



***SUELO ARTIFICIAL PARA MEJORAMIENTO
DE PUESTAS A TIERRA***



**NO ACEPTE FALSIFICACIONES, SU VIDA Y SUS EQUIPOS
CORREN PELIGRO**

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN
EXPRESA DE SEGELECTRICA SAS.**

Calle 44C 57-49 Tel.: (571) 3157800 / (571) 3156200

E-mail: segelectrica@segelectrica.com.co

Web: segelectrica.com.co Bogotá—Colombia





INTRODUCCIÓN

Sabiendo que la única forma práctica de mejorar sensiblemente una puesta a tierra es rodeando los electrodos con un suelo artificial, nada exime al ingeniero de intentar disminuir las condiciones de riesgo, tanto como la tecnología se lo permita. Las puestas a tierra mal diseñadas, mal construidas o no equipotencializadas son causantes de grandes pérdidas representadas en vidas y equipos. A continuación se resumen las características de un suelo artificial desarrollado en Colombia.

¿QUÉ ES FAVIGEL®?

Es un suelo artificial compuesto, que se desarrolló dentro de un amplio plan de investigación interdisciplinaria, como respuesta a la necesidad de obtener un agente que redujera en forma efectiva y permanente la resistencia de las puestas a tierra. Permite un tratamiento físico-químico al terreno circundante al electrodo que garantiza un aumento considerable a su conductividad. Su nombre se deriva de quien lo desarrolló y de la consistencia que toma cuando se hidrata.

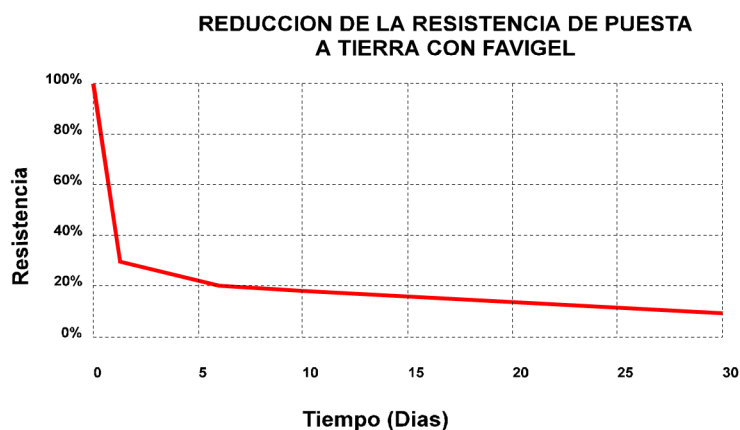


Figura 1

QUÉ VENTAJAS OFRECE?

- Por generar un proceso físico-químico y no solamente químico, presenta una estabilidad superior a otros tratamientos.
- Las exigencias de excavación son mucho menores que con otros métodos.
- Debido a que sus componentes no son perjudiciales para el ser humano o para los animales, lo hace un producto totalmente ecológico.
- Ha demostrado mayor efectividad en la reducción de la resistencia de puestas a tierra comparado con otros productos similares.
- Su facilidad de aplicación, por no requerir hidratación previa, elimina el manejo de recipientes o herramientas adicionales.
- Su disponibilidad de entrega es inmediata a nivel nacional e internacional.



¿A QUÉ PRUEBAS SE HA SOMETIDO?

En laboratorio se ha sido sometido con éxito a los siguientes ensayos:

- No toxicidad y no contaminante
- Aplicación de corriente continua
- Aplicación repetida de impulsos de alta corriente
- Aplicación repetida de impulsos de alta tensión
- Capacidad de intercambio catiónico: 36,4
- Calor específico: 1,02096 J/g °C
- Densidad: 0,91 gr/cm³
- Ensayos de disipación de energía
- Ensayos de comportamiento a diferentes frecuencias
- Humedad natural relativa
- Límite líquido: 78,7%
- Límite plástico: 56%
- Medida de resistividad
- PH
- solubilidad
- Tixotropía
- Temperatura de fusión

¿CUÁLES SON SUS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS?

