

---

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### CONSTRUCCIÓN PRESA Y OBRAS ANEXAS

#### CAPÍTULO 2

#### EXCAVACIONES EN CORTE ABIERTO

##### TABLA DE CONTENIDO

2.	EXCAVACIONES EN CORTE ABIERTO .....	1
2.1	ALCANCE .....	1
2.2	GENERALIDADES .....	1
2.3	ESPECIFICACIONES DE OBRA .....	2
2.3.1	Limpieza y descapote .....	2
2.3.2	Excavación Selectiva .....	2
2.3.3	Clasificación de la excavación .....	3
2.3.4	Excavación en material suelto y/o por escarificación.....	3
2.3.5	Excavación de rocas por voladura .....	3
2.3.6	Límites de excavación.....	3
2.3.7	Métodos de excavación .....	4
2.3.8	Protección de las superficies excavadas .....	8
2.3.9	Disposición de materiales excavados o removidos y conformación de zonas de botadero .....	8
2.3.10	Excavaciones para la fundación de la presa y ataguía .....	9
2.3.11	Excavaciones para la fundación del rebosadero.....	10
2.3.12	Preparación de las fundaciones.....	11
2.3.13	Excavación para portales .....	12
2.3.14	Excavación para la obra de toma y la casa de mando .....	12
2.3.15	Excavación en zonas de préstamo.....	12
2.3.16	Excavaciones para estructuras misceláneas, obras de arte, subdrenajes, cunetas, zanjas y tuberías de drenaje.....	13
2.3.17	Remoción de derrumbes .....	13
2.4	SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	14
2.5	MEDIDA Y PAGO .....	14
2.5.1	Generalidades .....	14
2.5.2	Trabajos que tendrán medida y pago por separado .....	15
2.5.3	Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado .....	15
2.5.4	Requisitos para medida y pago de excavaciones en corte abierto.....	16
2.5.5	Medida .....	16
2.5.6	Pago .....	17
2.6	ÍTEMS DE PAGO .....	18

## 2. EXCAVACIONES EN CORTE ABIERTO

### 2.1 ALCANCE

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberán cumplir para ejecutar las excavaciones en corte abierto que sean necesarias para esta parte de la obra y establece los procedimientos de medida y pago de la parte de la obra relacionada con estas excavaciones, las cuales incluyen:

- Limpieza y descapote de las áreas requeridas en el sitio de presa, ataguía, rebosadero de la presa, canal de descarga del vertedero de la presa, portales del túnel y de la galería de acceso a la Cámara de válvulas, en la zona de préstamo, canteras y botaderos, y en general de cualquier otra parte de la obra.
- Excavaciones y trabajos de preparación para proveer una fundación adecuada para la ataguía, tanto en el lecho del río Misicuni como en los estribos.
- Excavaciones y trabajos de preparación para proveer una fundación adecuada para la presa, tanto en el lecho del río Misicuni como en los estribos.
- Excavaciones y conformación de los taludes de corte previstos para el rebosadero de la presa.
- Excavaciones y trabajos de preparación para proveer una fundación adecuada para la estructura de control, el canal de descarga y la estructura de disipación del rebosadero de la presa.
- Excavaciones para el plinto de la cara de hormigón de la presa.
- Excavaciones para los portales del túnel de desviación y portal de la galería de acceso a cámara de válvulas.
- Excavaciones para el portal Bocatoma y para la casa de mando que se encuentra encima del pozo de compuertas del Túnel Principal.
- Excavaciones en zonas de préstamo.
- Excavaciones para estructuras misceláneas, obras de arte, subdrenes, cunetas, canales, zanjas y tuberías de drenaje.
- Excavaciones adicionales.
- Remoción de materiales depositados, sueltos e inestables que se encuentren en los taludes naturales, localizados por fuera de los límites de excavación requeridos para las estructuras permanentes.
- Remoción de derrumbes o materiales inestables existentes antes o en el período de la obra, en el área del proyecto indicada en los planos.
- Disposición en botaderos de los materiales excavados o removidos.
- Protección de superficies excavadas.

### 2.2 GENERALIDADES

El Contratista deberá adoptar procedimientos de excavación tales que en ningún momento se ponga en peligro la estabilidad de los taludes aledaños naturales y conformados por éste o por otros contratistas o de las estructuras y demás obras ejecutadas previamente.

Los métodos de excavación que proponga utilizar El Contratista deberán ser aprobados previamente por LA SUPERVISIÓN. La aprobación de LA SUPERVISIÓN a los procedimientos de excavación no relevará al Contratista de su responsabilidad por salvaguardar la estabilidad de todos los taludes excavados y de garantizar la seguridad del personal y equipos en la obra.

Las excavaciones podrán ser iniciadas solamente cuando se hayan realizado los trabajos necesarios para el correcto manejo de aguas y se tengan listos los equipos, elementos y materiales necesarios para la protección de las superficies excavadas.

El Contratista deberá llevar a cabo las excavaciones colocando los soportes y protecciones necesarios y llevando a cabo todo el manejo de agua requerido, en un todo de acuerdo con lo estipulado en estas especificaciones y en los respectivos planos. Si El Contratista no cumple con los anteriores requerimientos, LA SUPERVISIÓN podrá ordenar al Contratista suspender los trabajos hasta tanto se coloque la protección especificada o hasta que se hayan realizado los trabajos de mejoramiento que considere necesarios; tal suspensión no dará lugar a

compensación económica ni a extensión de los plazos en la terminación de los trabajos requeridos.

El Contratista deberá suministrar, operar y mantener todos los sistemas temporales de bombeo y drenaje, necesarios para evacuar el agua superficial, las filtraciones que se presenten en los taludes y fundaciones excavadas y el agua subterránea, tal como se estipula en el Capítulo 1 – Desviación del río, manejo de aguas y desecación de fundaciones.

A medida que avance la excavación y se hayan alcanzado las líneas y pendientes mostradas en los planos, El Contratista deberá notificar a LA SUPERVISIÓN, quien procederá a inspeccionar dicha excavación. Ninguna excavación deberá rellenarse o cubrirse con material de relleno, hormigón convencional o hormigón proyectado mientras no se haya dado por terminada la inspección por parte de LA SUPERVISIÓN y El Contratista no haya obtenido de ésta una autorización por escrito para la realización del trabajo de relleno y/u otro requerido. El Contratista deberá retirar y reemplazar por su cuenta, los materiales con los cuales haya cubierto cualquier excavación sin la previa inspección y aprobación por escrito de LA SUPERVISIÓN.

Todos los daños derivados de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a las fundaciones, superficies excavadas o a cualquier estructura o parte de las obras existentes en las zonas aledañas, deberán ser reparados por y a cuenta del Contratista y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

## **2.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA**

### **2.3.1 Limpieza y descapote**

La limpieza y descapote deberán llevarse a cabo en las áreas que vayan a ser ocupadas por las estructuras permanentes de la obra, en las zonas de préstamo, canteras y botaderos, o cualesquiera otras áreas de trabajo tales como áreas de almacenamiento y de instalaciones para El Contratista o demás sitios indicados por LA SUPERVISIÓN. Todas las áreas en las que se haga limpieza y descapote deberán ser aprobadas previamente por LA SUPERVISIÓN.

La limpieza consiste en la remoción de toda la vegetación u otro material no deseable hasta el nivel del terreno natural, de manera tal que la superficie quede despejada. La limpieza incluye el corte de árboles, arbustos y maleza y la remoción, transporte y desecho de todos los residuos respectivos a los sitios de botadero o indicados por LA SUPERVISIÓN.

El descapote consiste en la remoción de todo el material que sea necesario para lograr una fundación adecuada para cualquiera de las estructuras de la obra o para poder utilizar el material subyacente como material de construcción. El descapote incluye la remoción de troncos, raíces y materia orgánica y materiales de sobrecapa. Donde se requiera, la superficie final deberá ser despejada, con contorno suave y taludes estables que faciliten el drenaje natural.

El Contratista no podrá retirar los árboles y vegetación existentes más allá de las líneas mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN, y no podrá lanzar al lecho del río Misicuni ni a ningún otro cauce natural, ramas, raíces o madera durante las operaciones de limpieza y descapote.

Los materiales provenientes de las operaciones de limpieza y descapote al igual que todos los materiales excavados que no se utilicen en la obra, deberán ser retirados por El Contratista a las zonas de botadero mostradas en los planos o aprobadas por LA SUPERVISIÓN.

### **2.3.2 Excavación Selectiva**

Durante la ejecución de los servicios de excavación, el Contratista deberá aplicar métodos que permitan la excavación selectiva de los materiales, de modo de separarlos de acuerdo con las necesidades de utilización: directamente o con eventual almacenamiento y posterior recarga.

La excavación selectiva deberá ser ejecutada mediante la elaboración de planes de desmonte, que permitan la adecuada selección de los materiales, de acuerdo a su tamaño y al uso que tendrá en la ejecución de las obras. Dichos planes deberán ser aprobados previamente por LA SUPERVISIÓN.

Todo material aprovechable, obtenido de las excavaciones programadas, deberá separarse por cargas, en el equipo de transporte, durante las operaciones de excavación, y depositadas en pilas de stock.

Cuando los materiales excavados no sean adecuados, o se obtengan en exceso de los que se necesite para las Obras Permanentes, se verterán en las escombreras que se indiquen en los Planos de Licitación, o en las áreas designadas como tales por LA SUPERVISIÓN durante el curso de los trabajos.

### 2.3.3 Clasificación de la excavación

La excavación a cielo abierto se clasificará de acuerdo con el método usado para realizar el trabajo, como sigue:

- a) Excavación en material suelto y/o por escarificación
- b) Excavación de rocas por voladura

### 2.3.4 Excavación en material suelto y/o por escarificación

- .1 La excavación en material suelto y/o por escarificación comprende, pero sin limitarse a ello, el retiro de tierras, gravas, guijarros y otros materiales compactos tales como gravilla cementada y rocas blandas o fragmentadas, de dureza y contextura tales que se puedan arrancar, escarificar, deshacer o retirar sin voladuras con una excavadora capaz de desarrollar una potencia de 300 CV (220 kW) continua, equipada con desgarrador de rocas de escoplo único.

### 2.3.5 Excavación de rocas por voladura

- .1 La excavación de rocas por voladura se aplicará a todo macizo rocoso que no se pueda retirar con equipo de movimiento de tierras, hasta que se obtengan tamaños adecuados y se suelte por medio de voladura.
- .2 Se descubrirán y expondrán a la vista los materiales que en opinión del Contratista sólo puedan ser retirados por voladura y se le dará aviso a LA SUPERVISIÓN antes de comenzar la voladura. El Contratista realizará el levantamiento topográfico de la parte superior de la superficie de la roca, el cual se someterá a la aprobación de LA SUPERVISIÓN.
- .3 En caso de que el Contratista no cumpla ni siga el procedimiento antes indicado, ya no tendrá derecho a exigir otra clasificación que la que le permita LA SUPERVISIÓN, quien en tal caso estimará las cantidades excavadas.
- .4 Las líneas que se muestran en los Planos de Licitación o Construcción, tales como de "roca sana", "cara superior de la roca", etc., sólo son aproximadas y para información. No se utilizarán para fines de medición.
- .5 El barrenado y voladura se harán de modo tal que se asegure que la roca se parta por las líneas e inclinaciones deseadas. Las rocas removidas y resquebrajadas por las operaciones de voladura, por fuera de los límites de excavación establecidos serán retiradas y reemplazadas por hormigón o como lo ordene LA SUPERVISIÓN. Inmediatamente después de la excavación las superficies y taludes de roca deberán ser raspados quitándoles las escamas y esquirlos y limpiándoles de rocas sueltas o sobresalientes (desquinche). Todas las superficies de roca terminadas incluso las de las obras transitorias, serán inspeccionadas regularmente por el Contratista y saneadas tan frecuentemente como fuere necesario.

### 2.3.6 Límites de excavación

Toda excavación deberá incluir la limpieza y descapote del área por excavar. La ejecución de esta labor se considerará como parte de la excavación propiamente dicha y por tanto su medida y pago se hará dentro de cada ítem de pago para excavaciones en corte abierto.

El Contratista no deberá excavar más allá de las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN, sin la previa aprobación por escrito de esta última. Toda sobreexcavación por fuera de las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN, será por cuenta del Contratista cualquiera que sea la causa que la haya podido originar. Serán por cuenta del Contratista las sobre excavaciones debidas a desviación de las perforaciones para voladura, a las condiciones geológicas, a la no oportuna o inadecuada instalación de soporte o al hecho de que ocurran accidentalmente, por cualquier otra causa o para cualquier propósito o razón. Asimismo, toda excavación hecha por fuera de las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN, que El Contratista lleve a cabo con cualquier propósito o razón, será por su cuenta aunque dicha excavación haya sido aprobada previamente por LA SUPERVISIÓN. Si en opinión de LA SUPERVISIÓN, las

sobreexcavaciones por fuera de las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN deben rellenarse con el fin de completar la obra, el relleno correspondiente con hormigón o con cualquier otro material aprobado por LA SUPERVISIÓN de acuerdo con los requerimientos de la obra, será hecho por y a cuenta del Contratista y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Las sobreexcavaciones que ocurran en las fundaciones para estructuras de hormigón que vayan a estar en contacto con la roca, deberán ser rellenadas con hormigón por y a cuenta del Contratista, hasta las líneas y pendientes indicadas en los planos y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para preservar, en condiciones inalteradas, todo el material localizado fuera de los límites de excavación. Si en opinión de LA SUPERVISIÓN se encuentra material dérmico o bloques susceptibles de caer o deslizarse y causar daños, estos materiales se deberán remover y depositar en los botaderos.

Durante el desarrollo de la obra LA SUPERVISIÓN puede considerar que es necesario o deseable variar los límites y pendientes de cualquier parte de las excavaciones debido a las condiciones encontradas en ellas o por cualquier otra razón. Cuando al Contratista se le haya notificado la necesidad de efectuar tales cambios antes de terminada la excavación de dicha parte de la obra, de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos, la excavación modificada se pagará al precio unitario correspondiente de excavación en corte abierto. En caso que la excavación modificada se ordene después que la excavación de tal parte haya sido terminada hasta los límites mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN, la nueva excavación será considerada como excavación adicional, deberá llevarse a cabo como lo indique LA SUPERVISIÓN, y será pagada de acuerdo con lo estipulado en este capítulo.

### **2.3.7 Métodos de excavación**

#### **2.3.7.1 Generalidades**

El Contratista deberá adoptar las precauciones que sean necesarias para obtener superficies de excavación regulares y estables, que se ajusten a las dimensiones requeridas. Para ello deberá aplicar técnicas adecuadas de voladura que reduzcan a un mínimo las alteraciones y la creación de grietas en la roca que quede por fuera de los límites de excavación.

Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras existentes o de futuras excavaciones, El Contratista deberá emplear métodos de excavación apropiados y tomar las precauciones que sean necesarias para evitar que las estructuras y la masa de roca a excavar posteriormente sufran daños o alteraciones. Cualquier daño que llegare a presentarse por negligencia o responsabilidad del Contratista deberá ser reparado por su cuenta y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Antes de comenzar cualquier excavación en corte abierto, El Contratista deberá someter a la aprobación de LA SUPERVISIÓN detalles completos de los métodos que se propone utilizar. El Contratista no podrá utilizar sus métodos de excavación hasta que éstos hayan sido revisados y aprobados por escrito por LA SUPERVISIÓN. Si en opinión de LA SUPERVISIÓN los equipos y métodos de excavación adoptados por El Contratista no son satisfactorios, ya sea porque pueden ocasionar una sobreexcavación excesiva o porque pueden causar daños a las estructuras existentes o a las excavaciones contiguas o porque no producen una superficie de excavación uniforme y estable, u otra razón técnica o de seguridad, aunque LA SUPERVISIÓN haya aprobado previamente dichos métodos y equipos, El Contratista deberá adoptar las técnicas revisadas y los procedimientos que le indique LA SUPERVISIÓN para obtener los resultados y la seguridad que se requieren; todos los costos en que incurra El Contratista por adoptar esas nuevas técnicas y procedimientos correrán por su cuenta.

#### **2.3.7.2 Excavación con explosivos**

##### *Uso de explosivos*

El Contratista deberá someter a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, con una anticipación no menor de 30 días antes de comenzar la excavación en cualquier área y siempre que decida modificarlos durante la excavación, los procedimientos de excavación con explosivos que se propone emplear, principalmente en los aspectos relacionados con los espaciamientos de los barrenos de perforación, densidades de carga por barreno y total, carga máxima instantánea y demás variables que inciden en el resultado final de las voladuras. La información que debe suministrar El Contratista antes de cada voladura deberá incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Número, diámetro, profundidad e inclinación de los barrenos para las voladuras.
- Localización y distribución de los barrenos para voladuras, mostrados en los planos, en planta y secciones a escalas adecuadas.
- Tipo, densidad y potencia del explosivo; dimensiones de los cartuchos y peso del explosivo en cada barreno.
- Cantidad total de explosivos en la voladura y máximo peso de explosivo por retardo.
- Esquema de la distribución de retardos que indiquen claramente la secuencia de explosión y los intervalos de retardo propuestos para cada grupo de barrenos. Debe incluirse en el esquema la marca y clase de los retardos.
- Carácter y fuente de la corriente de ignición, con la descripción y longitud de las líneas. En caso de que la fuente de ignición sea eléctrica se deberán indicar los requisitos de la corriente y resistencia combinada del circuito total de la voladura.
- La aprobación por parte de LA SUPERVISIÓN de los procedimientos de voladura no releva al Contratista de su responsabilidad sobre los efectos que tales voladuras puedan tener en la obra.
- El Contratista deberá notificar a LA SUPERVISIÓN, con una semana de anticipación, que se propone realizar determinada voladura. Esta notificación le permitirá a LA SUPERVISIÓN comprobar el efecto de las voladuras sobre otros frentes de trabajo y le permitirá al mismo Contratista un mejor control del uso de radios transmisores-receptores, que puedan ser peligrosos en las cercanías de voladuras accionadas por medios eléctricos.

