

OBJETO

Definir las características principales de los trabajos de congelación de suelos, con el fin de determinar los aspectos a tener en cuenta desde el punto de vista preventivo durante la ejecución.

CONTENIDO

Se define al suelo congelado como el suelo o roca con una temperatura por debajo de los cero grados. La definición se basa exclusivamente en la temperatura del suelo y resulta independiente de la cantidad de agua y hielo del suelo o roca.

El permafrost es el suelo cuya temperatura permanente no supera los 0°C durante todo el año. Al estrato superior se lo denomina capa activa, donde las temperaturas fluctúan por encima y por debajo de los 0°C durante el transcurso del año. El espesor de la capa activa puede variar entre 15 cm y 1m.



El uso de suelos congelados tiene diversas aplicaciones en distintas áreas de la construcción como, por ejemplo, la generación de paredes de hielo para excavaciones profundas, la estabilización de suelos en fundaciones y generación de diques, la apertura de un pozo, una galería, el recalce de una cimentación.

Todos estos usos pueden presentar una ejecución difícil o incluso imposible si el terreno donde se ha de realizar carece de la estabilidad necesaria. En estas situaciones, una solución de gran interés es la congelación del terreno, especialmente cuando se trata de zonas pantanosas.

TERMOSIFONES

Los termosifones son sistemas de fluido que circula por diferencia de densidades en un campo de fuerzas. El flujo produce a su vez un intercambio de calor entre dos fuentes.

Se pueden identificar dos partes principales en los termosifones: una sección de tránsito y otra de trabajo. En la primera es donde se llevan a cabo los procesos de generar la circulación; en la segunda tiene lugar la circulación del fluido.

En el interior de los termosifones se puede colocar un líquido o un gas; en general se utilizan líquidos debido a que las instalaciones son más simples. En ambos casos la selección del compuesto que se coloca en el interior depende de las temperaturas del lugar, del rango de temperaturas en el que se esté trabajando, de la distancia entre fuentes de calor y frío y de la escala del proyecto en general.

También se debe tener la precaución de efectuar una correcta elección del material del tubo portador, para que funcione como intercambiador de calor de manera eficiente y que no interactúe químicamente con el fluido, para evitar reacciones no previstas y el taponamiento del termosifón o la corrosión y destrucción del tubo portador.

Los termosifones pueden ser de circulación forzada o libre. Los primeros tienen un agitador, lo que produce la generación del circuito, mientras que los segundos son generados naturalmente por el cambio de densidades actuando en un campo de fuerzas.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Un termosifón extrae el calor del suelo en el que se encuentra hincado llevándolo a la superficie.

Los termosifones pueden ser de una única fase o de dos fases. En los de dos fases se produce la evaporación del líquido en la parte inferior, lo que extrae calor del suelo. El vapor a su vez se eleva

Cimentaciones especiales Suelos congelados

2/4

hacia la parte del termosifón que se encuentra en exterior (frío). Al disminuir la temperatura, el vapor se condensa y regresa a la parte inferior. Debido al cambio de fases que se produce en este tipo de termosifones se genera un gran intercambio de calor.

Los termosifones de dos fases resultan ventajosos puesto que permiten disipar grandes flujos de calor debido a la energía liberada en el proceso de evaporación y condensación. El proceso es eficiente porque el cambio de fase modifica drásticamente la densidad del fluido, mejorando así el funcionamiento y rendimiento del termosifón.

Otra ventaja es que no requieren de grandes gradientes de temperatura para que se produzca un flujo circulante. El bloqueo del termosifón se genera al salir de la temporada de frío, al elevarse la temperatura exterior el vapor ya no disminuye la temperatura, no se condensa y por lo tanto queda bloqueado el termosifón con vapor en la parte superior y líquido en la inferior.

Los termosifones de una fase funcionan por convección, se genera una diferencia de densidades debido al aumento de la temperatura en la parte inferior y a la disminución en la superior generando un flujo circulante. Estos pueden estar en fase líquida o gaseosa y el fluido que se elija debe ser estable y tener un punto de congelamiento adecuado para las temperaturas en las que se trabaja.

¿Por que se prefiere la congelación del terreno a su enfriamiento?

El enfriamiento puede producir una disminución en la resistencia de los suelos finos al aumentar la repulsión entre las partículas y causa el movimiento del agua interpartículas por efecto del gradiente térmico, lo que produce cambios en el

comportamiento del suelo que no son fáciles de controlar.

Por estas razones, todos los métodos de estabilización de suelos por enfriamiento llegan a la congelación, que queda exenta de los efectos señalados, pues en ella el agua de los poros se congela y el suelo se transforma en un conjunto rígido, de considerable resistencia.

En los suelos arenosos el agua se congela con temperaturas del orden de 0° C, pero los arcillosos pueden requerir temperaturas bastante menores.

Dicha congelación se realiza con Nitrógeno Líquido, gracias a su carácter criogénico (temperatura de ebullición a presión atmosférica: -196 °C) y facilidad de uso.

Las técnicas de congelación se han utilizado sobre todo en conexión con la construcción de cimentaciones profundas en terrenos arcillosos, esta se logra haciendo circular sustancias refrigerantes por el subsuelo.

Procedimiento:

El nitrógeno líquido se suministra en cisternas, y mediante unas sondas cilíndricas que se introducen en la tierra, se cede al terreno el máximo de frigorías. Estas sondas están concebidas para que el rendimiento térmico sea del 80% como mínimo, y puede obtenerse utilizando una o varias.

Ventajas del Nitrógeno:

Con relación a otras técnicas de congelación, aporta:

- Mayor potencia y flexibilidad para la congelación
- Posibilidad de variar la aportación frigorífica
- Tiempos de congelación mucho menores
- Infraestructura muy sencilla, dado que se reduce a las sondas y su alimentación

CAMPOS DE APLICACIÓN:

Perforación de pozos.

La zona se congela de forma anular a partir del nivel del suelo y hacia el interior efectuándose la perforación en condiciones de seguridad. Las sondas empleadas son verticales y deben mantenerse durante todo el trabajo



Cimentaciones especiales Suelos congelados

3/4

Creación de un muro de separación.

Es una variante de la perforación de pozos aplicable a los cimientos de un inmueble o de una obra de arte

Perforación de una galería

Estabilización en superficie. Suele ser de baja duración y permite el paso ocasional de maquinaria por un terreno pantanoso, por ejemplo. En tierra arcillosa con alto porcentaje de agua se puede realizar una congelación en superficie mediante bandas de rozamiento que permiten el paso de vehículos.

Se define al suelo congelado el suelo o roca con una temperatura por debajo de los cero grados. La definición se basa exclusivamente en la temperatura del suelo y resulta independiente de la cantidad de agua y hielo del suelo o roca.

SEGURIDAD Y SALUD

Además de las propias de cualquier trabajo en cimentaciones o perforaciones han de tenerse en cuenta las propias del trabajo con materiales a muy bajas temperaturas como es el caso del nitrógeno líquido, entre otras habrá que tener en cuenta:

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS**Contacto con los ojos o la piel:**

Puede provocar quemaduras por frío o congelación.

Inhalación:

En general, se debe evitar la inhalación de gases. En caso de derrame, la sustancia se evapora rápidamente formando una nube con insuficiencia de oxígeno, que puede causar asfixia rápida, pérdida de consciencia o movilidad, sin que la víctima

se haya dado cuenta y siendo incapaz de protegerse. Otros síntomas que puede causar son vértigos, salivación, náuseas y vómitos. Puede ser necesario un equipo de respiración autónoma.

PRIMEROS AUXILIOS**En caso de contacto con los ojos:**

Lavar inmediata y abundantemente con agua el ojo, mientras se mantiene bien abierto. Acudir a un médico.

En caso de contacto con la piel:

En caso de quemadura con nitrógeno líquido, curar como cualquier otra quemadura. Llamar a un médico. No frotar la parte congelada, calentarla progresivamente poniéndola contra otra parte caliente del cuerpo.

En caso de inhalación:

Salir al aire libre. Si la víctima ha perdido la consciencia o movilidad, retirarla a un área no contaminada, manteniéndola caliente y en reposo. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcionar respiración asistida, pudiéndose indicar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardio-pulmonar.

MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL**Precauciones personales:**

Evacuar el personal a zonas seguras, ventilar la zona y vigilar el nivel de oxígeno. La nube de vapor puede empeorar la visibilidad. Utilizar equipos de respiración autónoma al entrar en el área, a menos que esté probado que la atmósfera es segura.



Cimentaciones especiales Suelos congelados

4/4

Precauciones para la protección del medio ambiente:

Impedir nuevos escapes o derrames.

Prevenir la entrada en alcantarillas, sótanos, fosos de trabajo o cualquier lugar donde la acumulación pueda ser peligrosa.

Teléfono de emergencia:

La empresa dispondrá de un número de teléfono para casos de emergencia.

CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**Controles de ingeniería**

Ventilación: Usar ventilación natural o mecánica.

Equipos de detección:

Utilizar sistemas de detección de gases diseñados de acuerdo con las necesidades. Se sugiere seleccionar una escala que permita mantener el nivel de oxígeno por encima del 19.5%.

Protección respiratoria

Usar protección respiratoria como equipo de auto-contenido (SCBA) o máscaras con mangueras

de aire y de presión directa, cuando se presenten escapes de este gas o durante las emergencias. Los purificadores de aire no proveen suficiente protección.

Guantes aislantes:

Guantes largos y aislantes de frío o de cuero. Los guantes deben estar limpios y libres de grasa y aceite.

Protección a los ojos:

Es recomendable usar pantalla facial, que cubra toda la cara y anteojos ajustados de seguridad.

Otros equipos de protección:

Durante el manejo de termos, usar zapatos industriales de seguridad, camisa de manga larga y pantalones sin doblez.

Equipo contra incendios

Los socorristas o personal de rescate deben contar, como mínimo, con un equipo autónomo de respiración y protección personal completa a prueba de fuego (equipo para línea de fuego).