

ARTÍCULO 673 - 07

SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR

673.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere al uso de geotextil y material granular en la construcción de subdrenes, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje subsuperficial reteniendo el suelo adyacente. Las características del geotextil para filtración serán función de la gradación del suelo del sitio y de las condiciones hidráulicas del mismo.

El presente Artículo establece los criterios y procedimientos para garantizar la calidad del geotextil y su supervivencia frente a los esfuerzos producidos durante la instalación, de conformidad con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

673.2 MATERIALES

673.2.1 Geotextil

Se deberán usar geotextiles elaborados con fibras sintéticas, del tipo No Tejidos o Tejidos ¹. El geotextil escogido en el diseño deberá tener capacidad para dejar pasar el agua, reteniendo el suelo del sitio. El geotextil a utilizar deberá poseer las siguientes propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración.

673.2.1.1 Propiedades mecánicas

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. En la tabla 673.1 se indican los requisitos mecánicos que deberá cumplir el geotextil.

673.2.1.2 Propiedades hidráulicas y de filtración

En la Tabla 673.2 se especifican las propiedades hidráulicas y de filtración que deberá tener el geotextil que se utilice en la construcción de subdrenes.

673.2.2 Material granular filtrante

Podrá provenir de la trituración de roca o ser de cantos rodados, o una mezcla de ambos, y estará constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes del intemperismo.

Además, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

¹ La construcción de los geotextiles tejidos no puede ser con hilos o cintas de forma plana.

Tabla 673.1
Requerimiento mínimo de las propiedades mecánicas del geotextil
(Medidas en el sentido más débil del geotextil)

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO INV	VMPR ^(Nota 1)	VMPR ^(Nota 1)
		GEOTEXILES TEJIDOS	GEOTEXILES NO TEJIDOS
Elongación	E-901	< 50%	≥ 50%
Resistencia a la tensión Grab (N) valor mínimo	E-901	1100	700
Resistencia a la costura (N) valor mínimo	E-901	990	630
Resistencia a la penetración con pistón de 50mm de diámetro (N) valor mínimo	E-913	2200	1375
Resistencia al rasgado traapezoidal (N) valor mínimo (Nota 2)	E-903	400	250

Nota 1. VMPR es el “Valor mínimo promedio por rollo”. El promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo del lote que se esté analizando, deberá ser mayor o igual al valor presentado en la Tabla 673.1

Nota 2. El VMPR para la resistencia al rasgado traapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

Tabla 673.2
Requerimientos mínimos de las propiedades hidráulicas del geotextil

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR MÍNIMO PROMEDIO POR ROLLO (VMPR)		
		PORCENTAJE DE SUELO PASA TAMIZ No. 200 (0.075 mm) ⁽¹⁾		
		< 15	15 a 50	>50
Permitividad	E-905	0.5 s ⁻¹	0.2 s ⁻¹	0.1 s ⁻¹
Tamaño de abertura aparente ⁽²⁾	E-907	0.43 mm (Tamiz No.40)	0.25 mm (Tamiz No.60)	0.22 mm (Tamiz No.70)
Estabilidad ultravioleta	E-910	50% después de 500 horas de exposición		

(1) El porcentaje de suelo que pasa el tamiz No. 200 corresponde a la fracción de la granulometría (INV E-123) del suelo aguas arriba del geotextil.

(2) Los valores del Tamaño de abertura aparente (TAA) representan el valor máximo promedio por rollo. Para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a siete (7), el valor máximo promedio por rollo de Tamaño de abertura aparente deberá ser de treinta centésimas de milímetro (0.30 mm).

673.2.2.1 Granulometría

El material drenante deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de setenta y cinco milímetros (3”) y el tamiz de diecinueve milímetros (3/4”). No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño. Las partículas podrán ser angulares o redondeadas o una combinación de ellas.

673.2.2.2 Calidad de las partículas minerales

El material deberá estar libre de partículas finas y de material orgánico. En la Tabla 673.3 se indican los requisitos que deberá cumplir el material granular para filtros.

Tabla 673.3
Requisitos del material granular para filtros

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR
Desgaste Los Ángeles. (%)	E-219	≤ 40
Pérdidas en el ensayo de solidez (%)	E-220	≤12
- Sulfato de sodio		≤18
- Sulfato de magnesio		
Índice de desleimiento-durabilidad (%)	E-236	≤2
Contenido de materia orgánica (%)	E-121	Cero

673.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, triturar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material drenante. También para colocar y compactar el material que sellará el filtro.

673.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

673.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de apertura de la excavación y de construcción del subdrén, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible para evitar que el material in-situ alrededor de la excavación pierda sus condiciones iniciales y a la vez se disminuyan los riesgos contraídos con terceros durante la ejecución de la obra.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día.

673.4.2 Preparación del terreno

La construcción del subdrén sólo será autorizada por el Interventor cuando la excavación haya sido terminada, de acuerdo con las dimensiones, las pendientes, las cotas y las rasantes indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor. La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 600 “Excavaciones Varias” de estas especificaciones

673.4.3 Condiciones normales de instalación del geotextil

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente la parte inferior y las paredes laterales de la excavación, evitando que se produzcan arrugas y asegurando el contacto con el suelo. Se deberá dejar por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se

cubra en su totalidad con un traslape mínimo de treinta centímetros (0.30 m) o mediante la realización de una costura industrial. Los tramos sucesivos de geotextil se traslaparán longitudinalmente cuarenta y cinco centímetros (0.45 m) como mínimo y se deberá traslapar o coser el geotextil aguas arriba sobre el geotextil aguas abajo.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

673.4.4 Elaboración de costuras

Para obtener una adecuada calidad en las costuras realizadas en campo, se deberán atender los siguientes aspectos:

- El tipo de hilo deberá ser kevlar, aramida, polietileno, poliéster o polipropileno. No se permitirán hilos elaborados totalmente con fibras naturales, ni hilos de nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que tengan diez por ciento (10%) o más, en peso, de fibras naturales. Tampoco se permitirán costuras elaboradas con alambres.
- El tipo de puntada podrá ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).
- La densidad de la puntada deberá ser, como mínimo, de ciento cincuenta a doscientas (150 – 200) puntadas por metro lineal.
- La tensión del hilo se deberá ajustar en el campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, se deberán tener los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil.
- Dependiendo del tipo de geotextil y del nivel de esfuerzos a que se va a solicitar, el tipo de costura se podrá realizar en diferentes configuraciones y con una o varias líneas de costura, siempre y cuando se asegure la correcta transferencia de la tensión.
- La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo a la norma INV E-901, deberá ser, como mínimo, el 90% de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo, medida de acuerdo a la norma de ensayo INV E-901.

673.4.5 Colocación del material granular filtrante

El material drenante, cuya explotación y elaboración se realizará conforme se indica en el numeral 500.4.1 del Artículo 500 de estas especificaciones, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor autorizado por el Interventor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación. La compactación del material drenante se deberá realizar utilizando procedimientos apropiados, buscando el acomodamiento de las partículas.

Para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder un metro (1 m).

El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la autorizada por el Interventor.

673.4.6 Cobertura del filtro

Completado el relleno del filtro con material drenante, éste se cubrirá totalmente con el geotextil haciendo los traslapos o las costuras según los numerales 673.4.3 y 673.4.4 de este Artículo. El geotextil se cubrirá inmediatamente con un material que cumpla las características del material de subbase granular especificado en el Artículo 320 de estas especificaciones, colocando y compactando capas sucesivas de espesor no mayor a veinte centímetros (20 cm), hasta la altura requerida en los planos o la ordenada por el Interventor. La densidad seca del material de cobertura, una vez compactado, deberá ser igual o mayor al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la norma INV E-142.

673.4.7 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar, a su costa, todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la permanente seguridad del tránsito de vehículos y equipos de construcción.

