud adicional, suficiente para la fijación de ésta, y las ejercen las siguientes funciones:

- Retienen los fragmentos de roca sueltos.

- Cuando se desprende alguna roca la conducen hasta una zanja situada al pie del talud.



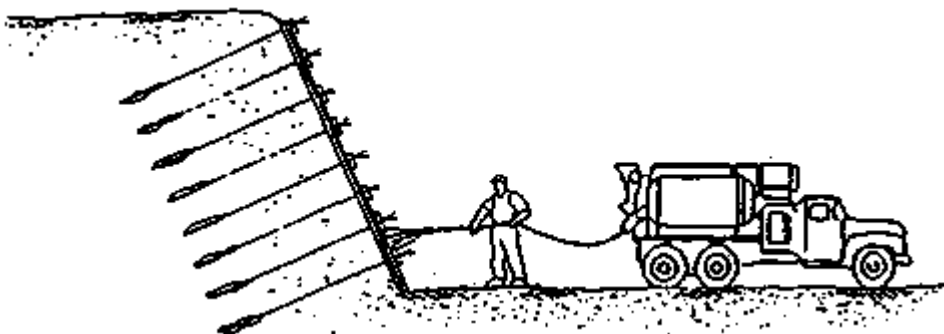
Malla de guiado de piedras.

En el caso de que puedan desprenderse bloques de grandes dimensiones en zonas localizadas se refuerzan las áreas mediante bulones.

Esta medida de corrección no se recomienda para el ámbito del proyecto, ya que suele emplearse cuando bajo el talud hay una zona de paso en el que pueda existir cualquier accidente que ponga en peligro la vida humana. Además, esta medida no evita que se produzca la erosión o meteorización de la roca.

1.4.2. Hormigón proyectado.

Se fundamenta en una capa de hormigón que se irriga sobre la superficie de los taludes rocosos. El árido del hormigón debe tener una granulometría uniforme. Si el árido del hormigón tiene un diámetro menor a 2 cm se le llama gunita.



Método de corrección por hormigón proyectado.

Esta técnica evita la meteorización y deterioro de la roca, además de impedir pequeños desprendimientos. Por otra parte, incrementa la resistencia de los bordes de las

discontinuidades que afloran a la superficie de la pared del talud, esto hace que aumente la resistencia del macizo frente al deslizamiento. Suele emplearse con anclajes.

La mezcla cemento-árido junto con un aditivo para acelerar el fraguado se bombea por tubos flexibles de gran diámetro hasta la boquilla de pulverización, donde se mezcla con agua. El hormigón se proyecta en la superficie del talud con gran velocidad de impacto. La alta velocidad de impacto hace que las partículas de tamaño más pequeño queden adheridas a la roca, mientras que las partículas más grandes rebotan creándose así una primera capa de partículas finas de hormigón uniforme, donde más adelante se irán adhiriendo partículas de mayor tamaño y la capa crecerá en espesor de forma gradual.

En este procedimiento se suele perder algo más de un 10% de hormigón, Aunque es necesario para crear altas tensiones tangenciales y de tracción en la superficie de contacto roca-hormigón. Estas tensiones tangenciales generalmente suelen ser superiores a 70 kg/cm^2 , y en la masa de hormigón las tensiones de tracción suelen ser de 45 kg/cm^2 y tangenciales de 60 kg/cm^2 .

El hormigón es frágil, pero puede aumentarse su ductilidad y resistencia armándolo con un emparrillado o una malla de alambre metálico antes de proyectar el hormigón. Si se va a emplear la malla metálica es necesario limpiar previamente el terreno de material suelto.

Si se construye un muro de hormigón proyectado en un talud, hay que aplicarle un sistema de drenaje adecuado para evitar altas presiones intersticiales. Para esto se perforan drenes que atraviesen el hormigón endurecido.

2. SELECCIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD.

Para corregir el acantilado se va a tratar de conseguir la mayor protección del mismo para prevenir accidentes que pueda causar su desestabilización. Para ello, a pesar de que en el Anejo A-II se ha limitado la seguridad del talud ante la rotura a un factor de seguridad mínimo de 1.6, este factor de seguridad puede que no sea suficiente para asegurar la estabilización pseudo-permanente. Por lo que se proponen unos criterios que se tendrán en cuenta para determinar el nuevo factor de seguridad al que se quiere llegar con la ejecución de la obra.

Ya sea desmante o terraplén y en talud natural o artificial, hay un concepto mediante el que se puede sintetizar el estado de seguridad global del talud, el factor de seguridad que concreta el margen de confianza que tiene el talud con el diseño practicado. Éste valor se debe obtener analizando el problema globalmente, incluyendo todos los matices y aspectos que reúne.

El factor de seguridad que se debe adoptar se selecciona en función de los siguientes criterios:

- Función del método de cálculo.
- Función del nivel de intensidad de las investigaciones de campo realizadas.
- Función de la cantidad, calidad y representatividad de los ensayos de laboratorios realizados.
- Función de las consecuencias de que se produzca la rotura total o parcial.
- Función del tiempo que actúa cada sollicitación.
- Función de la homogeneidad prevista en el terreno.
- Función del control y seguimiento que se vaya a seguir durante la ejecución de la obra y durante los primeros años de vida de la misma.

Existen ciertas tablas que aportan valores habituales del factor de seguridad que se deben adoptar para cada caso de corrección de taludes, teniendo en cuenta su entorno, utilidad, peligrosidad, método de sostenimiento, etc.

En la *Tabla A-III.1* se muestra una de las propuestas de factor de seguridad que más se ha utilizado. Viene propuesta por Terzaghi y Peck, y define los rangos de valores mínimos que se deben tomar dependiendo del mecanismo de rotura y del tipo de obra.

Tipo de rotura	Tipo de problema	Factor de seguridad
Corte	Trabajos de tierra	1,3-1,5
	Estructuras de tierra	1,5-2
	Cimentaciones	2-3
Filtraciones	Levantamientos	1,5-2,5
	Erosión interna, salida del gradiente	3-5

Tabla A-III.1 Factores de seguridad mínimos (Terzaghi y Peck, 1967).

Por lo que el factor de seguridad que se va a adoptar con el fin de afianzar la seguridad ante rotura del acantilado tendrá un valor de $FS = 1.8$.

3. MEDIDAS DE CORRECCIÓN ESCOGIDAS.

Para la corrección del acantilado se ha decidido aplicar la combinación de los siguientes métodos descritos en los apartados anteriores:

- El sistema de drenaje superficial para desviar la mayor parte de la escorrentía superficial.
- Anclajes permanentes que trabajen de forma activa.
- Un muro de hormigón proyectado para repartir la carga entre los anclajes.

El tipo de anclaje, la longitud de los mismos, el tipo de hormigón y las demás características se especificarán en los siguientes apartados.

4. SISTEMA DE DRENAJE.

Como viene aclarado en los apartados anteriores, se ha decidido abrir una zanja de drenaje cerca de la cresta del talud. Para saber las dimensiones de la zanja y dónde situarla se procede a hacer los cálculos desarrollados a continuación.

4.1. Caudal máximo.

4.1.1. Parámetros para el cálculo del caudal máximo.

El cálculo de la sección de la zanja se calcula haciendo una aproximación al caudal punta Q mediante la siguiente aproximación:

$$Q = \frac{C I A}{3.6}$$

Siendo:

Q = Caudal punta (m³/s).

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad máxima de lluvia en el período considerado (I = 4,33 mm/h).

A = Cuenca de aporte (A= 0.07449275 km²).

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca, y se obtiene mediante la Instrucción de Drenaje de Carreteras del MOPU.

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

$$\text{Si } P_d \cdot K_a \leq P_0 \quad C = 0$$

Donde:

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

K_a = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

P₀ = Umbral de escorrentía (mm).

Se sabe que el área de la cuenca no tiene más de 1 km² de área, sino que $A = 0.07449275$ km², por lo que atendiendo a las instrucciones del MOPU, se ha obtenido el siguiente resultado de K_a .

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 \quad K_a = 1$$

Para calcular la precipitación diaria, existe la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P_d \cdot K_a}{24} \rightarrow P_d = \frac{I \cdot 24}{K_a}$$

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

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

Donde:

P_0^i = Valor inicial del umbral de escorrentía

β = Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

El valor inicial del umbral de escorrentía, se va a obtener mediante la *Tabla A-III.II* y la *Tabla A-III.III*.

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

Tabla A-III.II Grupos hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía.

A continuación se muestra la *Tabla A-III.III* donde se muestran los valores del umbral inicial de escorrentía para cada caso:

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

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
22110	Viñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Viñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Viñedos en regadío		< 3	75	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		≥ 3	60	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		< 3	95	42	22	15
22210	Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10
22210	Frutales en secano		< 3	75	34	19	14
22220	Frutales en regadío		≥ 3	60	34	19	14
22220	Frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22221	Cítricos		≥ 3	60	34	19	14
22221	Cítricos		< 3	95	42	22	15
22222	Frutales tropicales		≥ 3	60	34	19	14
22222	Frutales tropicales		< 3	95	42	22	15
22223	Otros frutales en regadío		≥ 3	60	34	19	14
22223	Otros frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22300	Olivares		≥ 3	62	28	15	10
22300	Olivares		< 3	75	34	19	14
22310	Olivares en secano		≥ 3	62	28	15	10
22310	Olivares en secano		< 3	75	34	19	14
22320	Olivares en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22320	Olivares en regadío		< 3	75	34	19	14
23100	Prados y praderas		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados y praderas		< 3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
23100	Pastos en tierras abandonadas		< 3	58	25	12	7
23100	Prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados arbolados		< 3	120	55	22	14
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24211	Mosalco de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
24211	Mosalco de cultivos anuales con prados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosalco de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosalco de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosalco de cultivos permanentes en secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosalco de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosalco de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
24221	Mosalco de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosalco de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosalco de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosalco de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	60	34	19	14
24222	Mosalco de cultivos permanentes en regadío		< 3	95	42	22	15
24223	Mosalco de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24223	Mosalco de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24230	Mosalco de cultivos mixtos en secano y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosalco de cultivos mixtos en secano y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosalco de cultivos mixtos en secano y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosalco de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosalco de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosalco de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosalco de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	37	20	12	9
24320	Mosalco de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	42	23	14	11
24320	Mosalco de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	47	25	16	13
24330	Mosalco de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
24330	Mosalco de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		< 3	120	55	22	14
24400	Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
24400	Sistemas agroforestales		< 3	80	35	17	10
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adherado		< 3	60	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adherado		< 3	60	35	17	10
31100	Frondosas			90	47	31	23
31110	Perennifolias			90	47	31	23
31120	Caducifolias y marcescentes			90	47	31	23
31130	Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
31130	Otras frondosas de plantación		< 3	94	42	22	15
31140	Mezclas de frondosas			90	47	31	23

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

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

Notas:
 La codificación de los tipos del suelo corresponde al proyecto europeo Corine Land Cover 2000
 N: Denota cultivo según las curvas de nivel.
 R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente.

Tabla A-III.III Valor inicial del umbral de escorrentía.

Tras observar las dos tablas anteriores, se conoce el valor inicial del umbral de escorrentía $P_0^i = 47$. Se ha escogido el de bosque mixto ya que en el monte Ulía se pueden encontrar

ejemplares de *Ailanthus altissima*, varias clases de bambú y cerezos silvestres, *Cordyline australis*, laurel, tejo, avellano, plátano japonés, robledales, etc.

El cálculo del coeficiente corrector del umbral de escorrentía β se puede obtener de varios modos, pero en éste caso, como no se dispone de la información suficiente en la cuenca o en sus cuerpos próximos similares, para hacer la calibración hay que utilizar el valor del coeficiente corrector sacado a partir de la *Tabla A-III.IV*.

$$\beta = \beta_m \cdot F_T$$

Donde:

β_m = Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

F_T = Factor función del período de retorno.



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

Con la figura anterior se sabe que hay que emplear los valores de la tabla que corresponden a la calibración regional número 13. Donde se obtienen valores de $\beta_m = 0.60$ y $F_T = 0.74$.

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

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

Tabla A-III-IV Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

4.1.2. Cálculo del caudal máximo.

Primero se calcula el coeficiente corrector del umbral de escorrentía con la ecuación explicada anteriormente.

$$\beta = \beta_m \cdot F_T = 0.60 \cdot 0.74 = 0.444$$

Posteriormente se procede a calcular el umbral de escorrentía:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta = 47 \cdot 0.444 = 20.868 \text{ mm}$$

El resultado de la precipitación diaria es el siguiente:

$$P_d = \frac{I \cdot 24}{K_a} = \frac{4.333 \cdot 24}{1} = 103.992 \text{ mm}$$

Como la precipitación diaria es mucho mayor que el resultado del umbral de escorrentía, se va a utilizar la siguiente ecuación de las dos propuestas para obtener el coeficiente de escorrentía:

$$\text{Si } P_d \cdot K_a = 103.992 \text{ mm} > P_0 = 20.868 \text{ mm}$$

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_a}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_a}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_a}{P_0} + 11\right)^2} = \frac{\left(\frac{103.992 \cdot 1}{20.868} - 1\right) \left(\frac{103.992 \cdot 1}{20.868} + 23\right)}{\left(\frac{103.992 \cdot 1}{20.868} + 11\right)^2} = 0.436326$$

Con los cálculos anteriores se puede obtener el caudal máximo que puede llegar a darse en la cresta del acantilado.

$$Q = \frac{C I A}{3.6} = \frac{0.436326 \cdot 4.333 \cdot 0.07449275}{3.6} = 0.039121 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2. Cálculo de la sección de la zanja de drenaje.

Para calcular la sección de la zanja, lo primero que se necesita saber son las dimensiones de la masa de agua máxima que va a tener que drenarse.

Teniendo en cuenta que se ha calculado el caudal máximo $Q = 0.039121 \text{ m}^3/\text{s}$, se puede suponer que cada lámina de agua transversal a la sección de la zanja tendrá un área de 0.039121 m^2 , sabiendo que la zanja es de sección uniforme.

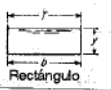


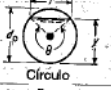
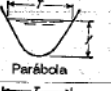
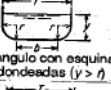
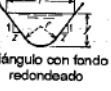
Sección	Área A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección Z
 Rectángulo	by	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b	y	$by^{1.5}$
 Trapecio	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y}$	$\frac{[(b + zy)y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2zy}}$
 Triángulo	zy^2	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$	$\frac{3}{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zy^{1.5}$
 Círculo	$\frac{3}{8}(\theta - \text{sen } \theta)do^3$	$\frac{3}{2}\theta do$	$\frac{3}{8}\left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)do$	$\frac{(\text{sen } \frac{1}{2}\theta)do}{2\sqrt{y(do - y)}}$	$\frac{3}{8}\left(\frac{\theta - \text{sen } \theta}{\text{sen } \frac{1}{2}\theta}\right)do$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - \text{sen } \theta)^{1.5}}{32(\text{sen } \frac{1}{2}\theta)^{0.5}}do^{2.5}$
 Parábola	$\frac{3}{8}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T^2 + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$	$\frac{3}{8}y$	$\frac{3}{8}\sqrt{6}Ty^{1.5}$
 Rectángulo con esquinas redondeadas ($y > r$)	$\left(\frac{\pi}{2} - 2\right)r^2 + (b + 2r)y$	$(\pi - 2)r + b + 2y$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y}{(\pi - 2)r + b + 2y}$	$b + 2r$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2}{b + 2r} + y$	$\frac{[(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2r}}$
 Triángulo con fondo redondeado	$\frac{T^3}{4z} - \frac{r^2}{z}(1 - z \cot^{-1} z)$	$\frac{T}{z}\sqrt{1 + z^2} - \frac{2r}{z}(1 - z \cot^{-1} z)$	$\frac{A}{P}$	$2[z(y - r) + r\sqrt{1 + z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$

Tabla A-III.V Elementos geométricos de secciones de canal.

Se quiere construir una zanja rectangular con un ancho superficial de $b = 250 \text{ mm}$, por lo que las dimensiones serán las definidas por la *Tabla A-III.V*.

El área transversal de la zanja A_z se calcula del siguiente modo:

$$A_z = 0.039121 \text{ m}^2 = b \cdot y = 0.25 \cdot y \rightarrow y \approx 0.16 \text{ m}$$

El perímetro mojado P será:

$$P = b + 2y = 0.25 + 2 \cdot 0.16 = 0.57 \text{ m}$$

El Radio hidráulico R:

$$R = \frac{b \cdot y}{b + 2y} = \frac{0.25 \cdot 0.16}{0.25 + 2 \cdot 0.16} = 0.0702 \text{ m}$$

Como medida preventiva, por si la intensidad de precipitación es mayor de la esperada, se le dará un 0.25% más de altura a la zanja, obteniendo las siguientes dimensiones definitivas:

$$y_{zanja} = y + y \cdot 0.25 = 0.16 + 0.16 \cdot 0.25 = 0.2 \text{ m}$$

Por lo que el caudal máximo que el caudal máximo que podrá captar la zanja será:

$$A = b \cdot y = 0.25 \cdot 0.2 = 0.05 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{máx.zanja}} = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}.$$

4.3. Ubicación de la zanja de drenaje.

Como la grieta de tracción que favorece el deslizamiento del acantilado está aproximadamente a 1 m de la coronación del mismo, y aflora en la carretera de acceso al faro, se ha decidido situar la zanja de drenaje paralela a la carretera en el lado opuesto al talud a estabilizar, ya que, como se ha dicho en apartado 1.2.1, la zanja debe construirse en el lado opuesto al talud respecto a la grieta de tracción para evitar las infiltraciones de agua en la misma. De este modo se paliarán los efectos que puedan producir los aumentos de las presiones intersticiales en la superficie de deslizamiento.

5. SISTEMA DE ANCLAJES.

Como se ha dicho antes, se va a aplicar un sistema de anclajes activos permanente. Como la superficie de deslizamiento está relativamente profunda, se emplearán anclajes de cables, ya que los anclajes de barras tienen una longitud limitada. Además, cabe destacar que se realizarán anclajes para la corrección de la rotura planar, ya que es el tipo de rotura que más desperfectos causaría en el caso de que ésta se diese debido a su geometría, y también porque con los anclajes para sostener éste bloque y el muro de hormigón proyectado, se corregirán las posibles roturas por cuña. No se va a elaborar la corrección ante rotura circular, cuyo factor de seguridad es mayor a 1.6, ya que atendiendo a lo explicado en el Anejo II, el ROM 0.5-05 y la Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras han limitado el factor de seguridad mínimo a 1.4 y 1.5 respectivamente. Por ésta razón se da por supuesto que no se va a dar la rotura circular a lo largo de la vida útil de la corrección que se va a realizar.

Para calcular esta parte de la obra se ha utilizado la *Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera*, elaborada por la Dirección General de Carreteras, por lo tanto se empleará la nomenclatura de los anclajes definida por ésta, y que viene mostrada en la *Tabla A-III.VI*, y en la *Tabla A-III.VII* se especifican las características mecánicas principales de los diferentes aceros.

VIDA ÚTIL Y TIPO DE INYECCIÓN	TIRANTE DE CABLES	TIRANTE DE BARRA
Provisional con inyección única global (IU)	Tipo 1	Tipo 5
Provisional con inyección repetitiva (IR)	Tipo 2A	Tipo 6A
Provisional con inyección repetitiva y selectiva (IRS)	Tipo 2B	Tipo 6B
Permanente con inyección única global (IU)	Tipo 3	Tipo 7
Permanente con inyección repetitiva (IR)	Tipo 4A	Tipo 8A
Permanente con inyección repetitiva y selectiva (IRS)	Tipo 4B	Tipo 8B

Tabla A-III.VI Nomenclatura de los anclajes contemplados en la guía de la DGC.

Número	Sección A [mm ²]	Peso [kg/m]	Estándar Y1770			Alto grado Y1860		
			Carga al límite elástico F _{p0,1k} [kN]	Carga al límite de rotura F _{pk} [kN]	Homologación	Carga al límite elástico F _{p0,1k} [kN]	Carga al límite de rotura F _{pk} [kN]	Homologación
			1	140	1.09	218	248	○
2	280	2.19	437	496	○ × △	459	521	△
3	420	3.28	655	743	○ × △	689	781	△
4	560	4.37	874	991	○ × △	918	1,042	△
5	700	5.47	1,092	1,239	○ × △	1,148	1,302	△
6	840	6.56	1,310	1,487	○ × △	1,378	1,582	△
7	980	7.65	1,529	1,735	○ × △	1,607	1,823	△
8	1,120	8.74	1,747	1,982	○ × △	1,837	2,083	△
9	1,260	9.84	1,966	2,230	○ × △	2,066	2,344	△
10	1,400	10.93	2,184	2,478	○ × △	2,296	2,604	△
11	1,540	12.02	2,402	2,726	○ × △	2,526	2,864	△
12	1,680	13.12	2,621	2,974	○ × △	2,755	3,125	△
13	1,820	14.21	2,839	3,221	○ △	2,985	3,385	△
14	1,960	15.30	3,058	3,469	○ △	3,214	3,646	△
15	2,100	16.40	3,276	3,717	○ △	3,444	3,906	△
16	2,240	17.49	3,494	3,965	○	3,674	4,166	
17	2,380	18.58	3,713	4,213	○	3,903	4,427	
18	2,520	19.67	3,931	4,460	○	4,133	4,687	
19	2,660	20.77	4,150	4,708	○	4,362	4,948	
20	2,800	21.86	4,368	4,956	○	4,592	5,208	
21	2,940	22.95	4,586	5,204	○	4,822	5,468	
22	3,080	24.05	4,805	5,452	○	5,051	5,729	

Tabla A-III.VII Principales características mecánicas del acero de tesado DYWIDAG, cables 140 mm², Ø 15.3 mm..

Se van a aplicar cables de acero como anclajes permanentes de tipo IU (inyección única global), porque suelen ser los más adecuados en rocas, terrenos cohesivos muy duros y suelos granulares.

Para el diseño del anclaje, se necesita conocer el valor de los esfuerzos horizontales que se ejercen por el acantilado, llamadas cargas nominales, para después poder dimensionar las distintas partes del anclaje.

Para saber cuál es el esfuerzo horizontal que va a tener que contrarrestar el sistema de anclajes para llegar a un factor de seguridad FS = 1.8, se ha hecho uso del programa Plane Failure Analysis Module, y se ha obtenido el siguiente resultado:

***** Summary *****
Slope Height = 120
Slope Face Angle = 50
Upper Slope Angle = 0
Cohesion = 0
Friction Angle = 35
Discontinuity Angle = 45
Unit Weight of Rock = 25
Unit Weight of Water = 10
Crest Location = 100.69
Distance of Tension Crack from Crest = 9.23
Tension Crack Depth = 10.1
Dry Tension Crack
Horizontal Surcharge = 1
Vertical Surcharge = 1
Artificial Support Load = 31000, Angle = 0
Discontinuity Length = 155.45
Weight of Rock Block = 27692.7

Stability Factor = 1.809

Resumen de los datos obtenidos para un FS = 1.8 ante la rotura planar.

5.1. Evaluación de la estabilidad del anclaje.

La evaluación de la estabilidad del propio anclaje comprende los siguientes procesos:

- Mayoración de las cargas actuantes.
- Comprobación de la tensión admisible del hacer del cable.
- Comprobación del deslizamiento del tirante dentro del bulbo de anclaje.
- Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo.

5.1.1. Mayoración de las cargas actuantes.

La carga nominal mayorada es la carga nominal del anclaje, que es mayor de la carga obtenida mediante los cálculos de estabilidad global y la carga obtenida en la cálculo de los estados límite de servicio, por el coeficiente de mayoración F_1 , que será el factor de seguridad escogido para el proyecto.

La carga nominal del anclaje será la presión de estabilización sobre el terreno por la cuadrícula que tendrá que sostener cada anclaje, se ha considerado tomas cuadrículas de 2 m x 2 m. También se sabe que el muro abarcará una superficie de aproximadamente (114 x 116) m², o lo que es lo mismo 13224 m² por lo que la presión de estabilización sobre el terreno se calculará de la siguiente manera:

Conociéndose la fuerza la fuerza horizontal que ha de ejercerse sobre el bloque a sostener, que es de 31000 toneladas, y la superficie que se va a sostener, se puede hacer una aproximación de este dato.

$$31000 \text{ t} = 304006.21 \text{ kN}$$

$$P_s = \frac{304006.21}{13224} = 22.989 \text{ kN/m}^2 \approx 23 \text{ kN/m}^2$$

La carga nominal de anclaje es de:

$$P_N = P_s \cdot A_A = 23 \cdot 4 = 92 \text{ kN}$$

Siendo:

P_s = Tensión horizontal ejercida por la masa a sostener.

A_A = Área de actuación de cada anclaje.

Para el cálculo de la carga nominal de mayoración se recomienda poner un valor de F_1 que esté entre el F_1 indicado en la *Tabla A-III.VIII* en función del tipo de anclaje escogido y el factor de seguridad FS que se pretende alcanzar (1.8), por lo tanto se ha hecho la media aritmética de los dos coeficientes y ha dado un F_1 de 1.65.

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Tabla A-III.VIII Coeficiente F_1 en función del tipo de anclaje.

La carga nominal de mayoración será:

$$P_{Nd} = F_1 \cdot P_N = 1.65 \cdot 92 = 151.8 \text{ kN}$$

Siendo:

P_N = Carga nominal del anclaje.

F_1 = Coeficiente de mayoración.

P_{Nd} = Carga nominal de mayoración.

5.1.2. Comprobación de la tensión admisible del acero.

Para la comprobación de la tensión admisible en anclajes permanentes del acero del cable se minorará la tensión admisible en el tirante de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{pk}}{1.30} \rightarrow \frac{151.8 \cdot 10^3}{140} = 1084.286 \text{ MPa} \leq \frac{248 \cdot 10^3 / 140}{1.30} = 1362.637 \text{ MPa}$$

$$\frac{P_{Nd}}{A_T} \leq \frac{f_{yk}}{1.30} \rightarrow \frac{151.8 \cdot 10^3}{140} = 1084.286 \text{ MPa} \leq \frac{218 \cdot 10^3 / 140}{1.15} = 1354.037 \text{ MPa}$$

Siendo:

A_T = Sección del cable.

f_{pk} = Límite de rotura del acero del cable.

f_{yk} = Límite elástico del acero del cable.

5.1.3. Comprobación del deslizamiento del tirante en lechada en el bulbo de anclaje.

Para comprobar la seguridad frente al deslizamiento del cable en la lechada dentro del bulbo de anclaje, se minorará la adherencia entre el cable y la lechada que rodea en el bulbo, por el coeficiente 1.2.

$$\frac{P_{Nd}}{L_b \cdot p_T} \leq \frac{\tau_{lim}}{1.2} \rightarrow \frac{151.8 \cdot 10^3}{3000 \cdot 41.944} = 1.206 \text{ MPa} \leq \frac{8.36}{1.2} = 6.967 \text{ MPa}$$

Siendo:

L_b = Longitud del bulbo de anclaje, que se ha decidido que será de 3 m.

p_T = Perímetro nominal del cable ($2\sqrt{\pi \cdot A_T}$).

τ_{lim} = Adherencia límite entre el tirante y la lechada ($6.9 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{22.5}\right)^{2/3}$) en MPa.

f_{ck} = Resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada (30 MPa).

Según el EHE-08 Requisitos de productos de inyección, la resistencia a compresión de la lechada debe ser mayor o igual que 30 MPa a los 28 días.

5.1.4. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo.

Para comprobar la seguridad ante el arrancamiento del bulbo de anclaje, se va a minorar la adherencia límite del terreno que rodea al bulbo del anclaje para obtener la adherencia admisible. Esta comprobación se realizará de la siguiente manera:

$$\frac{P_{Nd}}{\pi \cdot D_N \cdot L_b} \leq a_{adm} \rightarrow \frac{151.8 \cdot 10^3}{\pi \cdot 70 \cdot 3000} = 0.230 \text{ MPa} \leq a_{adm} = 0.424 \text{ MPa}$$

$$a_{adm} = \frac{a_{lim}}{F_3} = \frac{0.7}{1.65} = 0.424 \text{ MPa}$$

Siendo:

D_N = Diámetro nominal del bulbo de anclaje (70 mm).

a_{adm} = Adherencia admisible frente al arrancamiento del terreno que rodea el bulbo.

a_{lim} = Adherencia límite obtenida mediante la *Tabla A-III.IX* (se ha escogido el valor 0.7 ya que es el valor más desfavorable).

F_3 = Coeficiente indicado en la *Tabla A-III.X*.

TIPO DE ROCA	ADHERENCIA LÍMITE (MPa)
Granitos, basaltos, calizas	1,0 – 5,0
Areniscas, esquistos, pizarras	0,7 – 2,5

Tabla A-III.IX Adherencia límite en roca (alteración \leq Grado III, según el ISMR).

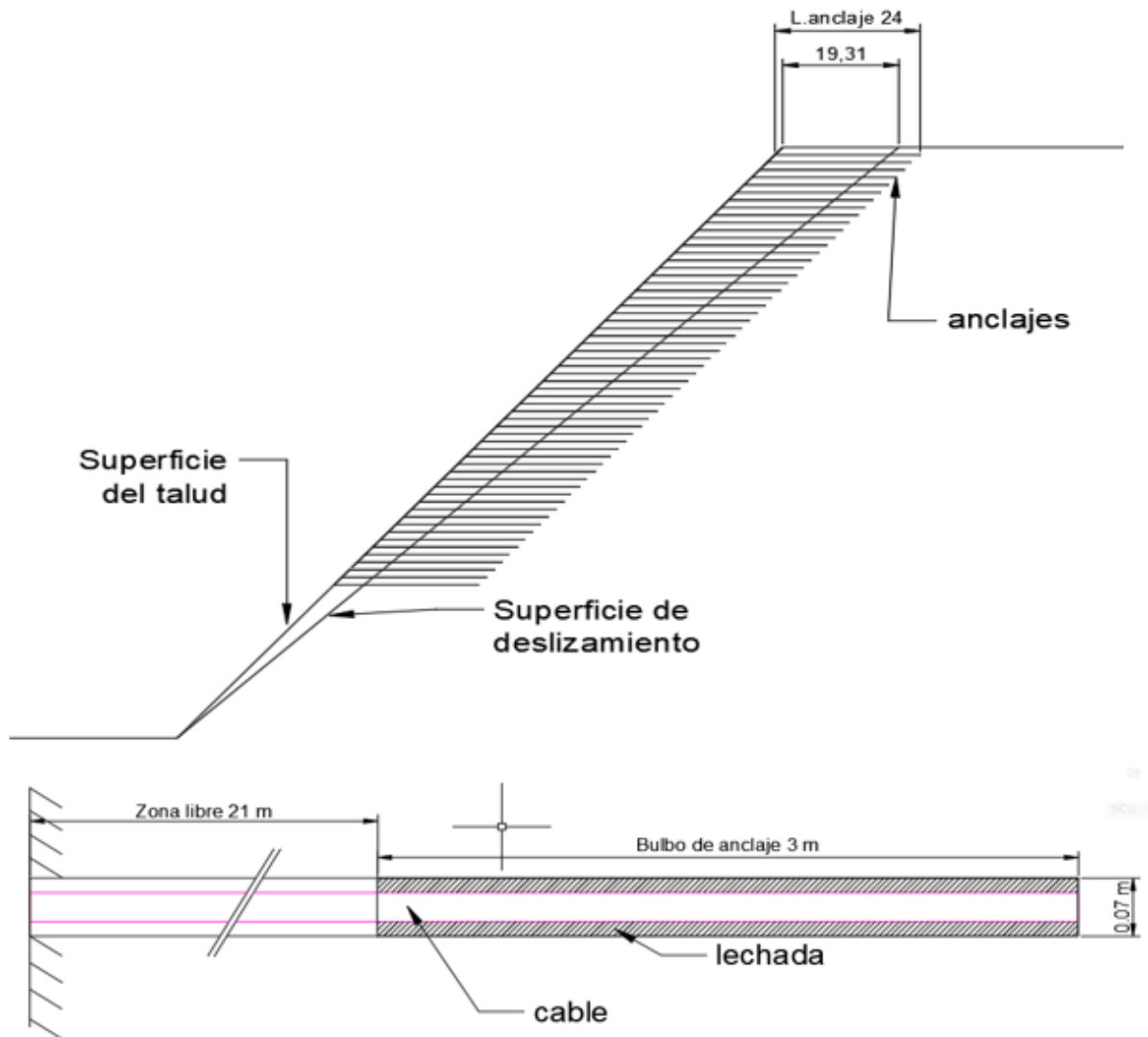
TIPO DE ANCLAJE	F_3
Provisional	1,45
Permanente	1,65

Tabla A-III.X Coeficiente F_3 en función del tipo de anclaje.

5.2. Dimensión de los anclajes.

Como se ha descrito en los apartados anteriores, el muro que se va a construir tiene unas dimensiones de 114 m x 116 m (base x altura), y el espaciado entre los anclajes será de 2 m tanto horizontal como verticalmente.

En cuanto a la longitud de los cables, como se muestra en la siguiente figura, la superficie de deslizamiento aflora como máximo a 19.31 m de la cresta del talud. Para asegurar que el bulbo de anclaje, que se ha decidido hacerlo de 3 m de longitud, no coincida con el plano de deslizamiento, se ha decidido hacer los anclajes de 24 m de profundidad. Lo que hace que éstos tengan una zona libre de 21m de longitud.



Croquis del talud y de los anclajes.

5.3. Características obtenidas.

A continuación, en la *Tabla A-III.XI*, se muestran las dimensiones y características de del sistema de anclajes.

Característica	Símbolo	Valor
Longitud horizontal del muro	X_M	114 m
Longitud vertical del muro	Y_M	116 m
Longitud del cable	L	24 m
Longitud del bulbo de anclaje	L_b	3 m
Diámetro de perforación	D_N	70 mm
Área de actuación del anclaje	A_A	4 m ²
Carga nominal del anclaje	P_N	92 kN
Sección del cable	A_T	140 mm ²
Resistencia de la lechada	f_{ck}	30 MPa
Límite de rotura del acero del cable.	f_{pk}	1771.429 MPa
Límite elástico del acero del cable.	f_{yk}	1557.143 MPa
Adherencia admisible del terreno-bulbo	a_{adm}	0.424 MPa

Tabla A-III.XI Características de los anclajes.

6. HORMIGÓN PROYECTADO.

6.1. Tipo de hormigón proyectado.

Para seleccionar la clase de hormigón se ha utilizado el Anejo 4 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08. Esta la *Tabla A-III.XII* se muestran los cementos recomendados para las distintas aplicaciones.

APLICACIÓN	CEMENTOS RECOMENDADOS
Hormigón en masa	Todos los cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM III/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1 (*)
Hormigón armado	Todos los cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C, CEM V/B
Hormigón pretensado incluidos los prefabricados estructurales	Cementos comunes (**) de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM III/A-M (V-P) (***)
Elementos estructurales prefabricados de hormigón armado	Resultan muy adecuados los cementos comunes (**) de los tipos CEM I, CEM II/A y adecuado el cemento común tipo CEM IV/A cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigón en masa y armado en grandes volúmenes	Resultan muy adecuados los cementos comunes CEM III/B y CEM IV/B y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A, Cementos para usos especiales ESP VI-1 (*) Es muy recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH) y de muy bajo calor de hidratación (VLH), según los casos
Hormigón de alta resistencia	Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM I y adecuados los cementos comunes tipo CEM III/A-D y CEM II/A 42,5 R. El resto de cementos comunes tipo CEM III/A pueden resultar adecuados cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigones para reparaciones rápidas de urgencia	Los cementos comunes tipo CEM I, CEM II/A-D, y el cemento de aluminato de calcio (CAC),
Hormigones para desencofrado y descimbrado rápido	Los cementos comunes (**) tipo CEM I, y CEM II,
Hormigón proyectado	Los cementos comunes tipo CEM I, y CEM III/A
Hormigones con áridos potencialmente reactivos (****)	Resultan muy adecuados los cementos comunes tipo CEM III, CEM IV, CEM V, CEM III/A-D, CEM II/B-S y CEM II/B-V, y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B-P y CEM II/B-M

Tabla A-III.XII Tipos de cemento en función de la aplicación del hormigón.

En la *Tabla A-III.XIII*, se indican los cementos recomendados para determinadas exposiciones.

CLASE DE EXPOSICIÓN	TIPO DE PROCESO (agresividad debida a)	CEMENTOS RECOMENDADOS
I	Ninguno	Todos los recomendados según la aplicación prevista
II	Corrosión de las armaduras de origen diferente de los cloruros	CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A), CEM III/A, CEM IV/A.
III (*)	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen marino	Muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente los CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente los CEM II/B-P), CEM III/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente los CEM IV/A) y CEM V/A
IV	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen no marino	Preferentemente, los CEM I y CEM II/A y, además, los mismos que para la clase de exposición III.
Q (**)	Ataque al hormigón por sulfatos	Los mismos que para la exposición III
Q	Lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas, o con CO ₂ agresivo	Los cementos comunes de los tipos CEM II/P, CEM II/V, CEM III/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V
Q	Reactividad álcali-árido	Cementos de bajo contenido en alcalinos (***) (óxidos de sodio y de potasio) en los que $(Na_2O)_{eq} = Na_2O (\%) + 0,658 K_2O (\%) < 0,60$

Tabla A-III.XIII Tipos de cemento en función de la clase de exposición.

El cemento que se va a emplear para la fabricación del hormigón es el CEM II/A-D. Se ha escogido este cemento debido a que es apto para atmósferas marinas y su resistencia es suficiente para la corrección de las posibles roturas, como se especifica a continuación.

Como se ha explicado anteriormente, el hormigón debe tener una relación agua-cemento del 0.4.

Los componentes que va a tener el hormigón que se va a utilizar para el gunitado son los siguientes:

- Cemento (CEM II/A-D): 475 kg/m³
- Áridos 0/5: 1144 kg/m³
- Áridos 5/12: 520 kg/m³
- Agua: 190 kg/m³
- Humo de sílice: 35 kg/m³

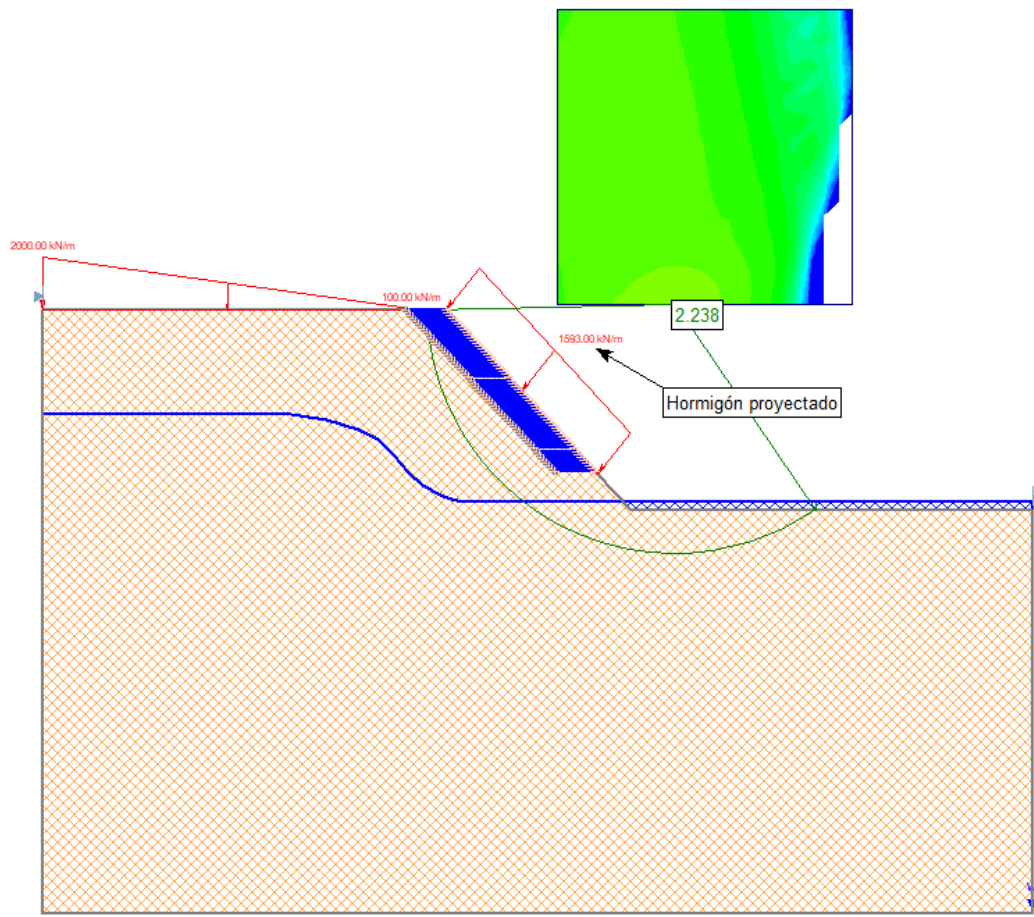
6.2. Factor de seguridad tras la corrección del talud.

Aunque con el sistema de anclajes que se ha diseñado en el apartado anterior es suficiente para lograr un factor de seguridad aceptable para los tres tipos de rotura

estudiados, se ha optado por gunitar la superficie anclada con 30 cm de hormigón proyectado, con el fin de repartir las cargas de los anclajes, y para evitar los pequeños desprendimientos que puedan suceder, como pequeños deslizamientos generados por las cuñas.

Se proyectará un hormigón de una resistencia a tracción a los tres años de 5.3 N/mm^2 . Para comprobar el incremento del factor de seguridad ante la rotura por cuña y la circular, se ha hecho uso de los programas Slide.v5.014 y Swedge.v4.080.

En primer lugar se ha comprobado la estabilidad ante rotura circular, ya que este tipo de rotura es la más desfavorable. El factor de seguridad se muestra en la siguiente figura.



Factor de seguridad tras aplicar el sistema de corrección.

A continuación se muestran los datos obtenidos del factor de seguridad ante la rotura por cuñas entre las juntas 2 y 3 tras aplicar las medidas de corrección, debido a que entre las dos posibles roturas por cuñas, ésta es la que menor factor de seguridad inicial tenía.

Swedge Analysis Information

Document Name: Caso J1N3

Job Title: SWEDGE – Análisis de rotura por cuñas

Analysis Results:

Analysis type=Deterministic

Safety Factor=1.40246

Wedge height(on slope)=120 m

Wedge width(on upper face)=54.4601 m

Wedge volume=63813.1 m³

Wedge weight=159533 tonnes

Wedge area (joint2)=2848.04 m²

Wedge area (joint3)=6861.27 m²

Wedge area (slope)=5709.67 m²

Wedge area (upper face)=1985.01 m²

Normal force (joint2)=59341.2 tonnes

Normal force (joint3)=107941 tonnes

Driving force=102643 tonnes

Resisting force=143952 tonnes

Shotcrete Force:

Shotcrete force=52238.3 tonnes

Failure Mode:

Sliding on intersection line (joints 2&3)

Joint Sets 2&3 line of Intersection:

plunge=40.0456 deg, trend=185.179 deg

length=204.109 m

Trace Lengths:

Joint2 on slope face=159.627 m

Joint3 on slope face=162.236 m

Joint2 on upper face=54.6094 m

Joint3 on upper face=87.7938 m

Maximum Persistence:

Joint2=204.109 m

Joint3=204.109 m

Intersection Angles:

J2&J3 on slope face = 26.1645 deg

J2&Crest on slope face = 78.9153 deg

J2&Crest on upper face = 85.7611 deg

J3&Crest on slope face = 74.9202 deg

J3&Crest on upper face = 38.3393 deg

J2&3 on upper face = 55.8996 deg

Joint Set 1 Data:

dip=69 deg, dip direction=114 deg

cohesion=0 tonnes/m², friction angle=30 deg

Joint Set 2 Data:

dip=48 deg, dip direction=226 deg

cohesion=0 tonnes/m², friction angle=30 deg

Slope Data:

dip=50 deg, dip direction=195 deg

slope height=120 meters

rock unit weight=2.5 tonnes/m³

Water pressures in the slope=NO

Overhanging slope face=NO

Externally applied force=NO

Tension crack=NO

Upper Face Data:

dip=12 deg, dip direction=195 deg

Shotcrete Data:

Shotcrete thickness=0.3 meters

Shotcrete shear strength=541 tonnes/m²

Location=On Slope Face Only

Direction=Normal to Slope Face,Into Slope

Wedge Vertices:

Coordinates in Easting,Northing,Up Format

1=Joint2, 2=Joint3, 3=Upper Face, 4=Slope

Point 124: 0, 0, 0

Point 134: -3.58, 105, 120

Point 234: 66.8, 86.3, 120

Point 123: 14.1, 156, 131

Como conclusión de la mejora del factor de seguridad, se tiene que tras la aplicación del hormigón, el terreno está completamente asegurado con un FS = 2.238 ante la rotura de tipo circular, por otro lado, se obtiene un FS = 1.402 para el peor caso de rotura planar que puede llegar a darse, que según el ROM 0.5 05 está dentro de la seguridad.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

*ANEJO A-IV- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD*

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. OBJETO.	5
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.	5
2.1. SITUACIÓN Y OBJETO DE LA OBRA.	5
2.2. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN.	5
2.3. MAQUINARIA A UTILIZAR EN LA OBRA.	5
3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS FASES DE LA OBRA.	6
3.1. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN AFECCIONES Y SOLUCIONES A LA FASE DE ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA DEL TERRENO.	6
3.1.1. Análisis de riesgos.	6
3.1.2. Medidas preventivas.	6
3.2 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN AFECCIONES Y SOLUCIONES A LA FASE DE EJECUCIÓN DE LOS ANCLAJES.	8
3.2.1. Análisis de riesgos.	8
3.2.2. Medidas preventivas.	8
3.3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN AFECCIONES Y SOLUCIONES A LA FASE DE EJECUCIÓN DE GUNITADO.	9
3.3.1. Análisis de riesgos.	10
3.3.2. Medidas preventivas.	10
3.4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN AFECCIONES Y SOLUCIONES AL IZADO DE CARGAS DE LAS FASES ANTERIORES.	11
3.4.1. Análisis de riesgos.	11
3.4.2. Medidas preventivas.	11
4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA A UTILIZAR.	12
4.1. GRÚA TORRE.	12
4.1.1. Análisis de riesgos.	12
4.1.2. Medidas preventivas.	12
4.2. MOTOSIERRA A GASOLINA.	13
4.2.1. Análisis de riesgos.	13
4.2.2. Medidas preventivas.	13
4.3. DESBROZADORA.	14

4.3.1. Análisis de riesgos.	14
4.3.2. Medidas preventivas.	14
4.4. RETROEXCAVADORA HIDRÁULICA.	15
4.4.1. Análisis de riesgos.	15
4.4.2. Medidas preventivas.	15
4.5. COMPRESOR PORTÁTIL ELÉCTRICO.	15
4.5.1. Análisis de riesgos.	15
4.5.2. Medidas preventivas.	16
4.6. MARTILLO NEUMÁTICO.	16
4.6.1. Análisis de riesgos.	16
4.6.2. Medidas preventivas.	16
4.7. PERFORADORA.	17
4.7.1. Análisis de riesgos.	17
4.7.2. Medidas preventivas.	17
4.8. EQUIPO DE TESADO.	18
4.8.1. Análisis de riesgos.	18
4.8.2. Medidas preventivas.	18
4.9. GUNITADORA DE HORMIGÓN E INYECTOR DE LECHADA DE CEMENTO.	19
4.9.1. Análisis de riesgos.	19
4.9.2. Medidas preventivas.	19
4.10. CAMIÓN HORMIGONERA.	20
4.10.1. Análisis de riesgos.	20
4.10.2. Medidas preventivas.	20
4.11. CAMIÓN VOLQUETE.	21
4.11.1. Análisis de riesgos.	21
4.11.2. Medidas preventivas.	21
5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.	22
6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.	22
6.1. MONTAJE, DESMONTAJE Y MANEJO DE LA GRÚA TORRE.	22
6.2. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO.	23
6.3. PERFORACIÓN Y ANCLAJES.	23

6.4. GUNITADO.	23
6.5. DRENAJE.	24
7. FORMACIÓN DEL PERSONAL.	24
8. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.	25

1. OBJETO.

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se establecen las precauciones a tener en cuenta respecto a la prevención de riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales durante la realización de la obra, además de los procedentes de los trabajos de reparación, conservación y puesta en servicio de la misma.

