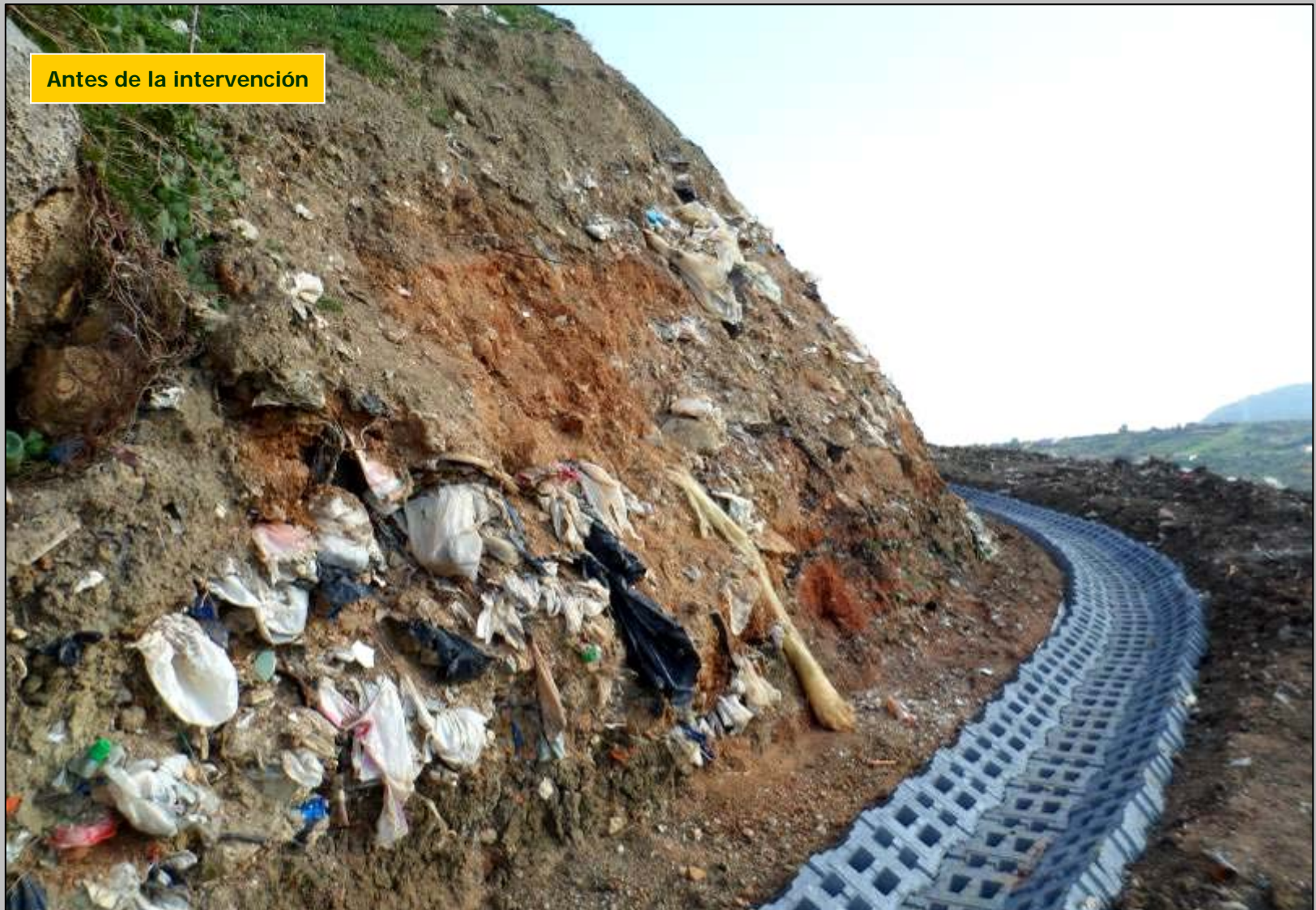


LOCALIZACIÓN	Noroeste de Sicilia, Italia
TIPO DE APLICACIÓN	Vertedero en ladera de alta inclinación
OBJETIVOS DE LA INTERVENCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Control erosión (agua y viento) y estabilización de la ladera 2. Inmovilización de los residuos 3. Reducción de la generación de lixiviados 4. Reducción drástica de los costes y período de intervención 5. Reducción drástica en los costes energéticos de la intervención 6. Reducción drástica en la emisión de contaminantes en comparación con las técnicas tradicionales 7. Sin necesidad de utilizar materiales y productos sintéticos, plásticos, arcilla, suelo vegetal para implementar las medidas de seguridad 8. Renaturalización con especies autóctonas 9. Eliminación de todos los gastos de mantenimiento
SUPERFICIE	Approx. 20,000 m ²
LITOLOGÍA	RSU (inertes)
FECHA DE LA INTERVENCIÓN	Marzo 2012



