

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

M. en C. Tanya Müller García, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México y Presidenta del Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 1º párrafo tercero, 4º párrafo quinto y 122 Apartado A, Bases III y V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1º, 12 fracción X y 118 fracción IV del Estatuto de Gobierno del Distrito Federal; 1º, 2º, 5º, 15 fracción IV, 16 fracción IV y 26 fracciones I, III, IX y XX de la Ley Orgánica de la Administración Pública de la Ciudad de México; 1º fracciones I, II, III y IV, 2º fracciones V y VII, 6º fracción II, 9º fracciones I, IV, VII y LIII, 13 fracción II, 19 fracción IV, 36 fracción I, 37, 38, 39, 40 fracción VI, 86 fracción II, 87 fracción IV, 88 y 89 de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal; 11 de la Ley de Procedimiento Administrativo de la Ciudad de México; 1º, 7º fracción IV, numeral 2, y 55 fracción I del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal; el Acuerdo por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el día 23 de abril de 2002; y los Acuerdos por los que se reforma el diverso por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, publicados en la Gaceta Oficial del Distrito Federal los días 19 de agosto de 2005 y 4 de julio de 2007, derivados de las reformas al Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, los días 19 de enero y 28 de febrero de 2007, respectivamente, he tenido a bien emitir el siguiente:

AVISO POR EL QUE SE DA A CONOCER LA NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-013-RNAT-2017, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE NATURACIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

ÍNDICE

1. Introducción.
2. Objeto.
3. Ámbito de validez.
4. Referencias.
5. Definiciones.
6. Información previa requerida.
 - 6.1. Información arquitectónica y física de la edificación.
 - 6.2. Información estructural.
 - 6.3. Información sobre la vegetación.
7. Especificaciones generales.
8. Especificaciones técnicas de proyecto y ejecución para cubiertas naturadas.
 - 8.1. Requerimientos mínimos a satisfacer.
 - 8.1.1. Requerimientos previos en edificaciones existentes o por construirse.
 - 8.2. Estática y seguridad estructural.
 - 8.3. Parámetros para cada tipo del sistema de naturación.
 - 8.4. Componentes básicos de los sistemas de naturación.
 - 8.5. Soporte base.
 - 8.5.1. Materiales del soporte base.
 - 8.5.2. Pendientes requeridas.
 - 8.6. Dispositivos para desagüe.
 - 8.7. Membrana impermeabilizante anti-raíz.
 - 8.7.1. Proceso de verificación de estanquidad de la membrana impermeabilizante anti-raíz.
 - 8.7.2. Protección pesada de la membrana impermeabilizante anti-raíz.
 - 8.8. Capa drenante (materiales y características).
 - 8.9. Capa filtrante.
 - 8.10. Capa de sustrato.
 - 8.10.1. Materiales y características para la capa de sustrato.
 - 8.11. Capa de vegetación.
 - 8.11.1. Características de la capa de vegetación.
 - 8.11.2. Capa de vegetación en los sistemas de naturación semi-intensivas.
 - 8.11.3. Capa de vegetación en los sistemas de naturación intensivas.
 - 8.12. Suministro y plantación.

- 8.13. Criterios para la naturación de cubiertas que cuenten con sistemas fotovoltaicos y/o fototérmicos.
- 8.14. Medidas preventivas y de seguridad durante la ejecución de los trabajos.
- 9. Especificaciones de operación y mantenimiento.
 - 9.1. Operación y mantenimiento de elementos constructivos.
 - 9.2. Operación y mantenimiento de la capa de vegetación.
 - 9.3. Riego.
 - 9.4. Abonado y adición de sustrato.
 - 9.5. Control de plagas y enfermedades.
 - 9.6. Poda.
- 10. Bibliografía.
- 11. Observancia.
- 12. Vigencia.
- Anexo A. Colocación de membranas impermeabilizantes anti-raíz de base asfáltica.
- Anexo B. Colocación de membranas impermeabilizantes anti-raíz a base de PVC, propileno-etileno o similares.

1. INTRODUCCIÓN

El aumento de edificaciones, como parte del desarrollo de la actividad humana, ha contribuido a la expansión de la mancha urbana y la consecuente pérdida de áreas verdes y superficies permeables ocasionando problemas ambientales, de salud y sociales a los habitantes de la Ciudad de México. Paralelo a esta situación, al disminuir la cantidad de áreas verdes se ha reducido la cantidad de absorción de rayos solares por la vegetación, deviniendo en un incremento en la temperatura debido a la liberación nocturna de la energía calórica absorbida durante el día por las construcciones y superficies impermeables, generando cambios en el clima y microclima de la Ciudad. Ante la reducción de una significativa capacidad del medio natural de la Ciudad, para limpiar el ambiente de los agentes contaminantes producidos por el medio urbano, sus medios de transporte y su industria, surge la necesidad de crear nuevos espacios verdes que ayuden a mantener la calidad ambiental y tengan la capacidad de reducir el impacto negativo del desarrollo urbano, mientras proporcionan numerosos beneficios ambientales, sociales y económicos.

Una gran cantidad de áreas verdes que se pierden en la Ciudad es ocupada por edificaciones tanto del sector público como del privado, lo cual ha provocado que la Ciudad de México examine cuidadosamente la factibilidad técnica y económica para mitigar la pérdida de las áreas verdes ocupadas por edificaciones de tipos diversos. Por estos motivos, se elabora la presente Norma Ambiental, buscando aportar a la consecución de objetivos de carácter ecológico y sustentable en la Ciudad como una alternativa viable, para complementar y compensar las áreas verdes urbanas; por lo cual, se propone la instalación de sistemas de naturación.

En la actualidad, el uso de sistemas de naturación a nivel urbano ha mostrado grandes beneficios ambientales, tales como: reducción de los escurrimientos de agua de lluvia, ruido y contaminación del aire, captura de partículas, reducción del efecto “isla de calor”, mejoramiento de la biodiversidad urbana proporcionando hábitat para diversas especies, además de un ambiente más sano y agradable para vivir y trabajar.

En diversas ciudades del mundo, estos sistemas de naturación cuentan con los materiales para su construcción que garantizan su correcto funcionamiento operativo. Es por ello que en la Ciudad de México, es necesario establecer los requerimientos de calidad y las especificaciones técnicas mínimas para su construcción.

El Gobierno de la Ciudad de México tiene entre sus prioridades la protección de la salud de los habitantes de la Ciudad y la preservación del medio ambiente, así como la promoción y desarrollo de las tecnologías sustentables; por lo anterior, la presente Norma Ambiental contribuirá a compensar la pérdida de áreas verdes por edificaciones en la Ciudad, propiciando la obtención de beneficios ambientales.

2. OBJETO

Establecer los criterios o especificaciones técnicas, condiciones, parámetros y criterios mínimos de calidad y seguridad estructural, aplicables en la instalación de sistemas de naturación en la Ciudad de México.

Los requisitos o especificaciones técnicas, condiciones, parámetros y criterios mínimos de calidad y seguridad, serán aplicables a los materiales y procedimientos constructivos que, para tal efecto, sean utilizados durante el proceso de planeación, instalación y mantenimiento de los sistemas de naturación.

3. ÁMBITO DE VALIDEZ

Es de observancia obligatoria para las empresas privadas y particulares que se dediquen al diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de naturación en la Ciudad de México, así como para todas aquellas personas físicas o morales, organismos públicos o privados y en general a toda persona que desee instalar un sistema de naturación en cualquier edificación ubicada en el territorio de la Ciudad de México.

4. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente Norma Ambiental, se deben consultar los siguientes documentos:

Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 13 de enero de 2000 y sus reformas.

Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 15 de julio de 2010 y sus reformas.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 29 de enero de 2004 y sus reformas.

Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, el 15 de marzo de 2018.

Reglamento de la Ley del Sistema de Protección Civil para el Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, el 06 de septiembre de 2017.

Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 26 de marzo de 2004 y sus reformas.

Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicadas el 6 de octubre de 2004 y sus reformas.

5. DEFINICIONES

Para fines de la presente Norma Ambiental, además de las definiciones previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal y demás aplicables en la materia, se entenderá por:

Aislamiento térmico: Aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica dispuestos para reducir los intercambios térmicos entre el interior y exterior de una edificación.

Altura de la planta: Distancia vertical, desde el cuello de la raíz hasta la punta más alta de una planta.

Capa complementaria: Capa que se coloca entre los elementos de un sistema de naturación de forma intercalada para proporcionarle características específicas y que puede ser antiadherente, antipunzonante, drenante, filtrante, ignífuga o separadora.

Capa de sustrato: Penúltima capa superior de un sistema de naturación, formada con material inerte predominantemente mineral y material orgánico, la cual está destinada a proporcionar los nutrientes necesarios, suministrar agua y oxígeno dando soporte físico a la vegetación.

Capa de vegetación: Última capa exterior de un sistema de naturación, formada por plantas adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona, destinadas a dar a la edificación un acabado vegetal que genera áreas verdes de carácter ecológico.

Capa drenante: Capa complementaria prefabricada dispuesta para permitir la salida del agua que se estanque sobre algún elemento de la edificación.

Capa filtrante: Capa complementaria de materiales prefabricados cuya función es evitar el paso de las partículas finas de la capa de sustrato y permitir el paso del agua hacia la capa drenante.

Capa separadora: Capa complementaria que se intercala entre los elementos de un sistema de naturación para facilitar los movimientos diferenciales entre los componentes del sistema y/o brindar protección química.

Carga admisible: Es cualquier combinación de esfuerzos donde la respuesta del elemento no llega a la falla quedando dentro del rango de una deformación aceptable.

Capacidad de carga: Es la respuesta Fuerza-Desplazamiento o Esfuerzo-Deformación necesaria para poner en equilibrio un mecanismo de inestabilidad los cuales están en función de la geometría, esfuerzos aplicados a las partículas y las propiedades mecánicas del elemento.

Capacidad última: Se refiere a un esfuerzo uniformemente distribuido en área unitaria bajo la cual ocurre la falla del elemento.

Carga: En ingeniería civil se utiliza para nombrar la acción de aplicar una fuerza sobre una superficie. Por lo que, cargar un material significa aplicar un esfuerzo.

Combustibilidad: Cualidad de poder arder o quemarse, inflamabilidad.

Control de plagas: Tratamiento aplicado para librar a la planta de plagas que la estén afectando, una vez diagnosticado con precisión el tipo de plaga.

Cubierta: Elemento o conjunto de elementos que sirven como cerramiento superior de una edificación que se encuentran comprendidos entre la superficie inferior del último techo y el acabado en contacto con el exterior.

Cubierta con naturación extensiva: Cubierta de una edificación con acabado vegetal de tratamiento extensivo creado por medio de añadir capas de medio de crecimiento y vegetación sobre un sistema de cubierta tradicional con requerimientos de mantenimiento muy bajos o casi nulos cuya capa de sustrato no debe ser mayor de 18 cm y en la cual el peso de la capa de sustrato y vegetación (en estado saturado) es de entre 110 a 200 kg/m².

