


**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA****MOVIMIENTO DE TIERRAS****Código** : CTPS-ET-006  
**Revisión** : 02  
**Aprobado** : GG  
**Fecha** : 2021.06.10  
**Página** : 1 de 15**CONTENIDO**

1.	OBJETIVO .....	2
2.	ALCANCE .....	2
3.	NORMATIVA DE REFERENCIA Y/O BASE LEGAL.....	2
4.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	3
4.1.	DEFINICIONES:.....	3
4.2.	ABREVIATURAS:.....	3
5.	GENERALIDADES.....	3
5.1.	CONSIDERACIONES PREVIAS.....	3
5.2.	CLASIFICACIÓN DE TERRENOS .....	4
5.3.	LIMPIEZA DE LA ZONA DE TRABAJO .....	4
5.4.	ELIMINACIÓN DE DESMONTE Y/O MATERIAL EXCEDENTE. ....	4
6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS .....	5
6.1.	EXCAVACIONES.....	5
6.1.1.	Excavación manual .....	6
6.1.2.	Excavación mecánica .....	6
6.1.3.	Espaciamiento de la excavación.....	6
6.1.4.	Disposición del material .....	7
6.1.5.	Entibado y tablestacado .....	7
6.1.6.	Extracción o bombeo de agua .....	8
6.1.7.	Seguridad - señalizaciones .....	8
6.2.	REFINE Y NIVELACIÓN .....	8
6.2.1.	Cama de apoyo .....	9
6.3.	RELLENO .....	10
6.3.1.	Relleno y compactación con material granular .....	11
6.3.2.	Relleno con material de baja resistencia controlada (Relleno fluido).....	12
7.	MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA ESTRUCTURAS .....	14
7.1.	EXCAVACIONES.....	14
7.2.	PREPARACIÓN DE SITIO.....	14
7.3.	RELLENO .....	15
7.3.1.	Características generales de los materiales de relleno .....	15
7.3.2.	Control de compactación y espesores de rellenos granulares.....	15

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 2 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

### 1. OBJETIVO

Establecer los requisitos y/o condiciones mínimas que deben cumplirse en la ejecución de trabajos de movimiento de tierras.

### 2. ALCANCE

Será aplicado para las obras y/o trabajos de mantenimiento que se realizan en las redes y estructuras de agua potable, alcantarillado y conexiones domiciliarias, ejecutadas en proyectos (con financiamiento propio o de terceros) y servicios de SEDAPAL.


La presente Especificación Técnica abarca las condiciones mínimas y/o generales en la ejecución de trabajos de excavación en corte o cielo abierto, refine y nivelación, relleno, compactación y eliminación de desmonte y/o material excedente.

El detalle específico de los trabajos debe ser desarrollado y/o ejecutado por el Proyectista y/o Contratista, debidamente sustentado, tomando en consideración las condiciones mínimas establecidas en la presente Especificación Técnica.

### 3. NORMATIVA DE REFERENCIA Y/O BASE LEGAL

RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones.
Ley N°1278	Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución Directoral N°073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC	Metrados para obras de Edificaciones y Habilitaciones Urbanas.
NTP 400.037	AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos.
NTP 339.141	SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m <sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie <sup>3</sup> )).
ASTM D2321	Práctica estándar para la instalación subterránea de tubería termoplástica para alcantarillado y otras aplicaciones de flujo por gravedad.
ASTM D2487	Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos).
ASTM D1557	Métodos de prueba estándar para las características de compactación de suelo en laboratorio utilizando esfuerzo modificado (2 700 kN-m/m <sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie <sup>3</sup> )).
ACI 229R	Informe sobre material de baja resistencia controlado.

Las normativas de referencia y/o base legal están sujetos a modificación y/o actualización en el tiempo; por lo cual, predominará la versión vigente.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 3 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

#### 4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

##### 4.1. DEFINICIONES:

- **Cámaras de inspección:** Definición general que se da a los buzones, manholes, buzonetes y cámaras especiales de desagüe.
- **Entibado:** Estructura utilizada para proveer soporte lateral, generalmente temporal, a las paredes de las excavaciones. El sistema estructural consiste en un conjunto de elementos (soportes, largueros, puntales, paneles y planchas) que reciben, distribuyen, transmiten y soportan las cargas de empuje del suelo. La función de entibado consiste en aislar y prevenir el colapso local o general del suelo adyacente a la excavación y evitar el desplazamiento lateral del terreno.
- **Movimiento de tierras:** conjunto de actividades, tales como: excavaciones, cortes, rellenos, retiro y acopio de material, eliminación de material excedente y actividades similares, que permiten adecuar o modificar la conformación natural del terreno a las condiciones requeridas para la ejecución de las obras.
- **Tablestaca:** El sistema de tablestacas o muro de tablestacas es un tipo de contención flexible de tierras, permanente o recuperable, que se encuentra formado por elementos prefabricados, usualmente de acero, los cuales son hincados en el terreno por vibración, golpeo o ambos. Se caracterizan por tener juntas entre sí (conectables por sistemas de machihembrado o de rótula), con la finalidad de impermeabilizar, evitar filtraciones y guiar el proceso de hinca de las tablestacas adyacentes.

