

# NORMA DE CONSTRUCCIÓN LLENOS COMPACTADOS

## CONTROL DE CAMBIOS

Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AAAA					DD	MM	AA
30	07	2017	SAOV	PAGM	LFAG	Creación	01	01	2018
09	07	2018	SAOV	PAGM	LFAG	Modificación	09	07	2018

MULTINEGOCIOS

OBRAS CIVILES

NC-MN-OC04-01

REV.  
0



LLENOS COMPACTADOS

ELABORÓ:  
SAOV

REVISÓ:  
PAGM

APROBÓ:  
LFAG

FECHA:

CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA  
UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS

ANSI  
A




ESCALA:  
N/A

UNIDAD DE MEDIDA:  
INDICADA

PÁGINA:  
1 de 12

## CONTENIDO

1.	OBJETO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	3
4.	REQUISITOS TÉCNICOS .....	5
4.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	5
4.2.	DISPOSICIONES GENERALES .....	5
5.	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE BASE DE LOS LLENOS .....	6
6.	EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL .....	7
7.	MATERIALES .....	8
7.1.	MATERIAL SELECCIONADO DE LA EXCAVACIÓN .....	9
7.2.	MATERIAL DE PRÉSTAMO .....	9
7.3.	SUELO CEMENTO .....	10
8.	PRUEBAS Y ENSAYOS .....	10
8.1.	ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO .....	11
8.2.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN EN ZANJAS .....	11
8.3.	ENSAYO DE CARGA VERTICAL DE SUELOS MEDIANTE PLACA DINÁMICA. ....	12
9.	LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN .....	12

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES				NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS				ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
					APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 2 de 12

## 1. OBJETO

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para realizar los llenos con materiales de préstamo o material seleccionado de la excavación, los cuales pueden ser compactados por medios manuales o mecánicos.

## 2. ALCANCE

Esta norma aplica para toda excavación a la cual se le requiera realizar un lleno, como zanjas, apiques, excavaciones realizadas alrededor de estructuras, entre otros.

Este documento reemplaza en su totalidad la Norma y Especificación General de Construcción:

- NEGC 204-00 Llenos compactados

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales y demás documentos empleados como referencia en esta norma de construcción, deben ser considerados en su versión más reciente.

DOCUMENTO	NOMBRE
Norma de EPM NC-MN-OC01-02	Desmonte y limpieza
Norma de EPM NC-MN-OC03-01	Excavaciones
Norma de EPM NC-MN-OC04-02	Terraplenes
Norma de EPM NC-MN-OC05-02	Sub-bases y bases en pavimentos
I.N.V.E 122	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo - agregado
I.N.V.E 123	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos
I.N.V.E 125	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Determinación del límite líquido de los suelos
I.N.V.E 126	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA
			PÁGINA: 3 de 12

DOCUMENTO	NOMBRE
I.N.V.E 127	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Determinación de los factores de contracción de los suelos
I.N.V.E 141	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Relaciones de humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo normal de compactación)
I.N.V.E 142	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Relaciones de humedad – peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)
I.N.V.E 148	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada
I.N.V.E 150	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Determinación de la humedad de los suelos empleando un probador con carburo de calcio
I.N.V.E 161	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena
I.N.V.E 162	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del balón de caucho
I.N.V.E 163	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Determinación rápida del porcentaje de compactación
I.N.V.E 164	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Determinación de la densidad y del contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares (profundidad reducida)
I.N.V.E 169	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Relación de soporte del suelo en el terreno (CBR “in situ”)
INVIAS. Cap 2. Artículo 220	Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Capítulo 2. Explanaciones. Artículo 220 Terraplenes
ASTM D5333	Método de ensayo para la determinación del potencial de colapso de los suelos
UNE 103807-2	Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa dinámica
Decreto Gerencial 1266 de 2002 de EPM	“En el cual se adopta la norma técnica y especificación general de construcción “NEGC” 1300 – Impacto Comunitario” O la disposición que lo complemente, modifique, sustituya o derogue
Manual EPM	Manual Corporativo de Procedimientos de Seguridad

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 4 de 12

DOCUMENTO	NOMBRE
Resolución 0472 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones

## 4. REQUISITOS TÉCNICOS

### 4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Los llenos consisten en la colocación de capas, conformación y compactación de materiales provenientes de las excavaciones, corte, material de préstamo o materiales aprobados por EPM. Al material a utilizar para el lleno se le deben realizar los análisis de laboratorio pertinentes, para garantizar que cuente con las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para alcanzar el grado de compactación y mínimo asentamiento requerido.

### 4.2. DISPOSICIONES GENERALES

Para cada fuente y método constructivo, se deben realizar llenos de prueba teniendo en cuenta que el espesor de cada capa de material suelto y el número de pasadas del equipo de compactación se deben definir de acuerdo con el equipo a utilizar y el grado de compactación requerido.



Se le debe notificar a EPM y a la Interventoría con suficiente antelación el comienzo de la ejecución de los llenos, con el fin de ordenar los trabajos topográficos necesarios y verificar la calidad del suelo de cimentación, así como las características y propiedades de los materiales propuestos para realizar los llenos.

Se debe contar con la aprobación de la Interventoría o de EPM, previo a la ejecución de los llenos.

El lleno puede ser realizado por métodos mecánicos o manuales, el material suelto debe disponerse en capas de máximo 15 cm de espesor, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero se debe garantizar la estabilidad e integridad de las instalaciones existentes y de las que se están construyendo. Al realizar la compactación del material, se debe tener cuidado en no producir presiones laterales, vibraciones o impactos que puedan causar roturas o desplazamiento de las obras existentes o los elementos que se encuentran en proceso de construcción.

Los equipos de compactación deben cumplir con las características adecuadas según las condiciones particulares del trabajo, por lo cual la elección de éstos se debe realizar teniendo en cuenta:

- Dimensiones de la excavación

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES				NC-MN-OC04-01	REV. 0		
	LLENOS COMPACTADOS				ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
					APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS				ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 5 de 12

- Espesor total del lleno
- Volumen total del lleno
- Características del suelo del lleno
- Resultados de los ensayos de compactación y del CBR (Californian Bearing Ratio)

En el proceso de compactación se debe obtener una densidad seca igual o mayor al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado para llenos en vías o en proyectos donde no se especifique este valor desde el diseño, o mayor al 90% cuando el lleno se realice fuera de vías construidas, para cada una de las medidas.

Se deben rechazar como materiales de lleno, aquellos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45 y humedad natural por fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado para el lleno.

En caso de encontrar llenos antrópicos, suelos orgánicos o arcillas cuyo límite líquido sea mayor que 45 a la profundidad proyectada del lleno, dichos materiales deben ser removidos y reemplazados por material seleccionado de la excavación, limo, arenilla, suelo-cemento o base granular y deben ser compactados. Si el material a reemplazar se encuentra por debajo del nivel freático el reemplazo debe realizarse con concreto ciclópeo, el cual debe tener la dosificación que se indique en los planos o de acuerdo a lo estipulado en la norma de EPM: NC-MN-OC07-01 Concretos.

Si el lleno se debe colocar contra o sobre una estructura de concreto, solo puede realizarse después de catorce (14) días del vaciado del concreto, o hasta que este haya alcanzado el 50% de su resistencia.

Se debe presentar a EPM una evaluación de los esfuerzos máximos probables sobre la estructura antes de iniciar los llenos correspondientes.

Cuando el lleno se asiente sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deben desviar las primeras, y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el lleno.

El lleno no puede ser colocado si la Interventoría y EPM no ha autorizado su ejecución. Los costos adicionales por llenos asociados a sobre-excavaciones o derrumbes debido a falta de protección, no son asumidos por EPM.

## 5. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE BASE DE LOS LLENOS

El terreno base del lleno, debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el Artículo 220 – Terraplenes del Instituto Nacional de Vías para los requisitos de los materiales y la preparación del terreno.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA	PÁGINA: 6 de 12

## 6. EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL

Los materiales del lleno deben extenderse en capas horizontales y espesor uniforme de tal forma que permita obtener el grado de compactación requerido.

En zonas anegadas, se debe vaciar una capa de concreto de baja resistencia de 5 cm de espesor, por encima de la superficie de anegamiento.

Los llenos alrededor de pilas y alcantarillas deben depositarse simultáneamente en todos los lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los llenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras, se deben ejecutar de manera tal que no se pongan en peligro su integridad y estabilidad, los procedimientos empleados para este fin deben contar con previa aprobación de la Interventoría y de EPM.

Cuando sea necesaria la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y otras obras, las capas deben colocarse y compactarse antes que los demás materiales de lleno, tomando precauciones que garanticen que el material de las capas filtrantes no contamine el material de lleno, si es del caso se deben utilizar geotextiles de acuerdo a las indicaciones dadas en el diseño. Si no se requieren capas filtrantes al respaldo de las estructuras, se debe colocar grava en las cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de lleno.


La superficie de las diferentes capas debe tener una pendiente transversal adecuada que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de los equipos disponibles y conforme a los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

Si la humedad del material es excesiva, lo que impide conseguir la densidad requerida para la compactación, se deben proponer las medidas necesarias para llegar al valor necesario, dichas medidas deben ser aprobadas por la Interventoría y EPM antes de proceder con el lleno, además la Interventoría debe realizar un seguimiento y control detallado de los llenos que cuenten con estas condiciones.

En áreas inaccesibles para equipos pesados, la compactación se puede realizar con equipos livianos o compactadores manuales que permitan obtener la densidad requerida.

En los llenos de zanjas para instalación de redes de servicios públicos y drenajes, o excavaciones donde sea imposible el uso de equipo pesado, la primera parte del lleno, y hasta los 0,30 m por encima de la parte superior de las tuberías y válvulas u otros elementos que se puedan ver afectados por el uso del equipo (o la altura indicada en los planos), debe utilizarse material que no contenga piedras para evitar que durante el proceso de compactación se ejerzan esfuerzos concentrados sobre las tuberías. Hasta esta misma altura se debe compactar utilizando pisones metálicos manuales, en capas de 0,10 m de material suelto, subiendo el lleno simultáneamente a ambos lados del ducto con el fin de evitar esfuerzos laterales y desalineamientos.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES			NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS			ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
				APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA
					PÁGINA: 7 de 12

## 7. MATERIALES

Los materiales usados para la construcción de llenos deben ser sometidos a ensayos de laboratorio, que permitan determinar inequívocamente sus características físicas y mecánicas, de acuerdo con dichos resultados la Interventoría debe aprobar o rechazar el material. Para los llenos no se permiten materiales con características expansivas o colapsables, además el material debe estar libre de sustancias deletéreas, materia orgánica, raíces y demás elementos que puedan resultar perjudiciales. Los materiales que pueden ser utilizados en llenos se clasifican de la siguiente forma:

El material de lleno debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 1:


**Tabla 1. Requisitos de materiales aptos para ser usados en llenos**

Característica	Suelos seleccionados	Suelos adecuados	Suelos tolerables
Tamaño máximo (mm)	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm	≤ 80% en peso	≤ 80% en peso	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm	≤ 25% en peso	≤ 35% en peso	≤ 35% en peso
Contenido de materia orgánica	0%	1%	1%
Limite liquido	≤ 30	≤ 40	≤ 40
Índice de plasticidad	≤ 10	≤ 15	-
C.B.R. de laboratorio	≥ 10%	≥ 5%	≥ 3%
Expansión en prueba C.B.R.	0	≤ 2%	≤ 2%
Índice de colapso	≤ 2%	≤ 2%	≤ 2%
Contenido de sales solubles	≤ 2%	≤ 2%	-

El espécimen para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en la especificación y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

La humedad de los materiales debe corresponder a la humedad óptima de compactación, determinada en el ensayo Proctor Modificado, con una desviación aceptable del 2%.