Se atenderán a las disposiciones del Real Decreto 1627/97 por el que establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

2.1. Situación y objeto de la obra.

El Estudio de Seguridad y Salud se realiza en base al “Proyecto de estabilización de un tramo del acantilado de la cala Senokozuloa en el sector este del monte Ulía en Pasaia San Pedro (Gipuzkoa)”.

2.2. Presupuesto y plazo de ejecución.

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| - Ejecución del proyecto (PEM): | 11.792.612,11 € |
| - Medidas de seguridad y salud (PEM): | 2.580,77 € |
| - Plazo de ejecución de los trabajos: | 2,5 años |

2.3. Maquinaria a utilizar en la obra.

- Grúa torre.
- Motosierra a gasolina.
- Desbrozadora.
- Retroexcavadora hidráulica.
- Compresor portátil eléctrico.
- Martillo neumático.
- Perforadora.
- Equipo de tesado.

- Gunitadora de hormigón.
- Bandeja vibrante manual.
- Camión hormigonera.
- Camión volquete.

3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS FASES DE LA OBRA.

3.1. Riesgos y medidas preventivas en afecciones y soluciones a la fase de acondicionamiento y limpieza del terreno.

En este apartado se analizarán los riesgos y las medidas preventivas a adoptar en los trabajos de desbroce, tala de árboles y extracción manual de fragmentos de roca con peligro potencial de desprendimiento, además de la puesta en obra en el que se incluirá el montaje, desmontaje y retirada de la grúa.

3.1.1. Análisis de riesgos.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Contacto térmico.
- Golpe y corte por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a agentes físicos.
- Aplastamiento por vuelco de máquinas.
- Atrapamiento por objetos,
- Contacto eléctrico.
- Explosión.
- Vibraciones.

3.1.2. Medidas preventivas.

La operación de descarga se realizará en el momento de la llegada del camión de transporte a la obra, haciendo uso de una grúa, y maquinaria y herramientas adecuadas para

el izado. Al finalizar la obra, la grúa se desmontará y cargará a los camiones para su retirada de obra.

En la obra tendrá que haber una superficie adecuada, preparada para ser ocupada por la máquina en las fases de montaje y desmontaje.

Las operaciones de montaje y desmontaje tendrán que realizarlas personas con la experiencia y formación necesaria para ello.

Se montará y desmontará cumpliendo con las instrucciones del fabricante.

En las operaciones de carga y descarga de las máquinas desde los camiones de transporte, se tendrán que emplear equipos de protección individual contra caídas de altura.

No se sobrepasará la carga máxima de los elementos de elevación.

Los trabajadores tendrán prohibido pasar por debajo de las cargas suspendidas.

Se utilizarán cuerdas guía para tener el movimiento de los elementos en suspensión bajo control.

Se intentará mantener en todo momento la forma natural del talud. Cuando se observe la posibilidad de algún desprendimiento, se le comunicará a la Dirección de Obra, quien decidirá el método de sujeción o extracción del dicho fragmento.

Antes de iniciar las labores de esta fase, se hará un reconocimiento del terreno para detectar posibles agrietamientos que pongan en riesgo la obra y a los trabajadores.

No se deberá acumular materiales de cualquier tipo a menos de tres metros de la cresta del talud, para evitar desprendimientos por sobrecarga o la caída de los mismos materiales.

Los trabajadores que se aproximen a menos de 1.5 m de la coronación del talud deberán llevar un cinturón de seguridad.

Cualquier trabajo que no cumpla con las especificaciones dadas por el Director Facultativo tendrá que ser detenido.

3.2 Riesgos y medidas preventivas en afecciones y soluciones a la fase de ejecución de los anclajes.

En este apartado se analizarán los riesgos y las medidas preventivas a adoptar en el proceso de perforación de los barrenos, la instalación de los anclajes en los mismos, la inyección de la lechada de cemento y el posterior tesado de los cables.

3.2.1. Análisis de riesgos.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Atrapamiento por objetos.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Partículas en los ojos.
- Intoxicación.
- Vuelco de las pilas acumuladas de anclajes.
- Otros.

3.2.2. Medidas preventivas.

Mantener la zona de trabajo lo más limpia y ordenada posible con el fin de asegurar el buen funcionamiento del proceso constructivo.

El operador de la grúa deberá hacer el acercamiento a la zona de intervención de las obras, realizando maniobras suaves.

El maquinista realizará movimientos delicados y progresivos, durante la introducción de los cables en los taladros, los cambios de varillaje, etc., con el fin de evitar atrapamientos, golpes o cortes.

Los operarios que estén perforando en el frente del talud sobre la cesta de perforación, deberán emplear gafas o pantallas de protección además de guantes homologados.

Se perforará en el lugar marcado en el replanteo y con la inclinación indicada en el proyecto.

Los anclajes tendrán que ser manejados entre varios operarios, acumulándolos lo más cerca posible a la zona en la que se intervendrá.

Estará totalmente prohibido la actuación simultánea en distintos niveles de la obra, para evitar accidentes en caso de proyecciones o desprendimientos. Asimismo la forma de ejecución de ésta fase de la obra se realizará de forma descendente, de manera que se comience a actuar en la cresta del acantilado y se termine en las cotas más bajas.

Como esta fase genera grandes cantidades de polvo, y al tratarse de arenisca en su mayor parte silíceo, a largo plazo puede generar graves problemas en la salud de los operarios, por lo que se tendrán que realizar varias mediciones higiénicas del aire a lo largo de la actuación. También se les hará reconocimientos médicos periódicos a los trabajadores expuestos al polvo, y se evitará la formación de polvo mediante el uso de métodos húmedos o con captadores, además de dotar al operario del adecuado equipo de protección individual.

3.3. Riesgos y medidas preventivas en afecciones y soluciones a la fase de ejecución de gunitado.

En este apartado se analizarán los riesgos y las medidas preventivas a adoptar en el proceso final de la construcción del muro, la etapa de proyectar el hormigón.

3.3.1. Análisis de riesgos.

- Proyecciones de objetos.
- Caídas de personas y maquinaria a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Salpicaduras.
- Dermatitis.

3.3.2. Medidas preventivas.

En todo momento se deberá mantener limpia y despejada la zona de trabajo.

Esta fase requerirá a una persona al frente del acantilado, es decir, el único operario que estará montado en la cesta en la fase de gunitado será el que sujetará la manguera de proyección de hormigón.

El operario tendrá que apuntar con la manguera al talud de manera perpendicular y a una distancia mínima de un metro del mismo.

Será obligatorio el uso de guantes de seguridad para evitar el contacto de los morteros con la piel.

El trabajador deberá utilizar gafas de seguridad para evitar salpicaduras y/o proyecciones a los ojos.

Durante toda la obra, los operarios que trabajen en la cesta elevadora deberán llevar medidas de protección como arneses de seguridad para evitar caídas al vacío.

3.4. Riesgos y medidas preventivas en afecciones y soluciones al izado de cargas de las fases anteriores.

3.4.1. Análisis de riesgos.

- Vuelo, balanceo y/o desplome de cargas.
- Atrapamientos.
- Caídas desde altura.
- Cortes y golpes.

3.4.2. Medidas preventivas.

Antes de izar cualquier carga, tendrá que comprobarse el correcto estado de todos los equipos y elementos de izado, teniendo en cuenta su forma y peso.

Los operarios tendrán que tratar de impedir su paso bajo las cargas izadas para evitar aplastamientos o atrapamientos.

Para elevar objetos de longitud considerable, tendrán que atarse previamente de manera conveniente para evitar su caída.

Al elevar la lechada de cemento o el hormigón, se usarán cubos con una compuerta de descarga y patas, y no se deberá llenar completamente hasta el borde.

El gruista, en caso de no tener suficiente visibilidad en el trabajo, necesitará ayuda de otros operarios que le indiquen por sistemas de señales definidos previamente. El paso por debajo de objetos izados está terminantemente prohibido en el caso de no tener buena visibilidad.

4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA A UTILIZAR.

4.1. Grúa torre.

4.1.1. Análisis de riesgos.

- Vuelco o caída de la grúa.
- Caída de la carga.
- Atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes y cortes.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Estrés térmico.
- Trauma acústico.
- Atropellos.
- Otros.

4.1.2. Medidas preventivas.

El gruista debe probar el buen funcionamiento de todos los movimientos y de los dispositivos de seguridad. Previamente se deben poner a cero todos los mandos que no lo estuvieran.

Para que el cable esté siempre en tensión, no se dejará el gancho apoyado en el suelo. El operador de la grúa no puede abandonar el puesto de mando mientras tenga una carga izada del gancho. Se prohibirá arrancar con la grúa objetos fijos. El conductor debe observar la carga durante la traslación. Dará señales de aviso antes de iniciar cualquier movimiento.

Se debe evitar dentro de lo posible que la carga vuele por encima de las personas.

El gruista estará obligado diariamente a comprobar los frenos, el normal funcionamiento de la grúa en el caso de percibir ruidos o cambios de temperatura, los apoyos de la grúa y el aplomado, así como el lastre y contrapeso de la grúa, volver a apretar los tornillos de la grúa, comprobar el pestillo de seguridad del gancho, etc.

4.2. Motosierra a gasolina.

4.2.1. Análisis de riesgos.

- Cortes por la cadena de las motosierra.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Ruido.

4.2.2. Medidas preventivas.

Las medidas preventivas para evitar los cortes y/o desmembramientos que pueda ocasionar la cadena de la sierra, son esencialmente el empleo de equipos de protección individual. Entre éstos destacará el uso obligatorio de guantes de protección, polainas, gafas de seguridad, cascos para protección auditiva y chaquetas de protección ante cortes.

Antes de iniciar cualquier trabajo con esta maquinaria se comprobará que la tensión de la cadena sea adecuada, y el estado de la barra guía de la motosierra.

Los operarios no utilizarán la motosierra sobre los hombros, tendrán que sujetar la maquinaria con las dos manos.

Estará prohibido abandonar la máquina mientras siga en funcionamiento.

No se podrá golpear el disco mientras se está cortando.

4.3. Desbrozadora.

4.3.1. Análisis de riesgos.

- Cortes por la cadena de las motosierra.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Ruido.
- Vibraciones.

4.3.2. Medidas preventivas.

Antes de dar comienzo a los trabajos, se comprobará que el bloqueo del acelerador funciona correctamente, y que al apagar el motor la sierra se detiene.

La distancia entre los trabajadores será de al menos 15 metros.

Durante la ejecución de los trabajos, se tendrá que sujetar la maquinaria con las dos manos, no se abandonará la máquina mientras siga en funcionamiento.

Se deberá acelerar el motor al máximo para realizar cortes de manera segura, y en el caso de que se atasque la sierra, se parará el motor rápidamente.

Las piezas de repuesto tendrán que tener las mismas características que las de las piezas empleadas originalmente.

Estará terminantemente prohibido trabajar con la desbrozadora por encima del hombro.

No se deberá trabajar sin silenciador.

4.4. Retroexcavadora hidráulica.

4.4.1. Análisis de riesgos.

- Atropello y vuelco.
- Choque con otros vehículos.
- Golpes.
- Caída de objetos.

4.4.2. Medidas preventivas.

El trabajador que conduzca y maneje la retroexcavadora, deberá conocer los espacios para maniobrar, además de conocer cada día el plan de circulación de la obra, sobre todo si se ha realizado alguna modificación en la zona de circulación.

Cuando se vaya a circular por carretera se bloquearán los estabilizadores de la pluma y la zona que gira con los mecanismos previstos al efecto.

Si la retroexcavador es de neumáticos, antes de iniciar cualquier trabajo se tendrán que colocar estabilizadores.

Para evitar golpes, se tendrá que realizar cualquier tipo de carga con suma precaución, y posteriormente, en caso de hacer una parada sea ésta de larga o corta duración, se apoyará la cuchara en el suelo.

No se podrán derribar elemento que sean mayores que la retroexcavadora.

4.5. Compresor portátil eléctrico.

4.5.1. Análisis de riesgos.

- Lesiones por ruptura de manguera.
- Heridas en los ojos producidas por partículas a gran velocidad.
- Ruido.

- Proyecciones.

4.5.2. Medidas preventivas.

Las mangueras serán adecuadas a la presión y temperatura del aire.

Antes de comenzar cualquier trabajo se examinarán las mangueras, desechando cualquiera que no cumpla con las condiciones de seguridad.

Se comprobará el buen estado de la herramienta o equipo se disponga o no la información sobre sus características.

Se utilizará ropa de trabajo adecuada, además de los equipos de protección individual que no dificulten el trabajo a realizar.

4.6. Martillo neumático.

4.6.1. Análisis de riesgos.

- Golpes y cortes.
- Vibraciones.
- Caída de objetos.
- Proyección de objetos.
- Ruido.
- Proyección de partículas a los ojos.

4.6.2. Medidas preventivas.

El martillo neumático sólo debe ser empleado para el fin que ha sido destinado y siempre por personal autorizado y con formación previa en el uso y manejo de este tipo de máquina.

Será obligatorio el uso de ropa de trabajo con puños ajustables, además estará prohibido llevar cadenas y objetos que puedan engancharse.

Asegurarse de que el caudal y la presión del compresor son compatibles con las especificaciones del martillo neumático.

Bajo ningún concepto doblar la manguera para cortar el aire.

La presencia de cualquier persona estará prohibida dentro del radio de acción del martillo.

No se deberá hacer esfuerzo de palanca mientras el martillo esté en funcionamiento.

Se tendrá que evitar usar el martillo durante largos periodos de tiempo por un mismo operador, estableciendo períodos de descanso.

Nunca se deberá abandonar el martillo en el suelo con la manguera cargada con aire a presión.

4.7. Perforadora.

4.7.1. Análisis de riesgos.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Atrapamiento por objetos.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Partículas en los ojos.
- Intoxicación.

4.7.2. Medidas preventivas.

Deben utilizarse máquinas perforadoras de barrenas que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.

Antes de comenzar los trabajos de tendrá que hacer una inspección del terreno.

Todas las mangueras presurizadas han de estar muy bien aseguradas, especialmente la principal.

Hay que inspeccionar las herramientas y accesorios de perforación necesarios y mantenerlos en buenas condiciones.

No se podrán emboquillar barrenas antiguas.

En ningún caso hay que sobrepasar la presión recomendada por el fabricante en los circuitos presurizados.

Los operadores no podrán acercarse a los útiles en movimiento de la perforadora.

Durante los trabajos, estará prohibida la presencia de cualquier persona que no sea operario de la perforadora en las inmediaciones de la misma.

4.8. Equipo de tesado.

4.8.1. Análisis de riesgos.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Golpes y cortes.
- Sobreesfuerzos.
- Proyecciones.

4.8.2. Medidas preventivas.

Hacer uso del equipo de tesado entre dos o más operarios.

El tesado de los anclajes tendrá que hacerse por operarios cualificados.

El gato de tesado se tendrá que apoyar centrado sobre el anclaje y perpendicular al mismo.

Estará prohibido pasar por detrás del gato mientras esté en funcionamiento.

Antes de poner en funcionamiento el equipo, habrá que asegurar la posición de parada de los mandos, y la correcta conexión de los latiguillos hidráulicos.

Será indispensable el uso de gafas de protección para evitar accidentes producidos por posibles proyecciones.

4.9. Gunitadora de hormigón e inyector de lechada de cemento.

4.9.1. Análisis de riesgos.

- Proyecciones de objetos.
- Caídas de personas y maquinaria a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Salpicaduras.

4.9.2. Medidas preventivas.

En todo momento se deberá mantener limpia y despejada la zona de trabajo.

Para el uso de la maquinaria sólo hará falta un operario que maneje la manguera.

El operario tendrá que apuntar con la manguera al talud de manera perpendicular y a una distancia mínima de un metro del mismo.

Será obligatorio el uso de guantes de seguridad para evitar el contacto de los morteros con la piel.

El trabajador tendrá que utilizar gafas de seguridad para evitar salpicaduras a los ojos.

Los operarios que trabajen en la cesta elevadora deberán llevar medidas de protección como arneses de seguridad para evitar caídas al vacío.

4.10. Camión hormigonera.

4.10.1. Análisis de riesgos.

- Proyección de partículas sobre la cabeza y cuerpo.
- Golpes a terceros.
- Caída del hormigón.
- Golpes en la cabeza.
- Vuelco o deslizamiento de la maquinaria.
- Atrapamiento.
- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.

4.10.2. Medidas preventivas.

El uso de una tolva de dimensiones adecuadas al camión evitará la proyección de partículas de hormigón sobre elementos y personas que se sitúen en las proximidades del camión.

La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarios.

No subirse nunca a la cuba de la hormigonera. En caso de tener que manipularla, se tendrá que utilizar elementos auxiliares que permitan alcanzar la zona a la que se pretenda llegar.

El camión debe poseer los dispositivos de señalización que dicta el código de circulación.

El camión debe ir equipado con un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de al menos 5 kg de nieve carbónica o componentes halogenados, reflectores, herramientas para reparaciones en carretera y elementos de repuesto.

Al finalizar el servicio y antes de dejar el camión-hormigonera el conductor deberá: poner el freno de mano, engranar una marcha corta y caso necesario bloquear las ruedas mediante calzos.

Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, aplicar calzos a las ruedas, llevar brazos o piernas colgando del exterior.

Si el hormigón de una cuba fragua, el operario del martillo neumático deberá emplear cascos de protección auditiva, y el nivel de ruido no deberá superar los 80 dB.

4.11. Camión volquete.

4.11.1. Análisis de riesgos.

- Vuelco de la maquinaria.
- Golpes.
- Caída a distinto nivel.
- Choque y Atropellos.
- Atrapamiento.
- Otros.

4.11.2. Medidas preventivas.

Cuando el camión esté cargado, se tendrán que bajar las rampas de espaldas y evitando movimientos bruscos.

Cuando se estacione el vehículo se apagará el motor y se pondrá el freno de mano, además si se encuentra en una zona con desnivel, se tendrán que calzar las ruedas.

Para la descarga de tierras u otro material junto a zanjas o taludes, deberá colocarse un tope infranqueable que asegure una distancia prudencial entre el camión y el terreno desnivelado.

La carga se realizará de forma que no desestabilice el camión, y permita ver perfectamente al conductor del vehículo.

El conductor será la persona responsable de los accidentes ocasionados por el dumper, por lo que no deberá permitir que terceros se suban al volquete, tendrá que atender a los Códigos de Circulación, etc.

5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.

En este apartado del Estudio de Seguridad y Salud se enumerarán las medidas de protección colectiva que tendrán que emplearse:

- Vallas y/o barreras de limitación y protección.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Dispositivos de seguridad propios de las máquinas y equipos.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Riego y barrido.
- Extintores portátiles.
- Señalización y delimitación de la zona de trabajo.

6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

En el presente punto se definirán los equipos de protección individual que se requerirán para las distintas fases de la obra.

6.1. Montaje, desmontaje y manejo de la grúa torre.

- Casco de protección x2
- Ropa de protección de alta visibilidad x2

- Par de botas bajas de seguridad x2
- Par de guantes contra riesgos mecánicos x2
- Gafas de protección con montura integral x2
- Par de guantes contra riesgos térmicos x2
- Mascarilla autofiltrante x2

6.2. Desbroce y limpieza del terreno.

- Casco de protección x3
- Par de botas bajas de seguridad x3
- Ropa de protección de alta visibilidad x3
- Sistema anticaídas x2
- Par de guantes contra riesgos mecánicos x3
- Faja de protección lumbar x2
- Juego de tapones x3
- Gafas de protección con montura integral x3
- Mascarilla autofiltrante x3

6.3. Perforación y anclajes.

- Par de botas de seguridad x2
- Ropa de protección de alta visibilidad x2
- Casco de protección x4
- Gafas de protección con montura integral x2
- Par de guantes contra riesgos mecánicos x2
- Par de guantes contra riesgos térmicos x2
- Mascarillas autofiltrante x2
- Sistema anticaídas x2

6.4. Gunitado.

- Par de botas bajas de seguridad x1
- Ropa de protección de alta visibilidad x1
- Casco de protección x2

- Gafa de protección con montura integral x1
- Par de guantes contra riesgos mecánicos x1
- Par de guantes contra riesgos térmicos x1
- Mascarillas autofiltrante x1
- Sistema anticaídas x1

6.5. Drenaje.

- Par de botas bajas de seguridad x3
- Ropa de protección de alta visibilidad x3
- Casco de protección x3
- Gafas de protección con montura integral x3
- Par de guantes contra riesgos mecánicos x3
- Par de guantes contra riesgos térmicos x3
- Mascarilla autofiltrante x3
- Juego de tapones x2

7. FORMACIÓN DEL PERSONAL.

Todo el personal, al ingresar en la obra, deberá recibir una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos puedan conllevar, junto con las medidas de seguridad que deberá emplear. Se formará en materia de seguridad y salud a todo el personal de obra. Se pondrá a disposición de los trabajadores los medios y mecanismos necesarios para que puedan consultar y participar en la materia preventiva.

8. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (C.D.)	IMPORTE
01		PROTECCIONES INDIVIDUALES			
YIC010	UD	CASCO DE SEGURIDAD			
		Casco de protección, destinado a proteger al usuario contra la caída de objetos y las consecuentes lesiones cerebrales y fracturas de cráneo, contra deformación lateral, amortizable en 10 usos.			
	Unidades		14,00		
			14,00	3,60	50,40
YID010	UD	SISTEMA ANTICAÍDAS			
		Sistema anticaídas compuesto por un conector multiuso (clase M) que permite ensamblar el sistema con un dispositivo de anclaje, amortizable en 10 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible con función de bloqueo automático y un sistema de guía, amortizable en 10 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 10 usos; un absorbedor de energía encargado de disipar la energía cinética desarrollada durante una caída desde una altura determinada, amortizable en 10 usos y un arnés anticaídas con un punto de amarre constituido por bandas, elementos de ajuste y hebillas, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta, amortizable en 10 usos. El precio no incluye el dispositivo de anclaje para ensamblar el sistema anticaídas.			
	Unidades		5,00		
			5,00	29,25	146,25
YIJ010	UD	PROTECTOR OCULAR			
		Gafas de protección con montura integral, con resistencia a partículas de gas y a polvo fino, con ocular único sobre una montura flexible y cinta elástica, amortizable en 10 usos.			
	Unidades		11,00		
			11,00	1,21	13,31

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (C.D.)	IMPORTE
YIM010	UD	PAR DE GUANTES			
		Par de guantes contra riesgos mecánicos, de algodón con refuerzo de serraje vacuno en la palma, resistente a la abrasión, al corte por cuchilla, al rasgado y a la perforación, amortizable en 10 usos.			
	Unidades		11,00		
			11,00	1,37	15,07
		Par de guantes contra riesgos térmicos, hasta 100°C, de fibra sintética con forro interior aislante de tejido punzonado, amortizable en 10 usos.			
	Unidades		11,00		
			11,00	2,46	27,06
					42,13
YIO020	M²	JUEGO DE TAPONES			
		Juego de tapones reutilizables, con arnés, unidos por un elemento de conexión semirrígido para que se mantengan en su posición adecuada a pesar del movimiento, de espuma de poliuretano antialérgica, con atenuación acústica de 31 dB, amortizable en 10 usos.			
	Superficie		5,00		
			5,00	0,89	4,45
YIP010	UD	CALZADO DE SEGURIDAD			
		Par de botas bajas de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, la zona del tacón cerrada y absorción de energía en la zona del tacón, de tipo aislante, con resistencia al deslizamiento, a la perforación, a la penetración y a la absorción de agua, con código de designación SB, amortizable en 10 usos.			
	Unidades		11,00		
			11,00	18,22	200,42

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (C.D.)	IMPORTE
YIU030	UD	ROPA DE PROTECCIÓN DE ALTA VISIBILIDAD			
		Mono de alta visibilidad, de material combinado, con propiedades fluorescentes y reflectantes, color amarillo, amortizable en 10 usos.			
	Volumen		11,00		
			11,00	4,15	45,65
YIU050	UD	FAJA DE PROTECCIÓN LUMBAR			
		Faja de protección lumbar con amplio soporte abdominal y sujeción regulable mediante velcro, amortizable en 10 usos.			
	Volumen		2,00		
			2,00	1,95	3,90
YIV020	UD	MASCARILLA AUTOFILTRANTE			
		Mascarilla autofiltrante contra partículas, fabricada totalmente de material filtrante, que cubre la nariz, la boca y la barbilla, garantizando un ajuste hermético a la cara del trabajador frente a la atmósfera ambiente, FFP2, con válvula de exhalación, amortizable en 1 uso.			
	Volumen		13,00		
			13,00	3,87	50,31
02		PROTECCIONES COLECTIVAS			
YCB070	M	BARANDILLA DE SEGURIDAD PARA PROTECCIÓN DE BORDES DE EXCAVACIÓN			
		Protección de personas en bordes de excavación mediante barandilla de seguridad de 1 m de altura, formada por barra horizontal superior corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro, barra horizontal intermedia corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y rodapié de tablancillo de madera de pino de 15x5,2 cm, todo ello sujeto mediante bridas de nylon y alambre a montantes de barra corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro, hincados en el terreno cada 1,00 m. Incluso tapones de PVC, tipo seta, para la protección de los extremos de las armaduras. Amortizable las barras en 1 uso, la madera en 4 usos y los tapones protectores en 20 usos.			
	Longitud		120,00		
			120,00	13,59	1.630,80

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO(C.D.)	IMPORTE
YCU010	UD	EXTINTOR			
		Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, amortizable en 5 usos.			
	Unidades		6,00		
			6,00	10,32	61,92
YCR030	M	VALLADO PROVISIONAL DE SOLAR CON VALLAS TRASLADABLES			
		Vallado provisional de solar compuesto por vallas trasladables de 3,50x2,00 m, formadas por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x100 mm de paso de malla, con alambres horizontales de 5 mm de diámetro y verticales de 4 mm, soldados en los extremos a postes verticales de 40 mm de diámetro, acabado galvanizado, amortizables en 5 usos y bases prefabricadas de hormigón, de 65x24x12 cm, con 8 orificios, para soporte de los postes, amortizables en 5 usos, fijadas al pavimento con pletinas de 20x4 mm y tacos de expansión de acero. Malla de ocultación de polietileno de alta densidad, color verde, colocada sobre las vallas.			
	Longitud		15,00		
			15,00	10,80	162,00
YSV010	UD	SEÑAL PROVISIONAL DE OBRA			
		Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=90 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.			
	Longitud		4,00		
			4,00	12,54	50,16
YSS020	UD	CARTEL GENERAL INDICATIVO DE RIESGOS			
		Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 3 usos, fijado con bridas.			
	Unidades		2,00		
			2,00	7,40	14,80

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (C.D.)	IMPORTE
YSS030	UD	SEÑAL DE ADVERTENCIA, DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO			
		Señal de advertencia, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma triangular sobre fondo amarillo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.			
	Unidades		5,00		
			5,00	3,85	19,25
YSS031	UD	SEÑAL DE PROHIBICIÓN, DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO			
		Señal de prohibición, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma negro de forma circular sobre fondo blanco, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.			
	Unidades		2,00		
			2,00	3,85	7,70
YSS032	UD	SEÑAL DE OBLIGACIÓN, DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO			
		Señal de obligación, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma circular sobre fondo azul, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.			
	Unidades		2,00		
			2,00	3,85	7,70
YSS033	UD	SEÑAL DE EXTINCIÓN, DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO			
		Señal de extinción, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo rojo, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.			
	Unidades		2,00		
			2,00	4,21	8,42
YSS034	UD	SEÑAL DE EVACUACIÓN, SALVAMENTO Y SOCORRO, DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO			
		Señal de evacuación, salvamento y socorro, de PVC serigrafiado, de 297x210 mm, con pictograma blanco de forma rectangular sobre fondo verde, amortizable en 3 usos, fijada con bridas.			
	Unidades		3,00		
			3,00	4,21	12,63

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO (C.D.)	IMPORTE
YSB010	UD	BALIZA REFLECTANTE			
		Baliza reflectante para señalización, de chapa galvanizada, de 20x100 cm, de borde derecho de calzada, con franjas de color blanco y rojo y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos.			
	Unidades		2,00		
			2,00	5,16	10,32
YSB015	UD	BALIZA LUMINOSA			
		Baliza luminosa intermitente para señalización, de color ámbar, con lámpara Led, amortizable en 10 usos, alimentada por 2 pilas de 6 V 4R25.			
	Unidades		3,00		
			3,00	12,75	38,25
TOTAL					2.580,77

Bilbao, a 9 de Julio de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Inchausti Rodríguez', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a prominent loop at the end.

Fdo.: **Juan Inchausti Rodríguez**
Ingeniero en Tecnología de Minas
y Energía

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PLIEGO Nº 3- UNIDADES DE OBRA

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. PLIEGO Nº 1. PRESCRIPCIONES GENERALES.
2. PLIEGO Nº 2. MATERIALES.
3. PLIEGO Nº 3. UNIDADES DE OBRA.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PLIEGO Nº 1- PRESCRIPCIONES GENERALES

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PLIEGO. _____	4
1.1. DEFINICIÓN. _____	4
1.2. DOCUMENTOS Y NORMAS APLICABLES A LA OBRA. _____	4
2. DISPOSICIONES GENERALES. _____	4
2.2. DEFINICIONES. _____	5
2.3. DIRECCIÓN DE OBRA. _____	5
2.4. ORGANIZACIÓN, REPRESENTACIÓN Y PERSONAL DEL CONTRATISTA. _____	6
3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS. _____	9
3.1. DOCUMENTOS A ENTREGAR AL CONTRATISTA. _____	9
3.1.1. Documentos contractuales. _____	9
3.1.2. Documentos informativos. _____	10
3.1.3. Documentos que definen las obras y orden de prelación. _____	10
3.1.4. Cumplimiento de las ordenanzas y normativa vigentes. _____	10
3.2. PLANOS. _____	11
3.2.1. Planos complementarios y de nuevas obras. _____	11
3.2.2. Interpretación de planos. _____	11
3.2.3. Confrontación de planos y medidas. _____	11
3.2.4. Planos complementarios de detalle. _____	11
3.2.5. Planos de instalaciones afectadas. _____	12
3.2.6. Cortes geológicos del terreno. _____	12
3.2.7. Archivo de documentos que definen las obras. _____	12
3.3. CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO. _____	13
3.4. PERMISOS Y LICENCIAS. _____	14
3.5. RESPONSABILIDAD Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA. _____	14
4. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. _____	16
4.1. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. _____	16
4.2. PROGRAMA DE TRABAJOS. _____	16
4.3. ORDEN DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS. _____	17
4.4. EXAMEN DE LAS PROPIEDADES AFECTADAS POR LAS OBRAS. _____	18
4.5. SERVICIOS PÚBLICOS AFECTADOS, ESTRUCTURAS, INSTALACIONES Y LOCALIZACIÓN. _____	18

4.6. TERRENOS DISPONIBLES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS. _____	19
4.7. OCUPACIÓN, VALLADO DE TERRENOS Y ACCESOS PROVISIONALES A PROPIEDADES. _____	19
4.8. RECLAMACIONES DE TERCEROS. _____	20
5. DESARROLLO Y CONTROL DE LA OBRA. _____	21
5.1. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO PREVIO. _____	21
5.1.1. Elementos que se entregarán al contratista. _____	21
5.1.2. Plan de replanteo. _____	21
5.1.3. Replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales. _____	21
5.1.4. Replanteo y nivelación de los restantes ejes y obras de fábrica. _____	22
5.1.5. Comprobación del replanteo. _____	22
5.1.6. Responsabilidad de la comprobación del replanteo. _____	22
5.2. GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD. _____	23
5.2.1. Definición. _____	23
5.2.2. Programa de garantía del Contratista. _____	23

1. OBJETO DEL PLIEGO.

1.1. Definición.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especifican qué condiciones, tanto técnicas como generales, se requieren cumplir para la correcta ejecución de los trabajos de corrección del acantilado de Senokozuloa. También se determinarán las características que deben cumplir los materiales y la maquinaria a emplear en el presente proyecto.

1.2. Documentos y normas aplicables a la obra.

- Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.
- Planos.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).
- Reglamento Carreteras (RD 1812/1994)
- Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- ROM 0.5-05: Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias (2005).
- Norma Foral de Carreteras y Caminos de Gipuzkoa (BOG).
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
- Normas UNE de cumplimiento obligatorio en el Ministerio de Obras Públicas.
- Instrucción EH-08.
- Pliego de Prescripciones técnicas Generales para la Recepción de Cementos.
- Norma sismorresistente NCSE-94 R.D. 2543/1994 de 29 de Diciembre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT 2002.
- Normas NLT.
- Normas NTE.
- Todas aquellas normativas de obligado cumplimiento que no estén contempladas en el Pliego.

2. DISPOSICIONES GENERALES.

2.2. Definiciones.

A continuación se detallan los conceptos que deberán interpretarse de la siguiente manera, a excepción de modificación o rescisión explícita de alguno de ellos:

- Propiedad. La propiedad será el Ayuntamiento de Pasajes, incluyendo a sus empleados o representantes que estén debidamente autorizados por el mismo.
- Contratista. Será la empresa a la que se le adjudique el contrato de obra, por lo que dirigirá y ejecutará ésta, con sus empleados o mediante subcontratas en las que haya delegado.
- Proyecto. Referido a todo el conjunto de documentos que forman el “PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO”.
- Inspección. Son las personas o la empresa designada por la Propiedad, cuyo cometido es asegurar que los trabajos se ciñan a las condiciones especificadas en el Contrato de Obra.
- Dirección de Obra. Empresa o persona con las características que la Propiedad considere convenientes, que se dedicará a dirigir la práctica de la obra del Contrato de Obra.

2.3. Dirección de Obra.

El Director de obra es la persona con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de la obra contratada.

Las atribuciones que se asignen en este Pliego al Director de Obra, además de las asignadas por la legislación vigente, podrán ser delegadas y podrá contar con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos y que integrarán la Dirección de la Obra.

La inclusión en el presente Pliego de las expresiones Director de Obra y Dirección de Obra son conjuntamente ambivalentes, atendiendo a lo enunciado anteriormente.

Las funciones del Director de Obra, en cuanto a la dirección, control y vigilancia de las obras que afecten a sus relaciones con el Contratista son las siguientes:

- Demandar al Contratista el cumplimiento de las condiciones del contrato.
- Asegurar que el programa de trabajo se cumpla, ciñéndose a las cláusulas del proyecto aprobado, pudiendo realizar ciertas modificaciones previamente aprobadas.
- Especificar las condiciones técnicas que el Pliego de Prescripciones correspondiente deje sin definir con precisión.
- Aclarar los problemas técnicos que puedan aparecer a la hora de interpretar los planos, características de materiales o ejecución de unidades de obra.
- Expedir las nuevas propuestas, tras estudiar las incidencias o problemas que se hayan abordado, aconsejando la modificación del contrato.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en caso de urgencia o gravedad, la dirección inminente de determinadas operaciones o trabajos en curso. Para ello, el Contratista deberá tener el personal, material y maquinaria necesaria a su disposición.
- Comprobar que las certificaciones y las mediciones que presente el Contratista, cumplan lo especificado en los documentos del contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva, y redactar la liquidación de las obras, conforme a la legislación establecida.

El Contratista tendrá la obligación de colaborar con el Director de Obra para el cumplimiento adecuado de las funciones enumeradas.

2.4. Organización, representación y personal del Contratista.

El Delegado de Obra designado por el Contratista, con plena dedicación a la obra tendrá la titulación adecuada y la experiencia profesional suficiente, a juicio de la Dirección de Obra, teniendo que residir en la zona donde se vayan a efectuar los trabajos y éste no podrá ser sustituido sin previo aviso y confirmación por parte de la misma.

Tendrá que comunicar los nombres, condiciones y organismos adicionales de las personas que hayan de tener mando y responsabilidad en sectores de la obra, siendo obligado, al menos

a que haya un Ingeniero o Arquitecto Técnico al que también se le aplicara lo anteriormente indicado en cuanto a experiencia profesional, sustituciones de personas y residencia.

Con la oferta, el Contratista deberá incluir un organigrama designando el personal competente en la ejecución de cada uno de los distintos trabajos, dependiendo del tamaño de la obra podrá asignar varios trabajos a una misma persona.

Antes de iniciar los trabajos deberá comunicar por escrito el nombre del Delegado de Obra, que será la persona que estará al frente de la obra para representarle, según lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, y Pliegos de Licitación. También deberá comunicar el nombre del Jefe de Seguridad y Salud responsable de la misma.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos y en tanto no se cumpla este requisito.

Antes de iniciarse los trabajos, la representación del Contratista y la Dirección de Obra acordarán los detalles de sus relaciones, estableciéndose modelos y procedimientos para comunicación escrita entre ambos, transmisión de órdenes, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras. Las reuniones se celebrarán al menos semanalmente y cuantas veces establezca la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo cuando la marcha de los trabajos respecto al Plan de Trabajos así lo requiera a juicio de la Dirección de Obra. Se presumirá que existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

3.1. Documentos a entregar al Contratista.

Los documentos que la Dirección de Obra entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o informativo, como se indica a continuación.

3.1.1. Documentos contractuales.

Será de aplicación lo dispuesto en los artículos 82, 128 y 129 del Reglamento General de Contratación del Estado y en la cláusula 7 del pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras (Contratos del Estado).

Será documento contractual el programa de trabajo cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 128 del Reglamento General de Contratación o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Será documento contractual la Declaración de Impacto Ambiental, siendo ésta el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente, en el que, de conformidad con el artículo 4 del R.D.L. 1302/1986, se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada, y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Tendrán un carácter meramente informativo los estudios específicos realizados para obtener la identificación y valoración de los impactos ambientales. No así las Medidas Correctoras y Plan de Vigilancia recogidos en el proyecto de Construcción.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del proyecto, se hará constar así en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se regirán los incidentes de contratación con los otros documentos contractuales. No obstante lo anterior, el carácter contractual sólo

se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el artículo 82 del Reglamento General de Contratación del Estado.

3.1.2. Documentos informativos.

En general, suelen ser todos los documentos que se incluyen habitualmente en la Memoria del Proyecto, son documentos informativos, por lo que deberán aceptarse únicamente como información complementaria que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios. Por esta razón, en caso de que ocurran errores derivados de su defecto o negligencia en la obtención de todos los datos que afecten al contrato, al planeamiento y a la ejecución de la obra, la responsabilidad recaerá sobre el Contratista.

3.1.3. Documentos que definen las obras y orden de prelación.

Las obras quedan definidas por los Planos, los Pliegos de Prescripciones, los Cuadros de Precios y la normativa incluida presente Pliego.

A pesar de esto no es función de los Planos y Pliegos de Prescripciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que puede requerir la ejecución de las obras, así como tampoco es responsabilidad del Proyectista o del Director de Obra la ausencia de estos.

Para su ejecución serán llevados a cabo por el Contratista, de acuerdo con la normativa vigente y siguiendo criterios ampliamente aceptados en la realización de obras similares.

3.1.4. Cumplimiento de las ordenanzas y normativa vigentes.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que, por cualquier concepto, durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

3.2. Planos.

Las obras se realizarán de acuerdo con los Planos del Proyecto utilizado para su adjudicación y con las instrucciones y planos complementarios de ejecución que, con detalle suficiente para la descripción de las obras, entregará la Propiedad al Contratista.

3.2.1. Planos complementarios y de nuevas obras.

El Contratista deberá solicitar por escrito dirigido a la Dirección de Obra, los planos complementarios de ejecución necesarios para definir las obras que hayan de realizarse con treinta (30) días de antelación a la fecha prevista de acuerdo con el programa de trabajos o cuando sea necesario. Obras nuevas no estarán en el programa. Los planos solicitados en estas condiciones serán entregados al Contratista en un plazo no superior a quince (15) días.

3.2.2. Interpretación de planos.

Cualquier duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada por escrito al Director de Obra, el cual antes de quince (15) días dará explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los Planos.

3.2.3. Confrontación de planos y medidas.

El Contratista deberá confrontar inmediatamente después de recibidos todos los Planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier anomalía o contradicción. Las cotas de los Planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.

El Contratista deberá confrontar los diferentes Planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

3.2.4. Planos complementarios de detalle.

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sean necesarios para la correcta realización de las obras. Estos planos serán

presentados a la Dirección de Obra con quince (15) días laborables de anticipación para su aprobación y/o comentarios.

3.2.5. Planos de instalaciones afectadas.

Como durante la construcción de este tipo de obras es corriente que se encuentren servicios o instalaciones cuya existencia en el subsuelo no se conocía de antemano, es conveniente que quede constancia de las mismas. Por ello, se obliga al Contratista a presentar al finalizar cada tramo de obra, planos en los que se detallen todas las instalaciones y servicios encontrados, tanto en uso como sin utilización y conocidos previamente o no, con la situación primitiva u aquella en que queden después de la modificación si ha habido necesidad de ello, indicando todas las características posibles, sin olvidar la entidad propietaria de la instalación.

3.2.6. Cortes geológicos del terreno.

Con el fin de completar el conocimiento del subsuelo, el Contratista está obligado a ir tomando datos en todas las excavaciones que ejecute, de las clases de terreno atravesadas, indicando los espesores y características de las diversas capas, así como los niveles freáticos y demás detalles que puedan interesar para definir estos terrenos, sus planos de contacto, o deslizamiento, buzamiento, etc.

Todos estos datos los recopilará y al final de la obra, antes de la recepción provisional, los entregará a la Propiedad, en unión de un perfil longitudinal de situación de los detalles que sean precisos, en los que se señalarán claramente y resumidos dichos datos.

3.2.7. Archivo de documentos que definen las obras.

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa del Pliego de Prescripciones y de la normativa vigente, un juego completo de los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista y aceptados por la Dirección de Obra y de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junto con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Mensualmente y como fruto de este archivo actualizado, el Contratista está obligado a presentar una colección de los planos “As Built” o Planos de Obra Realmente Ejecutada, debidamente contrastada con los datos obtenidos conjuntamente con la Dirección de Obra, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

Los datos reflejados en los planos “As Built” deberán ser chequeados y aprobados por el responsable de Garantía de Calidad del Contratista.

La propiedad facilitará planos originales para la realización de este trabajo.

3.3. Contradicciones, omisiones o errores en la documentación del proyecto.

Lo mencionado en los Pliegos de Prescripciones Técnicas General y Particular y omitido en los planos, o viceversa, tendrá que ser ejecutado como si estuviese indicado en todos estos documentos mencionados, teniendo en cuenta con lo especificado en el resto de documentos del proyecto y a las normas generales.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y los Pliegos de Prescripciones prevalecerá lo prescrito en éstos últimos. En caso de tener que recurrir a documentación y normativa externa, la resolución de discrepancias entre lo establecido en dicha documentación se hará entendiendo como válida la prescripción más restrictiva, salvo manifestación expresa en contrario en el presente Proyecto.

Las omisiones en Planos y Pliegos o las descripciones erróneas de detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en los Planos y Pliegos o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados.

Para la ejecución de los detalles mencionados, el Contratista preparará unos croquis que dispondrá al Director de la Obra para su aprobación y posterior ejecución y abono.

En todo caso las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Libro de Órdenes.

3.4. Permisos y licencias.

La Propiedad facilitará los Permisos y Licencias tanto Municipales como de otros Organismos oficiales que sean precisas al Contratista para la construcción de la obra y le prestará su apoyo en los demás casos, en que será obtenidas por el Contratista sin que esto de lugar a responsabilidad adicional o de abono por parte de la Propiedad.

3.5. Responsabilidad y obligaciones del Contratista.

Cuando el trazado afecta a zonas urbanas, deberá atenderse el contratista no solamente a las presentes prescripciones, sino a las que dicte el Excelentísimo Ayuntamiento al autorizar la ejecución de estas obras. Las autorizaciones precisas se solicitarán por la Propiedad a petición del Contratista, siendo a cuenta de éste cuantos gastos se originen con este motivo, así como los cerramientos y todos los restantes que ocasionen las medidas impuestas por el Ayuntamiento.

En todo caso, se procurará por todos los medios, reducir todo lo posible las perturbaciones en el tránsito de las zonas aledañas, a los peatones y a los servicios e instalaciones existentes y se cuidará el Contratista de que la obra presente un aspecto limpio, decoroso y libre de peligro para el público. Al concluir la obra se deberá eliminar las instalaciones provisionales y dejará la zona de trabajo libre de escombros y materiales sobrantes. Además sus alrededores deberán quedar completamente limpios y en las condiciones previas al comienzo de las obras.

A los efectos de lo determinado en los párrafos anteriores, el Contratista establecerá el personal de vigilancia competente y en la cantidad necesaria para que evite cualquier posible negligencia o imprudencia que pueda dificultar el tráfico o dar lugar a accidentes, siendo

responsable el Contratista de los que, por incumplimiento de esta previsión, pueda producirse.

4. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

4.1. Plazo de ejecución de las obras.

Las obras a que se refiere el presente Pliego de Prescripciones Técnicas deberán quedar terminadas en el plazo que se señala en las condiciones de la licitación para la ejecución por contrata, o en el plazo que el Contratista hubiese ofrecido con ocasión de dicha licitación y fuese aceptado por el contrato subsiguiente. Lo anteriormente indicado es asimismo aplicable para los plazos parciales si así se hubieran hecho constar.

Todo plazo comprometido comienza al principio del día siguiente al de la firma del acta o del hecho que sirva de punto de partida a dicho plazo. Cuando se fija en días, éstos serán naturales y el último se computará como entero.

Cuando el plazo se fije en meses, se contará de fecha a fecha salvo que se especifique de qué mes del calendario se trata. Si no existe la fecha correspondiente en la que se finaliza, éste terminará el último día de ese mes.

4.2. Programa de trabajos.

El Contratista está obligado a presentar un programa de trabajos. Dicho programa indicara los plazos y formas de ejecución de los trabajos. Esto vendrá recogido en los pliegos de licitación, o en su defecto 30 días después de la comunicación de la Adjudicación.

El programa de trabajos tendrá que estar completamente argumentado, contemplando los plazos de llegada de los materiales y medios auxiliares a la obra, y la relación de las operaciones que se llevarán a cabo. También se tendrán que tener en cuenta las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal en las que se podrán desarrollar los trabajos. Éstos últimos serán en general los estimables según cálculos estadísticos de probabilidades, siendo obligatorio ajustarse al plazo definido en la licitación o al menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

El programa se representará en dos diagramas:

- Especificación de los espacios-tiempos de la obra a efectuar.

- Diagrama de barras ordenando las distintas partes del proyecto, estimando el día-calendario los plazos de ejecución de la misma, y la indicación de la valoración máxima mensual y acumulada.

La Dirección de Obra y el Contratista revisarán mensualmente la progresión real de los trabajos contratados y los programas parciales a realizar en el período siguiente. Estas revisiones en ningún caso eximirán al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en la adjudicación.

En caso de fallo de alguna maquinaria y medios auxiliares de toda el Contratista está obligado a mantener en obra y en servicio cuantos sean precisos para el cumplimiento de los objetivos intermedios y finales. Las demoras derivadas de la corrección de los defectos que pudiera tener la maquinaria así como el programa de trabajo propuesto por el Contratista, no eximirán en ningún caso al Contratista de los retrasos que esto suponga respecto al plan acordado, así como tampoco supondrá una ampliación del tiempo total de desarrollo de las labores.

4.3. Orden de iniciación de las obras.

La fecha de iniciación de las obras será aquella que conste en la notificación de adjudicación y respecto de ella se contarán tanto los plazos parciales como el total de ejecución de los trabajos.

El Contratista iniciará las obras tan pronto como reciba la orden del Director de Obra y comenzará los trabajos en los puntos que se señalen, para lo cual será preceptivo que se haya firmado el acta de comprobación de replanteo y se haya aprobado el programa de trabajo por el Director de Obra.

4.4. Examen de las propiedades afectadas por las obras.

Es obligación del Contratista agrupar la información apropiada sobre el estado de las propiedades, instalaciones y servicios antes de empezar las obras, si pueden ser afectadas por las mismas, o causar de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades, instalaciones y servicios próximos.

El Director de Obra de acuerdo con los propietarios establecerá el método de recopilación de la información sobre el estado de las propiedades y las necesidades de empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista presentará al Director de Obra un informe debidamente documentado sobre el estado actual de las propiedades, terrenos y servicios, de acuerdo con los apartados anteriores.

4.5. Servicios públicos afectados, estructuras, instalaciones y localización.

La situación de los servicios y propiedades que se indica en los planos ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía sobre la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios y propiedades que no hayan podido ser detectados.

El Contratista, consultará antes del comienzo de la obra a los afectados sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños.

El Contratista tomará medidas para el desvío o retirada de servicios que puedan exigir su propia conveniencia o el método constructivo. En este caso requerirá previamente la aprobación del afectado y del Director de Obra.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto el Contratista lo notificará inmediatamente por escrito al Director de Obra.

4.6. Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos.

El Contratista tendrá a su disposición los espacios aledaños al tajo, definidos expresamente en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Así mismo, tendrá la responsabilidad reponer estos terrenos al estado anterior al inicio de las obras, reparando los posibles deterioros causados.

También será de cuanta del Contratista la provisión de los espacios y accesos provisionales que, no estando indicados en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de los trabajos.

4.7. Ocupación, vallado de terrenos y accesos provisionales a propiedades.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos procederá a su vallado si así estuviera previsto en el Proyecto o lo exigiese la Dirección de Obra. El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que se terminen las obras en la zona afectada.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados y proveerá un acceso alternativo.

El Contratista ejecutará los accesos provisionales que determine el Director de Obra a las propiedades adyacentes cuyo acceso sea afectado por los trabajos o vallados provisionales.

Los vallados y accesos provisionales y las reposiciones necesarias no serán objeto de abono independiente y, por tanto, son por cuenta del Contratista.

4.8. Reclamaciones de terceros.

Todas las reclamaciones por daños que reciba el Contratista, así como cualquier accidente o daño que suceda en la ejecución de los trabajos, serán notificadas por escrito y sin demora al Director de Obra.

El Contratista tomará las medidas necesarias para impedir cualquier tipo de daño a terceros, y atenderá lo antes posible las reclamaciones de propietarios y afectados que sean aceptadas y comunicadas por escrito por el Director de Obra.

Si se produjese algún daño a terceros, el Contratista deberá informar al Director de Obra y a los afectados. El Contratista deberá reponer el bien con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

5. DESARROLLO Y CONTROL DE LA OBRA.

5.1. Comprobación del replanteo previo.

5.1.1. Elementos que se entregarán al contratista.

Como acto inicial de los trabajos, la Dirección de Obra y el Contratista comprobarán e inventariarán las bases de replanteo que han servido de soporte para la realización del Proyecto. Solamente se considerarán como inicialmente válidas aquellas marcadas sobre monumentos permanentes que no muestren señales de alteración.

Mediante un acta de reconocimiento, el Contratista dará por recibidas las bases de replanteo que se hayan encontrado en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de este momento será responsabilidad del Contratista la conservación y mantenimiento de las bases, debidamente referenciadas y su reposición con los correspondientes levantamientos complementarios.

5.1.2. Plan de replanteo.

El Contratista, en base a la información del Proyecto, e hitos de replanteo conservados, elaborará un plan de replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

Este programa se entregará al Director de Obra para su aprobación, inspección y comprobación de los trabajos de replanteo, por la Dirección de Obra, si lo considera oportuno.

5.1.3. Replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales.

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obra como válidas para la ejecución de los trabajos.

Asimismo ejecutará los trabajos de nivelación necesarios para asignar la correspondiente cota de elevación a los puntos característicos.

La ubicación de los puntos característicos se realizará de forma que pueda conservarse dentro de lo posible en situación segura durante el desarrollo de los trabajos.

5.1.4. Replanteo y nivelación de los restantes ejes y obras de fábrica.

El Contratista situará y construirá los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle de los restantes ejes y obras de fábrica.

La situación y cota quedará debidamente referenciada respecto a las bases principales de replanteo.

5.1.5. Comprobación del replanteo.

La Dirección de Obra, en presencia del Jefe de Obra o del responsable del equipo de topografía del Contratista, antes del inicio de la obra y en el plazo de un mes desde la adjudicación de los trabajos, comprobará el replanteo realizado por el Contratista incluyendo como mínimo el eje principal de los diversos tramos de obra y de las obras de fábrica así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

El Contratista transcribirá y el Director de Obra autorizará con su firma el texto del Acta de Comprobación del Replanteo y el Libro de Órdenes.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al acta.

5.1.6. Responsabilidad de la comprobación del replanteo.

Será responsabilidad del Contratista la realización de los trabajos incluidos en el plan de replanteo, así como todos los trabajos de topografía precisos para la ejecución de las obras,

conservación y reposición de hitos, excluyéndose los trabajos de comprobación realizados por la Dirección de Obra.

Los trabajos, responsabilidad del Contratista, anteriormente mencionados, serán a su costa y por lo tanto se considerarán repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

5.2. Garantía y control de calidad.

5.2.1. Definición.

Se entenderá por garantía de calidad el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proveer la confianza adecuada de que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyen de acuerdo con el contrato, códigos, normas y especificaciones de diseño.

La garantía de calidad incluye el control de calidad el cual comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad está de acuerdo con los requisitos predeterminados. El control de calidad de una obra comprende los aspectos siguientes:

- Calidad de materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

5.2.2. Programa de garantía del Contratista.

Una vez adjudicada la oferta y un mes antes de la fecha programada para el inicio de los trabajos, el Contratista enviará a la Dirección de Obra un programa de Garantía de Calidad.

La Dirección de Obra evaluará el programa y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

El programa de garantía de calidad comprenderá como mínimo la descripción de los siguientes conceptos:

5.2.2.1. Organización.

Se incluirá en este apartado un organigrama funcional y nominal específico para el contrato.

El organigrama incluirá la organización específica de garantía de calidad acorde con las necesidades y exigencias de la obra. Los medios, ya sean propios o ajenos, estarán adecuadamente homologados.

El responsable de garantía de calidad del Contratista tendrá una dedicación exclusiva a su función.

5.2.2.2. Procedimientos, Instrucciones y Planos.

Todas las actividades relacionadas con la construcción, inspección y ensayo, deben ejecutarse de acuerdo con instrucciones de trabajo, procedimientos, planos u otros documentos análogos que desarrollen detalladamente lo especificado en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

El programa contendrá una relación de tales procedimientos, instrucciones y planos que, posteriormente serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos.

5.2.2.3. Control de materiales y servicios comprobados.

El Contratista realizará una evaluación y selección previa de proveedores que deberá quedar documentada y será sometida a la aprobación de la Dirección de Obra.

La documentación a presentar para cada equipo o material propuesto será como mínimo la siguiente:

- Plano de equipo.
- Plano de detalle.

- Documentación complementaria suficiente para que el Director de la Obra pueda tener la información precisa para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Materiales que componen cada elemento del equipo.
- Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
- Procedimiento de montaje.
- Procedimiento de construcción.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuales de ellas deben realizarse en banco y cuales en obra.

Asimismo, realizará la inspección de recepción en la que se compruebe que el material está de acuerdo con los requisitos del Proyecto, emitiendo el correspondiente informe de inspección.

5.2.2.4. Manejo, almacenamiento y transporte.

El programa de garantía de calidad a desarrollar por el Contratista deberá tener en cuenta los procedimientos e instrucciones propias para el cumplimiento de los requisitos relativos al transporte, manejo y almacenamiento de los materiales y componentes utilizados en la obra.

5.2.2.5. Procesos especiales.

Los procesos especiales tales como soldaduras, ensayos, pruebas etc., serán realizados y controlados por personal cualificado del Contratista, utilizando procedimientos homologados de acuerdo con los códigos, normas y especificaciones aplicables.

El programa definirá los medios para asegurar y documentar tales requisitos.

5.2.2.6. Inspección de obra por parte del Contratista.

El Contratista es responsable de realizar los controles, ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el presente Pliego.

El programa deberá definir la sistemática a desarrollar por el Contratista para cumplir este apartado.

5.2.2.7. Gestión de la documentación.

Se asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la obra, de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades incluidos en el programa de garantía de calidad.

El Contratista definirá los medios para asegurarse que toda la documentación relativa a la calidad de la construcción es archivada y controlada hasta su entrega a la Dirección de Obra.

5.2.3. Planes de Control de Calidad y Programas de Puntos de Inspección.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un plan de control de calidad por cada actividad o fase de obra con un mes de antelación a la fecha programada de inicio de la actividad o fase.

La Dirección de Obra evaluará el plan de control de calidad y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

Las actividades o fases de obra para las que se presentará plan de control de calidad, serán entre otras, las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materiales.
- Recepción y almacenamiento de mecanismos.
- Obras de fábrica.
- Fabricación y transporte de hormigón. Colocación en obra, protecciones y curado.
- Ejecución de cables de tesado.
- Instalaciones eléctricas.
- Etc.

El plan de control de calidad incluirá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos cuando sean aplicables:

- Descripción y objeto del plan.
- Códigos y normas aplicables.
- Materiales a utilizar.

- Planos de construcción.
- Procedimientos de construcción.
- Procedimientos de inspección, ensayo y pruebas.
- Proveedores y subcontratistas.
- Embalaje, transporte y almacenamiento.
- Marcado e identificación.
- Documentación a generar referente a la construcción, inspección, ensayos y pruebas.

Adjunto al plan de control de calidad se incluirá un programa de puntos de inspección, documento que consistirá en un listado secuencial de todas las operaciones de construcción, inspección, ensayos y pruebas a realizar durante toda la actividad o fase de obra.

Para cada operación se indicará, siempre que sea posible, la referencia de los Planos y procedimientos a utilizar, así como la participación de las organizaciones del Contratista en los controles a realizar. Se dejará un espacio en blanco para que la Dirección de Obra pueda marcar sus propios puntos de inspección.

Una vez finalizada la actividad o fase de obra, existirá una evidencia (mediante protocolos o firmas en el programa de puntos de inspección) de que se han realizado todas las inspecciones, pruebas y ensayos programados por las distintas organizaciones implicadas.

5.2.4. Abono de los costos del sistema de Garantía de Calidad.

Los costes que conlleve al Contratista cumplimentar el Manual de Garantía de Calidad y del Pliego de Prescripciones, correrán por cuenta de éste y se asume que vienen incluidos en los precios del proyecto. Es decir, que todo ensayo de Control de Calidad necesario para cumplir con los requisitos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas o de la normativa general que sea de aplicación al presente proyecto, serán de cuenta del Contratista.

5.2.5. Nivel de Control de Calidad.

En los artículos correspondientes del presente Pliego o en los Planos, se especifican el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para

controlar la calidad de los trabajos. Se entiende que el número fijado de ensayos es mínimo y que en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquél que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de la calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el proyecto.

5.2.6. Inspección y Control de Calidad por parte de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra, por su cuenta, podrá mantener un equipo de inspección y control de calidad de las obras y realizar ensayos de homologación y contradictorios.

La Dirección de Obra, para la realización de dichas tareas con programas y procedimientos propios, tendrá acceso en cualquier momento a todos los tajos de la obra, fuentes de suministro, fábricas y procesos de producción, laboratorios y archivos de control de calidad del Contratista o subcontratista del mismo.

El Contratista suministrará a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados, y dará facilidades necesarias para ello.

El coste de la ejecución de estos ensayos contradictorios será por cuenta de la Administración si como consecuencia de los mismos el suministro, material o unidad de obra cumple las exigencias de calidad.

Los ensayos serán por cuenta del Contratista en los siguientes casos:

- Si como consecuencia de los ensayos el suministro, material o unidad de obra es rechazado.
- Si se trata de ensayos adicionales propuestos por el Contratista sobre suministros, materiales o unidades de obra que hayan sido previamente rechazados en los ensayos efectuados por la Dirección de Obra.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PLIEGO N° 2- MATERIALES

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. GENERALIDADES DE LOS MATERIALES.	4
2. ORIGEN DE LOS MATERIALES.	5
3. ENSAYOS Y PRUEBAS.	6
4. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.	10
5. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PLIEGO.	11
6. MATERIALES.	12
6.1. CANAL DE DRENAJE SIN REVESTIR.	12
6.1.1. Definición y características de los elementos.	12
6.1.1.1. Condiciones generales.	12
6.1.2. Condiciones de los elementos.	13
6.1.3. Unidad y criterios de medición.	13
6.1.4. Normativa de obligado cumplimiento.	13
6.1.5. Condiciones de control.	14
6.1.6. Recomendaciones.	15
6.2. ANCLAJES.	15
6.2.1. Cordón para armaduras activas.	15
6.2.1.1. Definición y condiciones de los elementos.	15
6.2.1.1.1. Características generales.	15
6.2.1.2. Unidad y criterio de medición.	17
6.2.1.3. Normativa de cumplimiento obligatorio.	17
6.2.1.4. Condiciones de control.	17
6.2.1.5. Recomendaciones.	20
6.2.2. Lechada de cemento.	21
6.2.2.1. Definición y condiciones de los elementos.	21
6.2.2.2. Condiciones de los elementos.	23
6.2.2.3. Unidad y criterio de medición.	23
6.2.2.4. Normativa de cumplimiento obligatorio.	23
6.2.2.5. Condiciones de control.	24
6.2.2.6. Recomendaciones.	24
6.3. HORMIGONADO DE TALUDES.	25

6.3.1. Definición y condiciones de control. _____	25
6.3.1.1. Condiciones generales. _____	25
6.3.2. Condiciones de los elementos. _____	26
6.3.3. Unidad y criterio de medición. _____	27
6.3.4. Normativa de cumplimiento obligatorio. _____	27
6.3.5. Condiciones de control. _____	28

1. GENERALIDADES DE LOS MATERIALES.

Todos los materiales serán adecuados para su aplicación en la obra y serán de la mejor calidad en su clase de entre los existentes en el mercado.

Aunque por sus características o por su menor importancia relativa no hayan sido especificados explícitamente en el presente proyecto, su utilización quedará condicionada a la aprobación de la Dirección de Obra, que podrá determinar las pruebas o ensayos de recepción que están adecuados al efecto.

Los materiales serán de igual o mejor calidad que la que pudiera deducirse de su procedencia, valoración o características, citadas en algún documento del Proyecto, se sujetarán a normas oficiales o criterios de buena fabricación del ramo y el Director de Obra podrá exigir su suministro por firma que ofrezca las adecuadas garantías.

Las cifras de pesos o volúmenes de materiales figuran en las unidades compuestas del cuadro de precios, servirán sólo para el conocimiento del coste de estos materiales acopiados a pie de obra, pero por ningún concepto tendrán valor a efectos de definir las proporciones de las mezclas ni el volumen necesario en acopios para conseguir la unidad de éste, compactada en obra.

2. ORIGEN DE LOS MATERIALES.

Los materiales que se vayan a necesitar para la ejecución de las obras tendrán que ser suministradas por el Contratista, a excepción de los materiales que estén indicados en el Pliego de Licitación como materiales a suministrar por otros.

Los materiales tendrán que proceder de manera directa y exclusiva de los lugares, fábricas o marcas escogidas por el Contratista y que hayan pasado por la aprobación de la Dirección de Obra.

La aceptación inicial de los materiales no excluye que puedan ser rechazados con posterioridad por no cumplir las características requeridas al realizar los ensayos correspondientes.

3. ENSAYOS Y PRUEBAS.

Los ensayos, análisis o pruebas a que hayan de someterse los materiales se realizarán en la forma y con la frecuencia que indica en este Pliego o, en su defecto, siguiendo las instrucciones del Director de Obra.

Será obligación del Contratista avisar al Director de Obra, con la antelación suficiente, del acopio de los materiales que pretende utilizar en la ejecución de las obras, para que puedan ser realizados a tiempo los ensayos oportunos.

El coste de estos ensayos será de cuenta del Contratista, hasta un importe máximo del 1% del presupuesto de la obra. Si el Contratista no se muestra conforme con los resultados, los análisis y ensayos podrán repetirse en un laboratorio oficial, siendo los gastos de su cuenta si se llega a la conclusión de que los materiales en cuestión son rechazables.

Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados o no aprobados por el Director de Obra, podrá ser considerado como de ejecución defectuosa.

A continuación se van a enumerar algunos de los ensayos que se exigirán al Contratista para asegurar la calidad de los materiales empleados:

- Ensayo de agua para morteros y hormigones:
 - Toma de una muestra de agua para pastar morteros y hormigones, según la norma UNE 83951.
 - Determinación del contenido total de sulfatos, expresado en iones SO₄ de una muestra de agua para pastar morteros y hormigones, según la norma UNE 83956.
 - Determinación del contenido de sustancias orgánicas, aceites y grasas solubles en éter de una muestra de agua para pastar morteros y hormigones, según la norma UNE 7235.

- Determinación del contenido de magnesio por el método de la valoración complexométrica de una muestra de agua para pastar morteros y hormigones, según la norma UNE 83955.
- Determinación de la densidad del agua total de una muestra de agua para pastar morteros y hormigones, según EHE-08.
- Ensayo de áridos para hormigones:
 - Determinación del contenido de terrones de arcilla de una muestra de áridos para elaborar hormigones, según la norma UNE 7133.
 - Determinación del contenido de partículas blandas de una muestra de áridos gruesos para elaborar hormigones, según la norma UNE 7134.
 - Determinación del coeficiente de friabilidad de una muestra de arena para elaborar hormigones, según la norma UNE 83115.
- Ensayo de cemento:
 - Toma de una muestra de cemento, según la norma UNE-EN 196-7.
 - Determinación por ensayo físico, de la finura de molido, mediante el permeabilímetro de Blaine de una muestra de cemento, según la norma UNE-EN 196-6.
 - Determinación por análisis químico, de la pérdida de calcinación de una muestra de cemento, según la norma UNE-EN 196-2.
 - Determinación por análisis químico, del contenido de óxido de aluminio de una muestra de cemento, según la norma UNE-EN 196-2.
 - Determinación cuantitativa de los componentes de una muestra de cemento, según la norma UNE 80216.
- Ensayo de hormigón:
 - Medida de la consistencia, por el método de cono de Abrams de una muestra de hormigón fresco, según la norma UNE-EN 12350-2.
 - Muestreo, realización de cono de Abrams, elaboración de las probetas, curado y ensayo a compresión de una serie de cinco probetas cúbicas de 15x15x15 cm, según la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2, UNE-EN 12390-3.

- Reconocimiento esclerométrico en un punto (índice de rebote), para el estudio de la calidad de un hormigón endurecido, según la norma UNE-EN 12504-2, para un número mínimo de determinaciones conjuntas igual a 20.
- Determinación de la densidad en fresco de una muestra de hormigón fresco, según la norma UNE-EN 12350-6.
- Elaboración, curado y ensayo a flexotracción de una probeta prismática de 15x15x60 cm adicional a la serie, según la norma UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2, UNE-EN 12390-5.
- Ensayo de mortero:
 - Toma de una muestra de mortero fresco, según la norma UNE-EN 1015-2.
 - Medida de la consistencia por el método alternativo de una muestra de mortero fresco, según la norma UNE-EN 1015-4.
 - Determinación de la densidad aparente de una muestra de mortero fresco, según la norma UNE-EN 1015-6.
 - Elaboración, curado, ensayo a flexión y compresión de una serie de seis probetas prismáticas de 160x40x40 mm, según la norma UNE-EN 1015-11.
 - Determinación de la capacidad de retención de agua de una muestra de mortero fresco, según la norma UNE 83816.
- Ensayo de aditivos y adiciones para hormigón, mortero y lechada:
 - Toma de una muestra de ceniza volante, según la norma UNE 83421.
 - Determinación de la finura de molido de una muestra de ceniza volante, según la norma UNE-EN 451-2.
 - Determinación del residuo seco a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ de una muestra de aditivo líquido para la elaboración de hormigones y morteros, según la norma UNE-EN 480-8.
 - Determinación del contenido de compuestos de azufre de una muestra de aditivo para la elaboración de hormigones y morteros, según la norma UNE 83211.
 - Determinación del contenido de cloruros de una muestra de adición de microsílíce, según la norma UNE-EN 196-2.
- Ensayo de productos para inyecciones en estructuras pretensadas:

- Ensayo de estabilidad con determinación de la exudación y variación de volumen de la inyección de lechada, según Anejo 5 de la EHE-08.
- Fluidez por el método del cono de una lechada de cemento, según la norma UNE-EN 445.
- Control del proceso de inyección de una lechada de cemento.
- Ensayo de armaduras activas:
 - Determinación de las características geométricas de una probeta de alambre para armaduras activas, según norma UNE 36094.
 - Determinación de las características geométricas de una probeta de cordón de 7 alambres para armaduras activas, según norma UNE 36094.
 - Ensayo a tracción de una probeta de cordón fijado con mordazas, según norma UNE 7326.
 - Ensayo a tracción de una probeta de cordón fijado con mazarotas de metal fundido, según norma UNE 7326.
 - Ensayo de doblado-desdoblado de una probeta de alambre para armaduras activas, según norma UNE-EN ISO 15630-3.
- Ensayo de material para preteado y postesado:
 - Ensayo bajo carga estática del conjunto tendón-anclaje, según la norma UNE 41184.
 - Ensayo bajo cargas dinámicas del conjunto tendón-anclaje, según la norma UNE 41184.
 - Ensayo de transferencia de carga sobre un dispositivo de anclaje, según la norma UNE 41184.
- Ensayo de bulón:
 - Determinación de las características geométricas de bulones de acero.
 - Prueba simple de tesado de un bulón, según la norma UNE-EN 1537.
 - Determinación del grado de aislamiento del tendón del anclaje respecto al terreno y la estructura, según la norma UNE-EN 1537.
 - Ensayo de arranque o ruptura de un bulón, para un número mínimo de determinaciones conjuntas igual a 5.
 - Ensayo de tracción sin arranque de un bulón.

4. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO.

Los materiales serán transportados desde su origen a los lugares de acopio o de utilización, mediante los vehículos adecuados para cada uno de los distintos tipos, de manera que se garantice el mantenimiento de su aptitud y propiedades de los mismos para su utilización en el presente proyecto.

El transporte de todos y cada uno de los materiales se realizará de acuerdo con las disposiciones existentes en materia de transporte, y con especial atención a las normas de seguridad, y a evitar cualquier caída o deterioro de los materiales transportados, disponiéndose de las medidas oportunas para garantizar dichos aspectos.

El almacenamiento de los materiales por parte del Contratista se realizará en tiempo, modo y lugar fijado por el Pliego de Condiciones Técnicas o, en su defecto, bajo el conocimiento y aceptación del Director de Obra, garantizándose el mantenimiento de las propiedades y aptitudes de los mismos.

La Dirección de Obra podrá llevar a cabo las inspecciones oportunas del almacenamiento, pudiendo, si se considera oportuno, ordenar el uso de otras zonas o instalaciones más adecuadas.

El Contratista estará obligado a la obtención de los permisos y licencias oportunas que el almacenamiento propuesto pueda requerir.

5. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PLIEGO.

Los materiales que se tengan que emplear pero no hayan sido incluidos en el Pliego, serán de primera calidad, y el Contratista tendrá que presentar todos los catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes que se crean oportunos, para obtener la aprobación de la Dirección Facultativa de las obras. Si la información no se considerara suficiente, podrán exigirse los ensayos necesarios en los materiales a utilizar, con independencia del control de calidad.

La Dirección de Obra podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan, la calidad y condiciones necesarias para el fin al que han de ser destinados.

Los materiales considerados como no especificados sólo podrán utilizarse después de haber sido reconocidos por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen las condiciones exigidas para conseguir debidamente el objeto que motiva su empleo. Todo material que haya sido rechazado será retirado de la obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Director de Obra para su permanencia.

6. MATERIALES.

6.1. Canal de drenaje sin revestir.

El drenaje se hará mediante una cuneta con pieza triangular prefabricada de hormigón de 50 cm de anchura y 25cm de altura, colocada con mortero de cemento sobre lecho de hormigón.

6.1.1. Definición y características de los elementos.

Ejecución de las operaciones necesarias para la formación de cunetas.

Se ha considerado la siguiente unidad de obra:

Formación de cuneta con piezas de hormigón prefabricado, colocadas con mortero, sobre lecho de hormigón.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Cuneta con piezas colocadas con mortero:

- Colocación y comprobación de la superficie de asiento.
- Colocación de la capa de mortero.
- Colocación de las piezas.
- Colocación de mortero en las juntas.
- Limpieza de la superficie acabada.

6.1.1.1. Condiciones generales.

Se ajustará a las alineaciones previstas.

Tendrá un aspecto uniforme y sin defectos.

Tolerancias de ejecución:

- Replanteo: ± 10 mm (no acumulativos)

- Nivel: ± 10 mm
- Planeidad: ± 4 mm/2 m

Las piezas no estarán rotas, desportilladas o manchadas.

Las piezas formarán una superficie plana y uniforme, estarán bien asentadas, colocadas a tope y en alineaciones rectas.

Las juntas entre las piezas han de quedar rejuntadas con mortero de cemento.

6.1.2. Condiciones de los elementos.

El soporte tendrá el grado de compactación adecuado y las rasantes previstas.

Grado de compactación (ensayo PM): $\geq 95\%$

Se trabajará a una temperatura ambiente que oscile entre los 5°C y los 40°C y sin lluvias.

Se colocarán al pique sobre una capa de mortero o sobre lecho de hormigón.

No se puede pisar la rigola después de haberse enlechado hasta pasadas 24 h en verano y 48 h en invierno.

6.1.3. Unidad y criterios de medición.

Metros de longitud medida según las especificaciones de la DT.

6.1.4. Normativa de obligado cumplimiento.

Orden de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG 3/75)

Orden FOM/1382/2002 de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.

Orden de 14 de mayo de 1990 por la que se aprueba la Instrucción de carreteras 5.2-1C «Drenaje superficial».

6.1.5. Condiciones de control.

Control de ejecución. Operaciones de control:

- Los puntos de control más destacables son los siguientes:
- Control de ejecución del lecho de hormigón sobre el que se colocan las piezas de cuneta.
- Control del aspecto de las piezas antes de su colocación.
- Inspección visual del procedimiento de ejecución, de acuerdo a las condiciones del pliego y al procedimiento adoptado

Control de la obra acabada. Operaciones de control:

Los puntos de control más destacables son los siguientes:

- Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.
- Inspección visual de la unidad acabada.
- Comprobación topográfica de las alineaciones y condiciones generales de acabado.

Criterios de toma de muestras:

Los controles se realizarán según las instrucciones de la DF.

Interpretación de resultados y actuaciones en caso de incumplimiento:

Corrección por parte del contratista de las irregularidades observadas.

6.1.6. Recomendaciones.

Para los canales de hormigón prefabricado se recomienda emplear el Canal F250K00R de Ulma o similar, con una rejilla nervada de fundición dúctil C-250.

6.2. Anclajes.

6.2.1. Cordón para armaduras activas.

6.2.1.1. Definición y condiciones de los elementos.

Acero en cordones para armaduras activas de elementos de hormigón.

Se han considerado el siguiente tipo:

- Acero en cordones adherentes para tesar.

6.2.1.1.1. Características generales.

En el caso de que el material se utilice en obra pública, los materiales deben ser de calidad certificada o puedan acreditar un nivel equivalente, según las normas aplicables a los estados miembros de la Unión Europea o de la Asociación Europea de Libre Cambio.

También, en este caso, se procurará, que dichos materiales dispongan de la etiqueta ecológica europea, regulada en el Reglamento 880/1992/CEE o bien otros distintivos de la Comunidad Europea.

La armadura estará limpia, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo o cualquier otra materia perjudicial.

No se admitirán alambres o cordones oxidados, a no ser que dispongan de una ligera capa de óxido superficial no adherente.

Los fabricantes deben garantizar, como mínimo, las características siguientes:

- Carga unitaria a tracción.

- Límite elástico.
- Alargamiento en carga máxima.
- Aptitud al doblado alternativo (solo para alambres).
- Relajación.

ACERO EN ALAMBRES PARA ARMADURAS ACTIVAS:

Sección maciza procedente de estirado en frío o trefilado de alambre suministrado normalmente en rollo.

Los valores de diámetro nominal se deben ajustar a la serie (UNE 36-094): 3-4-5-6-7-7,5-8-9,4-10

Características mecánicas de los alambres (UNE-EN ISO 15630-3):

- Carga unitaria máxima:

+-----+		
! Designación !	! Serie de diámetros !	! Carga unitaria !
! !	! nominales !	! máxima f máx. (N/mm2) !
!-----!		
! Y 1570 C !	! 9,4 - 10 !	! ≥ 1570 !
! Y 1670 C !	! 7 - 7,5 - 8 !	! ≥ 1670 !
! Y 1770 C !	! 3 - 4 - 5 - 6 !	! ≥ 1770 !
! Y 1860 C !	! 4 - 5 !	! ≥ 1860 !
+-----+		

- Límite elástico f_y : $85\% f_{máx} \leq f_y \leq 95\% f_{máx}$
- Alargamiento (carga máxima sobre base de longitud ≥ 200 mm): $\geq 3,5\%$
- Estricción a ruptura:
 - Alambres lisos: $\geq 25\%$
 - Alambres grafilados: a simple vista
- Ensayo doblado-desdoblado (UNE-EN ISO 15630-3) Pérdida de resistencia a tracción en alambres de D 5 mm o sección equivalente: 5%
- Número mínimo de doblados-desdoblados que tiene que soportar el alambre:

- Para obras hidráulicas o en ambientes corrosivos: 7
 - Alambres lisos: 4
 - Alambres graficados: 3
- Relajamiento al cabo de 1000 h a 20°C ±1°C para una tensión inicial del 70% de la carga unitaria máxima real: ≤ 2,5%
- Tolerancias:
 - Módulo de elasticidad: ± 7%

Las características geométricas y sus tolerancias deben ser las especificadas en la UNE 36094.

6.2.1.2. Unidad y criterio de medición.

Unidad de medición: la indicada en la descripción del elemento.

Criterio de medición: cantidad necesaria suministrada en la obra.

6.2.1.3. Normativa de cumplimiento obligatorio.

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

UNE 36094:1997 Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.

UNE 36098-1/1M:1994 Cordones de 7 alambres de acero para armaduras de hormigón pretensado. Parte 1: características.

UNE 36098-2:1985 Cordones de 7 alambres de acero para armaduras de hormigón pretensado. Control y condiciones de conformidad.

6.2.1.4. Condiciones de control.

Condiciones de marcado y control de la documentación:

El fabricante debe facilitar para cada partida de acero:

En el caso de productos certificados:

- El distintivo o certificado CCRR de acuerdo con el art. 1 de la norma EHE.
- El certificado de adherencia para las barras y alambres corrugados (armaduras pasivas).
- El certificado de garantía del fabricante que indique los valores mínimos de las características definidas en los arts. 31.2, 31.3 y 31.4 de la norma EHE.

El fabricante debe facilitar, si se le requiere, copia de los resultados de los ensayos de control de producción correspondientes a la partida servida.

En el caso de productos no certificados (sin distintivo o certificado CCRR):

- Resultado del ensayo de las características mecánicas.
- Resultado del ensayo de las características geométricas.
- Resultado del ensayo de composición química (armaduras pasivas).
- Certificado específico de adherencia (armaduras pasivas).

En la documentación durante el suministro deberá constar:

- Identificación del suministrador.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Nombre de la fábrica.
- Identificación del peticionario.
- Fecha de entrega.
- Cantidad de acero suministrado clasificado por tipo.
- Diámetros suministrados.
- Designación del alambre, barra o cordón.
- Identificación del lugar de suministro.

Cordones de 7 alambres:

- Suministro: En rollos, bobinas o carretes.
- Diámetro interior del rollo o núcleo de bobina o carrete: ≥ 750 mm.

Operaciones de control:

Para cada partida de suministro que llegue a la obra:

- Recepción del certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, según el artículo 34º de la norma EHE-08.
- Inspección visual del material y observación de las marcas de identificación.

Ensayos de control (control normal de la EHE-08):

- Si está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, solamente será necesario comprobar la vigencia del reconocimiento oficial del distintivo.
- En otros casos, según la cantidad de acero suministrado:
 - Suministros < 100 t: Se procederá a la división en lotes agrupados en función del mismo suministrador, designación y serie, de una cantidad máxima de 40 t. Para cada lote se tomarán 2 probetas y se determinará la sección equivalente. También se determinarán, cómo mínimo y al menos en 2 ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, la carga de rotura y el alargamiento bajo carga máxima.
 - Suministros > 100 t: El Suministrador facilitará un certificado de trazabilidad, donde se declaren los fabricantes y las coladas correspondientes a cada parte del suministro. Se procederá a la división en lotes, agrupados según colada y fabricante, y sobre cada lote se cogerán 2 probetas sobre las que se comprobará la sección equivalente. También se determinarán, cómo mínimo y al menos en 2 ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, la carga de rotura y el alargamiento bajo carga máxima. El Suministrador facilitará la copia del certificado de control de producción del fabricante, donde constarán los resultados de los ensayos químicos y mecánicos obtenidos para cada colada. Se harán ensayos de contraste de trazabilidad de la colada mediante la determinación de las características químicas sobre 1 de cada cuatro lotes, con un mínimo de 5 ensayos. Además el Suministrador aportará un certificado de los resultados de ensayos realizados en laboratorio acreditado, que permita comprobar la conformidad del acero frente a la corrosión bajo tensión.

Si el acero para armaduras activas está en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se comprobará que sigue en vigor la concesión al producto del distintivo de calidad por parte del organismo certificador, y también que sigue en vigor el reconocimiento oficial del distintivo.

Criterios de toma de muestras:

La toma de muestra se realizará siguiendo las indicaciones de la DF, de acuerdo con la norma UNE 36094 y con la EHE-08. El control planteado se realizará antes de empezar el hormigonado de las estructuras, en el caso de material sin marca de calidad, o antes de la puesta en servicio en el caso de que disponga de dicha marca de calidad de producto.

Interpretación de resultados y actuaciones en caso de incumplimiento:

Se aceptará el lote siempre que, en el caso del enderezado, las características mecánicas de la armadura presenten resultados conformes a los márgenes definidos en la EHE-08 (art. 34º). En el caso de otros procesos, se aceptará el lote cuando los ensayos de tracción y doblado cumplan con las especificaciones establecidas.

En caso de no cumplirse alguna especificación, se efectuará una nueva toma de muestras del mismo lote. Si se volviera a producir un incumplimiento de alguna especificación, se rechazaría el lote.

En el caso de producirse un incumplimiento en las características geométricas, se rechazará la armadura que presente defectos, y se procederá al repaso de toda la remesa. Si las comprobaciones resultan satisfactorias, se aceptará la remesa, previa sustitución de la armadura defectuosa. En caso contrario, se rechazará toda la remesa.

6.2.1.5. Recomendaciones.

Se recomienda emplear cables con las características especificadas en el *Anejo A.III* o de mayor límite elástico.

Por otra parte, el diámetro del cable deberá ser, como máximo, un 30% menor que es diámetro de la perforación, por lo que tendrá como máximo 52.5 mm de diámetro.

6.2.2. Lechada de cemento.

6.2.2.1. Definición y condiciones de los elementos.

Material formado por la mezcla de un conglomerante, cargas minerales y aditivos, apto para el rellano de juntas entre diferentes materiales, o protege contra la corrosión armaduras activas de elementos pretesados o postesados.

Se han considerado el siguiente tipo:

Mezcla de carácter coloidal compuesta principalmente de cemento, agua y, eventualmente, arena fina y aditivos, utilizadas en estructuras con armaduras pretesadas y postesadas.

Lechada de cemento:

Los componentes de la lechada: agua, áridos, cemento y aditivos, cumplirán las condiciones generales como componentes del hormigón, además de las indicadas en este apartado.

Se establecerá la fórmula de trabajo de la lechada, que incluirá como mínimo, los siguientes datos:

- La granulometría de los áridos (si es el caso).
- La dosificación de cemento, agua, áridos y, si es el caso, de cada aditivo, referidas a la mezcla total.
- La resistencia a compresión de la lechada a 28 días.
- La consistencia de la lechada.
- El tiempo de mezcla y amasado.

El cemento tiene que ser del tipo CEM II, preferiblemente, clase CEM II/A-D.

En la preparación de la mezcla se dosificarán los materiales sólidos, en peso.

Se prohíbe la elaboración manual de la mezcla.

El tiempo de amasado depende del tipo de aparato mezclador, pero en cualquier caso no será inferior a 2 minutos ni superior a los 4 minutos.

La arena será de granos silíceos o calcáreos y no debe contener impurezas o sustancias perjudiciales como ácidos o partículas laminares como mica o pizarra.

Los aditivos que se usen no contendrán sustancias que puedan perjudicar a las armaduras o a la lechada, como pueden ser los sulfuros, cloruros o nitratos, y cumplirán:

- Contenido: < 0,1%.
- Cl < 1 g/l de aditivo del líquido.
- pH según fabricante.
- Extracto seco $\pm 5\%$ del definido por el fabricante.

Las lechadas de inyección cumplirán que:

- El contenido de ion cloruro (Cl-) será $\leq 0.1\%$ de la masa del cemento.
- El contenido de ion sulfato (SO₃) será $\leq 3.5\%$ de la masa del cemento.
- El contenido de ion sulfuro (S²⁻) será $\leq 0.01\%$ de la masa del cemento.

Las lechadas de inyección tendrán las siguientes propiedades según UNE EN 445:

- Fluidez en el cono de Marsh: $17 < F < 25$
- Relación agua-cemento: $\leq 0,5$ (óptimo entre 0,36 y 0,44)
- Exudación en probeta cilíndrica (D10 cm, altura 10 cm):
 - A las 3 h: $\leq 2\%$ en volumen
 - Máxima: $\leq 4\%$ en volumen
 - A las 24 h: 0%
- pH del agua: ≥ 7
- Contracción en probeta cilíndrica: $\leq 2\%$ en volumen

- Expansión: $\leq 10\%$
- Resistencia a la compresión a los 28 días: $\geq 300 \text{ kg/cm}^2$ (30 N/mm^2)
- Reducción volumétrica: $\leq 1\%$
- Expansión volumétrica: $\leq 5\%$
- Resistencia a la compresión a 28 días: $\geq 30 \text{ N/mm}^2$
- Endurecimiento:
 - Inicio: $\geq 3\text{h}$
 - Final: $\leq 24\text{h}$
- Absorción capilar a 28 días: $> 1 \text{ g/cm}^2$

En el caso de vainas o conductos verticales, la relación a/c de la mezcla será superior que la indicada para vainas horizontales.

6.2.2.2. Condiciones de los elementos.

Suministro: Con las precauciones necesarias para que no se alteren sus características.

Almacenamiento: No se utilizará una vez pasados 30 min desde el momento de su amasado.

6.2.2.3. Unidad y criterio de medición.

Unidad de volumen necesario procedente de la instalación de la obra.

6.2.2.4. Normativa de cumplimiento obligatorio.

Orden de 6 de febrero de 1976 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG 3/75).

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

UNE-EN 445:2009 Lechadas para tendones de pretensado. Métodos de ensayo.

UNE-EN 447:2009 Lechadas para tendones de pretensado. Requisitos básicos.

6.2.2.5. Condiciones de control.

El suministrador pondrá a disposición de la DF si ésta lo solicita, la documentación relacionada con los materiales que componen la lechada de cemento, acreditando el marcado CE, según el sistema de evaluación aplicable de los materiales de los capítulos 26, 27, 28 y 29 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Operaciones de control en las lechadas de cemento:

Las tareas de control a realizar son las siguientes:

- Estudio y aprobación de la dosificación de la lechada.
- Control de fabricación de la mezcla: determinación diaria del tiempo de amasado, relación agua/cemento y cantidad de aditivo.

Antes del inicio de las obras, y cada 10 días durante su ejecución, se realizará la confección y ensayo a compresión a 28 días de 3 probetas (160x40x40 mm) de lechada de cemento, según UNE EN 1015-11.

Criterios de toma de muestras en las lechadas de cemento:

Los controles se realizarán según las instrucciones de la DF y la norma EHE.

Interpretación de resultados y actuaciones en caso de incumplimiento en las lechadas de cemento:

No se aceptará la lechada de cemento para inyección de vainas si no se cumplen las especificaciones indicadas.

6.2.2.6. Recomendaciones.

Se recomienda emplear cemento del tipo CEM II/A-D, ya que éste es uno de los que vienen recomendados en el PG-3 para ambientes marinos. En el caso de no utilizar este tipo de cemento el Contratista deberá asegurarse de que el cemento que se vaya emplear para las inyecciones en los anclajes sea resistente contra la corrosión en ambientes marinos.

También tendrá que tener aditivos que eviten la retracción del cemento en el fraguado.

6.3. Hormigonado de taludes.

6.3.1. Definición y condiciones de control.

Hormigonado proyectado por vía seca.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Comprobación y preparación de la superficie a hormigonar.
- Confección del hormigón para proyectar.
- Colocación de los clavos para el control del espesor de hormigón.
- Proyección del hormigón.
- Ejecución de las juntas.
- Curado del hormigón.

6.3.1.1. Condiciones generales.

Las capas de hormigón proyectado tendrán, cada una de ellas, un espesor constante y uniforme. Cubrirán toda la superficie indicada en la DT.

No tendrá grietas ni goteos de hormigón.

Resistencia característica estimada a los 28 días:

```
+-----+
| Hormigón | Fest |
|-----|-----|
| HA-25 | >= 25 N/mm2 |
| HA-30 | >= 30 N/mm2 |
+-----+
```

6.3.2. Condiciones de los elementos.

El personal estará cualificado para realizar este trabajo.

El hormigonado se realizará por superposición de capas.

Las juntas de construcción, debido a interrupciones del trabajo, se realizarán de manera que el espesor de la última capa proyectada disminuya gradualmente en una anchura aproximada de 30 cm.

La superficie de soporte estará limpia de lechada y de materiales sueltos. Se utilizará, si es necesario, chorro de aire o de agua-aire con el mismo equipo de proyección.

Las superficies porosas tendrán la humedad necesaria para que no absorban el agua del hormigón.

Si el hormigón se proyecta sobre superficies heladas, esponjosas o que rezumen agua, se incrementará el espesor en 3 cm.

La mezcla que sale por la boca no debe tener más de 90 minutos desde su elaboración.

La temperatura de salida de la mezcla estará entre 5°C y 30°C.

El hormigón saldrá de la boca con un flujo uniforme e ininterrumpido.

La distancia de la boca a la superficie oscilará entre 60 y 150 cm, adaptándose en cada caso a las condiciones del trabajo.

La proyección del hormigón se debe hacer perpendicularmente a la superficie a revestir, aun cuando es aconsejable darle una ligera inclinación para facilitar la eliminación del rebote.

Cuando la proyección se haga a través de armaduras, la boca debe colocarse más próxima a la superficie y formando un pequeño ángulo con la perpendicular para que las armaduras queden totalmente recubiertas.

El hormigonado de las paredes se empezará por la parte inferior.

No se proyectará sobre una capa ya existente, hasta que ésta no haya empezado su fraguado.

El material de rebote será retirado de la zona de trabajo y no se puede reutilizar.

Los trabajos se harán de manera que molesten lo mínimo posible a los afectados.

La superficie gunitada se mantendrá húmeda al menos durante los 7 primeros días.

Se suspenderá la proyección cuando las temperaturas sean inferiores a 0°C, o la fuerza del viento o de corrientes de agua, impida una ejecución correcta.

Si se dan estas condiciones hay que proteger las superficies ya realizadas.

La cantidad de agua añadida a la boca será la adecuada para que el hormigón tenga el grado exigido de compactación y para que no se produzca mucho rebote.

6.3.3. Unidad y criterio de medición.

Metros cuadrados de superficie medida de acuerdo a las especificaciones de la DT.

La descomposición de la partida incluye el porcentaje de rebote-límite fijado según los criterios de la norma RPS (ACI-506) artículo 607.

6.3.4. Normativa de cumplimiento obligatorio.

UNE 83607:1994 IN Hormigón y mortero proyectados. Recomendaciones de utilización.

6.3.5. Condiciones de control.

Operaciones de control:

Las tareas de control a realizar son las siguientes:

- Aprobación de la propuesta de organización de los trabajos y equipos presentada por el contratista.
- Inspección de la superficie sobre la que debe ejecutarse la proyección de hormigón. Comprobación de la disposición de la armadura si es el caso.
- Inspección del proceso con atención especial sobre el rechazo de material y el espesor de la capa. Se dispondrán clavos graduados cada 4 m² para controlar este último aspecto.
- Cada semana o 1.500 m² de superficie ejecutada, extracción de 3 testigos en el hormigón proyectado (UNE 83-302), para determinar la densidad, la resistencia a compresión (UNE 83-304) y el espesor realmente ejecutado.
- Control del contenido en fibras en la pared proyectada a partir de testigos extraídos (UNE EN 14721).
- En caso que el hormigón proyectado deba cumplir condiciones de resistencia antes de 24 horas (hormigón joven), se realizará con la frecuencia que determine la DF, alguno de los ensayos previstos en la norma UNE 83603, en función del tiempo de fraguado:
 - Determinación de la resistencia a la penetración (UNE EN 14488-2).
 - Procedimiento de penetración, extracción de pernos (UNE EN 14488-2).
 - Determinación de la resistencia a la arrancada (UNE EN 12504-3).