##### 4.2. ABREVIATURAS:


- CTPS: Comité Técnico Permanente de SEDAPAL
- ET: Especificación Técnica
- VMCS: Vice Ministerio de Construcción y Saneamiento
- DNC: Dirección Nacional de Construcción
- GW: Grava bien graduada (conforme a ASTM D2487)
- GP : Grava mal graduada (conforme a ASTM D2487)
- SW: Arena bien graduada (conforme a ASTM D2487)
- SP: Arena mal graduada (conforme a ASTM D2487)
- EMS: Estudio de Mecánica de Suelos
- SUCAMEC: Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil

#### 5. GENERALIDADES

##### 5.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

Previo a cualquier excavación, el ingeniero responsable deberá de obtener; de ser posible, toda la información referente a interferencias (cables eléctricos de media, baja o alta tensión, líneas de gas, líneas de fibra óptica, redes de agua, alcantarillado, canales de riego, líneas de telefonía, etc.) en la zona de trabajo.

Para la ejecución de obras, el Estudio de Mecánica de Suelos deberá proporcionar toda la información referente al perfil de suelos en toda la profundidad de excavación, el nivel freático, las características físicas de los suelos, el peso unitario, coeficientes de permeabilidad horizontal y vertical del terreno, el valor de la cohesión y el ángulo de la fricción interna de los diferentes estratos, según se aplique. Los mismos que servirán para el diseño del sistema de bombeo o abatimiento de la napa freática de ser el caso, y sistemas o estructuras de estabilización de talud del terreno (entibada, tablestacado, caissons, entre otros).

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 4 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

Todas las actividades que se ejecuten para estos procesos deben estar en concordancia con los alcances de las normas vigentes y contar con la aprobación de la Supervisión y/o Inspección.

## **5.2. CLASIFICACIÓN DE TERRENOS**

### a) Terreno Normal

#### a.1. Terreno normal deleznable o suelto:

Conformado por materiales sueltos tales como: arena, limo, arena limosa, gravillas, etc., que no pueden mantener un talud estable superior de 5:1.

#### a.2. Terreno normal consolidado o compacto:

Conformado por terrenos consolidados tales como hormigón compacto, afirmado o mezcla de ellos, los cuales pueden ser excavados sin dificultad a pulso y/o con equipo mecánico.

### b) Terreno semi rocoso

El constituido por terreno normal, mezclado con bolonería de diámetros de 200 mm hasta 500 mm, cuando la extracción se realiza a pulso o hasta 750 mm, cuando la extracción se realiza con cargador frontal o equipo similar y/o con roca fragmentada de volúmenes 4 dm<sup>3</sup> hasta 66 dm<sup>3</sup>, cuando la extracción se realiza a pulso o hasta 230 dm<sup>3</sup> cuando la extracción se realiza con cargador frontal o equipo similar y, que para su extracción no se requiera el empleo de equipos de rotura y/o explosivos.

### c) Terreno de roca descompuesta

Conformado por roca fracturada, empleándose para su extracción medios mecánicos y que no es necesario utilizar explosivos.

### d) Terreno de roca fija

Compuesto por roca ígnea o sana, y/o bolonería mayores de 500 mm, cuando la extracción se realiza a pulso o 750 mm, cuando la extracción se realiza con equipo mecánico, en que necesariamente se requiere para su extracción de explosivos o procedimientos especiales de excavación.

### e) Terreno saturado


Es aquel cuyo drenaje exige un bombeo ininterrumpido con caudal superior a un litro por segundo (1 l/s) por 10 m de zanja o por veinte 20 m<sup>2</sup> de superficie.

## **5.3. LIMPIEZA DE LA ZONA DE TRABAJO**

Como condición preliminar, todo el sitio de la excavación en corte o cielo abierto, será primero despejado de todas las obstrucciones existentes.