Cubierta con naturación intensiva: Cubierta de una edificación con acabado vegetal de tratamiento intensivo creado por medio de añadir capas de medio de crecimiento y vegetación sobre un sistema de cubierta tradicional con requerimientos de mantenimiento normales o frecuentes cuya capa de sustrato es mayor a 40 cm y en la cual el peso de la capa de sustrato y vegetación (en estado saturado) es mayor a 350 kg/m².

Cubierta con naturación semi-intensiva: Cubierta de una edificación con acabado vegetal de tratamiento semi-intensivo creado por medio de añadir capas de medio de crecimiento y vegetación sobre un sistema de cubierta tradicional con requerimientos de mantenimiento normales cuya capa de sustrato es de hasta 30 cm y en la cual el peso de la capa de sustrato y vegetación (en estado saturado) generalmente es mayor a 200 y hasta 350 kg/m².

Director Responsable de Obra: Es la persona física auxiliar de la administración pública, autorizada y registrada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, que se hace responsable de la observancia de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y demás disposiciones aplicables, y que entregará su responsiva en relación a la seguridad estructural del inmueble.

Edificación existente: Cualquier edificación que se pretenda naturar, la cual haya sido construida previo a la intención de naturarla y en la cual, consecuentemente, la naturación no es parte integral del proyecto inicial.

Edificación nueva: Cualquier edificación en la que el sistema de naturación forme parte integral del proyecto inicial, previo a la etapa de construcción de la edificación en su conjunto.

Esfuerzo: Es una carga aplicada en la superficie de un material sólido, ya sea a tensión o compresión dividida entre el área.

Esfuerzo axial: Es el que se aplica en el eje perpendicular a la superficie de un volumen; estos pueden ser de compresión o tensión.

Esfuerzo cortante o de cizalla: Es el resultante de la aplicación de fuerzas paralelas a la sección transversal de una que se aplica sobre la superficie del elemento.

Estanquidad: Cualidad de un elemento de estar perfectamente sellado en sus uniones.

Fitotoxicidad: Presencia de sustancias que producen la muerte o trastornos fisiológicos a los vegetales.

Formación de pendiente: Acción de generar pendiente, en un elemento constructivo dado, por medio de elementos de espesor variable, con el fin de facilitar la evacuación del agua hacia los sumideros, desagües o bajadas de agua.

Impermeabilidad: Propiedad de los cuerpos de no dejar pasar líquidos a su través.

Membrana impermeabilizante anti-raíz: Membrana de materiales diversos que tiene como función evitar el paso del agua al interior de las edificaciones e impedir que las raíces y los microorganismos dañen la edificación, haciendo impermeable el elemento o grupo de elementos constructivos deseados.

Módulo de naturación presembrado: Elemento básico precultivado de un sistema de naturación modular que una vez colocado se ensambla en forma adyacente e interconectada a otros elementos iguales que se desarrollan conjuntamente hasta conformar una unidad continua y que además cumple con las características que establece la presente Norma Ambiental.

Paisaje: Sistema territorial tomado por componentes y complejos de diferente rango tomados bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad modificadora de la sociedad humana en permanente interacción y desarrollo.

Planta CAM: Planta adaptada a hábitat xerofíticos que absorbe y fija el CO_2 durante la noche acumulando ácido málico que se descarboxila durante el día y se produce CO_2 .

Planta C3: Planta que fija y reduce el CO_2 atmosférico de modo directo mediante el Ciclo de Calvin formando inicialmente compuestos con tres carbonos.

Planta C4: Planta en la que inicialmente el CO_2 atmosférico es fijado en un ácido orgánico de cuatro carbonos y en la que en una descarboxilación posterior, se libera el CO_2 el cual es captado y reducido mediante el Ciclo de Calvin. Son plantas adaptadas a regímenes de radiación elevados que no resisten las temperaturas bajas.

Planta herbácea: Planta no lignificada, o apenas lignificada, con aspecto y consistencia de hierba. Dentro de las plantas herbáceas se pueden distinguir las anuales, bienales, perennes vivaces y perennes perennifolias.

Planta suculenta: Aquella en la que su tallo, hoja, raíz o la planta completa es jugosa o carnosa, ya que tiene tejidos engrosados por reservas de agua o azúcar como en la mayoría de las crasuláceas y cactáceas.

Porte: Aspecto y configuración externa de una planta definidos por su forma y altura.

Protección pesada: Elemento o conjunto de elementos colocados en obra, dispuestos sobre el aislamiento térmico o la membrana impermeabilizante anti-raíz, destinados a protegerlos de los efectos nocivos de origen externo.

Secretaría: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

Servicios ambientales: Aquellos derivados de los ecosistemas o sus elementos, cuyos valores o beneficios son económicos, ecológicos o socioculturales y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente, propiciando una mejor calidad de vida de los habitantes que justifican la necesidad de desarrollar acciones para promover la preservación, recuperación y uso racional de aquellos elementos relevantes para la generación de estos servicios en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Sistema de naturación: Es el tratamiento técnico de superficies edificadas horizontales o inclinadas, individuales o agrupadas, mediante el cual se incorporan, en un elemento o grupo de elementos constructivos tradicionales, capas de medio de crecimiento y vegetación especialmente adaptadas a las condiciones físicas y climáticas del sitio en que se instala, creando una superficie vegetal inducida.

Sistema de Naturación Multicapa: Es aquel en el que los componentes del sistema de naturación se instalan, en forma subsecuente, uno después del otro, de manera superpuesta.

Sistema de Naturación Modular: Es aquel en que, mediante el empleo de módulos de naturación presembrados, permite establecer sobre la impermeabilización anti-raíz o sobre el dren, una naturación con todas las capas constitutivas del mismo.

Soporte base: Elemento constructivo que recibe directamente el impermeabilizante anti-raíz o membrana impermeabilizante anti-raíz, puede coincidir o no, con el elemento estructural (soporte estructural) y suele ser el elemento que forma la pendiente.

Soporte estructural: Elemento constructivo que soporta el peso de las demás capas del sistema de naturación y lo distribuye hacia las vigas, cadenas de cerramiento, muros de carga, entre otros; para su posterior descenso hacia la cimentación.

Subarbusto: Vegetal de poca altura similar a un arbusto sólo lignificado en la base.

Superficie a naturar: Área de la edificación que en forma parcial o total integre un sistema de naturación.

Sumidero: Elemento de transición, entre el sistema de naturación y los desagües de agua pluvial, que ayuda a contener, canalizar y distribuir los volúmenes de agua de lluvia en las azoteas evitando su acumulación en la zona de descarga.

Vegetación endémica: Se aplica a las especies vegetales originarias de una región o comarca restringida.

6. INFORMACIÓN PREVIA REQUERIDA

Para garantizar una correcta planeación y ejecución de un sistema de naturación, es necesario conocer las características específicas de los elementos constructivos, la edificación y la zona en que se encuentra, para ello es necesario contar con la siguiente información previo a la etapa de planeación y/o proyecto.

6.1. INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y FÍSICA DE LA EDIFICACIÓN:

- a) Ubicación geográfica señalando las coordenadas del proyecto;
- b) Clima;
- c) Nivel de la superficie a naturar con respecto al nivel de banqueta;
- d) Dimensiones de la superficie a naturar;
- e) Pendiente de la superficie a naturar;
- f) Ubicación de los accesos a la superficie a naturar;
- g) Ubicación de las instalaciones que discurren por la superficie a naturar;
- h) Ubicación de las juntas estructurales comprendidas en la superficie a naturar;
- i) Ubicación de las tomas de agua de riego más cercanas a la superficie a naturar;
- j) Ubicación de los elementos singulares tales como tubos, ductos, muretes, entre otros, así como demás elementos constructivos de la superficie a naturar;
- k) Ubicación de los puntos de desagüe y/o bajadas de agua pluvial en la superficie a naturar;
- l) Porcentaje y ubicación de la superficie a naturar protegida(s) del agua de lluvia por elementos constructivos;

- m) Porcentaje y ubicación de la superficie a naturar que reciben sombra de construcciones y/o vegetación aledañas o de los elementos constructivos de la propia edificación durante la mayor parte del día; y
- n) Orientación de la superficie a naturar en relación al asoleamiento y vientos dominantes.

6.2. INFORMACIÓN ESTRUCTURAL:

- a) Identificación de la ubicación del inmueble, dentro de las zonas sísmicas y fracturas que existen en la Ciudad de México; y
- b) Capacidad de carga y dimensiones de la superficie a naturar.

6.3. INFORMACIÓN SOBRE LA VEGETACIÓN:

- a) Vegetación adaptada a las condiciones físicas y climáticas de la zona; y
- b) Vegetación nativa de México adaptada a las condiciones físicas y climáticas de la zona.

7. ESPECIFICACIONES GENERALES

Los sistemas de naturación tienen como objetivo principal incrementar la cantidad de áreas verdes que proporcionen beneficios ambientales, aportar al embellecimiento paisajístico de las edificaciones y crear nuevas áreas verdes que atenúen el impacto ambiental derivado de la construcción de edificaciones. También, tienen funciones de aislamiento térmico y acústico, protección de la edificación contra los efectos de los rayos solares y de la intemperie, así como reducir los gastos energéticos producidos por el uso de equipos de calefacción y refrigeración al interior de los inmuebles.

Las personas que deseen instalar sistemas de naturación deberán presentar el proyecto ejecutivo para aprobación de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, previo a que se inicien los trabajos, para lo cual deberán tomar en cuenta estos lineamientos y especificaciones técnicas, respetando siempre el medio ambiente bajo criterios de sustentabilidad, desde los procesos de fabricación de materiales para los sistemas de naturación, hasta el reciclado de los mismos cuando queden en desuso.

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROYECTO Y EJECUCIÓN PARA CUBIERTAS NATURADAS

Para satisfacer los requerimientos de calidad y seguridad en una cubierta con naturación se deberán seguir las siguientes especificaciones durante los procesos de proyecto y ejecución. Estas especificaciones deberán ser atendidas y supervisadas por el encargado responsable del proyecto y/o el encargado responsable de la construcción de un sistema de naturación de tal modo que garanticen su aplicación.

8.1. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS A SATISFACER

Los sistemas de naturación deberán satisfacer por lo menos los requerimientos siguientes:

- a) Estabilidad y resistencia mecánica del edificio: Estará de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, garantizando la sostenibilidad de la misma;
- b) Impermeabilidad: Deberá impedir el paso del agua, tanto a la base portante como al interior de la edificación para evitar su deterioro, protegiéndolos de los agentes climáticos previsibles, garantizando la evacuación total del agua excedente una vez alcanzado el estado de saturación del sistema;
- c) Resistencia a la acción de las raíces sobre la estructura: El sistema de naturación debe proyectarse y construirse con los materiales adecuados, garantizando que las raíces de la capa de vegetación no penetren la membrana impermeabilizante para evitar daños a la estructura de la edificación; y
- d) Seguridad civil en maniobras: El sistema de naturación debe proyectarse y construirse de modo que permita el acceso para los trabajos de mantenimiento, inspección y reparación tanto de los elementos de la propia superficie a naturar como de las instalaciones que discurren por ella, y debe disponer de los elementos de seguridad adecuados para el personal que realiza estos trabajos.

8.1.1. REQUERIMIENTOS PREVIOS EN EDIFICACIONES EXISTENTES O POR CONSTRUIRSE:

En el caso de edificaciones existentes será necesario realizar un análisis y evaluación estructural, la cual deberá ser elaborada por un Director Responsable de Obra (DRO), conforme a lo previsto en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, y presentarlas a la Secretaría del Medio Ambiente al momento de entregar el proyecto ejecutivo del sistema de naturación.

Para efectos del cálculo estructural, el peso del sistema de naturación será considerado como una carga muerta con acciones variables y el valor a tomar deberá corresponder con el indicado en la siguiente Tabla:

Tabla 1. Categorías de sistemas de naturación por carga.

Tipo de sistema de naturación	Carga por m ²
Extensiva	De 110 y hasta 200 kg/m ²
Semi-intensiva	Mayor a 200 y hasta 350 kg/m ²
Intensiva	Mayor a 350 kg/m ²
Nota: Los valores indicados corresponden al peso propio del sistema de naturación en estado saturado (a capacidad máxima de agua) y en fase de madurez de la vegetación (de acuerdo a la categoría del sistema de naturación). Por ningún motivo podrán considerarse para el cálculo estructural los pesos del sistema de naturación en seco. Los sistemas de naturación deberán tener un peso máximo en estado saturado que sea menor o igual al considerado por el DRO para el cálculo y/o evaluación estructural.	

En caso de que la edificación no pueda soportar la carga adicional del sistema de naturación, deberán realizarse los trabajos de refuerzo estructural necesarios conforme a lo estipulado en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

La cubierta deberá contar con pretils de por lo menos 20 cm en toda la periferia para contener el sistema de naturación. En caso de no tener pretils, deberán construirse antes de iniciar los trabajos de naturación. Asimismo, deberá verificarse que los desagües y/o bajadas de aguas funcionen correctamente y tengan la capacidad suficiente para desalojar toda el agua de las precipitaciones sobre la cubierta; en caso de encontrar alguna anomalía o insuficiencia, deberán tomarse las medidas correctivas correspondientes.

En todos los casos la cubierta deberá contar con rebosaderos con una altura de 5 cm, por arriba del nivel de sustrato.

Se debe preparar la superficie a naturar de modo que los equipos y las instalaciones que se encuentren sobre la cubierta, no obstaculicen los trabajos; especialmente los de impermeabilización.

La superficie deberá contar con una pendiente mínima de 2% y con chaflanes a 45° de por lo menos 8 cm de altura en todos los puntos de encuentro con elementos verticales. En caso de que no se tengan los chaflanes, se deberá proceder a construirlos antes de iniciar los trabajos de naturación.

Las instalaciones que se encuentran en la cubierta deberán estar separadas con un pasillo de circulación de por lo menos 40 cm de ancho.

Por su parte las instalaciones y equipamiento que se encuentren sobre la cubierta de la edificación deberán elevarse a una altura de por lo menos 15 cm sobre el nivel del sustrato.

Los desagües y bajadas de agua deberán ser dimensionados y calculados según lo establecido en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, de modo que se asegure su capacidad para desalojar el excedente del agua producto de las precipitaciones pluviales sobre la cubierta.

8.2. ESTÁTICA Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Deberá considerarse el peso propio del sistema de naturación en estado saturado considerándolo como una carga muerta con los valores que se muestran en la Tabla 1 de la presente Norma Ambiental.

Además, deberán considerarse las cargas de uso cuando el elemento naturado sea transitable, así como las cargas vivas, muertas, transitorias y accidentales de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.

8.3. PARÁMETROS PARA CADA TIPO DEL SISTEMA DE NATURACIÓN

Un sistema de naturación deberá ajustarse a alguno de los parámetros siguientes según el tipo que se desee construir (extensiva, semi-intensiva o intensiva).

Tabla 2. Parámetros para cada tipo de sistema de naturación.

Parámetros del sistema de naturación	Tipos		
	Extensiva	Semi-intensiva	Intensiva
Espesor del sustrato	Hasta 18 cm	Hasta 30 cm	Mayor a 40 cm
Carga adicional	De 110 y hasta 200 kg/m ²	Mayor a 200 y hasta 350 kg/m ²	Mayor a 350 kg/m ²
Tipo de vegetación	Suculentas	Suculentas, pastos y arbustos	Suculentas, pastos, arbustos y árboles
Altura de crecimiento de plantas	5 - 50 cm	5 - 100 cm	5 - 400 cm
Diámetro de copa	No aplica	No aplica	300 cm máximo

Para la ubicación de árboles deberán considerarse las medidas de seguridad respectivas (ver numeral 8.14.).

8.4. COMPONENTES BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE NATURACIÓN

Un sistema de naturación multicapa está constituida por los siguientes componentes básicos (ver Figura 1 y 2), los cuales se enlistan en el orden del proceso constructivo. En el caso de cubiertas naturadas modulares, los módulos para naturación precultivados se colocan sobre la membrana impermeabilizante anti-raíz. Si los módulos no cuentan con capa drenante y carecen de capa filtrante como parte integral de su estructura propia, éstas deberán integrarse al sistema de naturación:

- a) Soporte estructural;
- b) Soporte base;
- c) Desagües;
- d) Membrana impermeabilizante anti-raíz;
- e) Capa drenante;
- f) Capa filtrante;
- g) Capa de sustrato; y
- h) Capa de vegetación.

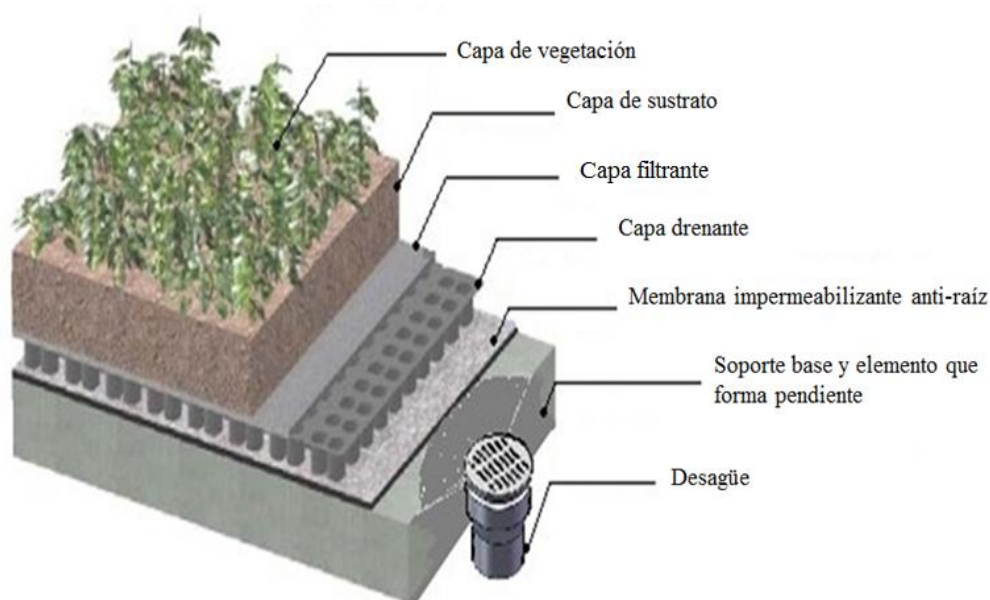


Figura 1. Componentes básicos de un sistema de naturación multicapa.

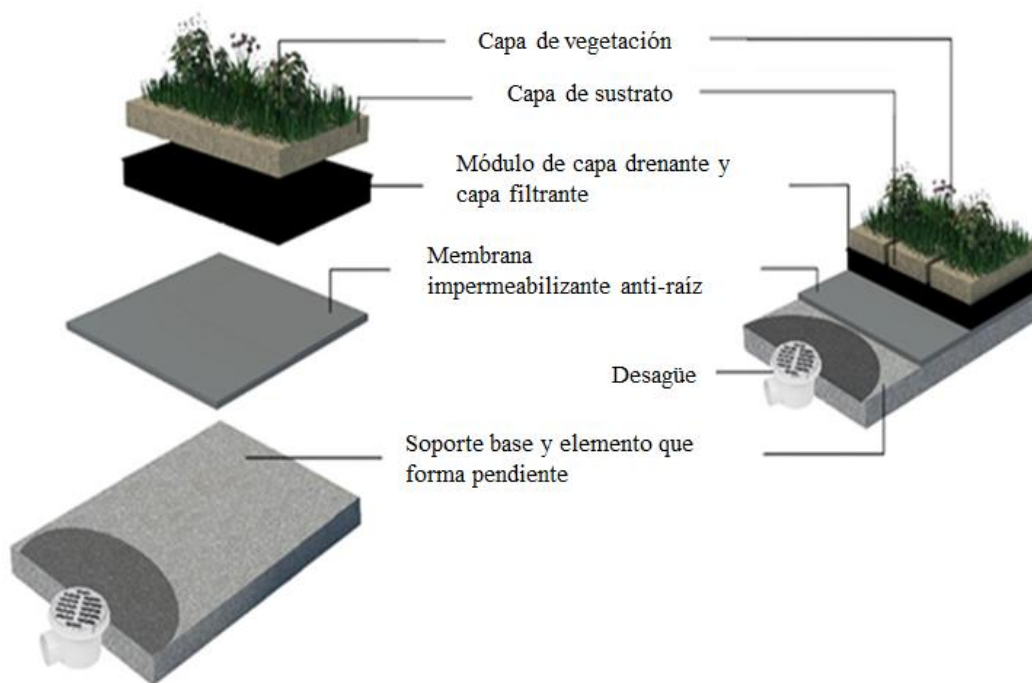


Figura 2. Componentes básicos de un sistema de naturación modular.

8.5. SOPORTE BASE

En ocasiones este elemento puede coincidir con el soporte estructural y es el que recibe la impermeabilización anti-raíz.

8.5.1. MATERIALES DEL SOPORTE BASE

Para la construcción del soporte base se pueden utilizar los siguientes materiales:

- a) Concreto armado;
- b) Concreto celular;
- c) Elementos prefabricados de concreto armado;
- d) Mortero de partículas ligeras;
- e) Mortero de cemento;
- f) Placas aislantes térmicas;
- g) Madera; y
- h) Láminas y cubiertas prefabricadas.

Respecto a los procedimientos constructivos y las características de los materiales deberá seguirse lo previsto por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, las Normas Mexicanas, Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable.

8.5.2. PENDIENTES REQUERIDAS

El soporte base de las superficies de los sistemas de naturación deberán tener una pendiente mínima del 2%. Para el caso de superficies inclinadas, con pendiente superior al 15% (8.53°), se deberán implementar las protecciones adecuadas contra deslizamientos; las cuales serán seleccionadas por el encargado responsable del proyecto y el encargado responsable de la construcción de la siguiente lista:

- a) Láminas con receptáculos;
- b) Mallas tridimensionales;
- c) Tableros o vigas dispuestos perpendicularmente a la pendiente;
- d) Tirantes dispuestos horizontalmente entre la capa de sustrato; y
- e) Para cubiertas inclinadas con una pendiente mayor al 58% deberán tomarse las medidas complementarias que resulten pertinentes para garantizar la estabilidad de los materiales tales como el anclado de las protecciones y el análisis estático.