Criterios de toma de muestras:

- Los controles se harán según las indicaciones de la DF.
- Las probetas testigo extraídas del hormigón proyectado, se repartirán uniformemente en la estructura, y se extraerán en el momento más próximo posible a la realización del ensayo a compresión.

Interpretación de resultados y actuaciones en caso de incumplimiento:

Si el espesor ejecutado no corresponde al previsto, se podrá corregir el defecto en la capa superior. Si pasa mucho tiempo entre la ejecución de dos capas superpuestas, debe limpiarse el hormigón antiguo y saturarlo de agua con un fuerte flujo de aire y agua. En casos puntuales (irregularidades salientes), el recubrimiento del hormigón proyectado puede reducirse hasta un tercio del espesor especificado.

La resistencia a compresión de las probetas del lote se considera satisfactoria si el valor medio resulta superior al especificado. El contenido de fibras real debe mantenerse dentro de los márgenes de tolerancia que indique la fórmula de trabajo.

Los ensayos de endurecimiento realizados sobre el hormigón joven, requieren para su correcta interpretación, la realización de correlaciones previas con ensayos de resistencia a compresión de testigos.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PLIEGO Nº 3- UNIDADES DE OBRA

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. ACCESO A LAS OBRAS.	4
1.1. CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO.....	4
1.2. CONSERVACIÓN Y USO.	4
1.3. OCUPACIÓN TEMPORAL DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO.	4
2. INSTALACIONES, MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES.	5
2.1. PROYECTO DE INSTALACIONES Y OBRAS AUXILIARES.	5
2.2. INSTALACIÓN DE ACOPIOS.....	5
2.3. RETIRADA DE INSTALACIONES Y OBRAS AUXILIARES.	5
3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	7
3.1. EQUIPOS, MAQUINARIA Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS.	7
3.2. SEGURIDAD EN LA OBRA.	7
3.2.1. Señalización y balizamiento de las obras e instalaciones.	8
3.3. CARTELES Y ANUNCIOS.....	8
3.3.1. Inscripciones en la obra.	8
3.4. REPOSICIÓN DE SERVICIOS, ESTRUCTURAS E INSTALACIONES AFECTADAS.	8
3.5. CONTROL DE RUIDO Y DE LAS VIBRACIONES DEL TERRENO.....	9
3.5.1. Criterio de medida de los niveles de ruido y vibración.	9
3.5.2. Acciones previas a realizar.	10
3.5.3. Vibraciones.	11
3.5.4. Compresores móviles y herramientas neumáticas.	13
3.6. TRABAJOS NOCTURNOS.....	13
3.7. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS.	14
3.8. ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD.	14
3.9. MODIFICACIÓN DE OBRA.	14
3.10. EMERGENCIAS.	14
4. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.	15
4.1. MEDICIONES.	15
4.2. CERTIFICACIONES.....	15
4.3. PRECIOS UNITARIOS.	16
4.4. PARTIDAS ALZADAS.	18

4.5. ABONO DE OBRAS NO PREVISTAS.	19
4.5.1. Precios contradictorios.	19
4.5.2. Trabajos por administración.	19
4.6. TRABAJOS NO AUTORIZADOS Y TRABAJOS DEFECTUOSOS.	21
4.7. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS, EQUIPOS E INSTALACIONES.	22
4.8. REVISIÓN DE PRECIOS.	23
4.9. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.	23
5. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.	24
5.1. PROYECTO DE LIQUIDACIÓN PROVISIONAL.	24
5.2. ACTA DE TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS Y RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS.	24
5.3. PERÍODO DE GARANTÍA. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.	24
5.4. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS.	25
6. CONDICIONES PARTICULARES.	26
6.1. DRENAJE.	26
6.1.1. Unidad de obra IUD020: cuneta prefabricada.	26
6.2. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.	28
6.2.1. Unidad de obra ADL010: desbroce y limpieza del terreno con arbustos.	28
6.2.2. Unidad de obra ADL015: talado de árbol.	29
6.2.3. Unidad de obra ADE001: excavación a cielo abierto, con medios manuales.	30
6.4. PERFORACIÓN Y ANCLAJES.	33
6.4.1. Unidad de obra CCP082: anclaje permanente de muro pantalla.	33
6.4.2. Unidad de obra CCP083: cabeza de anclaje permanente para muro pantalla.	35
6.4.3. Unidad de obra CCP084: tesado de anclajes permanentes.	36
6.5. GUNITADO.	37
6.5.1. Unidad de obra ADV020: estabilización de taludes.	37

1. ACCESO A LAS OBRAS.

1.1. Construcción de caminos de acceso.

El Contratista, por su cuenta y bajo su responsabilidad, tendrá que construir los caminos y accesos a las obras, y tendrá la obligación de reconstruir todas las construcciones e instalaciones, como los cables, aceras, alcantarillado, etc., que hayan sufrido daños por la construcción de los accesos.

Tendrá que señalar adecuadamente la presencia de obras en todos los cruces y desvíos de calles, paseos, etc., y retirar la obra, a su cuenta y riesgo dejando la zona completamente limpia.

1.2. Conservación y uso.

La conservación de los caminos y accesos que sean provisionales para la obra, serán siempre responsabilidad del Contratista.

Los caminos públicos o privados utilizados como acceso para la obra y que se hayan dañado a causa de la obra, tendrán que ser reparados por el Contratista, si la Administración o Propiedad de la zona lo exige.

1.3. Ocupación temporal de terrenos para la construcción de caminos de acceso.

Las autorizaciones que se vayan a necesitar para ocupar terrenos no indicados en el proyecto, con el fin de construir caminos provisionales, serán gestionadas completamente por el Contratista, además deberá correr con todos los gastos que esta conlleve.

2. INSTALACIONES, MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES.

2.1. Proyecto de instalaciones y obras auxiliares.

El Contratista, durante el plazo indicado en el contrato, dispondrá de los terrenos de la Propiedad de manera gratuita, y ésta no podrá interferir con los trabajos a realizar tanto por el Contratista como por terceros.

Para acotar la zona de trabajo, el Contratista tendrá que solicitar al Director de Obra las superficies mínimas necesarias para las instalaciones, indicando la que más le convenga y justificándolo con una memoria y planos.

El Contratista tiene la obligación a obtener las autorizaciones que se necesiten para ocupar terrenos, permisos municipales, etc., proyectar y construir por su cuenta todas las edificaciones auxiliares provisionales para oficinas, almacenes, cobertizos, etc.

También correrá por cuenta del contratista el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, que tendrán que realizarse cumplimentando los reglamentos vigentes y las normas de la compañía suministradora.

En los proyectos, tendrá que ir justificado que las instalaciones y elementos auxiliares de la obra sean adecuados para realizar los trabajos, en el tiempo acordado en el contrato y cumpliendo con las condiciones del mismo.

2.2. Instalación de acopios.

La situación de las áreas de instalación de acopios las propondrá el Contratista y tendrán que ser aprobadas por la Dirección de Obra.

2.3. Retirada de instalaciones y obras auxiliares.

Antes de retirar las instalaciones y demoler las obras auxiliares, el Director de Obra tendrá que autorizarlo dependiendo si la parte de la obra principal que corresponda a esas instalaciones esté terminada o no.

Los gastos de la retirada de instalaciones y demoliciones de obras auxiliares, acondicionamiento y limpieza del terreno, correrá por gastos del Contratista.

Si a los 10 días de la terminación de las obras el Contratista no ha cumplido con lo indicado en los párrafos anteriores, la Dirección de Obra podrá contratar a terceros para limpiar el terreno y retirar los elementos sobrantes de la obra, cargando los gastos de estas acciones al Contratista.

3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

3.1. Equipos, maquinaria y métodos constructivos.

El Contratista deberá justificar todos los equipos y maquinaria que vaya a utilizar a lo largo de la obra, de acuerdo con el volumen de obra a realizar y con el programa de trabajos de las obras, y presentados por la Dirección de Obra para su aprobación.

La aprobación del Director de Obra irá dirigido únicamente a comprobar que las condiciones de los equipos cumplan con las condiciones especificadas por el Contratista, y éste será el único responsable de la calidad y del plazo de ejecución de las obras.

El equipo tendrá que mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias y exclusivamente dedicadas a las obras definidas en el contrato, sin poder ser retirado sin la autorización de la Dirección de Obra.

3.2. Seguridad en la obra.

Junto con el programa de trabajos, el Contratista tendrá que entregar un plan que se ajuste al proyecto de seguridad de la obra, en el que deberá aparecer un análisis de las operaciones a realizar durante la ejecución de los trabajos, un estudio de riesgos generales, anejos y medidas de prevención y/o protección que se tomarán en cada caso.

El plan de seguridad tendrá que contener:

- Relación de las normas e instrucciones dadas a los diferentes operarios.
- Programa de formación del personal en seguridad.
- Programa de medicina e higiene.
- Periodicidad de las reuniones destinadas a la seguridad e higiene en la obra.
- El nombre del Jefe de Seguridad e Higiene, responsable de la misma.

3.2.1. Señalización y balizamiento de las obras e instalaciones.

El Contratista tendrá que colocar la señalización y balizamiento de las obras según lo que indiquen las normativas y autoridades competentes. También cuidará de su conservación para que sirvan durante el período de las obras.

3.3. Carteles y anuncios.

3.3.1. Inscripciones en la obra.

En las obras, el Contratista podrá poner las inscripciones que avalen la ejecución de las mismas. Por otro lado, no podrá poner ni en la obra ni en los terrenos ocupados para la realización de la obra, inscripciones con fines publicitarios.

El Contratista está obligado a colocar carteles informativos de la obra que se va a efectuar, en los lugares indicados por el Director de Obra.

El coste de estas señalizaciones será por cuenta del Contratista.

3.4. Reposición de servicios, estructuras e instalaciones afectadas.

Todos los árboles, torres de tendido eléctrico, vallas, pavimentos, conducciones de agua, gas o alcantarillado, cables eléctricos o telefónicos, cunetas, drenajes, túneles, edificios y otras estructuras, servicios y propiedades que haya a lo largo de la zona de las obras y fuera de los perfiles transversales de excavación y áreas de cierre provisional, serán sostenidos y protegidos de todo daño o desperfecto por cuenta del Contratista, hasta el fin de las obras.

El Contratista tendrá que gestionar los organismos, entidades o particulares afectados, la protección, desvío, reubicación o derribo y posterior reposición, de aquellos servicios o propiedades afectadas, y los gastos de esto irán a cuenta del mismo.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar cantidad alguna en concepto de indemnización por bajo rendimiento en la acción de los trabajos, fundamentalmente en lo

referido a operaciones de apertura, sostenimiento, etc. como consecuencia de la presencia de servicios que afecten al desarrollo de los trabajos.

3.5. Control de ruido y de las vibraciones del terreno.

El Contratista adoptará las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones.

En zonas urbanas, las mediciones de ruido permanecerán por debajo de lo indicado en el presente apartado.

Toda maquinaria que esté al aire libre se tendrá que organizar de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

En general el Contratista deberá satisfacer lo dispuesto en las normas vigentes, ya sean de ámbito nacional o de uso municipal. En caso de contradicción se aplicará la más restrictiva.

3.5.1. Criterio de medida de los niveles de ruido y vibración.

Se tendrán en cuenta los siguientes tres tipos de vibraciones y ruidos:

- Pulsatorios. Con subida rápida hasta un valor punta seguida por una caída amortiguada que puede incluir uno o varios ciclos de vibración.
- Continuos. Vibraciones continuas e ininterrumpidas durante largos períodos.
- Intermitentes. Conjunto de vibraciones, cada una de ellas de corta duración, separados por intervalos sin vibración o con vibración mucho menor.

Se toman los siguientes parámetros de medida:

- Para vibración. Máxima velocidad punta de partículas. Los niveles de vibración especificados se referirán a un edificio, grupo de edificios, o elemento considerado y no se establecen para aplicar en cualquier lugar de forma global y generalizada.
- Para ruido. Máximo nivel sonoro admisible expresado en decibelios de escala "A".

3.5.2. Acciones previas a realizar.

Antes del comienzo de los trabajos en cada lugar y con la atención que después se especifica, el Contratista, según el tipo de maquinaria que tenga previsto utilizar, realizar un inventario de las propiedades adyacentes afectadas, respecto a su estado y a la existencia de posibles defectos, acompañado de fotografías. En casos especiales que pueden presentar especial conflictividad a juicio del Director de Obra, se levantará acta notarial de la situación previa al comienzo de los trabajos.

Se prestará especial atención al estado de todos aquellos elementos, susceptibles de sufrir daños como consecuencia de las vibraciones, tales como:

- Cornisas.
- Ventanas.
- Muros y tabiques.
- Tejados.
- Chimeneas y shunts.
- Canalones e imbornales.
- Reproducciones en muros exteriores.
- Piscinas.
- Cubiertas muros acristalados.

Donde se evidencien daños en alguna propiedad con anterioridad al comienzo de las obras, se registrarán los posibles movimientos al menos desde un mes antes de dicho comienzo y mientras duren éstas. Esto incluirá la determinación de asientos, fisuración etc., mediante el empleo de marcas de testigo.

Todas las actuaciones especificadas en este artículo las efectuará el Contratista bajo la supervisión y dirección del Director de Obra y no serán objeto de abono independiente, sino que están incluidas en la ejecución de los trabajos a realizar, objeto del proyecto.

3.5.3. Vibraciones.

Las vibraciones tendrán que ser medidas por el Contratista, con el Director de Obra supervisando la misma, y teniendo que entregar a éste copias de los registros de vibraciones.

Se registrará la velocidad de la partícula vibrante en tres direcciones perpendiculares.

Cada vez que se cambie el equipo de emplazamiento se tomarán nuevos conjuntos de medidas, y cuando los niveles de vibración se acerquen al máximo admisible, se tomarán medidas auxiliares indicadas por el Director de Obra.

Los casos de velocidades máximas de partícula se indican en la Tabla PC-III.I.

VELOCIDAD PUNTA DE PARTÍCULA ADMISIBLE (mm/s)				
NIVEL	CIRCUSTANCIAS ADMISIBLES	TIPO DE VIBRACIÓN		
		Pulsatoria	Intermitente	Continua
I	Espacios abiertos sin edificios ni servicios enterrados, en zona urbana (no hay límite en zona rural). *Medido en la proximidad del foco vibratorio (por ejemplo 5 metros)	50*	-	-
II	Viviendas, edificios industriales o comerciales en buen estado de estructura porticada metálica u hormigón armado, servicios enterrados. No se admite daño alguno o servicios ni perjuicios al normal desenvolvimiento de la actividad industrial o comercial. Molestias menores a ocupantes de inmuebles, que deberán ser avisados previamente.	12	9	6
III	Edificios o monumentos antiguos o deficientemente conservados.	8	6	4
IV	Casos especiales como cubiertas de cristal y piscinas. Deberán ser expresamente identificados en los planos del proyecto. Para construir bajo este nivel de tolerancias, deben ser desalojadas las instalaciones durante la construcción e inspección diariamente.	6	6	4
V	Hospitales y residencias de anciano. Deberán ser identificados expresamente en los planos del proyecto.	4	4	4

Tabla PC-III.I Velocidad punta de partícula admisible.

3.5.4. Compresores móviles y herramientas neumáticas.

En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá de los valores especificados en la Tabla PC-III.III:

Caudal de aire m ³ /min	Máximo nivel dB (A)	Máximo nivel en 7 m dB (A)
Hasta 10	100	75
10 - 30	104	79
Más de 30	106	81

Tabla PC-III.III Niveles de ruido permitido.

Los compresores que produzcan niveles de sonido a 7 m superiores a 75 dB (A) no serán situados a menos de 8 m de viviendas o similares.

Los compresores que produzcan niveles sonoros a 7 m superiores a 70 d/B (A) no serán situados a menos de 4 m de viviendas o similares.

Los compresores móviles funcionarán y serán mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante para minimizar los ruidos.

Se evitará el funcionamiento innecesario de los compresores.

3.6. Trabajos nocturnos.

Para la realización de trabajos nocturnos el Contratista deberá tramitar por su cuenta los oportunos permisos municipales.

Los trabajos nocturnos deberán previamente autorizados por el Director de Obra y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista presentará a la Dirección de Obra una propuesta con las características de la iluminación e instalación para su aceptación. Una vez aceptada, el Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad acordada, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos.

3.7. Inspección de las obras.

Con independencia de la estructura de inspección y control de calidad del propio Contratista, la Dirección de Obra realizará por sí misma, o mediante el personal en quien delegue, los trabajos de inspección para comprobar que la calidad, plazos y costos se ajustan a los contratados.

3.8. Ensayos y control de calidad.

Los ensayos y pruebas deberán ser realizados en un laboratorio reconocido y aprobado previamente por la Dirección de Obra. Los costos de dichos ensayos y pruebas son a cuenta del Contratista y su incidencia se considera incluida en los precios unitarios de adjudicación.

3.9. Modificación de obra.

En todo lo referente a modificaciones de obra, será de aplicación lo dispuesto en los artículos 51, 54, 63 y 93 del RTCCCL (Reglamento de contratación de las Corporaciones Locales), 44, 48, 50 y 52 del LCE (Ley de Bases de Contratos del Estado), 130, 146, 147, 149, 150, 153, y 157 del RCE (Reglamento de Contratación de Obras del Estado) y 59, 62 y 63 del PCAG (Pliego de Cláusulas Administrativas Generales) para la contratación de Obras del Estado.

3.10. Emergencias.

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para realizar trabajos urgentes fuera de las horas de trabajo para solucionar emergencias relacionadas con las obras de contrato cuando sea necesario a juicio del Director de Obra.

El Director de obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y números de teléfono de personal del Contratista responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.

4. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.

Las obras contratadas se pagarán como “Trabajos a precios unitarios” aplicando los precios unitarios a las unidades de obra resultantes.

Así mismo podrán liquidarse en su totalidad o en parte, mediante las partidas alzadas.

En los casos de liquidación de precios unitarios, las cantidades a tener en cuenta se especificarán en base a las cubicaciones deducidas de las mediciones.

4.1. Mediciones.

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados; constituyen comprobación de un cierto estado de hecho y se realizarán por la Dirección de Obra quien la presentará al Contratista, que podrá presenciarse.

El Contratista está obligado a pedir (a su debido tiempo) la presencia de la Dirección de Obra, para la toma contradictoria de mediciones en los trabajos, prestaciones y suministros que no fueran susceptibles de comprobaciones o de verificaciones ulteriores, a falta de lo cual, salvo pruebas contrarias que debe proporcionar a su costa, prevalecerán las decisiones de la Dirección de Obra con todas sus consecuencias.

4.2. Certificaciones.

Salvo indicación en contrario de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación, todos los pagos se realizarán contra certificaciones mensuales de obras ejecutadas.

La Dirección de Obra redactará, a fin de cada mes, una relación valorada provisional de los trabajos ejecutados en el mes precedente y a origen para que sirva para redactar la certificación correspondiente, procediéndose según lo especificado en el pliego de Cláusulas Administrativas Generales para los contratos del Estado.

Se aplicarán los precios de contrato o bien los contradictorios que hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

Los precios de contrato son fijos y con la revisión si hubiere que marque el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

El abono del importe de una certificación se efectuará siempre a buena cuenta y pendiente de la certificación definitiva, con reducción del importe establecido como garantía, y considerándose los abonos y deducciones complementarias que pudieran resultar de las cláusulas del Contrato de Adjudicación.

A la terminación total de los trabajos se establecerá una certificación general y definitiva.

El abono de la suma debida al Contratista, después del establecimiento y la aceptación de la certificación definitiva y deducidos los pagos parciales ya realizados, se efectuará, deduciéndose la retención de garantía y aquellas otras que resulten por aplicación de las cláusulas del Contrato de Adjudicación y/o Pliegos de Licitación.

Las certificaciones provisionales mensuales, y las certificaciones definitivas, se establecerán de manera que aparezca separadamente, acumulado desde el origen, el importe de los trabajos liquidados por administración y el importe global de los otros trabajos.

En todos los casos los pagos se efectuarán de la forma que se especifique en el Contrato de Adjudicación, Pliegos de Licitación y/o fórmula acordada en la adjudicación con el Contratista.

4.3. Precios unitarios.

Los precios unitarios, elementales y alzados de ejecución material a aplicar, serán los que resulten de la aplicación de la baja realizada por el Contratista en su oferta, a todos los precios correspondientes del proyecto, salvo en aquellas unidades especificadas explícitamente en los correspondientes artículos del capítulo "unidades de obra" de este Pliego, en las cuales se

considere una rebaja al ser sustituido un material de préstamo, cantera o cualquier otra procedencia externa, por otro obtenido en los trabajos efectuados en la propia obra.

Todos los precios unitarios o alzados de "ejecución material" comprenden sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, comprendidos los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del contrato y especialmente por el Pliego de Prescripciones Técnicas.

Estos precios comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados y, en especial los siguientes:

- Los gastos de mano de obra, de materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios, aun cuando no se hayan descrito expresamente en la justificación de precios unitarios.
- Los gastos de planificación, coordinación y control de calidad.
- Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción.
- Los gastos de almacenaje, transporte y herramientas.
- Los gastos de transporte, funcionamiento, conservación y reparación del equipo auxiliar de obra, así como los gastos de depreciación o amortización del mismo.
- Los gastos de conservación de los caminos auxiliares de acceso de otras obras provisionales.
- Los gastos de energía eléctrica para fuerza motriz y alumbrado, salvo indicación expresa en contrario.
- Los seguros de toda clase.
- Los gastos de financiación.

En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluidos además:

- Los gastos generales y el beneficio industrial.
- Los impuestos y tasas de toda clase.

Los precios cubren igualmente:

- Los gastos no recuperables relativos al estudio y establecimiento de todas las instalaciones auxiliares, salvo indicación expresa de que se pagarán separadamente.
- Los gastos no recuperables relativos al desmontaje y retirada de todas las instalaciones auxiliares, incluyendo el arreglo de los terrenos correspondientes, a excepción de que se indique expresamente que serán pagados separadamente.

Salvo los casos previstos en el presente Pliego, el Contratista no puede, bajo ningún pretexto, pedir la modificación de los precios de adjudicación.

4.4. Partidas alzadas.

Son partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una obra, o de una de sus partes, en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (partidaalzada de abono íntegro).
- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados existentes a mediciones reales cuya definición resulte imprecisa en la fase de proyecto, (Partidaalzada a justificar).

En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas, mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real, siendo discrecional para la Dirección de Obra la disponibilidad uso total o parcial de las mismas, sin que el Contratista tenga derecho a reclamación por este concepto.

Las partidas alzadas tendrán el mismo tratamiento en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata) que el indicado para los precios unitarios y elementales.

4.5. Abono de obras no previstas.

4.5.1. Precios contradictorios.

Si el desarrollo de la obra hiciera necesaria la ejecución de unidades, de las cuales no existieran precios en los cuadros de precios de este Proyecto, se formularán conjuntamente por la Dirección de Obra y el Contratista, los correspondientes precios unitarios.

Los precios auxiliares (materiales, maquinaria y mano de obra) y los rendimientos medios a utilizar en la formación de los nuevos precios, serán los que figuren en el cuadro de precios elementales y en la descomposición de precios del presente Proyecto, en lo que pueda serles de aplicación.

El precio de aplicación será fijado por la Administración, a la vista de la propuesta del Director de Obra y de las observaciones del Contratista.

A falta de mutuo acuerdo y de acuerdo al artículo 146.2 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas se continuará la ejecución de las unidades de obra y los precios de las mismas serán decididos por una comisión de arbitraje en procedimiento sumario, sin perjuicio de que la Administración pueda, en cualquier caso, contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado o ejecutarlas directamente.

4.5.2. Trabajos por administración.

Cuando la Dirección de Obra considere que las circunstancias particulares de la unidad de obra hace imposible el establecimiento de nuevos precios, le corresponderá exclusivamente la decisión de abonar, de forma excepcional dichos trabajos en régimen de Administración. Para la ejecución de estos trabajos, la Dirección de Obra tratará de llegar a un acuerdo con el Contratista, pudiendo encomendar dichos trabajos a un tercero, si el citado acuerdo no se logra. Las liquidaciones se realizarán sólo por los siguientes conceptos:

- Empleo de mano de obra y materiales. El importe de "ejecución por contrata" a abonar por estos conceptos, viene dado por la fórmula siguiente:

$I = (J + M) \times (1 + n)$ en la que

J es el importe total de mano de obra, obtenido aplicando el total de horas trabajadas por el personal obrero de cada categoría, directamente empleado en estos trabajos, la tarifa media horaria correspondiente, según baremo establecido en el contrato, en el cuadro de precios elementales de "ejecución material", incluyendo jornales, cargas sociales, pluses de actividad y porcentaje de útiles y herramientas.

M es el importe total correspondiente a materiales obtenido aplicando los precios elementales de "ejecución material" incluidos en el contrato a las cantidades utilizadas. En caso de no existir algún precio elemental para un material nuevo, se pedirán ofertas de dichos materiales de conformidad entre el Contratista y la Dirección de Obra a fin de definir el precio elemental a considerar en los abonos.

n es el porcentaje de aumento, sobre los conceptos anteriores, que cubre los demás gastos, gastos generales y, beneficio para obtener el precio de "ejecución por contrata". Este porcentaje se definirá en el contrato en el cuadro de precios.

En ningún caso se abonarán trabajos en régimen de administración que no hayan sido aprobados previamente por escrito por la Dirección de Obra.

- Empleo de maquinaria y equipo auxiliar.

La mano de obra directa, el combustible y energía correspondientes al empleo de maquinaria o equipo auxiliar del Contratista para la ejecución de los trabajos o prestaciones de servicios pagados por administración, se abonará al Contratista por aplicación de la fórmula anterior.

Además se abonará al Contratista una remuneración según tarifa, en concepto de utilización de la maquinaria, incluyendo los gastos de conservación, reparaciones y recambios.

Se empleará una tarifa, según el tipo de maquinaria, expresadas en un tanto por mil del valor de la máquina por hora efectiva de utilización (o bien por día natural de utilización).

Cuando una maquinaria o equipo auxiliar se traslade a la obra única y exclusivamente para ejecutar un trabajo por administración, por decisión de común acuerdo, reflejado por escrito, entre la Dirección de Obra y el Contratista, se empleará también la fórmula anterior, pero se asegurará al Contratista una remuneración diaria mínima en concepto de inmovilización, expresada también en un tanto por mil del valor de la máquina, por día natural de inmovilización.

En ningún otro caso podrá el Contratista reclamar indemnización alguna por este motivo.

Además en este caso, se abonará al Contratista el transporte de la maquinaria a obra, ida y vuelta, y los gastos de montaje y desmontaje, si los hubiera, según la fórmula indicada en el subapartado anterior.

Los importes obtenidos por todas las expresiones anteriores se mayorarán también en el mismo porcentaje n, anteriormente citado en el apartado a), que cubre los demás gastos, gastos generales y beneficios para obtener el precio de "ejecución por contrata".

El Contrato de Adjudicación y los Pliegos de Licitación podrán establecer los detalles complementarios que sean precisos.

4.6. Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos.

Como norma general no serán de abono los trabajos no contemplados en el Proyecto y realizados sin la autorización de la Dirección de Obra, así como aquellos defectuosos que deberán ser demolidos y repuestos en los niveles de calidad exigidos en el Proyecto.

No obstante si alguna unidad de obra que no se haya ejecutado exactamente con arreglo a las condiciones estipuladas en los Pliegos, y fuese sin embargo, admisible a juicio de la Dirección de Obra, podrá ser recibida, pero el Contratista quedará obligado a conformarse sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja económica que se determine, salvo el caso en que el Contratista prefiera demolerla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones dentro del plazo contractual establecido.

4.7. Abono de materiales acopiados, equipos e instalaciones.

La Dirección de Obra se reserva la facultad de hacer al Contratista a petición de éste, abonos sobre el precio de ciertos materiales acopiados en la obra, adquiridos en plena propiedad y efectivamente pagados por el Contratista.

Los abonos serán calculados por aplicación de los precios elementales que figuran en los cuadros de precios.

Si los cuadros de precios no especifican los precios elementales necesarios, los abonos pueden ser calculados a base de las facturas presentadas por el Contratista.

Los materiales acopiados sobre los que se han realizado los abonos, no podrán ser retirados de la obra sin la autorización de la Dirección de Obra y sin el reembolso previo de los abonos.

Los abonos sobre acopios serán descontados de las certificaciones provisionales mensuales, en la medida que los materiales hayan sido empleados en la ejecución de la obra correspondiente.

Los abonos de materiales realizados no podrán ser invocados por el Contratista para atenuar su responsabilidad, relativa a la buena conservación hasta su utilización, del conjunto de los acopios en almacén. El Contratista es responsable en cualquier situación de los acopios constituidos en la obra para sus trabajos, cualquiera que sea su origen.

Los abonos adelantados en concepto de acopios no obligan a la Dirección de Obra en cuanto a aceptación de precios elementales para materiales, siendo únicamente representativos de cantidades a cuenta.

4.8. Revisión de precios.

De acuerdo al artículo 104.3 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares fijará la fórmula o sistema de revisión aplicable.

4.9. Gastos por cuenta del Contratista.

De forma general son aquellos especificados como tales en los capítulos de este Pliego de Prescripciones Técnicas y que se entienden repercutidos por el Contratista en los diferentes precios unitarios, elementales y/o alzados, como se señala en el apartado 4.2.

5. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.

5.1. Proyecto de liquidación provisional.

El Contratista entregará a la Dirección de Obra para su aprobación todos los croquis y planos de obra realmente construida y que supongan modificaciones respecto al Proyecto o permitan y hayan servido para establecer las ediciones de las certificaciones.

Con toda esta documentación debidamente aprobada, o los planos y mediciones contradictorios de la Dirección de Obra en su caso, se constituirá el Proyecto de Liquidación, en base al cual se realizará la liquidación de las obras en una certificación única final según lo indicado en el apartado sobre certificaciones.

5.2. Acta de terminación de los trabajos y recepción provisional de las obras.

Al término de la ejecución de las obras objeto de este pliego se comprobará que las obras se hallan terminadas con arreglo a las condiciones prescritas, en cuyo caso se llevará a cabo la recepción según lo establecido en la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos de las Administraciones Públicas, Capítulo I, Sección 1ª, Art. 218. Recepción y plazo de garantía, y de acuerdo con lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (Cap. VI. sección 1ª) y en el Reglamento General de Contratación del Estado (Cap. VI Sección 2ª), en todo cuanto no se opongan a lo establecido en la Ley.

En el acta de recepción se hará constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra deben ser subsanadas por el Contratista, estipulándose un plazo para subsanarlas. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiere efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

5.3. Período de garantía. Responsabilidad del Contratista.

El plazo de garantía a contar desde la recepción de las obras, será el establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, durante el cual el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquéllas cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causas de fuerza mayor.

Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción de las obras.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción de las obras.

Durante ese período de garantía se establecerá un mantenimiento y conservación de las plantas, siembras, y obras relacionadas, tal y como se especifica en el Pliego de Prescripciones Particulares del Proyecto de Revegetación.

5.4. Recepción y liquidación definitiva de las obras.

Dentro del plazo máximo de seis meses a contar desde la fecha del acta de recepción deberá acordarse y ser notificada al contratista la liquidación correspondiente y abonársele el saldo resultante, en su caso.

6. CONDICIONES PARTICULARES Y MEDICIONES.

6.1. Drenaje.

6.1.1. Unidad de obra IUD020: cuneta prefabricada.

- Características técnicas:

Formación de cuneta mediante piezas prefabricadas de hormigón de sección rectangular, de 50x25x100 cm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor, recibidas con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón y rejuntado de las piezas con lechada de cemento.

- Normativa de aplicación:

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

- Criterio de medición en proyecto:

Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte:

Se comprobará que la superficie soporte reúne las condiciones de calidad y forma previstas.

- Ambientales:

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

- Del contratista:

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

- Proceso de ejecución:
 - Fases de ejecución:

Preparación y limpieza de la superficie soporte. Formación de solera. Replanteo y trazado del canal bajante. Montaje de las piezas prefabricadas. Sellado de juntas en las uniones entre piezas.

 - Condiciones de terminación:

La evacuación de aguas será correcta.

- Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

- Medición:

Según las dimensiones indicadas en el Plano 8 se requerirán 359 piezas prefabricadas para la realización de la cuneta.

La obra de drenaje se realizará en un máximo de 15 jornadas laborales.

6.2. Acondicionamiento del terreno.

6.2.1. Unidad de obra ADL010: desbroce y limpieza del terreno con arbustos.

- Características técnicas:
Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios manuales. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 15 cm; y carga manual a camión.

 - Normativa de aplicación:
Ejecución: NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

 - Criterio de medición en proyecto:
Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

 - Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:
 - Del soporte:
Inspección ocular del terreno. Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

 - Del contratista:
Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

 - Proceso de ejecución:
-

- Fases de ejecución:
Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción manual de los materiales de desbroce. Retirada y disposición manual de los materiales objeto de desbroce. Carga manual a camión.

- Condiciones de terminación:
La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

- Criterio de medición en obra y condiciones de abono:
Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

- Medición:
La superficie sobre la que se construirá el muro es de 13224 m².

6.2.2. Unidad de obra ADL015: talado de árbol.

- Características técnicas:
Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón.

- Criterio de medición en proyecto:
Número de unidades previstas, según subapartado de mediciones del Proyecto.

- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:
 - Del soporte:
Inspección ocular del terreno. Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

- Del contratista:

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

- Proceso de ejecución:
 - Fases de ejecución:

Corte del tronco del árbol cerca de la base. Extracción del tocón y las raíces. Troceado del tronco, las ramas y las raíces. Relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación. Retirada de restos y desechos. Carga a camión. Transporte de residuos vegetales a vertedero específico. Relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación.

 - Condiciones de terminación:

La superficie del terreno quedará limpia.

- Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta.

- Medición:

Para la medición del número de árboles a extraer se ha extrapolado la cantidad de árboles de la cresta del acantilado hasta tres metros más abajo. Tras hacer los cálculos se ha deducido que la cantidad aproximada es de 18 árboles.

6.2.3. Unidad de obra ADE001: excavación a cielo abierto, con medios manuales.

- Características técnicas:

Excavación a cielo abierto, en suelo de arena densa, con martillo neumático, y carga manual a camión.

- Normativa de aplicación:
 - Ejecución:
 - CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
 - NTE-ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados.

- Criterio de medición en proyecto:

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según lo observado por el Director de Obra durante la ejecución de la obra.

- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:
 - Del soporte:

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar. Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: plano altimétrico de la zona, cota del nivel freático y tipo de terreno que se va a excavar a efecto de su trabajabilidad. Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por el vaciado.

 - Del contratista:

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Notificará al director de la ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

- Proceso de ejecución:

- Fases de ejecución:

Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga manual a camión de los materiales excavados.

- Condiciones de terminación:

La excavación quedará limpia y a los niveles previstos, cumpliéndose las exigencias de estabilidad de los cortes de tierras, taludes y edificaciones próximas.

- Conservación y mantenimiento:

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que las características geométricas permanecen inamovibles.

- Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.

La obra de acondicionamiento y limpieza del terreno se deberá hacer en un máximo de 16 jornadas laborales.

6.4. Perforación y anclajes.

6.4.1. Unidad de obra CCP082: anclaje permanente de muro pantalla.

- Características técnicas:

Anclaje permanente de muro pantalla al terreno, con inclinación de 0° respecto al plano horizontal, hasta 114 m de longitud, para asegurar la estabilidad del muro pantalla, durante un tiempo de servicio superior a 2 años, compuesto de los siguientes trabajos: extracción de tierras con medios mecánicos, mediante perforación del muro pantalla y del terreno, de 70 mm de diámetro, sin entubación; introducción de 3 cables formados por cordones trenzados de acero de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, engrasados y envainados en tubo de PE; inyección a presión mediante el sistema de inyección única global (IU), de lechada de cemento CEM I 42,5N, con una relación agua/cemento de 0,4, dosificada en peso, para protección y formación del bulbo; para recibir la cabeza de anclaje permanente, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.

- Normativa de aplicación:

Ejecución, control y documentación: UNE-EN 1537. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Anclajes.

- Criterio de medición en proyecto:

Longitud medida desde la cara de apoyo de la cabeza de anclaje hasta el extremo del bulbo, según documentación gráfica de Proyecto.

- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte:

Se habrán extraído todos los fragmentos del macizo potencialmente inestables.

- Del contratista:

Presentará prueba documental de la capacidad técnica de la empresa ejecutora.

- Proceso de ejecución:

- Fases de ejecución:

Perforación del terreno. Colocación de los cables. Inyección de la lechada. Limpieza de los restos generados. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor. Realización de pruebas de servicio.

- Condiciones de terminación:

El anclaje mantendrá la rigidez durante su vida útil.

- Pruebas de servicio:

Ensayo de aceptación. Normativa de aplicación: UNE-EN 1537. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Anclajes

- Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá la longitud total del cable de los anclajes ejecutados según especificaciones de Proyecto.

- Medición:

Para el correcto anclaje del muro, como se ha dicho en el Anejo A-III, se va a bulonar el tramo a sostener cada 2 metros a lo ancho y largo de la pared. Es decir, en los 114 metros de ancho del muro se colocarán 57 anclajes y en los 116 metros de alto 56. Por lo que la cantidad total de anclajes del muro serán 3192.

6.4.2. Unidad de obra CCP083: cabeza de anclaje permanente para muro pantalla.

- Características técnicas:

Cabeza de anclaje permanente, para 3 cables trenzados de acero, de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, formada por placa de reparto de 250x250x25 mm, cuña triangular de fricción de acero, protección externa con caperuza de plástico de 70 mm de diámetro, juntas de neopreno y tornillería.

- Normativa de aplicación:

Ejecución, control y documentación: UNE-EN 1537. Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Anclajes.

- Criterio de medición en proyecto:

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

- Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte:

Habrá fraguado la lechada inyectada en el anclaje.

- Fases de ejecución:

Colocación de la cabeza de anclaje.

- Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

- Medición:

Al igual que los anclajes, habrá 3306 cabezas de anclaje.

6.4.3. Unidad de obra CCP084: tesado de anclajes permanentes.

- Características técnicas:
Tesado de anclajes permanentes, durante una jornada laboral, mediante equipo formado por gato de tesado multifilar y central hidráulica.

 - Criterio de medición en proyecto:
Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

 - Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:
 - Del soporte:
Se habrán terminado los trabajos de ejecución del anclaje. Estará colocada la cabeza del anclaje, sin la caperuza de protección.

 - Proceso de ejecución:
 - Fases de ejecución:
Fijación de los cables a la cabeza de anclaje. Tesado de los cables. Colocación de la caperuza de protección. Sellado de los extremos de los cables en la cabeza de anclaje.

 - Condiciones de terminación:
Los extremos de los cables tesados, en la cabeza de anclaje, quedarán totalmente sellados y protegidos frente a la corrosión.

 - Criterio de medición en obra y condiciones de abono:
Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

 - Criterio de valoración económica:
El precio incluye el desplazamiento a la obra del personal especializado.
-

- **Medición:**

Habrá que tesar los 3306 anclajes del muro de sostenimiento.

La instalación y tesado de los anclajes se hará en un máximo de 898 jornadas laborales.

6.5. Gunitado.

6.5.1. Unidad de obra ADV020: estabilización de taludes.

- **Características técnicas:**

Estabilización de taludes mediante la proyección por vía húmeda de dos capas de hormigón HM-D-450/F/12/IIa, de 20 cm de espesor total.

- **Normativa de aplicación:**

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución: UNE-EN 14487-2. Hormigón proyectado. Parte 2: Ejecución.

- **Criterio de medición en proyecto:**

Superficie medida en proyección vertical, según documentación gráfica de Proyecto.

- **Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:**

- **Del soporte:**

Se comprobará, en su caso, que se encuentra debidamente señalado el paso de las instalaciones que atraviesan el talud, y que no existen materiales sueltos en la superficie.

- **Ambientales:**

No comenzarán los trabajos de proyección cuando la temperatura sea inferior a 0°C, o cuando la fuerza del viento o de la lluvia impida una ejecución correcta, suspendiéndose en el momento en que se presente alguna de estas condiciones adversas.

- Proceso de ejecución:

- Fases de ejecución:

Preparación de la superficie soporte. Regulación de la uniformidad de la presión del aire y de la velocidad. Regulación del contenido de agua. Proyección del material, manteniendo la boquilla a la distancia adecuada. Retirada y carga de los productos de rebote y de los restos generados.

- Condiciones de terminación:

La superficie base del talud quedará limpia y exenta de restos de hormigón, cumpliéndose las exigencias de estabilidad del talud.

- Conservación y mantenimiento:

No se concentrarán cargas excesivas junto a la parte superior de los bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación. La superficie se mantendrá húmeda al menos durante los primeros siete días posteriores a la proyección del hormigón.

- Criterio de medición en obra y condiciones de abono:

Se medirá, en proyección vertical, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

- Medición:


Como las dimensiones del muro son de 114 x 116 x 0.3 metros, se requerirán 3967.2 m³ de hormigón proyectado para la realización de éste. Teniendo en cuenta las pérdidas a causa del rebote del hormigón y las irregularidades del muro, ya que se respetará el relieve natural de la pared, se ha decidido sumarle un 10 % a la cantidad

medida anteriormente para asegurar la completa cobertura de la pared y otro 10 % más al resultado final ya que la pérdida de hormigón al ser proyectado suele ser aproximadamente un 10 % de la cantidad calculada para la obra.

Tras haberse realizado el cálculo, se ha deducido que se emplearán 4800.3 m³ de gunita.

El gunitado del muro se realizará en un máximo de 10 jornadas laborales.

Bilbao, a 9 de Julio de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Inchausti Rodríguez', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a prominent loop at the end.

Fdo.: **Juan Inchausti Rodríguez**
Ingeniero en Tecnología de Minas
y Energía

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PRESUPUESTO Nº4 – PRESUPUESTO

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. MEDICIONES.
2. CUADRO DE PRECIOS Nº 1.
3. CUADRO DE PRECIOS Nº 2.
4. PRESUPUESTO.

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PRESUPUESTO N°1 - MEDICIONES

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD
01	ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	
OXT020	TRANSPORTE Y RETIRADA DE GRÚA TORRE. Transporte y retirada de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta. Unidades	1,00
OXT030	MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRÚA TORRE. Montaje y desmontaje de grúa torre para transporte de materiales de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta. Unidades	1,00
OXT011	TRAMO DE EMPOTRAMIENTO DE GRÚA TORRE. Tramo de empotramiento de grúa torre. Unidades	1,00
OXT010	ALQUILER DE GRÚA TORRE. Alquiler mensual de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 T de carga máxima. El precio incluye el mantenimiento y el seguro de responsabilidad civil. Unidades	1,00
ADL010	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO CON ARBUSTOS. Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios manuales. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 15 cm; y carga manual a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Horas de desbroce	48,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD
ADL015	TALADO DE ÁRBOL.	
	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, carga manual a camión y transporte de los residuos vegetales a vertedero específico, situado una distancia máxima de 10 km. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta.	
	Horas de uso de la motosierra	24,00
	Horas de uso de la retroexcavadora	32,00
ADE001	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, CON MEDIOS MANUALES.	
	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con martillo neumático, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	
	Horas de empleo del martillo neumático	24,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD
02	PERFORACIÓN Y ANCLAJES	
CCP082	ANCLAJE PERMANENTE DE MURO PANTALLA.	
	Anclaje permanente de muro pantalla al terreno, con inclinación de 0° respecto al plano horizontal, hasta 114 m de longitud, para asegurar la estabilidad del muro pantalla, durante un tiempo de servicio superior a 2 años, compuesto de los siguientes trabajos: extracción de tierras con medios mecánicos, mediante perforación del muro pantalla y del terreno, de 70 mm de diámetro, sin entubación; introducción de 3 cables formados por cordones trenzados de acero de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, engrasados y envainados en tubo de PE; inyección a presión mediante el sistema de inyección única global (IU), de lechada de cemento CEM I 42,5N, con una relación agua/cemento de 0,4, dosificada en peso, para protección y formación del bulbo; para recibir la cabeza de anclaje permanente, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.	
	Metros de cordones de acero	78.204,00
	Volumen de agua	56,19
	Kilogramos de cemento Portland	140.040,00
CCP083	CABEZA DE ANCLAJE PERMANENTE PARA MURO PANTALLA.	
	Cabeza de anclaje permanente, para 3 cables trenzados de acero, de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, formada por placa de reparto de 250x250x25 mm, cuña triangular de fricción de acero, protección externa con caperuza de plástico de 70 mm de diámetro, juntas de neopreno y tornillería.	
	Unidades	3.192,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD
CCP084	TESADO DE ANCLAJES PERMANENTES.	
	Tesado de anclajes permanentes, durante una jornada laboral, mediante equipo formado por gato de tesado multifilar y central hidráulica.	
	Horas	798,00

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD
03	GUNITADO	
ADV020	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.	
	Estabilización de taludes mediante la proyección por vía húmeda de dos capas de hormigón HM-D-450/F/12/IIa, de 30 cm de espesor total.	
	Superficie	13.224,00
04	DRENAJE	
IUD020	CUNETA PREFABRICADA.	
	Formación de cuneta mediante piezas prefabricadas de hormigón de sección rectangular, de 50x25x100 cm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor, recibidas con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón y rejuntado de las piezas con lechada de cemento.	
	Longitud de la cuneta de drenaje superficial	358,54
	Unidades de cuneta prefabricada	359,00

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PRESUPUESTO N°2 – CUADRO DE PRECIOS N° 1

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01		ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	
0XT020	PA	TRANSPORTE Y RETIRADA DE GRÚA TORRE.	2.338,57
		Transporte y retirada de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta.	
		DOS MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
0XT030	UD	MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRÚA TORRE.	9.062,00
		Montaje y desmontaje de grúa torre para transporte de materiales de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta.	
		NUEVE MIL SESENTA Y DOS EUROS	
0XT011	UD	TRAMO DE EMPOTRAMIENTO DE GRÚA TORRE.	1.889,45
		Tramo de empotramiento de grúa torre.	
		MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
0XT010	UD	ALQUILER DE GRÚA TORRE.	4.018,45
		Alquiler mensual de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 T de carga máxima. El precio incluye el mantenimiento y el seguro de responsabilidad civil.	
		CUATRO MIL DIECIOCHO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
ADL010	M²	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO CON ARBUSTOS.	4,47
		Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios manuales. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 15 cm; y carga manual a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.	
		CUATRO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

ADL015	UD	TALADO DE ÁRBOL.	26,10
---------------	-----------	-------------------------	--------------

Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, carga manual a camión y transporte de los residuos vegetales a vertedero específico, situado una distancia máxima de 10 km. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta.