## **5.4. ELIMINACIÓN DE DESMONTE Y/O MATERIAL EXCEDENTE.**

Corresponde a la eliminación del material excedente, luego de haber efectuado los procesos de excavación, nivelación y/o relleno, producidos durante la ejecución de la obra.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 5 de 15

Comprende el recojo, clasificación (peligroso y no peligroso), traslado y disposición final a los lugares autorizados, de acuerdo a la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ley N°1278), que señala que el generador es responsable de sus residuos hasta la disposición final, por tal razón una inadecuada disposición de los residuos podría ser sujetos de paralizaciones, multa e incluso de juicios por incumplimiento de la norma.

Los vehículos que transportan los residuos sólidos deben contar con las autorizaciones y certificados de operación vigentes.

## **6. MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS**

Esta sección aplica para trabajos de movimiento de tierras para la instalación de tuberías de agua potable y alcantarillado, conexiones domiciliarias, y estructuras subterráneas menores (buzones, buzonetes, cámaras de inspección de colectores primarios y cámaras para instalación de data Logger, entre otros).

### **6.1. EXCAVACIONES**

Previo a la ejecución de las excavaciones, de ser posible se verificarán las condiciones técnicas del suelo, verificando los aspectos geológicos, geotécnicos, la calidad del suelo, nivel de la napa freática, topografía y existencia de interferencias.

La excavación en corte o cielo abierto, puede ser manual o mecánico (uso de equipos), de acuerdo a lo indicado en el Expediente Técnico y lo autorizado por la inspección o supervisión, a trazos y profundidades necesarias para la instalación, de acuerdo a los planos replanteados en obra o a la ubicación de las tuberías existentes en caso de reparaciones y/o mantenimiento.

Las excavaciones que se encuentren por debajo de la rasante del suelo y se produzcan por cortes, contarán con un talud de reposo natural que asegure la estabilidad y seguridad de no poner en riesgo las instalaciones adyacentes a la zona.


En los casos de excavaciones donde se requiera el uso de explosivos, se deberá contar con la participación de especialistas autorizados en el diseño y manipulación de explosivos que cumplan con las exigencias y autorización de la SUCAMEC.

En el caso de reparaciones o de reposición de redes se excavará hasta una profundidad mínima de 0.15 m por debajo del cuerpo de la tubería extraída, o lo que se establezca el estudio de suelos, con aprobación de la supervisión o inspección.

El material producto de las excavaciones debe acumularse a una distancia prudencial del borde de la zanja, a fin de asegurar la estabilidad de los taludes, en el caso en que las condiciones de la zona de trabajo (ancho de la vía) lo permita se tomará en cuenta las distancias mínimas especificadas en el RNE (a no menos de 2 m del borde de la zanja) y en caso de utilizarse entibado, a no menos de 1 m.

Cuando la excavación se realice en sitios adyacentes a estructuras o excavaciones existentes o vecinas, se adoptará los métodos de excavación más apropiados y tomará las precauciones que sean necesarias, incluyendo la reducción de las cargas al mínimo, tipo de equipo y procedimiento.

De ser necesario excavaciones subterráneas, estas deberán ejecutarse a través de métodos diseñados y aprobados; para lo cual se presentará los procedimientos, métodos y equipos a emplear.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 6 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

Las dimensiones de las excavaciones se determinan en los planos de detalle del proyecto.

Las excavaciones deben efectuarse de acuerdo a la programación aprobada, la cual deberá prevenir derrumbes, accidentes y problemas de tránsito. En el caso de instalación de tuberías, el límite máximo de zanjas excavadas será de 2 tramos (en caso de alcantarillado) o el frente de una sola manzana por frente de trabajo; salvo los límites determinados por la autoridad competente.

El movimiento de tierras que incluya el retiro de material orgánico, deberá realizarse en espesores de 0.30 a 0.50 m de excavación, estos materiales extraídos podrán ser acopiados temporalmente en un depósito de material orgánico para su posible uso en la etapa de relleno y compactación.

#### **6.1.1. Excavación manual**

Se realizará excavación manual en zonas donde existan líneas de servicios públicos (líneas eléctricas, de gas, entre otros), y en otros casos donde la excavación mecánica no sea posible por condiciones técnicas o de seguridad, y de acuerdo a los establecido en el Expediente, para el caso de obras. Para lo cual, se adoptarán las medidas de seguridad correspondientes para la salvaguarda de la integridad de los trabajadores.

#### **6.1.2. Excavación mecánica**

Se realizarán excavaciones mecánicas cuando se requiera realizar la excavación de un volumen considerable de material de manera que el corte y eliminación sea continua, homogénea y rápida, para lo cual el contratista deberá presentar un procedimiento para realizar este tipo de trabajo para su aprobación.


El ingeniero inspector o supervisor deberá aprobar la disposición o uso del material producido durante la excavación mecánica como material de construcción del proyecto siempre que satisfaga los requerimientos del estudio de suelo.