#### *Técnicas de voladura*

Todas las voladuras de producción y precorte que se efectuarán para las excavaciones a corte abierto en cualquier parte de la obra deberán cumplir con las técnicas y requisitos especiales de perforación, cargue y detonación con el fin de controlar los efectos para la integridad de los taludes o de las estructuras en zonas aledañas a las mismas.

Las voladuras de producción deberán ejecutarse mediante la perforación de barrenos de diámetros apropiados y aprobados por LA SUPERVISIÓN, dependiendo de su localización e influencia en la integridad y desarrollo del resto de la obra. El espesor máximo de cada altura de corte por voladura y la profundidad de las perforaciones más allá de las líneas de excavación, dependerán de las condiciones que se encuentren y serán responsabilidad del Contratista. Todas las voladuras de producción cercanas a los límites de excavación deberán tener mayores restricciones en cuanto al uso de explosivos y al espaciamiento de los barrenos con el fin de no alterar la roca ni producir sobre-excavaciones.

Para la conformación de los taludes permanentes en roca se deberán emplear técnicas de voladura controlada, como perforación en línea, precorte y voladura amortiguada, cuyas normas generales se establecen en el párrafo siguiente y cuyos costos no tendrán medida ni pago por separado. Durante las primeras voladuras en cada una de las excavaciones requeridas, El Contratista deberá definir el sistema más conveniente de excavación y ajustar permanentemente los parámetros del patrón de voladura según las características locales de la roca. Para ello deberá llevar un control estricto del diámetro, espaciamiento, peso y distribución de explosivos; disposición de retardos en los barrenos de corte, así como el efecto de la cantidad de explosivos en las filas adyacentes a la superficie de corte.

Las técnicas de voladura controlada usadas convencionalmente son: la perforación en línea, el precorte y la voladura amortiguada, las cuales se describen a continuación:

La perforación en línea consiste en perforar a lo largo de la línea de corte una hilera de barrenos, muy cercanos el uno al otro, los cuales no deben cargarse con explosivos, de manera que se constituya un plano de debilidad por el cual la roca se fractura con la explosión de las cargas en los barrenos de las filas adyacentes. El diámetro de los barrenos podrá variar entre 5,0 cm y 7,5 cm y el espaciamiento entre barrenos deberá ser de 2 a 4 veces su diámetro. La distancia entre la línea de corte y la fila adyacente de barrenos para voladura de producción deberá ser de 50% al 75% de la separación normal entre las filas de barrenos para voladura de producción; el espaciamiento de los barrenos de la fila de corte deberá ser del 50% al 75% del espaciamiento normal de los barrenos para voladura de producción y la carga de explosivos que se coloque en tales barrenos deberá ser del orden del 50% de la carga normal de los barrenos para voladura de producción. La máxima desviación permisible en los barrenos para perforación en línea será de 2,5 cm por metro y la altura del corte no deberá exceder de 15 m, a menos que LA SUPERVISIÓN apruebe mayores alturas de cortes propuestas por El Contratista. El acabado final de las superficies de corte que se conformen mediante el sistema de perforación en línea deberá completarse con la remoción manual de fragmentos de roca

suelta, utilizando cuñas, barras u otras herramientas similares. Todos los barrenos de producción deberán sellarse debidamente en los 60 cm a 90 cm superiores, con grava y arena.

El sistema de voladura en precorte consiste en perforar a lo largo de la línea de corte una hilera de barrenos, cargarlos con explosivos y luego detonarlos antes que los barrenos de voladura de producción. El diámetro de los barrenos podrá variar entre 5,0 cm y 9,0 cm, y el espaciamiento entre barrenos deberá ser de 45 cm a 90 cm; se deberán cargar con explosivos especiales de baja densidad para conformar la superficie de corte, distribuidos uniformemente a lo largo de la perforación de manera que la cantidad de explosivos por área cortada sea constante.

Para el precorte, la distancia entre la línea de corte y la fila adyacente de barrenos para voladura de producción deberá ser del 50% al 75% de la separación normal entre las filas de barrenos para voladura de producción; el espaciamiento de los barrenos de la fila de corte deberá ser del 50% al 70% del espaciamiento normal de los barrenos para voladuras de producción y la carga de explosivos que se coloque en tales barrenos deberá ser del orden del 50% de la carga normal de los barrenos de voladura de producción. Los barrenos de la segunda fila adyacente a la línea de corte deberán cargarse con un 70% de la carga normal de los barrenos de voladura de producción. La máxima desviación permisible en los barrenos para el precorte será de 2,5 cm por metro y la altura del corte por voladura deberá ser de 15 m máximo, a menos que LA SUPERVISIÓN apruebe mayores alturas de corte. Mientras las vibraciones producidas por la voladura no excedan los límites de vibración establecidos en este capítulo, el explosivo en todos los barrenos de corte podrá detonarse simultáneamente. De lo contrario, la superficie de corte deberá conformarse por sectores con el uso de microretardos. Mientras las condiciones de fracturación de la roca lo permitan, todos los barrenos de corte deberán sellarse debidamente en los 60 cm a 90 cm superiores, con grava y arena.

La técnica de la voladura amortiguada consiste en perforar a lo largo de la línea de corte una hilera de barrenos, cargarlos con explosivos y detonarlos después de los barrenos de las voladuras de producción. El diámetro de los barrenos de corte y la carga en kilogramos fuerza de explosivos por metro lineal de perforación deberán ser similares a los del sistema de precorte, mientras que su espaciamiento podrá aumentar en un 30% aproximadamente, respecto al mismo sistema; la carga deberá detonarse con la ayuda de microretardos de intervalo corto. El espesor de la berma de roca o distancia entre la línea de corte y la primera fila de la voladura de producción deberá ser del orden de 2,0 m, siempre mayor que el espaciamiento entre los barrenos de corte. La carga de los barrenos de la primera y segunda filas de la voladura de producción no deberá exceder de 40% y 70% de la carga normal de los barrenos de la voladura de producción, respectivamente. La máxima desviación permisible en los barrenos de corte deberá ser de 2,5 cm por metro y la altura máxima del corte por voladura no deberá exceder de 15 m, a menos que LA SUPERVISIÓN apruebe alturas de corte mayores. Mientras las condiciones de fracturación de la roca lo permitan, todos los barrenos de corte deberán sellarse debidamente en los 60 cm a 90 cm superiores, con grava y arena.

#### *Control de vibraciones*

Las vibraciones inducidas por las voladuras no deberán alterar el estado natural de la roca por fuera de los límites de excavación ni afectar roca previamente inyectada, ni rellenos, hormigones convencionales, proyectados o compactados previamente aplicados en cualquier estructura permanente. Para garantizar que no ocurran tales efectos indeseados, El Contratista deberá controlar permanentemente que no se excedan los límites de vibración que se especifican en el U.S Bureau of Mines RI 8507 definidos en términos de velocidad de partícula en pulgadas por segundo y frecuencia en Hz. No se permitirán registros de velocidad de partícula superiores a 2,0 pulgadas por segundo en sectores donde existan estructuras en hormigón convencional, proyectado o compactado o roca previamente inyectadas. Para tal fin El Contratista deberá contar con curvas reales, deducidas de las pruebas que se mencionan más adelante, que relacionen la velocidad de partícula, la carga máxima instantánea y la distancia de separación entre la voladura y las estructuras en mención.

Para voladuras que sea necesario llevar a cabo a distancias menores de 10 m del hormigón convencional o proyectado ya colocado, o de roca previamente inyectada o de relleno colocado, LA SUPERVISIÓN aprobará el peso máximo de explosivos por retardo y el tipo de retardos por emplear, sin que esta aprobación exima al Contratista de su responsabilidad de garantizar la estabilidad de estas obras.

### *Voladuras de prueba*

El Contratista deberá ejecutar las voladuras de prueba que a continuación se especifican e informará previamente a LA SUPERVISIÓN para su aprobación, sobre el lugar y fecha de dicha actividad.