- **Seguridad y Ecología.** No ofrece peligro para quienes lo manipulan o para personas y animales que pueden entrar en contacto con FAVIGEL®.
- **Economía.** Por su gran efectividad, la relación costo/beneficio supera ampliamente cualquier otra solución.
- **Estabilidad.** Por desarrollar un mínimo de procesos químicos, FAVIGEL® presenta una gran estabilidad independiente del tiempo.
- **Alta Temperatura de Fusión.** Debido a las altas temperaturas presentes en caso de una falla, muchos suelos naturales se cristalizan a 200 ó 300°C. FAVIGEL® presenta una temperatura de fusión mayor de 1200 °C que le permite soportar fallas severas.
- **Baja Resistividad.** Una vez humedecido mantiene su resistividad inferior a 0,5 $\Omega \cdot m$ lo que se traduce en mejoras de la resistencia de puesta a tierra superiores al 90%.
- **Tixotropía.** Gracias a su forma de retención de humedad, FAVIGEL® puede pasar del estado coloidal al estado líquido y viceversa.
- **Retención de Humedad.** Por su capacidad de adsorción y absorción de agua es un excelente material higroscópico. Su humedad relativa es menor al 8%
- **Anticorrosivo:** Su pH de 7 y 7,5 garantiza mínima corrosión en los electrodos.



¿DÓNDE PUEDE UTILIZARSE?

El procedimiento desarrollado se puede aplicar a cualquier tipo de terreno, en cualquier clima, a cualquier tipo de sistema de puesta a tierra y en todo tipo de excavación, siempre y cuando los materiales sean de buena calidad.

Aunque los suelos se han tipificado de diferentes maneras, el método de aplicación de FAVIGEL® fue concebido para aplicación en terrenos con problemas de alta resistividad, así:

Clase A: Suelo blando ácido, que a pesar de su baja resistividad (50 a 200 $\Omega.m$) presenta una acción corrosiva por las aguas que circulan.

Clase B: Suelo arenoso seco, fácil de trabajar, con mediana resistividad, entre 500 y 1000 $\Omega.m$

Clase C: Suelo de rocas duras, con alta resistividad, normalmente entre 1000 y 10.000 $\Omega.m$

¿CÓMO DEBE APLICARSE?

El procedimiento normal debe incluir:

- Medir resistividades
- Hacer excavaciones
- Enterrar electrodos
- Aplicar FAVIGEL®
- Hidratar
- Medir resistencia obtenida

Para suelos blandos ácidos, se recomienda aplicarlo como se indica en la Figura 2. La aplicación mínima de FAVIGEL® es de una dosis de 25 kg por cada electrodo o por cada siete metros de cable enterrado.

Para suelos arenosos secos, se recomienda aplicarlo con electrodos verticales seccionados, como se indica en la Figura 3.

Para suelos rocosos se recomienda lograr la resistencia exigida, en tres etapas: En la primera con electrodos convencionales, si no se logra reducir, instalando contrapesos (como se muestra en la Figura 4), calculados con la siguiente fórmula:

$$Lc = 50 - \frac{2}{3}(H - 15)(m)$$

Donde **H** es la altura de la torre. En una tercera etapa, conectando los contrapesos en forma de anillos concéntricos cerrando una malla.

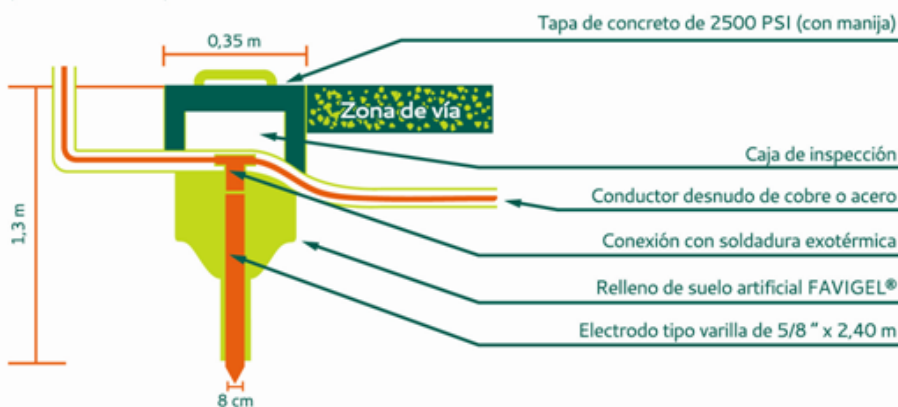
Para suelos rocosos duros, se deben producir grietas artificialmente.



DÓNDE Y CÓMO APLICARLO PARA UN ÓPTIMO RESULTADO :

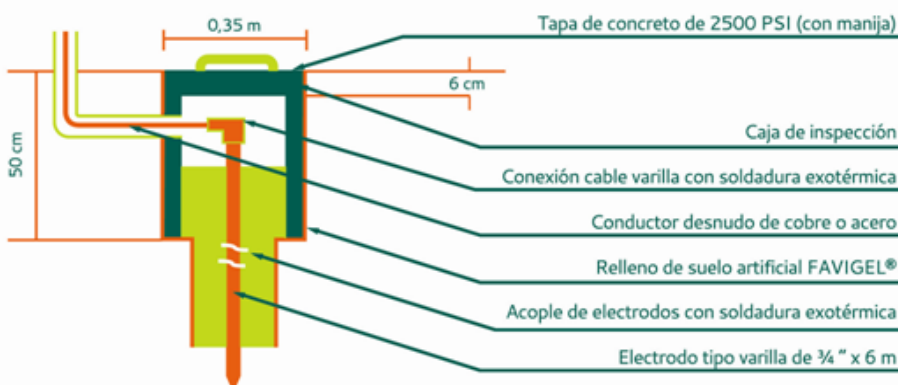
TERRENO BLANDO ÁCIDO (50 – 200 Ω.m)

Figura 2



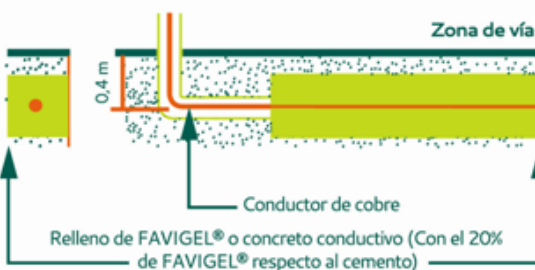
TERRENO ARENOSO SECO (500 – 1 000 Ω.m)

Figura 3



TERRENO ROCOSO (1 000 – 10 000 Ω.m)

Figura 4



Fórmula para calcular la resistencia de puesta a tierra de un electrodo vertical rodeado del suelo artificial marca FAVIGEL®

$$R = \frac{\rho}{\pi l} * \left[\ln \left(\frac{2l}{\sqrt{d}h} \right) - 1 \right] * [1 - 0,5 * (\rho - \rho_s)^{0,05}]$$

l = Longitud contrapeso — d = Diámetro del conductor — h = Profundidad de enterramiento

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} * \left[\ln \left(\frac{4l}{r} \right) \right] * [1 - 0,5 * (\rho - \rho_s)^{0,05}]$$

l = Longitud de varilla — r = Radio del electrodo

Fórmula para calcular la resistencia de puesta a tierra de un electrodo vertical rodeado del suelo artificial marca FAVIGEL®



¿CÓMO SE REALIZA SU HIDRATACIÓN?

Quizá la mayor ventaja de FAVIGEL® estriba en que no requiere hidratación previa por agitación, ni preparaciones especiales en cubetas, ni cargar elementos especiales hasta el sitio. Se aplica directamente del empaque a la excavación y su hidratación puede ser natural o manual. Si se desea obtener resultados inmediatos, debe agregarse aproximadamente cinco galones de agua por cada dosis utilizada. En sitios a la intemperie, alejados o de difícil acceso como torres de líneas de transmisión o de comunicaciones, no exige transporte de agua hasta el sitio, puesto que se hidratará con el agua lluvia.

¿CÓMO ES SU EMBALAJE?

FAVIGEL tiene una presentación en dosis de 25 kilogramos cada una y empaque biodegradable de polipropileno de alta resistencia. Estas condiciones lo hacen fácil de manipular y transportar, a la vez que facilita su almacenamiento por periodos prolongados.





Calle 44C 57-49 Tel.: (571) 3157800 / (571) 3156200
E-mail: segelectrica@segelectrica.com.co
Web: segelectrica.com.co
Bogotá - Colombia

FCO/hmm