VEINTISEIS EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

ADE001	M³	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, CON MEDIOS MANUALES.	15,80
---------------	----------------------	---	--------------

Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con martillo neumático, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.

QUINCE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
02		PERFORACIÓN Y ANCLAJES	
CCP082	M	ANCLAJE PERMANENTE DE MURO PANTALLA.	91,65
		Anclaje permanente de muro pantalla al terreno, con inclinación de 0° respecto al plano horizontal, hasta 114 m de longitud, para asegurar la estabilidad del muro pantalla, durante un tiempo de servicio superior a 2 años, compuesto de los siguientes trabajos: extracción de tierras con medios mecánicos, mediante perforación del muro pantalla y del terreno, de 70 mm de diámetro, sin entubación; introducción de 3 cables formados por cordones trenzados de acero de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, engrasados y envainados en tubo de PE; inyección a presión mediante el sistema de inyección única global (IU), de lechada de cemento CEM I 42,5N, con una relación agua/cemento de 0,4, dosificada en peso, para protección y formación del bulbo; para recibir la cabeza de anclaje permanente, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.	
		NOVENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
CCP083	UD	CABEZA DE ANCLAJE PERMANENTE PARA MURO PANTALLA.	143,08
		Cabeza de anclaje permanente, para 3 cables trenzados de acero, de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, formada por placa de reparto de 250x250x25 mm, cuña triangular de fricción de acero, protección externa con caperuza de plástico de 70 mm de diámetro, juntas de neopreno y tornillería.	
		CIENTO CUARENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
CCP084	UD	TESADO DE ANCLAJES PERMANENTES.	1.227,36
		Tesado de anclajes permanentes, durante una jornada laboral, mediante equipo formado por gato de tesado multifilar y central hidráulica.	
		MIL DOSCIENTOS VEINTISIETE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03		GUNITADO	
ADV020	M²	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.	49,88
		Estabilización de taludes mediante la proyección por vía húmeda de dos capas de hormigón HM-D-450/F/12/IIa, de 30 cm de espesor total.	
		CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
04		DRENAJE	
IUD020	M	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.	39,88
		Formación de cuneta mediante piezas prefabricadas de hormigón de sección rectangular, de 50x25x100 cm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor, recibidas con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón y rejuntado de las piezas con lechada de cemento.	
		TREINTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

PRESUPUESTO N°3 – CUADRO DE PRECIOS N° 2

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

CÓDIGO	UD RESUMEN	PRECIO
01	ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	
OXT020	PA TRANSPORTE Y RETIRADA DE GRÚA TORRE.	
	Transporte y retirada de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta.	
	Equipo y maquinaria	2292,72
	Costes directos complementarios ... 2%	45,85
	Total partida	2.338,57
OXT030	UD MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRÚA TORRE.	
	Montaje y desmontaje de grúa torre para transporte de materiales de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta.	
	Equipo y maquinaria	8884,31
	Costes directos complementarios ... 2%	177,69
	Total partida	9.062,00
OXT011	UD TRAMO DE EMPOTRAMIENTO DE GRÚA TORRE.	
	Tramo de empotramiento de grúa torre.	
	Materiales	1852,4
	Costes directos complementarios ... 2%	37,05
	Total partida	1.889,45
OXT010	UD ALQUILER DE GRÚA TORRE.	
	Alquiler mensual de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 T de carga máxima. El precio incluye el mantenimiento y el seguro de responsabilidad civil.	
	Equipo y maquinaria	3939,66
	Costes directos complementarios ... 2%	78,79
	Total partida	4.018,45

CÓDIGO	UD RESUMEN	PRECIO
ADL010	M² DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO CON ARBUSTOS.	
	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios manuales. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 15 cm; y carga manual a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.	
	Equipo y maquinaria	0,2
	Mano de obra	4,18
	Costes directos complementarios ... 2%	0,09
	Total partida	4,47
ADL015	UD TALADO DE ÁRBOL.	
	Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, carga manual a camión y transporte de los residuos vegetales a vertedero específico, situado una distancia máxima de 10 km. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta.	
	Equipo y maquinaria	9,23
	Mano de obra	16,36
	Costes directos complementarios ... 2%	0,51
	Total partida	26,10

CÓDIGO	UD RESUMEN	PRECIO
ADE001	M³ EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, CON MEDIOS MANUALES.	
	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con martillo neumático, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	
	Equipo y maquinaria	4,81
	Mano de obra	10,68
	Costes directos complementarios ... 2%	0,31
	Total partida	15,80

CÓDIGO	UD RESUMEN	PRECIO
02	PERFORACIÓN Y ACNLAJES	

CCP082 M ANCLAJE PERMANENTE DE MURO PANTALLA.

Anclaje permanente de muro pantalla al terreno, con inclinación de 0° respecto al plano horizontal, hasta 114 m de longitud, para asegurar la estabilidad del muro pantalla, durante un tiempo de servicio superior a 2 años, compuesto de los siguientes trabajos: extracción de tierras con medios mecánicos, mediante perforación del muro pantalla y del terreno, de 70 mm de diámetro, sin entubación; introducción de 3 cables formados por cordones trenzados de acero de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, engrasados y envainados en tubo de PE; inyección a presión mediante el sistema de inyección única global (IU), de lechada de cemento CEM I 42,5N, con una relación agua/cemento de 0,4, dosificada en peso, para protección y formación del bulbo; para recibir la cabeza de anclaje permanente, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.

Materiales	11,39
Equipo y maquinaria	59,44
Mano de obra	19,02
Costes directos complementarios ... 2%	1,80
Total partida	91,65

CCP083 UD CABEZA DE ANCLAJE PERMANENTE PARA MURO PANTALLA.

Cabeza de anclaje permanente, para 3 cables trenzados de acero, de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, formada por placa de reparto de 250x250x25 mm, cuña triangular de fricción de acero, protección externa con caperuza de plástico de 70 mm de diámetro, juntas de neopreno y tornillería.

Materiales	121,25
Mano de obra	19,02
Costes directos complementarios ... 2%	2,81
Total partida	143,08

CÓDIGO	UD RESUMEN	PRECIO
CCP084	UD TESADO DE ANCLAJES PERMANENTES.	
	Tesado de anclajes permanentes, durante una jornada laboral, mediante equipo formado por gato de tesado multifilar y central hidráulica.	
	Equipo y maquinaria	898,92
	Mano de obra	304,37
	Costes directos complementarios ... 2%	24,07
	Total partida	1.227,36

CÓDIGO	UD RESUMEN	PRECIO										
03	GUNITADO											
ADV020	M² ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.											
	Estabilización de taludes mediante la proyección por vía húmeda de dos capas de hormigón HM-D-450/F/12/IIa, de 30 cm de espesor total.											
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;">Materiales</td> <td style="text-align: right;">20,93</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Equipo y maquinaria</td> <td style="text-align: right;">12,14</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Mano de obra</td> <td style="text-align: right;">15,83</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Costes directos complementarios ... 2%</td> <td style="text-align: right;">0,98</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Total partida</td> <td style="text-align: right;">49,88</td> </tr> </table>	Materiales	20,93	Equipo y maquinaria	12,14	Mano de obra	15,83	Costes directos complementarios ... 2%	0,98	Total partida	49,88	
Materiales	20,93											
Equipo y maquinaria	12,14											
Mano de obra	15,83											
Costes directos complementarios ... 2%	0,98											
Total partida	49,88											

04	DRENAJE											
IUD020	M ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.											
	Formación de cuneta mediante piezas prefabricadas de hormigón de sección rectangular, de 50x25x100 cm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor, recibidas con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón y rejuntado de las piezas con lechada de cemento.											
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;">Materiales</td> <td style="text-align: right;">24,32</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Equipo y maquinaria</td> <td style="text-align: right;">4,30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Mano de obra</td> <td style="text-align: right;">10,48</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Costes directos complementarios ... 2%</td> <td style="text-align: right;">0,78</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Total partida</td> <td style="text-align: right;">39,88</td> </tr> </table>	Materiales	24,32	Equipo y maquinaria	4,30	Mano de obra	10,48	Costes directos complementarios ... 2%	0,78	Total partida	39,88	
Materiales	24,32											
Equipo y maquinaria	4,30											
Mano de obra	10,48											
Costes directos complementarios ... 2%	0,78											
Total partida	39,88											

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

DOCUMENTO N°4 - PRESUPUESTO

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01		ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS			
0XT020	PA	TRANSPORTE Y RETIRADA DE GRÚA TORRE.			
		Transporte y retirada de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta.			
	Unidades		1,00		
			1,00	2.338,57	2.338,57
0XT030	UD	MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRÚA TORRE.			
		Montaje y desmontaje de grúa torre para transporte de materiales de 84 m de flecha y 1,5 t de carga en punta.			
	Unidades		1,00		
			1,00	9.062,00	9.062,00
0XT011	UD	TRAMO DE EMPOTRAMIENTO DE GRÚA TORRE.			
		Tramo de empotramiento de grúa torre.			
	Unidades		1,00		
			1,00	1.889,45	1.889,45
0XT010	UD	ALQUILER DE GRÚA TORRE.			
		Alquiler mensual de grúa torre de 84 m de flecha y 1,5 T de carga máxima. El precio incluye el mantenimiento y el seguro de responsabilidad civil.			
	Unidades		1,00		
			1,00	4.018,45	4.018,45

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ADL010	M²	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO CON ARBUSTOS.			
		Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios manuales. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 15 cm; y carga manual a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.			
		Superficie	13.224,00		
			13.224,00	4,47	59.111,28
ADL015	UD	TALADO DE ÁRBOL.			
		Talado de árbol de hasta 5 m de altura, de 15 a 30 cm de diámetro de tronco y copa poco frondosa, con motosierra, con extracción del tocón, carga manual a camión y transporte de los residuos vegetales a vertedero específico, situado una distancia máxima de 10 km. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta.			
		Unidades	18,00		
			18,00	26,10	469,80

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ADE001	M³	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, CON MEDIOS MANUALES.			
		Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con martillo neumático, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.			
	Volumen		22,00		
			22,00	15,80	347,60
		TOTAL 01			77.237,15

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02		PERFORACIÓN Y ACNLAJES			
CCP082	M	ANCLAJE PERMANENTE DE MURO PANTALLA.			
		<p>Anclaje permanente de muro pantalla al terreno, con inclinación de 0° respecto al plano horizontal, hasta 114 m de longitud, para asegurar la estabilidad del muro pantalla, durante un tiempo de servicio superior a 2 años, compuesto de los siguientes trabajos: extracción de tierras con medios mecánicos, mediante perforación del muro pantalla y del terreno, de 70 mm de diámetro, sin entubación; introducción de 3 cables formados por cordones trenzados de acero de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, engrasados y envainados en tubo de PE; inyección a presión mediante el sistema de inyección única global (IU), de lechada de cemento CEM I 42,5N, con una relación agua/cemento de 0,4, dosificada en peso, para protección y formación del bulbo; para recibir la cabeza de anclaje permanente, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.</p>			
		Longitud	78.204,00		
			78.204,00	91,65	7.167.396,60
CCP083	UD	CABEZA DE ANCLAJE PERMANENTE PARA MURO PANTALLA.			
		<p>Cabeza de anclaje permanente, para 3 cables trenzados de acero, de 0,6" (15,2 mm) de diámetro nominal, formada por placa de reparto de 250x250x25 mm, cuña triangular de fricción de acero, protección externa con caperuza de plástico de 70 mm de diámetro, juntas de neopreno y tornillería.</p>			
		Unidades	3.192,00		
			3.192,00	143,08	456.711,36

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CCP084	UD	TESADO DE ANCLAJES PERMANENTES.			
		Tesado de anclajes permanentes, durante una jornada laboral, mediante equipo formado por gato de tesado multifilar y central hidráulica.			
	Unidades		3.192,00		
			3.192,00	1.227,36	3.917.733,12
TOTAL 02.....					11.541.841,08

CÓDIGO	UD	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03		GUNITADO			
ADV020	M²	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.			
		Estabilización de taludes mediante la proyección por vía húmeda de dos capas de hormigón HM-D-450/F/12/IIa, de 30 cm de espesor total.			
		Superficie	3.192,00		
			3.192,00	49,88	159.216,96
TOTAL 03					159.216,96

04		DRENAJE			
IUD020	M	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.			
		Formación de cuneta mediante piezas prefabricadas de hormigón de sección rectangular, de 50x25x100 cm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor, recibidas con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón y rejuntado de las piezas con lechada de cemento.			
		Longitud	359,00		
			359,00	39,88	14.316,92
TOTAL 04					14.316,92

Nº	RESUMEN	IMPORTE	%
01	ACONDICIONAMIENTO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	77.237,15	0,65
02	PERFORACIÓN Y ANCLAJES	11.541.841,08	97,87
03	GUNITADO	159.216,96	1,35
04	DRENAJE	14.316,92	0,12
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	11.792.612,11	
	13,00 % Gastos generales.....	1.533.039,57	
	6,00 % Beneficio industrial....	707.556,73	
	Suma.....	2.240.596,30	
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2.580,77	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	14.035.789,18	
	21 % IVA.....	2.947.515,73	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	16.983.304,91	

El presupuesto asciende a la cantidad de DIECISÉIS MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS.

Bilbao, a 9 de Julio de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Inchausti Rodríguez', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a prominent loop at the end.

Fdo.: **Juan Inchausti Rodríguez**
Ingeniero en Tecnología de Minas
y Energía

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

DOCUMENTO N°4 - PLANOS

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

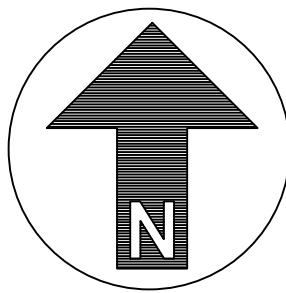
Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

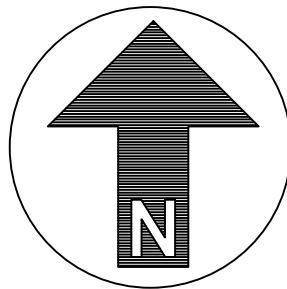
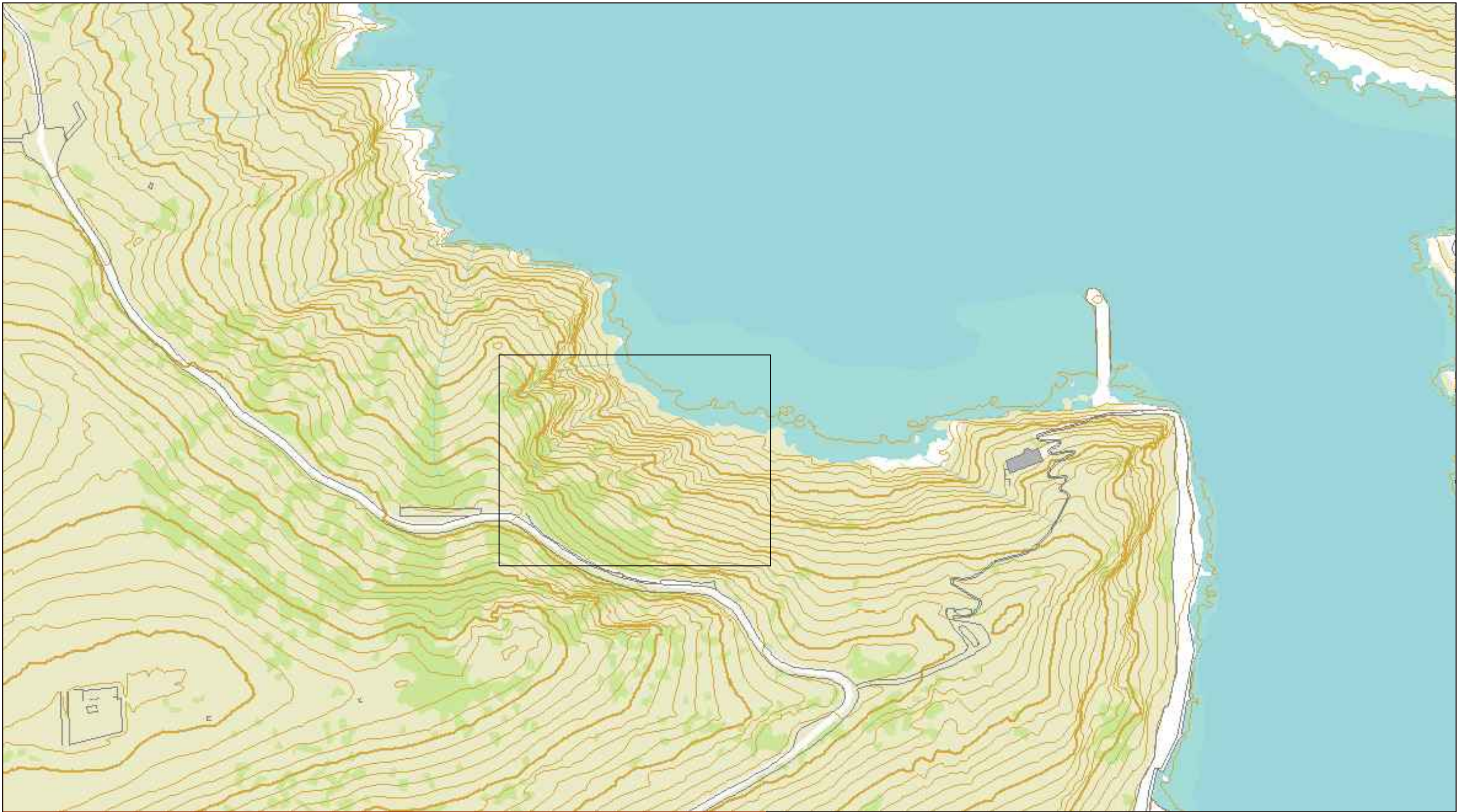
Fecha: 09 de JULIO de 2019

ÍNDICE

1. PLANO Nº 1. PLANO DE SITUACIÓN DEL ACANTILADO.
2. PLANO Nº 2. EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.
3. PLANO Nº 3. TOPOGRAFÍA DEL ACANTILADO.
4. PLANO Nº 4. PERFILES LONGITUDINALES.
5. PLANO Nº 5. PERFILES TRANSVERSALES.
6. PLANO Nº 6. PERFORACIONES EN VISTA LONGITUDINAL.
7. PLANO Nº 7. PERFORACIONES EN VISTA TRANSVERSAL.
8. PLANO Nº 8. SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL.
9. PLANO Nº 9. MAPA GEOTÉCNICO.



Nº: 1 /9	AUTOR: JUAN INCHAUSTI RODRÍGUEZ	TUTOR: JAVIER GALLO LAYA	
	PLANO: PLANO DE SITUACIÓN DEL ACANTILADO	ESCALA: 1:10000	FECHA: 13/06/2019
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO (GIPUZKOA)			
ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	FIRMA: 		

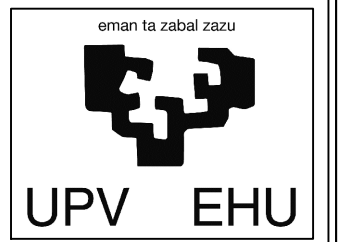


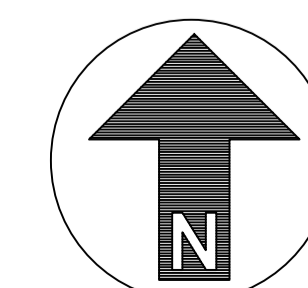
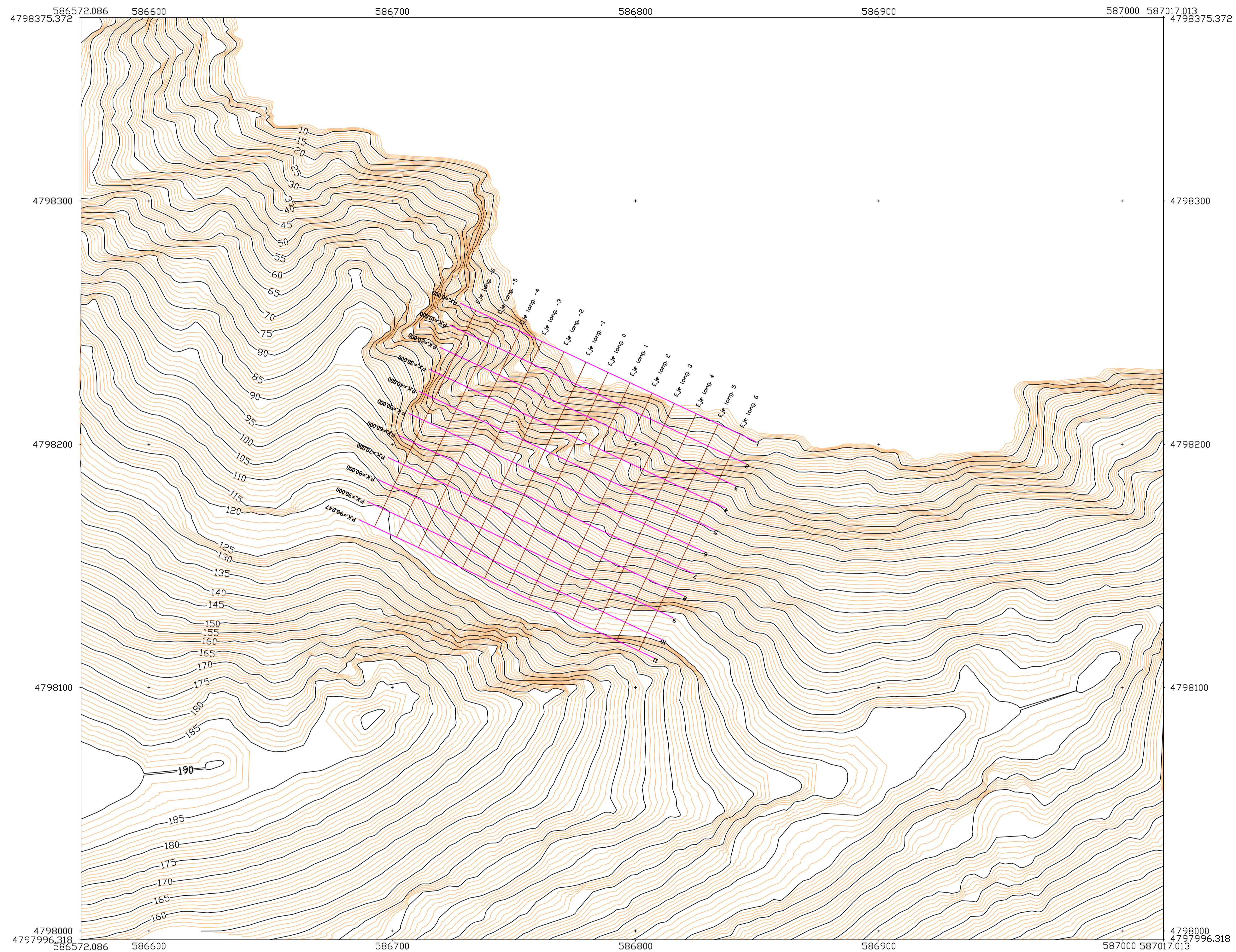
Nº: 2 /9	AUTOR: JUAN INCHAUSTI RODRÍGUEZ	TUTOR: JAVIER GALLO LAYA
	PLANO: EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	ESCALA: 1:2500
		FECHA: 13/06/2019

PROYECTO:
ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO (GIPUZKOA)