Para determinar la velocidad máxima de partícula en cada voladura de prueba, se deberá utilizar un sismógrafo de vibraciones de las características que se especifican más adelante.

A partir de los resultados de las velocidades de partícula así como con los datos de la carga máxima instantánea y la distancia de la voladura al sismógrafo en cada una de las pruebas, se determinarán las constantes de la siguiente relación:

$$V = K (R / W^{1/3})^A$$

Donde:

V = Velocidad máxima de partícula medida en el sismógrafo (pulgadas por segundo).

R = Distancia de la voladura al sismógrafo (pies).

W = Peso máximo instantáneo (libras).

A y K = Constantes por definir con base en los resultados de las voladuras de prueba.

Mediante esta ecuación se podrá establecer la carga máxima instantánea que se podrá detonar dependiendo de la separación de la voladura a la estructura por proteger, para cumplir con los valores de la velocidad máxima admisible de partícula, establecidos en el U.S Bureau of Mines RI 8507.

Las voladuras de prueba deberán ejecutarse teniendo en cuenta los siguientes pasos y de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Las voladuras de prueba deberán llevarse a cabo tan pronto como se hayan descubierto superficies en roca que se encuentren a distancias mayores de 30 m de los límites finales de las excavaciones en roca. El Contratista deberá programar sus actividades de excavación de manera que se puedan llevar a cabo tales voladuras de prueba tan pronto como sea posible, dado que no se permitirá realizar excavaciones en roca a distancias menores de 30 m de los límites finales de las excavaciones en roca mientras no se hayan llevado a cabo las voladuras de prueba y se hayan establecido los pesos máximos de explosivo por retardo.
- El Contratista llevará a cabo un mínimo de cinco voladuras de prueba, variando en cada voladura las distancias de los sismógrafos a las voladuras, correspondiente a la variable R de la fórmula, y las cargas máximas instantáneas, correspondiente a la variable W de la fórmula, de acuerdo con lo aprobado por LA SUPERVISIÓN.
- El Contratista suministrará, operará y mantendrá dos sismógrafos para medir las vibraciones del terreno ocasionadas por las voladuras. Estos equipos estarán disponibles durante todo el periodo de ejecución del Contrato y al final se devolverán al Contratista. Estos equipos no tendrán medida ni pago por separado.
- Los sismógrafos deben estar en capacidad de registrar cada una de las tres componentes ortogonales de la velocidad de partículas contra tiempo, la frecuencia de la onda y la intensidad del ruido producido por las voladuras. Igualmente, cada registro de voladura deberá ser almacenado en medio magnético y enviado a LA SUPERVISIÓN inmediatamente después de efectuado el registro de la velocidad de partícula en las voladuras. El Contratista suministrará el personal calificado necesario para operar los sismógrafos y para interpretar los datos registrados por los sismógrafos.

Si los resultados obtenidos en las cinco voladuras de prueba anteriormente citadas no permiten, por cualquier causa, definir satisfactoriamente el peso máximo de explosivo por retardo, que cumpla con los parámetros del U.S Bureau of Mines RI 8507, El Contratista llevará a cabo el número de voladuras de prueba adicionales que sea necesario para poder establecer dicho peso, a entera satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Una vez establecido el peso máximo de explosivo por retardo en cualquiera de los sitios de excavación de la obra, El Contratista podrá proceder a completar la excavación en roca hasta los límites finales mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN, utilizando la información derivada de las voladuras de prueba, en particular la carga máxima instantánea permisible en función de las estructuras cercanas a las voladuras. Si LA SUPERVISIÓN lo juzga necesario, podrán solicitar, durante el transcurso de la excavación, que se lleven a cabo



comprobaciones adicionales de velocidad de partícula en cuyo caso se informará al Contratista, quien deberá llevar a cabo tales comprobaciones con la mayor prontitud posible, todo de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN, con el objeto de obtener nuevos valores que complementen o ratifiquen la relación carga-distancia vs. velocidad de partícula deducida en los primeros ensayos.

No habrá pago por separado por concepto de los costos que implique el control de vibraciones, tales como las voladuras de prueba, suministro y operación de los sismógrafos y las mediciones de vibraciones, los cuales deberán estar incluidos en los precios unitarios cotizados para los ítems de pago establecidos en este capítulo.

### **2.3.8 Protección de las superficies excavadas**

En el Capítulo 3 - Protección de superficies y taludes - de estas especificaciones se establecen las actividades que se deben desarrollar para asegurar la estabilidad de todos los taludes naturales, temporales y permanentes de las excavaciones en corte abierto en la obra. El Contratista deberá soportar y proteger a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, todas las superficies expuestas hasta la terminación de la obra. El soporte y protección de los taludes incluirá el suministro y remoción de todos los soportes temporales, la desviación del agua superficial y la evacuación del agua subterránea, el suministro y mantenimiento de los sistemas de drenaje y bombeo que se requieran para estabilizar los taludes y evitar que el agua penetre en las excavaciones, la colocación de grava, malla metálica, hormigón proyectado, pernos o la combinación de éstos y la construcción de muros de contención con gaviones de acuerdo con lo especificado o con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN.

A medida que se progresa con cualquier excavación y con anterioridad a la ejecución de los trabajos de protección de los taludes, El Contratista deberá llevar a cabo el trabajo de desabombe de los taludes dejados por la excavación. El desabombe consistirá en la remoción de bloques o fragmentos de roca suelta de manera que las superficies excavadas queden conformadas por material firme y estable. Es posible que en el desabombe se requiera perforar y dinamitar bloques o fragmentos de roca, aunque, en general, se prevé que el desabombe también pueda llevarse a cabo con herramientas manuales y uso eventual de martillo para retirar bloques o fragmentos inestables.

El Contratista debe estar preparado para llevar a cabo los trabajos de protección de taludes tan pronto como LA SUPERVISIÓN los solicite, de manera que se evite el deterioro de los mismos por razón de demoras en la iniciación de los trabajos de protección.

Los taludes permanentes deberán ser cuidadosamente terminados hasta obtener superficies estables a satisfacción de LA SUPERVISIÓN y las bermas deberán mantenerse siempre libres de material suelto.

### **2.3.9 Disposición de materiales excavados o removidos y conformación de zonas de botadero**

Bajo ninguna circunstancia se permitirá la colocación del material excavado, removido o, en general, de materiales de deshecho en cualquier sitio diferente a los previstos como botaderos ni en sitios donde interfiera con el drenaje natural de aguas superficiales o subterráneas o vías de acceso, o que comprometa la estabilidad de las laderas. Las excavaciones de material para el plinto podrán ejecutarse antes de la desviación del río. El Contratista no podrá arrojar materiales provenientes de la excavación de las diferentes obras al río Misicuni o a cualquier otro cauce natural.

El Contratista será responsable de los trabajos de disposición de los materiales en los botaderos. Las líneas, cotas y pendientes finales de los rellenos que se muestran en los planos presentados por El Contratista y aprobados por LA SUPERVISIÓN para ese propósito son indicativas; El Contratista establecerá la ubicación final de los materiales, evitando la colocación continua de capas de material fino.

No se permitirá el almacenamiento temporal del material excavado inmediatamente al lado de los taludes de las excavaciones o en cualquier sitio aledaño que ponga en riesgo la estabilidad de los taludes. Todos los materiales provenientes de excavaciones que no se utilicen en la obra, deberán ser retirados por El Contratista a las zonas de botadero que se indican en los planos o que sean autorizadas por escrito por LA SUPERVISIÓN.

Quince días después de recibir la orden de iniciar trabajos, El Contratista deberá presentar para aprobación de LA SUPERVISIÓN una memoria técnica que incluya el procedimiento detallado para la operación de las obras de adecuación y manejo de aguas de los botaderos y toda la información pertinente sobre las obras que tenga previsto ejecutar, las cuales deberán incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- Construir o adecuar la vía de acceso a la zona de botadero respectiva.
- Limpiar la zona de botadero. La vegetación, la capa vegetal, y demás materiales provenientes de la limpieza, deberán disponerse en un extremo de la zona evitando que se produzcan obstrucciones de cauces o conductos de agua, naturales o artificiales.
- En las zonas de botadero donde la colocación de materiales de desecho puede llegar a interferir con el flujo de quebradas u otros cauces naturales, El Contratista deberá ejecutar las obras de captación y canalización requeridas, en forma tal que se garantice el libre flujo del agua sin producir arrastre o inestabilidad de los materiales depositados; asimismo, El Contratista deberá ejecutar el mantenimiento permanente de tales captaciones o canalizaciones. Además, El Contratista deberá construir las obras de manejo de aguas superficiales que sean necesarias en las zonas de botaderos, con el objeto de garantizar la estabilidad de los materiales depositados.

