



APENDICE 4

PRESCRIPCIONES Y CRITERIOS DE EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO GEOTECNICO DE EXCAVACIONES E INFORMACIÓN A SUMINISTRAR A LA DIRECCION DE OBRA



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	3
3.	CRITERIOS DE EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS EXCAVACIONES.....	5
3.1.	Clasificación de las excavaciones según su situación.....	5
3.2.	Clasificación de los desmontes y excavaciones en función de la estabilidad y el riesgo. Clasificación, factores de seguridad y criterios de ajuste en obra.....	5
3.2.1.	Desmontes Inestables	5
3.3.	Condiciones de ejecución de los desmontes en roca	7
3.4.	Condiciones de ejecución de los desmontes en suelos y roca alterada	8
3.5.	Proceso de análisis y cálculo (DO, ATDO y Contratista)	8
3.6.	Sistemas de refuerzo y sostenimiento de las excavaciones	10
3.6.1.	Sistemas de anclaje.....	10
3.6.2.	Muros anclados y pantallas ancladas	12
3.6.3.	Hormigón proyectado	14
3.6.4.	Sistemas de contención pasivos	15
3.6.5.	Malla adosada de triple torsión	15
3.6.6.	Malla de triple torsión reforzada con cables.....	16
3.6.7.	Barreras dinámicas	16
3.6.8.	Escolleras.....	17
3.6.9.	Drenes	19
3.7.	Proceso de ejecución	20
3.8.	Seguimiento geotécnico de las excavaciones.....	23
3.8.1	Introducción	23
4.	DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA.....	25



1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto de Construcción se basa en una campaña de investigación y posterior análisis de la información. Pero hay que resaltar que los datos geotécnicos son puntuales y el modelo geotécnico en concreto se realiza en base a unas interpretaciones sujetas a variaciones. Se ha procurado que en el Proyecto la parte interpretativa sea mínima, para que las variaciones en obra se mantengan dentro del rango previsto, aunque dichas variaciones se producirán inevitablemente.

Para poder llevar las obras adelante con la calidad y seguridad y el nivel de riesgo establecido, y tener certeza de ello, es imprescindible un seguimiento geotécnico y de ejecución de la obra.

El seguimiento geotécnico se basa en varios pilares:

- a) Toma de datos en continuo con la metodología de Proyecto y su análisis en tiempo real.
- b) Validación de las hipótesis de Proyecto y ajuste de las soluciones si fuera necesario.
- c) Recálculo de todos los tajos con datos precisos reales para confirmar el factor de seguridad (en adelante “FS”).
- d) Confirmación del buen comportamiento mediante la auscultación.
- e) Confirmación de la correcta ejecución de la solución mediante el control cualitativo y cuantitativo.

Por todo ello, es necesario dejar bien claros los criterios seguidos en el Proyecto y las pautas y requisitos a cumplir en la obra y de los ajustes a realizar, en su caso.



2. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

El sistema de seguimiento y control geotécnico de las obras se enmarca dentro del sistema general de seguimiento definido en el Pliego, donde la Contratista y la Dirección de Obra adquieren una serie de obligaciones en cuanto al seguimiento geotécnico de las obras, dado que dicho seguimiento geotécnico en continuo será el único medio de certificar y demostrar que la obra se ejecuta cumpliendo las prescripciones dictadas por el Proyecto y con las garantías de calidad y seguridad contratadas.

Hay que recordar que la mayor parte de los aspectos geotécnicos se encuentran dentro de la “obra oculta”, y que únicamente están visibles y chequeables en breves espacios de tiempo, por lo que no queda otra opción que el establecer una serie de canales y mecanismos de comunicación de los controles e inspecciones geotécnicas que se realizarán, y que son determinantes a la hora de garantizar la validez de la solución ejecutada, para alcanzar los objetivos marcados.

El contratista debe implantar y disponer de un sistema documental de suministro de información/documentación con la Dirección y su Asistencia Técnica.

Se debe documentar toda la obra, especialmente en la obra oculta, y a distintos niveles y en distintas fases de la ejecución de cada unidad elemental. La discretización debería ser por unidades elementales.

- PREVIO: Desde el plan de ejecución, materiales, procedimientos plan de seguimiento y control,
- DURANTE: Control de ejecución, control de calidad control geométrico, control geotécnico los PPI's, auscultación validación, informes de seguimiento, La documentación que debe elevar la contrata. Es recomendable que tenga distintos niveles.
- FINAL: Informe final mediciones, as built, etc.