En cubiertas con pendientes superiores al 5% es recomendable el uso de sustratos monocapa (ver numeral 9.) y en cubiertas con pendiente mayor al 10% es obligatorio para evitar los deslizamientos.

Para fines de esta Norma Ambiental, el límite máximo permisible de inclinación del sistema de naturación será del 70% (34.99°).

Para el cumplimiento de esta Norma Ambiental, no se deberán implementar sistemas de naturación en superficies con pendientes mayores al 70% de inclinación (35°).

8.6. DISPOSITIVOS PARA DESAGÜE

El desalojo de las aguas de las superficies de los sistemas de naturación se logra a través de la capa drenante, la pendiente, los sumideros y las bajadas de agua o desagües; estos elementos deberán evacuar la totalidad del agua excedente de la superficie evitando su acumulación sobre la misma.

Los sumideros deberán contar con un dispositivo (rejilla, rejilla tipo domo, alcachofa, entre otros) que permita retener los elementos sólidos que puedan obturar las bajadas de agua y deberán estar ubicados en un punto visible y de fácil acceso para realizar inspecciones y mantenimientos que garanticen su adecuado funcionamiento.

Los rebosaderos son dispositivos para el desagüe que deberán considerarse como medidas de seguridad indispensables por lo que forman parte de los requerimientos previos (ver numeral 8.1.1.).

8.7. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE ANTI-RAÍZ

Las membranas impermeabilizantes anti-raíz para sistemas de naturación deberán cumplir con las siguientes condiciones particulares:

- a) Estabilidad dimensional;
- b) Migración de plastificantes menor al 1% en volumen;
- c) Resistencia a la perforación por raíces;
- d) Resistencia a la tensión y tracción de los movimientos estructurales;
- e) Resistencia a microorganismos;
- f) Resistencia al choque térmico y variaciones de temperatura ambiental;
- g) Resistencia al punzonamiento; y
- h) Resistencia a estanquidad mínima de 48 horas.

Las membranas impermeabilizantes anti-raíz deberán estar adheridas a la superficie de los sistemas de naturación, así como cubrirse con una capa de protección contra los rayos ultravioleta en los puntos que queden expuestos a la intemperie.

Estas condiciones deberán cumplirse en toda la superficie del sistema de naturación, aún cuando no se tenga previsto colocar vegetación en la totalidad, incluyendo las áreas de traslape, uniones, bases de equipos o instalaciones, salientes, faldones, entre otros.

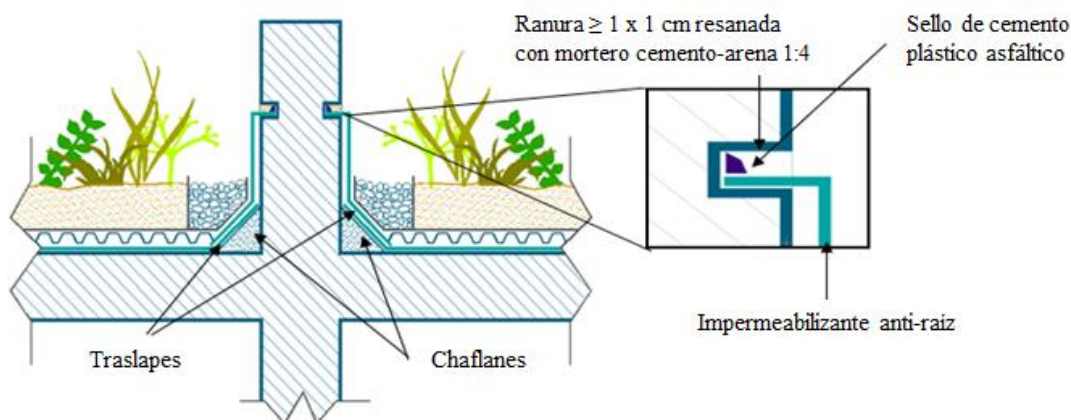
La propiedad anti-raíz de la membrana impermeable deberá estar certificada por un organismo nacional y/o internacional competente y ajeno al fabricante, anexando las pruebas en las que se incluya la metodología científica que avale su certificación.

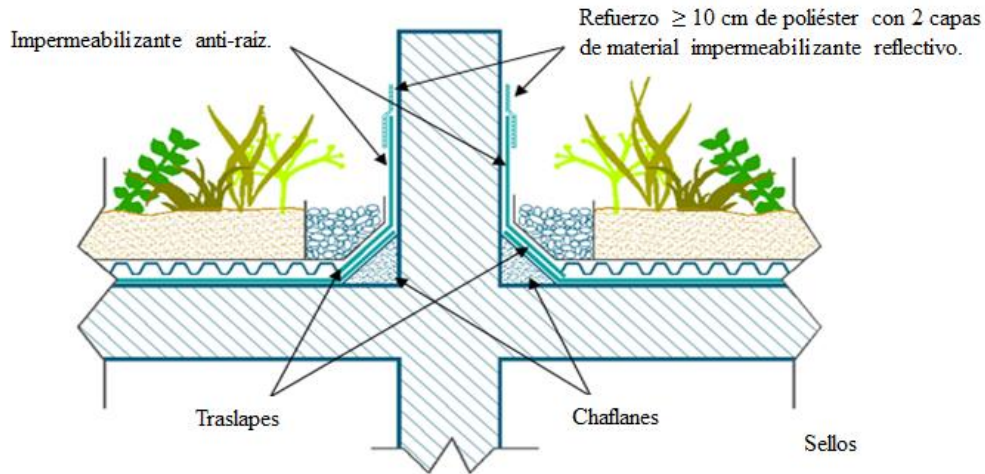
En caso de utilizar un impermeabilizante anti-raíz bituminoso, éste deberá contar con un espesor mínimo de 4 mm y un refuerzo de poliéster de al menos 180 g/m². Además, la membrana seleccionada deberá contar con un acabado superior que la proteja e incremente su resistencia mecánica para transitar sobre ella.

Sí se utilizan impermeabilizantes anti-raíz de PVC, Propileno-Etileno o similares, el espesor mínimo será de 1.2 mm y deberá asegurarse su resistencia al punzonamiento colocándolo entre dos capas antipunzonantes (ver Figura 3).

Antes de iniciar con la colocación de la membrana impermeabilizante anti-raíz se deberán preparar las juntas de dilatación, paramentos, penetraciones de tuberías y ductos, desagües, entre otros, de modo que se garantice la estanquidad de la cubierta y la correcta evacuación del agua.

En los puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios de la cubierta tales como muretes, petos, entre otros, estos deberán contar con un chaflán por ambos lados a 45° de mínimo 8 cm de altura. La membrana impermeabilizante anti-raíz se deberá colocar de manera que cubra 10 cm como mínimo por encima de la protección pesada de la cubierta o capa de sustrato. Asimismo, deberá tener un refuerzo con traslape de por lo menos 10 cm sobre el chaflán y el remate de la impermeabilización deberá de realizarse como se muestra en las Figuras 3 y 4.





Nota: Los sellos deberán ser de materiales impermeables como el silicón o poliuretano.

Figura 3. Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica en puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios.

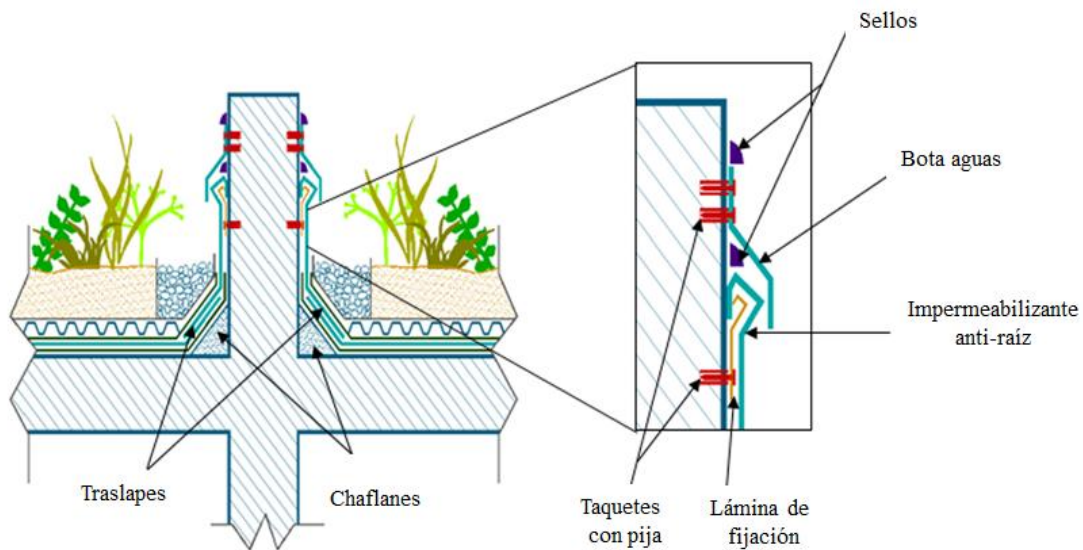


Figura 4. Impermeabilización con láminas de PVC, propileno-etileno o similares en puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios

En caso de que la membrana sobresalga menos de 10 cm por encima de la protección pesada de la cubierta o capa de sustrato, se deberá continuar con la impermeabilización cubriendo el elemento emergente intermedio y descendiendo del lado contrario. Ambos lados del elemento emergente deberán tener un chaflán a 45° de por lo menos 8 cm de altura y la membrana deberá tener un refuerzo con traslape de por lo menos 10 cm sobre los chaflanes (ver Figura 5).

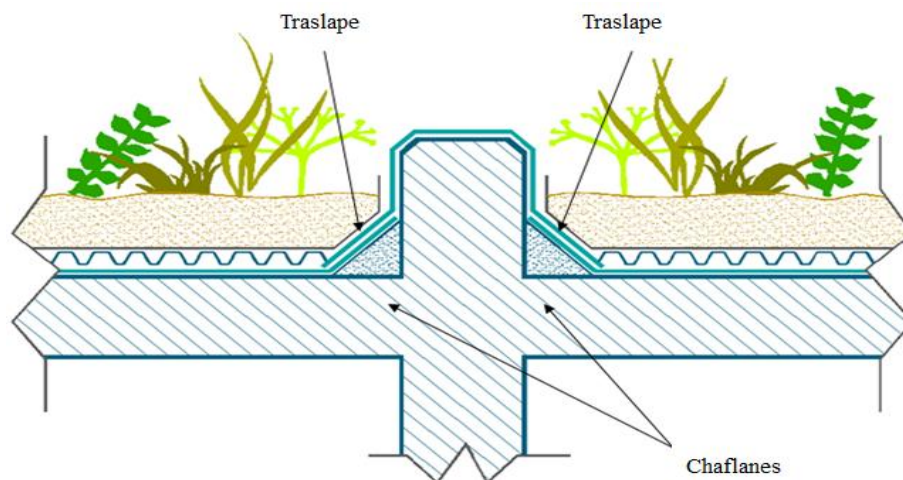


Figura 5. Impermeabilización en puntos de encuentro con elementos emergentes intermedios por debajo del nivel del sustrato o de altura menor a 10 cm sobre el nivel del mismo.