El Contratista deberá evaluar continuamente las condiciones de estabilidad de la zona de cada botadero y tomar las previsiones necesarias para evitar la ocurrencia de inestabilidades en la zona.

Cuando para el acceso a botaderos aprobados por LA SUPERVISIÓN, sea necesario utilizar vías o carreteras regionales existentes, El Contratista será responsable del mantenimiento de los tramos de las vías afectadas y de las reformas y refuerzos que haya que hacer en los puentes para el paso de volquetas cargadas que excedan la carga de diseño de dichos puentes o estructuras. Las reformas y el plan de mantenimiento deberán ser aprobados por LA SUPERVISIÓN. El Contratista deberá tener en cuenta lo anterior, para que todos los gastos en que incurra por este concepto queden incluidos en los precios unitarios de las excavaciones.

Cualquier material de desecho que sea colocado por El Contratista fuera de las zonas seleccionadas para botaderos e indicadas en los planos o aprobadas por LA SUPERVISIÓN, deberá ser retirado y llevado a su costa al sitio aprobado, tan pronto como lo ordene LA SUPERVISIÓN. El sitio donde estuvo colocado el material de desecho se deberá dejar limpio.

No habrá pago por separado por la construcción de los accesos que requiera EL Contratista para la adecuación de los botaderos, como tampoco habrá pago por separado por la disposición, colocación y compactación de los materiales, manejo de aguas lluvias dentro del botadero y demás trabajos que no tengan ítem de pago por separado. Su costo deberá estar incluido en los ítems de pago correspondientes a excavaciones y rellenos, según sea el caso.

No se pagará ninguna excavación si los materiales de desecho no han sido transportados y correctamente dispuestos en las zonas de botadero o en los sitios aprobados por LA SUPERVISIÓN.

### **2.3.10 Excavaciones para la fundación de la presa y ataguía**

Las excavaciones en corte abierto para la fundación de la presa y ataguía consisten en la excavación de una zanja para la fundación de la ataguía, la excavación para la fundación del plinto de la cara de hormigón y la remoción de suelos aluviales, coluviales y fluvio-glaciales para la fundación de los rellenos de la presa y ataguía. Dichas excavaciones incluyen igualmente la remoción de todos los bloques sueltos o fracturados y de las salientes de roca, que en opinión de LA SUPERVISIÓN, no sean competentes para lograr una fundación adecuada.

El Contratista debe tener en cuenta que al lecho del río podrán caer parte de los materiales de las excavaciones de las partes altas. Estos materiales deberán removerse, pero no se tendrán en cuenta en la medida para el pago de las excavaciones en el lecho del río. Para tal efecto, LA SUPERVISIÓN y El Contratista en forma conjunta tomarán topográficamente secciones batimétricas del lecho del río con anterioridad al inicio de las excavaciones en los estribos de la presa.

Todos los materiales excavados deberán ser cargados y transportados a las zonas de botadero mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

#### **2.3.10.1 Excavaciones para la fundación de la ataguía**

En el área de fundación de la ataguía las excavaciones comprenden la remoción del depósito aluvial del lecho del río para conformar la zanja central de fundación de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos hasta alcanzar el nivel de roca y regularizar la superficie de fundación. El Contratista deberá llevar a cabo esta excavación hasta las profundidades mostradas en los planos o de acuerdo con lo indicado por LA SUPERVISIÓN.

Es posible que cuando la excavación esté en progreso, se encuentren sectores con condiciones de roca que, a juicio de LA SUPERVISIÓN, hagan necesario modificar los límites de excavación

mostrados en los planos o establecidos previamente por LA SUPERVISIÓN. Bajo tales circunstancias, LA SUPERVISIÓN dará las indicaciones al Contratista para modificar los límites de excavación establecidos previamente. Si tales modificaciones se hacen antes de que El Contratista haya completado la excavación en este sector de la obra, no habrá lugar a considerar tal excavación como excavación adicional.

La fundación de los espaldones de la ataguía quedará sobre depósitos aluviales, fluvio-glaciales y de coluvión, en este sector la excavación comprende básicamente la limpieza y descapote del área la cual incluye la remoción de la capa vegetal, raíces y fragmentos de roca hasta llegar a una superficie regular para una fundación aceptable por LA SUPERVISIÓN sobre los depósitos aluviales, fluvio-glaciales o de coluvión.

#### 2.3.10.2 Excavaciones para la fundación del plinto de la cara de hormigón y de las zonas 2A y 2B de la presa

Las excavaciones para la fundación de la cara de hormigón comprenden, la conformación de la trinchera para la fundación del plinto de la cara de hormigón y Zonas 2A y 2B, de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos. En general, esta excavación consistirá en la remoción de las rocas limolitas de la Formación Anzaldo que por sus condiciones de meteorización o fracturamiento no son adecuadas para la fundación de esta parte de la obra y las excavaciones para conformación y regularización de la superficie de fundación. De acuerdo con las condiciones encontradas durante la excavación, podrán extenderse dichas excavaciones para retirar materiales inadecuados del área de fundación de las Zonas 3A y 3B.

Cuando la excavación esté en progreso, se podrán encontrar condiciones de la roca que exijan un cambio en los límites de la excavación. Bajo tales circunstancias, LA SUPERVISIÓN ordenará excavaciones en los estribos más allá de la excavación mostrada en los planos y tales excavaciones serán definidas como reconformación de la excavación y deberán hacerse hasta las líneas y pendientes indicadas por LA SUPERVISIÓN.

Si se encuentran estratos inaceptables, bolsas de material suelto o fallas y zonas de cizalla en el área de fundación del plinto y las Zonas 2A y 2B con los estribos, estos deberán ser removidos, de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN. Los materiales removidos deberán ser reemplazados por hormigón u hormigón proyectado, como lo determine LA SUPERVISIÓN.

A medida que se vaya completando la excavación en roca en un sector dado de la excavación en corte abierto para la presa, El Contratista deberá proteger la superficie excavada según lo mostrado en los planos o indicado por LA SUPERVISIÓN y de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 3 – Protección de superficies y taludes.

#### 2.3.10.3 Excavaciones para la fundación de las zonas 3A, 3B, 3C y 3D de la presa

Las excavaciones para la fundación de los rellenos de las Zonas 3 de la presa comprenden la remoción de los depósitos cuaternarios conformados por el coluvión que cubre la mayor parte del área de fundación, la remoción del depósito fluvio-glacial localizado en el sector de aguas arriba de la presa sobre la margen derecha, la remoción del depósito de material de coluvión en abanico localizado en el sector de aguas abajo de la presa sobre su margen derecha y la remoción parcial del material aluvial del río Misicuni en el sector del espaldón de aguas arriba de la presa, según lo mostrado en los planos o indicado por LA SUPERVISIÓN. La excavación de estos materiales deberá adelantarse antes de la colocación de los rellenos. Estas excavaciones deberán llevarse hasta llegar a una fundación aceptable en roca, o en depósito aluvial o de coluvión. Además, se deberá retirar el material de cualquier derrumbe existente en el área de fundación de los rellenos con anterioridad a la iniciación de la obra, de acuerdo con las instrucciones que imparta LA SUPERVISIÓN.

El alcance final de las excavaciones será determinado por LA SUPERVISIÓN en el sitio, una vez se conozca en su totalidad el resultado de las excavaciones con el alcance inicial previsto.

#### 2.3.11 Excavaciones para la fundación del rebosadero

Las excavaciones para el rebosadero incluyen todas las excavaciones necesarias para la construcción del canal de aducción, la estructura de control, el canal de descarga y el deflector del rebosadero. Las excavaciones se harán de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

No habrá clasificación de materiales para las excavaciones según la composición y naturaleza de los mismos.

En las operaciones de excavación del rebosadero El Contratista deberá emplear técnicas de voladura controlada, según lo especificado en este capítulo y de acuerdo con lo aprobado por LA SUPERVISIÓN.

A medida que se vaya completando la excavación en roca en un sector dado de la excavación en corte abierto para las estructuras del rebosadero, El Contratista deberá instalar pernos y hormigón proyectado en los sitios y a las profundidades mostradas en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN y de acuerdo con lo especificado en los Capítulos 8 – Pernos y barras de anclaje y 9 – Hormigón proyectado. La instalación de los sistemas de refuerzo deberá llevarse a cabo tan pronto como sea posible de manera que no exista una distancia mayor de 10 m entre el frente de excavación y la última hilera de pernos.

No se permitirá desechar materiales hacia el río Misicuni y todo el material de la excavación deberá ser cargado y transportado a las zonas de desecho aprobadas por LA SUPERVISIÓN.