Se establecen distintos canales de comunicación como son:



- Correo electrónico
- Informes mensuales
- Informes finales



3. CRITERIOS DE EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS EXCAVACIONES

3.1. Clasificación de las excavaciones según su situación

En primer lugar, se clasifican las excavaciones como:

- Desmontes del tronco
 - ✓ **Desmontes inestables contenidos por anclajes y muros (anclados o de escollera)**
 - ✓ Desmontes estables
 - ✓ Desmontes singulares
- Desmontes de los ramales
- **Desmontes provisionales para la ejecución de estructuras**
- Desmontes de los viales de acceso a la obra

3.2. Clasificación de los desmontes y excavaciones en función de la estabilidad y el riesgo. Clasificación, factores de seguridad y criterios de ajuste en obra

3.2.1. Desmontes Inestables

Se consideran desmontes inestables aquellos cuya excavación sin sostenimiento simultáneo desencadenaría roturas generalizadas del propio desmonte o provocaría que dicho mecanismo tuviera un $FS < 1,2$.



- Con cuñas de roca de más de 10 m de altura
- Roturas planares o vuelco a favor de sistemas de discontinuidades persistentes: estratificación, esquistosidad y fallas.
- Inestabilización por descalce de acumulación de suelos de ladera en coronación del desmonte
- Rotura circular a través de la masa de roca alterada o suelos
- Sistemas de contención:
 - Muros anclados
 - Pantallas ancladas
 - Escolleras
 - Anclaje sistemático sobre la roca con o sin elementos de reparto
- Factor de seguridad requerido $>1,4$ permanente y $1,2$ provisional (periodo de tiempo limitado)
- Seguimiento y Ejecución:
 - Sostenimiento simultáneo sistemático y drenaje sistemático en cada banco de excavación.
 - Auscultación intensa y sistemática. No se podrá comenzar la excavación hasta que ésta esté operativa.
 - Altura máxima de banco sin estabilizar: 4m.
 - Seguimiento geotécnico y de ejecución sistemático y recálculo continuo en cada banco de excavación.



- Retro análisis obligado en cada fase y una vez finalizado.
- Los parámetros geotécnicos de cálculo del Proyecto no se podrán modificar al alza.
- Los elementos de contención no se pueden ajustar a la baja en ejecución.
- Si el seguimiento geotécnico en obra lo requiere, se deberá incrementar la cuantía.

3.3. Condiciones de ejecución de los desmontes en roca

- Es importante resaltar que a excepción de los casos contemplados en el proyecto adjudicado, de forma general los desmontes en roca se ejecutarán sin bermas, únicamente permitiéndose una berma de 1 m de anchura máxima para la ejecución del precorte.
- Una vez realizado el precorte se deberá realizar sistemáticamente el saneo y reperfilado. No deberán quedar bermas de más de 0,5 m de anchura.
- Todos los desmontes se iniciarán excavando desde la coronación.
- No se podrán ejecutar en un desmonte excavaciones provisionales con inclinaciones superiores a las de diseño.
- Los diseños de los desmontes no son compatibles con voladizos, por lo que en caso de producirse éstos por cualquier causa, se deberán restituir mediante recalces de hormigón bulonados.
- Todos los desmontes con inclinación igual o superior a 45º deberán ir provistos de malla de triple torsión adosada al talud mediante pernos (No se dispone de cunetones al pie).
- En aquellas zonas donde el volumen de los bloques sueltos grandes no cosidos no pueda ser contenido con los bulones se deberá reforzar mediante redes de cables.



3.4. Condiciones de ejecución de los desmontes en suelos y roca alterada

Siempre que se ha podido se han diseñado desmontes estables teniendo en cuenta las dificultades que conlleva el colocar elementos de contención en dichos materiales y los aspectos negativos que tienen cara a la conservación, gestión del riesgo e integración paisajística, etc.

En el caso de los taludes dobles, el cambio de talud se debe situar en la roca sana, es decir, dicho cambio se debe situar a la profundidad más baja encontrada en dicho desmonte.

En términos generales se han diseñado desmontes al 3h:2v, dado la gran variabilidad de los parámetros, que varían en pocos metros, espesores y comportamiento frente al agua. En términos generales ni en fase de obra una vez abierta la excavación se puede discriminar tramos ni asegurar su comportamiento con taludes superiores al 3h:2v.