En los puntos de encuentro con pretiles u otro tipo de elementos emergentes perimetrales, estos deberán contar con un chaflán a 45° de mínimo 8 cm de altura. La membrana impermeabilizante anti-raíz deberá tener un refuerzo con traslape de por lo menos 10 cm sobre el chaflán y el remate de la impermeabilización deberá de realizarse como se muestra en las Figuras 6 y 7.

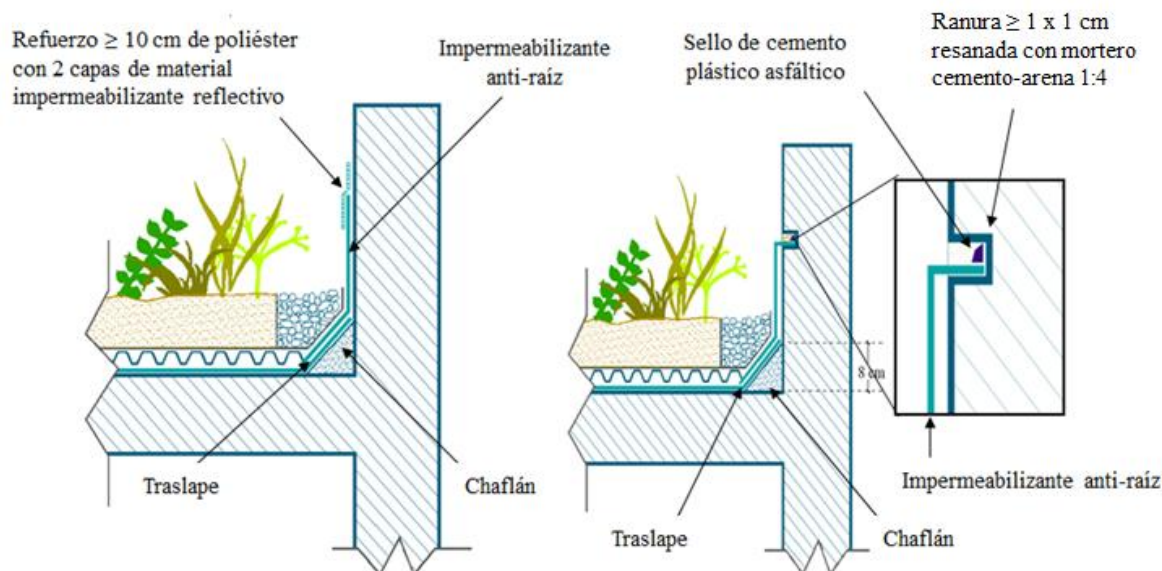


Figura 6. Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica en puntos de encuentro con pretiles y elementos emergentes perimetrales.

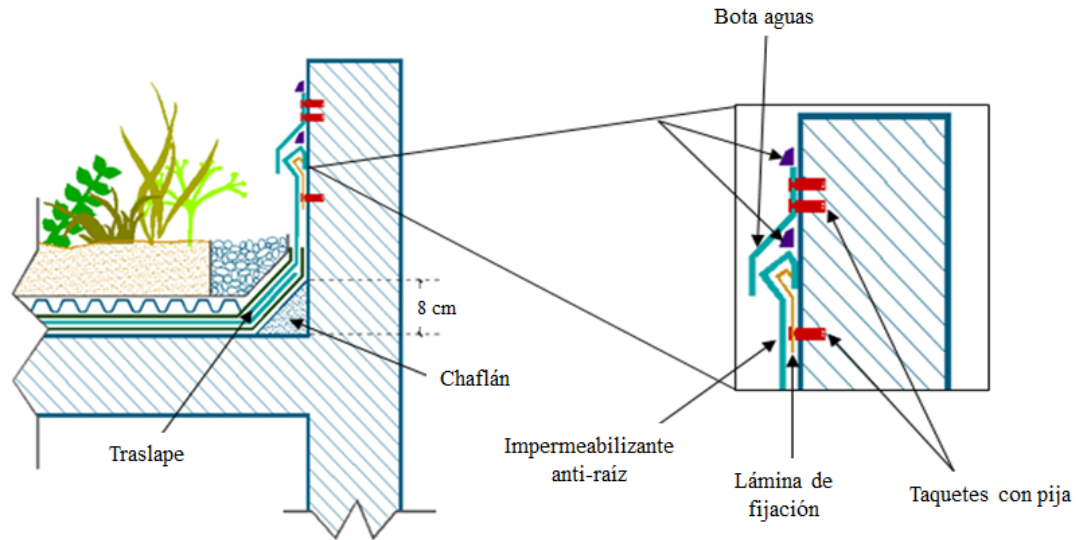


Figura 7. Impermeabilización con láminas de PVC, propileno-etileno o similares en puntos de encuentro con pretiles y elementos emergentes perimetrales.

El tratamiento en puntos de encuentro con tubos y conductos que penetren desde la cubierta hacia el interior de la edificación deberá ser conforme a lo indicado en la Figura 8.

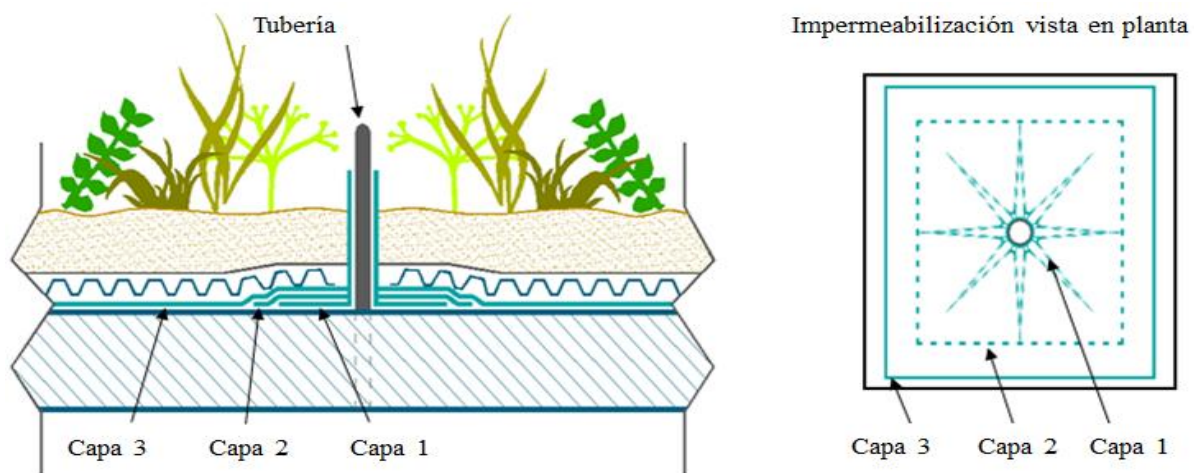


Figura 8. Impermeabilización y refuerzos en puntos de encuentro con tubos y conductos que penetren desde la cubierta hacia el interior de la edificación.

Capa 1: Se debe cortar en forma de estrella cuidando que no se desprendan las pestañas sobrantes; estas pestañas se pegan al tubo de modo que lo forren y la estrella queda unida directamente sobre la losa (Ver Figura 8, Impermeabilización vista en planta).

Capa 2: Se corta un cuadro de impermeabilizante anti-raíz de dimensiones suficientes para cubrir la capa 1, se le hace el corte necesario para que pase el tubo y se une a la losa cubriendo la capa 1.

Capa 3: Es la capa de impermeabilizante anti-raíz que cubre toda la superficie de la cubierta y se debe colocar de modo que rodee la tubería lo más pegado posible y cubra las capas 1 y 2.

Nota: Todas las capas deberán ser del mismo tipo de impermeabilizante anti-raíz.

En los puntos de encuentro con bajadas de agua, la membrana impermeabilizante anti-raíz deberá contar con un refuerzo como se muestra en la Figura 8. Tanto el refuerzo como el impermeabilizante deberán cortarse en forma de estrella en todo el diámetro de la sección circular de la bajada de agua y las pestañas se unirán a la losa. Las pestañas deberán quedar de forma que se complementen y cubran la totalidad de la sección circular del desnivel de la bajada de agua.

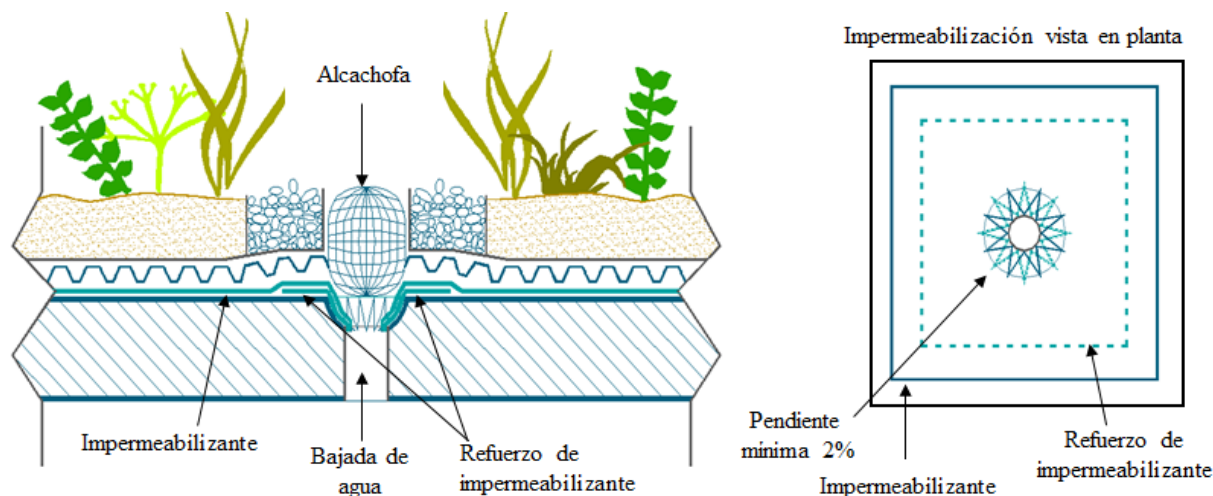


Figura 9. Impermeabilización y refuerzo en puntos de encuentro con bajadas de agua.

La colocación del impermeabilizante anti-raíz deberá ser continua en toda la superficie, incluidas las áreas bajo equipos existentes.

Para revisar especificaciones sobre procedimientos constructivos con diferentes materiales para la impermeabilización ver ANEXO A y ANEXO B.

8.7.1. PROCESO DE VERIFICACIÓN DE ESTANQUIDAD DE LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE ANTI-RAÍZ

Antes de seguir con la instalación de las demás capas de los sistemas de naturación se deberán considerar los procesos que garanticen la estanquidad de la membrana impermeabilizante anti-raíz. Estos procesos deberán realizarse con las precauciones pertinentes para evitar el desgarre o cualquier tipo de lesión en la membrana, los pasos a seguir son:

- a) Limpieza de la superficie;
- b) Examen visual para verificar el correcto sellado de los traslapes y uniones con los pretiles y elementos singulares de la cubierta; y
- c) Prueba de estanquidad con agua: Se realiza taponando totalmente los desagües de la cubierta y aplicando una columna de agua de 10 cm de altura la cual se dejará durante 48 horas; pruebas de sistemas electrónicos de detección de fugas o cualquier otra prueba que garantice la estanquidad del impermeabilizante.

Cualquier defecto observado deberá comunicarse por escrito al responsable de la instalación para que realice las medidas correctivas pertinentes.

8.7.2. PROTECCIÓN PESADA DE LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE ANTI-RAÍZ

La protección pesada de la membrana impermeabilizante anti-raíz está constituida por un elemento puesto en obra tal como el sustrato, la grava, baldosas o losas, y debe ser estable y resistente a la humedad, la intemperie y los esfuerzos mecánicos.

En las zonas perimetrales, caminos de circulación y encuentros con elementos verticales es necesario utilizar gravas, baldosas o losas como protecciones pesadas.

Protección pesada con sustrato: Se construye colocando sobre la membrana impermeabilizante anti-raíz una capa drenante con las características descritas en el numeral 8.8., sobre la cual se coloca una capa filtrante (descrita en el numeral 8.9.) la cual recibirá a la capa de sustrato (ver numeral 8.10.) y finalmente, colocando la capa de vegetación.

Protección pesada con grava: Se utiliza en zonas sin vegetación cuya pendiente sea menor al 5% y la grava empleada deberá ser de canto rodado, cribada y lisa; además, deberá estar limpia y libre de sustancias extrañas. El tamaño mínimo de la grava debe ser de 12 mm y deberá formar una capa de 5 cm de espesor mínimo.

Protección pesada con baldosas o con losas: Se utilizan en zonas sin vegetación y deben colocarse sueltas o recibidas con mortero de cemento sobre una capa complementaria extendida sobre la membrana impermeabilizante anti-raíz. Cuando se utilicen losas colocadas sobre soportes que puedan dañar la membrana impermeabilizante anti-raíz, se colocará una capa de protección antipunzonante entre los soportes y la membrana. La colocación de losas deberá permitir en todos los casos el libre paso del agua.

8.8. CAPA DRENANTE (MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS)

La capa drenante se coloca entre la membrana impermeabilizante anti-raíz y la capa filtrante, su función es recibir las precipitaciones excedentes en toda la superficie y conducirlas hacia los desagües de la cubierta; además funciona como protección mecánica de la superficie. Esta capa sirve también como espacio útil para las raíces y puede servir para almacenar agua.

La capa drenante debe seleccionarse de tal manera que pueda desalojar al menos una pluviometría de 2 l/min x m² de intensidad (300 l/s x ha); para ello, se considerarán el tipo de sistema de naturación, la superficie total que cubren los desagües, la pendiente de la cubierta y la pluviometría de la zona.

Materiales y características para la capa drenante

Para la conformación de la capa drenante se deberá emplear alguno de los siguientes elementos:

- a) Láminas de fibras sintéticas, polipropileno;
- b) Placas drenantes de fibras textiles recicladas;
- c) Placas drenantes de polietileno;
- d) Placas drenantes de poliestireno; o
- e) Cualquier otro que garantice las características descritas en este apartado.

Para la capa drenante se utilizarán materiales con las características siguientes:

- a) Con estructura duradera y estable;
- b) Estabilidad de forma y función;
- c) Lo más ligeros posible;
- d) Inocuo para la vegetación (contenido en sales y en carbonatos solubles); y
- e) Química y físicamente estables.

8.9. CAPA FILTRANTE

En los sistemas de naturación para superficies, se deberá colocar una capa filtrante entre el dren y el sustrato para evitar el paso de las partículas finas de éste; las cuales podrían taponar la capa drenante.

Esta capa debe colocarse sobre la superficie total de la capa drenante con un traslape mínimo de 15 cm. La capa filtrante, para efectos de conformación de las distintas áreas, deberá sobresalir mínimo 10 cm por encima de la superficie del sustrato o banda lateral en el borde de la cubierta y en su encuentro con elementos emergentes. Una vez concluidos los trabajos de plantación, deberá recortarse la capa filtrante al nivel del sustrato.

Características de la capa filtrante:

- a) Compatible con los materiales con que esté en contacto;

- b) Con permeabilidad al agua 10 veces superior a la del sustrato;
- c) De estructura duradera y estable;
- d) Imputrescible;
- e) Permisible al crecimiento de raíces;
- f) Resistente a la tensión y compresión;
- g) Resistente a la intemperie;
- h) Resistente a microorganismos; y
- i) Resistente a pH extremos.

La capa filtrante deberá ser siempre permeable en ambos sentidos, permitiendo el paso de agua al menos en $2 \text{ l/min} \times \text{m}^2$ y tener un peso mínimo de 200 g/m^2 . En los desagües se debe utilizar una capa de menor peso, pero no inferior a los 120 g/m^2 .

8.10. CAPA DE SUSTRATO

La capa de sustrato de los sistemas de naturación tiene como función servir de soporte físico a la capa de vegetación, suministrándole los nutrientes, el agua y el oxígeno necesarios. Además, es en donde se desarrollan las raíces de la planta.

El espesor de esta capa está directamente relacionado con las necesidades del volumen radicular de las especies seleccionadas y con las condiciones microclimáticas de la zona, particularmente con la demanda de evapotranspiración, y debe ser de 10 cm como mínimo.

8.10.1. MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS PARA LA CAPA DE SUSTRATO

Los materiales adecuados para la conformación de la capa de sustrato son:

- a) Mezcla de partículas minerales con materia orgánica;
- b) Partículas minerales de estructura porosa (piedra volcánica, piedra pómez, arcilla expandida, entre otros);
- c) Placas de tejidos industriales (lana de roca mineral); y
- d) Otros elementos inertes.

Estos materiales deberán contar con la ficha técnica correspondiente.

Para mejorar alguna característica de la mezcla de sustrato, se pueden utilizar los siguientes materiales adicionales:

- a) Acolchados de materia orgánica;
- b) Fertilizantes orgánicos y minerales de liberación lenta;
- c) Partículas minerales porosas de alta estabilidad; y
- d) Productos fijadores y retenedores de agua.

La capa de sustrato deberá proporcionar a la planta el soporte y los nutrientes necesarios, según el sistema de naturación y la vegetación seleccionados, considerando para ello las siguientes características de los elementos de la mezcla:

- a) pH;
- b) Capacidad de intercambio catiónico;
- c) Conductividad eléctrica;
- d) Contenido de material mineral;
- e) Contenido en materia orgánica de origen natural;
- f) Combustibilidad;
- g) Capacidad de compactación;
- h) Contenido de caliza activa;
- i) Capacidad de rehumectación adecuada (en relación a las necesidades de la vegetación);
- j) Capacidad de retención de agua adecuada (en relación a las necesidades de la vegetación);
- k) Estabilidad de sus propiedades;
- l) Homogeneidad;
- m) Salinidad;
- n) Libre de fitotoxicidad residual; y

ñ) Libre de patógenos vegetales.

Además, la capa de sustrato deberá ser lo más ligera posible siempre que garantice la satisfacción de las necesidades de la vegetación. La descomposición biológica y compactación de la capa de sustrato deberán ser mínimas, por lo que deberá estar constituida en su mayoría de componentes inorgánicos. Los componentes minerales de la capa de sustrato no deberán dispersarse y deberán conservar su estructura.

En los sistemas extensivos la mezcla de sustrato deberá estar conformada por lo menos en un 70% por material poroso con un diámetro preponderante de 3.2 mm; en los sistemas intensivos el material poroso deberá constituir mínimamente el 50% de la mezcla y en los semi-intensivos constituirá entre el 60% y el 90%.

Cuando la capa de sustrato se encuentre expuesta a vientos intensos, deberá protegerse contra la erosión hasta que quede cubierta totalmente por la vegetación.

Al término de los trabajos de colocación del sustrato, los residuos, producto de la limpieza del sitio, deberán ser depositados y manejados conforme a lo establecido en la normatividad vigente aplicable.

8.11. CAPA DE VEGETACIÓN

En los sistemas de naturación extensiva, es necesario plantar una variedad de plantas que requieran poco mantenimiento, que puedan adaptarse a las condiciones extremas del lugar de plantación y que permitan obtener una cobertura de vegetación rápida y duradera. Las condiciones generales que deberá soportar la vegetación en este sistema son:

- a) Alta radiación solar (cuando la vegetación esté dispuesta horizontalmente u orientada hacia el sol);
- b) Escaso volumen de suelo (predominantemente mineral);
- c) Largos periodos de sequía;
- d) Temperaturas extremas; y
- e) Condiciones de mínimo mantenimiento.

Para que la capa de vegetación pueda soportar estas condiciones deberán usarse agrupaciones vegetales cuyas condiciones se asemejen a las anteriormente descritas y que se encuentren adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona.

8.11.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CAPA DE VEGETACIÓN

La vegetación utilizada en los sistemas de naturación extensiva deberá tener sistemas radicales de poca profundidad, con buena capacidad de regeneración y con una altura de crecimiento menor a 50 cm. Las especies vegetales deberán cumplir con el máximo posible de los requerimientos siguientes:

- a) Con un desarrollo tapizante rápido y duradero;
- b) Resistentes a la acción del viento;
- c) Resistentes a largos periodos de sequía;
- d) Resistentes a las temperaturas extremas de la zona;
- e) Resistentes a los niveles de contaminación de la zona urbana;
- f) Resistentes a radiaciones solares elevadas;
- g) Metabolismo C-4; y
- h) Metabolismo CAM “Crasulacean Acid Metabolism”.

Con fines orientativos y no restrictivos se enlistan a continuación algunos grupos de vegetación que suelen adaptarse adecuadamente a estas condiciones:

- a) Césped y pastos silvestres;
- b) Plantas cespitosas;
- c) Plantas herbáceas;
- d) Plantas subarborescentes;
- e) Plantas suculentas; y
- f) Plantas perennes.

No se podrá usar una sola especie vegetal en este sistema, sino agrupaciones vegetales adaptadas a cada biotipo y a las condiciones particulares de cada edificación. Deberán considerarse diferentes agrupaciones de vegetación a fin de favorecer la viabilidad y la biodiversidad del sistema.

8.11.2. CAPA DE VEGETACIÓN EN LOS SISTEMAS DE NATURACIÓN SEMI-INTENSIVAS

La vegetación apta para los sistemas de naturación semi-intensivas incluye una gran variedad de especies y presenta características intermedias entre las naturaciones extensivas y las intensivas. En términos generales, se puede decir que una naturación semi-intensiva puede incluir suculentas, pastos y arbustos, dependiendo del nivel de cuidados que se pretenda dar a la vegetación. Sin embargo, no es factible incluir árboles en este tipo de sistemas.

Dado que la elección de la vegetación en naturaciones semi-intensivas presenta características intermedias entre las naturaciones extensivas y las intensivas, no se tratarán de forma directa sino que se inferirá de los numerales 8.11.1. y 8.11.3.

8.11.3. CAPA DE VEGETACIÓN EN LOS SISTEMAS DE NATURACIÓN INTENSIVAS

En los sistemas de naturación de tipo intensivo se considera que es posible utilizar cualquier tipo de vegetación, siempre y cuando, no sea nociva para la salud humana o de reproducción restringida. Se pueden incluir plantas utilizadas en naturaciones extensivas, así como plantas que requieran mantenimiento y cuidados constantes, por ejemplo, plantas de ornato, pastos, arbustos, subarbustos y árboles, entre otros. Se deberán respetar las dimensiones y características descritas en el numeral 8.3. Sin embargo, se obtendrán mejores resultados en los sistemas de naturación si la vegetación seleccionada cumple con las características siguientes:

- a) Con un desarrollo rápido;
- b) Resistentes a la acción del viento;
- c) Resistentes a las temperaturas extremas de la zona;
- d) Resistentes a los niveles de contaminación de la zona urbana;
- e) Resistentes a radiaciones solares elevadas; y
- f) Adaptada al clima y microclima de la zona.

Una condicionante que deberá atenderse para escoger la vegetación que se utilizará en un sistema de naturación intensiva, es que la altura de crecimiento de la vegetación no podrá exceder los 400 cm medidos a partir del cuello de la raíz y hasta la altura máxima del follaje y que, en caso de que la vegetación seleccionada tienda a exceder la altura mencionada, se deberá controlar su crecimiento con podas periódicas.

La capa de vegetación en todos los casos anteriores deberá cubrir al menos el 70% de la superficie del sistema de naturación y no deberá incluir especies invasoras ni exóticas.

En todos los casos anteriores, deberán presentarse los planos de arquitectura de paisaje.

8.12. SUMINISTRO Y PLANTACIÓN

Para el establecimiento de la capa de vegetación, se podrán utilizar algunos de los siguientes materiales vegetativos:

- a) Plántulas;
- b) Propágulos vegetativos;
- c) Semillas;
- d) Tapices vegetales precultivados; o
- e) Plantas, arbustos y árboles.

En caso de utilizar plántulas o propágulos vegetativos, deberá existir un equilibrio entre la parte aérea y la parte subterránea de las plantas suministradas. Éstas deberán ser sanas, para que no peligren el arraigo y su desarrollo futuro en las condiciones del sistema.

En caso de que el suministro de planta sea en envase, la extracción total deberá ser sin adherencias a las paredes del mismo. Toda planta suministrada deberá contar con un cepellón bien formado y consistente, no se deberán establecer plantas con la raíz desnuda y las plantas utilizadas deberán tener por lo menos un mes y medio de establecidas.

Para el momento de plantación, se sugiere utilizar enraizadores o ingredientes activos biológicos que fomenten el sano desarrollo radicular de la vegetación.

Asimismo, deberán tenerse en cuenta las siguientes características de la vegetación a plantar:

- a) Planta visiblemente vigorosa;
- b) Follaje del color característico para la especie sin pigmentación artificial;
- c) Sistema radicular bien desarrollado, con un cepellón estabilizado y compacto;
- d) La raíz no deberá presentar daños o malformaciones;
- e) Las plantas deberán tener por lo menos mes y medio de desarrollo; y
- f) La planta que presente daño en el sistema radicular o que venga con la raíz desnuda, no podrá ser sujeto de plantación.

Las plantas deberán ser producidas en vivero y no obtenidas de áreas naturales. La empresa proveedora de la planta deberá cumplir con lo establecido por la Ley Federal de Sanidad Vegetal, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal y las disposiciones vigentes al respecto.

Una vez finalizada la plantación deberá realizarse un riego de saturación.

8.13. CRITERIOS PARA LA NATURACIÓN DE CUBIERTAS QUE CUENTEN CON SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y/O FOTOTÉRMICOS

Cuando se desee naturar una cubierta que cuente con sistemas de captación solar fotovoltaicos o fototérmicos deberán atenderse las siguientes especificaciones:

- a) Las celdas de captación solar deberán colocarse de forma que queden por lo menos 20 cm por encima del nivel de sustrato, o bien, en zonas de la cubierta que no cuenten con vegetación;
- b) Los soportes para las celdas deberán ser impermeabilizados en los puntos de contacto con la losa o cubierta conforme a lo estipulado en el numeral 8.7. considerándolos como elementos que penetran la cubierta (ver Figura 8); y
- c) La vegetación deberá colocarse a una distancia que garantice a largo plazo que no haya proyección de sombra sobre los paneles solares.

Nota: En caso de que la instalación de celdas solares exista previo a los trabajos de los sistemas de naturación, deberán realizarse las modificaciones necesarias para que se cumpla con las especificaciones mencionadas.

8.14. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE SEGURIDAD DURANTE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos realizados sobre la superficie deberán cubrir las medidas de seguridad establecidas en la legislación, el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Normas Oficiales Mexicanas relativas a seguridad, protección civil, salud y demás disposiciones aplicables en materia de prevención de accidentes.

En presencia de lluvia o vientos intensos deberán suspenderse los trabajos y retirar o asegurar los materiales y herramientas que puedan representar un riesgo bajo dichas condiciones.

Los árboles de las superficies del sistema de naturación intensivo deberán colocarse con una separación respecto a la orilla de la cubierta de por lo menos el radio de la copa más 1 m, medido a partir del tronco. El radio de la copa del árbol deberá considerarse conforme al radio máximo alcanzable por la especie de árbol que se trate.

9. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de naturación y la máxima vida útil del mismo, una vez construido, se deben realizar trabajos de inspección y mantenimiento de forma periódica. Asimismo, se deberá establecer un plan y un calendario de trabajo que considere los siguientes rubros.

9.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los trabajos de supervisión y mantenimiento de los elementos constructivos deberán realizarse por lo menos dos veces al año para los sistemas de naturación y en ellos se deberán llevar a cabo las operaciones siguientes:

- a) Revisión y limpieza de los sumideros, bajadas de aguas y/o desagües relacionados con el sistema de desalojo de agua del sistema de naturación;
- b) Revisión de los elementos de albañilería relacionados con el sistema de desalojo de agua de la naturación;
- c) Revisión física y visual del estado del soporte estructural y los elementos portantes; y
- d) Revisión física y visual de la no existencia de filtraciones de agua al interior de la edificación.

Estos trabajos deben programarse dos semanas antes de la época de lluvias para la primera visita y al finalizar la temporada de lluvias para la segunda visita.

Los sistemas de naturación deberán ser accesibles para la realización de estos trabajos y para permitir el traslado de materiales desde y hacia ellos.

Si se encuentra alguna anomalía de los elementos mencionados se deberá proceder de inmediato a la aplicación de las medidas correctivas correspondientes que garanticen el correcto funcionamiento del sistema de naturación. Dichas medidas correctivas deberán ser realizadas por personal calificado y deberán cubrir las medidas de seguridad establecidas en la legislación y Normas Oficiales Mexicanas relativas a seguridad, protección civil, salud y demás disposiciones aplicables en materia de prevención de accidentes.

9.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CAPA DE VEGETACIÓN

Las plantas no deseadas que aparezcan, especialmente durante los primeros meses posteriores a la instalación del sistema de naturación, deberán ser eliminadas manualmente.

Es preciso considerar que algunos tipos de vegetación que surgen en los sistemas de naturación de forma adventicia pueden ser deseables, ya que incrementan la diversidad florística del sistema; en estos casos se conservará dicha vegetación.

Cuando la cobertura vegetal ha superado el 85% tras la fase de plantación, las visitas deberán ser dos veces al año como mínimo.

En caso de pérdida de vegetación deberán llevarse a cabo trabajos de replantación preferentemente al inicio de la temporada de lluvia.

9.3. RIEGO

Para la realización de los trabajos de riego se debe cuidar que el agua llegue suavemente a la superficie del sistema de naturación en forma de lluvia fina o con un sistema de riego por goteo y/o micro aspersión que no exceda la capacidad de absorción del sustrato para evitar la escorrentía superficial del agua.

En inmuebles y/o complejos arquitectónicos que cuenten con sistemas de captación de agua pluvial, agua tratada o plantas de tratamiento de aguas; los riegos deberán realizarse con agua proveniente de éstas.

Una vez establecida el área naturada, se deberá asegurar su conservación, garantizando la disponibilidad de agua para el riego de las plantas establecidas. Preferentemente se deberá utilizar agua tratada, que cumpla con la normatividad vigente.

Posterior a los trabajos de plantación, será necesario un riego. La dosis de dicho riego variará en relación a las características de la capa de sustrato y de la época del año en que se realicen los trabajos.

La superficie que cuente con capa vegetal deberá regarse regularmente durante la época de estiaje (aproximadamente cada tercer día) hasta que se alcance una cobertura vegetal del 85% tras la fase de plantación.

En los sistemas de naturaciones extensivas, una vez alcanzada la cobertura deseada se limitaran los riegos a dos veces por año durante la época de sequía salvo en ocasiones excepcionales en que la vegetación requiera un riego más intenso para su supervivencia.

En los sistemas de naturaciones intensivas y semi-intensivas la frecuencia de los riegos, una vez que se alcance una cobertura vegetal del 85% tras la fase de plantación, se determinará en relación al tipo de sustrato y vegetación elegida.

9.4. ABONADO Y ADICIÓN DE SUSTRATO

Para la adecuada ejecución del abonado se deberán garantizar los niveles adecuados de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y microelementos de manera uniforme en toda la superficie del sustrato con capa de vegetación.

Es recomendable el uso de abonos de liberación lenta. Para sistemas de naturación con una capa de sustrato poco profunda es necesario aplicar el abono en solución.

Una vez que se ha alcanzado una cobertura vegetal del 85%, los trabajos de abonado deberán anularse, salvo en casos excepcionales en que la vegetación requiera mayores nutrientes en la capa de sustrato.

En términos generales, los trabajos de adición de sustrato deberán ser nulos salvo en aquellas ocasiones en que la vegetación requiera una capa mayor de sustrato a la establecida inicialmente o cuando se pierda una porción considerable de la capa de sustrato por efectos de viento o precipitaciones pluviales muy intensas. Esta situación es muy poco probable una vez que se ha alcanzado una cobertura vegetal superior al 85% tras la fase de plantación.

Queda estrictamente prohibido realizar adiciones de sustrato que rebasen las cargas consideradas para el análisis o cálculo estructural.

9.5. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Antes de aplicar cualquier control químico para el manejo de plagas o enfermedades deberá considerarse como primera opción la utilización de métodos de control biológico o productos de control biorracional.

En los programas de fertilización y de control de plagas y enfermedades sólo se deben utilizar productos o sustancias que cumplan con las normas ambientales locales y federales aplicables y deben ser ejecutados por personal debidamente calificado.

Cuando se lleven a cabo estos trabajos, deberán colocarse letreros con la leyenda: **“ÁREA VERDE EN TRATAMIENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES”** en las zonas en que se estén aplicando los agroquímicos, y se acordonarán las mismas con cinta plástica de color amarillo y letras negras con la leyenda **“PRECAUCIÓN”**.

9.6. PODA

Cuando la vegetación seleccionada para la naturación exceda el crecimiento deseado o el crecimiento permitido se llevarán a cabo trabajos de poda para controlar el crecimiento de la vegetación. Los restos de la poda pueden aportar a la repoblación de los sistemas de naturación mejorando la germinación de las semillas y plantas.

9.7. Los trabajos señalados del numeral 9.1. al 9.6. deberán ser registrados en una bitácora.

10. BIBLIOGRAFÍA

ASTM, (2005), E 2396 - 05 Standard Test Method for Saturated Water Permeability of Granular Drainage Media [“Falling-Head Method”] for Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States.

ASTM, (2005), E 2397 - 05 Standard Practice for Determination of Dead Loads and Live Loads associated with Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States.

ASTM, (2005), E 2398 – 05 Standard Test Method for Water Capture and Media Retention of Geocomposite Drain Layers for Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States.

ASTM, (2005), E 2399 - 05 Standard Test Method for Maximum Media Density for Dead Load Analysis of Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States.

ASTM, (2006), E 2400 - 06 Standard Guide for Selection, Installation, and Maintenance of Plants for Green Roof Systems, ASTM INTERNATIONAL, United States.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Cataluña, (1999). Cubiertas Ecológicas - Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo NTJ 11E, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Cataluña, España.

FLL- Dachbegrünungsrichtlinie, (2002). Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

Gobierno del Distrito Federal, (29 de enero de 2004), Gaceta Oficial del Distrito Federal, Décima cuarta época, No. 8-TER, (Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal), Corporación Mexicana de Impresión, S.A. de C.V., México, D.F.

Gobierno del Distrito Federal, (6 de octubre de 2004), Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo I, No. 103-BIS, Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Corporación Mexicana de Impresión, S.A. de C.V., México, D.F.

Gobierno del Distrito Federal, (6 de octubre de 2004), Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo II No. 103-BIS, Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Corporación Mexicana de Impresión, S.A. de C.V., México, D.F.

Minke, Gernot, (2004). Techos verdes – Planificación, ejecución, consejos prácticos, Fin de Siglo, Uruguay.

Sociedad Española de Ciencias Forestales, (2005). Diccionario forestal, Ediciones mundi-Prensa. España.

Velazquez, Linda, S. (2005). Organic Greenroof Architecture: Design Considerations and System Components, Wiley Periodicals, Inc. Environmental Quality Management.

Velazquez, Linda, S. (2005). Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millennium, Wiley Periodicals, Inc. Environmental Quality Management.

11. OBSERVANCIA

Corresponderá a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, a través de la Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental, verificar el cumplimiento de la presente Norma Ambiental. Para tal efecto, en el ejercicio de sus facultades, la Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental podrá coordinarse, en lo conducente y de ser el caso, con las demás autoridades competentes en la materia.

Las personas que instalen sistemas de naturación en la Ciudad de México, deberán conservar, disponibles en todo momento para verificación de la Secretaría del Medio Ambiente, la descripción del proyecto; memoria de cálculo y diseño, manuales de operación y mantenimiento; y demás especificaciones técnicas del sistema de naturación respectivo, mientras el sistema de naturación se encuentre en funcionamiento.

La Secretaría establecerá los lineamientos y/o procedimientos administrativos para autorizar la instalación y/o construcción de sistemas de naturación en la Ciudad de México, atendiendo a los requerimientos mínimos de calidad y seguridad establecidos en la presente Norma Ambiental.

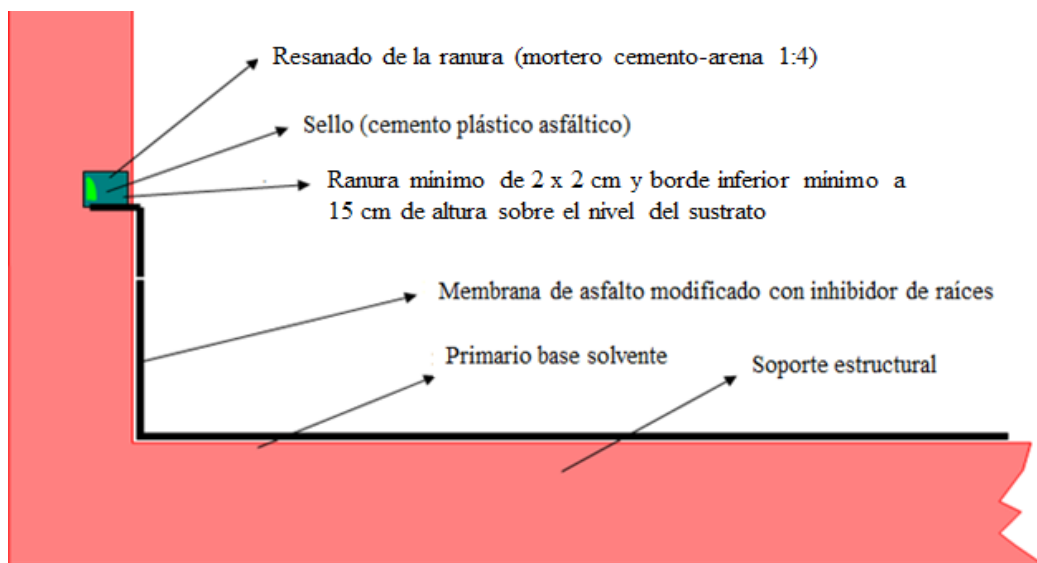
12. VIGENCIA

Esta Norma Ambiental entrará en vigor al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

ANEXO A

COLOCACIÓN DE MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES ANTI-RAÍZ DE BASE ASFÁLTICA

- a) Deberá llevarse a cabo una limpieza general del sitio.
- b) Antes de aplicar el impermeabilizante anti-raíz, en todos los casos es necesario aplicar un primario asfáltico en toda la superficie, incluyendo el canto perimetral de la losa. El primario de base solvente se requiere para eliminar el polvo y sellar la porosidad de la superficie. Se requiere un período de secado mínimo de 24 horas.
- c) Para la colocación de la membrana impermeabilizante anti-raíz deberá utilizarse gas butano empleando sopletes especiales, para este tipo de material.
- d) La colocación de los lienzos debe realizarse en forma paralela al borde del techo, desde la parte más baja hacia la parte central del techo (principio de teja), respetando la pendiente de la superficie y el escurrimiento natural del agua.
- e) Para mejorar la adherencia del material y adecuar la colocación del impermeabilizante anti-raíz a la forma del techo se deberán sobreponer los rollos, y aplicar fuego al desenrollarlos; posteriormente, es necesario regresar a efectuar el sellado del traslape.
- f) La aparición de un hilo negro de aproximadamente 1 cm será un indicador de que el traslape ha sido efectuado correctamente, simultáneamente se colocará la hojuela sobre el traslape.
- g) El impermeabilizante anti-raíz deberá cubrir en su canto horizontal al pretil si éste es menor a 25 cm de altura, en caso contrario, deberá realizarse una ranura de 2 x 2 cm a una altura de 15 cm sobre el nivel estimado del sustrato. En dicha ranura se rematará el faldón contra esfuerzos de tensión y será resanado con mortero de cemento-arena 1:4 (Ver Figura 10 para todos los incisos de este Anexo).



Nota: No ranurar elementos estructurales

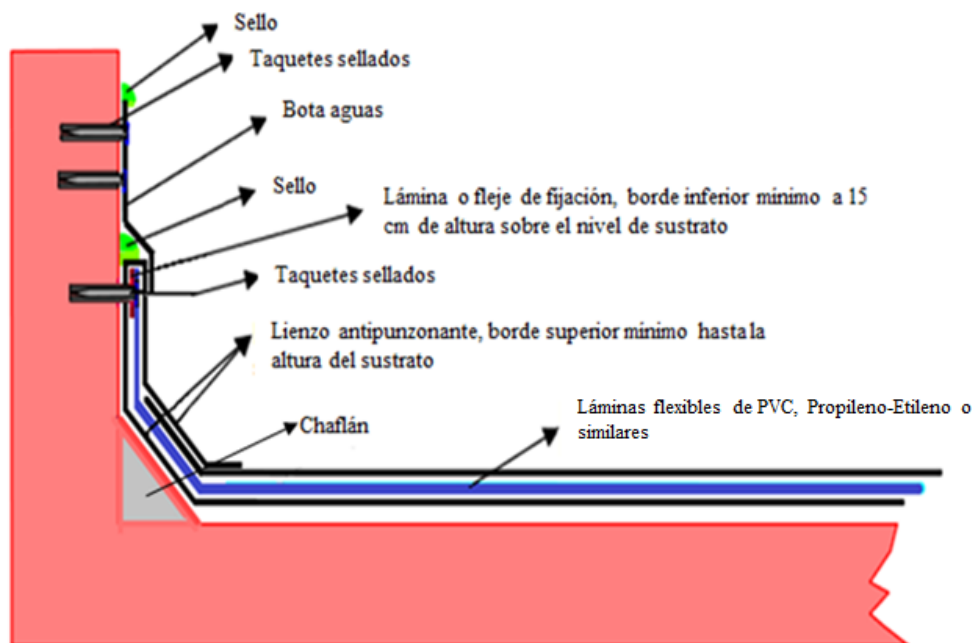
Figura 10. Esquema de fijación de membrana asfáltica a pretils, muretes y similares.

ANEXO B

COLOCACIÓN DE MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES ANTI-RAÍZ A BASE DE PVC, PROPILENO-ETILENO O SIMILARES

- a) Deberá llevarse a cabo una limpieza general del sitio.
- b) Colocar una capa de protección antipunzonante.
- c) Se colocarán flejes de fijación en el perímetro del pretil y elementos singulares (ver Figura 11), a una altura mínima de 15 cm sobre el nivel estimado del sustrato.
- d) Se deberá colocar otro fleje de fijación sobre la superficie horizontal a fin de anular esfuerzos de tensión.

- e) Colocar las láminas de impermeabilizante anti-raíz y unir las por termofusión al fleje de fijación sobre la superficie horizontal. Los traslapes entre láminas de impermeabilizante anti-raíz deberán ser sellados con PVC líquido.
- f) Unir por medio de un faldón el fleje de fijación del pretil o de elementos singulares a la lámina fijada en forma horizontal.
- g) Se deberá sellar el espacio entre el fleje de fijación y el pretil con un material flexible de un mínimo de 200% de elongación.
- h) Se deberá colocar una capa de protección antipunzonante con la finalidad de proteger las láminas de impermeabilizante anti-raíz durante la instalación del resto del sistema de naturación.
- i) Se debe colocar un bota aguas para prolongar la vida útil del impermeabilizante anti-raíz.



Nota: No ranurar elementos estructurales.

Figura 11. Esquema de fijación de láminas de PVC, propileno-etileno o similares a pretilos, muretes y similares.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Publíquese el presente Aviso en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

SEGUNDO.- Una vez que entre en vigor la presente Norma Ambiental, se deja sin efectos la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-013-RNAT-2007, que establece las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 24 de diciembre de 2008.

Dado en la Ciudad de México, a los veintinueve días del mes de noviembre del año dos mil dieciocho.

(Firma)

M. EN C. TANYA MÜLLER GARCÍA
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y PRESIDENTA DEL
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL