HRB. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Manuel Salas Casanova (CEMOSA)
10 de octubre de 2024



AENA. ESTRATEGIA SOSTENIBILIDAD

aena aeropuertos para ti | corporativa

ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO AÉREO · ES

Sobre Aena · Filiales de Aena · Innovación · RC · Sostenibilidad ambiental · Transparencia · Trabajar en Aena · Prensa



Inicio > Corporativa > Sostenibilidad ambiental > Estrategia > Estrategia de sostenibilidad

La Estrategia de Sostenibilidad 2021-2030, está diseñada para hacer frente a los grandes desafíos y mega tendencias ESG (ambiental, social y de gobierno, por sus siglas en ingles), de forma alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (ODS).

Está compuesta por 5 programas estratégicos, enfocados a dar respuesta a los principales retos ESG identificados, que se desarrollan en 16 líneas de acción, que a su vez se despliegan en proyectos y acciones.

Para evaluar su evolución, incorpora determinados objetivos cuantitativos y KPIs específicos, que se reportan periódicamente.

AENA está muy comprometida con la sostenibilidad y, por tanto, con la circularidad

Sostenibilidad en la construcción

ESTRATEGIA SOSTENIBILIDAD DE AENA.



Los terraplenes de la T-4 (aeropuerto de Barajas) fueron fabricados con suelos estabilizados.

El fresado (RA) de las rehabilitaciones de las Pistas y Calles de Rodaje de los aeropuertos gestionados por AENA, se reutilizan en nuevas Mezclas Bituminosas y en Suelocemento para dichas Pistas y Calles de Rodaje.

SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Con la estabilización y tratamiento de suelos se aprovecha el material de la traza, se evita:

- **La generación de vertederos.**

- **El empleo de recursos naturales:** materiales de préstamos y canteras.
    - Empleo en el terraplén y explanada de materiales estabilizados de la traza de baja calidad geotécnica. (Terraplén y explanada)
- **La rotura de calles y carreteras** aledañas a la que se hace o repara, lo que ocurre en el caso de vertedero y préstamos.

- El suelocemento **se fabrica con suelos de la obra**, es más sostenible que las zahorras, material de cantera. (Capas del firme)

SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Se debe pretender, tanto para la obra nueva como para la de rehabilitación:

- Que los proyectos de construcción de infraestructura vial ya sean:
  - **Carreteras.**
  - **Calles.**
  - **Urbanizaciones.**

- Al máximo posible se reduzca el empleo de materiales naturales:
  - La cantera de una obra nueva es la traza, o el suelo de la urbanización.
  - La cantera de una reparación es la carretera/calle que se rehabilita.

SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

El PG-3 actual solo contempla para la estabilización/tratamiento de suelos la cal aérea y el cemento

Con estos conglomerantes se puede estabilizar una gran cantidad de suelos

- Se mejoran suelos finos y/o plásticos con cal aérea.
- Se estabilizan suelos granulares con cementos.

PERO:

- HAY SUELOS QUE NO PUEDEN SER ESTABILIZADOS NI CON CAL NI CON CEMENTO:

- HAY ESTABILIZACIONES CARAS Y ENGORROSAS.

SE PRECISA CONTAR CON OTROS CONGLOMERANTES: LOS HRB

SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Los CONGLOMERANTES HIDRÁULICOS PARA CARRETERAS (HRB), permiten estas estabilizaciones: las de los suelos que no pueden ser estabilizados con cal o cemento o cuando la estabilización resulta cara y engorrosa.

Los HRB se diseñan *ad hoc* para los tipos de suelos que los precisan

Los HRB están definidos en la serie normativa UNE EN 13282, disponiendo de marcado CE.

SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Con solo cementos y cales no se podría, entre otras actuaciones:

i. work STABILE

• Asegurar que se puede cumplir las exigencias del PG-3 para los tiempos de fraguado de los cementos en la estabilización y tratamiento de suelos.

i. tech STABILE

• Estabilizar suelos de baja calidad geotécnica para conseguir:
  - Explanadas de alta capacidad soporte como son el tipo E3 con un solo producto.
  - Estabilización in situ de suelos, con un solo producto, para capas de rodadura de caminos con suelos heterogéneos.

• Mejora-Estabilización «asegurada» de los suelos arcillosos margosos.

i. pro STABILE

• Estabilización de suelos que en la actualidad van a vertederos, como son los suelos plásticos con yesos.

Estabilización de suelos con cemento. HRB i. work STABILE

Autovías y urbanizaciones



Estabilización con cemento que cumpla con los tiempos de fraguado

HRB i. work STABILE

PG-3. ART. 512.2.3 Cemento. SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el principio de fraguado (norma UNE-EN 196-3) que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de 100 min.

PG-3. ART.513.2.2 Cemento. SUELOCEMENTO Y GRAVACEMENTO

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el principio de fraguado (norma UNE-EN 196-3) que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de las 2 h.

PARA LOS DOS SUPUESTOS

No obstante, si la extensión se realizase con temperatura ambiente > 30 ºC, el principio de fraguado no podrá tener lugar antes de 1 h, realizando los ensayos a una temperatura de 40 ± 2 ºC.

Estabilización con cemento que cumpla con los tiempos de fraguado

Es posible que los cementos que se empleen no cumplan con las especificaciones de inicio de fraguado estipulados por el PG-3.

Pero no se puede reclamar al fabricante del cemento porque no se garantiza en la ficha técnica de los cementos los tiempos de fraguado exigidos por el PG-3.

cemosa Ingeniería y Control

Heidelberg Materials

HRB i. work STABILE

Estabilización con cemento que cumpla con los tiempos de fraguado

El PG- 3 pide que el principio de fraguado sea > 100 minutos
CEMENTOS COMUNES LOS CEM I, II, III, IV y V

Tabla AI.1.3 Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos comunes

Clase de resistencia	Resistencia a compresión (2) UNE-EN 196-1 (N/mm²)				Tiempo de principio de fraguado UNE-EN196-3 (min)	Estabilidad de volumen UNE-EN196-3 (Expansión, mm)	Calor de Hidratación (3) (J/g)	
	Resistencia inicial		Resistencia nominal				UNE-EN 196-9	UNE-EN 196-8
	2 días	7 días	28 días				41 horas	7 días
32,5 L (1)	–	≥12,0	≥32,5	≤ 52,5	≥75	≤ 10	≤ 270	
32,5 N	–	≥16,0						
32,5 R	≥10,0	–						
42,5 L (1)	–	≥16,0	≥42,5	≤ 62,5	≥60			
42,5 N	≥10,0	–						
42,5 R	≥20,0	–						
52,5 L (1)	≥10,0	–	≥52,5	–	≥45			
52,5 N	≥20,0	–						
52,5 R	≥30,0	–						

Estabilización con cemento que cumpla con los tiempos de fraguado

El fabricante del HRB debe certificar que su conglomerante cumple las especificaciones del PG-3 de principio de fraguado:

- Principio de fraguado, según la norma UNE EN 196-3:
  - > 100 minutos. Para los suelos estabilizados in situ.
  - > 2 h. Para el suelocemento y gravacemento.

- Principio de fraguado, ensayo realizado a 40 ± 2º C, > 1 hora.

HRB i. work STABILE

ESTABILIZACIÓN EN AUTOVÍAS

AUTOVÍA A-44 Santa Fe – Las Gabias. Granada





HRB i. work STABILE

cemosa Ingeniería y Control

Heidelberg Materials

HRB i. work STABILE

ESTABILIZACIÓN EN URBANIZACIONES

URBANIZACIÓN Centro Comercial Paraíso. Marbella. Málaga.
Se estabilizó el suelo de la urbanización para su uso en la explanada



URBANIZACIÓN en Mijas. Málaga.
Se estabilizó el suelo de la urbanización para su uso en el terraplén y la explanada.



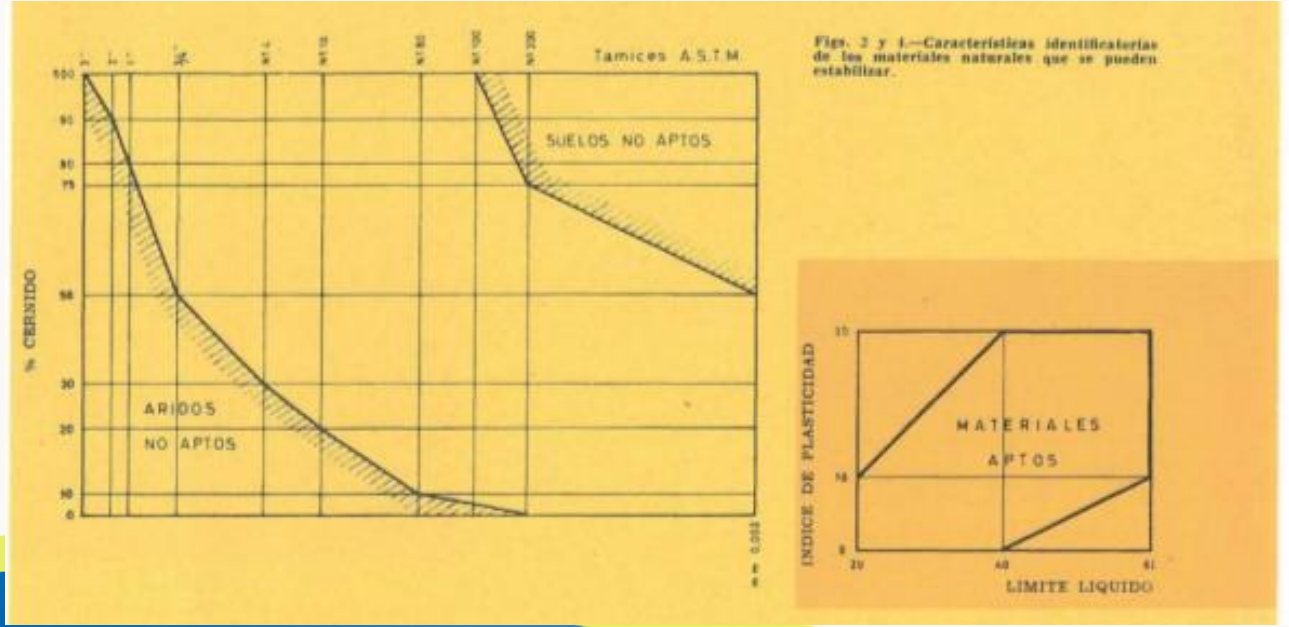
Estabilización de suelos finos y arcillosos con HRB.
i. tech STABILE

Aeropuerto de Asturias



HRB. Estabilización de suelos finos y arcillosos

En los años 60 y 70 del siglo anterior se estabilizaban suelos arcillosos con cemento



HRB. i. tech STABILE

HRB. Estabilización de suelos finos y arcillosos

Las estabilizaciones de arcillas con cemento requieren altas dosificaciones de cementos (5 - 13%)

TABLA I

TIPO DE MATERIAL NATURAL		Clasificación AASHO equivalente	Dosificación de cemento para el ensayo normal de compactación, en % del peso de material natural seco
ARIDOS			5
SUELOS *:			
Suelos arenosos		A-1-a	5
		A-1-b	6
		A-2	7
		A-3	9
Suelos limoarcillosos:	Poco plásticos	A-4 y A-5	10
		A-6	12
	Plásticos	A-7	13

* Para suelos procedentes del horizonte «A», aumentar:
4 % si el color es gris.
6 % si el color es negro.

HRB. Estabilización de suelos finos y arcillosos

HRB. i. tech STABILE

Las franjas de seguridad de los aeropuertos han de poder frenar a los aviones que se salieran de pista.

Se requiere que dispongan de una normalizada capacidad soporte.

En el caso del aeropuerto de Asturias, al tratarse de materiales de muy baja calidad geotécnica se precisaba, para conseguir las características estructurales necesarias, de una doble estabilización primero con cal y seguidamente con cemento.

AENA optó por una única estabilización empleando como conglomerante:

HRB ESPECIAL PARA SUELOS FINOS Y PLÁSTICOS, el i. tech STABILE.

Se consiguió que las franjas tuviesen las características exigidas.

Estabilización de suelos para capa de rodadura de caminos con HRB.
i. Tech STABILE

Caminos en Málaga

cemosa Ingeniería y Control

Heidelberg Materials

i.tech STABILE



HRB. Estabilización de suelos para capa de rodadura de caminos

HRB. i. tech STABILE

En Pizarra (Málaga) la reparación de caminos, al presentar plasticidad los suelos, se proponía una estabilización con cal.

Pero, siendo caminos, debían soportar el tráfico de tractores con remolques (peso y erosión) por lo que se requería una posterior estabilización con cemento.

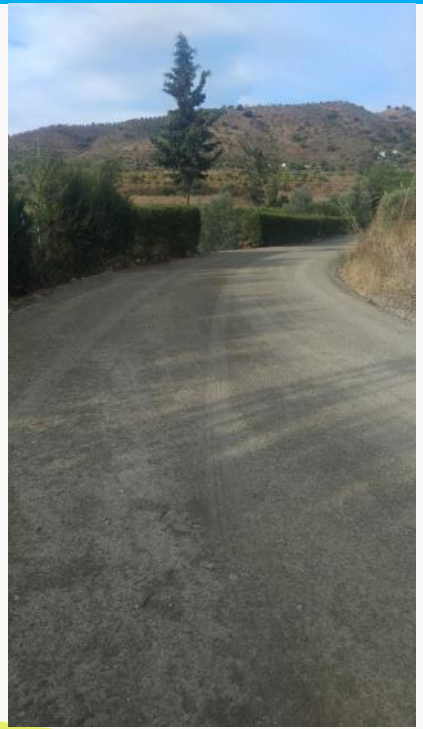
Se optó por un HRB, el i. tech STABILE, con el que, con una sola pasada:



Se consiguió que la capa de rodadura adquiriese las características estructurales y de resistencia a la erosión que se precisaba.

HRB. Estabilización de suelos para capa de rodadura de caminos





Suelo granular.

HRB. i. tech STABILE

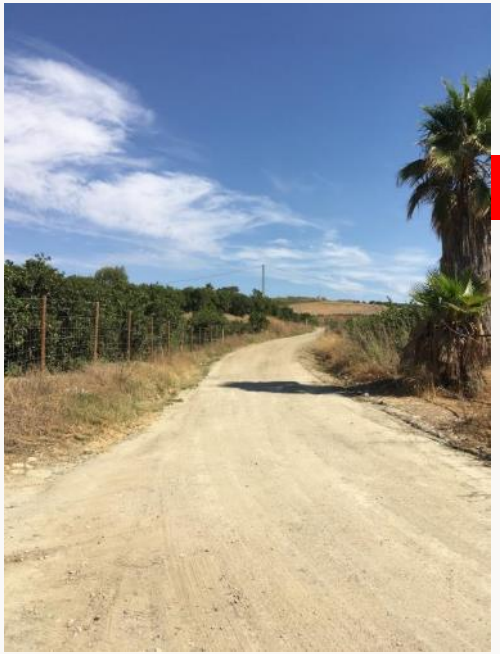
cemosa Ingeniería y Control

Heidelberg Materials

HRB. i. tech STABILE

HRB. Estabilización de suelos para capa de rodadura de caminos





Suelo fino y arcilloso

Estabilización de suelos con yesos con HRB. i. pro STABILE

Carretera en Andalucía



HRB. Estabilización de suelos con yesos

Se ha rehabilitado 5 km de la carretera

El firme de la carretera, en los primeros 2,5 km, consistió en:

- Una capa de 35 cm de suelo estabilizado con cal.
- 100 cm de suelo seleccionado de préstamo.
- 20 cm de zahorra artificial.
- 10 cm de mezcla bituminosa en caliente.

La obra se termina en Junio, aparecen fisuras en septiembre (con las lluvias), tras tres años siguen apareciendo nuevas fisuras.





HRB. Estabilización de suelos con yesos

Como consecuencia de la patología del primer tramo.

El siguiente tramo de la carretera (también 2,5 km) se optó por estabilizar el suelo con **HRB ESPECIAL YESOS**
el i. pro STABILE

El firme de la carretera de estos 2,5 km consistió en:

- Una capa de 35 cm de suelo estabilizado con HRB.
- 100 cm de suelo seleccionado de préstamo.
- 20 cm de zahorra artificial.
- 10 cm de mezcla bituminosa en caliente.



Este tramo de obra se terminó hace más de dos años, NO HAN APARECIDO FISURAS.

CONCLUSIONES

TODOS LOS SUELOS SE PUEDEN ESTABILIZAR

Pero hay que saber elegir el conglomerante:

- Cal.
- Cemento.
- HRB.

Los proyectos deben tener objetivos de sostenibilidad.

Hay que evitar soluciones de vertederos y préstamos, aunque sean más rentables que la estabilización

- El suelocemento es más sostenible que la zahorra de cantera.



cemosa
Ingeniería y Control

¡Gracias por su atención!

Manuel Salas Casanova
manuel.salas@cemosa.es
+34 651890850