Otro factor que influye en la estabilidad de dichos desmontes, es la existencia de discontinuidades preexistentes como son el contacto suelo roca y los de la propia red de fracturación heredadas de la roca matriz. Ambas discontinuidades de muy baja resistencia al corte, son determinantes a la hora de valorar la estabilidad de estos materiales.

- En el caso de que el espesor de roca intensamente alterada y suelos a retaluzar en obra sea superior al previsto, no se incrementará la inclinación del talud en dicha zona sino que se optará por retranquear la cabeza o incrementar la inclinación del talud de roca con el consiguiente incremento de sostenimiento.
- En los casos extremos, donde no se puede garantizar la estabilidad de dichos materiales con los taludes diseñados o en los que no ha sido posible dar taludes estables se proyectan soluciones de estabilización siempre con una condición de borde superior a 2 m. En estos casos, la ejecución está condicionada por la ejecución por fases verticales y horizontales, bataches. Y pasan a la categoría de desmontes inestables.

3.5. Proceso de análisis y cálculo (DO, ATDO y Contratista)



Tanto en el proceso de seguimiento geotécnico de la ejecución de la obra como para la presentación de propuestas de ajuste o modificación por parte del Contratista y la Dirección de Obra, en su caso, se deberá aportar una información geotécnica cuyo contenido mínimo y procedimiento deben ser los seguidos en el Proyecto.

Todas las propuestas se remitirán en formato pdf y en y archivos digitales ejecutables.

En resumen, los contenidos mínimos deben ser los siguientes:

- Cartografía geológico-geotécnica con determinación de contactos y puntos de lectura y observación y afloramientos.
- Listado de todos los datos de partida con formatos y contenidos mínimos seguidos en proyecto:
 - Datos del macizo rocoso
 - Catas y sondeos
 - Ensayos in situ
 - Ensayos de laboratorio
 - Geofísica
- Modelo geológico-geotécnico en alzado y perfil para cada situación homogénea.
- Caracterización estructural del macizo rocoso.
- Propuesta justificada de parámetro geomecánicos.
- Mecanismos de rotura geometrizados y justificados.
- Análisis de estabilidad y análisis de deformaciones si procede.
- Condicionantes, interferencias y afecciones.



- Definición de la solución.
- Cálculos justificativos con ficheros reproducibles.
- Procedimiento de ejecución.
- Plan de control y auscultación.
- Medición

3.6. Sistemas de refuerzo y sostenimiento de las excavaciones

3.6.1. Sistemas de anclaje

- La totalidad de los anclajes serán activos e inyectados con lechada.
- Se propiciará la colocación de anclajes mono barra (hasta 24 m de longitud y hasta 90 Tn de capacidad), quedando el empleo de anclajes de cable para el resto de casos.
- La inclinación recomendada para los bulones es de 27º y excepcionalmente podrán variar entre 15º y 36º.
- Todos los anclajes, tanto permanentes como no permanentes, así como los definitivos y los provisionales serán retesables. Se diferenciará entre los anclajes permanentes y no permanentes.
- Estará prohibido el empleo de aceros en los anclajes que hayan sido sometidos a tratamientos térmicos. Adicionalmente se deberá presentar la trazabilidad completa de todos los elementos que componen el anclaje . Entendiendo como completa hasta la fundición de todas las barras de los anclajes. La identificación de las barras será individualizada desde la fábrica. El procedimiento de aseguramiento de la calidad del fabricante y de la empresa ejecutora deberá garantizar dicha trazabilidad completa en todo momento.



- Todos los bulones y anclajes de alto límite elástico serán de doble protección.
- Los anclajes permanentes serán de doble protección, con capuchón, etc., y se colocarán en:
 - Muros pantalla.
 - Muros anclados.
 - Desmontes inestables con bulonado sistemático.
 - Estabilizaciones al pie de estructuras.
 - En refuerzos de servicios o instalaciones preexistentes.
- Los anclajes no permanentes se emplearán en:
 - Estabilización de desmontes con inestabilidades puntuales.
 - Estabilizaciones provisionales.
 - Muros o pantallas ancladas provisionales.
- Tal y como se ha mencionado anteriormente, todos los bulones y anclajes que no se apoyen en muros o vigas de hormigón armado se colocarán con cabeza de mortero, también los situados sobre la gunita.
- En cuanto a las dimensiones de los bulbos, al inicio de cada desmonte se deberán realizar los correspondientes ensayos de arranque para cada tipo de material en el que se vayan a emplazar los bulbos.
- En las pantallas y muros anclados se dejarán las cabezas de los anclajes visitables. Como excepción se consideran las pantallas ancladas de las boquillas, donde por necesidades de la integración paisajística es necesario cubrir la mayor parte de los anclajes. En este caso se dejarán visitables la primera fila de anclajes.



