

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		DICIEMBRE 2016
		VERSION B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES

1 DESCRIPCIÓN

Este ítem cubre la excavación, transporte, disposición y compactación de los materiales requeridos para la construcción de áreas de seguridad operacional, pistas de operación, calles de rodaje, plataformas de estacionamiento y áreas anexas para fundación de edificios, instalaciones especiales u otros propósitos. Las operaciones correspondientes deberán ser ejecutadas de acuerdo con las presentes especificaciones y en concordancia con los planos y requerimientos del proyecto.

2 MATERIALES

2.1 General

Se designa como material a todo elemento producto de las excavaciones, independientemente de su destino y del tipo o característica de la operación. Tal material, según su composición y de acuerdo a estas especificaciones y a los requerimientos del proyecto, será clasificado como orgánico, inadecuado o apto para la construcción de rellenos o terraplenes.

2.2 Muestreo y Ensayos

Desde el inicio y durante la ejecución de las obras se deberá realizar los controles de laboratorio que corresponda. Los ensayos necesarios para verificar el cumplimiento de estas especificaciones y de los requerimientos del proyecto, deberán ser ejecutados de acuerdo a las normas establecidas y en forma periódica y oportuna.

3 CONSTRUCCIÓN

3.1 Equipo

Se deberá suministrar el equipamiento apropiado, en los tipos y condiciones necesarias para la total ejecución de las obras dentro del plazo estipulado y de

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		DICIEMBRE 2016
		VERSION B

acuerdo con las especificaciones del proyecto. Tal equipamiento deberá ser mantenido en condiciones satisfactorias de operación durante la ejecución de los trabajos.

3.2 Limitaciones Climáticas

Las operaciones de excavación y construcción de terraplenes deberán ser suspendidas cuando no se pudiere obtener resultados satisfactorios, debido a lluvias, congelamiento u otras condiciones climáticas desfavorables en terreno. No se deberá construir terraplenes con materiales congelados ni sobre ellos.

3.3 Excavación

3.3.1. Clasificación de las excavaciones

- a. **En terreno de cualquier naturaleza:** Esta actividad consiste en la excavación y disposición de todo material, sin importar su naturaleza. Corresponde a una excavación que no sea clasificada como de escarpe, de empréstito, de corte, para drenajes, de material inadecuado o en roca.
- b. **En roca:** Será clasificada como excavación en roca, aquella que fuere ejecutada en formaciones geológicas, firmemente cementadas o litificadas, que pudieren ser removidas sin el uso de explosivos. Quedará incluido en esta clasificación todo bloque o trozo de roca cuyo volumen exceda de 0,40 m³.
- c. **De escarpe:** Corresponde a la excavación superficial de material vegetal o inadecuado para fundación, en áreas de corte o de terraplenes. Será ejecutada según las especificaciones del proyecto, en los anchos y profundidades indicadas para cada caso.
- d. **De material inadecuado:** La excavación de material inadecuado consistirá en la remoción y disposición de depósitos de suelos tales como turbas, materiales orgánicos, suelos contaminados y todos aquellos que por su tipo no fueren aptos para fundación.
- e. **Para drenajes:** Esta actividad consistirá en excavaciones hechas con el propósito de evacuar aguas e incluye zanjas, fosos interceptores, alcantarillas, sifones, diques provisorios, desvíos o cualquier otro tipo de obra pertinente, de carácter provisorio o definitivo.

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
			DICIEMBRE 2016
	VERSION B		

- f. **De empréstito:** La excavación de empréstito estará destinada a obtener desde pozos, empréstitos u otros lugares de abastecimiento, los materiales necesarios para ejecutar las obras que corresponda, de acuerdo a estas especificaciones y en concordancia con los requerimientos del proyecto.
- g. **De corte:** Se refiere a la excavación necesaria para alcanzar con exactitud las líneas de corte establecidas en los planos del proyecto, debiéndose respetar estrictamente las alineaciones, taludes y secciones transversales indicadas.

3.3.2. Generalidades

La excavación sólo comenzará cuando el terreno haya sido delimitado y debidamente preparado, el acuerdo a estas especificaciones y a los requerimientos del proyecto.

Durante la ejecución de las obras, las superficies de trabajo deberán permanecer niveladas y con pendientes que permitan un drenaje apropiado. Los escurrimientos de aguas lluvias deberán ser interceptados y encausados mediante drenes o zanjas correctamente ubicadas y construidas con las dimensiones necesarias. El sistema de drenaje deberá ser construido previo al inicio de las excavaciones, de manera que las faenas puedan ser ejecutadas sin presencia de agua y con el fin de evitar apozamientos o inundaciones de los sectores de trabajo. Las obras provisorias de drenaje deberán ser mantenidas durante el transcurso de la faena, libres de obstáculos y con las pendientes y secciones requeridas. La interrupción, traslado o alteración de los sistemas de drenaje, alcantarillas, ductos u otras instalaciones subterráneas existentes, deberán ser ejecutadas tomando sustitutivos según corresponda. Los daños a instalaciones o estructuras que debieran permanecer sin alteraciones, deberán ser reparados.

Los materiales de escarpe, turbas, raíces u otros no satisfactorios para fundación deberán ser removidos a la profundidad establecida en las especificaciones del proyecto. El escarpe en áreas donde existieren canales de riego, depresiones o irregularidades producidas por el destronque o por la demolición de estructuras, deberá ser ejecutado de manera que todo el material suelto o inestable sea retirado hasta dejar la superficie perfectamente despejada, aunque fuere a una cota inferior a la especificada.

Toda excavación de empréstito en el recinto de la obra deberá ser ejecutada sólo en los sectores debidamente autorizados y dentro de los límites estipulados. La excavación deberá ser ejecutada en óptima condición de drenaje y de manera que los taludes resultantes de esta operación queden perfectamente estabilizados.

 Dirección de Aeropuertos Administración de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
			DICIEMBRE 2016
	VERSION B		

Las operaciones de excavación en lugares donde se encontrare objetos de importancia histórica o arqueológica, deberán ser suspendidas. Las faenas en tales sectores no podrán ser reanudadas sin la autorización competente.

3.3.3. Disposición de los materiales

Todo material que cumpla con las exigencias técnicas correspondientes podrá ser usado en la construcción. Los materiales de calidades notoriamente diferentes y que cumpliera con los requerimientos especificados para cada caso, deberán ser acopiados en forma separada y colocados de acuerdo a estas especificaciones y en concordancia con las disposiciones del proyecto.

Los materiales inadecuados o de desecho podrán ser depositados dentro del recinto de las obras, solo en lugares autorizados, sin formar cordones o pilas de material y sin sobrepasar la elevación de las áreas adyacentes al lugar de depósito.

El material obtenido de escarpe u operaciones de nivelación que cumpliera los requerimientos de calidad establecidos en las Especificaciones Generales para aplicación de mantillo o capa de tierra vegetal, será clasificado como tal y podrá ser usado en la construcción para los fines pertinentes. Los acopios de tierra vegetal no podrán estar cerca de zonas de pavimentación ni sobre superficies que vayan a ser excavados o cubiertas por terraplenes. La tierra vegetal deberá ser colocada según se establece en las especificaciones generales indicadas y en concordancia con los requerimientos del proyecto.

3.3.4. Remoción de instalaciones

La remoción de estructuras o instalaciones existentes deberá ser programada de modo que el avance sistemático de la obra no sea interrumpido. Toda fundación o instalación existente deberá ser removida hasta, por lo menos, 50 cm bajo la cota de subrasante. Las irregularidades o depresiones producto de estas excavaciones deberán ser rellenadas y compactadas de manera que se obtenga, las mismas condiciones de calidad y compactación del terreno circundante.

3.3.5. Uso de explosivos

El uso de explosivos será permitido sólo cuando se haya tomado las precauciones que garanticen la seguridad de personas, instalaciones y propiedades. El transporte, almacenamiento y uso de explosivos deberán cumplir con las normas, la legislación vigente y con las instrucciones del fabricante.

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
			DICIEMBRE 2016
	VERSION B		

3.3.6. Requerimientos de terminación

Las operaciones de perfiladura y compactación en sectores excavados, deberán mantener una distancia mínima de 300 m con las faenas de terraplenes o de pavimentación y deberán ser terminadas conforme a los requerimientos técnicos del proyecto y a lo establecido en 3.5, **“TOLERANCIAS Y CONTROL DE LA SUBRASANTE”**, de estas especificaciones. Las áreas excavadas y a pavimentar deberán ser compactadas a la profundidad y densidad establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto, considerando como mínimo, el 95% de la Densidad Máxima Compactada Seca, DMCS, determinada según ASTM D-1557. Las densidades tomadas en terreno deberán ser determinadas de acuerdo con el método pertinente entre los indicados en el punto N°4, **“NORMAS Y ENSAYOS REQUERIDOS”**, de estas especificaciones.

En las áreas a pavimentar los bolones o fragmentos de roca mayores a 10 cm en su dimensión mayor, deberán ser removidos hasta 15 cm bajo la subrasante de proyecto. Para áreas que no consultan pavimento, tales como áreas de seguridad operacional, caminos secundarios, bermas o sectores a empradizar, los materiales no satisfactorios indicados deberán ser removidos hasta una profundidad mínima de 30 cm bajo la subrasante.

En cortes, los pétreos o rocas disgregadas o sobresalientes del plano de los perfiles especificados, deberán ser aseguradas o removidas. Cualquier cavidad creada en la superficie de la excavación deberá ser drenada, rellena y compactada de acuerdo a estas especificaciones y en concordancia con los requerimientos del proyecto.

3.4 Terraplenes

3.4.1. Preparación de la superficie de fundación

Para terraplenes de altura menor o igual a 1.20 m, todo material vegetal o inadecuado debe ser completamente removido de la superficie de fundación. El área resultante deberá ser escarificada a una profundidad mínima de 15 cm y compactada tal como se indica en 3.4.3, **“COMPACTACIÓN”**, de estas especificaciones. Cuando la altura del terraplén es mayor a 1.20 m, la superficie de fundación debe ser escarificada y compactada a la densidad de los suelos circundantes. En este caso, sólo el césped no requiere ser removido del área a cubrir.

Las superficies de fundación tales como pantanos, turberas, ciénagas u otras áreas de material inadecuado, deberán ser drenadas. Los materiales inadecuados deberán ser excavados en los anchos establecidos y a las profundidades especificadas. El relleno de tales excavaciones deberá ser ejecutado con material

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		DICIEMBRE 2016
		VERSION B

de terraplén, compactado según estas especificaciones y de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

La fundación de terraplenes sobre superficie con pendientes mayores que la relación 1:4, Vertical: Horizontal, requiere la excavación de escalones horizontales de trabazón sobre la superficie inclinada. Tales escalones deberán ser construidos de acuerdo a los planos y requerimientos del proyecto.

En cualquier caso, la superficie de fundación al momento de ser cubierta deberá cumplir con los requerimientos de densidad y nivelación especificados.

3.4.2. Colocación de los materiales

Los terraplenes deberán ser construidos en capas horizontales sucesivas de 35 cm de espesor suelto, como máximo y en el ancho completo de la sección transversal proyectada. La colocación de las capas deberá comenzar por la parte más profunda a rellenar y en forma paralela a la rasante del pavimento proyectado. Bajo las áreas a pavimentar, las capas de los niveles superiores deberán estar constituidas por los materiales aptos de mejor calidad. Durante la ejecución del terraplén, el tránsito del equipo de construcción deberá ser distribuido uniformemente sobre las capas a medida que éstas vayan siendo colocadas. El equipo de colocación deberá ser operado de manera que el material aglomerado o aterronado pueda ser molido e incorporado homogéneamente a los otros materiales en la capa. Materiales orgánicos tales como raíces, tocones, pasto y otros, no deberán ser incorporados o enterrados en el terraplén durante la construcción.

Los materiales constituidos por fragmentos de roca de gran tamaño, podrán ser colocados en los terraplenes, en capas que no excedan de 60 cm de espesor y en niveles inferiores a 1.20 m bajo la subrasante de proyecto. Cada capa deberá ser perfilada con equipo adecuado y los fragmentos de menor tamaño deberán ocupar los huecos e intersticios remanentes, formando una masa densa y compacta. Sobre 1.20 m bajo la subrasante los materiales rocosos sólo podrán ser incorporados al terraplén fuera de las áreas a pavimentar y en concordancia con lo establecido en 3.3.6, “**REQUERIMIENTOS DE TERMINACIÓN**”, de estas especificaciones.

3.4.3. Compactación

Inmediatamente terminadas las operaciones de extendido y nivelación, el material colocado deberá ser completamente compactado. El número, peso y tipo de los rodillos mecánicos de compactación deberá ser suficientemente para compactar el material a la densidad requerida, en los espesores establecidos y en el plazo estipulado.

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
			DICIEMBRE 2016
			VERSION B

El contenido de humedad del material durante el extendido, no deberá variar en más de un 2% con respecto a la humedad óptima requerida, determinada según ASTM D-1557. Si el material estuviere demasiado húmedo como para lograr el grado de compactación especificado, el rodillo deberá ser suspendido hasta que el material alcance el contenido de humedad requerido. En caso contrario, el riego del material seco para obtener el contenido de humedad adecuado, deberá ser ejecutado con un equipo que garantice un riego uniforme, continuo y sin escurrimiento excesivo de agua.

La compactación deberá avanzar gradualmente, desde los bordes hacia el centro de la faja o desde el borde libre hacia alguna faja vecina previamente compactada, traslapando cada pasada del rodillo con la anterior en, por lo menos, 50 cm. El rodillado debe continuar hasta que el material esté compactado a no menos del 95% DMCS, para suelos no cohesivos, y a no menos del 90% DMCS, para suelos cohesivos, según ASTM D-1557. Bajo áreas a pavimentar los terraplenes deberán ser compactados a las densidades y profundidades establecidas en el proyecto. Las áreas exteriores a las zonas de pavimento no requerirán compactación en los últimos 10 cm superficiales y aquellos sectores de este tipo en los cuales el estrato superior del suelo hubiere sido compactado por tránsito de maquinaria u otra actividad, deberán ser escarificados a la profundidad iniciada. Las zonas inaccesibles para los rodillos deberán ser compactadas con elementos que aseguren la obtención de la densidad requerida.

La compactación deberá ser suspendida en aquellos puntos o sectores donde existieren evidencias de inestabilidad de la capa subyacente o donde el rodillado produjere persistentemente afloramientos de agua y/o deformaciones plásticas en la superficie. En estos casos, el material afectado deberá ser reemplazado por material especificado y en condiciones óptimas de humedad. La zona afectada deberá ser, finalmente, reperfilada y recompactada de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

La nivelación y la compactación en cualquier sector de la capa en construcción, deberán ser ejecutadas en forma alternada para lograr una capa pareja, uniformemente compactada y nivelada de acuerdo a las cotas del proyecto.

3.4.4. Control de densidades

- a. **Criterio de control:** El control de densidades en terreno deberá ser ejecutado por cada capa y a lo menos, cada 400 m² de material compactado. Las distintas áreas de compactación deberán ser controladas en forma independiente. La densidad tomada en terreno deberá ser determinada de

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
		DICIEMBRE 2016
		VERSION B

acuerdo con el método pertinente entre los indicados en el punto 4, **“NORMAS Y ENSAYOS REQUERIDOS”**, de las presentes especificaciones. Los requisitos de densidad no deberán ser aplicados en zonas del terraplén construidas con materiales rocosos u otros que no pudieren ser ensayados de acuerdo con las normas y métodos considerados en las presentes especificaciones.

- b. **Medidores nucleares:** La determinación de densidades en terreno podrá ser llevada a cabo usando medidores nucleares. El uso y calibración en terreno de los instrumentos nucleares de medición deberá ser ejecutado según ASTM D-2922. La calibración deberá ser realizada sobre el primer sector de material colocado que cumpla con los requisitos de compactación según ASTM D-1556. Los chequeos de calibración en los medidores nucleares de densidad y de humedad, deberán ser hechos periódicamente y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

3.5 Tolerancia y Control de la Subrasante

Después que el sello de excavación o que la última capa del terraplén haya sido compactada, se deberá verificar instrumentalmente el grado de exactitud en la nivelación de la superficie subrasante. La superficie terminada, en zonas a pavimentar no deberá diferir en más de 10 mm con respecto a la correspondiente cota del proyecto. En zonas perfiladas que no consultan pavimento, la superficie terminada no deberá diferir en más de 30 mm con respecto a los perfiles de proyecto. La cantidad y distribución de los puntos a considerar en la revisión topográfica, deberá ser determinada de manera que el número total de puntos del barrido instrumental no sea mayor al originado si se considera una separación mínima, entre ellos, de 5 m en dirección perpendicular y 10 m en dirección paralela al eje del terraplén. Ambas separaciones tendrán como valor máximo 10 m y 30 m respectivamente. Cualquier desviación que sobrepase las tolerancias indicadas deberá ser corregida mediante escarificado, adición o remoción de material, renivelado y recompactación, de acuerdo a estas especificaciones y a los requerimientos del proyecto.

3.6 Protección y Mantención de la Subrasante

Las actividades sobre la subrasante terminada deberán ser suspendidas durante períodos de congelamiento o cuando el contenido de humedad esté sobre el óptimo requerido. El equipo de construcción podrá transitar sin causar daños en la superficie y sin producir una compactación dispareja de la capa. Toda actividad

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
			DICIEMBRE 2016
	VERSION B		

perjudicial deberá ser suspendida de inmediato. Toda huella o defecto producido a la superficie subrasante deberá ser reparado, emparejando y recompactando el terreno afectado, según estas especificaciones y de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

La superficie subrasante terminada deberá ser mantenida cumpliendo los requerimientos especificados y en perfectas condiciones en toda su extensión. La mantención deberá ser ejecutada con motoniveladoras, rodillo y con todos los elementos mecánicos que fuere necesario, por el periodo que correspondiere.

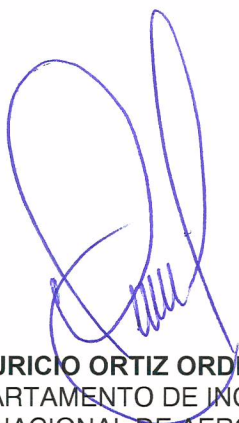
4 NORMAS Y ENSAYOS REQUERIDOS

ASTM D-1556 Densidad In Situ. Método del cono de arena

ASTM D-1557 Relaciones Humedad-Densidad en suelos. Proctor modificado

ASTM D-2049 Densidades máximas y mínimas o Densidad Relativa en suelo no cohesivo, DR.

ASTM D-2922 Densidad In Situ. Método nuclear.



MAURICIO ORTIZ ORDEN
JEFE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN NACIONAL DE AEROPUERTOS
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

/ppf

 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 9: PARA EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DAP
			DICIEMBRE 2016
			VERSION B

ÍNDICE

1	DESCRIPCION	1
2	MATERIALES.....	1
2.1	GENERAL	1
2.2	MUESTREO Y ENSAYOS	1
3	CONSTRUCCIÓN	1
3.1	EQUIPO	1
3.2	LIQUIDACIONES CLIMÁTICAS	2
3.3	EXCAVACIÓN	2
3.3.1.	CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES	2
3.3.2.	GENERALIDADES	3
3.3.3.	DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES.....	4
3.3.4.	REMOCIÓN DE INSTALACIONES.....	4
3.3.5.	USO DE EXPLOSIVOS	4
3.3.6.	REQUERIMIENTOS DE TERMINACIÓN	5
3.4	TERRAPLENES	5
3.4.1.	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE FUNDACIÓN	5
3.4.2.	COLOCACIÓN DE LOS MATERIALES.....	6
3.4.3.	COMPACTACIÓN	6
3.4.4.	CONTROL DE DENSIDADES	7
3.5	TOLERANCIA Y CONTROL DE LA SUBRASANTE	8
3.6	PROTECCIÓN Y MANTENCIÓN DE LA SUBRASANTE	8
4	ENSAYOS REQUERIDOS.....	9