Si se deben realizar capas filtrantes, el material granular debe cumplir con alguna de las granulometrías indicadas en la Tabla 2 y satisfacer los requisitos de calidad establecidos para subbase granular.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA
			PÁGINA: 8 de 12

**Tabla 2. Franjas granulométricas para material filtrante**

Tamiz		Porcentaje que pasa		
Normal	Alternativo	RE-1	RE-2	RE-3
150 mm	6"	100	-	-
100 mm	4"	90 - 100	-	-
75 mm	3"	80 - 100	100	-
50 mm	2"	70 - 95	-	100
25.0 mm	1"	60 - 80	91 - 97	70 - 90
12.5 mm	1/2"	40 - 70	-	55 - 80
9.5 mm	3/8"	-	79 - 90	-
4.75 mm	N° 4	10 - 20	66 - 80	35 - 65
2.00 mm	N° 10	0	-	25 - 50
600 µm	N° 30	-	0 - 40	15 - 30
150 µm	N° 100	-	0 - 8	0 - 3
75 µm	N° 200	-	-	0 - 2

### 7.1. Material seleccionado de la excavación

Se refiere a los llenos con material seleccionado de la excavación extraído del área o zona de los trabajos. Se debe seleccionar, cargar, transportar, almacenar, proteger, colocar y compactar los materiales aptos para llenos, que se obtengan como resultado de las excavaciones.

Si se va a utilizar el material seleccionado de excavación para la ejecución de los llenos, se debe suministrar a la Interventoría los resultados de los ensayos de laboratorio correspondientes a la densidad seca máxima y humedad óptima, obtenidos en el ensayo de compactación Proctor Modificado sobre el material que va a ser utilizado, y CBR. Su utilización estará sujeta a que los valores estén dentro de los rangos exigidos en este documento.

El material seleccionado debe tener una densidad seca mayor o igual al 95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado.

Adicionalmente, se debe cumplir con los lineamientos de la resolución 0472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en cuanto a la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), el Programa de Manejo Ambiental (PMA de RCD), las obligaciones de los generadores de RCD y las prohibiciones dispuestas en dicha resolución. Dicha resolución contempla los productos de las excavaciones y sobrantes de la adecuación del terreno (coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos) como productos susceptibles de aprovechamiento.

### 7.2. Material de préstamo

Llenos realizados con materiales diferentes a los extraídos del área o zona de trabajo, estos materiales pueden ser limos, arenillas u otros que al ser compactados tengan una densidad seca mayor o igual al

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC04-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>LLENOS COMPACTADOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA
			PÁGINA: 9 de 12

95% de la densidad seca máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado.

Si se van a utilizar materiales obtenidos por fuera del área de la obra o de préstamo, se deben presentar los resultados de los ensayos necesarios: Proctor modificado, CBR, límites de consistencia, gradación por mallas, lavado sobre malla N°200, contenido de material orgánico y otros que se consideren necesarios, con base en los cuales la Interventoría y EPM puedan autorizar su utilización

### 7.3. Suelo cemento

Consiste en una mezcla de arena limosa y cemento Portland, en una relación 10:1 por volumen (o su equivalente por peso), a dicha mezcla se le debe adicionar agua para lograr el fraguado del cemento. El agua debe ser adicionada poco a poco, y distribuida uniformemente sobre la mezcla, con el fin de obtener una humedad homogénea. La mezcla debe estar esparcida sobre el área de mezclado y se debe evitar la formación de pantanos para que no se generen grumos en el material.

El material debe ser compactado en capas de espesor igual o menor a 15 cm, hasta lograr una densidad seca mayor o igual al 95% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado sobre un espécimen que tenga las mismas características del material para el lleno.


## 8. PRUEBAS Y ENSAYOS

No se aceptan como material de lleno aquellos suelos con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor a 75 mm (3"), escombros, basuras, suelos con límite líquido mayor a 45, y humedad natural fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado.

Para el material a utilizar en todo tipo de lleno, se deben presentar los resultados de los siguientes ensayos:

- Compactación mediante Proctor Modificado
- Límites de consistencia
- Granulometría
- Lavado sobre malla No. 200 (75 µm)
- Contenido de materia orgánica
- Límite líquido
- Humedad óptima
- CBR (Californian Bearing Ratio), para obras en vías, cuyo valor debe ser mayor a 5
- Otros ensayos que se consideren necesarios para garantizar la calidad exigida en la obra

Adicionalmente, se deben efectuar ensayos de densidad en campo para verificar las condiciones del lleno durante el proceso de compactación.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA
			PÁGINA: 10 de 12

## 8.1. Ensayos de densidad de campo

Los ensayos de densidad se deben hacer al menos cada 0,75 m de espesor del lleno compactado.

Una vez verificado el cumplimiento de las especificaciones del material por parte de la Interventoría y EPM, y hayan sido revisadas y aprobadas las tuberías instaladas o estructuras a cubrir, se debe proceder con la conformación del lleno evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados.

La frecuencia de los ensayos para el material se muestra en la Tabla 3:

**Tabla 3. Frecuencia de ensayos para el material**

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	El menor entre 40 m de zanja o 40 m <sup>3</sup> de lleno o lo realizado en una jornada de trabajo, lo que primero se cumpla)	1 por cada capa de 0,75 m
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semanal	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas (sobretamaños, basura, etc.)	Jornada	Inspección visual
CBR de laboratorio	Mensual	1



Para los contratos de atención de requerimientos comerciales, acometidas de acueducto y alcantarillado, de mantenimiento y atención de daños, se debe hacer un ensayo de densidad al menos cada cinco intervenciones (ver Tabla 4).

**Tabla 4. Frecuencia de ensayos alrededor de estructuras**

Ensayos	Lote	Frecuencia (Muestra por Lote)
Densidad	Cada lleno	Mínimo 3
Granulometría	Semanal	1
Límites de consistencia	Semana	1
Proctor Modificado	Semanal	1
Impurezas	Jornada	Inspección visual y permanente

## 8.2. Ensayos de penetración para control de compactación en zanjas

La calidad de la compactación se debe controlar mediante ensayos de penetración, estos deben ser realizados una vez se haya completado un espesor de 1,0 m, en puntos seleccionados al azar. El

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA
			PÁGINA: 11 de 12

número de puntos en cada zanja debe ser el resultante al dividir entre 5 la longitud de la zanja, medida en metros. Los puntos de verificación nunca deben ser menor a 3.

La resistencia a la penetración debe ser medida con un penetrómetro metálico, de forma cónica cuya punta forme un ángulo sólido de 60° y tenga un área lateral de 40 cm<sup>2</sup>, accionado por un mecanismo cuya potencia sea conocida. La resistencia a la penetración debe ser medida de manera continua y registrada en intervalos de 10 cm.

Se aceptan los llenos que en el 95% de los intervalos, de 10 cm de longitud, presenten una resistencia a la penetración tal que requiera un trabajo superior a 7.5 KJ cada 10 cm de penetración en el lleno objeto de evaluación.

### 8.3. Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa dinámica

Este ensayo solo puede aplicarse en suelos y capas granulares que tengan un contenido de partículas mayores a 63 mm menor al 15% y cumpla alguna de las siguientes condiciones:



- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es inferior al 40%.
- El contenido de partículas finas de tamaño menor a 0,063 mm es superior al 40% y simultáneamente la resistencia al corte sin drenaje del suelo es superior a 50 kN/m<sup>2</sup>.

El equipo con el cual se realiza el ensayo no proporciona un valor directo de la densidad de campo, este entrega un valor de módulo de deformación vertical bajo carga dinámica del suelo ( $E_{vd}$ ) cuyo resultado puede correlacionarse con un valor del Proctor y así medir la compactación del suelo.

## 9. LISTADO DE ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

A continuación, se describen las actividades necesarias para llevar acabo los llenos.

- Localización, trazado y replanteo (NC-MN-OC01-01)
- Desmonte y limpieza (NC-MN-OC01-02)
- Excavaciones (NC-MN-OC03-01)
- Cargue, retiro y disposición del material (NC-MN-OC01-04)
- Llenos (NC-MN-OC04-01)

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC04-01	REV. 0
	LLENOS COMPACTADOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: INDICADA
			PÁGINA: 12 de 12