



**Héctor Ventura B.**  
Presidente  
**Luis Ebensperger M.**  
Secretario Técnico  
Grupo Técnico Tierra Reforzada Inextensible  
Corporación de Desarrollo Tecnológico

# Tierra Mecánicamente Estabilizada con Armadura Inextensible



■ Aplicación Urbana.  
Av. Américo Vespucio  
Norte con Av. el Salto

## Origen y Evolución del Material

Hace más de 40 años, el Ingeniero francés M. Henri Vidal estuvo investigando teóricamente y con ensayos a escala la confección de terraplenes reforzados con bandas de acero. Como este material - compuesto por suelo y acero- se comportaba como un material con fricción y cohesión (lo que permitía no sólo que el terraplén aceptara grandes cargas sino que aceptara cortes verticales de gran altura sin obras de contención), el gobierno francés se interesó en él y lo apoyó decididamente con consultores geotécnicos de relevancia internacional y mediciones de laboratorio a escala natural.

En el año 1963, M. Henri Vidal patentó el sistema con el nombre de Terre Armée®/Tierra Armada®. Este sistema consistió en un terraplén de pared vertical que, entre capas de suelo de 0,75 m de espesor, tiene incorporadas unas armaduras de acero galvanizado en forma de bandas rugosas de 4 a 5 cm de ancho, de 4 a 5 mm de espesor, y de un largo del orden del 60% de la altura del corte vertical. La fricción desarrollada entre el suelo y las armaduras permite tomar la componente horizontal del empuje, permitiendo dejar las paredes verticales sin elementos de contención.

Para mayor información marque el 13 en su tarjeta



32

Revista **BIT** Mayo 2003  
Edición Especial



■ Camino La Pólvara (V región)

La pared vertical es cubierta con placas prefabricadas de hormigón, de 1,5 m x 1,5 m, que están apenadas a las armaduras y cuelgan de ellas. Su labor es de protección a la erosión por aguas lluvias y a eventuales desprendimientos locales.

Este terraplén reforzado es una estructura que puede trabajar como un muro de contención gravitacional y como un estribo de puente. Otros tipos de obras corresponden a defensas fluviales, muros de protección, entre otros. Entre sus grandes ventajas se cuenta su flexibilidad y capacidad para absorber deformaciones en suelos de pobres características de fundación. Por otro lado, el uso de las placas del paramento vertical otorga un amplio uso arquitectónico de las obras.

La invención de este sistema de reforzamiento de suelos cambió drásticamente el diseño y la construcción de los muros de contención y de los estribos de puentes en los proyectos de Ingeniería Civil, y permitió la expansión internacional de la tecnología a través de la creación de empresas especialistas locales. De Francia, se extendió a Es-

paña, Canadá (Reinforced Earth) EEUU, Japón y hoy está presente en más de 35 países incluyendo a Chile.

En el año 1975 ya había más de 1.000 estructuras de esta tecnología en el mundo, en 1986 más de 10.000 estructuras, y hoy más de 30.000 estructuras incluyendo 4.000 estribos de puentes, abarcando obras de carreteras, aeropuertos, ferrocarriles, marítimas, mineras, industriales, etc., sumando más de 15.000.000 m<sup>2</sup> de paramento.

Hace algunos años vencieron varias patentes del sistema, lo que permitió la aparición de sistemas alternativos basados en el mismo principio original: unión íntima de suelo y armadura. Esto obligó a buscar una denominación genérica del sistema: la «Tierra Mecánicamente Estabilizada» (TME).

#### Estado Actual

Hoy en día el excelente comportamiento de las estructuras de TME - suelo mecánicamente estabilizado con armaduras de acero (Armaduras Inextensibles), en eventos sísmicos

de gran magnitud (Kobe, Los Angeles, etc.), ha permitido construir en países reconocidamente sísmicos muros de contención de más de 40 m de altura y estribos de puentes de más de 20 m de altura.

Es una tecnología tan presente en los países desarrollados (Estados Unidos, Canadá, Francia, España, Gran Bretaña, Japón, etc.) que la mayoría de los pasos a desnivel y grandes estructuras viales son efectuados con ella. Incluso, en casi todos los textos modernos de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones se expone con más o menos detalles esta tecnología, y sus obras son tema de muchas publicaciones técnicas de nivel mundial.

Con Tierra Mecánicamente Estabilizada con Armaduras Inextensibles (acero) se han construido en el país más de 60.000 m<sup>2</sup> de paramento, desde muros de contención de 2 m a más de 20 m de altura, muros mineros con grandes cargas, muros fluviales, estribos de puentes, etc., continuando la rápida expansión de esta tecnología.



Aplicación en la Minería. ■■■■  
Mina Radomiro Tomic  
(II Región)



### Situación Normativa y Reglamentaria de la Tierra Mecánicamente Estabilizada con Armaduras Inextensibles

Por corresponder originalmente a una tecnología patentada, donde este tipo de obras sólo las podía diseñar y proveer alguna de las empresas del grupo inventor, toda la investigación, medición, control y perfeccionamiento de esta tecnología se centró en dicho grupo. Sin embargo, dada la necesidad de que existiera algún documento oficial público, el Ministerio de Transporte de Francia, en el año 1979, publicó el primer documento relacionado con esta tecnología «Les ouvrages en terre armée - Recommandations et règles de l'art» (Las obras en tierra armada - Recomendaciones y reglas del arte).

Posteriormente ya vencidas algunas patentes, se promulga en Francia la norma NF P 94-220 «Renforcement des sols: Ouvrages en sols rapportés renforcés par armatures ou nappes peu extensibles et souples» (Refuerzo de suelos: Obras de suelo reforzado con armaduras o membranas inextensibles y flexibles), en el año 1992.

La violenta expansión del sistema TME obligó a diferentes países a dictar normas y

recomendaciones de diseño, algunas de las cuales son:

**Estados Unidos:** - Norma AASHTO: «Standard Specifications for Highway Bridges». (Especificaciones Standard para puentes carreteros).

**Documento FHWA NHI 00043 de la Federal Highway Administration:** «Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes. Design and Construction Guidelines. (Muros de Tierra Mecánicamente Estabilizada y Taludes de Tierra Reforzada. Guía de Diseño y Construcción).

**Gran Bretaña:** Norma BS 800 6: «Reinforced Soils and other Fills» (Suelos Reforzados y otros Terraplenes).

**España:** Ministerio de Obras Públicas: «Manual para el Proyecto y Ejecución de Estructuras de Suelo Reforzado».

**Chile:** Ministerio de Obras Públicas y Transporte: «Manual de Carreteras» Volumen 3. Corporación de Desarrollo Tecnológico, Cámara Chilena de la Construcción: «Recomendaciones para el Diseño, Ejecución y Control de Suelo Mecánicamente Estabilizado con Armadura Inextensible» (2002).

Como se puede apreciar, esta tecnología no sólo está reiteradamente validada en grandes proyectos y fuertes sismos en el lapso de

40 años, sino que también está normada en la mayoría de los países donde se aplica.

### Tendencias

El sistema de tierra mecánicamente estabilizada con armaduras inextensibles (acero) ya está completamente desarrollado teórica y prácticamente, no existiendo dudas sobre el comportamiento del sistema ni de su vida útil.

Actualmente se están investigando nuevos recubrimientos para las armaduras, de modo de resolver el problema a largo plazo de los suelos agresivos (salinos), de las obras marítimas, etc. Asimismo se están diseñando diferentes tipos de paramentos, ya sea para obras de corta duración (ej.: de mallas de acero), muros inclinados (silos mineros), para muros antirruidos, muros ecológicos, etc. ■

### Proveedores

Actualmente los proveedores de esta tecnología en el país son dos:

- Tierra Armada S.A.
- VSL Sistemas Especiales de Construcción S.A.

