

LIBRO: PRY. PROYECTO
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 4. PROYECTO DE DRENAJE Y SUBDRENAJE
TÍTULO: 03. Proyecto de Sistemas de Subdrenaje
CAPÍTULO: 003. Diseño de Subdrenes

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios generales para realizar el diseño de subdrenes a que se refiere la Norma N·PRY·CAR·4·03·001, *Ejecución de Proyectos de Sistemas de Subdrenaje*, para carreteras nuevas o en operación.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los subdrenes consisten en una red colectora de tuberías perforadas o ranuradas, alojadas en zanjas para permitir recolectar el agua subterránea, con objeto de controlarla y retirarla, minimizando su efecto negativo en las capas estructurales del pavimento.

Según su colocación, los subdrenes para carreteras se clasifican en:

B.1. SUBDRENES LONGITUDINALES

Son aquellos que se colocan paralelos al eje de la carretera, coincidentes en su alineamiento horizontal y vertical, alojados debajo de la cuneta o acotamiento como se muestra en el inciso a) de la Figura 1 de esta Norma. Podrán ubicarse en uno o en ambos lados de la carretera y por debajo del camellón central cuando se trate de autopistas con cuerpos separados.

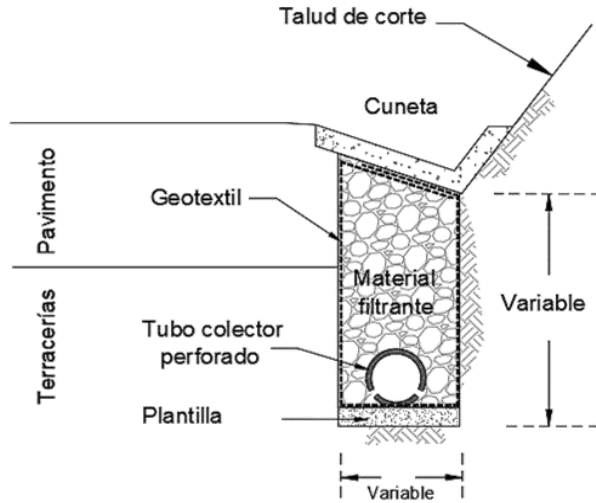
B.2. SUBDRENES TRANSVERSALES

Son aquellos que se construyen perpendiculares al eje del camino en forma transversal o esviados, formando un patrón de espiga con respecto al eje del camino, como se muestra en los incisos b) y c) de la Figura 1 de esta Norma.

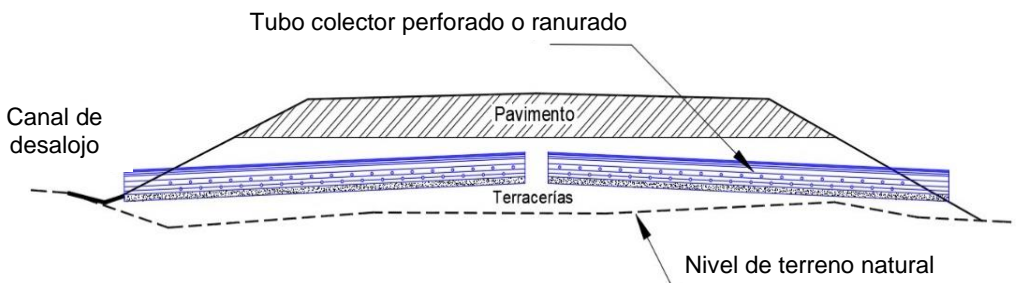
C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

