

# NOTA TÉCNICA #6

## **Relleno estructural de concreto reciclado**

Requisitos de diseño para estructuras termoplásticas:

1. El diseño estructural debe evaluar cargas vivas de corto plazo, cargas de mediano plazo y cargas de suelo de largo plazo.
2. Los materiales utilizados deben proveer propiedades necesarias de corto, mediano y largo plazo.
3. El diseño estructural lo deben completar expertos en el campo de la interacción entre estructuras y suelos.
4. El producto debe diseñarse y fabricarse de acuerdo con importantes normativas.
5. El diseño estructural del sistema subterráneo debe de estar de acuerdo con las normativas que un ingeniero especialista espera a cargas de suelos.

## **Generalidades**

Aquí se resumen los componentes clave de diseño estructural y las normas para las estructuras termoplásticas en el subsuelo. Aunque el enfoque de esta guía se dirige a los sistemas de cámaras, los principios se aplican a la categoría más amplia de productos subterráneos de diversas formas estructurales y propiedades de los materiales.

## **Diseño estructural de un sistema termoplástico en el subsuelo**

El objetivo del diseño estructural es asegurar un factor de seguridad adecuado sobre la vida de servicio para el sistema subterráneo. La vida de servicio pretendida de un sistema de drenaje pluvial en el subsuelo varía de 20 a 100 años. Dado que los materiales termoplásticos, el polipropileno y el polietileno que se usan ahora para las estructuras en el subsuelo son muy estables en el entorno de aguas pluviales, el criterio que limita la vida de servicio es, por lo general, la estabilidad estructural de largo plazo.

El beneficio principal de los sistemas en el subsuelo es facilitar superficies pavimentadas adicionales para estacionamiento o flujo de tráfico. Para dichas aplicaciones, donde la seguridad del público tiene una importancia primordial, no es suficiente la “supervivencia estructural”, es decir, la ausencia de fallas. Para que un diseño sea seguro, se deben demostrar los factores de la seguridad estructural durante la vida de servicio del proyecto, para que tomen en cuenta las incertidumbres en la carga, la instalación y el desempeño del material. Los procedimientos de diseño de AASHTO exigen factores de carga de 1.75 para cargas vivas que tomen en cuenta los efectos de impacto y la presencia de cargas múltiples o de sobrepesos, y de 1.95 para cargas de suelo en alcantarillas subterráneas.

Existen dos componentes para asegurar el desempeño de largo plazo de cualquier producto estructural:

- 1) El producto debe estar diseñado, probado y fabricado para cumplir con normas de gran importancia.
- 2) El sistema debe estar diseñado para cumplir con normas de gran importancia. ASTM y AASHTO, las normas más confiables y respetadas disponibles, han desarrollado normas para estructuras subterráneas. Material de 1 semana.

# NOTA TÉCNICA #6

Propiedades de corto plazo, propiedades de mediano plazo, propiedades de largo plazo, esfuerzo y deflexión

Los productos termoplásticos subterráneos deben estar diseñados para cumplir con tres condiciones: 1) cargas vivas de corta duración en instalaciones someras 2) cargas sostenidas mínimas de 1 semana y 3) cargas permanentes de tierra. La duración de la carga es un criterio clave para el diseño de estructuras termoplásticas, puesto que la “resistencia aparente” y la rigidez disminuyen con una duración cada vez mayor de la carga. Para el diseño de la carga viva, el producto termoplástico debe ser capaz de resistir la carga dinámica de los vehículos en movimiento. El diseño de la carga intermedia requiere que el producto termoplástico resista cargas sostenidas de 1 semana que provengan de cargas estacionadas de gran tamaño. El diseño de la carga intermedia se basa en cargas con duración de 1 semana y en propiedades del material de 1 semana.

1 AASHTO es la Asociación Americana de funcionarios Estatales de Carreteras y del Transporte  
2 ASTM / ASTM International es la Sociedad Americana de Prueba de Materiales.

Las cargas muertas tienen una duración y una magnitud permanentes. Para el diseño de cargas muertas, el producto termoplástico debe ser capaz de resistir la carga muerta continua y mantenerse estable después de 75 años o más bajo una carga sostenida. Para los sistemas termoplásticos que usan apoyo de agregado estructural (grava), el desempeño de la estructura es una función de la capacidad de la estructura termoplástica para transmitir una parte significativa de la carga en la grava circundante (arqueado). El diseño de la carga de tierra se basa en cargas permanentes y en propiedades de largo plazo del material. Las propiedades del material que rigen el diseño de largo plazo son: ruptura por deslizamiento de tracción y módulo de deslizamiento.

Límites de esfuerzo son los esfuerzos máximos que pueden ocurrir antes de que falle la estructura. Las formas largas y esbeltas son inherentemente inestables y fallan con cargas más bajas por pandeo. Las formas anchas y planas también se pandean bajo una carga continua. El diseño para la vida de servicio de largo plazo se debe basar en cargas de larga duración, módulo de deslizamiento de largo plazo y límites de esfuerzo. Sin un soporte de suelo adecuado, las estructuras termoplásticas pueden llegar a su límite de esfuerzo y fallar.

Deflexión por lo general no es un límite de falla ni un límite de servicio para los sistemas de cámara soportados por suelo. Cuando la deflexión no está limitada por el soporte del suelo, se ha descubierto que una deflexión excesiva de las estructuras termoplásticas provoca perturbaciones en el pavimento. Sin un soporte de suelo adecuado, la deflexión es un límite de servicio para las estructuras termoplásticas.

La especificación de las normas de la industria, no solo de los productos, establece criterios objetivos y significativos de desempeño y una base de diseño respaldada.

## Normas AASHTO

Las especificaciones de diseño de puentes AASHTO LRFD es la fuente principal de las normas de diseño para la interacción entre el sueño y la estructura bajo carga de tráfico. La sección 3 de esta especificación toma en cuenta el cálculo de las cargas y la sección 12.12 toma en cuenta el diseño estructural de las estructuras termoplásticas subterráneas.

# NOTA TÉCNICA #6

La norma AASHTO:

- Asegura factores de seguridad en el diseño para cargas vivas y cargas de largo plazo.
- Provee el método de diseño para la interacción entre el suelo y la estructura.
- Asegura una vida de servicio de largo plazo diseñando según los límites de deslizamiento y esfuerzo.
- Proporciona a los ingenieros consultores una base de diseño respaldada.

## Normas ASTM

ASTM es una fuente con reconocimiento internacional de diversas normas, que incluyen: métodos de prueba, prácticas estándar y especificaciones de producto. La ASTM ha desarrollado dos normas de producto para las cámaras para agua pluvial, con designaciones ASTM F2418 (cámaras de polipropileno) y ASTM F2922 (cámaras de polietileno).

Las normas ASTM F2418 y F2922:

- Aseguran una calidad de producto uniforme en una especificación no patentada
- Establecen requisitos físicos y mecánicos para el producto terminado
- Establecen propiedades de material para corto y largo plazo para el diseño
- Requieren factores de seguridad y pruebas de validación a escala completa según AASHTO

La ASTM ha desarrollado una norma de diseño para cámaras para agua lluvia, con la designación: ASTM F2787, titulada "Práctica estándar para el diseño estructural de cámaras de pared corrugada termoplásticas."

La norma ASTM F2787:

- Se aplica a los criterios de diseño de tubos termoplásticos según AASHTO Sección 12.12 y lo aplica directamente a las cámaras.
- Incluye una carga de diseño adicional para una carga de vehículo sostenida una semana como mínimo, para tomar en cuenta los vehículos estacionados.
- Provee criterios de diseño que se pueden aplicar a diferentes resinas termoplásticas.

## Diseño de producto

El soporte de grava es un componente clave del sistema de interacción entre el suelo y la estructura. Las columnas de grava entre los componentes termoplásticos proveen las trayectorias de la carga, desde la carga en la parte de arriba hasta la cimentación en la parte de abajo. Para los diseños con estructura de grava, la grava reduce la carga que deben soportar los componentes termoplásticos y limita su deflexión y esfuerzo. Los diseños de estructuras termoplásticas subterráneas que pretenden no requerir grava estructural o que no se diseñen de acuerdo con los requisitos de AASHTO pueden tener como resultado deflexiones excesivas o fallar completamente.

Las cámaras StormTech® están diseñadas y probadas rigurosamente de acuerdo con las normas referidas para ofrecer el sistema subterráneo más confiable que se tenga disponible.