La excavación mecánica podrá ser realizada para ejecutar trabajos de limpieza de terreno, eliminación de material inadecuado, nivelación y cortes proyectados, aplicados para la instalación de tuberías de grandes diámetros y/o a grandes profundidades; en ello se consideran corte y remoción de materiales en grandes volúmenes; en todos los casos con el empleo de equipo mecánico requerido y pueden ser desarrollados para los diferentes tipos de terreno.

#### **6.1.3. Espaciamiento de la excavación**

El espaciamiento de la excavación para la instalación de tuberías respecto a infraestructuras y a otras instalaciones, deberá estar en función de la profundidad de la zanja que se va a ejecutar, el método constructivo, la estabilidad del terreno y el riesgo que puede significar su cercanía.

La distancia a las estructuras y/o instalaciones, medidas desde las proyecciones horizontales de caras laterales más cercanas, sea por lo menos 1 metro (proyección horizontal), salvo casos especiales en los que el proyectista deberá sustentar una menor distancia y proponer la protección que sea necesaria; a su vez, de ser necesario, solicitará la opinión del administrador de la infraestructura o instalación, esto último no lo exime de responsabilidad sobre las eventualidades o incidencias en la ejecución de los trabajos.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 7 de 15

#### **6.1.4. Disposición del material**

El material procedente de la excavación se apilará lo suficientemente alejado del borde de las zanjas para evitar el desmoronamiento de éstas o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores; si es apropiado, podrá ser acumulado y usado como material selecto o seleccionado, u otras acciones establecidas el método constructivo empleado y determinado por el Supervisor o Inspector. El Contratista dispondrá el material en forma adecuada, evitando su contaminación.

El contratista dispondrá en forma inmediata el retiro del material excedente, de acuerdo a lo indicado en la Ley Gestión Integral de Residuos Sólidos.

#### **6.1.5. Entibado y tablestacado**

Toda excavación que presente riesgo de deslizamiento o desmoronamiento (de acuerdo al EMS y/o a criterio del constructor y/o supervisor), debe de contar con medidas de protección y/o seguridad.

El entibado y tablestacado debe contar con un diseño basado; entre otros, en el EMS, en la observación de factores locales, la profundidad de la zanja, la proximidad de edificaciones, otros servicios o vías, debiendo ser diseñada para las condiciones más desfavorables, y podrán ser mejoradas y/o modificadas debidamente sustentadas por el Contratista de acuerdo a las condiciones de campo.


Para servicios la instalación del tablestacado o entibado deberá ser definido por el Ingeniero del contratista del servicio, y aprobado por la Supervisión o Inspección.

Para los elementos estructurales de los entibados se permitirá utilizar acero o madera o la combinación de estos materiales u otro aprobado por la Inspección o Supervisión, los cuales deben suministrar la suficiente resistencia a los esfuerzos de corte y a la flexión generada por los empujes laterales del terreno.

Para el entibado metálico, el material debe ser definido de tal manera que presente la rigidez necesaria para garantizar un trabajo eficiente en el sentido vertical del entibado contra las presiones laterales producidas por el suelo.

Los sistemas de protección de excavaciones pueden realizarse con entibados, tablestacados, cortinas de pilotes (micropilotes) o una combinación de los anteriores. Pueden ser utilizados en aquellas excavaciones en las que, debido a sus características geométricas o a las propiedades geomecánicas del terreno, se puedan presentar problemas por inestabilidad lateral o de fondo, tubificación o deformaciones laterales excesivas. También se instalan para facilitar las labores de construcción y para garantizar la seguridad del personal o de las obras o edificaciones vecinas. Cualquier contratista y/o interesado deberá cumplir con los requisitos citados en esta especificación técnica. Por cuanto la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo establece como Principio de Prevención que: "El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores".

Si el Supervisor o Inspector verifica que cualquier punto del tablestacado y/o entibado instalado es inadecuada o inapropiado o existen puntos que se deben tablestacar y/o entibar, para asegurar la ejecución de los trabajos de instalación de tuberías o de

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 8 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

estructuras de concreto, el Contratista está obligado a efectuar las rectificaciones o modificaciones.

Las entibaciones y/o tablestacados o parte de estas se retirarán solo cuando dejen de ser necesarios y su retiro no afecte la seguridad del personal u otros, previa aprobación y autorización del Supervisor o Inspector.

#### **6.1.6. Extracción o bombeo de agua**

En caso de existencia de napa freática que afecte la excavación, el Contratista debe contar con un sistema de bombeo para deprimir la napa freática, la cual debe ser aprobada por la Supervisión o Inspección. No se permitirá que suba el agua o se ponga en contacto con la estructura, hasta que el concreto y/o mortero haya obtenido fragua satisfactoria y, de ninguna manera antes de seis (06) horas de haber colocado el concreto y/o mortero.

El agua extraída o drenada de la obra será canalizada y eliminada de una manera adecuada a lugares autorizados por la entidad correspondiente, sin causar daños a las propiedades adyacentes, pavimentos, veredas u otra obra en construcción, ni molestias a la población; no se permitirá la descarga en las calles.

Todos los daños causados por la extracción de agua de las obras, serán inmediatamente reparadas por el Contratista.

El Contratista deberá suministrar, operar y mantener todos los equipos y elementos que se requieran para el drenaje y bombeo de agua, y deberá adoptar las medidas necesarias para mantener la excavación libre de acumulación de agua que resulte por cualquier causa.

#### **6.1.7. Seguridad - señalizaciones**

Cuando las excavaciones presenten riesgos, sus bordes deberán ser suficientemente resguardados por medio de mallas. Durante la noche el área de riesgos potenciales quedará señalizada por medios luminosos y a distancias suficientes para prever el peligro. Los materiales resultantes de las excavaciones son propiedad de SEDAPAL (marcos, tapas, tuberías, accesorios, u otros que a juicio se consideren de utilidad).

El Contratista deberá garantizar la disposición adecuada de los dispositivos de seguridad durante la ejecución de la obra. El material de las excavaciones se depositará evitando, en todo momento, obstaculizar la entrada a edificaciones.

### **6.2. REFINE Y NIVELACIÓN**

Se efectuará después de concluida la excavación.

El refine consiste en el perfilado tanto de las paredes como del fondo excavado, teniendo especial cuidado que no queden protuberancias que hagan contacto con la estructura a ejecutar o instalar.

La nivelación se efectuará en el fondo, con trabajos de corte y relleno necesarios para dar al terreno la nivelación indicada en los planos.



### 6.2.1. Cama de apoyo

De acuerdo a las características del terreno, tipo y clase de tubería a instalarse, se diseñará la cama de apoyo de tal forma que garantice la estabilidad y el descanso uniforme de los tubos. De no contravenir con lo indicado en los Planos del Proyecto, los espesores y materiales de la cama de apoyo que deberán colocarse en el fondo de la zanja serán como sigue:

#### a) Para terrenos normales y semi rocosos

Será específicamente de material selecto que cumpla con los requisitos para "Agregado fino" conforme a la norma NTP 400.037, que cumpla con la granulometría indicada en la Tabla 1, y/o gravilla (confitillo) de forma redondeada de tamaño uniforme (diámetro) de 1/4" con una desviación de +/- 15 %.

Tabla 1: Granulometría del material selecto

Tamiz		Porcentaje que pasa
ASTM	ISO	
3/8"	9.5 mm	100
Nº4	4.75 mm	95-100
Nº8	2.36 mm	80-100
Nº16	1.18 mm	50-85
Nº30	600 µm	25-60
Nº50	300 µm	5-30
Nº100	150 µm	0-10

Fuente: adaptado de (NTP 400.037:2014, pág. 8).

El material selecto tendrá un módulo de fineza no menor a 2.3 ni mayor a 3.1.

La cama de apoyo tendrá un espesor no menor de 0.10 m debidamente compactada, medida desde el terreno natural perfilado hasta la parte baja del cuerpo del tubo.

Solamente en caso de zanjas en que se haya encontrado material arenoso que cumpla con las especificaciones para material selecto, no se exigirá cama, pero se deberá compactar adecuadamente.

El Inspector o Supervisor verificará que los materiales a emplearse en la cama de apoyo cumplan con los requisitos técnicos correspondientes.

#### b) Para terrenos de roca descompuesta o roca fija

Será del mismo material y condición del inciso a), pero con un espesor no menor de 0.15 m.

#### c) Para terrenos saturados

La cama se conformará con gravilla o se ejecutará de acuerdo a las recomendaciones del Proyectista. En casos de terrenos donde se encuentren capas de relleno no consolidado, material orgánico objetable y/o basura, será necesario el estudio y recomendaciones de un especialista de mecánica de suelos.

### 6.3. RELLENO

Se tomarán las provisiones necesarias para la consolidación del relleno, que protegerá las estructuras ejecutadas o instaladas. Para efectuar un relleno compactado o autocompactado, previamente se deberá contar con la autorización del Supervisor o Inspector.

El relleno podrá realizarse con el material de la excavación, siempre que cumpla estrictamente con las características establecidas en las definiciones de "material Selecto" o "material seleccionado" según corresponda. Si el material de la excavación no fuera el apropiado, se reemplazará por "material de Préstamo", previamente aprobado por el Supervisor o Inspector.

El relleno podrá ser realizado también con "relleno fluido (material de baja resistencia controlada)".

A continuación, se presenta las definiciones de "material selecto", "material seleccionado", "material de préstamo" y "relleno fluido".

#### a) Material selecto:

Material que cumpla con los requisitos para "Agregado fino" conforme a la norma NTP 400.037, que cumpla con la granulometría indicada en la Tabla 2, y/o gravilla (confitillo) de forma redondeada de tamaño uniforme (diámetro) de 1/4" con una desviación de +/- 15 %.

Tabla 2: Granulometría para material selecto

Tamiz		Porcentaje que pasa
ASTM	ISO	
3/8"	9.5 mm	100
N°4	4.75 mm	95-100
N°8	2.36 mm	80-100
N°16	1.18 mm	50-85
N°30	600 µm	25-60
N°50	300 µm	5-30
N°100	150 µm	0-10

Fuente: adaptado de (NTP 400.037:2014, pág. 8).

El material selecto tendrá un módulo de fineza no menor a 2.3 ni mayor a 3.1.

#### b) Material seleccionado:

Es el material que pertenece a los suelos **Clase I y II de la clasificación de suelos ASTM 2321**, con la sola excepción que puede tener piedras hasta de 6" de diámetro en un porcentaje máximo del 30% (ver Tabla 3).


	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 11 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

Tabla 3: Clasificación de suelos

Clase de suelo	Grupo de suelos <sup>A</sup>																	
Clase I	Roca triturada, angular (todas las caras de las partículas deben estar fracturadas), con la siguiente granulometría: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Tamiz</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Porcentaje que pasa</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">ASTM</th> <th style="text-align: center;">ISO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1 1/2"</td> <td style="text-align: center;">37.5 mm</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3/8"</td> <td style="text-align: center;">9.5 mm</td> <td style="text-align: center;">&lt;=25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N°4</td> <td style="text-align: center;">4.75 mm</td> <td style="text-align: center;">&lt;=15%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N°200</td> <td style="text-align: center;">75 µm</td> <td style="text-align: center;">&lt;=12%</td> </tr> </tbody> </table>	Tamiz		Porcentaje que pasa	ASTM	ISO	1 1/2"	37.5 mm	100%	3/8"	9.5 mm	<=25%	N°4	4.75 mm	<=15%	N°200	75 µm	<=12%
Tamiz		Porcentaje que pasa																
ASTM	ISO																	
1 1/2"	37.5 mm	100%																
3/8"	9.5 mm	<=25%																
N°4	4.75 mm	<=15%																
N°200	75 µm	<=12%																
Clase II	Suelos limpios de grano grueso: SW, SP, GW, GP o cualquier suelo que comience con uno de esos símbolos, con <=12% de porcentaje pasante en el tamiz N° 200 (75 µm).																	
<sup>A</sup> Ver clasificación ASTM D2487 [Práctica estándar para la clasificación de suelos con fines de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos)].																		

Fuente: adaptado de (ASTM D2321 - 2020, pág. 5).

**c) Material de préstamo:**

Es aquel material que es extraído de una zona ajena a la obra que cumpla con las condiciones requeridas para ser "material selecto" o "material seleccionado" según corresponda, cuando el material de la excavación no reúne las condiciones requeridas.

**d) Relleno fluido:**

Material cementante autocompactante de baja resistencia controlada (CLSM por sus siglas en inglés), producido conforme al código ACI 229R, usado como alternativa a un relleno con material granular compactado,

**6.3.1. Relleno y compactación con material granular**


**a) Primer relleno sobre tuberías**

Una vez colocada la tubería y acopladas las juntas se procederá al relleno a ambos lados del tubo con "material selecto". El relleno se hará por capas apisonadas según las condiciones que se requieran o establezcan (con equipos manuales o mecánicos) de espesor no superior a 0.15 m, manteniendo constante la misma altura a ambos lados del tubo hasta alcanzar la coronación de éste, la cual debe quedar a la vista, prosiguiendo luego hasta alcanzar 0.30 m por encima de la clave del tubo.

Se debe tener en consideración las condiciones para las pruebas hidráulicas y/o alineamiento y/o nivelación, cuando sea aplicable, respecto a la colocación del primer relleno (ver Especificación Técnica CTPS-ET-002).