- En cuanto a la longitud libre, se deberá garantizar una longitud mínima y la longitud a considerar se calculará en base a la geometría y dimensiones de la cuña o bloque o plano de rotura a estabilizar y la disposición relativa de la cabeza del bulón, siempre dejando un resguardo (factor de seguridad referente a la longitud) en función de la variabilidad y grado de conocimiento de la situación del mencionado plano.
- En los casos en que no se trate de cuñas en roca puntuales, se deberá comprobar que las fases de excavación determinadas permiten ejecutar la fase siguiente con el FS provisional requerido. En consecuencia, se deben especificar las limitaciones constructivas en cuanto al proceso y secuencia.
- El diámetro de perforación se adaptará para el caso de doble protección y perforaciones encamisadas.
- En el caso de rocas fracturadas o con cavidades donde se produzcan pérdidas de lechada, se prevé la posibilidad del empleo de aditivos o de inyecciones por fases.

3.6.2. Muros anclados y pantallas ancladas

- Los muros anclados se construirán de arriba hacia abajo, a excepción de aquellos de menos de 3,5 m de altura, que tendrán una sola fila de bataches.
- Las filas de los anclajes serán subparalelas a la rasante a excepción de la fila superior que podrá ser paralela a la coronación.
- La altura máxima de los bataches será de 3 m.
- En cada batache se dispondrán como mínimo dos anclajes.
- En el caso de no ser escalonados en sección transversal deberán tener armadura pasante en la vertical y horizontal.



- En el caso de estar escalonados en sentido trasversal, la fila superior se debe solapar y apoyar transversalmente en la fila inferior.
- Los bataches vistos en alzado serán contrapeados.
- Se hormigonarán contra el terreno.
- En caso de las pantallas a ejecutar en roca serán de micropilotes, a excepción de casos singulares.
 - Las vigas de reparto de las pantallas se realizarán de hormigón armado in situ.
 - El espaciado máximo de los micropilotes será de un metro.
 - Se colocará mallazo soldado y se gunitará con un espesor mínimo de 10 cm.
 - Las pantallas y vigas únicamente se considerarán como elementos de reparto.
 - El dimensionamiento de las pantallas en roca, así como la longitud de los anclajes o bulones se determinará mediante el cálculo del bloque de roca pésimo tanto por empuje como por descalce.
 - Se calcularán con $FS > 1,4$ a excepción de las boquillas y pantallas ancladas dispuestas para contener estructuras o para preservar servicios, edificaciones o instalaciones preexistentes, donde el factor de seguridad será 2.
 - Se deberá dejar claro los casos donde las limitaciones de anclaje están determinadas por las deformaciones asumibles en cabeza o cuando se calcula en función del estado límite.
- Se deberá comprobar la fase de ejecución de tal forma que las filas superiores aporten un $FS > 1,2$ con toda la fila inmediatamente inferior sin ejecutar.
- Todos los muros anclados dispondrán de elementos de control como células, dianas topográficas e inclinómetros.



- Antes de comenzar la ejecución se deberán realizar los ensayos de arranque de los bulbos en los mismos materiales donde se deberán alojar.
- Todos los muros anclados y pantallas ancladas se deberán dimensionar mediante las secciones de cálculo necesarias en función de la variación de las características del terreno y para cada rango de altura.
- Cada muro anclado deberá tener su procedimiento de ejecución y su plan de auscultación (por lo menos una lectura y análisis de toda la instrumentación antes del inicio de cada fase de excavación). El Contratista deberá presentar dicho plan antes del inicio para su aprobación por parte de la Dirección de Obra.

3.6.3. Hormigón proyectado

- El hormigón proyectado en cielo abierto se podrá emplear con las siguientes finalidades:
 - Como elemento de reparto (En taludes con inclinaciones inferiores a 52º se debe estudiar el empleo de redes de cables activos anclados como sustituto del hormigón proyectado. Siempre que técnicamente sea posible y cumpla con los objetivos requeridos se emplearán las mencionadas redes de cables activos. Estos sistemas deberán ser homologados y estar testados. En taludes con inclinaciones superiores a 52º no se podrán emplear sistemas de redes de cables activos como sustituto de la gunita).
 - Recalce en zonas de voladizo.
 - Elemento de protección.
 - Como elemento de reparto en paños o vigas tanto verticales como horizontales. Con armadura a base de mallazos o vigas metálicas.



