

ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO

1. Definición

Mezcla homogénea y uniforme de un suelo con cemento, y eventualmente agua, en la propia traza de la carretera para su uso en la formación de explanadas.

2. Ámbito de aplicación

Dos son los objetivos principales de esta técnica, según este orden:

- Aumentar la resistencia mecánica del suelo hasta conseguir una capacidad portante adecuada (típicamente los valores exigidos para las explanadas indicadas en la Instrucción 6.1-IC).
- Desactivar total o parcialmente la actividad de las arcillas del suelo, consiguiendo de esta forma una menor susceptibilidad al agua.

3. Resultados esperables y especificaciones

Los suelos estabilizados se clasifican en tres categorías en función de sus características mecánicas:

- S-EST1: Suelo estabilizado in situ con cal o cemento (Art. 512 PG3)
- S-EST2: Suelo estabilizado in situ con cal o cemento (Art. 512 PG3)
- S-EST3: Suelo estabilizado in situ con cemento (Art. 512 PG3)

Las propiedades mecánicas finales de los suelos estabilizados son las siguientes:

Tabla 1: Especificaciones de los suelos estabilizados in situ

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
CONTENIDO DE CAL O DE CEMENTO	% en masa del suelo seco		≥ 2	≥ 3	
ÍNDICE CBR, a 7 días (*)	-	UNE 103502	≥ 6	≥ 12	
COMPRESIÓN SIMPLE, a 7 días (*)	MPa	NLT-305	-	-	≥ 1,5
DENSIDAD (Proctor modificado)	% de la densidad máxima	UNE 103501	≥ 95(**)	≥ 97	≥ 98

(*) Para la realización de estos ensayos, las probetas se compactarán, según la NLT-310, con la densidad especificada en la fórmula de trabajo.

(**) Para la capa de coronación de la categoría de explanada E1 definida en la Norma 6.1- IC de Secciones de firme, este valor será del noventa y siete por ciento (97%).

4. Materias primas

Las características de los materiales objeto de esta técnica se describen en el artículo 512 del PG-3 "Suelos estabilizados in situ".

4.1.Cemento

Se recomienda el uso de cementos de clase resistente 22, ó 32,5 para los cementos especiales y la 32,5 par los cementos comunes. Quedan excluidos los cementos de aluminato de calcio o los obtenidos por adiciones fuera de fábrica.

Si el suelo contuviese sulfatos se emplearán cementos resistentes a los mismos.

Son frecuentes dotaciones de cemento entre el 2% y el 4% en peso sobre el suelo seco.

4.2.Suelos

De todas las características indicadas en el artículo 512 del PG-3, las más críticas son las siguientes:

- Granulometría
- Plasticidad
- Contenido en sulfatos
- Hinchamiento libre

4.3.Agua

El agua empleada en este tipo de unidades de obra cumplirá lo exigido en el artículo 280 del PG-3.

5. Maquinaria

Existen diversos tipos de maquinaria para realizar estos trabajos. La principal diferencia entre ellos radica en si se realiza la estabilización por "vía seca" o por "vía húmeda". En la "vía seca" se extiende la cal o el cemento sobre el suelo a tratar y por medio de la unidad de mezclado, que además aporta el agua necesaria para conseguir una adecuada mezcla y compactación, se distribuyen homogéneamente en el conjunto del suelo.

En la "vía húmeda", la maquinaria de producción está provista de un mezclador que permite obtener una lechada de cal o cemento que posteriormente se mezcla con el conjunto del suelo.

Además de estas máquinas, propiamente de estabilizado, se completará el equipo con motoniveladora, cuba de agua y compactador neumático.

6. Control de calidad. Ensayos de laboratorio

Desde un punto de vista de ejecución de la obra, los aspectos más importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Disponer de una fórmula de trabajo representativa de los materiales a tratar.
- No superar el periodo de trabajabilidad de las mezclas (en las mezclas con cemento).
- Dosificar adecuadamente el agua, especialmente en verano, cuando se produce una evaporación acelerada.
- Utilizar equipos de compactación adecuados al espesor a tratar, así como determinar el número preciso de pasadas. La calibración adecuada de los equipos nucleares de medida de la densidad es crítica para obtener resultados reproducibles.
- Los ensayos de control a realizar a las mezclas son el índice CBR (UNE 103 502) para los suelos estabilizados tipo 1 y 2, y la resistencia a compresión (UNE 103 501) para los suelos estabilizados tipo 3.
- Para la aceptación del suelo tratado se utiliza la determinación del módulo de compresibilidad por medio de la placa de carga (NLT 357). Los valores exigidos se indican a continuación:

Tabla 2. Clasificación de explanadas según su módulo de compresibilidad

CATEGORIA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

7. Seguridad e higiene

Deben seguirse las instrucciones de las fichas proporcionadas por el fabricante. No deben permanecer en el entorno del tajo más que las personas directamente involucradas en el desarrollo del mismo. Utilizar gorras en lugar de cascos.