Vertedero en ladera de alta inclinación, Sicilia



“Terreno” del relleno antes de la siembra: una mezcla de residuos, botellas de vidrio y de plástico, latas oxidadas, láminas y bolsas de plástico, etc. Material con muchas dificultades para el desarrollo y arraigo de cualquier tipo de vegetación standard.

Vertedero en talud de alta inclinación en Sicilia

Antes de la intervención



Vertedero en talud de alta inclinación en Sicilia

Antes de la intervención



Vertedero en talud de alta inclinación en Sicilia



Aspecto del vertedero antes de la revegetación. Se trata de un relleno de estériles donde la vegetación autóctona no tiene posibilidades de arraigo y desarrollo y que además está desestabilizando la ladera.



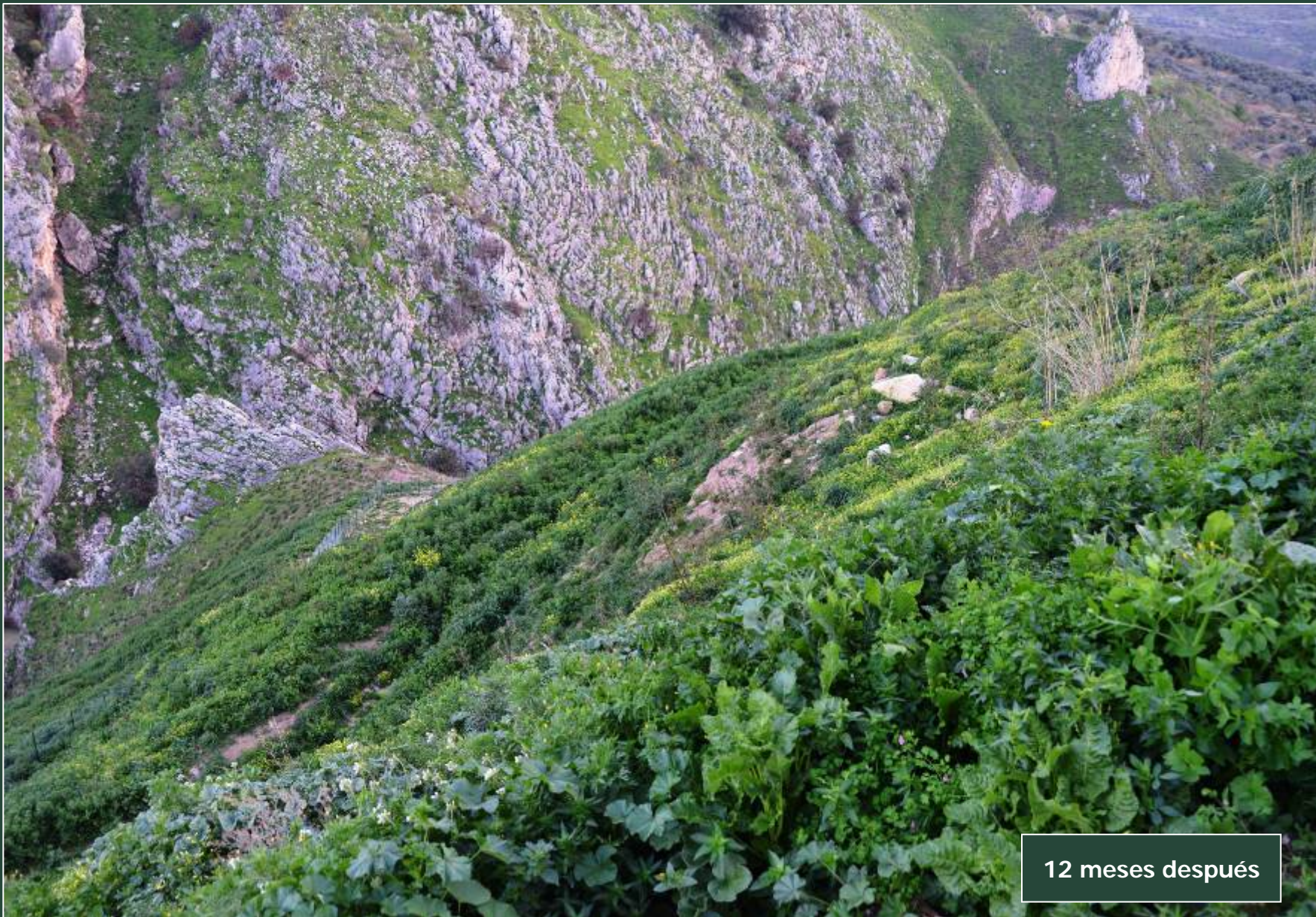
12 meses después

Vertedero en talud de alta inclinación en Sicilia

Durante la intervención



SISTEMA PRATI ARMATI® EN VERTEDERO DE ALTA INCLINACIÓN. SICILIA



12 meses después

Vertedero en talud de alta inclinación en Sicilia

Durante la intervención



SISTEMA PRATI ARMATI® EN VERTEDERO DE ALTA INCLINACIÓN. SICILIA

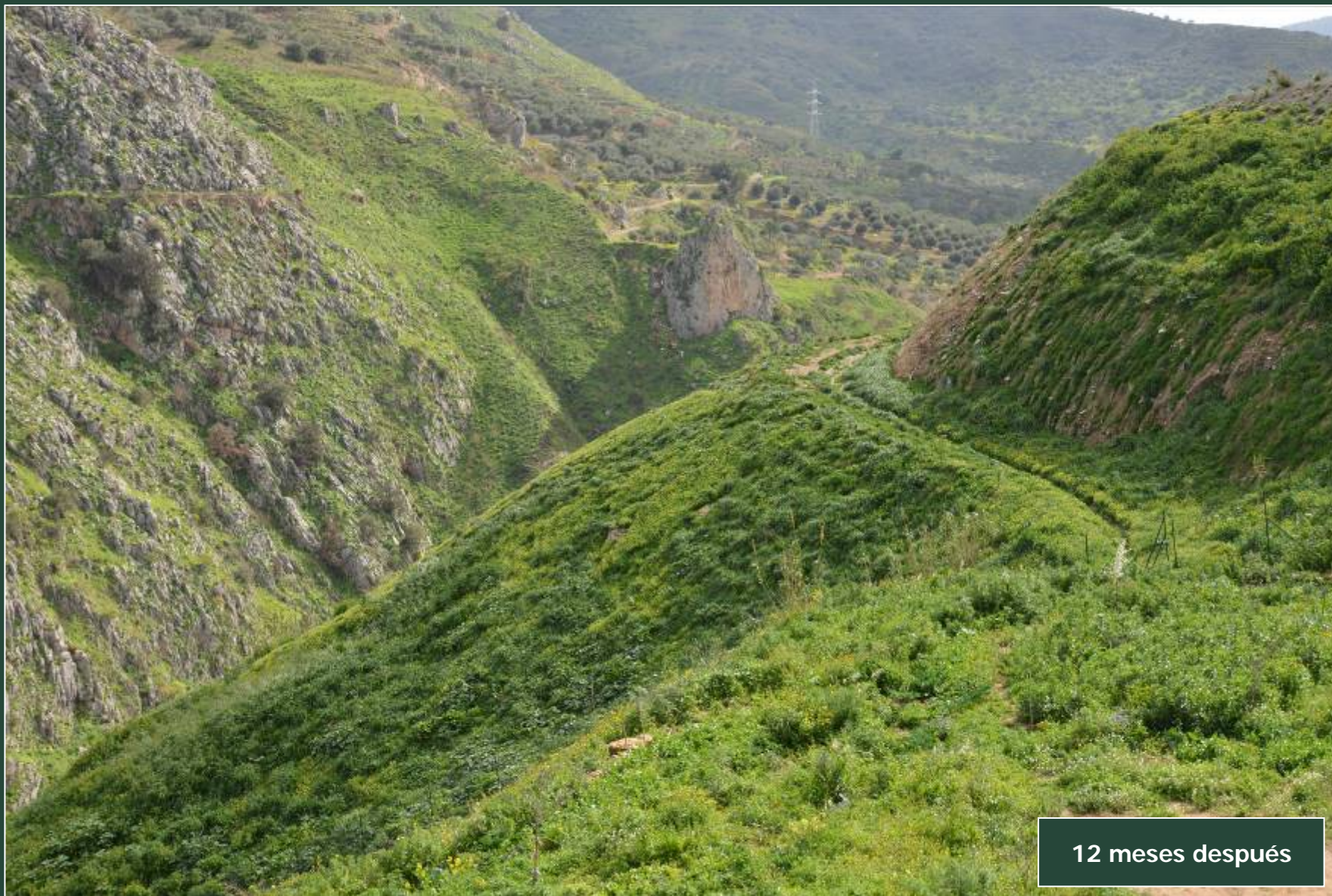


12 meses después

Vertedero en talud de alta inclinación en Sicilia

Antes de la intervención





12 meses después

Excelente estado de la revegetación del vertedero aproximadamente 12 meses después de la hidrosiembra con PRATI ARMATI®

UNA SOLUCIÓN SIMPLE PARA UN PROBLEMA COMPLEJO: PLANTAS HERBACEAS DE RAÍCES PROFUNDAS COMO MEDIDA URGENTE DE SEGURIDAD PARA VERTEDEROS EN ALTA PENDIENTE

Los vertederos en pendiente son acumulaciones de residuos vertidos ilegalmente en valles y laderas

Residuos de todo tipo y tamaño incluyendo escombros, etc, se han acumulado a lo largo de los años con espesores de hasta decenas de metros.

Dada la antigüedad de estos vertederos ilegales, la producción de biogás es casi nula, mientras que la producción de lixiviados se mantiene

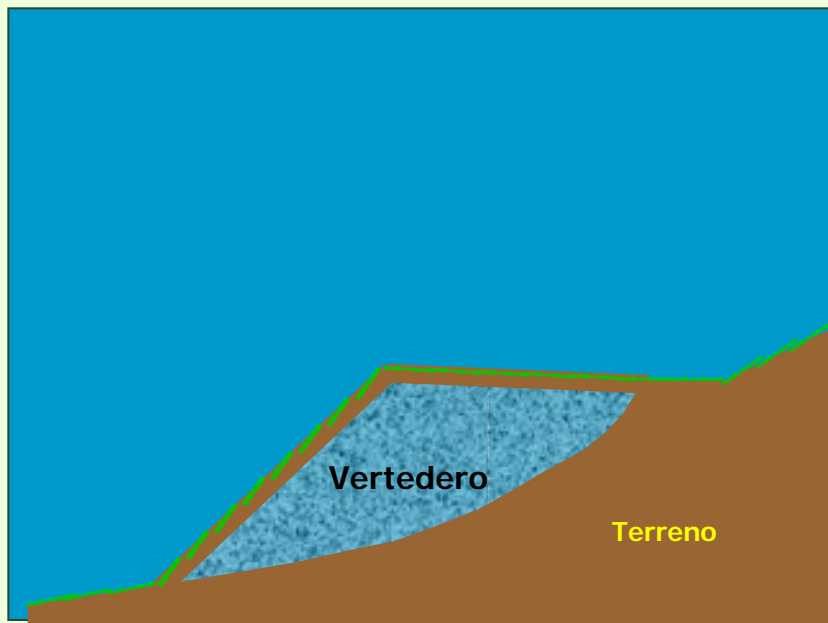


Diagrama de vertedero en pendiente



Ejemplo de vertedero en pendiente

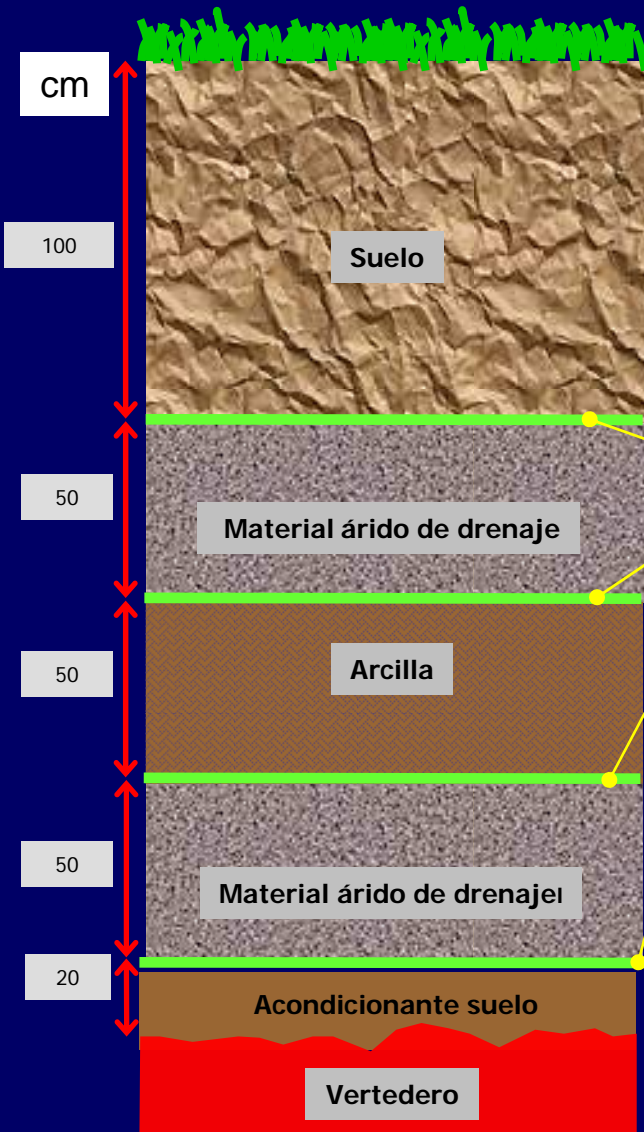
La restauración ambiental de estos vertederos es técnicamente compleja y costosa. Teniendo en cuenta que la restauración completa no es posible, hay una tendencia a poner en práctica medidas de seguridad de emergencia con algunos objetivos específicos: evitar vertidos adicionales, aislar los residuos del ambiente circundante, disminuir la producción de lixiviados y mitigar el impacto visual.

Las soluciones más utilizadas para reforzar la seguridad de los vertederos en alta pendiente son las siguientes:

- Impermeabilización mineral
- Impermeabilización con geosintéticos

Recientemente se está utilizando una solución innovadora que solo utiliza plantas herbáceas de raíces profundas:
Sistema PRATI ARMATI®.

1) IMPERMEABILIZACIÓN MINERAL (Decreto No. 36/2003)

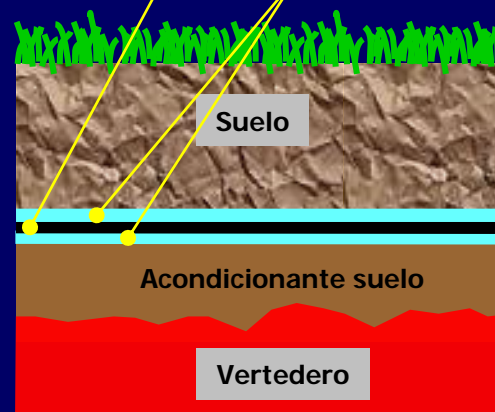


Geotextil no tejido para separación

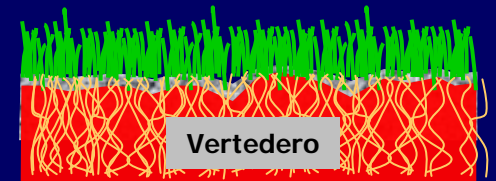
2) SOLUCIÓN EQUIVALENTE CON GEOSINTÉTICOS

Manta Polietileno de 2 mm de espesor

Geocompuesto drenante



3) SOLUTION HERBÁCEA PRATI ARMATI®



La Impermeabilización mineral y la impermeabilización con geosintéticos generalmente no son convenientes ni eficaces: las intervenciones son muy largas, caras, peligrosas y complejas, imposibles de lograr, especialmente en alta pendiente.

Por otro parte, la revegetación con herbáceas tradicionales, con especies arbustivas o arbóreas no consiguen objetivos satisfactorios ya que:

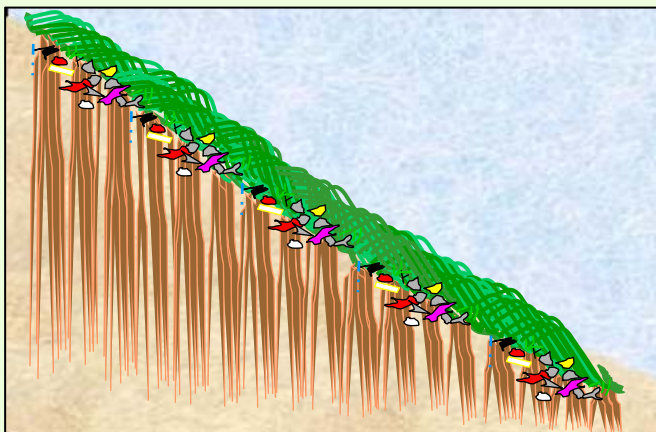
- No sellan la pendiente
- El agua penetra profundamente, aumentando la producción de lixiviados,
- No desarrollan raíces y vegetación en condiciones de sequía y contaminación,
- No consiguen cubrir los afloramientos de residuos.