- Para recuperar la geometría del desmonte.
- Se cumplirán las siguientes prescripciones:
 - Siempre deberá ir anclado y los anclajes con dado de mortero sobre la misma.
 - Siempre se colocará armado con mallazo. Mínimo dos mallazos con 7 cm de separación mínima, además de la armadura de refuerzo en la zona de anclaje.
 - El mallazo metálico no podrá ser sustituido por fibras metálicas.
 - El espesor mínimo a colocar será de 10 cm, para lo cual en primer lugar se deberá regularizar.
 - Se realizarán drenes sistemáticamente.

En todo caso, se deberá dar cumplimiento a lo establecido en la normativa y resoluciones de carácter medioambiental, y en particular a la Declaración de Impacto Ambiental.

3.6.4. Sistemas de contención pasivos

Se deberá prestar especial atención a los sistemas de contención de caída de bloques, tanto en obra como durante la fase de explotación, al no disponerse de cunetones y al discurrir muchas zonas de obra próximas a viales o edificaciones.

Todos los desmontes de la obra con inclinaciones igual o superior a 45º deberán disponer de malla adosada.

3.6.5. Malla adosada de triple torsión

Las secciones tipo de mallas empleadas estarán compuestas mediante la combinación de los siguientes elementos:

- Dos aperturas de malla: 2 mm (4x7) 14 KN y 3 mm (8x10) 26 KN.



- Dos capacidades de absorción de energía: 14 Kn y 26 KN
- Dos cuadrículas de pernos metálicos anclados con lechada: 3x3 m y 4x4 m.
- Dos longitudes de perno: de 1,25 y 2 m.
- Todos los pernos se anclarán mediante lechada.
- Anclaje perimetral con cable.
- Los alambres y grapas de unión de la malla estarán debidamente dimensionados.
- Barras de anclaje en coronación de 32 mm y 2 m de longitud, con espaciado debidamente dimensionado.
- Todos los elementos serán galvanizados.
- Las secciones tipo a colocar se calcularán y justificarán individualmente para cada desmonte una vez excavado.

3.6.6. Malla de triple torsión reforzada con cables

En el caso de que fuera necesario deberán ser reforzadas con cables en disposición vertical, horizontal y diagonal generándose dos secciones tipo adicionales.

3.6.7. Barreras dinámicas

Se ha previsto la colocación de barreras dinámicas de contención de piedras para la fase de obra y en caso excepcional para la fase de explotación. Dichas barreras podrán ser requeridas por la Dirección de Obra con el fin de garantizar la seguridad y minimizar los riesgos de las obras o zonas adyacentes a la misma. Las mencionadas barreras constituyen sistemas de retención; en consecuencia, deben estar homologados y testados tanto los elementos como el sistema en su conjunto.



Se han previsto tres alturas y tres niveles de absorción de energía:

- De 3, 4 y 6 m.
- Energías de absorción de 500, 1000 y 2000 Kj para cada una de las alturas.

3.6.8. Escolleras

A continuación, se presentan los criterios de diseño y de cálculo de las escolleras. Todas las escolleras del Proyecto y de las propuestas o ajustes en obra se deberán realizar siguiendo los criterios dados.

Contrafuerte de escollera

- Inclinación máxima de la cara vista: 45°.
- Anchura mínima en coronación: 3,5 m.
- Colocación. Vertido y extendido.
- Materiales: PG-3.
- Cálculo: Métodos de Bishop y Jambu.

Muro de escollera sin hormigón

- Anchura mínima en cabeza 1,5 m.
- Inclinación máxima de la cara vista: 4v:3h.
- Colocación: Con pinzas sistemático.
- Índice de huecos máximo 30%.



- Materiales:
 - Bloques de más de 500 kg; el 30% podrá ser fracción menor de 500 kg y siempre de más de 25 kg.
 - Queda expresamente prohibido el recebo, materiales que contengan arcilla, arena, grava o materia orgánica.
- Cálculo: Según la Guía del Ministerio de Fomento, incluyendo:
 - Estabilidad del propio muro (cortante, hundimiento, vuelco y deslizamiento).
 - Estabilidad del conjunto, por métodos de Bishop y Jambu.

Muro de escollera hormigonada

- Anchura mínima en cabeza 1,5 m. Anchura real a definir por la ley de empujes y el cálculo.
- Inclinación máxima de la cara vista:
 - Vertical: hasta 3 m de altura máxima.
 - 3V:1H: hasta 6 m de altura máxima.
 - 2V: 1H hasta 9 m de altura máxima.
- Colocación: Sistemáticamente con pinzas.
- Índice de huecos máximo sin considerar el hormigón 30%.
- Materiales:



- Bloques de más de 500 kg; el 30% podrá ser fracción menor de 500 kg y siempre de más de 25 kg
- Porcentaje mínimo en volumen de hormigón: 30%
- Queda expresamente prohibido el recebo, materiales que contengan arcilla, arena, grava o materia orgánica.
- Cálculo: Según la Guía del Ministerio de Fomento, incluyendo:
 - Estabilidad del propio muro (cortante, hundimiento, vuelco y deslizamiento).
 - Estabilidad del conjunto, por métodos de Bishop y Jambu

3.6.9. Drenes

- En primer lugar hay que determinar las medidas que impidan la entrada de agua al desmonte. Se prevén:
 - Las cunetas de guarda, que deberán ser sistemáticamente hormigonadas.
 - La berma o camino situada en el talud deberá estar recubierta con material arcilloso y adecuadamente compactada o en su defecto mediante hormigón.
 - Finalmente, todas las cunetas y cunetones deberán ser hormigonados.
 - El caso de calzadas decaladas o caminos que discurran en coronación de desmontes se deberán de recoger las aguas en cunetas hormigonadas, bordillos etc. y conducirlos al sistema de drenaje previsto.
- En segundo lugar, se preverán drenajes cuyo objeto es extraer o deprimir el nivel freático o piezométrico de forma permanente o estacionalmente.



- Drenes californianos: Éstos deben tener longitud equivalente a los anclajes instalados en dicho desmonte.
- Mechinales en muros y zonas gunitadas
- Zanjas de escollera y drenes franceses al pie de desmontes.
- No es válido el criterio de colocar los drenes únicamente donde se aprecien surgencias de agua en obra, sino que se partirá de la base de que el cálculo de los desmontes se realiza en condiciones drenadas y que dicha circunstancia se debe garantizar incluso en períodos de lluvias extraordinarias.

3.7. **Proceso de ejecución**

En todas las excavaciones de la obra, el contratista deberá presentar con suficiente antelación un plan de excavación y sostenimiento particularizado, indicando los procedimientos, medios y compatibilidad con los condicionantes geotécnicos descritos en el Proyecto y en los apartados anteriores para su aprobación y autorización correspondiente por parte de la Dirección de las Obras.

En cada fase de excavación, en base a los datos geotécnicos recogidos in situ, los resultados de la instrumentación y el control de ejecución, se reconsiderará por parte de la Dirección de Obra el plan previsto y podrá exigir su adecuación a las nuevas circunstancias.

Debe establecerse un control de las vibraciones deberá incluir las protecciones contra los desprendimientos, efectos de la onda aérea y proyecciones.

Asimismo, si es necesario proteger elementos o bienes, así como limitar el método o procedimiento de excavación, estas cuestiones se deberán recoger en el mencionado plan.

La Dirección de la Obra podrá contrastar esta circunstancia en los tajos en que lo estime oportuno, y exigir el ajuste de las soluciones a las condiciones contractuales.



- Caballones.
- Barretas rígidas y tipología.
- Barreras dinámicas.
- Limitaciones de altura de destroza.
- Empleo de mantas de protección.
- Protecciones a las proyecciones.
- Necesidad de excavar en trinchera con machón exterior de protección.

Independientemente, el contratista estará obligada a colocar estos elementos de protección en todas las zonas que en el transcurso de la obra se vea necesario para garantizar el nivel de seguridad requerido.

Plan de auscultación de las obras a cielo abierto (Contratista)

Antes de comenzar las obras el contratista deberá presentar un plan de auscultación general de toda la obra a cielo abierto. El plan de auscultación deberá ser aprobado por el Dirección de las Obras. Dicho plan se actualizará para cada sector según se avance la obra.

En el mencionado plan se deberá describir de forma pormenorizada:

- Método.
- Aparataje: Características y homologación.
- Procedimiento de ejecución.
- Procedimiento de lectura.