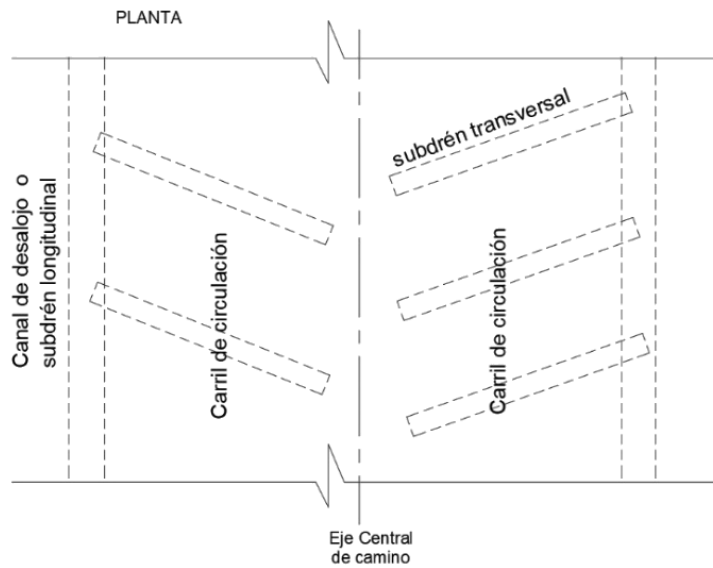
NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Ejecución de Proyectos de Sistemas de Subdrenaje.....	N·PRY·CAR·4·03·001
Determinación del Gasto de Diseño.....	N·PRY·CAR·4·03·002
Subdrenes.....	N·CTR·CAR·1·03·009
Filtros.....	N·CMT·3·04·001
Tubos de Concreto para Subdrenes.....	N·CMT·3·04·002
Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) para Sistemas de Subdrenaje.....	N·CMT·3·04·003
Tubos Corrugados de Polietileno de Alta Densidad.....	N·CMT·3·06
Geotextiles para Obras de Subdrenaje.....	N·CMT·6·01·002
Diseño de Subdrenes	M·PRY·CAR·4·03·003



a) Subdrén longitudinal



b) Subdrén transversal



c) Subdrén transversal en patrón de espiga

FIGURA 1.- Subdrenes

D. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DEL DISEÑO

D.1. PARÁMETROS DE DISEÑO PARA DETERMINAR EL FLUJO HIDRÁULICO

Para realizar el diseño de los subdrenes, se calculará el flujo hidráulico que se presenta en el sitio donde se proyectarán dichos subdrenes, con base en los siguientes parámetros:

D.1.1. Gasto de diseño (Q)

Se calculará a partir de la determinación del volumen de agua infiltrada debido al escurrimiento superficial y de la determinación del volumen de agua subterránea existente, de acuerdo con el nivel de agua freática. El cálculo del gasto de diseño se realizará de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-03-002, *Determinación del Gasto de Diseño*.

D.1.2. Coeficiente de permeabilidad del suelo (K_s)

Se determinará el coeficiente de permeabilidad del suelo, K_s , de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-03-002, *Determinación del Gasto de Diseño*.

D.1.3. Gradiente hidráulico (i)

Se determinará el gradiente hidráulico, i , de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-03-002, *Determinación del Gasto de Diseño*.

D.2. UBICACIÓN

Los subdrenes se colocarán de acuerdo con lo siguiente:

D.2.1. Longitudinales o paralelos al eje del camino

Estarán alojados debajo de la cuneta o acotamiento, en forma paralela al eje del camino y podrán ubicarse en uno o en ambos lados de la carretera y por debajo del camellón central cuando se trate de autopistas con cuerpos separados.

D.2.2. Transversales al eje del camino

Son alojados debajo de la corona de la carretera, en forma perpendicular o con un esviaje con respecto al eje del camino formando un patrón de espiga.

D.3. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL SUBDRÉN

El diseño del subdrén se realizará de acuerdo con lo siguiente:

D.3.1. Determinación de la longitud del subdrén

La longitud del subdrén se determinará de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-003, *Diseño de Subdrenes*, considerando la información indicada en la Cláusula D. de la Norma N-PRY-CAR-4-03-001, *Ejecución de Proyectos de Sistemas de Subdrenaje*.

D.3.2. Determinación de la pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal se determinará de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-003, *Diseño de Subdrenes*, y con base al perfil del proyecto geométrico de la carretera o de la rasante en carreteras existentes, considerando que, si su valor es negativo, no podrá ser menor de menos uno (-1) por ciento con la finalidad de generar el flujo y desalojo del agua captada. Cuando se trate de subdrenes colocados en forma transversal al eje de la carretera, su pendiente longitudinal será de menos dos (-2) por ciento.