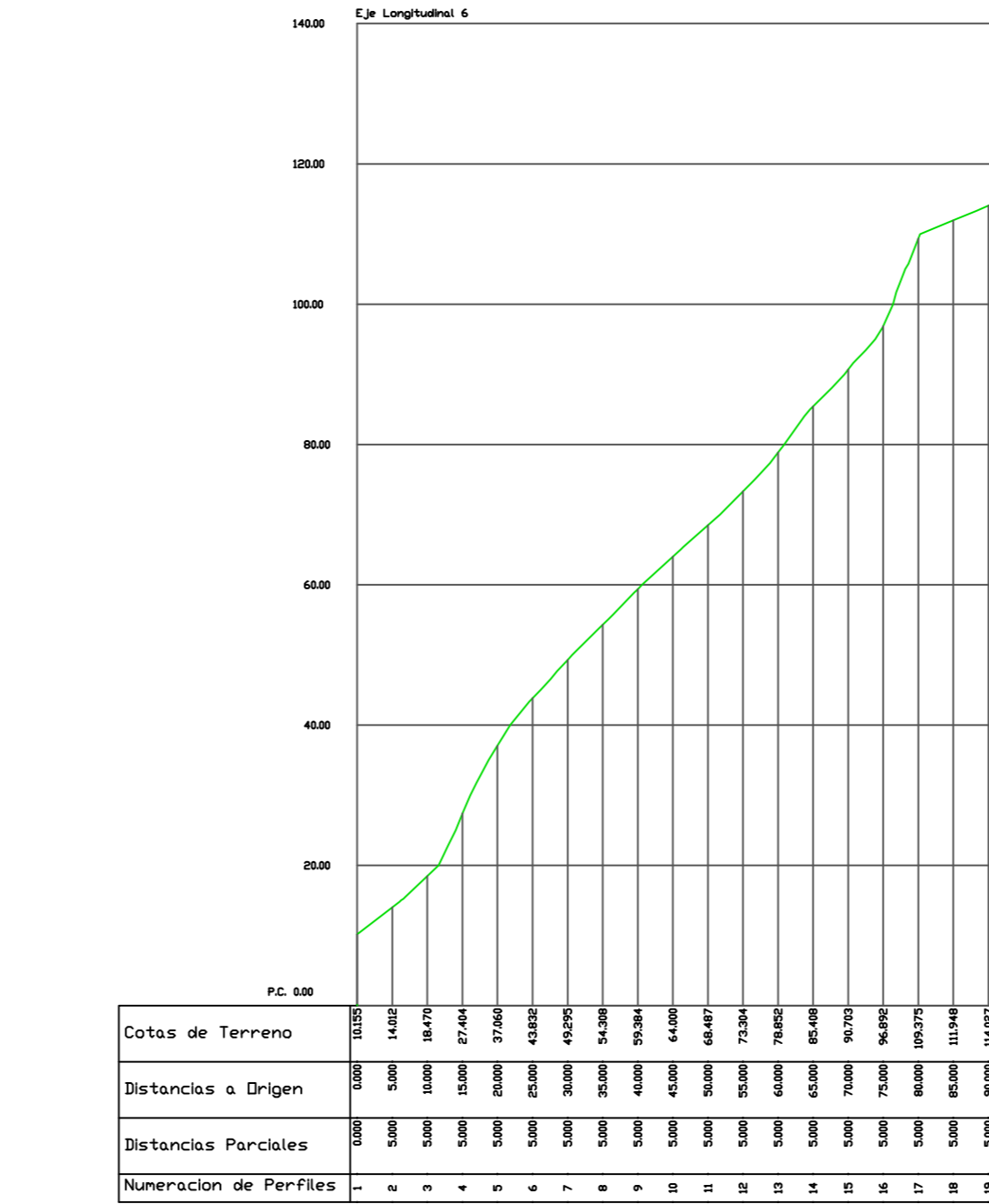
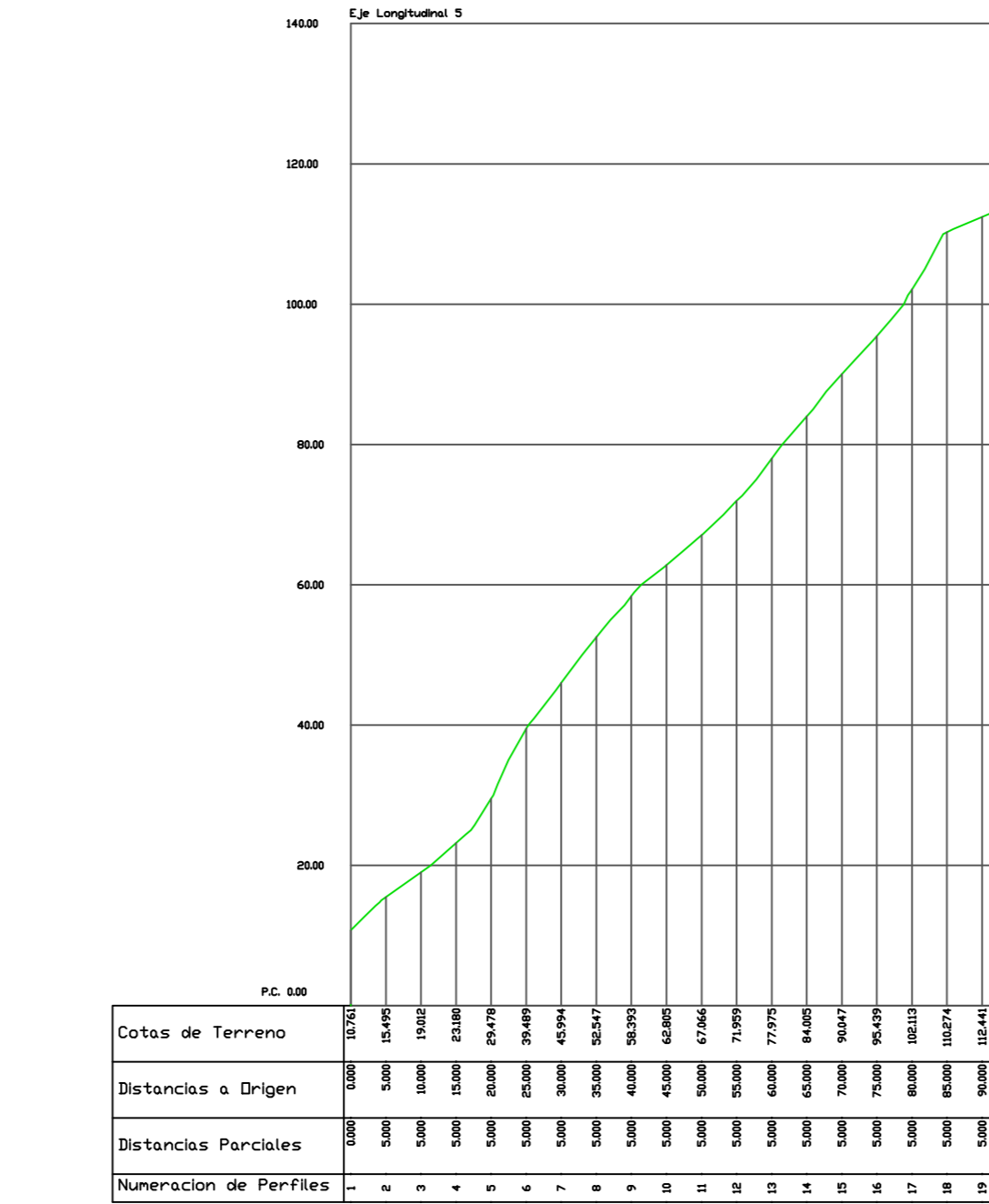
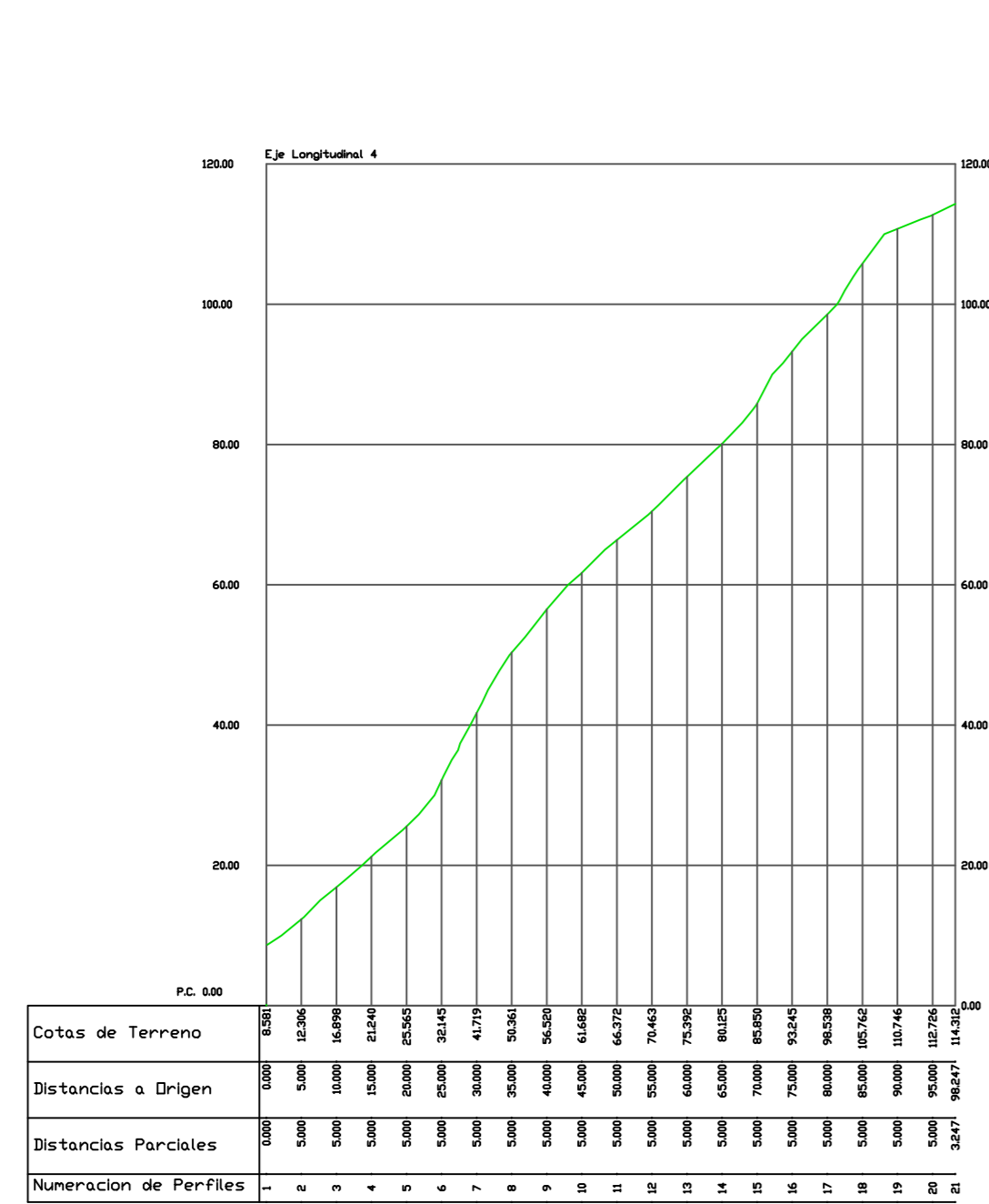
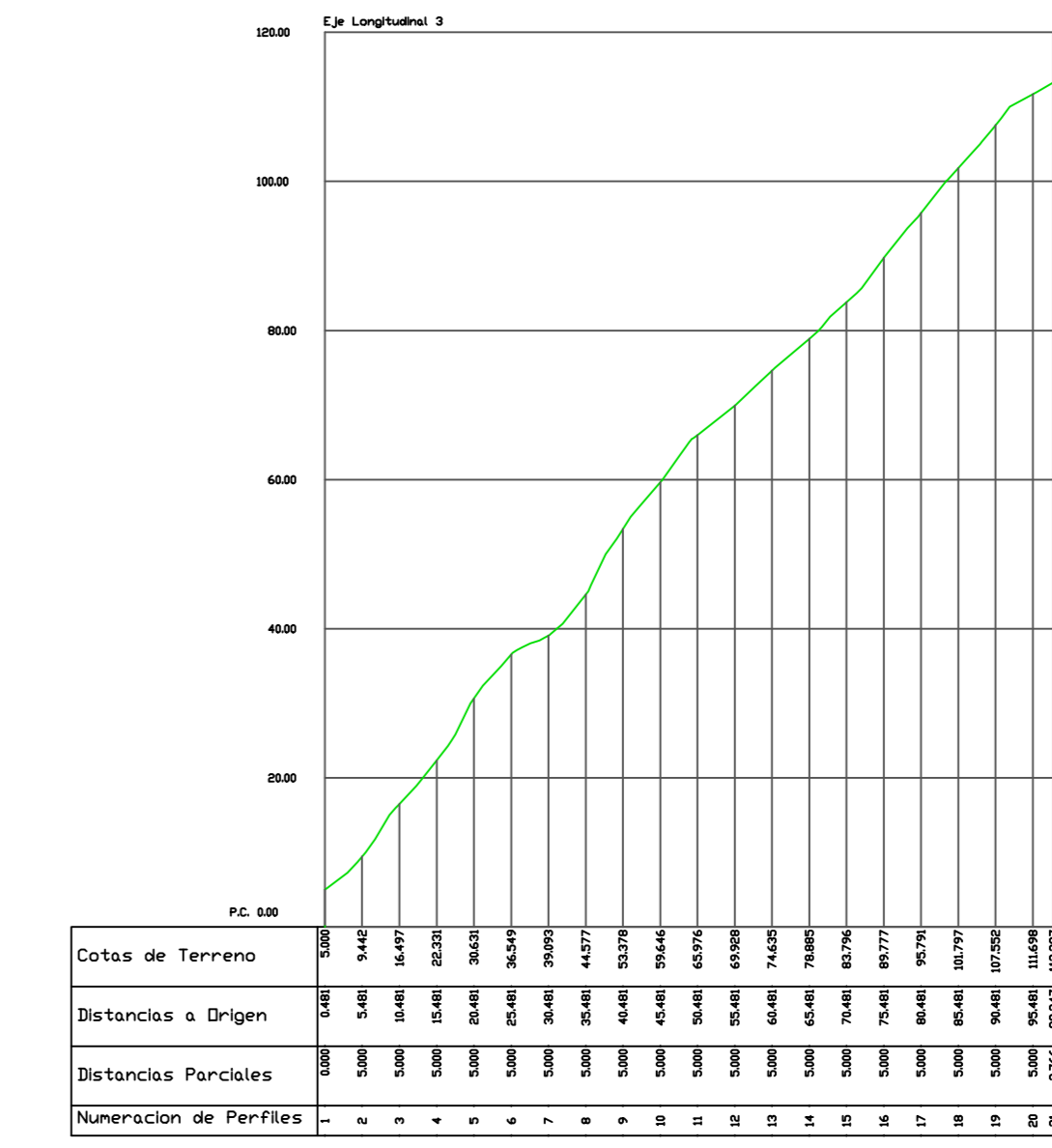
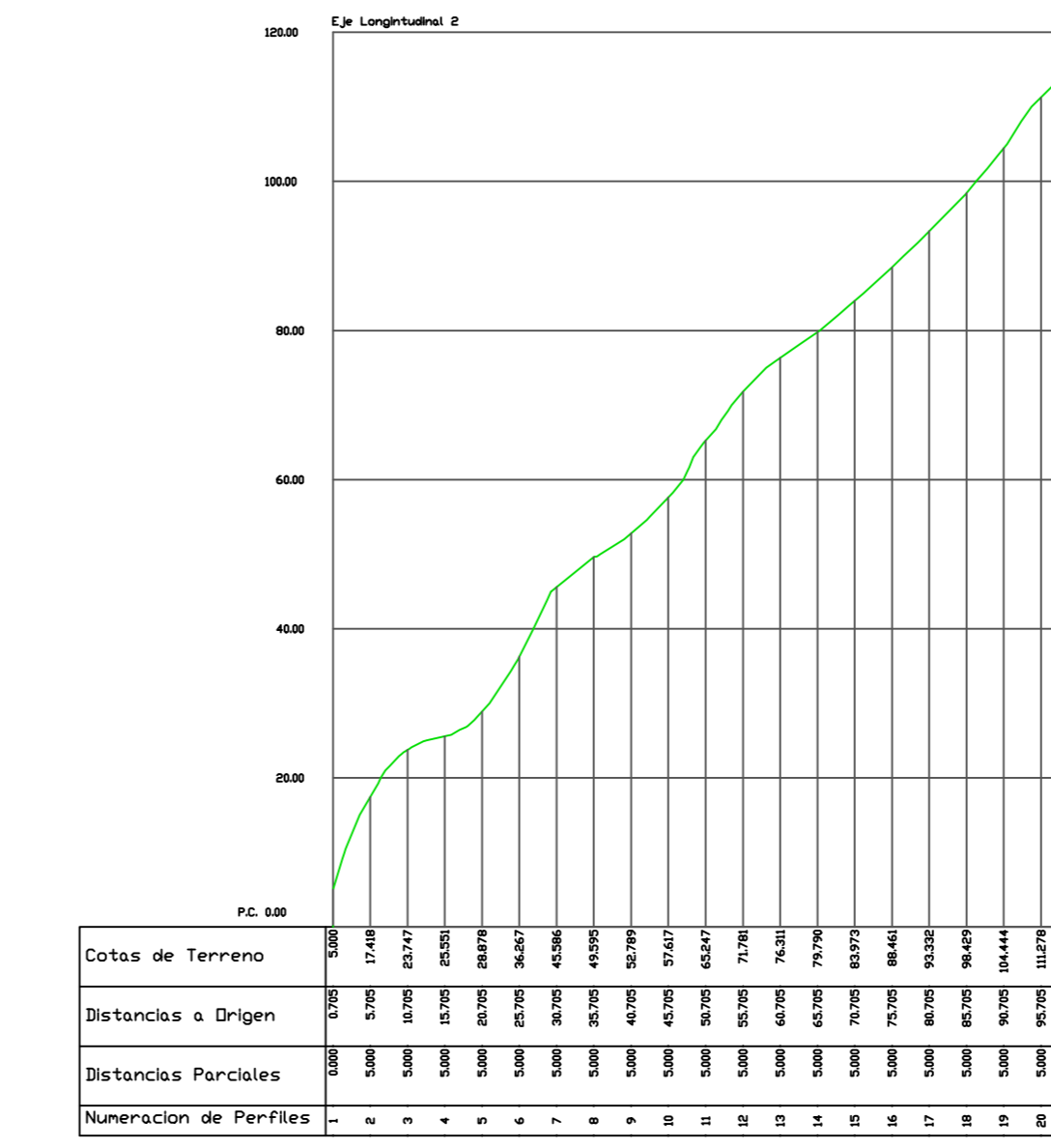
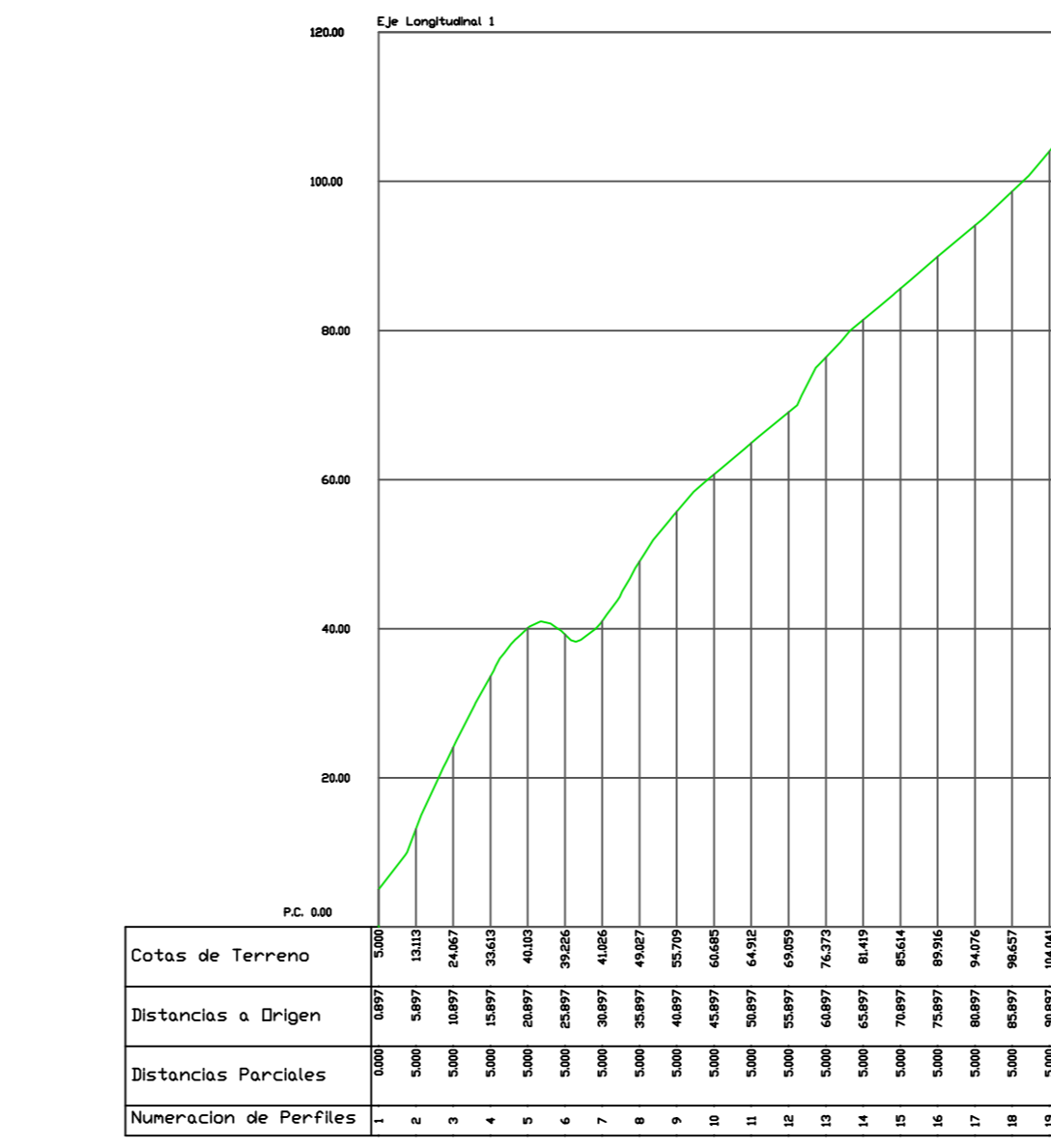
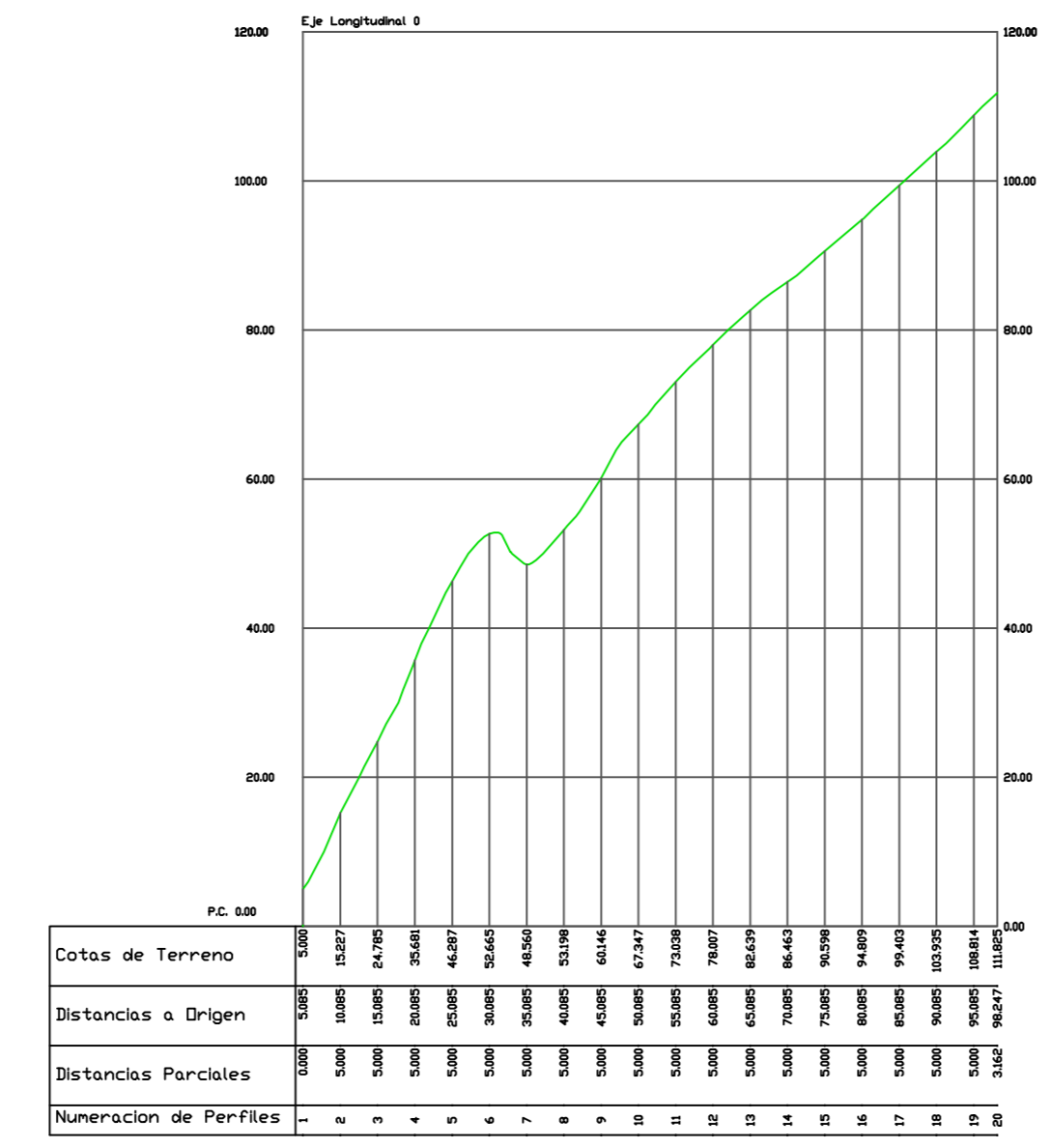
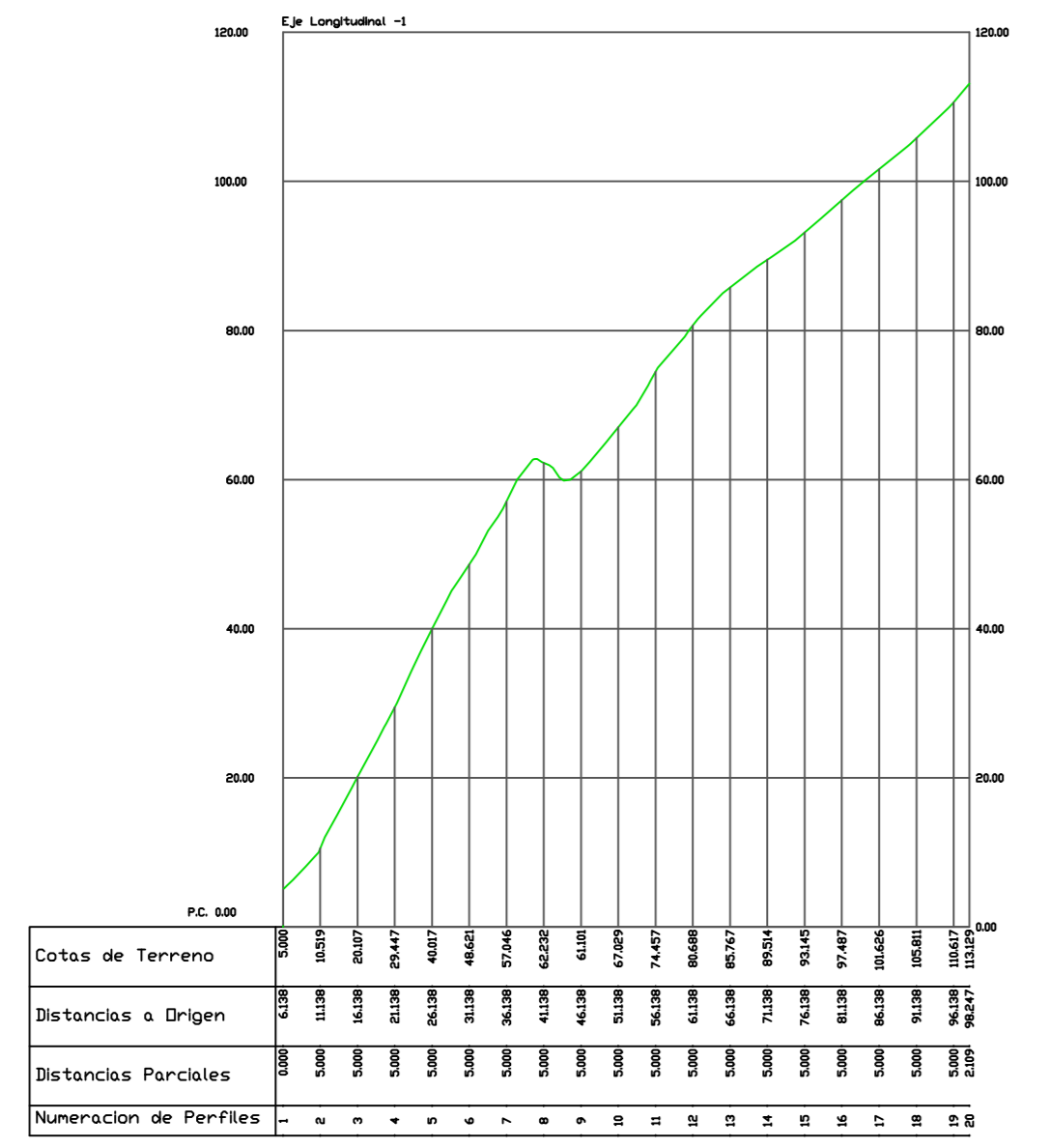
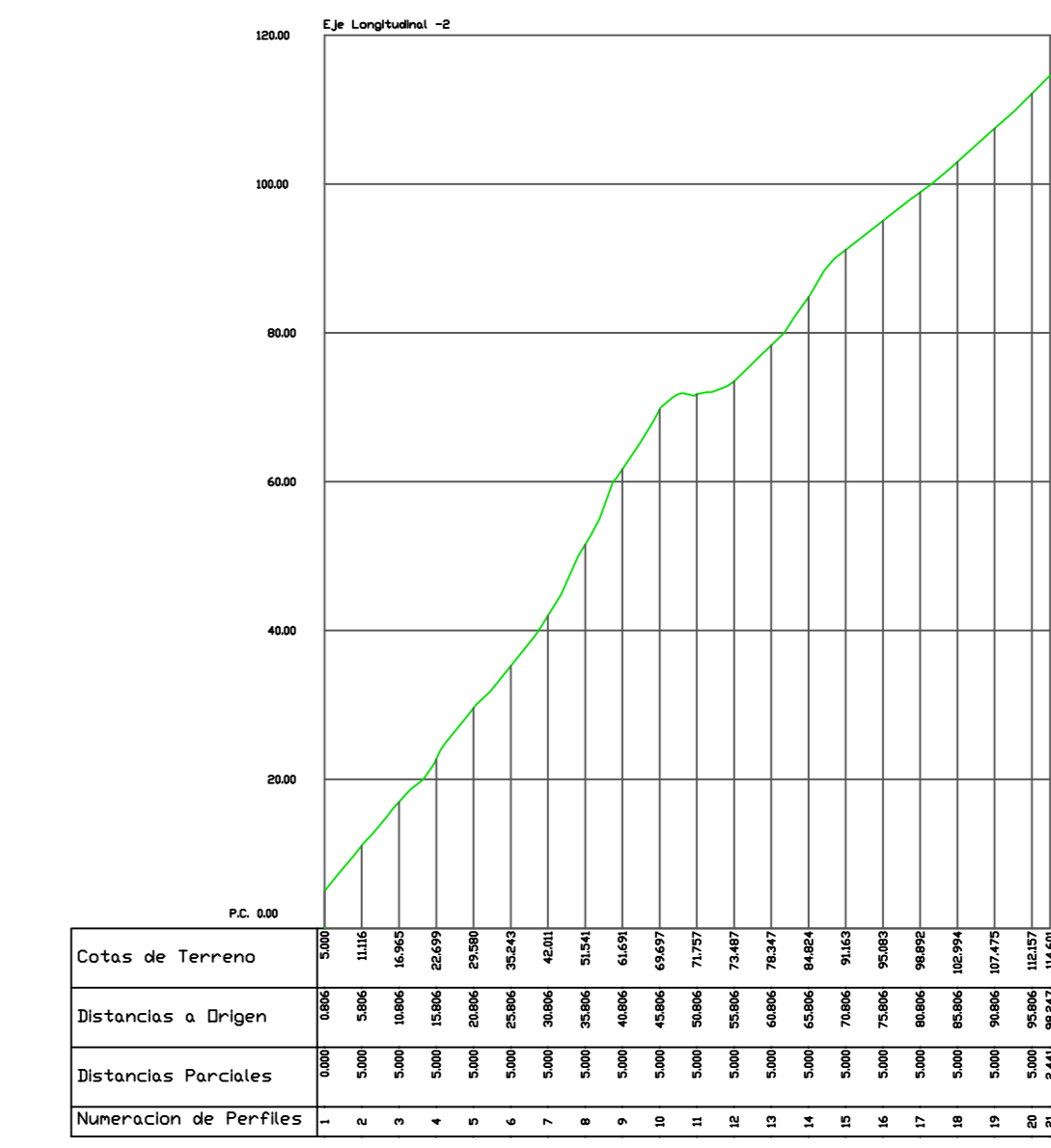
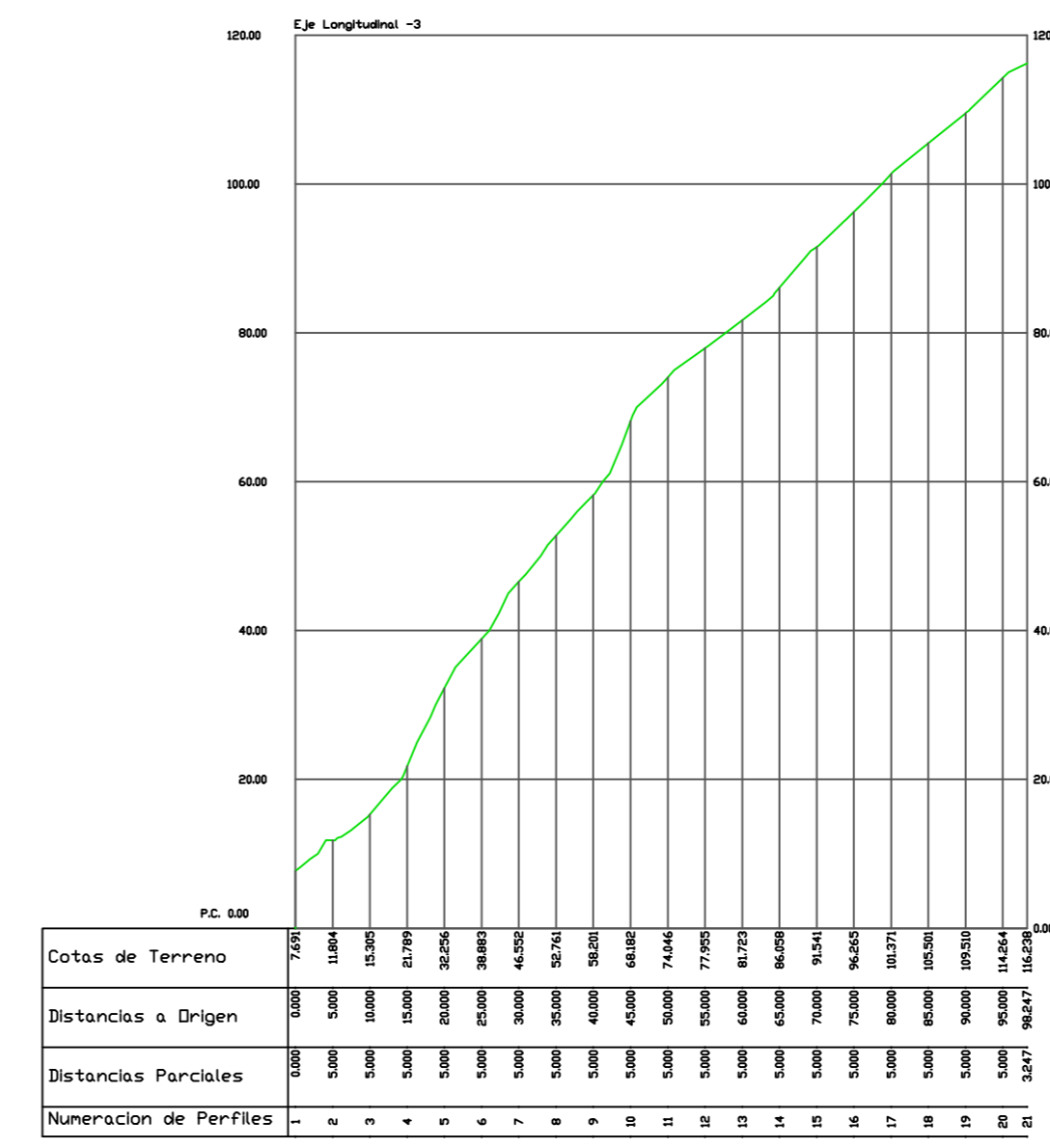
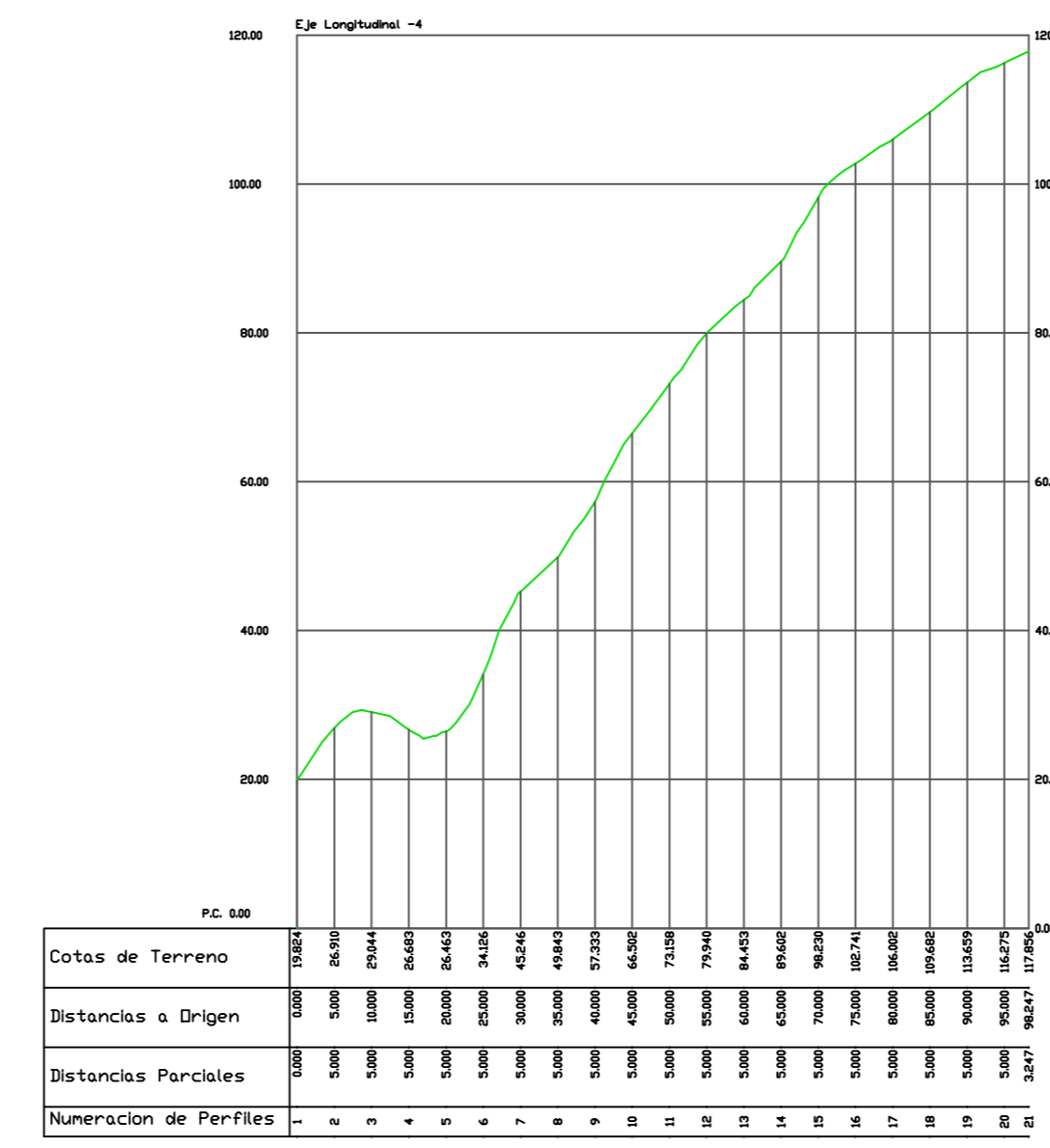
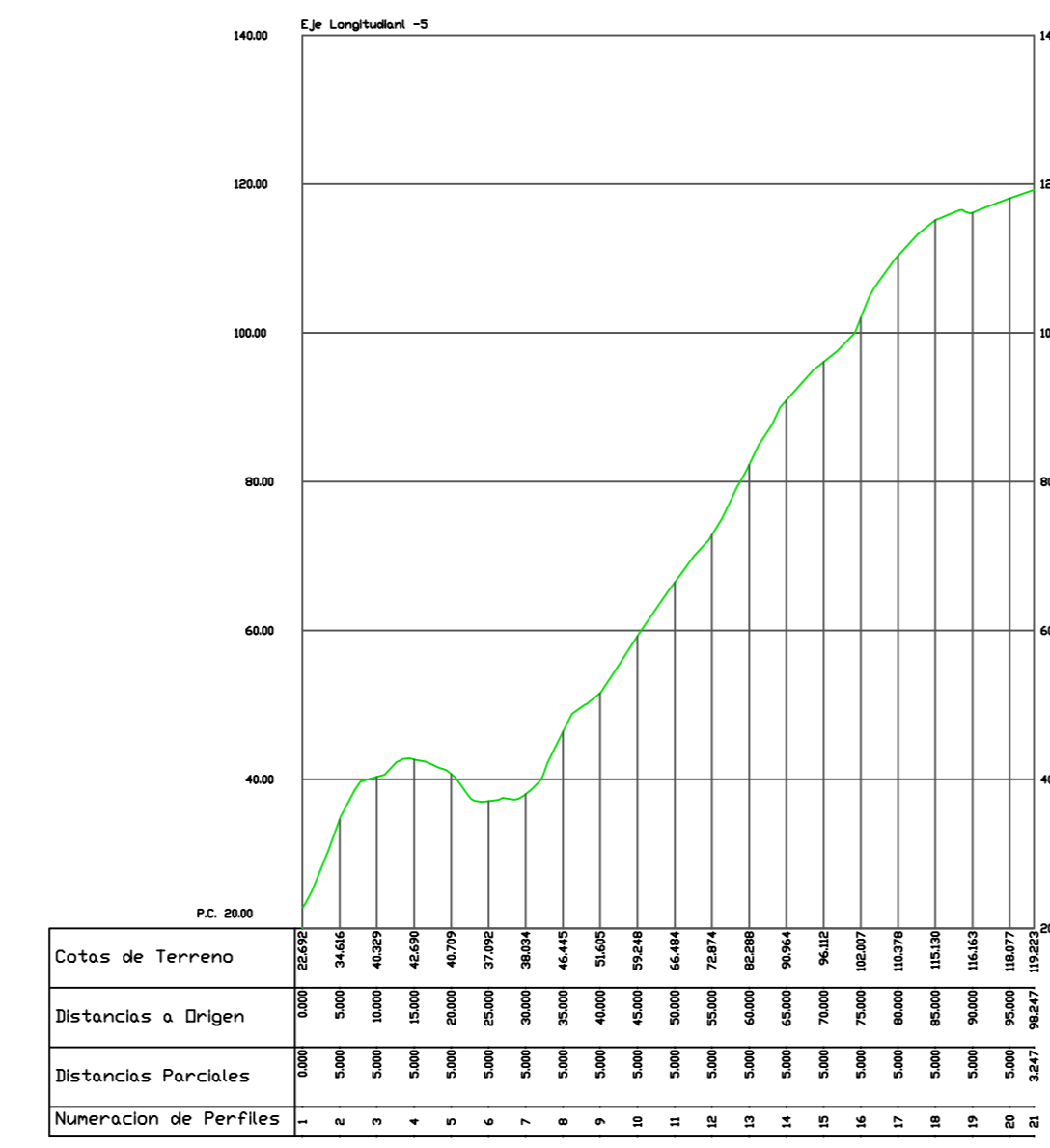
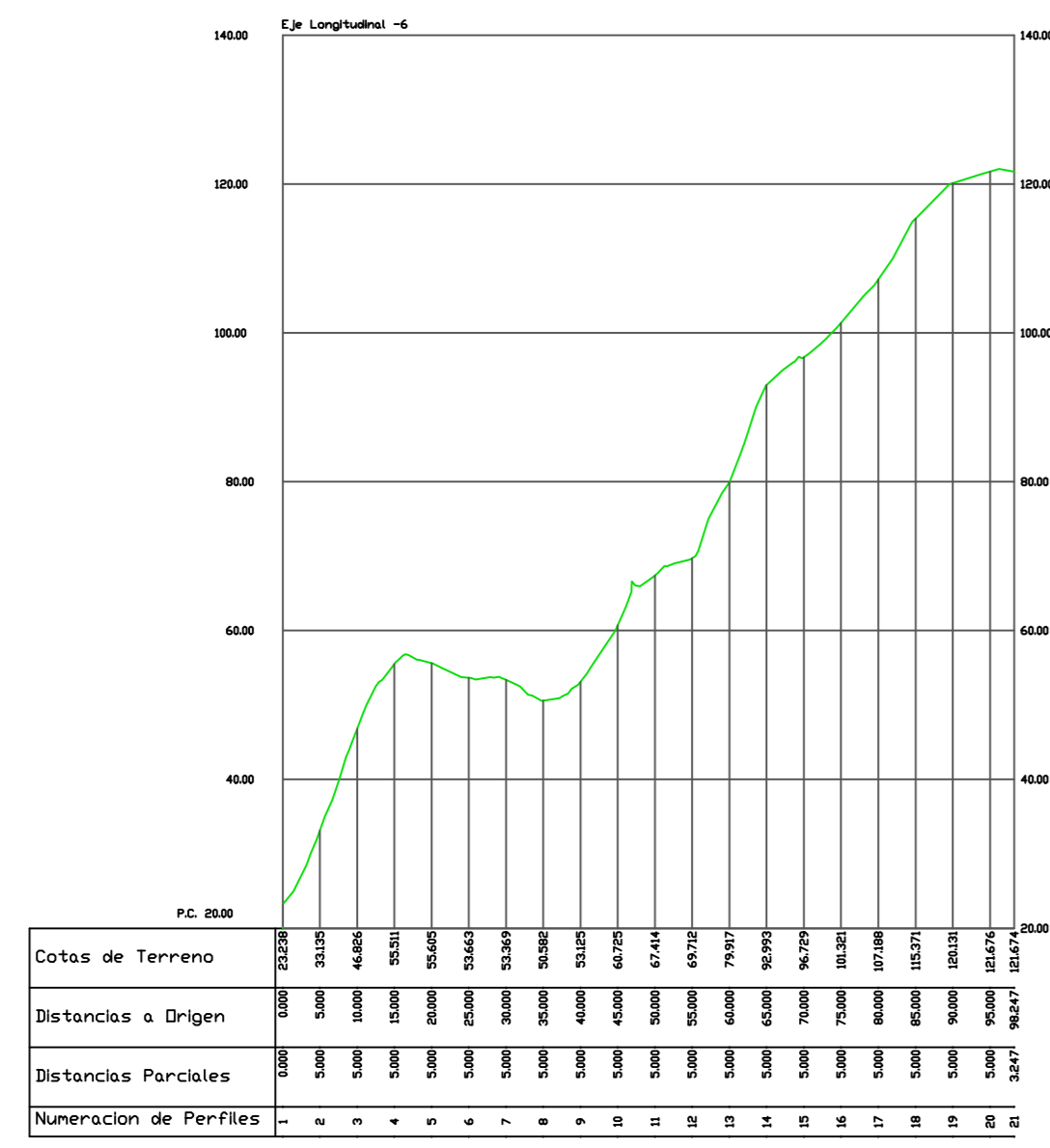
ESCUELA:
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO

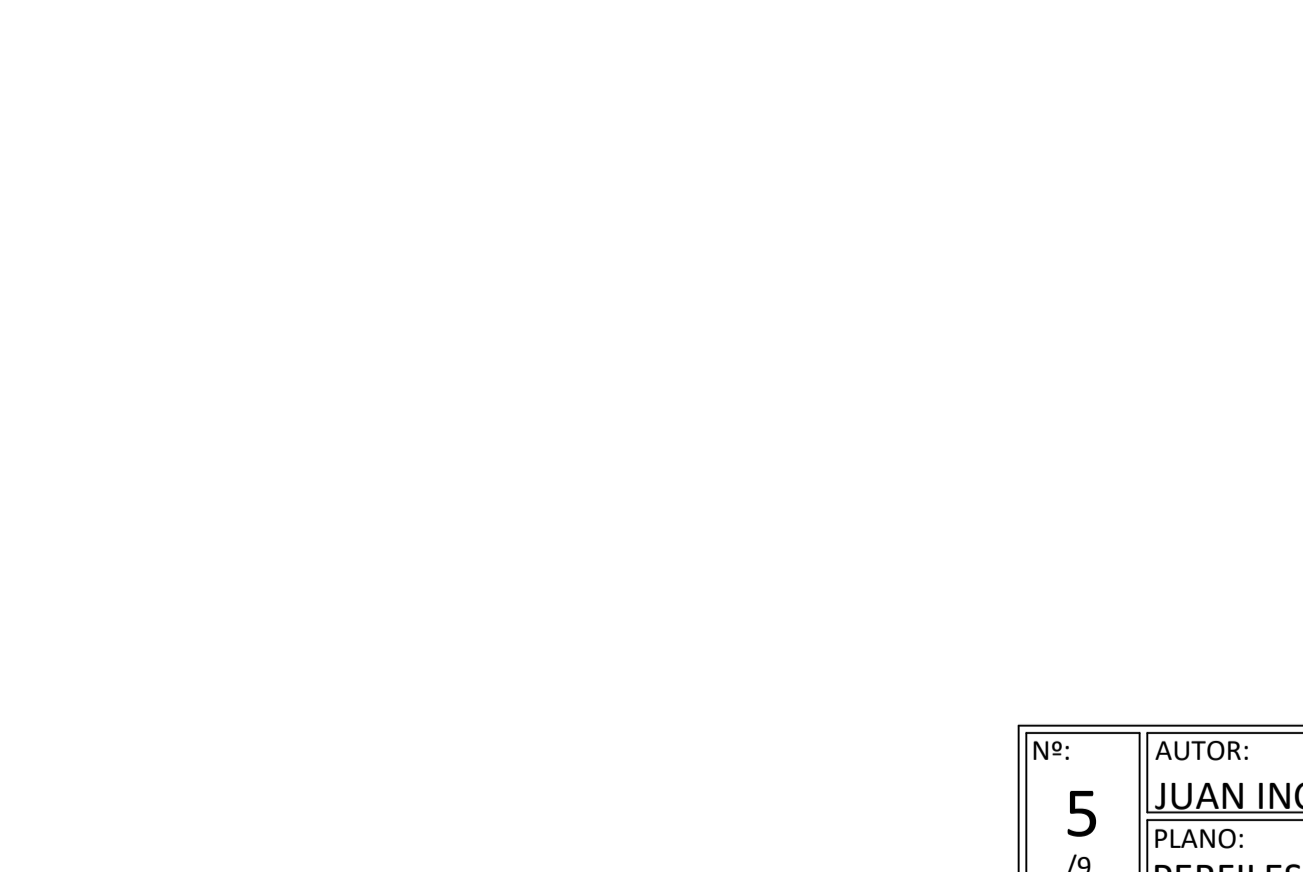
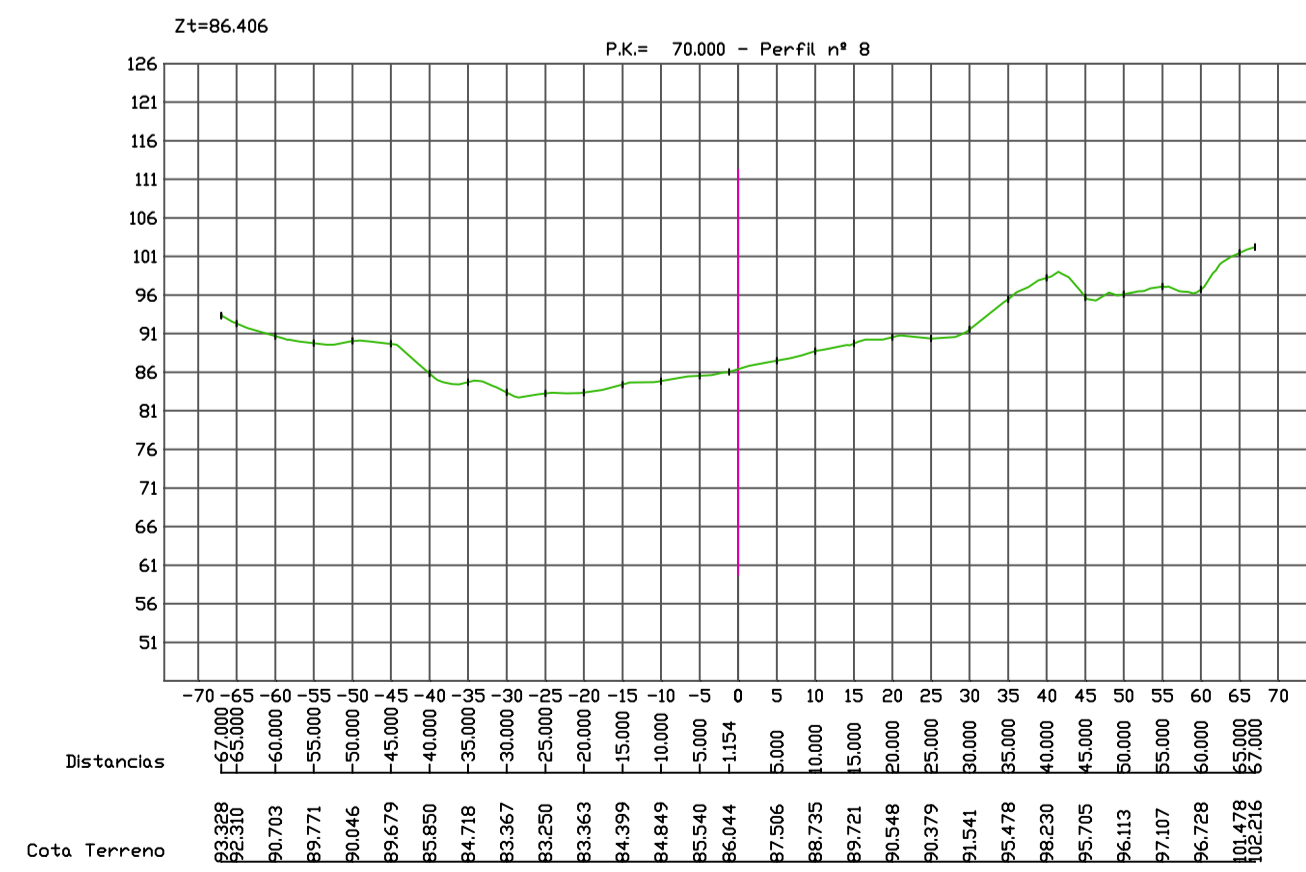
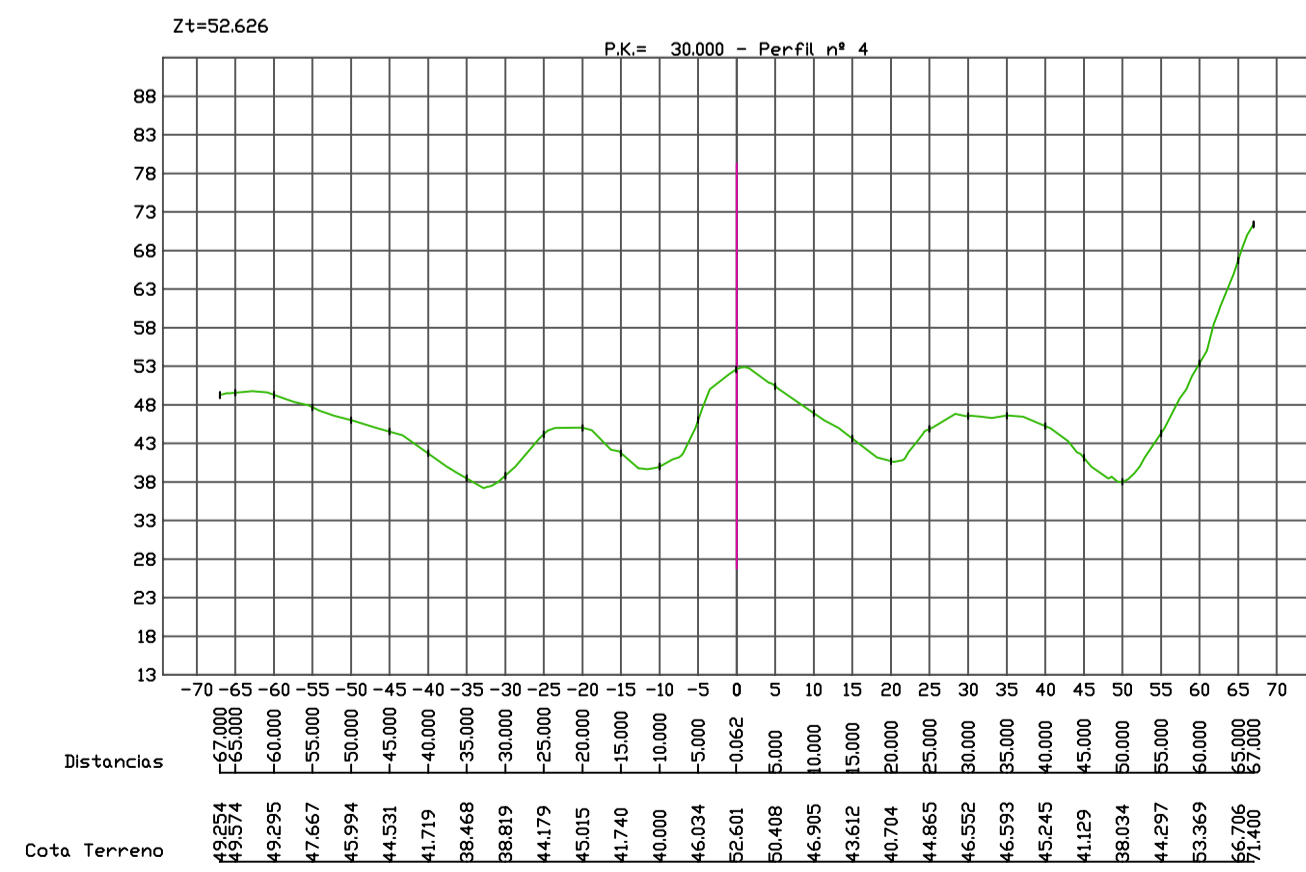
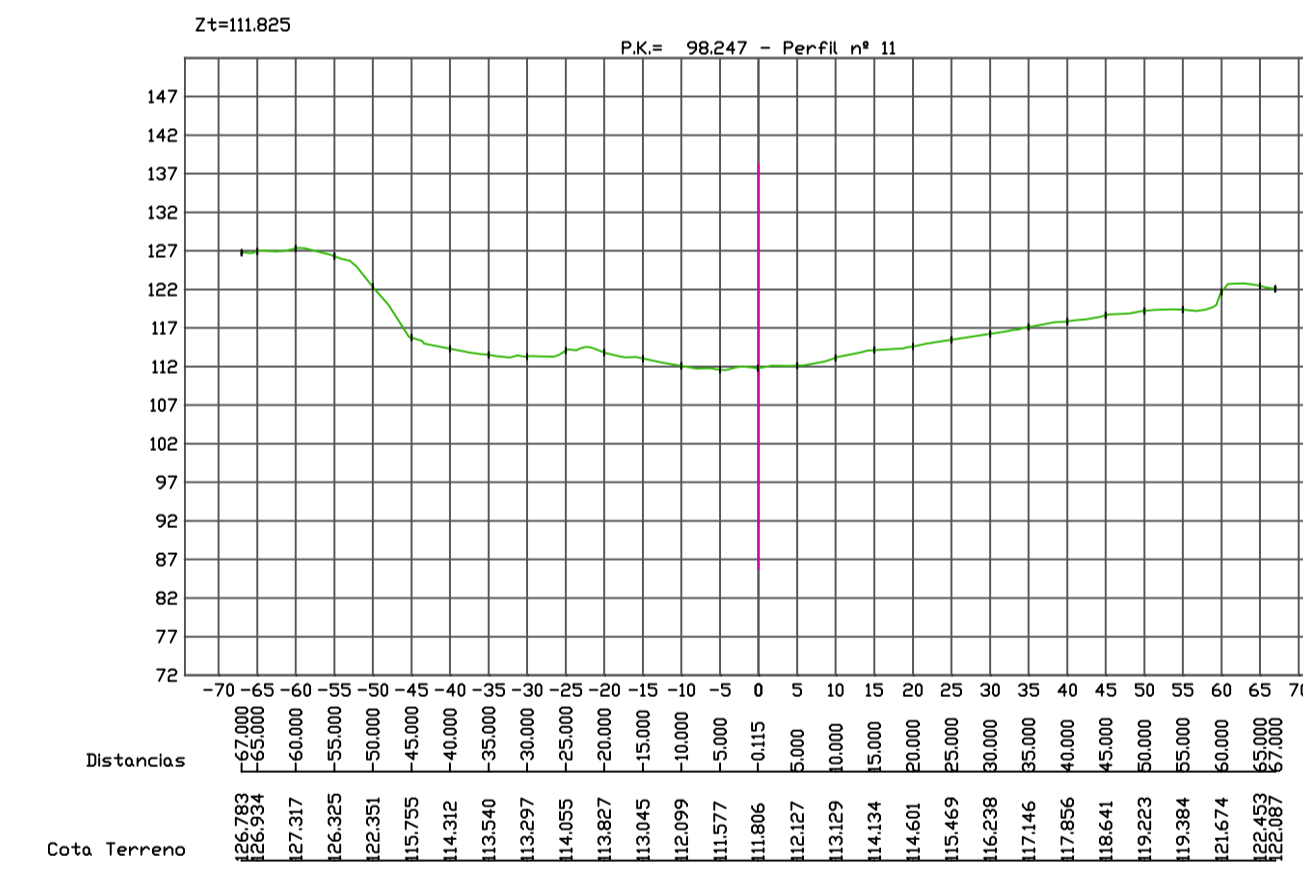
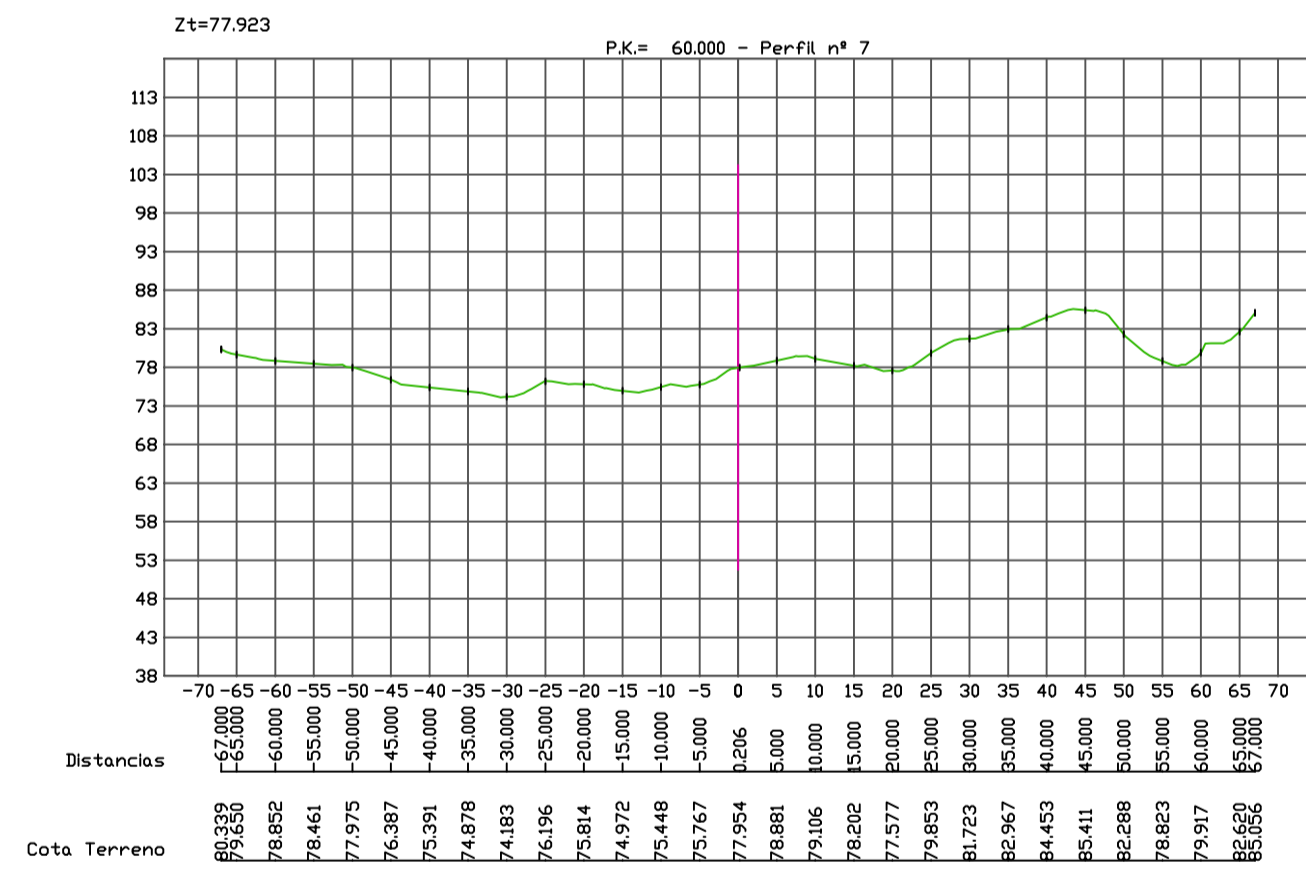
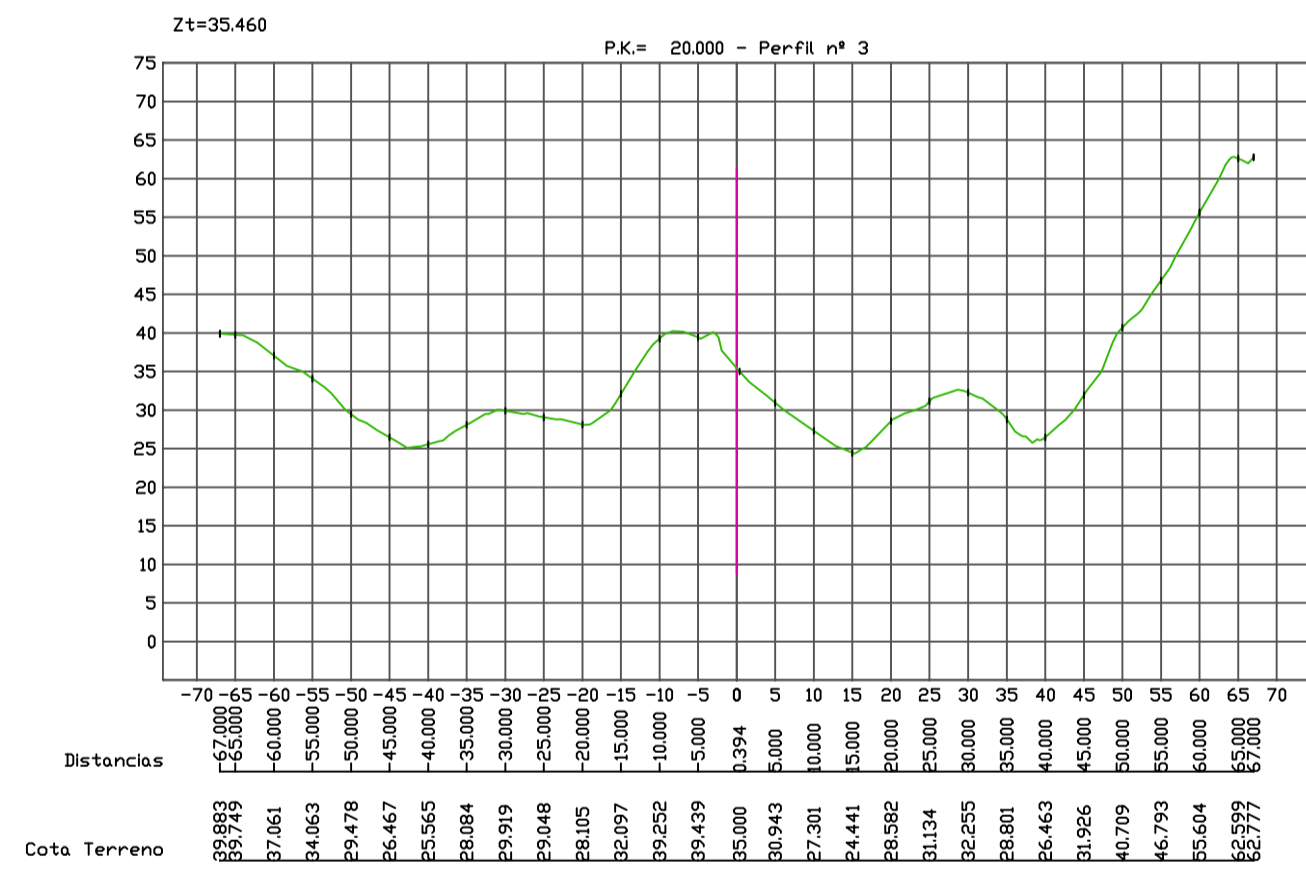
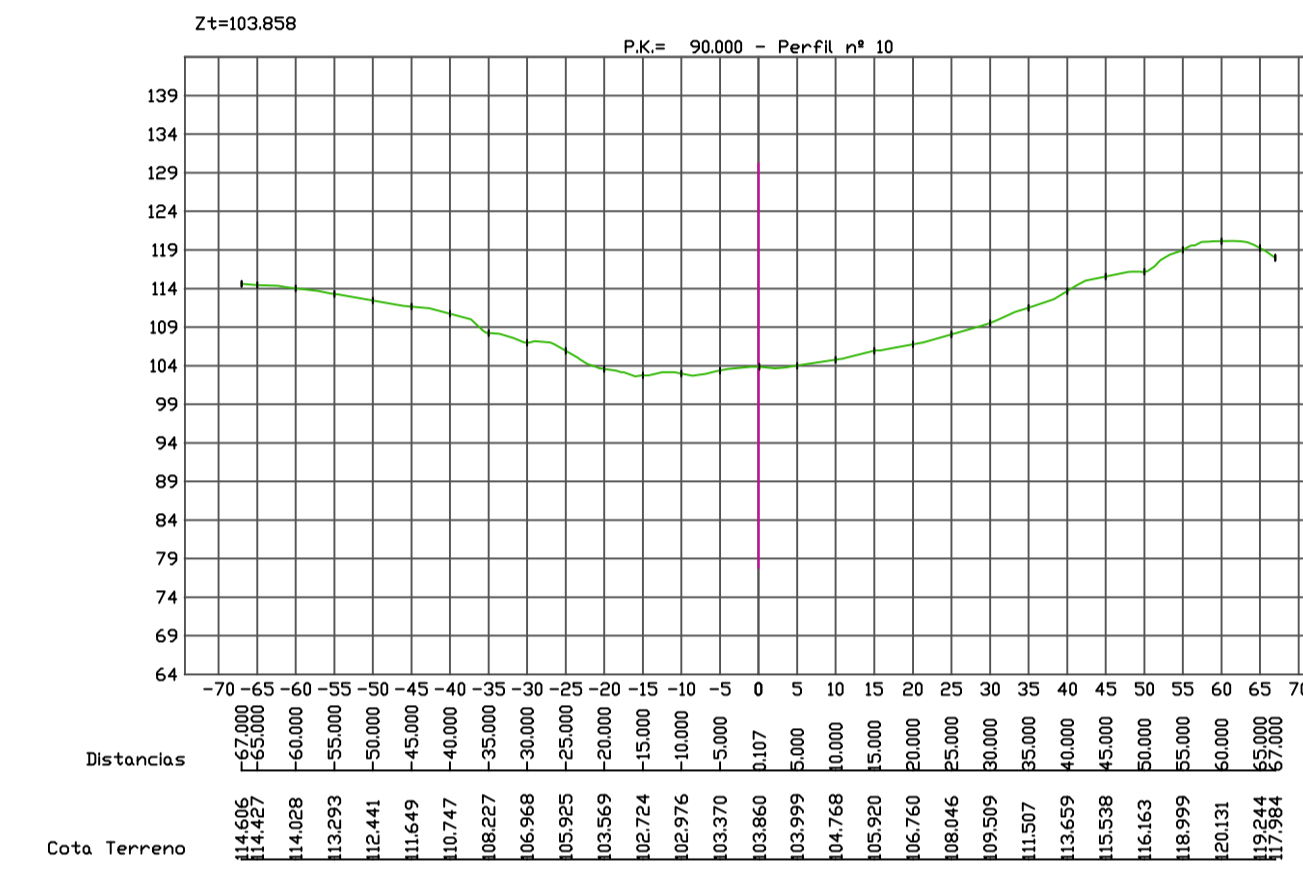
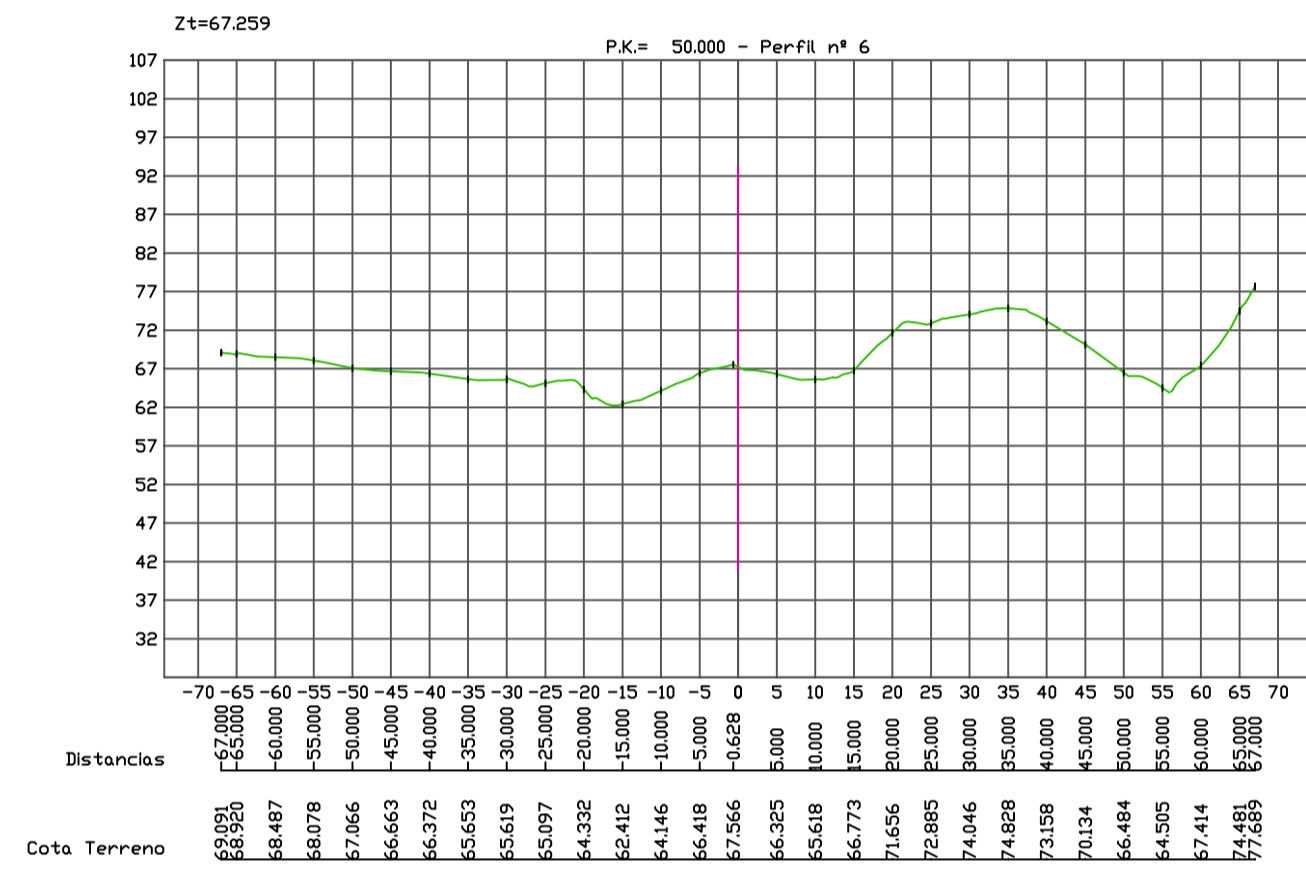
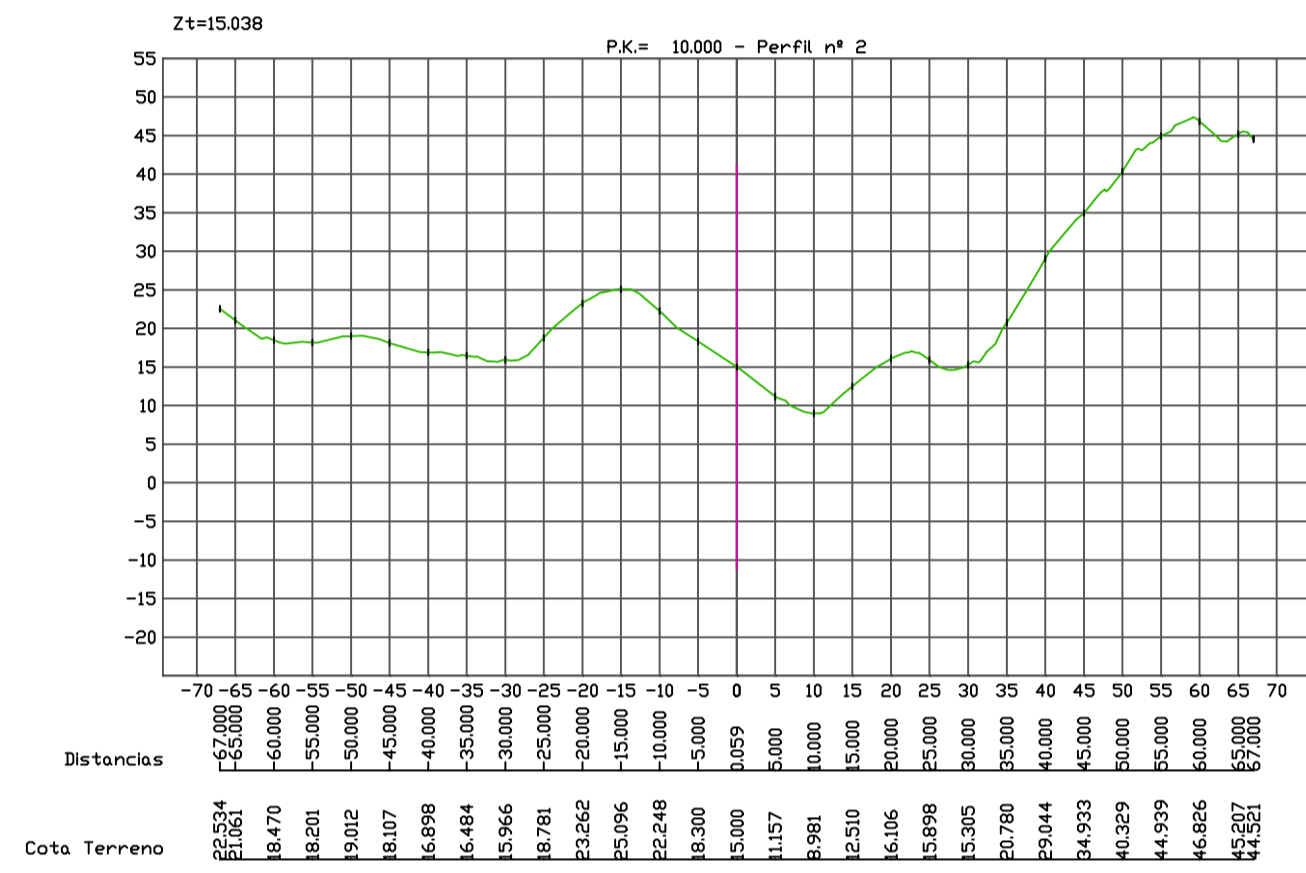
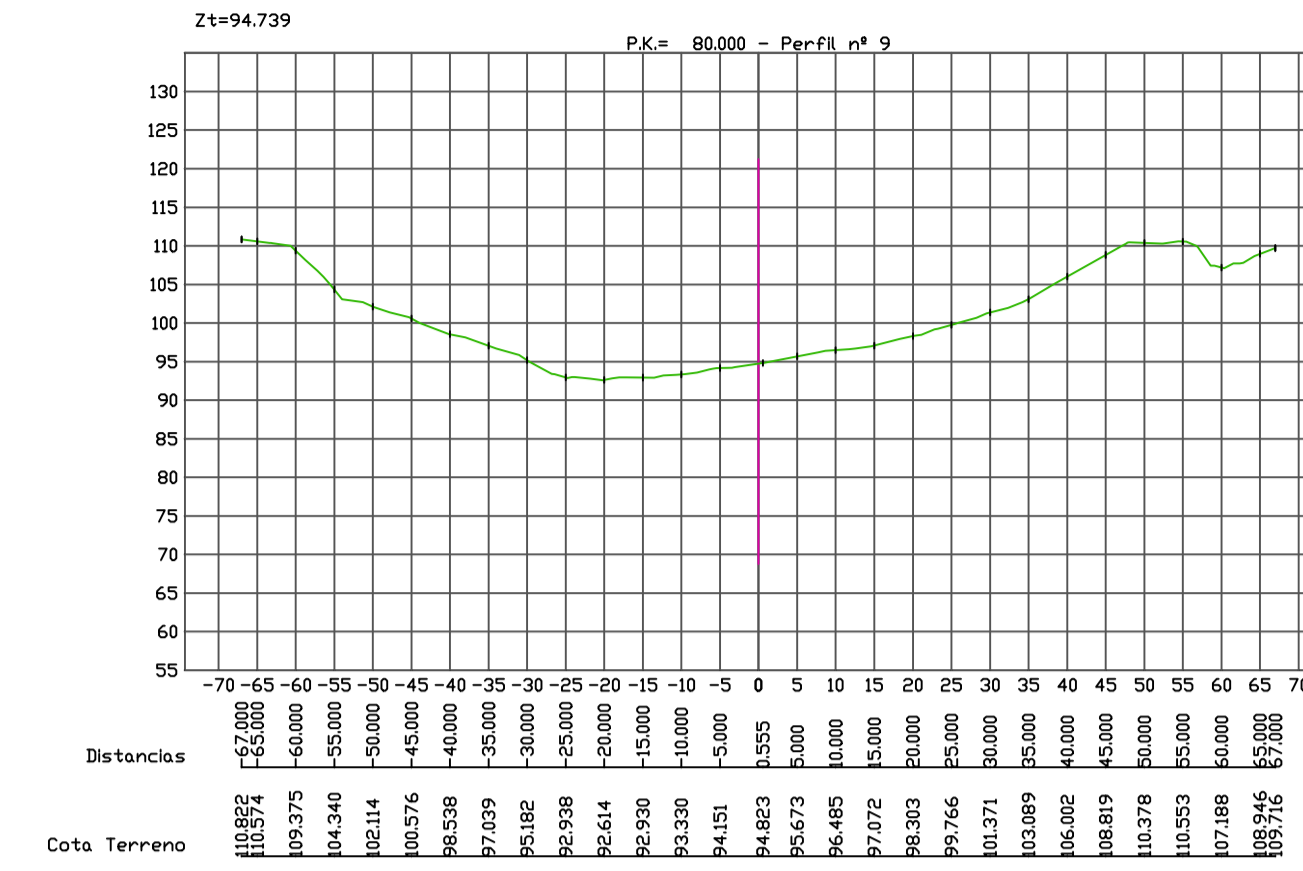
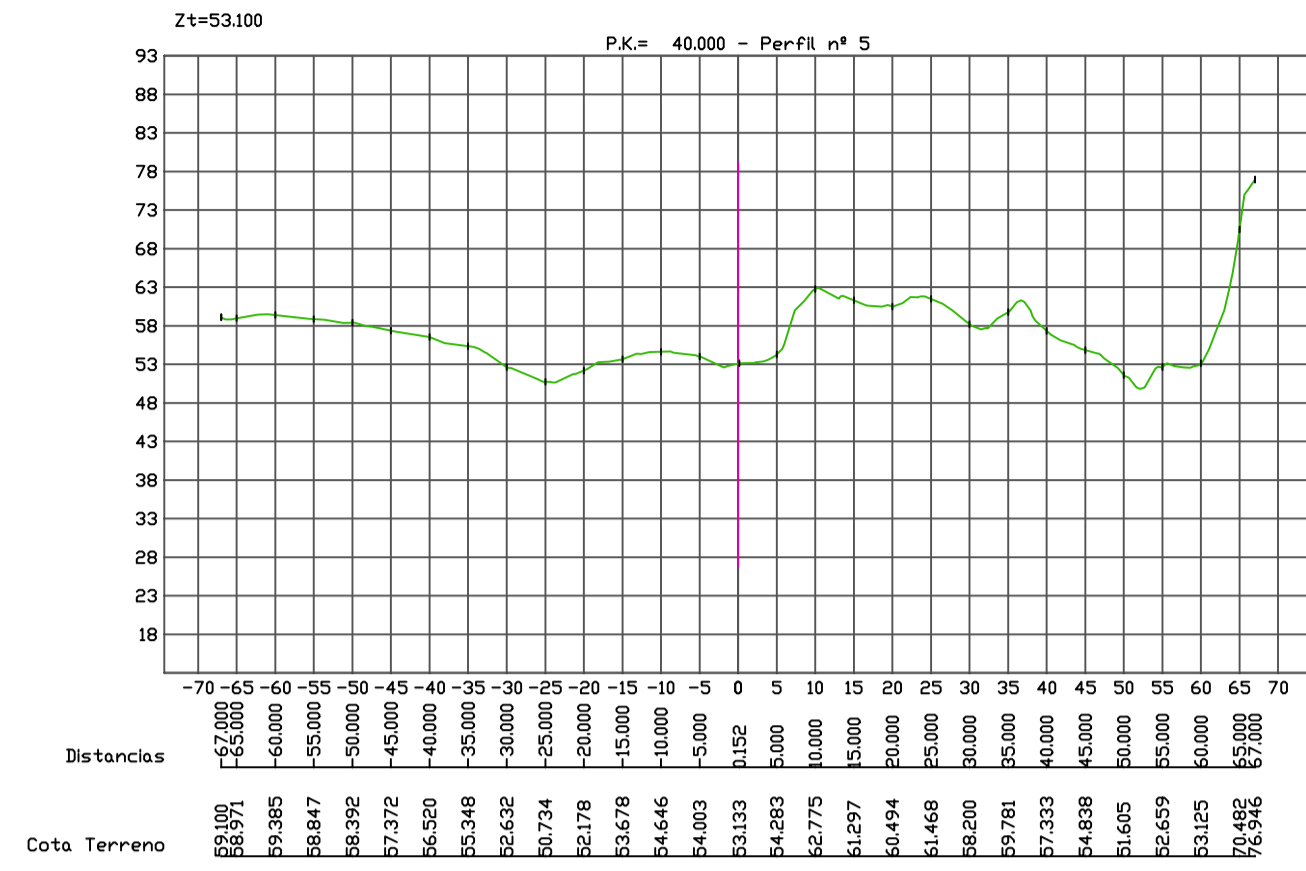
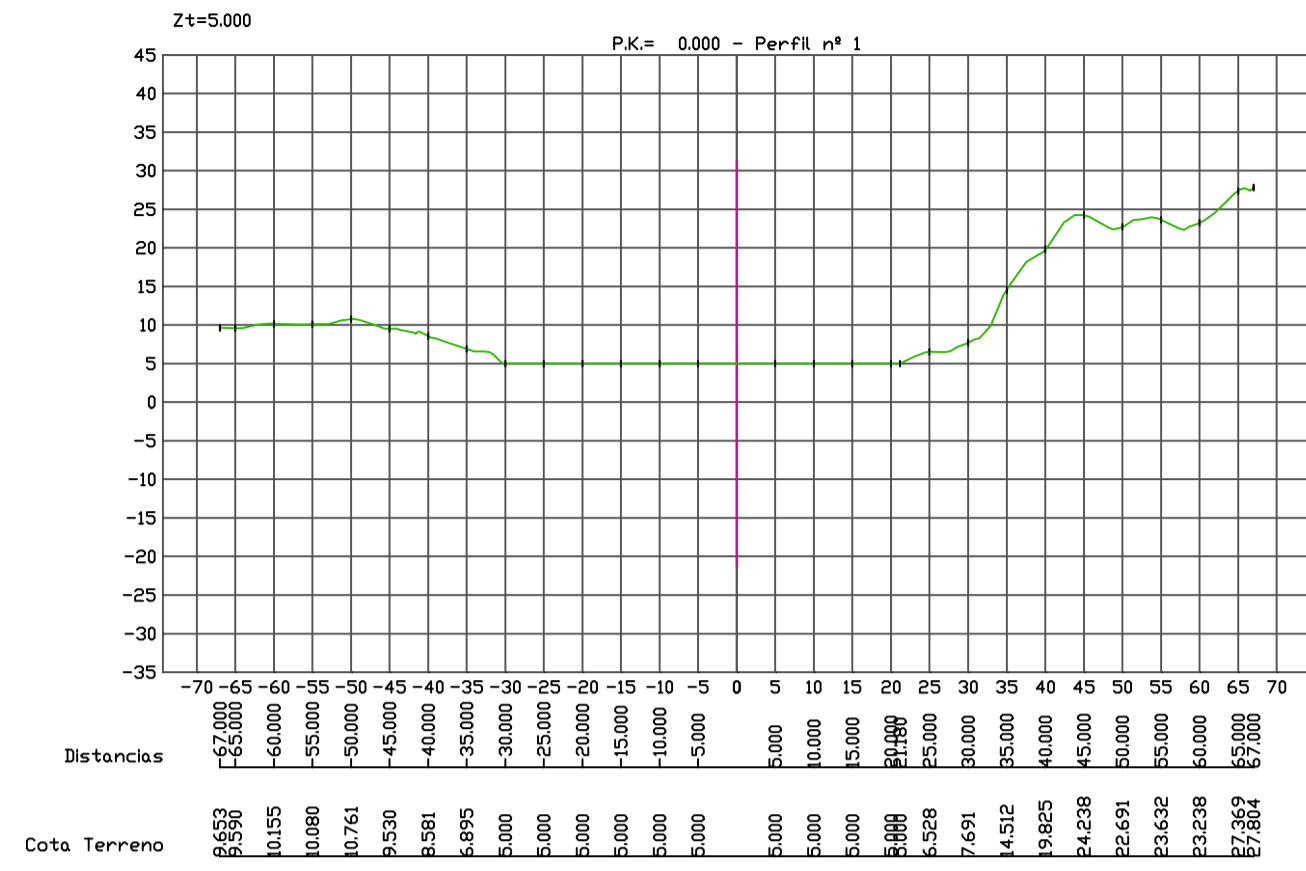
FIRMA:



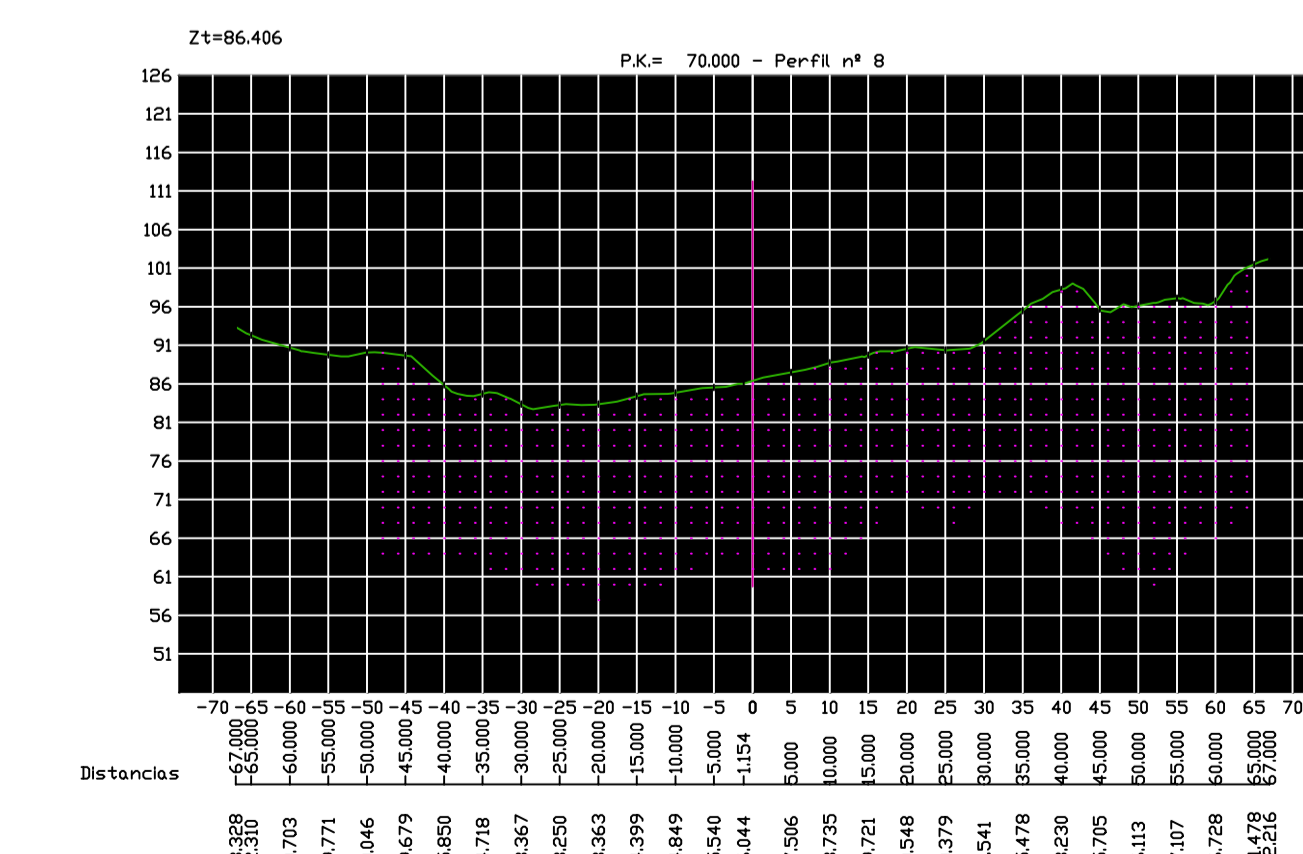
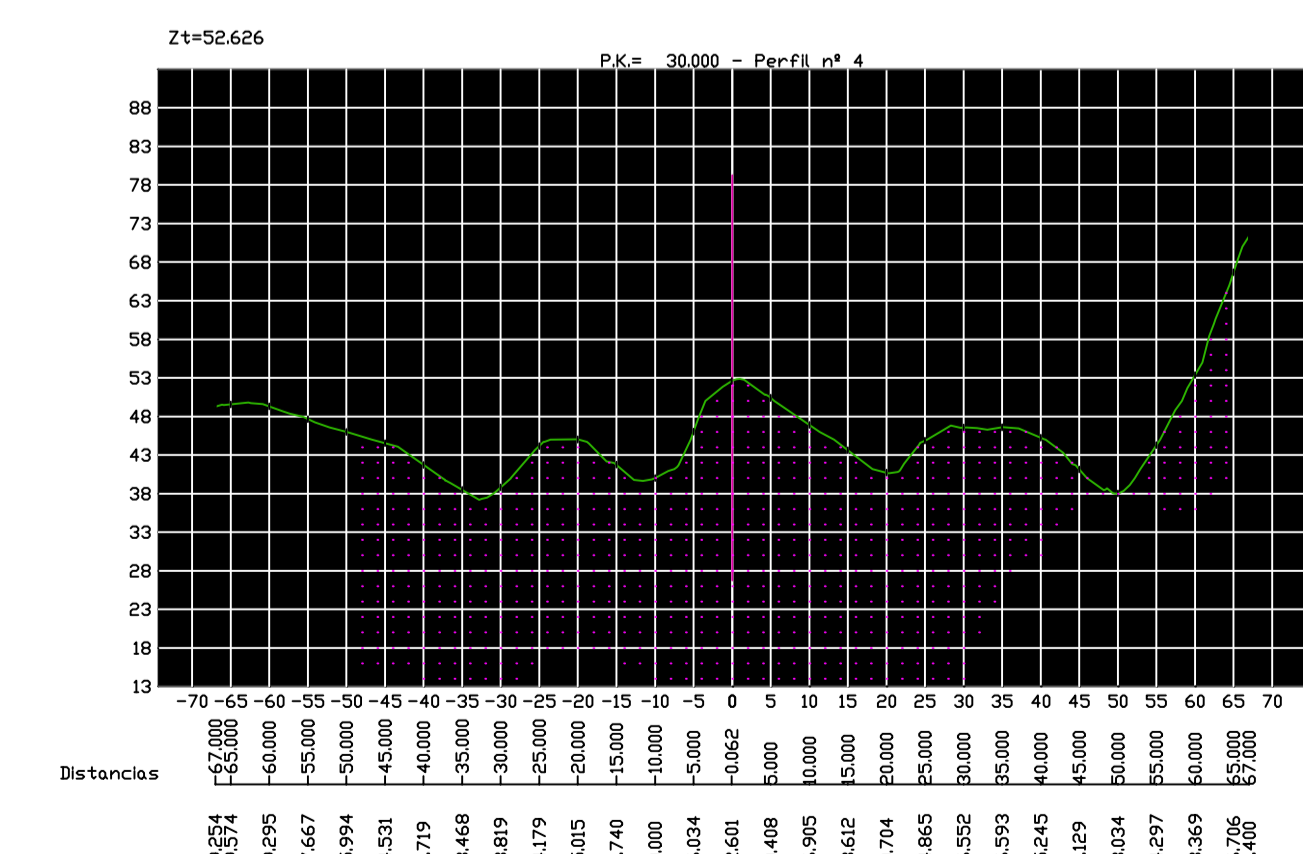
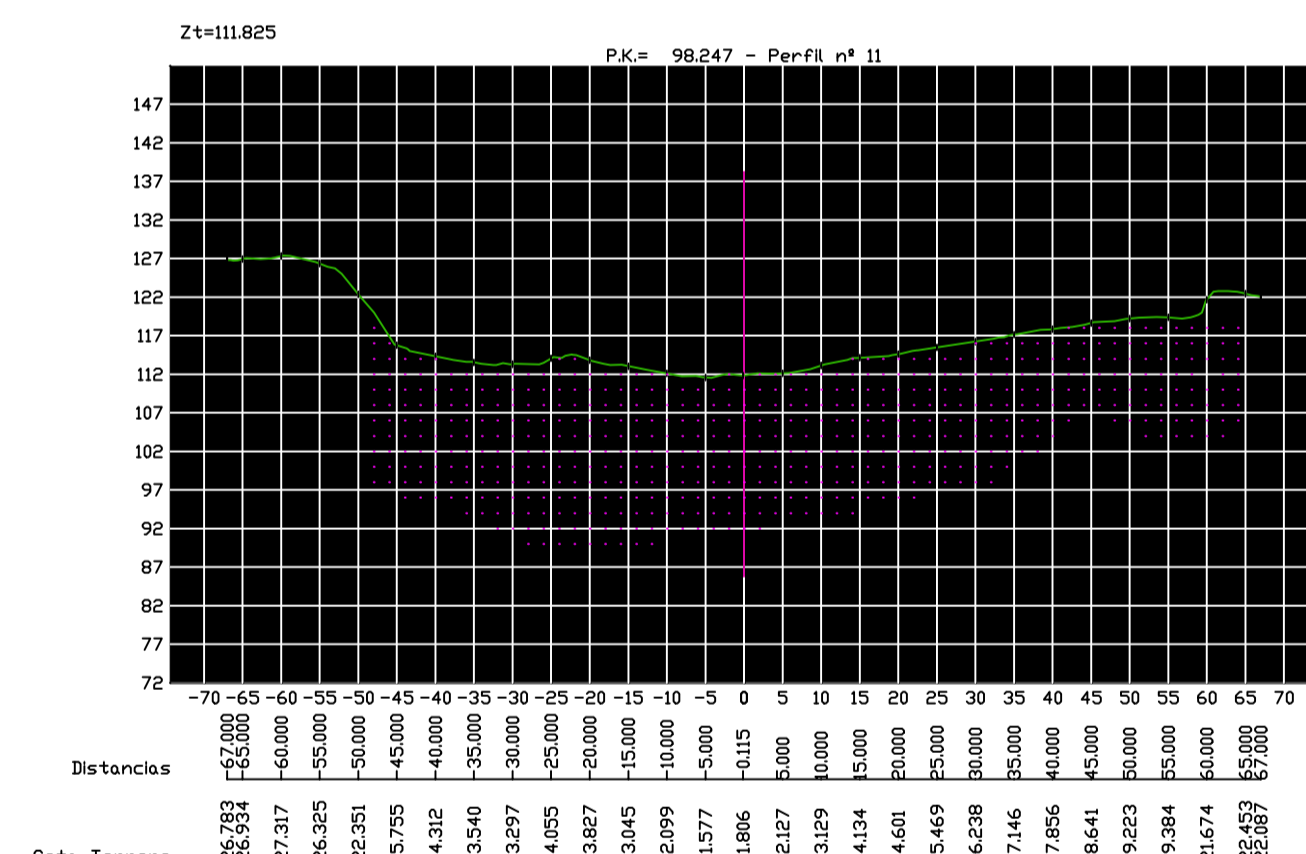
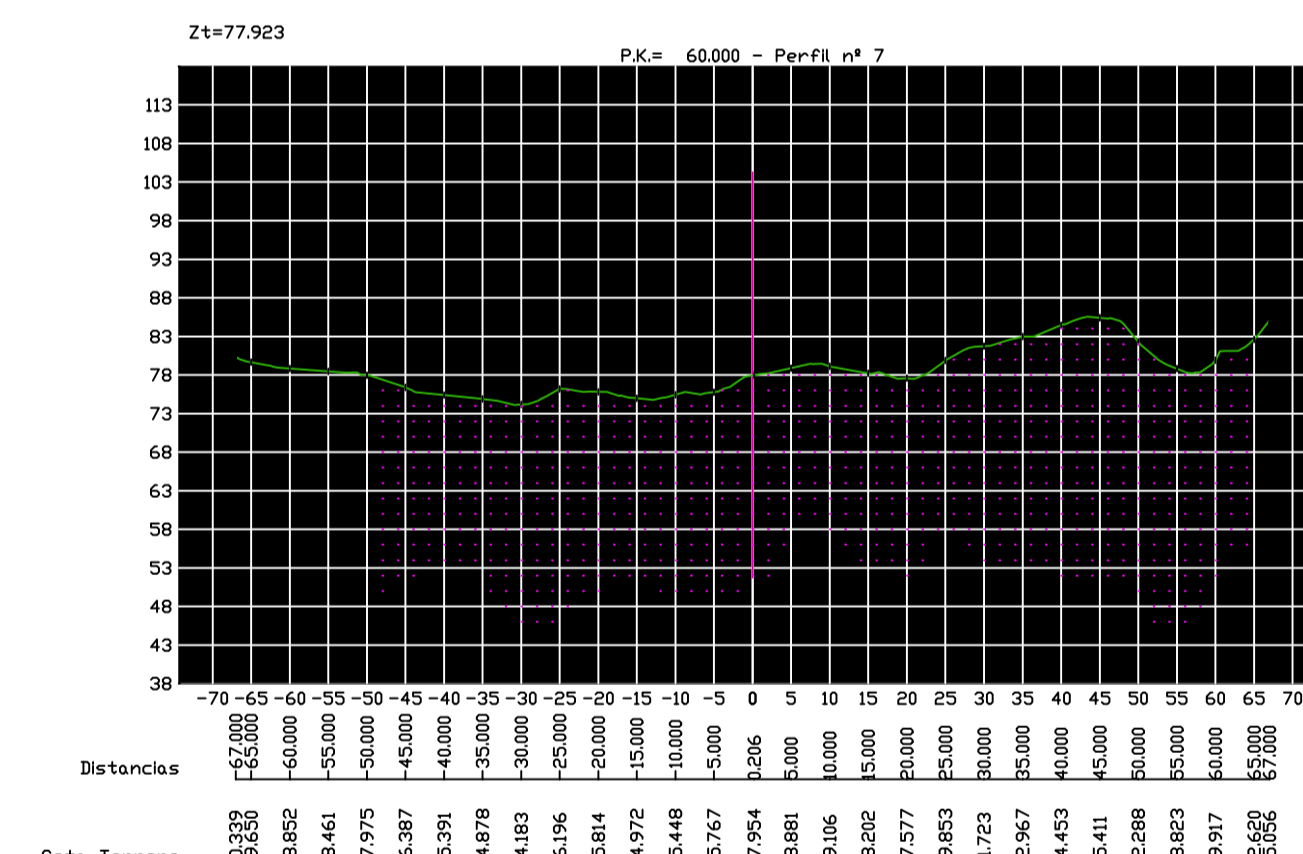
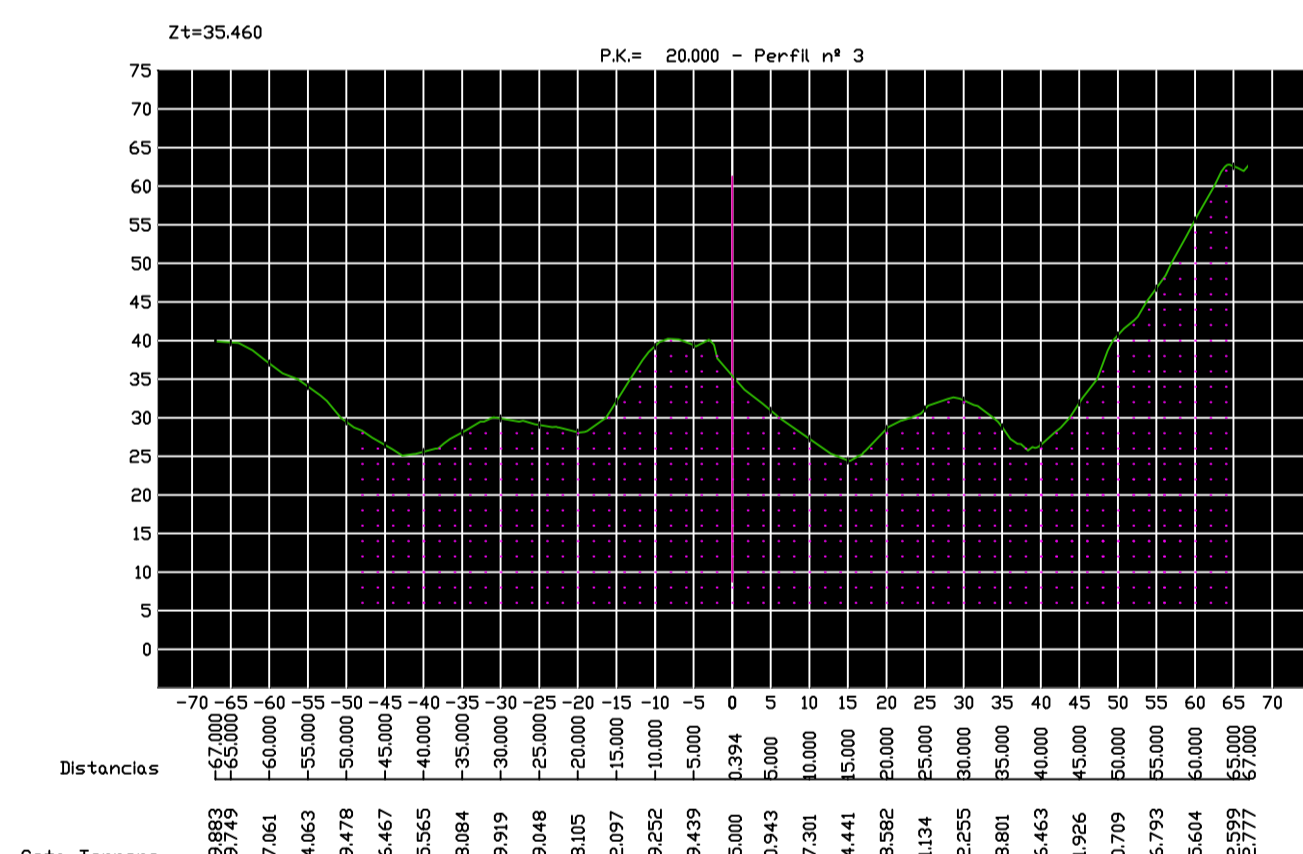
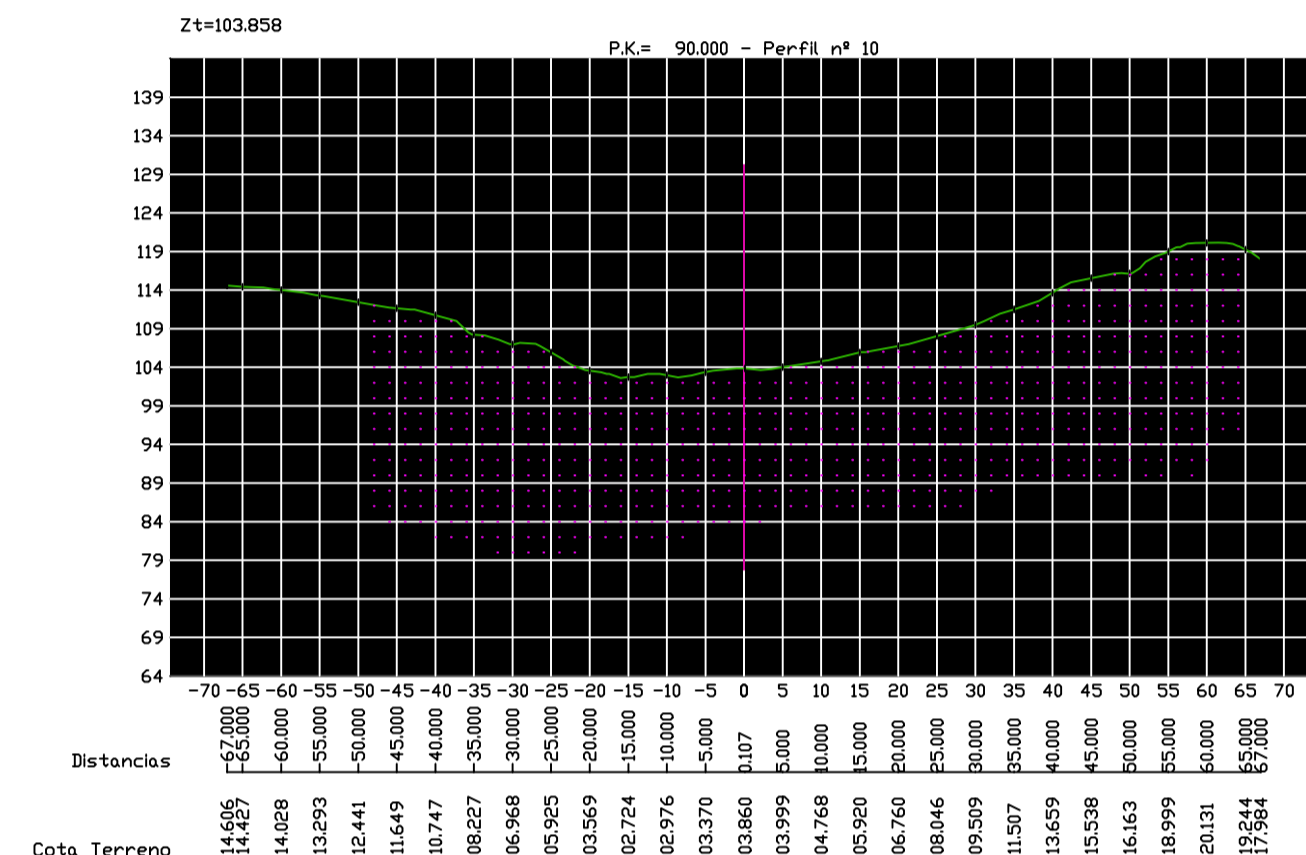
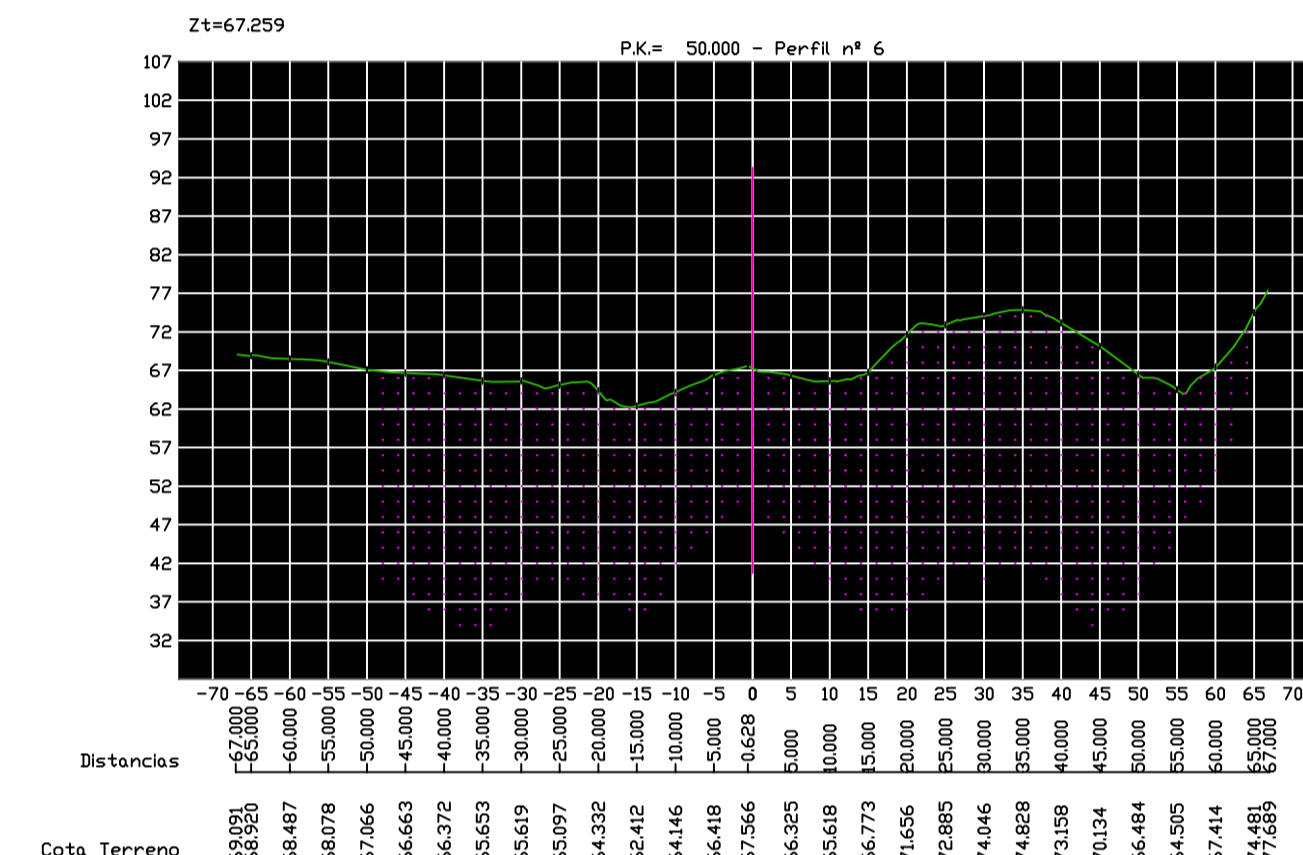
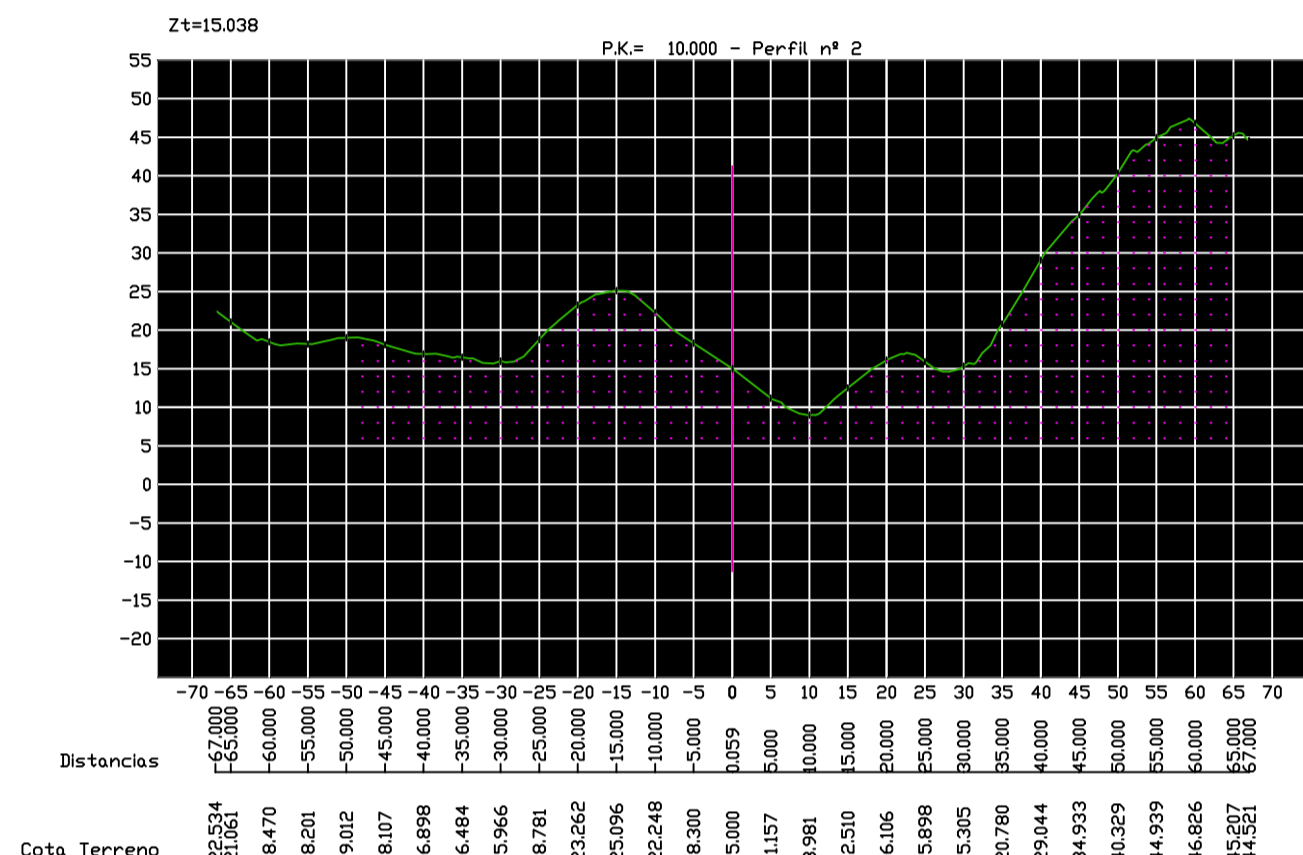
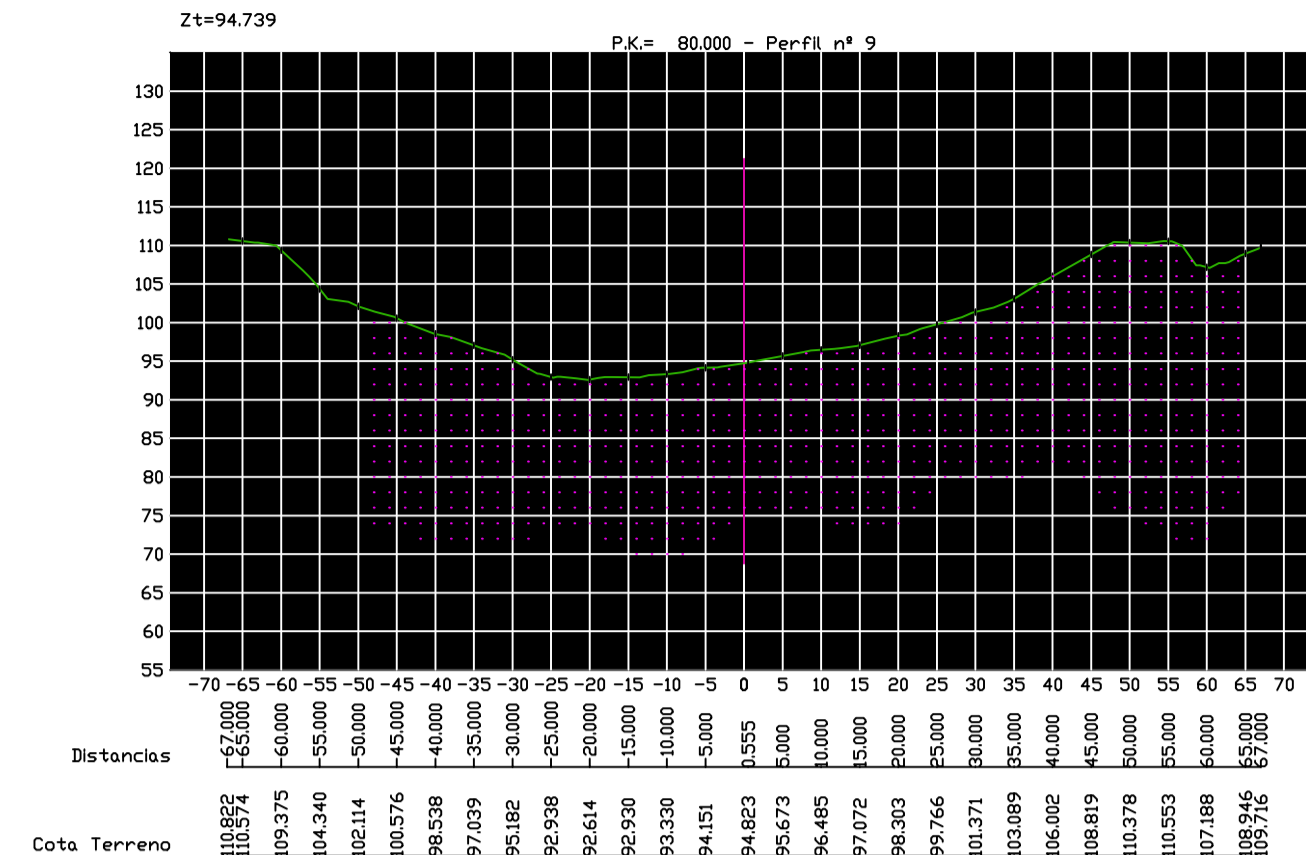
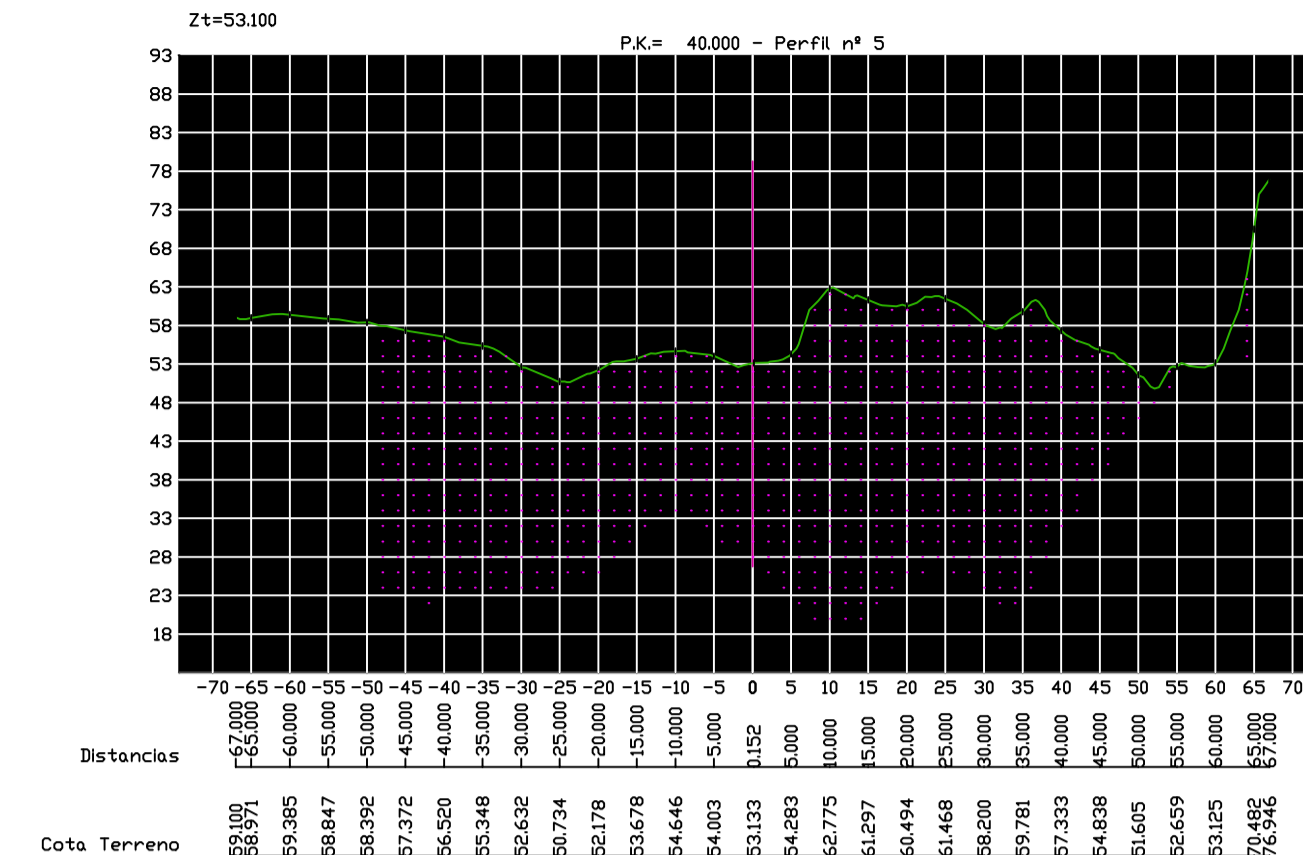
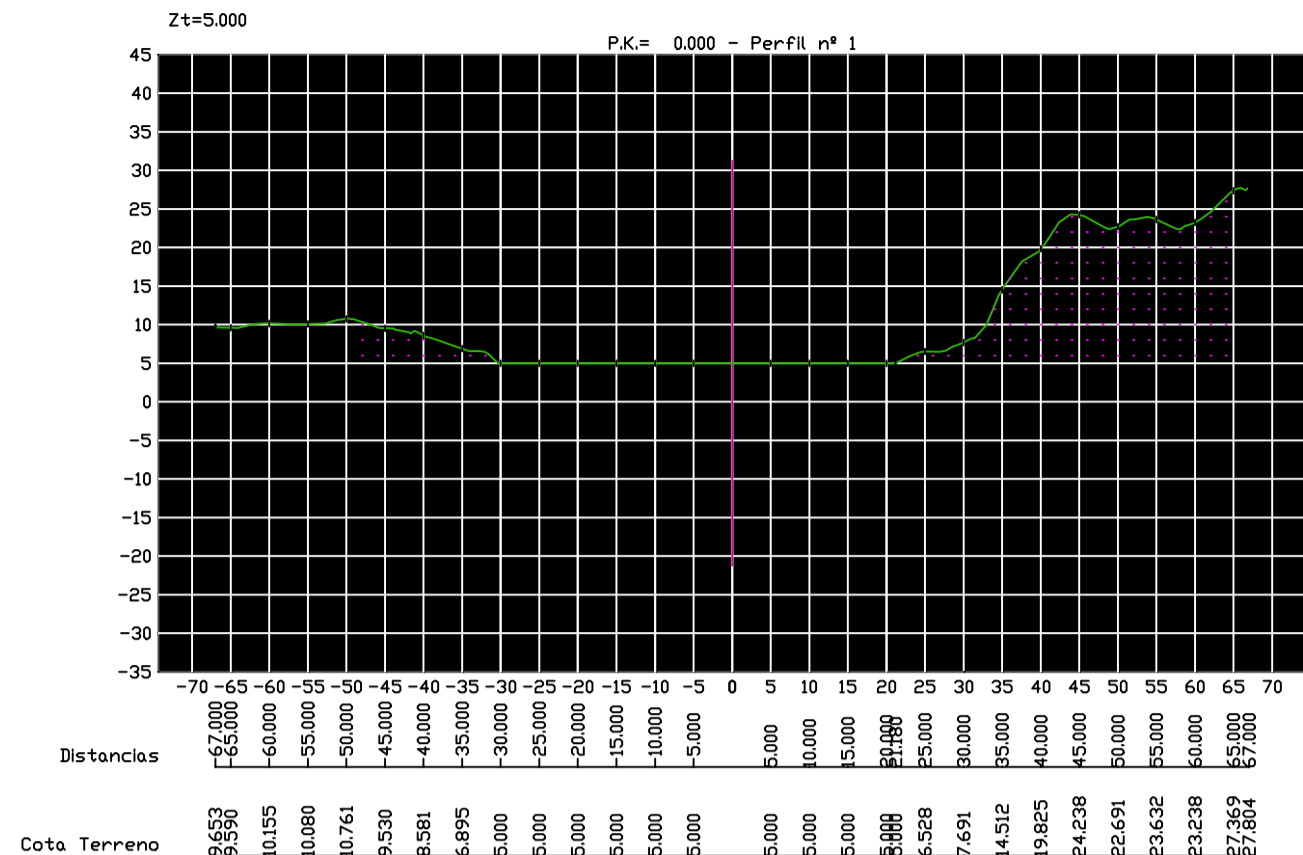