### **2.3.12 Preparación de las fundaciones**

#### **2.3.12.1 Preparación para la fundación del plinto de la cara de hormigón y de las zonas 2A y 2B de la presa**

El Contratista deberá ejecutar la preparación de la fundación del plinto y Zonas 2A y 2B de la presa, de acuerdo con lo mostrado en los planos, lo especificado a continuación y lo indicado por LA SUPERVISIÓN. No se permitirá la colocación de relleno, ni hormigón hasta tanto no se hayan completado los trabajos de preparación ordenados y ejecutados a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

La preparación de la fundación deberá consistir en la remoción y limpieza de todo el material suelto o blando existente en la superficie de roca aceptada y en el tratamiento de cualquier irregularidad que por su magnitud, en opinión de LA SUPERVISIÓN, deba realizarse antes de la construcción del plinto de la cara de hormigón, y de las Zonas 2A y 2B de la presa. La limpieza deberá realizarse mediante el empleo de chorros de aire a presión sobre la fundación de estas estructuras y el empleo de cepillos y herramientas manuales para remover todo material indeseable, hasta la profundidad que se requiera. No habrá medida ni pago por separado por la ejecución de este trabajo

Si durante la excavación se encuentran zonas de falla o de cizalla o estratos delgados de roca fracturada o triturada, o si los contactos entre diferentes niveles de roca se hallan alterados, o si se encuentra material de relleno en fracturas, o cualquier otro defecto de la roca, tales materiales deberán ser excavados hasta la profundidad establecida por LA SUPERVISIÓN, y reemplazados por hormigón proyectado, convencional o hormigón dental. LA SUPERVISIÓN podrá ordenar la aplicación de una capa de hormigón proyectado de 5,0 cm de espesor mínimo sobre las áreas de la fundación que se encuentren fracturadas y alteradas. Si lo estima necesario, LA SUPERVISIÓN podrá ordenar la remoción de dicha capa previa a la colocación de los hormigones de las estructuras. Las excavaciones deberán realizarse mediante el uso de martillos proyectados u otras herramientas manuales que sean adecuadas.

Todas las depresiones o taludes negativos que no permitan la colocación ni compactación adecuada del material de las Zonas 2A y 2B deberán ser regularizados con hormigón dental o proyectado, de acuerdo con lo indicado por LA SUPERVISIÓN.

El hormigón proyectado y el hormigón convencional empleados en la preparación de las fundaciones se pagarán de acuerdo con lo establecido en los Capítulos 9 - Hormigón proyectado y 11- Hormigón convencional - de estas especificaciones.

#### **2.3.12.2 Preparación de la fundación de los rellenos de las Zonas 3 de la presa y de los rellenos de la atagüa**

La fundación de los rellenos de la zona 3A de la presa será la superficie de roca y la de los rellenos de las Zonas 3B, 3C y 3D de la presa y de los rellenos de la atagüa podrá ser roca, depósito aluvial, de coluvión o fluvioglacial y su preparación consistirá en la limpieza y el descapote, según lo establecido en este capítulo o lo ordenado por LA SUPERVISIÓN. Las grietas y otros defectos de la fundación de roca deberán tratarse como se indica en los planos o lo ordene LA SUPERVISIÓN, rellenándolo con material apropiado para la zona, el cual deberá ser compactado como se especifica en el Capítulo 5 - Rellenos. No habrá medida ni pago por separado por la ejecución de este trabajo. Se permitirá la colocación de rellenos solamente cuando se hayan completado los trabajos de preparación ordenados y ejecutados a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Las superficies de los depósitos aluviales, de coluvión o fluvio-glaciales sobre los cuales se colocará relleno de la presa y de la ataguía deberán prepararse conformándolas según las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN, compactándolas con rodillos vibratorios, con el doble del número de pasadas establecido para la zona adyacente de la presa o de la ataguía.

Cualquier bloque o fragmento de roca que sobresalga por encima del nivel general de fundación una distancia mayor que la mitad del espesor de capa que se va a colocar, deberá removerse antes de esparcir el material. En la fundación del espaldón de aguas arriba de la ataguía no podrá sobresalir ningún fragmento de la roca.

### **2.3.13 Excavación para portales**

El Contratista deberá llevar a cabo la excavación para los portales de entrada y salida del túnel de desviación y el portal de entrada de la galería de acceso a la cámara de válvulas. Dichas excavaciones se deberán hacer de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá remover el material detrítico que se encuentre en la vecindad de los portales según lo requiera LA SUPERVISIÓN, con el fin de que las laderas resultantes sean seguras y estables y deberá utilizar técnicas de voladura controlada, en caso que sea necesario, cuando se excave en roca tal como se especifica en este capítulo.

Todos los materiales excavados en el área de los portales deberán ser cargados y transportados a las zonas de desecho mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

### **2.3.14 Excavación para la obra de toma y la casa de mando**

El Contratista deberá llevar a cabo la excavación para la obra de toma y la casa de mando que se encuentra encima del pozo de compuertas en el Túnel Principal (abscisa 0+196). Dichas excavaciones se deberán hacer de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá remover el material detrítico que se encuentre en la vecindad del pozo de compuertas según lo requiera LA SUPERVISIÓN, con el fin de que las laderas resultantes sean seguras y estables.

La excavación consiste en el retiro de tierras, gravillas, guijarros y otros materiales compactos tales como gravilla cementada y rocas blandas y/o intemperizadas, de dureza y contextura tales que se puedan arrancar, escarificar, deshacer o retirar sin voladuras, con una excavadora o tractor capaz de desarrollar una potencia de 300 CV (220 Kw) continua, equipada con desgarrador de rocas de escoplo único, de existir roca que no pueda retirarse mecánicamente, se deberán utilizar técnicas de voladura controlada, tal como se especifica en este capítulo.

Todos los materiales excavados en el área deberán ser cargados y transportados a las zonas de desecho mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

### **2.3.15 Excavación en zonas de préstamo**

La fuente principal de los materiales para la construcción de los rellenos de la presa y para la elaboración de los hormigones, la constituyen los depósitos aluviales de las terrazas y orillas del río Misicuni.

El Contratista deberá limpiar y descapotar las zonas de préstamo en la amplitud y a la profundidad necesarias para retirar toda la vegetación, troncos, escombros y materia orgánica, lo mismo que el material meteorizado y no apto para la obra.

La excavación en áreas de zonas de préstamo deberá incluir todas las excavaciones necesarias para producir material para los rellenos de la presa, agregados para los hormigones convencionales, materiales de base y subbase para carreteras y demás materiales necesarios para las obras de este Contrato. El sistema de excavación deberá ser tal que el material resultante cumpla las normas granulométricas requeridas, o de lo contrario, LA SUPERVISIÓN podrá exigir un sistema adicional de procesamiento del material.

Una vez terminada la extracción de materiales de la zona de préstamo, El Contratista deberá demostrarle a LA SUPERVISIÓN que el piso resultante en las zonas de préstamo tiene una pendiente adecuada que permite el flujo normal del río y el drenaje natural del agua y que la zona se encuentra en condiciones estables y seguras. En caso de requerirse obras de drenaje y estabilidad adicionales LA SUPERVISIÓN podrá ordenar al Contratista los trabajos requeridos conforme a estas especificaciones y éste deberá ejecutarlos a entera satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

Será responsabilidad del Contratista construir los accesos que se requieran, así como el mantenimiento de los mismos durante todo el tiempo de explotación.

En el apéndice C de la información de referencia se presentan los límites, distancias y volúmenes aproximados de explotación de la zona de préstamo de los aluviales del río Misicuni. No todo el material existente dentro de los límites aproximados de explotación es aprovechable, por lo cual El Contratista deberá seleccionar los sitios de explotación según las condiciones reales de los materiales y su conveniencia, y someterlos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, así como la forma como manejará el río para obtener los materiales.

No habrá medida ni pago por separado para la limpieza, descapote, remoción de materiales, excavación, procesamiento, almacenamiento y transporte de materiales de construcción o desecho desde las zonas de préstamo hasta los sitios de utilización o botadero de tales materiales, ni por los trabajos de drenaje, adecuación y estabilización de tales zonas, ni por la construcción y mantenimiento de accesos a las mismas. El costo de estos trabajos deberá estar incluido en los ítems de pago por el suministro y colocación de los rellenos y materiales correspondientes.

### **2.3.16 Excavaciones para estructuras misceláneas, obras de arte, subdrenajes, cunetas, zanjas y tuberías de drenaje**

Esta sección cubre todas las excavaciones no contempladas en otras secciones de estas especificaciones y que se requieran para la obra, incluyendo pero no limitándose a excavaciones para subdrenes y filtros, tuberías de drenaje, muros de contención, cunetas, alcantarillas, canales, obras de arte, etc. Dichas excavaciones deberán ejecutarse hasta los límites y pendientes mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN. Los métodos de excavación deberán cumplir con lo especificado en este capítulo y los taludes finales deberán ser estabilizados y protegidos según lo indicado en el Capítulo 3 - Protección de taludes y superficies.

