

# Soil Stabilization Using Copolymers

by Ala'a Abd Al-Haq

**T**raditionally, roads are constructed over in-place soils that are leveled, mixed with water, and compacted. Exposure to heavy vehicles, rain, and high-water tables can cause damage that necessitates stabilization to restore the original load-bearing capacity and extend a road's service life.

With copolymers, these objectives become easy and affordable. Copolymers bind and densify soil molecules using long-string cross-linking features that completely encapsulate each particle of soil, binding particles together within a three-dimensional (3-D) chain that creates very rigid, load-bearing, and water-resistant surfaces.

## Properties

A polymer used for soil stabilization is AggreBind® RoadMaster1 (RM1), a styrene-acrylic copolymer with linear polymer chains cross-linked by covalent bonds, forming a network structure. While the material will not melt at high temperatures, the cross-linking polymer will soften at 350°C (662°F). In the presence of oxygen, the polymer may carbonize or burn.<sup>1</sup>

When properly used, the styrene-acrylic copolymer will create a solid, hydrophobic, load-bearing base or subbase. In many situations, it can deliver an effective self-sealed road. In high-traffic areas, a traditional wearing surface may be applied.<sup>2</sup>

When the copolymer is properly diluted, mixed with the soil base, and firmly compacted, the polymeric stabilization process will start immediately. As the added water evaporates, the strength of the soil base will gradually develop, and the California Bearing Ratio (CBR) will reach four to six times the CBR of a compacted soil-water mixture.

The product will capsule each particle of soil, binding them together into larger soil particles, and eventually creating a solid, dense mass. This process will transform the soil base from hydrophilic to hydrophobic.

To apply the technology, the soil must comprise material with at least 35% fines passing the No. 200 (75 µm) sieve.

The maximum aggregate size must not exceed 20% of the depth being stabilized, and the plasticity index (PI) must not exceed 15. To stabilize 1 m<sup>3</sup> (35 ft<sup>3</sup>) of soil, 4 L (1 gal.) of the chemical is mixed with 20 L (5 gal.) of water.

## Application

The step-by-step installation procedure includes:

- Soil scarification or distribution—If the work is done on an existing soil, a motor grader with rear teeth is used to scarify the soil. If soil materials are imported from outside, the knife of a motor grader is used to distribute and grade the soil layer;
- Applying fines over a graded soil layer with the aid of a loader—Fines are mixed with loose soil using the rear teeth of a motor grader;
- Calculating the field optimum moisture content (OMC)—An important step to avoid adding extra water that exceeds the OMC and can make the soil difficult to compact;
- Prewetting with water (included in OMC) to open pores in dried soil particles and to prepare them to absorb the solution;
- Mixing soil, fines, and water together to ensure that each soil particle is moist, and pores are opened;
- Applying cross-linked copolymer solution (one part copolymer and five parts water) over prewetted soil—This step is repeated several times until all soil particles are covered with the solution;
- Homogenizing the soil with a motor grader knife to ensure that all soil particles are coated completely with the solution;
- Frequent checks of soil depth to obtain the desired depth of stabilization using a marked stake; and
- Once the OMC is achieved after soil homogenization, the compaction starts immediately by running a roller compactor that weighs over 11 tonnes (12 tons), followed by vibration and compaction with the dead weight of a drum.

Depending on the use of the road, the final surface can be treated in two ways. For temporary access roads or farm roads with light traffic, the top surface can be sealed with the same polymer. In that case, only a solution of polymer is applied on the surface and left to dry for 2 hours minimum before opening to traffic. For other roads with heavier traffic, depending on the design, an asphalt or concrete layer is applied over the polymer-treated subbase.

## Immediate Effects

In active clay soils, the system will reduce expansivity and shrinkage as it inhibits water ingress. The CBR development of a selected fill is shown in Fig. 1.<sup>3</sup> While the control sample has a CBR of less than 35%, the CBR of the treated soil is 83% after 7 days and 157% after 28 days.

