

CAL (Cales vivas o hidratadas para estabilización de suelos)

1. Definición

Según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes, PG-3, en su artículo 200, se definen como cales para estabilización de suelos aquellos conglomerantes constituidos principalmente por óxidos o hidróxidos de calcio (CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$) con o sin óxidos o hidróxidos de magnesio (MgO , $\text{Mg}(\text{OH})_2$) y cantidades menores de óxidos de silicio (SiO_2), hierro (Fe_2O_3) y aluminio (Al_2O_3), empleados para la construcción de carreteras (Definición del ligante según la normativa de aplicación)

2. Fabricación

La materia prima empleada son calizas o dolomías extraídas de cantera, con contenidos superiores al 95% en carbonatos, para, mediante su descarbonatación por calcinación en hornos producir la cal correspondiente.

La cantidad necesaria de materia prima para producir 1 Tm. de cal es, en valor medio, de 2 Tm. de caliza o dolomía.

Proceso: CANTERA→HORNO+TRITURACIÓN+CLASIFICACIÓN+ENSILADO Y EXPEDICIÓN

3. Clasificación y tipología

Según las características del producto fabricado, se clasifican en cales aéreas y cales hidráulicas. Para la estabilización de suelos se utilizan las cales aéreas cálcicas.

Las cales aéreas cálcicas (CL), que endurecen con el CO_2 presente en el aire, están compuestas principalmente por óxido e hidróxido de calcio y de magnesio, sin adición de materiales puzolánicos e hidráulicos.

Las cales empleadas en la estabilización de suelos, según lo definido en la norma UNE-EN-459-1, han de pertenecer a una de las dos clases siguientes:

- Cal clase I o Cales vivas, Q, constituidas principalmente por óxido de calcio (CaO), y de magnesio (MgO) producidos por calcinación de caliza.
- Cal clases II o Cales apagadas o hidratadas, S, resultantes del apagado de las cales vivas compuestas principalmente por hidróxido de calcio. $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$.

4. Características físico-químicas. Especificaciones

Las características generales de las cales a utilizar en la estabilización de suelos, cumplirán las especificaciones indicadas en la norma UNE-80502, de las cuales se resumen en los cuadros siguientes:

CLASE I. CALES VIVAS

Características	Grano	Micronizadas
Contenido en óxidos de calcio y magnesio sobre muestra calcinada (1)	> 90% MASA	
Contenido en dióxido de carbono, en el punto de fabricación	< 5% MASA	
Finura, Porcentaje acumulados retenido sobre Tamiz UNE 6,3 mm Tamiz UNE 0,2 mm	0,0% ---	0,0% < 10%
Reactividad. Temperatura mínima Cal viva con MgO < 5% Cal dolomítica MgO > 5%	> 60°C > 50°C	
El tiempo máximo para alcanzar la temperatura mínima será, en ambos casos, de 25 min.		

(1) La determinación se realizará sobre muestra previamente calcinada en horno eléctrico a 975°C \pm 25°C.

CLASE II. CALES APAGADAS O HIDRATADAS

Características	
Contenido en óxidos de calcio y magnesio sobre muestra calcinada (1)	> 90% masa
Contenido en dióxido de carbono, en el punto de fabricación	< 5% masa
Finura. Porcentaje acumulados retenido sobre Tamiz UNE 0,2 mm	< 10%

(1) La determinación se realizará sobre muestra previamente calcinada en horno eléctrico a 975°C \pm 25°C.

5. Otras características

- Para estabilizaciones de suelos, además de todo lo anterior, el contenido de óxido de magnesio (MgO) según la metodología de ensayo indicado en la norma UNE EN 459-2, deberá ser en todo caso inferior al 10% en masa.
- Cuando el contenido de óxido de magnesio (MgO), se encuentre entre 7% y el 10%, se determinará la estabilidad de volumen, según la metodología de ensayo contemplado en la norma UNE EN 459-2. El resultado obtenido, deberá cumplir las condiciones señaladas para calificarlo como "pasa" en la norma UNE-EN-459-1.
- Para cales clase II, el contenido de agua libre, según la metodología de ensayo contemplado en la norma UNE-EN 459-2 deberá ser inferior al 2% en masa.
- Las Cales para estabilización deberán presentar un aspecto homogéneo y no un estado grumoso y aglomerado.

6. Recomendaciones de uso y aplicación

- Secado y descongelación de los suelos, mediante la adición de cal viva se disminuye el contenido de agua por diferentes factores, aportación de material seco, consumo de agua en la hidratación de la cal y evaporación de agua debida a la evaporación producida por la hidratación, esta última eleva la temperatura, lo cual también favorece los casos en los cuales hay hielo presente, deshaciendo éste.
- Mejora de las propiedades geotécnicas, debido a la mezcla de la cal con el suelo, por reacciones rápidas que originan cambios físico-químicos: precipitación de calcita, carbonatación progresiva, aumento del CBR,
- Estabilización, mejora a largo plazo por cementación, aumentando la capacidad portante del suelo (según se indica en el punto anterior) con el fin de poder emplearlo en capas con más sollicitación de carga, y obtener explanadas y subbases con buenas propiedades estructurales que van incrementando con el tiempo, y las hace insensibles al agua y los ciclos de hielo-deshielo.

7. Documentación

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Carreteras y Puentes PG-3
- Normas UNE: 80502 // 459-1 // 459-2 // 459-3
- Orden FOM/891/04 de 1 marzo que modifica la Instrucción RCA-92 para la recepción de cales en obras de estabilización de suelos.