D.3.3. Profundidad de la zanja

La profundidad de la zanja donde se alojará el sistema de subdrenes será mínimo de un (1) metro y no mayor de cuatro (4) metros. Cuando trabaje en forma conjunta con una capa drenante, será de cuarenta y cinco (45) centímetros.

D.3.4. Determinación de la separación entre tubos

En la Tabla 1 de esta Norma se propone la separación entre los tubos para subdrenaje de acuerdo con la composición del suelo, con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

TABLA 1.- Separación entre tubos de subdrenes transversales

Clasificación de acuerdo al SUCS	Composición del suelo (%)			Separación entre tubos de acuerdo a la profundidad (m)			
	Arena	Limo	Arcilla	1,0	1,25	1,50	1,75
SP , SW	80 - 100	0 - 20	0 - 20	35 - 45	45 - 60	-	-
SM	50 - 80	0 - 50	0 - 20	15 - 30	30 - 45	-	-
ML	30 - 50	30 - 50	0 - 20	9 - 18	12 - 24	15 - 30	18 - 36
ML-MH, CL	20 - 50	20 - 50	20 - 30	6 - 12	8 - 15	9 - 18	12 - 24
SM-SC, SC	50 - 70	0 - 20	30 - 50	4 - 9	6 - 12	8 - 15	9 - 18
MH	0 - 20	50 - 70	30 - 50	3 - 8	4 - 9	6 - 12	8 - 15
CL-CH, CH	0 - 50	0 - 50	30 - 100	4 (máx.)	6 (máx.)	8 (máx.)	12 (máx.)

D.3.5. Ancho de zanja

El ancho de la zanja donde se alojará el subdrén será de cuarenta y cinco (45) a sesenta (60) centímetros.

D.3.6. Plantilla

La plantilla donde se apoyarán los tubos se formará de acuerdo con lo descrito en la Norma N-CTR-CAR-1-03-009, *Subdrenes*; tendrá un espesor de diez (10) centímetros, pudiendo estar conformada por el mismo material filtrante empleado para el relleno.

D.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS PARA SUBDRÉN

D.4.1. Los tubos para el sistema de subdrenaje tendrán un diámetro mínimo de quince coma veinticuatro (15,24) centímetros (6 in).

D.4.2. Los tubos tendrán en su periferia cuatro (4) hileras de perforaciones o ranuraciones con las características indicadas en las Normas N-CMT-3-04-002, *Tubos de Concreto para Subdrenes* y N-CMT-3-04-003, *Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) para Sistemas de Subdrenaje*.

D.4.3. Los tubos que se utilicen para el subdrenaje cumplirán con los requisitos de calidad indicados en las Normas N-CMT-3-04-002, *Tubos de Concreto para Subdrenes*, N-CMT-3-04-003, *Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) para Sistemas de Subdrenaje* y N-CMT-3-06, *Tubos Corrugados de Polietileno de Alta Densidad*.

D.5. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DRENANTE

El material drenante que se integre al sistema de subdrenaje se seleccionará de acuerdo con lo siguiente:

D.5.1. Selección del material filtrante

El material con el que se construirá el filtro del subdrén cumplirá con los requisitos de calidad de material para filtros indicados en la Norma N·CMT·3·04·001, *Filtros*, de acuerdo con lo siguiente:

D.5.1.1. Para garantizar la permeabilidad del subdrén, la granulometría del material filtrante cumplirá con la siguiente relación:

$$D_{15}^s < D_{15}^f < D_{85}^s$$

Donde:

D_{15}^s = Tamaño de las partículas del material de suelo que circunda al sistema de subdrenaje, para el cual el quince (15) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D_{15}^f = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el quince (15) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D_{85}^s = Tamaño de las partículas del material de suelo que circunda al sistema de subdrenaje, para el cual el ochenta y cinco (85) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D.5.1.2. El coeficiente de permeabilidad del material filtrante (K_f) se determinará de acuerdo con lo indicado en la Norma N·PRY·CAR·4·03·002, *Determinación del Gasto de Diseño*, y su permeabilidad será por lo menos diez (10) veces mayor que la del suelo que esté en contacto con el subdrén.

D.5.2. Selección del geotextil

El geotextil con el que se protegerá al subdrén para impedir la migración de partículas finas a su interior, cumplirá con las características indicadas en la Norma N·CMT·6·01·002, *Geotextiles para Obras de Subdrenaje*, considerando que su permeabilidad será diez (10) veces mayor que la del suelo que vaya a estar en contacto con el geotextil. Además, existirá un traslape de por lo menos cero coma treinta (0,30) metros tanto en la parte superior de la zanja, como muestra la Figura 2 de esta Norma, como en sentido longitudinal, en caso de que el ancho del lienzo no alcance a cubrir la longitud requerida.

D.6. SISTEMA DE DESALOJO DE AGUA

D.6.1. El sistema de desalojo de agua estará conectado a los subdrenes mediante tubería sin perforación o ranuración con el mismo diámetro, con pendiente no menor de menos uno (-1) por ciento y en dirección que permitan el desalojo oportuno del agua captada.

D.6.2. Para el desalojo de agua de los subdrenes transversales o con esviaje, es recomendable interconectarlos a un subdrén longitudinal.

D.6.3. El desalojo se canalizará a canales naturales u obras de drenaje existentes o en proyecto, y en sitios donde no cause daño a la infraestructura carretera.

D.7. POZOS DE VISITA

Se considerarán pozos de visita para la inspección, limpieza y comprobación del funcionamiento del sistema de subdrenaje longitudinal a cada cincuenta (50) metros como máximo, o donde se presenten cambios de pendientes longitudinales y cambios de dirección.

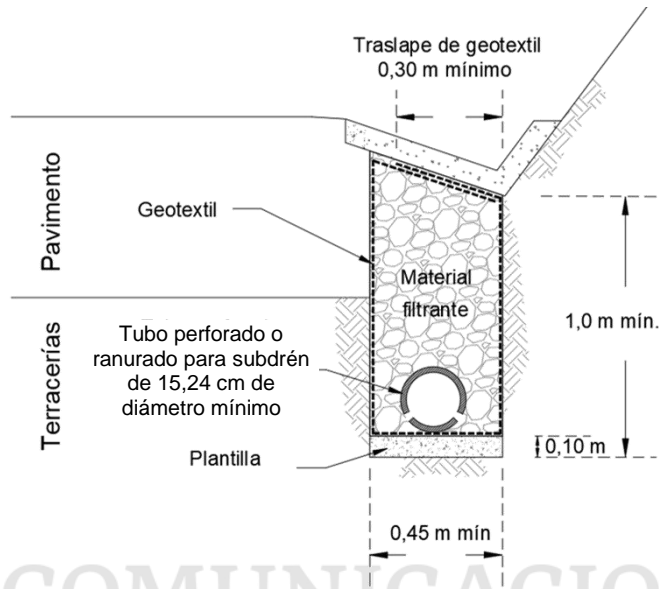


FIGURA 2.- Características geométricas de un subdrén longitudinal

E. BIBLIOGRAFIA

Rico R. A. y Castillo H. (1984). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres*. Volumen 1. Editorial LIMUSA. México.

Cedergren, H.R. (1989). *Seepage, Drainage and Flow Nets*. Cap. 5. John Wiley and Sons, Inc. Estados Unidos.

Department of Transportation (1980). *Highway Subdrainage Design*. FHWA-TS-80-224. Estados Unidos.

State of California (2020). *High Design Manual CHP 840-Subsurface drainage*. Estados Unidos.

Ministerios de Obras Públicas (2001). *Manual de Carreteras Vol. 3 Sección 3.706 Drenaje Subterráneo*. Gobierno de Chile.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct