

**ANEXOS 1**  
**INFORMACIÓN**  
**SOBRE TERRASIL**

## FICHA TÉCNICA

### Definición

**TERRASIL** es un aditivo para suelos de última generación, formado al 100% por organosilanos, capaz de repeler el agua, eliminar el hinchamiento y la absorción de suelos. Es, por tanto, un agente impermeabilizante de suelos, que aporta ventajas adicionales a la estabilización tradicional de suelos.

### Características físicas

Forma	Líquida
Color	Rojizo pálido
Punto de inflamación	> 90 °C (recipiente cerrado)
Punto de ebullición	200°C
Propiedades Explosiva	No Explosivo
Densidad	1,04 g/ml
Viscosidad(25°C)	100-500 cps

*NOTA: Las características son típicas. Estas pueden variar sin que se vea afectado el desempeño del producto.*

### Dosificación Mezclada

Agua	Terrasil
Necesaria para alcanzar el óptimo de compactación	0,2-2 kg/m3

Aplicar en el procedimiento mezclado con el material a estabilizar y en disolución con el agua óptima para alcanzar la densidad máxima.

*Estas son dosificaciones recomendadas. La solución definitiva se obtiene de los ensayos de laboratorio realizados a cada tipo de material, evaluando el coste-beneficio en cada proyecto.*

### Dosificación Riegos

Agua	Terrasil	Dosificación
300 litros	1 kg	0,01 Kg/m2

Aplicar sobre la superficie compactada con 3 l/m<sup>2</sup> de la disolución en dos fases

*Estas son dosificaciones recomendadas. La solución definitiva se obtiene de los ensayos de laboratorio realizados a cada tipo de material, evaluando el coste-beneficio en cada proyecto.*

### Aplicación del sistema



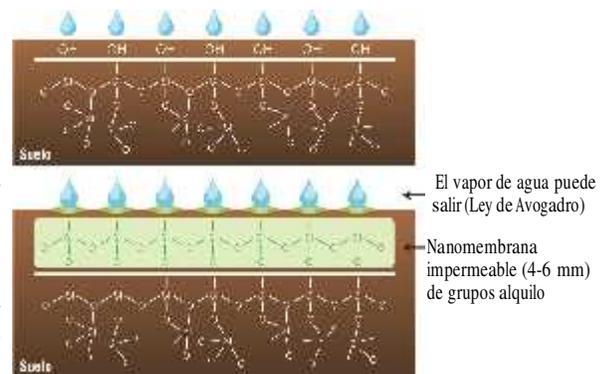
### Pasos a seguir:

1. Mezcla de Terrasil para impermeabilización de suelo existente. (Siempre que sea posible y se vaya a realizar una recarga u aportación de material)
2. Compactación del terreno existente
3. Riego de la solución 1:300. 3 litros/m<sup>2</sup> en dos fases. RIEGO-SECADO-RIEGO
4. Comprobar impermeabilidad.
5. Comprobación de datos de humedad y características del material a estabilizar
6. Mezcla de Terrasil en el agua necesaria para alcanzar la humedad óptima de compactación.
7. Colocación del material sobre el suelo existente impermeabilizado, si se aporta material o se realiza recarga.
8. Escarificado o reciclado en función de la maquinaria a emplear.
9. Aplicación de la mezcla de agua + Terrasil.
10. Mezclado con el material a estabilizar.
11. Nivelación, bombeos y pendientes.
12. Compactado de la tongada estabilizada.
13. Refinado del material.
14. Compactado al 100%.
15. Riego de sellado 1:300 de Terrasil.
16. Comprobación de impermeabilidad.



## IMPERMEABILIZACIÓN TRANSPIRABLE DE SUBBASES, SUELOS Y TALUDES

1. La solución de agua con TerraSil se esparce sobre la superficie de suelo a tratar.
2. Los grupos de silano hidrolizado (SiOH) penetran profundamente en el suelo debido a que éste es hidrófilo (afin al agua), en esta etapa.
3. Al curar, se generan cadenas de alquilo siloxano que crean una nanomembrana que repele al agua en estado líquido, pero permite su paso como vapor

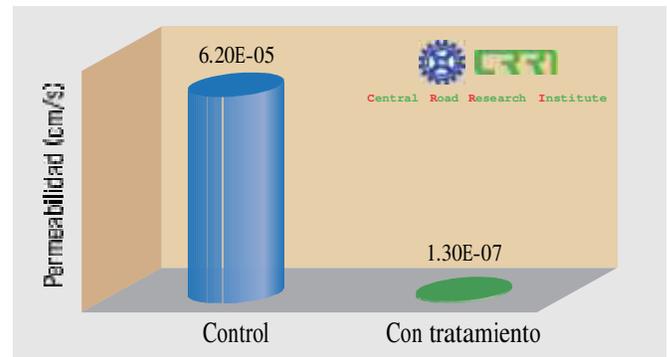


## BENEFICIOS DE TERRASIL

- Elimina la capilaridad y la entrada de agua desde la parte superior

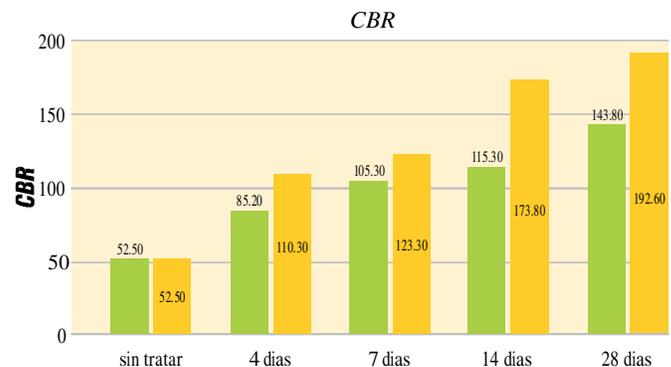


- Reduce permeabilidad, manteniendo la transpirabilidad y elimina la expansividad e hinchamiento libre



- Mantiene los valores de CBR en seco, aún en condiciones de inmersión. Mantiene la resistencia de las subbases, e incrementa la resistencia a la deformación al mantener los valores friccionales entre limos, arenas y partículas de arcilla.

- Controla la erosión de los suelos en taludes y bermas



## TRATAMIENTO TIPO SANDWICH

Aplicar solución de TerraSil mediante dos ciclos de riego-dejar secar-riego sobre suelos compactados previamente (densidad superior al 95% del contenido de humedad óptimo).

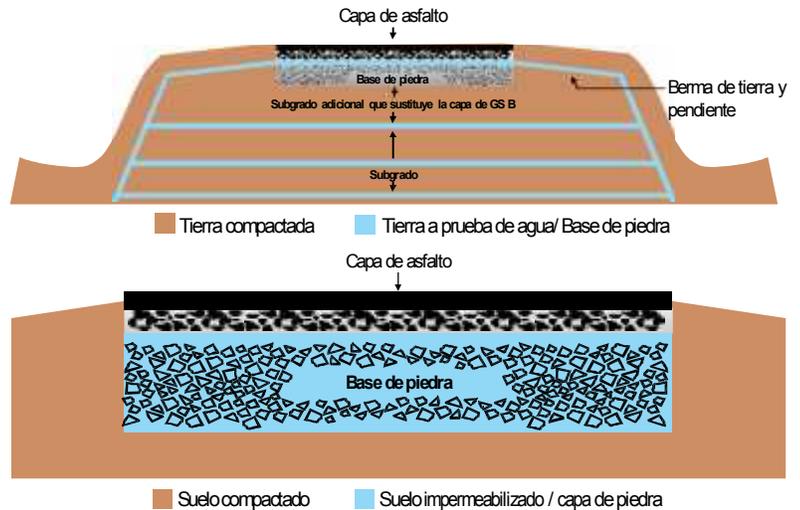
El primer riego impermeabiliza aproximadamente un 90%-95% de la superficie.

El segundo riego asegura la saturación del 100% de la superficie del suelo, penetrando e impermeabilizando las microgrietas.

## TRATAMIENTO TIPO ESTABILIZADO

Calcular la disolución apropiada de TerraSil en el agua de compactación y realizar una estabilización por vía húmeda, mezclando íntimamente la disolución de agua y TerraSil con el suelo, para luego compactar y sellar.

### PAVIMENTOS EN TERRAPLEN



## DOSIFICACIÓN

CBR Suelo	Dosificación 0.5 Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación 1 Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación 0.5 Kg/m <sup>3</sup> +1% cemento
Malo (CBR 1-6)	Mejora consigue (CBRx3)	Mejora óptica consigue (CBRx5)	Recomendada consigue CBR de 15% a 20%
Medio (CBR 6-15)	Mejora consigue (CBRx5)	Mejora óptica consigue (CBRx7)	Recomendada consigue CBR de 60% a 80%
Bueno (CBR 15-50)	Mejora consigue (CBR > 75%)	Mejora óptica consigue (CBR < 80%)	CBR > 120%

## APLICACIONES

- Bases para carreteras, y firmes de asfalto y hormigón (concreto)
- Caminos sin pavimentar- Rurales, Minería, Vertederos
- Áreas de construcción, terraplenes, balsas, canales, etc...
- Campos solares y Termosolares

## ALMACENAMIENTO Y DURACIÓN

TerraSil debe ser almacenado entre 5-45 °C (41-113°F) en una zona cubierta y protegida de la acción del sol, calor, ignición, chispas, lluvia y acumulación de agua. El contenedor debe cerrarse completamente tras cada uso. La duración es de 24 meses.

### ZYDEX : SUSTENTABILIDAD A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN

**ZycoTherm / Zycosoil**  
Mezclas Tibias / Calientes

**Nanotac**  
Riego de Liga

**Terraprime**  
Riego de Impregnación

**TerraSil**  
Impermeabilización de Suelos

### Zydex Industries

Zydex House, 61, Gotri-Sevasi Road, Sevasi,  
Vadodara - 390 021, Gujarat, INDIA  
Tel. : +91 265 3312000  
Web: www.zydexindustries.com

### Zydex Inc.

106, Kitty Hawk Drive, Morrisville,  
NC 27560, USA.  
Tel. : (919) 342 6551 • Fax : (919) 544 3784  
Web : www.zydexindustries.com



Entre Rios 2157, Rosario,  
Santa Fe, Argentina.  
Tel. : (54 -341) 4821938  
Email : tecnica@cicsaingenieria.com

### Mejora la compactación, reduce la expansividad y aumenta la resistencia del suelo al agua.

Terrasil es un producto que se diluye en agua y se aplica con equipo aspersor sobre suelos de diferentes tipos para generar los siguientes beneficios:

Mejor compactación	Reducción de expansividad	Impermeabilización molecular
Logra compactaciones dentro de la norma con menos pasadas.	Reduce las deformaciones y los esfuerzos internos.	Genera estructuras resistentes al agua.
Mejor manejo del suelo para rangos más amplios de humedad óptima de compactación.	Facilita el uso de suelos locales que en principio no cumplen con la norma a costos competitivos.	Rompe el ascenso capilar y asegura la conservación de capacidad de carga durante la vida útil del camino.
Retiene finos a largo plazo, lo que produce menos grietas y baches.		
En dosis adecuadas, puede incrementar los valores de CBR.		
Vida útil prolongada y mantenimiento menos recurrente del camino.		
Uso más eficiente de los recursos, caminos sustentables. 		

### Mejor compactación

Terrasil genera un escudo eléctrico a nivel molecular que reduce la fricción entre las partículas del suelo y aumenta su lubricidad.

- La densidad Proctor suele ser menor a la máxima debido a distribuciones desfavorables de las partículas, a cargas eléctricas incompatibles y variaciones en el contenido óptimo de humedad.
- Terrasil permite lograr los mismos resultados de compactación, con menos ciclos de maquinaria y con rangos más flexibles en el contenido de humedad.

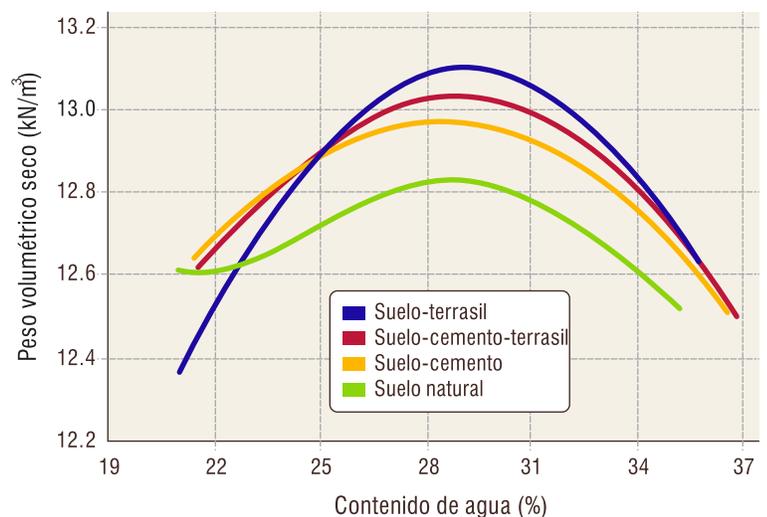
#### Curvas de compactación:

Arcilla expansiva de Querétaro (CH)

Dosificación: Terrasil 1kg/m<sup>3</sup>

Gs	LL	IP	% pasa malla 200
2.64	64%	38%	76.02

$W_{opt} = 28.5\%$
$\gamma_d = 12.97 \text{ kN/m}^3$



## Reduce la expansividad

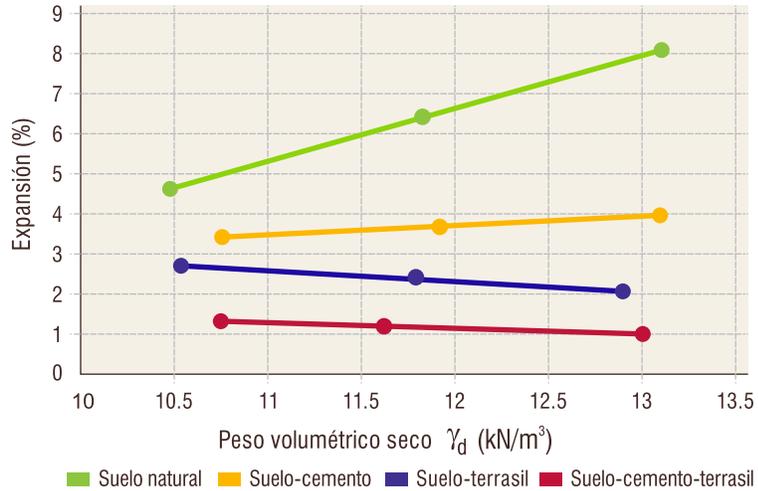
Al hidratarse, deshidratarse y/o cambiar de temperatura, los suelos se expanden y contraen generando esfuerzos de fatiga que producen ondulaciones, grietas y deterioro en toda la estructura del camino. TerraSil genera una interacción diferente entre las partículas de suelo y mitiga los efectos expansivos.

- TerraSil llega a reducir la expansividad hasta en un 90% en suelos con Índice Plástico menor a 50.
- El uso de TerraSil abre la opción de utilizar suelos que en un principio no cumplen con la normatividad.

**Arcilla expansiva de Querétaro (CH)**  
**Dosificación:** TerraSil 1kg/m<sup>3</sup>

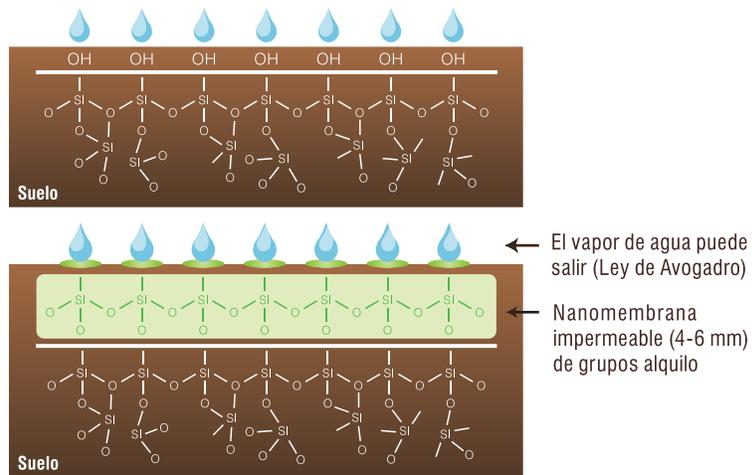
$$w_{opt} = 28.5\%$$

$$\gamma_d = 12.97 \text{ kN/m}^3$$



## Impermeabilización a nivel molecular

1. La solución de agua con TerraSil se esparce sobre la superficie del suelo a tratar.
2. Los grupos de silano hidrolizado (SiOH) penetran profundamente en el suelo debido a que éste es hidrófilo (afín al agua), en esta etapa.
3. Al curar, se generan cadenas de alquilo siloxano que crean una nanomembrana que repele al agua en estado líquido, pero permite su paso como vapor.



## Almacenamiento

TerraSil no requiere cuidados especiales y su manejo es seguro. Debe almacenarse entre 5-45°C, alejado de la luz solar y en ambiente seco, lejos del calor y fuentes de ignición. El contenedor debe cerrarse completamente tras cada uso.

Zydex Inc. 106, Kitty Hawk Drive, Morrisville, NC 27560, USA  
 Call : 919 342 6551 Fax : 919 544 3487 Email : us.sales@zydexindustries.com

**Zydex®** : "Sustainability through innovation"

**TerraSil**

Estabilización de suelos /  
 Resistencia al agua de Terracerías,  
 Subbases y Bases

**Nanotac**

Riegos asfálticos  
 Mezclas en frío  
 Morteros asfálticos

**ZycoTherm**

Mezclas asfálticas  
 calientes y tibias



## FICHA TECNICA

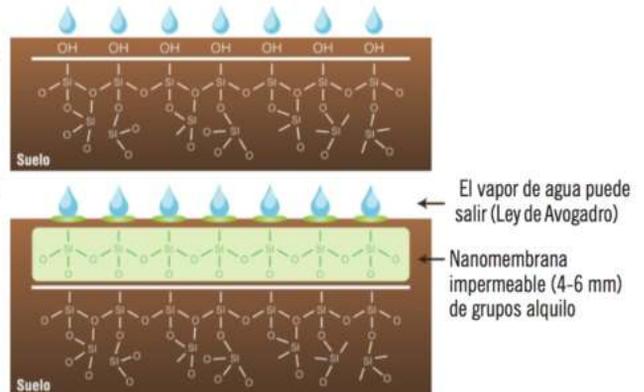


**ECOROAD S.A.**  
**PANAMÁ**



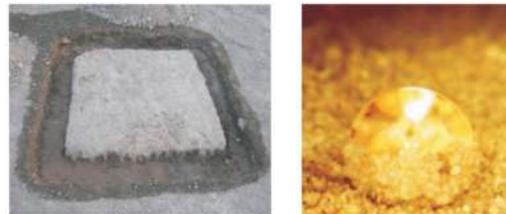
## IMPERMEABILIZACIÓN TRANSPIRABLE DE SUBBASES, SUELOS Y TALUDES

1. La solución de agua con TerraSil se esparce sobre la superficie de suelo a tratar.
2. Los grupos de silano hidrolizado (SiOH) penetran profundamente en el suelo debido a que éste es hidrófilo (afin al agua), en esta etapa.
3. Al curar, se generan cadenas de alquilo siloxano que crean una nanomembrana que repele al agua en estado líquido, pero permite su paso como vapor.



## BENEFICIOS DE TERRASIL

- Elimina la capilaridad y la entrada de agua desde la parte superior.
- Reduce permeabilidad, manteniendo la transpirabilidad y elimina la expansividad e hinchamiento.
- **Mantiene los valores de CBR en seco, aún en condiciones de inmersión.** Mantiene la resistencia de las subbases, e incrementa la resistencia a la deformación al mantener los valores friccionales entre limos, arenas y partículas de arcilla.
- Controla la erosión de los suelos en taludes y bermas



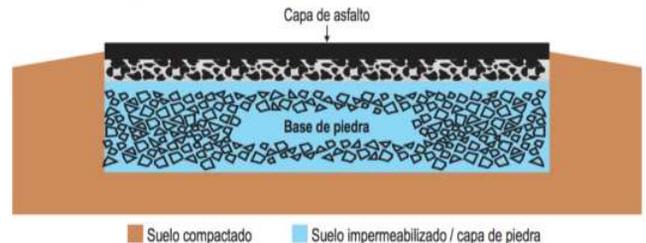
## TRATAMIENTO TIPO SANDWICH

Aplicar solución de TerraSil mediante dos ciclos de riego- dejar secar-riego sobre suelos compactados previamente (densidad superior al 95% del contenido de humedad óptimo). El primer riego impermeabiliza aproximadamente un 90%-95% de la superficie. El segundo riego asegura la saturación del 100% de la superficie del suelo, penetrando e impermeabilizando las microgrietas.



## TRATAMIENTO TIPO ESTABILIZADO

Calcular la solución apropiada de TerraSil en el agua de compactación y realizar una estabilización por vía húmeda, mezclando la solución de agua y TerraSil con el suelo, para luego compactar y sellar.



## DOSIFICACION

CBR Suelo	Dosificación 0.5 Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación 1 Kg/m <sup>3</sup>	Dosificación 0.5 Kg/m <sup>3</sup> +1% cemento
Malo (CBR 1-6)	Mejora consigue (CBRx3)	Mejora óptica consigue (CBRx5)	Recomendada consigue CBR de 15% a 20%
Medio (CBR 6-15)	Mejora consigue (CBRx5)	Mejora óptica consigue (CBRx7)	Recomendada consigue CBR de 60% a 80%
Bueno (CBR 15-50)	Mejora consigue (CBR > 75%)	Mejora óptica consigue (CBR <> 80%)	CBR > 120%

## APLICACIONES

- Bases para carreteras, y firmes de asfalto y hormigón (concreto)
- Caminos sin pavimentar- Rurales, Minería, Vertederos
- Áreas de construcción, terraplenes, balsas, canales, etc...
- Campos solares y Termosolares

## ALMACENAMIENTO Y DURACION

TerraSil debe ser almacenado entre 5-45 oC (41-113oF) en una zona cubiera y protegida de la acción del sol, calor, ignición, chispas, lluvia y acumulación de agua. El contenedor debe cerrarse completamente tras cada uso. La duración es de 24 meses.

## PROCESO DE OBTENCIÓN DE LOS SUELOS EN EL CIRCUITO DE OBRAJES



Fuente: Elaboración propia

## GRANULOMETRÍA POR EL MÉTODO DEL LAVADO



Cortado de material por tamiz N° 4 y cantidad de muestra



Muestra en saturación



Lavado de la muestra en tamiz N° 200

Fuente: Elaboración propia

## ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG

### Limite líquido



### Limite plástico



Fuente: Elaboración propia

## ENSAYOS DE COMPACTACIÓN



Preparación de la mezcla



Mezclado del suelo



Compactación de las muestras a 5 capas de 56 golpes cada una



Enrasado del molde



Peso del molde más la muestra

Fuente: Elaboración propia

## ENSAYOS DEL C.B.R.



Preparación de la muestra



Preparación de material para CBR



Nivelación de los extensómetros



Inmersión de los moldes en agua



Drenaje de probetas



Peso de las muestras ya saturadas



Procedimiento de rotura de C.B.R.

Fuente: Elaboración propia