673.4.8 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

673.4.9 Manejo ambiental

Todas las labores de fabricación de subdrenes con geotextil y material granular se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los documentos o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

673.4.10 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en excavación de la zanja; en la extensión, en los traslapos, en las costuras, en los cortes o en los dobleces del geotextil; en la colocación y compactación tanto del material filtrante como de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito

recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

673.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

673.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en los planos o las ordenadas por él, antes de autorizar la construcción del filtro.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y colocación de los agregados, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de cobertura del subdrén.
- Supervisar la correcta disposición de los materiales sobrantes en los sitios definidos para éste fin.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades
- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante, y al material granular filtrante. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, se deberán hacer de conformidad con lo establecido en las normas INV E-908 e INV E-909.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a satisfacción.

673.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

673.5.2.1 Calidad del geotextil

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geotextil, donde se establezca el nombre del producto, la composición química relevante de los filamentos o cintas y toda la información que describa al

geotextil, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en las Tablas 673.1 y 673.2 del presente Artículo. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geotextil que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m²) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m²).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 m.l.) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia. El número de especímenes se determinará de conformidad con las normas de ensayo INV E-908 e INV E-909. Tales especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante, para que les sean realizadas las pruebas especificadas en las Tablas 673.1 y 673.2 del presente Artículo.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en las Tablas 673.1 y 673.2 de este Artículo. Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

673.5.2.2 Calidad del material granular filtrante

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinará el desgaste en la máquina de Los ángeles (INV E-219) y las pérdidas en el ensayo de solidez (INV E-220). Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 673.2.2 de este Artículo. Si el material no cumple con la totalidad de los requisitos será rechazado.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y al mínimo especificados.

673.6 MEDIDA

673.6.1 Geotextil

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m²), aproximado a la décima de metro cuadrado, de geotextil medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta especificación y debidamente aceptado por el Interventor. No se medirán los traslajos.

Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco centésimas de metro cuadrado ($\geq 0.05 \text{ m}^2$) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cuadrado ($< 0.05 \text{ m}^2$) la aproximación se realizará por defecto.

673.6.2 Material granular filtrante

La unidad de medida del material granular filtrante será el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material filtrante indicados en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

Cuando el cómputo de la fracción centesimal del volumen de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco centésimas de metro cúbico ($\geq 0.05 \text{ m}^3$) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico ($< 0.05 \text{ m}^3$) la aproximación se realizará por defecto.

673.6.3 Material de cobertura

La unidad de medida del material de cobertura será el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor. El volumen se determinará multiplicando la longitud de la zanja, medida a lo largo del eje del subdrén, por el ancho de la misma y por la altura de colocación del material de cobertura indicados en los planos del proyecto o autorizados por el Interventor.

Cuando el cómputo de la fracción centesimal del volumen de la obra aceptada resulte mayor o igual a cinco centésimas de metro cúbico ($\geq 0.05 \text{ m}^3$) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico ($< 0.05 \text{ m}^3$) la aproximación se realizará por defecto.

673.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario del ítem “673.1 Material granular filtrante” deberá incluir los costos del suministro, equipos y mano de obra para la adecuada colocación y compactación del material en la zanja del subdrén; la obtención de permisos de explotación del material; la extracción y eventual trituración y/o lavado; la clasificación del material; cargues; transportes; descargues; almacenamiento; la adecuada disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén; la señalización y el control del tránsito durante la etapa de construcción y en general todos los costos necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra correspondiente a ésta especificación. Además, deberá incluir la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El precio unitario del ítem “673.2 Geotextil” deberá incluir el suministro del geotextil en obra, su almacenamiento, transportes, colocación, costuras; tralapos y desperdicios. Además, deberá incluir la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El precio unitario del ítem “673.3 Material de cobertura” deberá incluir todos los conceptos de costo enunciados para el ítem “673.1 Material granular filtrante”, excepto la disposición de los materiales sobrantes de todo el proceso de fabricación del subdrén y la señalización y control del tránsito durante la etapa de construcción, conceptos ya incluidos en el ítem 673.1.

Se excluyen del precio unitario de los ítems anteriores la excavación de las zanjas, la cual se pagará de acuerdo con el Artículo 600 “Excavaciones varias” de estas especificaciones.

ÍTEM DE PAGO

673.1 Material granular filtrante	Metro cúbico (m ³)
673.2 Geotextil	Metro cuadrado (m ²)
673.3 Material de cobertura	Metro cúbico (m ³)