Afortunadamente, las especies herbáceas de raíces profundas (como los utilizados en Prati Armati®) ofrecen una solución rápida, económica y segura para la aplicación de medidas de seguridad de emergencia para estos vertederos. Estas intervenciones (véase el Decreto Ministerial N° 471/99) entran en la categoría de las técnicas *in situ*, es decir, sin manipulación o eliminación de la basura y los residuos contaminados. De hecho, el sistema PRATI Armati® presenta los siguientes beneficios:

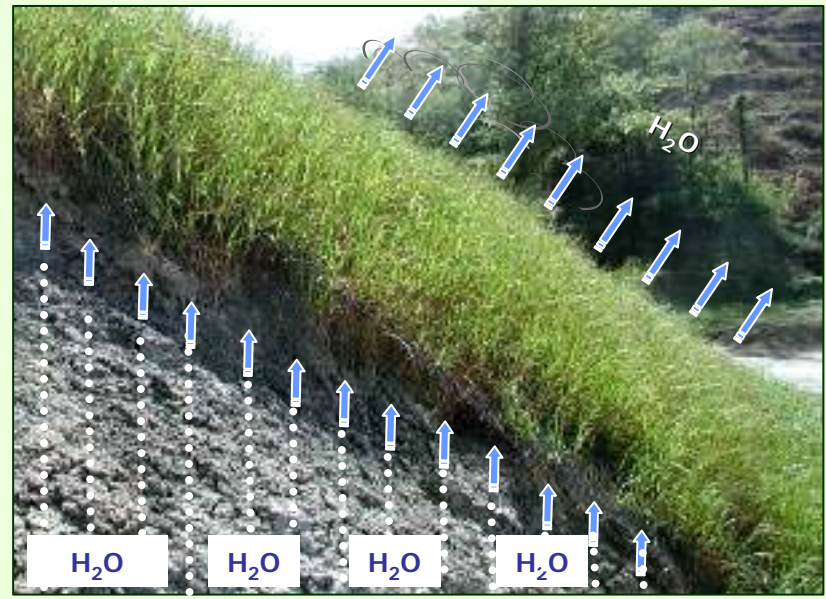
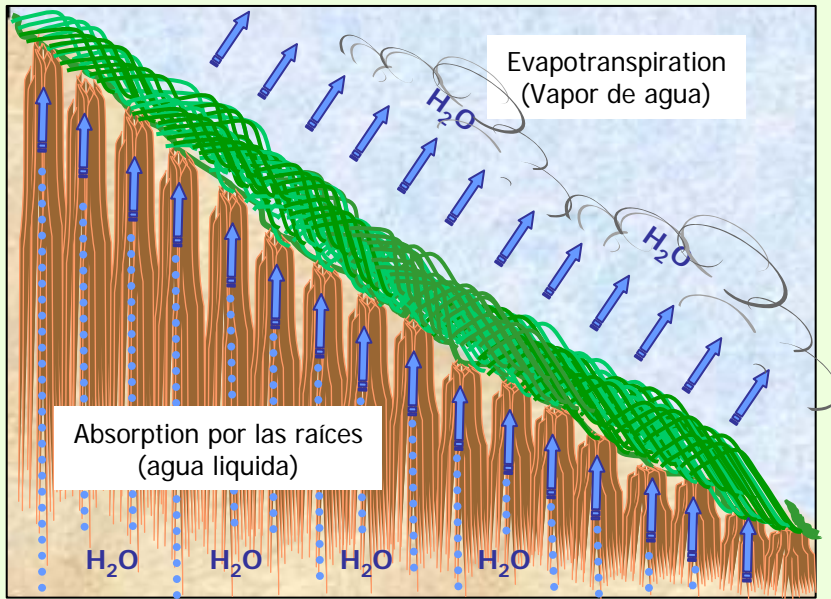
- Excelente desarrollo en suelos estériles y muy contaminadas por metales pesados, hidrocarburos y basuras;
- Aumenta la resistencia a las fuerzas de tensión del suelo e incrementa su factor de seguridad (estabilización de la ladera);
- Reduce la erosión eólica e hídrica y previene la consiguiente dispersión de los contaminantes;
- Reduce la resistencia de los residuos a las escorrentías, quedando incorporados por la cubierta vegetal: por lo tanto se aíslan las basuras del entorno externo;

Reduce la producción de lixiviados en los vertederos debido a:

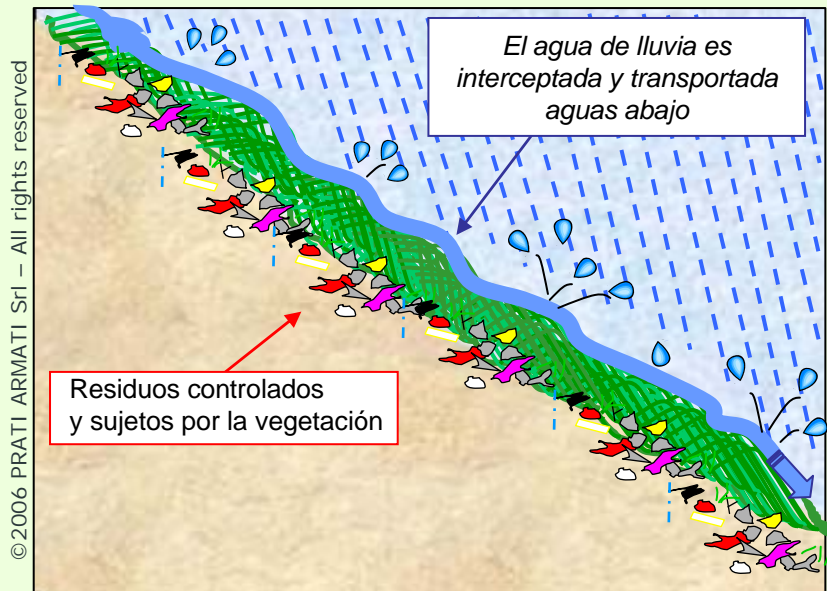
- Importante reducción de la infiltración de agua de lluvia debido a que la escorrentía se desliza por encima del estrato herbáceo inclinado hacia el suelo;
- La gran capacidad de transpiración debida a las plantas herbáceas utilizadas;
- Proporciona un aspecto verde y natural para el relleno del vertedero, lo cual mejora el impacto visual.



**Las raíces profundas de PRATI Armati® arman el suelo y retienen los residuos en la ladera.
Las plantas no se ven afectadas por las condiciones fitotóxicas del vertedero.**



La transpiración: agua absorbida por las raíces se transfiere a la atmósfera a través de la planta en forma de vapor: de esta manera, la fracción de agua que penetraría y haría aumentar la producción de lixiviados, queda sensiblemente reducida