- Precisión y margen de error.
- Sistemas de análisis y tratamiento de los datos.
- Sistemas de calibración, ajuste y control de calidad.
- Objetivo.
- Situación en planta y perfil.
- Frecuencia de lectura en base al progreso del tajo
- Frecuencia de lecturas en función de la velocidad y de la cuantía
- Criterios de alarma
- Sistemas de comunicación

Los sistemas fundamentales consistirán en:

- Medidas de deformaciones mediante inclinómetros, extensómetros y topografía de precisión
- Medidas de control de las tensiones
- Medidas de control de los niveles piezométricos y freáticos.

La remisión de información a la Dirección de la Obra será por vía digital diferenciándose:

- Avance de resultados en menos de 48 horas para los casos de riesgo elevado (envío por correo electrónico)
- Resultados procesados en menos de 7 días en todos los casos
- Informe de auscultación mensual



Hay que recordar que, en los casos de los muros anclados, boquillas, desmontes inestables y los que puedan tener afección a terceros no se permitirá el inicio de los trabajos sin la puesta en marcha del plan de auscultación. Asimismo, en estos tajos u obras elementales, para iniciar cada fase de excavación previamente el contratista deberá haber presentado el correspondiente informe de auscultación que valide el correcto desarrollo de la obra en cuestión.

El Contratista deberá mantener la instrumentación de aquellas partes de obra en que se justifique (por su carácter más singular, o por haberse registrado en ellas problemas de cualquier clase durante la ejecución), a lo largo de toda la fase de obra y el periodo de garantía quedando obligada a realizar el correspondiente mantenimiento de la misma, así como el seguimiento de las lecturas.

El Contratista deberá dejar la mencionada instrumentación en perfecto estado y con vida útil remanente de la carretera. Siendo necesario, si fuera preciso, la reparación o la restitución de la mencionada instrumentación al finalizar la obra.

El plan de auscultación, además de las excavaciones, deberá incluir la instrumentación en fase de obra y en el periodo de garantía de los depósitos de sobrantes donde se deberán medir sistemáticamente las deformaciones en superficie mediante topografía de precisión y las profundas mediante inclinómetros.

3.8. Seguimiento geotécnico de las excavaciones

3.8.1 Introducción

Los datos geotécnicos del Proyecto son puntuales y el modelo geotécnico en concreto se realiza en base a unas interpretaciones sujetas a variaciones. En el Proyecto se ha procurado que la parte interpretativa sea mínima, para que las variaciones en obra se mantengan dentro del rango previsto, aunque dichas variaciones se producirán inevitablemente. La ejecución de los desmontes y excavaciones proyectados requiere, y es consustancial al



diseño y Proyecto realizado, un intenso y continuado seguimiento geotécnico, que es parte de la propia ejecución, en parte se nutre de los datos a proporcionar por el contratista y parte por los recabados por la dirección de la obra, por lo que dicha actividad es parte del objeto del contrato de la contratista.

Para poder llevar las obras adelante con la calidad, seguridad y el nivel de riesgo establecido, y tener certeza de ello, es imprescindible un seguimiento geotécnico y de ejecución de la obra y una fluida comunicación a la Administración concedente.

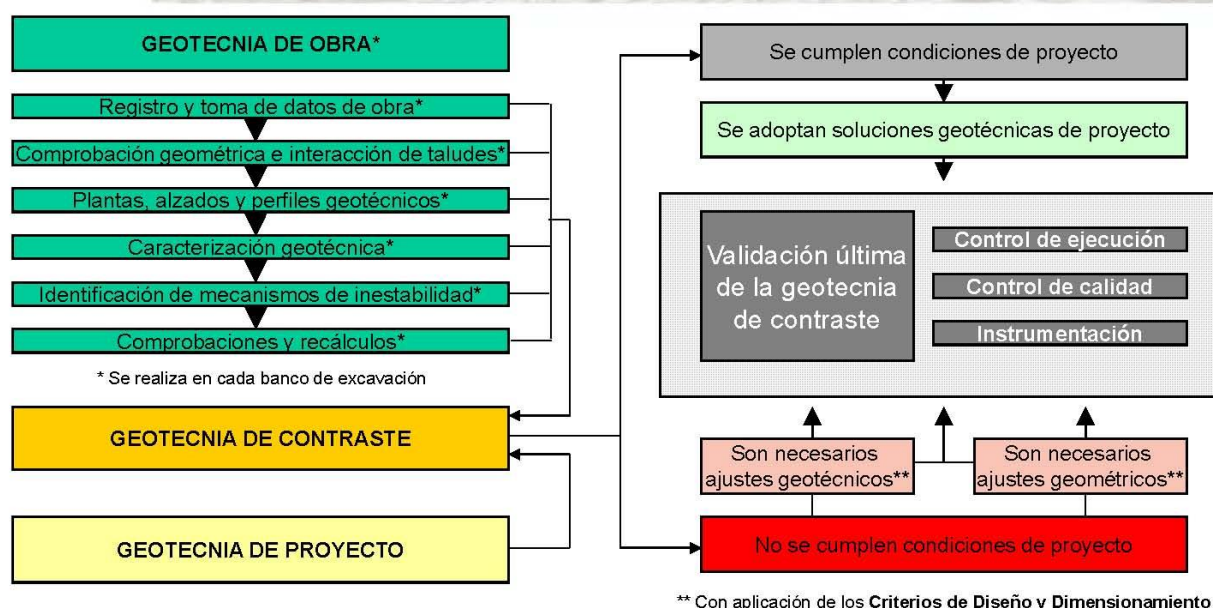
El seguimiento geotécnico se basa en varios pilares:

- Toma de datos en continuo con la metodología de Proyecto y su análisis en tiempo real.
- Validación de las hipótesis de Proyecto y ajuste de las soluciones si fuera necesario.
- Recálculo de todos los tajos con datos precisos reales para confirmar el FS.
- Confirmación del buen comportamiento mediante la auscultación.
- Confirmación de la correcta ejecución de la solución mediante el control cualitativo y cuantitativo.

A continuación, se detallan las tareas y actividades a realizar por la Sociedad Concesionaria en las labores de seguimiento geotécnico. Asimismo, se determinan las comunicaciones e informes del Proceso de control y validación geotécnica de las excavaciones.

Independientemente que los informes se emitan en formato pdf, la totalidad de los datos, análisis y cálculos deberán proporcionarse en formato digital ejecutable.

A continuación, se presenta un esquema del proceso de control y validación de los desmontes:



4. DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA

Al finalizar la obra y antes del inicio de las pruebas de explotación se deberá entregar toda la información geotécnica.

La información geotécnica es complementaria al “as-built”, el Proyecto contratado y los proyectos modificados generados. Todo ello constituye la base documental de la infraestructura.

La información de cada unidad elemental consistirá en los apartados anteriormente descritos para los túneles, rellenos, desmontes y estructuras. Además de aportar la información generada en el transcurso de la obra se deberá presentar una síntesis y conclusión final justificada en el que se corrobora el cumplimiento de los objetivos del Proyecto.



Desmontes y excavaciones

I. RESUMEN DEL PROYECTO

II. SÍNTESIS, CONCLUSIONES Y VALIDACIÓN DE LA OBRA

A. Síntesis del desmonte

- Características geométricas y listado detallado de elementos que contiene
- Características geológicas y geotécnicas
- Modelo geotécnico
- Caracterización del mecanismo
- Cálculo de estabilidad, empujes y elementos de estabilización
- Geotecnia de contraste con el proyecto
- Conclusiones de la auscultación
- Conclusiones del control de ejecución

B. Conclusiones y validación

III. GEOTECNIA DE LA OBRA

A. TOMA DE DATOS

A1 - Toma de datos en continuo

A2 - Puntos de parada e inspección

A3 - Base documental datos

A4 - Planta y alzado geotécnico



A5 - Investigación complementaria

B. MODELO GEOTECNICO

B1 - Alzados y secciones geotécnicas

B2 - Tramificación

C. CARACTERIZACIÓN MECANISMO

C1- Análisis estereográfico

C2 - Geometrización del mecanismo

C3 - Caracterización geomecánica

D. COMPROBACIÓN Y RECÁLCULO

D1 - Análisis del mecanismo

D2 - Cálculos de estabilidad

D3 - Empujes

D4 - Elementos de estabilización

E. GEOTECNIA DE CONTRASTE

F. CRUCE CON AUSCULTACIÓN

F1 - Deformaciones

F2 - Tensiones

F3 - Nivel piezométrico

G. CRUCE CON EJECUCIÓN



G1 - Control geométrico

G2 - Control cuantitativo

G3 - Control de calidad

IV. Informes y documentos relacionados con el desmonte: Informes de la auscultación, informes mensuales, cálculos adicionales, datos de campo, modificados, investigación complementaria, anejos fotográficos, etc.