**b) Segundo relleno sobre tuberías**

La Supervisión o Inspección autorizará el segundo relleno después de la ejecución y conformidad de las pruebas hidráulicas. A partir del nivel alcanzado en la fase anterior, se proseguirá el relleno con "material seleccionado", en capas sucesivas de 0.15 m de

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 12 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

espesor terminado y compactando con equipo mecánico hasta alcanzar 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado (NTP 339.141 o ASTM D1557).

El número mínimo de ensayos de compactación a realizar será de uno por cada 50 m de zanja y en la capa que el Supervisor o Inspector determine.

En el caso de zonas de trabajo donde no existan pavimentos y/o veredas, el segundo relleno estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel del terreno natural.

### **c) Relleno para estructuras subterráneas menores**

La colocación del relleno para estructuras de concreto se debe hacer después que el concreto haya alcanzado el 75% de la resistencia a la compresión especificado para los 28 días.

En caso de estructuras de material prefabricado se podrá iniciar el relleno de manera inmediata a la instalación siempre que no se comprometa la resistencia de las juntas o uniones de la estructura prefabricada (de corresponder).

El relleno deberá ser con "material seleccionado" en capas sucesivas de 0.30 m de espesor terminado y compactado con equipo mecánico hasta alcanzar 95% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado (NTP 339.141 o ASTM D1557).

### **6.3.2. Relleno con material de baja resistencia controlada (Relleno fluido)**

El relleno fluido o material cementante autocompactante excavable de baja resistencia controlada (CLSM por sus siglas en inglés), deberá ser producido conforme al código ACI 229R, cuyas características (peso unitario, consistencia, resistencia a la compresión, entre otros) serán definidos por el Proyectista y/o Constructor.

El "relleno fluido" en excavaciones profundas constituye un peligro de arenas movedizas por lo que debe cubrirse o tomarse las medidas necesarias de señalización y seguridad hasta que se endurezca.

#### **a) Primer relleno sobre tuberías**


Una vez colocada la tubería y acopladas las juntas se procederá al relleno a ambos lados del tubo con "relleno fluido". El relleno fluido se colocará manteniendo constante la misma altura a ambos lados del tubo hasta alcanzar la coronación de éste (clave superior).

Se debe realizar las acciones necesarias para evitar la flotación del tubo, sobre todo para el caso de tuberías flexibles, mediante algún mecanismo de fijación o aseguramiento al terreno. Asimismo, se deberá tomar las acciones necesarias para evitar el aplastamiento lateral del tubo por las presiones hidrostáticas de ser necesario.

Se debe tener en consideración las condiciones para las pruebas hidráulicas y/o alineamiento y/o nivelación, cuando sea aplicable, respecto a la colocación del primer relleno (ver Especificación Técnica CTPS-ET-002).

#### **b) Segundo relleno sobre tuberías**

La Supervisión o Inspección autorizará el segundo relleno después de la ejecución y conformidad de las pruebas hidráulicas.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 13 de 15

El segundo relleno será como mínimo luego de 3 horas de haber terminado el primer relleno, o lo que recomiende el Proyectista o Constructor y aprobado por el Supervisor o Inspector, de manera que se evite que las presiones hidrostáticas deformen el tubo.


En el caso de zonas de trabajo donde no existan pavimentos y/o veredas, el segundo relleno estará comprendido entre el primer relleno hasta el nivel del terreno natural.

**c) Relleno para estructuras subterráneas menores**

La colocación del relleno para estructuras de concreto se debe hacer después que el concreto haya alcanzado el 75% de la resistencia a la compresión especificado para los 28 días.

En caso de estructuras de material prefabricado se podrá iniciar el relleno de manera inmediata a la instalación siempre que no se comprometa la resistencia de las juntas o uniones de la estructura prefabricada (de corresponder).

El relleno fluido deberá ser colocado en un solo tiempo, o por capas según lo que recomiende el Proyectista o Constructor y aprobado por el Supervisor o Inspector.

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG <b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 14 de 15
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	

## **7. MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA ESTRUCTURAS**

Esta sección aplica para trabajos de movimiento de tierras para la construcción de estructuras mayores, tales como, plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales, reservorios de contención de agua, cisternas, estaciones de bombeo, entre otros.

### **7.1. EXCAVACIONES**

Previo a la ejecución de las excavaciones, de ser posible se verificarán las condiciones técnicas del suelo, verificando los aspectos geológicos, geotécnicos, la calidad del suelo, nivel de la napa freática, topografía y existencia de interferencias.

Estos trabajos se refieren a la excavación que deberá realizar para la cimentación de estructuras, los cuales serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos. Los niveles de cimentación que aparecen indicados en los planos, podrán ser modificadas por el inspector o proyectista en caso de considerarlo necesario para asegurar una cimentación satisfactoria.