El Contratista deberá preparar el terreno para las fundaciones necesarias de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir hormigón deberá terminarse cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones indicadas en los planos o prescritas por LA SUPERVISIÓN. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de tal manera que constituyan una fundación firme para las estructuras.

La excavación de zanjas para tuberías de drenaje y subdrenaje deberá conformarse de modo que se adapten al fondo del conducto en alineamientos y pendientes. La zanja, ya sea en terreno natural o en terraplén, deberá tener las dimensiones indicadas en los planos y sus paredes deberán ser verticales.

El lecho de la excavación para tuberías deberá conformarse a mano, para darle la forma natural de la base del tubo en toda la longitud, de tal manera que aproximadamente el cuarto inferior de la sección circular de la tubería quede firmemente apoyado.

Deberá excavar cualquier material blando o inestable que se encuentre debajo de la línea de rasante del fondo, y deberá rellenarse con los materiales especificados en el Capítulo 6 –Rellenos misceláneos o los indicados por LA SUPERVISIÓN. Si se encuentra roca en el fondo de la excavación, se deberá excavar 30 cm como mínimo por debajo de la rasante del fondo, con un ancho suficiente para evitar que el tubo descansa sobre la roca. La zanja así excavada se deberá rellenar con material aprobado por LA SUPERVISIÓN.

Las excavaciones para tuberías y canales de drenaje deberán programarse de tal manera que en general al final de cada día no queden partes en las zanjas sin rellenar o revestir.

La excavación, relleno y construcción de muros de contención se deberá llevar a cabo en tramos no superiores a 3,0 m. El Contratista será responsable por los derrumbes y daños causados al no seguir las instrucciones de LA SUPERVISIÓN a este respecto y los costos que implique cualquier reparación serán por su cuenta.

El entibado y los acodalamientos que se requieran para las excavaciones misceláneas deberán ser suministrados e instalados por El Contratista y no tendrán medida ni pago por separado.

Todos los materiales procedentes de las excavaciones misceláneas deberán ser cargados y transportados a las zonas de desecho mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

### **2.3.17 Remoción de derrumbes**

Este numeral incluye solamente la remoción de derrumbes que ocurran después de iniciados los trabajos de construcción. Los derrumbes existentes antes de la iniciación de la obra no se incluyen en este numeral y en caso que deban removerse, la excavación correspondiente se

considerará como excavación en corte abierto y se pagará de acuerdo con los ítems de pago aplicables de la Lista de cantidades y precios.

Cualquier derrumbe que ocurra en el área de la obra, después de iniciados los trabajos de construcción, será removido por El Contratista tan pronto como sea posible de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN y hasta las líneas y pendientes determinadas por ésta, sin causar daños a las obras ya existentes y restableciendo las cunetas, obras y desagües que se hayan construido. Todo daño atribuible a descuido del Contratista o demoras en colocar la protección requerida e instalar los sistemas de control de aguas deberá ser reparado por éste, a su costa, y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN. La disposición de los materiales provenientes de la remoción de derrumbes deberá llevarse a cabo en forma similar a la especificada en este capítulo para materiales excavados para la obra.

## **2.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

El Contratista deberá tomar todas las medidas que sean necesarias para asegurar la integridad física de las personas y la protección de materiales y equipos en todas las actividades de la obra. Deberá adelantar oportunamente la protección de taludes, el control de zonas potencialmente inestables, instalar todos los elementos de seguridad que sean necesarios y mantener en forma permanente un programa de seguridad industrial, el cual deberá ser presentado para revisión y aprobación de LA SUPERVISIÓN con anticipación a la iniciación de las excavaciones en la obra.

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito de LA SUPERVISIÓN, previa presentación de la información técnica que ésta solicite para justificar su empleo y verificar el diseño y medidas de seguridad.

El almacenamiento, transporte y manejo de los explosivos deberá cumplir con lo establecido en el Manual de Seguridad publicado por El Gobierno de Bolivia. La localización y el diseño de los polvorines, los métodos de transporte de los explosivos y, en general, las precauciones que deban tomarse para prevenir accidentes, estarán sujetas a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, pero esta aprobación no eximirá al Contratista de su responsabilidad por los accidentes que se puedan generar.

El sitio e instalaciones de almacenamiento de los explosivos que deberán ser aprobados por LA SUPERVISIÓN, será una construcción independiente, destinada exclusivamente para tal fin, sólida, a prueba de incendios, provista de adecuada iluminación y ventilación, alejada de construcciones, vías férreas y carreteras. En ningún caso se permitirá que los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase se almacenen, transporten o conserven en los mismos sitios que la dinamita u otros explosivos.

Antes de realizar cualquier voladura se deberán tomar todas las precauciones necesarias para la protección de las personas, obras existentes y propiedades, incluyendo el uso de sirenas o cualquier clase de alarmas y los procedimientos que sean necesarios para despejar áreas de peligro antes de las voladuras. Entre las precauciones básicas que debe tener en cuenta El Contratista puede mencionarse la restricción del uso de radios transmisores receptores, precauciones especiales en el caso de que se hayan detectado corrientes estáticas en el sitio y provisiones para una inspección especial del equipo requerido cuando se usan explosivos especiales diferentes de los de cartucho.

El Contratista deberá contar con los servicios de por lo menos una persona calificada en el uso de explosivos para el diseño e implementación de cada voladura y para la supervisión respectiva en campo, cuya hoja de vida debe conocer y aprobar LA SUPERVISIÓN antes de iniciar cualquier excavación con explosivos.

No habrá medida ni pago por separado para el personal, equipo y todas las medidas que tenga que tomar El Contratista para garantizar la seguridad en la obra, cuyos costos deberán estar incluidos en los ítems de pago de este capítulo.

## **2.5 MEDIDA Y PAGO**

### **2.5.1 Generalidades**

La parte de la obra por ejecutar a los precios unitarios de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro de toda la mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, materiales y equipo, y en efectuar cuanto sea necesario para completar las excavaciones en corte abierto requeridas para la obra.

### 2.5.2 Trabajos que tendrán medida y pago por separado

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Manejo del agua en todas las excavaciones, incluyendo el suministro, instalación y mantenimiento de todos los sistemas de bombeo y drenaje, según lo especificado en el Capítulo 1 – Desviación del río, manejo de aguas y desecación de fundaciones.
- Protección de los taludes de las excavaciones según lo especificado en el Capítulo 3 - Protección de taludes y superficies.
- Suministro e instalación de pernos, según lo especificado en el Capítulo 8 – Pernos y barras de anclaje.
- Elaboración y aplicación de hormigón proyectado, según lo establecido en el Capítulo 9 – Hormigón proyectado.
- Elaboración y colocación de hormigón convencional, dental y hormigones misceláneos, según lo establecido en el Capítulo 11 – Hormigón convencional.

### 2.5.3 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Replanteo de todas las obras.
- Limpieza y descapote de las áreas que vayan a ser ocupadas por estructuras permanentes o cualquiera otra excavación en corte abierto o área de trabajo y el retiro y transporte de tales materiales a las zonas de botadero.
- Limpieza, descapote y adecuación de las áreas que vayan a ser explotadas como fuentes de materiales para la obra y el retiro y transporte de los materiales a las zonas de botadero.
- Instalaciones provisionales necesarias para los trabajos de preparación de la fundación de la presa y ataguía.
- Cargue, transporte y correcta disposición de los materiales excavados, removidos o de desecho hasta las zonas de botadero. Manejo de aguas, disposición, colocación y compactación de materiales y demás trabajos en botaderos que no tengan ítem de pago por separado.
- Cargue, transporte, manejo y almacenamiento, en los sitios aprobados por LA SUPERVISIÓN, de los materiales que posteriormente serán utilizados en la obra.
- Excavaciones en corte abierto ejecutadas por fuera de los límites mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN, que sean llevadas a cabo por El Contratista intencional o accidentalmente, aunque tales excavaciones hayan sido del conocimiento de LA SUPERVISIÓN.
- Relleno con hormigón u otro material, según lo indique LA SUPERVISIÓN, de las excavaciones ejecutadas por fuera de los límites de excavación mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN y que, en concepto de ésta, deban rellenarse para completar esta parte de la obra.
- Reparaciones por daños en estructuras existentes o en masas de roca a excavar posteriormente, por causa del empleo de métodos de excavación inadecuados.
- Remoción de obras provisionales de desviación y protección, y el transporte a las zonas de desecho de los materiales procedentes de las demoliciones de estas obras.
- El mantenimiento de las obras de drenaje construidas para la obra.
- El suministro e instalación de entibados y acodalamientos para soporte de las excavaciones temporales.
- Instalación de andamios o plataformas en los taludes de corte para corrección de las superficies de excavación o para colocación de soportes.
- Ejecución de voladuras de prueba y de control para refinamiento de los patrones de voladura para excavación en roca y para determinación del nivel de vibraciones mediante medición de la velocidad de partícula.
- Suministro, operación y mantenimiento de los sismógrafos y todo el personal, materiales y equipos requeridos para la correcta ejecución, registro e interpretación de las voladuras de prueba.