The improvements show that there is no need to thicken a road base or import materials, so the copolymer allows roads to be constructed faster and at a significantly lower cost. Figure 2 illustrates the difference between a road constructed using traditional methods compared to a road constructed

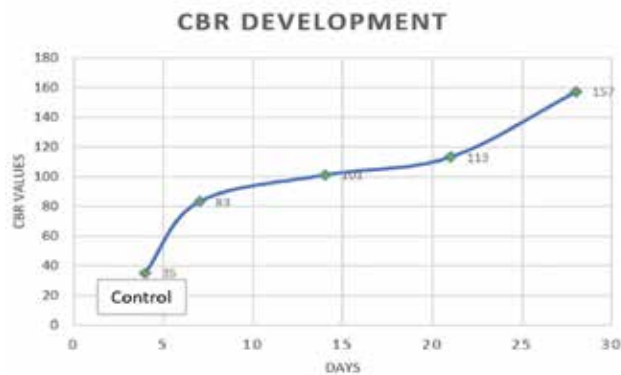


Fig. 1: CBR development with time (from Reference 3)



Fig. 2: Conventionally constructed road versus AggreBind RM1 stabilized road

from a single layer of in-place soil with AggreBind RM1.

## Advantages

AggreBind RM1 offers the following advantages:

- Extends the life of an existing road at a fraction of the cost of conventional surfacing methods;
- Protects road surfaces from damage due to ultraviolet (UV) radiation (for at least 12 years); and
- Can be applied on highway soil bases, collector roads, parking lots, farm roads, temporary contractors' facility yards, gardening layouts, and for hydroseeding and slope erosion control.

## Economic Benefits

AggreBind RM1 offers the following economic benefits:

- A 2.4 times lower cost for the same road length than a traditional road stabilized with cement;
- Reduced costs by 40 to 60% if used for stabilizing the soil base layer;
- Requires less labor because it doesn't need multiple layers; and
- Can be completed in 1/4 of the time it takes to build a traditional road; in some situations, up to 10 times faster. A 1 km (0.6 miles) completed road can be successfully installed in 3 to 5 workdays.

## Environmental Benefits

AggreBind RM1 has the following environmental benefits:

- Enables the use of in-place soils, in addition to the use of waste materials and recycled materials, such as reclaimed asphalt pavement (RAP), recycled aggregate (construction demolish), and oil-contaminated sand. It's an environmentally friendly alternative that reduces the demand for engineering soils from quarries and their transport to worksites;
  - Can effectively bind environmentally harmful materials by molecular encapsulation, making them nonhazardous for safe disposal; and
- Enables the use of salt water up to 4% saline, brackish water, or wastewater for dilution of the concentrate, thereby eliminating the demand for fresh water.

## Summary

Polymer soil stabilization is the most effective and the safest type of stabilization. Once stabilized, the soils gain strength and become hydrophobic.

Stabilization effects start immediately after the moisture starts to escape. While the CBR increases with time, it will reach its ultimate value by 28 days after the application. Roads that are stabilized are long-lasting with reduced maintenance costs. Stabilization reduces waste and the need to quarry stones, preserving the environment.

For additional information on AggreBind RM1, visit <https://aggrebind.com>.

## References

1. Painter, P.C., and Coleman, M.M., *Essentials of Polymer Science and Engineering*, DEStech Publications, Inc., Lancaster, PA, 2009, 538 pp.
2. Friedman, R.D., and Hawkridge, D., “Stabilizing Agents and Methods of Use Thereof,” Patent No. US 9,260,822 B2, Feb. 16, 2016, 26 pp., <https://patentimages.storage.googleapis.com/cc/cd/5a/8c381c1e07ff93/US9260822.pdf>.

3. Yaghi, R., “Report on California Bearing Ratio (CBR),” ACES-SA, Khobar, Saudi Arabia, 2022, p. 2.

Selected for reader interest by the editors.



**Ala'a Abd Al-Haq** is a Business Development Engineer for Innovation in Advanced Composites & Technology (IACT), Saudi Arabia. He is a road engineer and uses his skills to contribute to technological advances at construction sites. His main focus is on polymer and nonmetallic technologies. He received his BS in civil engineering from An-Najah National University, Nablus, Palestine, in 2013.

## Concrete Repair Code Requirements and Project Examples

ACI CODE-562-21 is the first code specifically for repairing reinforced concrete. The companion publication, “Guide to the Code for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures,” includes chapter guides and project examples.



Looking for more on ACI CODE-562-21? ACI has produced a series of on-demand courses that review the process behind the ACI 562 repair code and showcase several project examples. Visit [www.concrete.org/ACI562](http://www.concrete.org/ACI562)



American Concrete Institute  
Always advancing



# Estabilización de suelos utilizando copolímeros

Por Ala'a Abd Al-Haq

Tradicionalmente, las carreteras son construidas sobre suelos in situ que son nivelados, mezclados con agua y compactados. La exposición a vehículos pesados, lluvia y niveles freáticos altos pueden causar daños que necesitan de estabilización para restaurar la capacidad de carga original y extender la vida útil de la vía.

Este objetivo puede convertirse en fácil y asequible con el uso de copolímeros. Los copolímeros unen y densifican las moléculas del suelo utilizando estructuras de cadenas largas entrecruzadas que encapsulan completamente cada partícula de suelo, uniendo partículas dentro de una cadena tridimensional (3-D) que crea superficies muy rígidas, que soportan carga y son resistentes al agua.

## Propiedades

Un polímero usado para estabilización de suelos es el AggreBind®RoadMaster1 (RM1), un copolímero de estireno-acrílico con cadenas poliméricas lineales entrecruzadas por enlaces covalentes, formando una estructura de red. Si bien el material no se fundirá a altas temperaturas, el polímero entrelazado se suavizará a 350 °C (662 °F). El polímero puede carbonizarse o arder en presencia de oxígeno <sup>(1)</sup>.

Cuando se utiliza apropiadamente, el copolímero de estireno-acrílico creará un sólido hidrofóbico, proporcionando capacidad de carga a bases o subbases. En muchas situaciones, puede ofrecer una carretera autosellada eficaz. En áreas de alto tránsito, se puede aplicar una superficie de uso tradicional <sup>(2)</sup>.

Cuando el copolímero es adecuadamente diluido, mezclado con el material de base y firmemente compactado, el proceso de estabilización polimérica iniciará inmediatamente. Como el agua agregada se evapora, la resistencia del suelo base se desarrollará gradualmente y el Índice de Soporte de California (CBR) alcanzará de cuatro a seis veces el CBR de una mezcla de suelo-agua compactada.

El producto encapsulará cada partícula de suelo, uniéndolas en una larga partícula de suelo, y eventualmente creando una masa de material sólido y denso. Este proceso transformará el suelo base de hidrófilo a hidrófobo.

Para aplicar esta tecnología, el suelo debe contener al menos un 35% de material pasando el tamiz de 75 µm (No. 200).

El tamaño máximo del material no debe exceder el 20% de la dimensión a ser estabilizada y el índice de plasticidad (IP) no debe exceder el valor de 15. Para estabilizar 1 m<sup>3</sup> (35 pie<sup>3</sup>) de suelo, se mezclan 4 litros (1 galón) del químico con 20 litros (5 galones) de agua.

## Aplicaciones

El procedimiento de instalación paso a paso incluye:

- Escarificación o distribución del suelo – Si este trabajo se realiza en un suelo existente, se usa una motoniveladora con dientes traseros para escarificar el suelo.

Si el suelo es traído de otro sitio, se usa el cuchillo de la motoniveladora para distribuir y nivelar la capa de suelo

- Aplicar finos sobre la capa de suelo nivelada con la ayuda de un cargador – Mezclar finos con el suelo suelto utilizando un cargador.
- Calcular el contenido óptimo de humedad de campo (COH) – Este es un paso importante para evitar agregar agua extra que exceda el COH, haciendo difícil la compactación del suelo.
- Prehumerar con agua (incluida en el COH) para abrir los poros en las partículas de suelo seco y para prepararlos para absorber la solución.
- Mezclar el suelo, los finos y el agua para asegurar que cada partícula de suelo se encuentra húmeda y los poros están abiertos.
- Aplicar la disolución del copolímero reticulado (una parte de copolímero y cinco partes de agua) sobre el suelo prehumerado – este paso se repite varias veces hasta que todas las partículas de suelo estén cubiertas de la solución.
- Homogenizar el suelo utilizando una cuchilla motoniveladora para asegurar que todas las partículas de suelo están cubiertas completamente de la solución.
- Revisar frecuentemente el espesor del suelo para obtener el espesor para estabilizar requerido usando estacas marcadas, y
- Una vez que se alcanza el COH después de la homogenización, inmediatamente se inicia la compactación utilizando un compactador de por lo menos 11 toneladas, seguido por vibración y compactación con el peso muerto del tambor.

Dependiendo del uso que tendrá la vía, la superficie final puede ser tratada de dos maneras. Para vías de acceso temporal o caminos de finca con poco tránsito, la capa superior puede ser sellada con el mismo polímero. En ese caso, se aplica únicamente la solución en la superficie y se permite secar por un mínimo de dos horas antes de abrir el tránsito. Para otras carreteras con mayor tráfico, dependiendo del diseño, se aplica una capa ya sea de asfalto o concreto sobre la subbase tratada con el polímero.

## Efectos inmediatos

En suelos que están compuestos por arcillas activas, reducirá la expansión y contracción, ya que inhibe el ingreso de agua. La figura 1<sup>(3)</sup> muestra el desarrollo del CBR de un relleno selecto. Mientras la muestra de control tiene un CBR menor que 35%, el CBR del suelo tratado es de 83% después de 7 días y 157% después de los 28 días.

Las mejoras muestran que no hay necesidad de aumentar el espesor de la base de una carretera o importar materiales, por lo que el copolímero permite que las carreteras se construyan más rápido y a un costo significativamente menor.

La figura 2 ilustra la diferencia entre una carretera construida utilizando los métodos tradicionales en comparación con una carretera construida a partir de una sola capa de suelo in situ con AggreBind RM1.

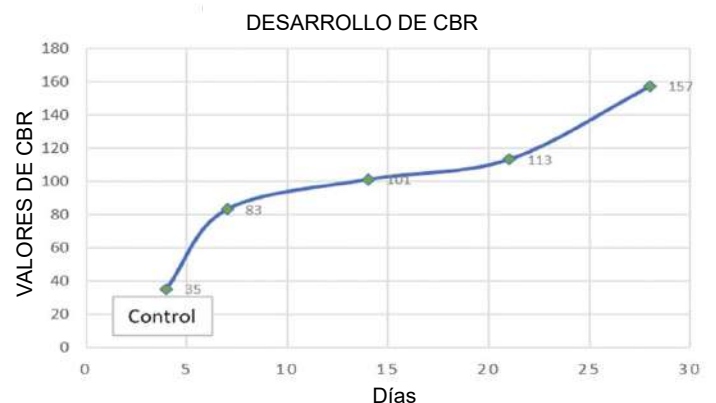


Fig. 1: Desarrollo del CBR en el tiempo (de referencia 3)



## Ventajas

AggreBind RM1 ofrece las siguientes ventajas:

- Extiende la vida útil de una carretera existente por una fracción del costo de los métodos de superficie convencional
- Protege la superficie de las carreteras del daño debido a la radiación ultravioleta (UV) por al menos 12 años, y
- Puede aplicarse en suelo base de carreteras de alto tránsito, caminos colectores, parqueos, caminos de finca, patios temporales de instalaciones de contratistas, diseños de jardinería y para hidrosiembra y control de erosión de taludes.

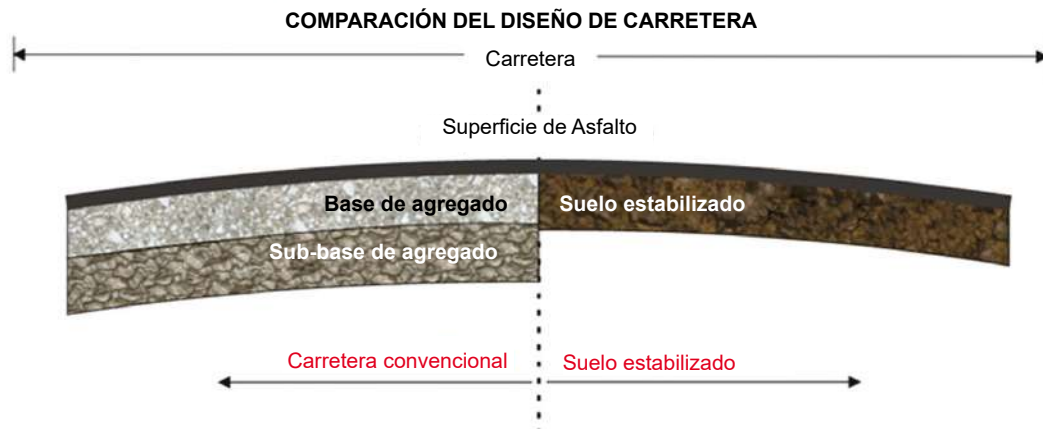


Fig. 2: Carretera convencionalmente construida versus carretera estabilizada con AggreBind RM1

## Beneficios económicos

AggreBind RM1 ofrece los siguientes beneficios económicos:

- 2.4 veces menos costo para una carretera con la misma longitud que una estabilizada con cemento.
- Reducción de costos entre un 40 a un 60% para estabilizar la capa de suelo base.
- Requiere menor mano de obra pues no necesitan colocarse varias capas, y;
- Se puede completar el trabajo en un cuarto de tiempo del que toma construir una carretera tradicional; en algunas situaciones hasta 10 veces más rápido. Una carretera de 1 km (0.6 millas) puede ser satisfactoriamente completada en 3 a 5 días de trabajo.

## Resumen

La estabilización de suelos por medio de polímeros es el tipo de estabilización más efectiva y segura. Una vez estabilizado, el suelo gana resistencia y se convierten en hidrofóbicos.

Los efectos de la estabilización inician inmediatamente después de que la humedad comienza a escapar. Si bien el CBR aumenta con el tiempo, alcanzará su valor máximo 28 días después de la aplicación. Las carreteras estabilizadas son duraderas con costos de mantenimiento reducidos. La estabilización reduce los desechos y la necesidad de extraer agregados, preservando el medio ambiente.

Para información adicional del producto AggreBind RM1, visite <https://aggrebind.com>.

## Referencias

1. Painter, P.C., and Coleman, M.M., "Essentials of Polymer Science and Engineering". DEStech Publications, Inc., Lancaster, PA, 2009, 538 pp.
2. Friedman, R.D., and Hawkridge, D., "Stabilizing Agents and Methods of Use Thereof". Patente No. US 9,260,822 B2, Feb.16, 2016, 26 pp, <https://patentimages.storage.googleapis.com/cc/cd/5a/8c381c1e07ff93/US9260822.pdf>.
3. Yaghi, R., "Report on California Bearing Ratio (CBR)". ACES-SA, Khobar, Saudi Arabia, 2022, p. 2.



**Ala'a Abd Al-Haq** es un ingeniero de desarrollo de negocios para la compañía Innovation in Advanced Composites & Technology (IACT), Arabia Saudita. Es un ingeniero de carreteras y utiliza sus habilidades para contribuir a avances tecnológicos en los sitios de construcción. Su enfoque principal es en polímeros y tecnologías de no metálicos. Recibió su BS en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de An-Najah de Nablus, Palestina, en 2013.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Costa Rica

*Título: Estabilización de suelos utilizando copolímeros*



*Traductora y Revisora Técnica:  
Ing. Ana Lorena Monge Sandí,  
M.Sc*