En los casos de excavaciones donde se requiera el uso de explosivos, se deberá contar con la participación de especialistas autorizados en el diseño y manipulación de explosivos que cumplan con las exigencias y autorización de la SUCAMEC.

El método de excavación no deberá producir daños a los estratos previstos para cimentaciones, de forma tal que no se reduzca su capacidad portante, o su densidad.

El terreno de cimentación deberá estar limpio de todo material descompuesto y material suelto, raíces y todas las demás intrusiones que pudieran perjudicarla.

Cuando la excavación se realice en sitios adyacentes a estructuras o excavaciones existentes o vecinas, se adoptará los métodos de excavación más apropiados y tomará las precauciones que sean necesarias, incluyendo la reducción de las cargas al mínimo, tipo de equipo y procedimiento.

La profundidad y taludes de excavación se guiarán por las indicaciones del diseño. A su vez, estarán sujetos a las características que se encuentren en el subsuelo, debiendo ser fijados de acuerdo a las condiciones del suelo hallado.


Se deberá inclinar los taludes de las excavaciones de manera que se asegure su estabilidad. Cuando el terreno no sea estable por restricciones de espacio o por la inestabilidad del material excavado se deberá apuntalar y/o reforzar el talud ya sea con entibado o tablestacado, según corresponda.

Se deberá prevenir el flujo de agua superficial y subterráneo hacia las excavaciones tomando las consideraciones expuestas en el numeral 6.1.6.

### **7.2. PREPARACIÓN DE SITIO**

Previo a la construcción de cualquier estructura se deberá realizar la preparación de superficie, escarificado, nivelado, relleno compactado del terreno, el afirmado con el material apropiado que recomiende el proyecto o el constructor. La superficie terminada debe quedar con la densidad y las cotas requeridas, si tiene irregularidades mayores de las tolerancias, el Constructor deberá corregirlas hasta restaurar los niveles requeridos por el diseño.

Luego de realizar las excavaciones o cortes del terreno y antes de proceder a la construcción de la cimentación de cualquier estructura hidráulica (cisterna, reservorio apoyados o elevados,

	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>Código</b> : CTPS-ET-006 <b>Revisión</b> : 02 <b>Aprobado</b> : GG
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>Fecha</b> : 2021.06.10 <b>Página</b> : 15 de 15

unidades de plantas de tratamiento, cámaras de bombeo, etc.), el Contratista deberá contratar la elaboración de un nuevo estudio de suelos y geotecnia para verificar los resultados obtenidos en los estudios presentados en la etapa del proyecto o expediente técnico, el cual será evaluado y aprobado por el Inspector o Supervisor, debiendo tomar las medidas que correspondan.

### **7.3. RELLENO**

Los rellenos se colocarán según los alineamientos, rasantes, cotas, pendientes y secciones transversales indicados en los planos del proyecto.

Excepto cuando se especifique lo contrario, no se debe colocar el relleno hasta cuando se haya removido el entibado correspondiente a la franja sobre la cual se coloca la capa de relleno. Solo se podrán colocar rellenos directamente contra una estructura de concreto, siempre y cuando se hayan removido todos los encofrados y entibados y las estructuras hayan adquirido la resistencia suficiente que le permita soportar las cargas impuestas por los materiales de relleno.

#### **7.3.1. Características generales de los materiales de relleno**

Los materiales granulares utilizados como relleno para la cimentación de estructuras deberán cumplir con las siguientes características mínimas:

- No deben tener características expansivas y/o colapsables.
- Los materiales no deben tener materia orgánica.
- Deben estar constituidas por material limpio, resistente, duro y durable.
- No deben ser desintegrables, deleznales, meteorizables, ni solubles.
- No deben tener exceso de partículas planas y/o blandas.

Podrá emplearse **relleno fluido** (material cementante autocompactante de baja resistencia controlada) como relleno, producido mediante los estándares del código ACI 229.R, bajo los requerimientos de resistencia y densidad indicadas en los planos del proyecto.

#### **7.3.2. Control de compactación y espesores de rellenos granulares**

El control de compactación de los rellenos con material granular se debe llevar a cabo comparando la densidad de campo con la máxima densidad seca del Proctor Modificado (NTP 339.141 o ASTM D1557).

El control de espesor de los rellenos compactados se debe llevar a cabo midiendo en obra y comparando con los diseños. En caso de que los espesores resulten diferentes de los de diseño, con tolerancia +/-2 cm, el constructor debe tomar las medidas complementarias necesarias tales como el retiro o colocación del material sobrante o faltante.