Nº: 3 /9	AUTOR: JUAN INCHAUSTI RODRÍGUEZ	TUTOR: JAVIER GALLO LAYA
PLANO: TOPOGRAFÍA DEL ACANTILADO	ESCALA: 1:1000	FECHA: 13/06/2019
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO (GIPUZKOA)		
ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	FIRMA: 	 UPV EHU

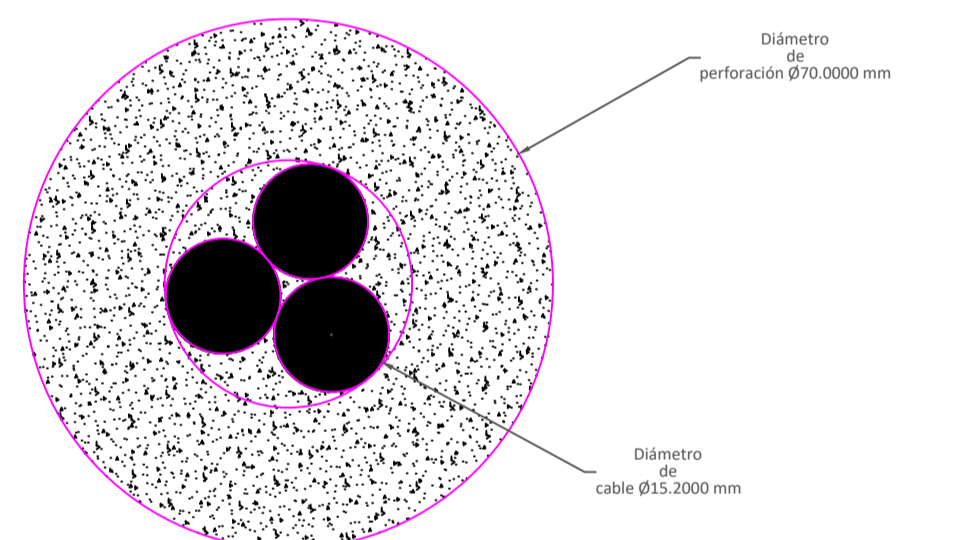




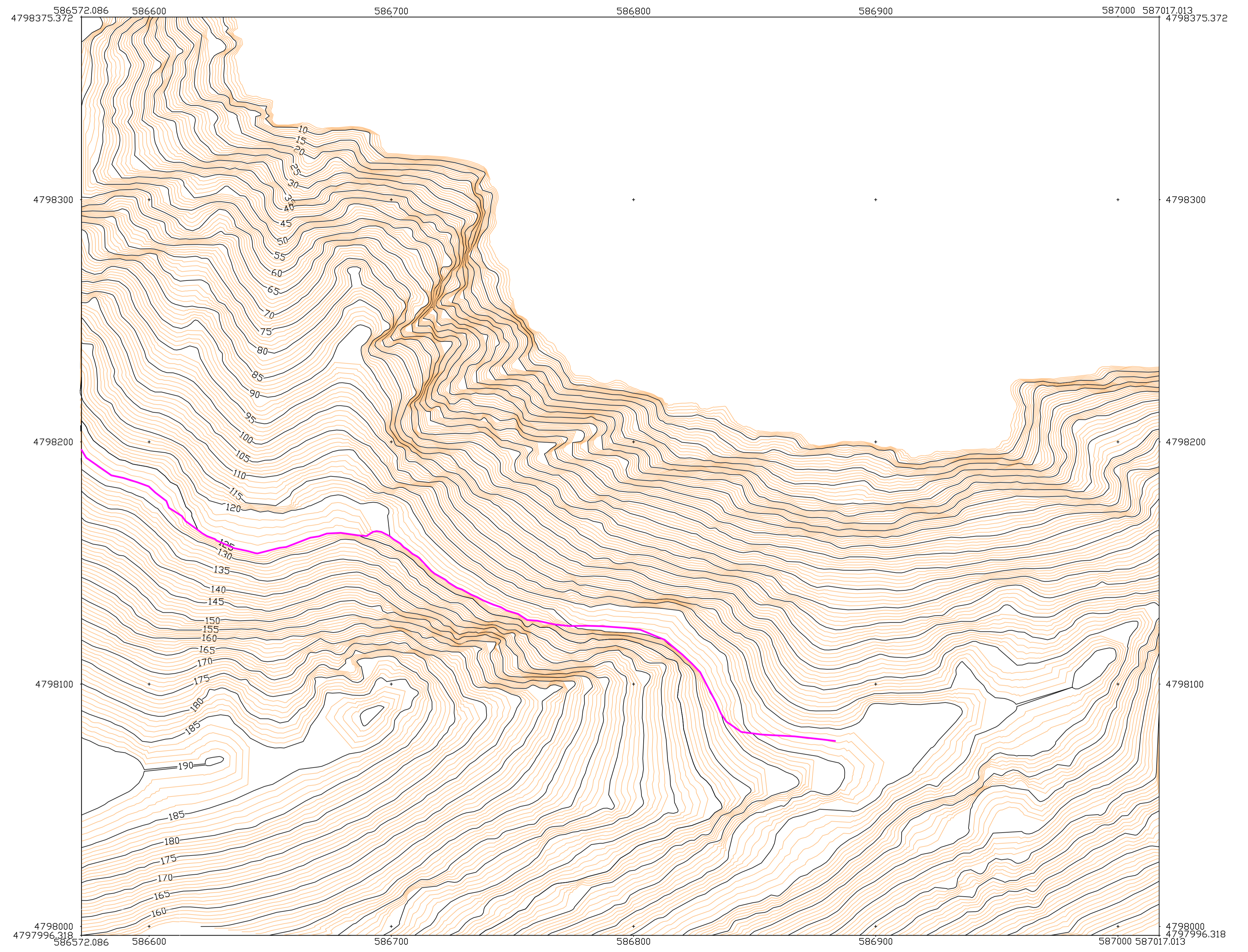
Nº: 5 /9	AUTOR: JUAN INCHAUSTI RODRÍGUEZ	TUTOR: JAVIER GALLO LAYA
PLANO: PERFILES TRANSVERSALES	ESCALA: 1:1000	FECHA: 13/06/2019
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKUZOLUA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO (GIPUZKOA)		
ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	FIRMA: 	



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA PERFORACIÓN:
ESCALA 1:1

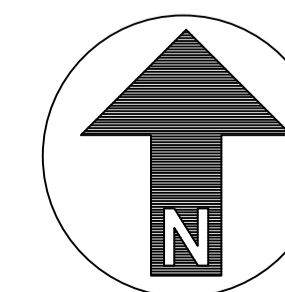
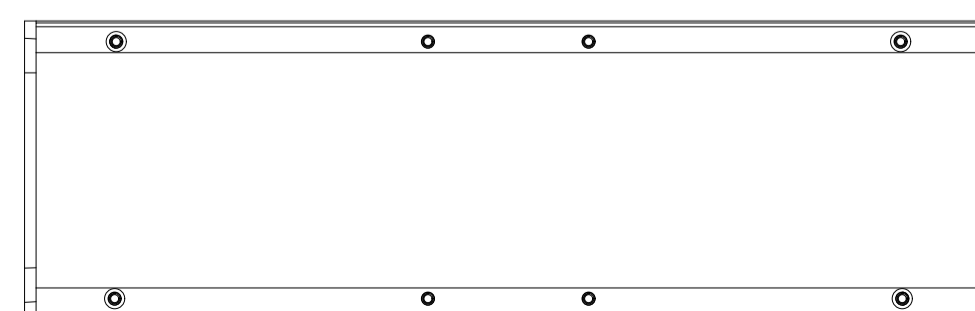
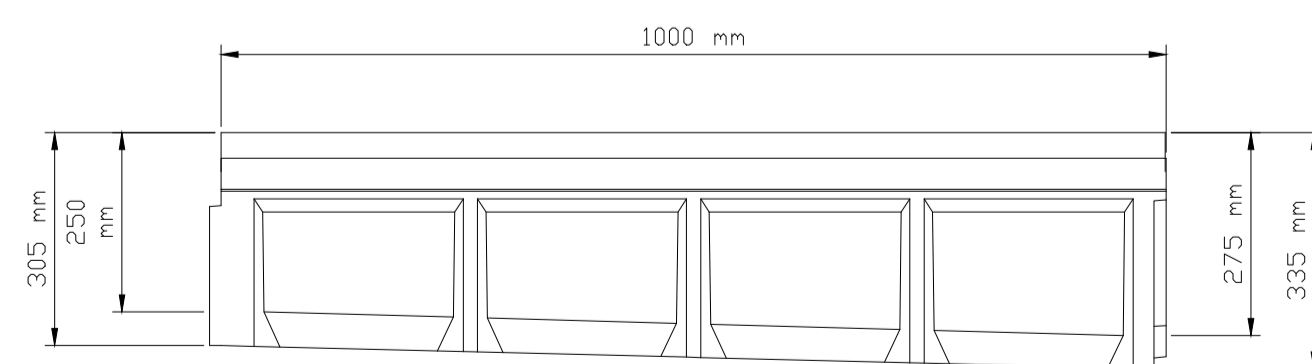
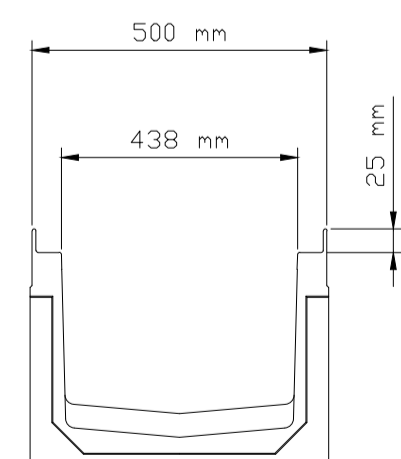


Nº: 7 /9	AUTOR: JUAN INCHAUSTI RODRÍGUEZ	TUTOR: JAVIER GALLO LAYA
	PLANO: PERFORACIONES EN VISTA TRANSVERSAL	ESCALA: 1:1000
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKUZUOIA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO (GIPUZKOA)		
ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	FIRMA: 	



ESPECIFICACIONES DE LAS PIEZAS PREFABRICADAS:

Sin escala



Nº: 8 /9	AUTOR: JUAN INCHAUSTI RODRÍGUEZ	TUTOR: JAVIER GALLO LAYA
PLANO: SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL	ESCALA: 1:1000	FECHA: 13/06/2019
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO (GIPUZKOA)		
ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	FIRMA: 	

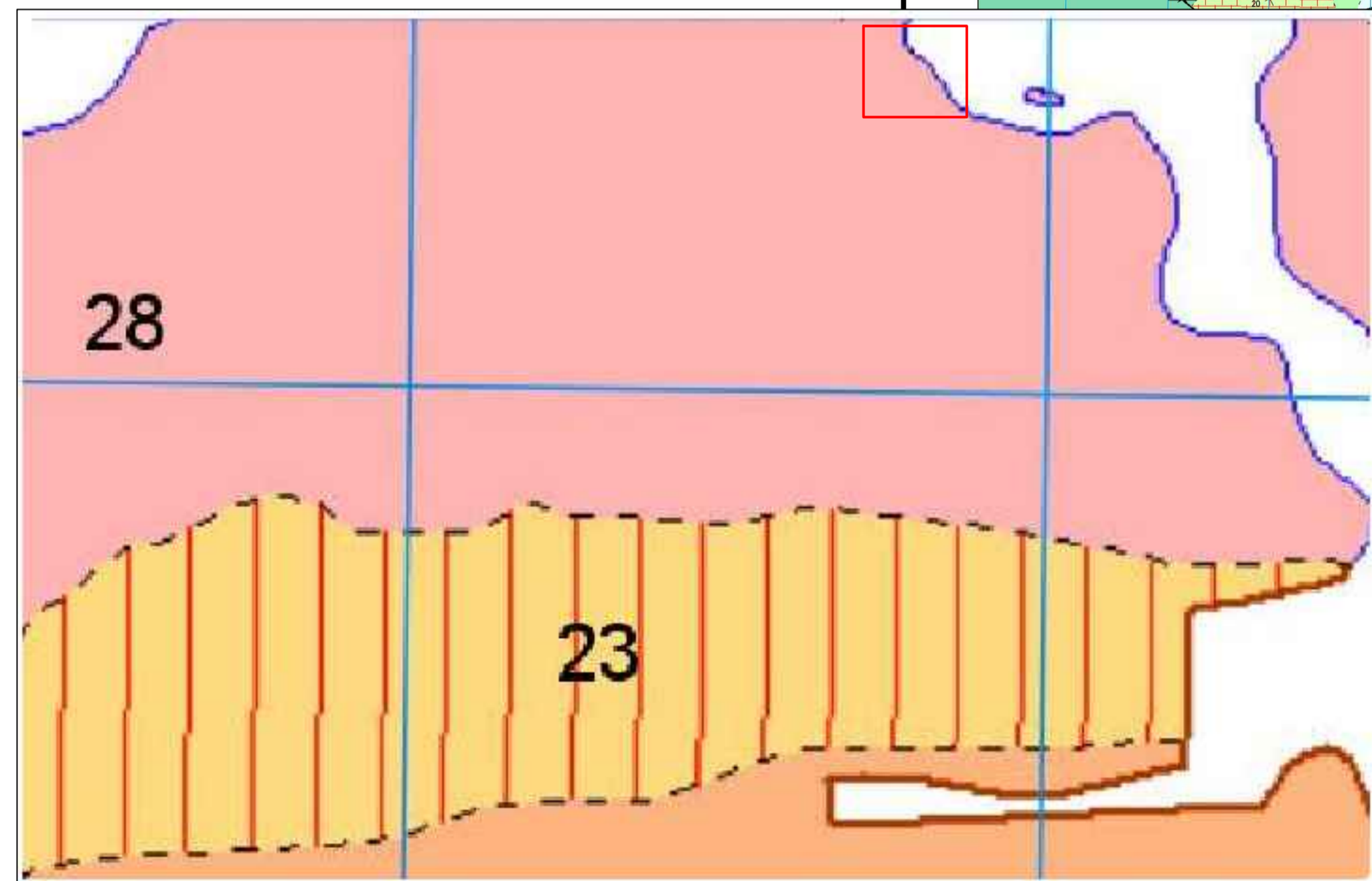
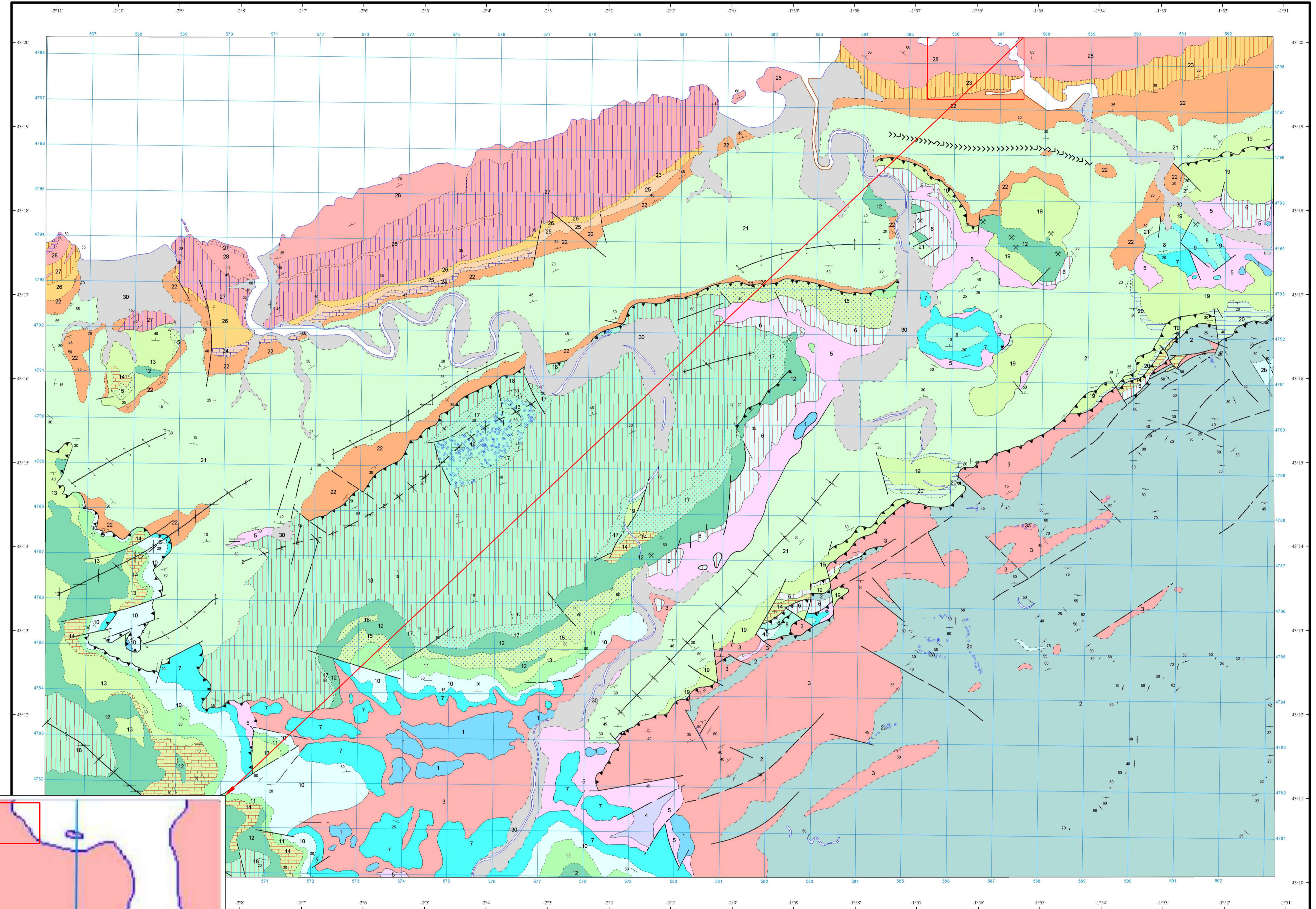
LEYENDA

CUATERNARIO	30	Depósitos fluviales y de playa	
	28	Calizas arenosas	
TERCIARIO	PALEOCENO	28	Areniscas masivas con cemento calcáreo
		27	Alternancia de margas, calizas y areniscas bien estratificadas
	PALEOCENO SUPERIOR	26	Areniscas masivas con cemento calcáreo
		25	Calizas areniscas y areniscas masivas
CRETÁCICO	SUPERIOR	24	Calizas arenosas
		23	Alternancia de margas, calizas y areniscas bien estratificadas
	INFERIOR	22	Calizas y margocalizas bien estratificadas
		21	Alternancia de calizas, calizas arenosas, margas y algunos niveles de areniscas
MESOZOICO	MALM	20	Arcillitas calcáreas bien estratificadas
		19	Conglomerados, areniscas y limos
	JURÁSICO	18	Limos calcáreos bien estratificados, con algunos niveles de calizas e intercalaciones de areniscas y conglomerados
		17	Areniscas con algunos niveles de limos y conglomerados
		16	Conglomerados poligénicos de cantos poco redondeados
		15	Lutitas calcáreas bien estratificadas, con niveles de areniscas y eventualmente calizas
	LIAS	14	Calizas bien estratificadas
		13	Areniscas y limos calcáreos
	TRIÁSICO	12	Caliza recifal masiva
		11	Areniscas micáceas, calizas arenosas y limos
DEV. SUP.	10	Margocalizas y calizas con algunas intercalaciones de margas	
	9	Margas limosas amarillentas	
DEV. SUP. FAM. SUPERIOR	8	Margocalizas grises y negras con algunas intercalaciones de margas	
	7	Dolomías, calizo-dolomías y calizas nodulosas	
DEV. SUP. FAM. SUPERIOR	6	Jurásico indiferenciado	
	5	Margas abigarradas con yeso	
DEV. SUP. FAM. SUPERIOR	4	Calizas tabeadas y calizas nodulosas	
	3	Conglomerados basales	
DEV. SUP. FAM. SUPERIOR	2	Areniscas masivas y arcillas rojas	
	1	Calizas tabeadas	
DEV. SUP. FAM. SUPERIOR	2	Esquistos y grauwacas alternantes	
	1	Cofitas	

ROCAS VOLCÁNICAS
1

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

-----	Contacto concordante	-----	Contacto concordante supuesto
- - - - -	Contacto discordante	-----	Contacto mecánico
- - - - -	Contacto mecánico supuesto	-----	Antrópico
-----	Falla conocida	-----	Falla supuesta
-----	Cabalgamiento conocido	-----	Cabalgamiento supuesto
-----	Anticlinal	-----	Sinclinal
-----	Sinclinal supuesto	-----	Anticlinorio
-----	Estratificación subvertical	-----	Estratificación invertida
-----	Estratificación	-----	Pizarrosidad
-----	Mina activa	-----	Mina inactiva



Escala 1:50.000
Proyección y Cuadrícula UTM, Elipsoide Internacional, Huso 30

NORMAS, DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL I.G.M.E.
AÑO DE REALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA: 1972
Autores: J. Campos (Univ. de Bilbao)
V. García-Dueñas (Univ. de Bilbao)
Dirección y supervisión: (IGME)

Nº: 9 /9	AUTOR: JUAN INCHAUSTI RODRÍGUEZ	TUTOR: JAVIER GALLO LAYA
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO DE LA CALA SENOKUZUOLA EN EL SECTOR ESTE DEL MONTE ULÍA EN PASAIA SAN PEDRO (GIPUZKOA)	ESCALA: 1:50000	FECHA: 13/06/2019
ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO	FIRMA:	UPV EHU

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE
MINAS Y ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

*ESTABILIZACIÓN DE UN TRAMO DEL
ACANTILADO DE LA CALA
SENOKOZULOA EN EL SECTOR ESTE
DEL MONTE ULÍA
- PASAIA SAN PEDRO -
(GIPUZKOA)*

BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Inchausti Rodríguez, Juan

Director: Gallo Laya, Javier

Curso: 2018-2019

Fecha: 09 de JULIO de 2019

DOCUMENTOS, ENSAYOS Y CATÁLOGOS.

- Bahía de Pasaia. Aspectos socioeconómicos, históricos y mercantiles. La Anunciata (22/06/2010).
<http://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/bahiapasaia/historia.pdf>
- Geografía de Guipúzcoa. Serapio Mugica Zufiria (1854-1941).
<http://www.ingeba.org/klasikoa/geografi/mug301/g792799.htm>
- Plan Territorial Parcial del Área Funcional de Donostia-San Sebastián (Donostialdea-Bajo Bidasoa) (17/03/2015).
http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/ptp_donostialdea_aprob_2010/es_ptp/adjuntos/2015/C%20NORMAS%20DE%20ORDENACION.pdf
- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Fomento (01/07/1999).
https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/0610300.pdf
- Regeneración de la Bahía de Pasaia: Encuadre Socioeconómico, Mapa de propuestas, Conclusiones y Recomendaciones. IKEI (02/06/2015).
http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/noticia/n_regeneracion_bahia_pasaies/es_def/adjuntos/pasaia_mayo.pdf
- El régimen pluviométrico en San Sebastián. Antón Uriarte, ARANZADI (02/02/2006).
<http://www.divulgameteo.es/uploads/R%C3%A9gimen-pluviom%C3%A9trico-San-Sebasti%C3%A1n.pdf>
- Análisis Climatológico del Mar Cantábrico y su influencia en la Navegación. José Hellín Medina (29/09/2009).
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7451/An%C3%A1lisis%20Climatol%C3%B3gico%20del%20Mar%20Cant%C3%A1brico%20y%20su%20influencia%20en%20la%20Navegaci%C3%B3n.pdf>

- Estabilización de Taludes. Guía para la elaboración del procedimiento. OSALAN (11/11/2004).
http://www.osalan.euskadi.eus/s94-contnot/es/contenidos/libro/seguridad_200425/es_200425/adjuntos/seguridad_200425.pdf
- Estabilidad de Taludes. S. J. Navarro (02/09/2008).
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/estabilidad-de-taludes.pdf>
- Geología y Geotecnia. Estabilidad de taludes. Universidad Nacional de Rosario (16/08/2003).
<https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>
- Estabilidad de taludes en macizos rocosos con criterios de rotura no lineales y leyes de fluencia no asociada (Tesis Doctoral UPM). Svetlana Melentijevic (31/01/2006).
<http://oa.upm.es/722/1/04200507.pdf>
- Auscultación y corrección de inestabilidad de taludes de carreteras y ferrocarriles. Anclajes y bulonajes. Uriel y Asociados, S.A. Tomás Murillo y Luis Ortuño (10/06/2010).
<http://www.urielyasociados.es/en/img/formacion/ponencia1.pdf>
- Estructuras de Contención o anclaje. Jaime Suarez Diaz (23/07/2002).
<https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj27KLhxd7XAhULy6QKHYY2CpwQFghiMAo&url=http%3A%2F%2Fwww.erosion.com.co%2Fpresentaciones%2Fcategory%2F14-libro-deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales-jaime-suarez.html%3Fdownload%3D144%3A193-14-estructurasdecontencionoanclaje&usg=AOvVaw2vzOX6DH9L1h3Cj0tGBFJ5>

-
- Criterios para el empotramiento de pilotes en roca basados en el control d ejecución. Procedimientos Técnicos. Gustavo Armijo Palacio (octubre de 2016).
<https://aetess.com/wp-content/uploads/EMPOTRAMIENTO-DE-PILOTES-EN-ROCA-.pdf>
 - ROM 0.5-05: Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Potuarias (noviembre de 2005).
 - PG3 Parte 6. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. Ministerio de Fomento (14/03/2016).
https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/pg3_parte_6.pdf
 - 2405 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.Sistemas de Aplicación de productos Sika en el hormigón proyectado. Sika, S.A.U. (27/07/2009).
 - MOPU Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial (julio de 1990).
http://lab-hidrologia.uca.es/drenaje_superficial_52_IC/Instruccion_52_IC_archivos/Instruccion_drenaje_5.2_IC_Ministerio.pdf
 - Canalización y drenaje. ULMA architectural solutions (11/04/2014).
<http://www.ulmaarchitectural.com/es/canales-de-drenaje/descargas/catalogo-tecnico-drenaje.pdf>
 - Anejo Nacional Español del Eurocódigo 7. José Estaire, Fernando Pardo de Santayana y Áurea Perucho. Laboratorio de Geotecnia – CEDEX.
<http://www.icog.es/files/Anejo%20Nacional%20EC7%20-%20JEG.pdf>

-
- VII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables, Palma de Mallorca. Factores de Seguridad en la Estabilidad de Taludes de acuerdo con el Eurocódigo EC-7 y el Anejo Nacional Español (CEDEX) (junio de 2013).
[http://oa.upm.es/29893/1/INVE MEM 2013 167047.pdf](http://oa.upm.es/29893/1/INVE_MEM_2013_167047.pdf)
 - 14167 REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/pdf/E63F3B11-004D-41AB-9823-E2D60258ACAB/37497/RDEHE08.pdf
 - Instrucción de Carreteras 5.1-IC Drenaje. Dirección General de Carreteras.
http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/otros/pdfs/5_1a.pdf
 - Sistemas de Aplicación de productos Sika en el hormigón proyectado. Sika, S.A.U. (27/07/2009).
<https://esp.sika.com/dms/...get/.../L74STATEMENTHORMIGONPROYECTADO.pdf>
 - DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL. Gama de productos geotécnicos (22/07/2014).
<https://www.dywidag-sistemas.com/fileadmin/downloads/dywidag-sistemas.com/dsi-dywidag-gama-de-productos-geotecnicos-es.pdf>
 - La longitud de bulbo de anclajes: pérdida progresiva de adherencia y factor de eficiencia (KELLER). Goran Vukotic, Antonio Soriano Peña, Jesús González Galindo (19/03/2019).
<https://studylib.es/doc/4842431/la-longitud-de-bulbo-de-anclajes-p%C3%A9rdida-progresiva-de-ad...>
 - Guía de cimentaciones en obras de carretera. Ministerio de Fomento (enero de 2001).
https://www.fomento.es/recursos_mfom/0710401.pdf

-
- Normas Españolas UNE 2002 para Cementos. IECA (Instituto Nacional del Cemento y sus Aplicaciones).
<http://pmb.apatgn.org/documents/02587.pdf>

 - Proyecto de modificación de acceso existente en la ctra. Convencional N-630 en el PK 625+695, margen derecha sentido Gijón-Sevilla, en el T.M. de Mérida. Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles de Extremadura (diciembre de 2017).
<https://www.fomento.gob.es/informacion-para-el-ciudadano/participacion-publica/BA2-ACC-002-2017>

 - Tecnología de la gunita. Luis Martínez Díaz. (octubre de 1971).
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/3327/3749>

 - Guía Técnica de Seguridad, AETESS. Micropilotes y Anclajes (05/12/2007).
<http://mcaugt.org/documentos/0/doc4858.pdf>

 - Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las Obras de Construcción. RD1627/1997, de 24 de octubre BOE nº 256, de 25 de octubre (26/07/2012).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_o_bras.pdf

 - NTP 257: Perforación de rocas: eliminación de polvo (10/1/2008).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_257.pdf

-
- NTP 782: Grúas torre. Recomendaciones de seguridad en el montaje, desmontaje y mantenimiento (I) (09/03/2011).
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/ntp-782.pdf>

 - NTP 701: Grúas-torre. Recomendaciones de seguridad en su manipulación (11/01/2008).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_701.pdf

 - NTP 125: Grúa torre (10/01/2008).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_125.pdf

 - NTP 893: Anclajes estructurales (15/12/2011).
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/893w.pdf>

 - NTP 122: Retroexcavadora (10/01/2008).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_122.pdf

 - NTP 760: Aparatos a presión (I): Definiciones. Clasificación. Certificación (04/03/2011).
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/ntp-760%20.pdf>

 - NTP 682: Seguridad en trabajos verticales (I): equipos (11/01/2008).
http://www.accesvertical.es/pdf/ntp_682.pdf

-
- NTP 76: Dumper - Carretilla a motor con volquete (10/01/2008).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_076.pdf

 - NTP 93: Camión hormigonera (30/01/2015).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_093.pdf

 - Perforadora de barrenas. Seguridad y Salud (03/02/2009).
https://www.gencat.cat/empresaocupacio/departament/centre_documentacio/publicacions/seguretat_salut_laboral/guies/lilibres/construccio_accessible/esp/04/04_33.pdf

 - Martillo neumático. Seguridad y Salud (12/12/2006).
<http://mcaugt.org/documentos/0/doc1315.pdf>

 - NTP 792: Evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo. Evaluación por estimación (12/09/2014).
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/792%20web.pdf>

 - NTP 839: Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo (29/08/2017).
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/839%20web.pdf>

 - NTP 631: Riesgos en la utilización de equipos y herramientas portátiles, accionados por aire comprimido (28/10/2013).
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_631.pdf

-
- Estudio Geológico – Geotécnico. Inestabilidades en la ladera Kalparra (Pasai San Pedro) (LURTEK CONSULTORES, S.L.U.). Ayuntamiento de Pasaia (marzo de 2018).

 - Proyecto de Construcción: Estabilización de una ladera en el sector norte de la cala Alabortza (IKERLUR). Ayuntamiento de Pasaia (febrero de 2015).
http://www.contratacion.euskadi.eus/contenidos/anuncio_tablon_contratacion/anuncio_tablon1/es_doc/adjuntos/Proyecto-141201_Cala_Alabortza-PASAIA.pdf

 - Proyecto de las actuaciones a realizar en el barrio de Zarimutz (Eskoriatza) para completar el tramo: Arlaban – Eskoriatza de la autopista Vitoria/Gasteiz – Eibar. Cálculos de drenaje. TEAM, Ingeniería Consultoría.
<http://eskoriatza.eus/wp-content/uploads/2014/04/11-007Anejo-2.Drenaje-Rev3.pdf>

 - Proyecto de acceso norte al puerto de Bermeo. UTE ITSAS GORA. Ayuntamiento de Bermeo. Carlos Lázaro, Juan Andrés Rubio y Manuel Santos (noviembre de 2004).

LIBROS.

- Hidráulica de Canales Abiertos. Ven Te Chow.
Editorial: Martha Edna Suárez R.
ISBN: 958-600-288-4

- Manual de Perforación y Voladura de Rocas. D. Emilio López Jimeno.
Instituto Geológico y Minero de España.
ISBN: 845-057-007-7

- Teoría de Placas y Láminas. Stephen Timoshenko.
Editorial: Urmo S.A.
ISBN: 843-140-116-8

- Revisión de algunos datos paleontológicos del flysh cretáceo y numolítico de Guipúzcoa. Joaquín Gómez de Llanera.
Editorial: Madrid: Gráficas Reunidas, 1946.

- Notas sobre el Cretáceo y el Eoceno de Guipúzcoa. Vicente Kindelan.
Editorial: Madrid: Sucesores de Rivadeneyra, 1919.

PÁGINAS WEB.

- BEDEC. Banco ITeC base de datos con información de productos de la construcción.
<https://itec.es/banco-precios-bedec/indice/>

- Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A.
<http://www.generadordeprecios.info/>

- TEREX CORPORATION.
<https://www.terex.com/es>

- Interempresas. Maquinaria de perforación.
<http://www.interempresas.net/ObrasPublicas/FeriaVirtual/Producto-Trineos-perforadores-Segeda-TRMS-15-157285.html>

- Diputación Foral de Gipuzkoa.
<https://b5m.gipuzkoa.eus/web5000/es/>

- IGME (Instituto Geológico y Minero de España).
<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?intranet=false&id=64>

PROGRAMAS.

- Plane Failure Analysis Version 2-1.
- DIPs.v5.103.
- Slide.v5.014.
- Swedge.v4.080.
- AutoCAD 2018.
- MDT 2017.