- Preparación de las fundaciones para los rellenos de las Zonas 3 de la presa y los rellenos de la ataguía.
- Excavación en zonas de préstamo para la obtención de materiales para la construcción de la presa, la ataguía, rellenos misceláneos y para la elaboración de hormigones.
- Suministro e instalación de elementos e implantación del programa para seguridad industrial en las obras.
- La remoción de los derrumbes que, a juicio de LA SUPERVISIÓN, hayan sido causados por procedimientos Inadecuados o negligencia del Contratista.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar El Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de items separados de pago.
- Remoción de la capa de hormigón proyectado de las áreas de la fundación, ordenadas por LA SUPERVISIÓN antes de la colocación del hormigón.
- Los trabajos que adelante El Contratista por las técnicas de voladura controlada que ejecute para preservar la integridad de los taludes finales de las excavaciones.

#### 2.5.4 Requisitos para medida y pago de excavaciones en corte abierto

LA SUPERVISIÓN no autorizará la medida y pago de un volumen excavado de material, ni de huecos de perforación para voladura controlada, mientras El Contratista no haya completado, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN y en todo de acuerdo con las especificaciones, los siguientes trabajos que se relacionan con algunas partes de la obra:

- En los taludes en general, hasta haber completado los trabajos de limpieza, descapote, desabombe o protección con alguno de los sistemas especificados y requeridos por LA SUPERVISIÓN.
- En los taludes de corte en roca hasta haber completado la colocación de los soportes del talud, de acuerdo con las secuencias previstas en las Especificaciones.
- En cualquier excavación, hasta haber recolectado y manejado adecuadamente las aguas en las áreas de excavación.
- En cualquier excavación, hasta haber cargado y transportado el material excavado hasta las zonas de almacenamiento o desecho mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. Asimismo, disponer correctamente el material en las zonas de almacenamiento o botadero y la adecuada conformación de las mismas.

#### 2.5.5 Medida

La medida para el pago de excavaciones en corte abierto será el volumen en m<sup>3</sup>, aproximados al décimo de m<sup>3</sup> de material, comprendido entre la superficie del terreno aprobada por LA SUPERVISIÓN después de la limpieza y las líneas y cotas mostradas en los planos o establecidas por LA SUPERVISIÓN.

- La medida para el pago de las excavaciones misceláneas, será el volumen en m<sup>3</sup>, aproximado al décimo de m<sup>3</sup>, de material comprendido entre la superficie natural del terreno y una superficie de material aceptable según el criterio de LA SUPERVISIÓN
- La medida para el pago de excavaciones adicionales en corte abierto solicitadas por LA SUPERVISIÓN, después de que El Contratista haya excavado hasta las líneas y pendientes mostradas en los planos o previamente señaladas, será el volumen en m<sup>3</sup> comprendido entre las líneas y pendientes hasta las cuales se hizo originalmente la excavación, de acuerdo con los planos o las instrucciones de LA SUPERVISIÓN, y las líneas finales de excavación indicadas por LA SUPERVISIÓN.
- La medida para el pago de remoción de derrumbes ocurridos después de iniciada la construcción de la obra, será el volumen en m<sup>3</sup> de material comprendido entre los límites que serán definidos en el sitio por LA SUPERVISIÓN. El volumen se determinará con base en las secciones transversales originales del proyecto y en las secciones tomadas después de ocurrir el desprendimiento. Cuando no sea posible calcular el valor por medio de secciones transversales, se medirá el volumen suelto en el sitio del derrumbe al cual se aplicará un factor de reducción del 1,2. Se aclara que en el caso de los derrumbes ocurridos dentro de las excavaciones requeridas en los planos, sólo se reconocerán aquellos que se produzcan cuando la excavación ha llegado a los niveles y límites autorizados por LA SUPERVISIÓN y no se originen por descuido o negligencia del Contratista.

- La medida para el pago de la excavación de material inestable fuera de los límites de excavación, será el volumen en  $m^3$ , aproximado al décimo de  $m^3$ , de material comprendido entre la superficie natural del terreno y una superficie de material aceptable según el criterio de LA SUPERVISIÓN

### 2.5.6 Pago

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios de los ítems de la Lista de cantidades y precios consistirá en la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones en corte abierto de la obra, y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y manejo de agua necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado.

#### 2.5.6.1 Excavación en material suelto y/o por escarificación - Ítem 2.1

La parte de la obra por llevar a cabo bajo el ítem 2.1 de la Lista de cantidades y precios, incluye el suministro de toda la mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, materiales y equipos para realizar las excavaciones en material suelto y/o por escarificación necesarias en cualquier zona de las obras, de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos, lo especificado o lo indicado por LA SUPERVISIÓN. Este ítem deberá incluir el tratamiento, según lo indique LA SUPERVISIÓN, de las irregularidades que puedan presentarse en la fundación de las estructuras y la limpieza con chorros de agua y aire a presión.

#### 2.5.6.2 Excavación de rocas por voladura - Ítem 2.2

La parte de la obra por llevar a cabo bajo el ítem 2.2 de la Lista de cantidades y precios, incluye el suministro de mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, materiales y equipo necesarios para efectuar la remoción de la roca por voladura en cualquier zona de las obras, de acuerdo con lo mostrado en los planos, lo especificado o lo indicado por LA SUPERVISIÓN. Este ítem deberá incluir el tratamiento, según lo indique LA SUPERVISIÓN, de las irregularidades que puedan presentarse en la fundación de las estructuras y la limpieza con chorros de agua y aire a presión.

#### 2.5.6.3 Excavaciones misceláneas - Ítem 2.3

La parte de la obra por llevar a cabo bajo el ítem 2.3 de la Lista de cantidades y precios, consiste en el suministro de materiales, mano de obra y equipos necesarios, para llevar a cabo las excavaciones en obras de arte, subdrenes, cunetas, zanjas y tubería de drenaje y excavaciones misceláneas en general, en un todo de acuerdo con lo mostrado en los planos, lo especificado o lo indicado por LA SUPERVISIÓN.

#### 2.5.6.4 Excavaciones adicionales - Ítem 2.4

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios del ítem 2.4 de la Lista de cantidades y precios comprende todas las excavaciones adicionales que deba ejecutar El Contratista después de haber excavado hasta las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN.

#### 2.5.6.5 Remoción de derrumbes. Ítem 2.5

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios del ítem 2.5 de la Lista de cantidades y precios, comprende la remoción de derrumbes que ocurran después de iniciados los trabajos de construcción, de acuerdo con lo especificado en este capítulo y con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN.

#### 2.5.6.6 Remoción de material inestable por fuera de los límites de las excavaciones. Ítem 2.6

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios del ítem 2.6 de la Lista de cantidades y precios, comprende la remoción de material inestable por fuera de los límites de las excavaciones de acuerdo con lo especificado en este capítulo y con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN

**2.5.6.7** Excavación para la obra de toma y casa de mando en el túnel Principal - Ítem 2.7

La parte de la obra por llevar a cabo al precio del ítem 2.7 de la Lista de cantidades y precios incluye el suministro de toda la mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, materiales y equipos para realizar las excavaciones necesarias para la construcción de la obra de toma y la casa de mando de las compuertas en el Túnel Principal, de acuerdo con lo mostrado en los planos N° A 3-2, A 3-3, y A 3-4 ó lo indicado por LA SUPERVISIÓN.

**2.6 ÍTEMS DE PAGO**

Todo el costo de los trabajos especificados en este capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta del Contratista para los siguientes ítems de pago:

Ítem	Descripción	Unidad de medida
2.1	Excavación en material suelto y/o por escarificación	m <sup>3</sup>
2.2	Excavación de rocas por voladura	m <sup>3</sup>
2.3	Excavaciones misceláneas	m <sup>3</sup>
2.4	Excavaciones adicionales	m <sup>3</sup>
2.5	Remoción de derrumbes	m <sup>3</sup>
2.6	Remoción de material inestable por fuera de los límites de las excavaciones	m <sup>3</sup>
22.1.1	Excavación para la obra de toma en el túnel Principal (igual Excavación en material suelto y/o por escarificación ítem 2.1)	m <sup>3</sup>