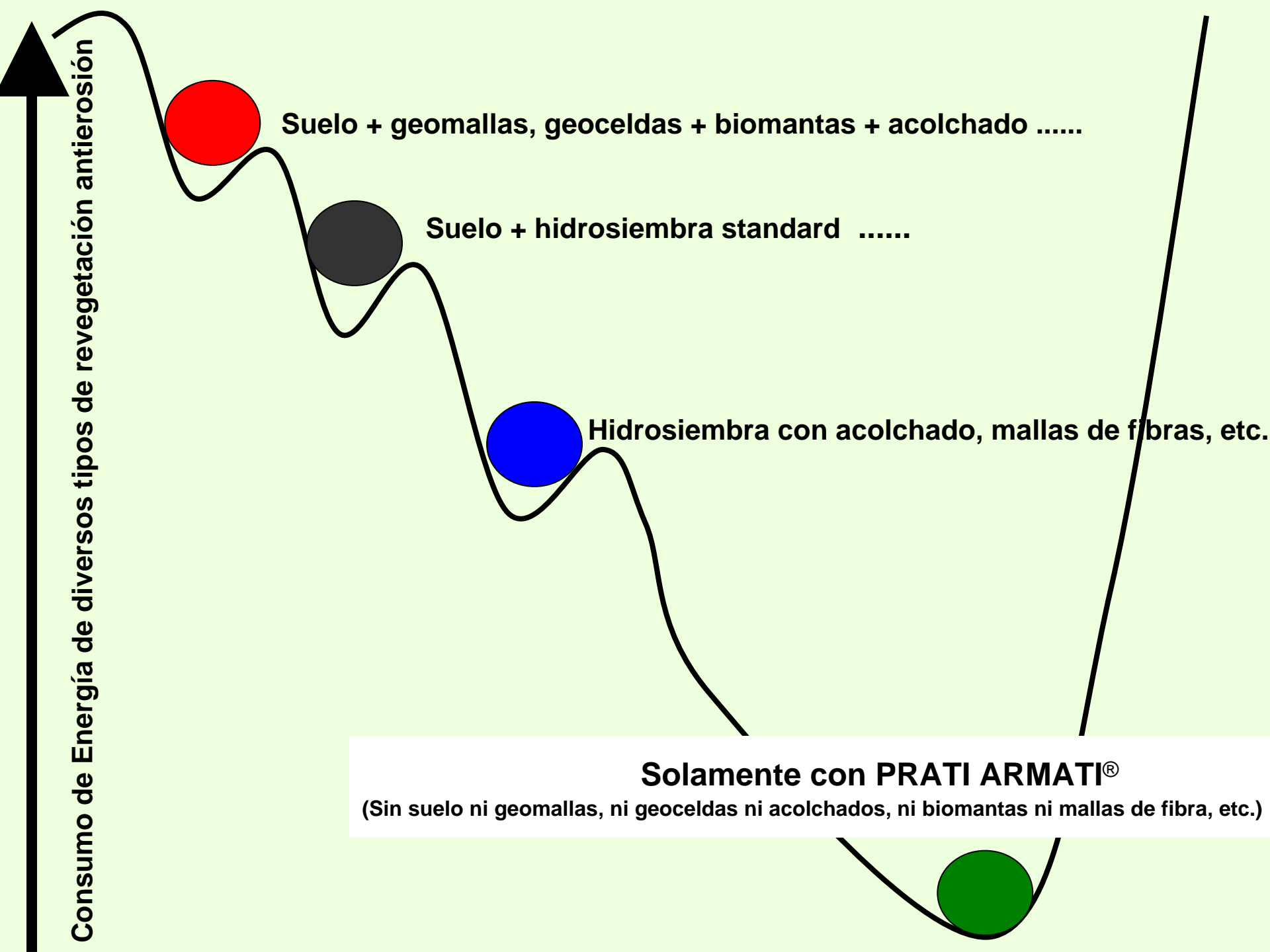


© 2006 PRATI ARMATI Srl - All rights reserved

PRATI Armati® en vertedero de ladera: pendiente sellada, reducción de lixiviados y residuos controlados

COMPARACIÓN DE DIFERENTES SOLUCIONES DE IMPERMEABILIZACIÓN

CARACTERISTICAS	SOLUCIÓN MINERAL	SOLUCIÓN CON GEOSINTÉTICOS	SOLUCIÓN HERBÁCEA PRATI ARMATI®
Espesor de los materiales utilizados (plásticos, arcilla, etc.)	Muy alto	Alto	Nulo
Incremento de la resistencia a la tensión	Nulo	Nulo	Alto
Impermeabilización	Alta	Alta	Alta
Reducción agua saturada	Nula	Nula	Alta
Influencia en la estabilidad del talud	Nula	Nula	Alta
Aspecto del talud	Muy negativo	Muy negativo	Muy positivo
Durabilidad	Limitada	Media	Larga duración (ilimitada)
Valor ambiental de la zona después del tratamiento	Nulo	Nulo	Muy bueno
Periodo de instalación	Muy extenso	Extenso	Muy corto
Consumo de recursos	Muy alto	Muy alto	Muy limitado
Problemática operacional	Muy difícil o imposible	Muy difícil	Muy simple
Producción de gases de efecto invernadero y otras emisiones (CO, NOx, SOx, PM)	Muy alta	Muy alta	Muy baja
Necesidad de cubierta de suelo vegetal	Si	Si	No
Coste de mantenimiento	Alto	Alto	Nulo
Impacto ambiental	Altamente negativo	Altamente negativo	Altamente positivo
Substracción of CO ₂	Nula	Nula	Muy alto. Hasta un 400% más alto que las herbáceas tradicionales



Análisis de energía y contaminación de varias soluciones contra la erosión (superficie de referencia: 1 ha = approx. 10,000 m2)

7.3 Resultados del Caso Práctico: VERTEDERO EN LADERA

7.3.1 Comparación de las necesidades de energía y la contaminación producida por la rehabilitación de 1 ha de vertedero en ladera

Se han comparado los requerimientos de energía (expresada en GJ) y las emisiones contaminantes (CO₂, CO, NO_x, SO_x y PM), analizando las tres soluciones siguientes:

- Solución mineral ;
- Solución con geosintéticos;
- Solución de herbáceas de raíces profundas PRATI ARMATI® (RP)

1000 GJ corresponden a la energía contenida en 25 de toneladas de petróleo.

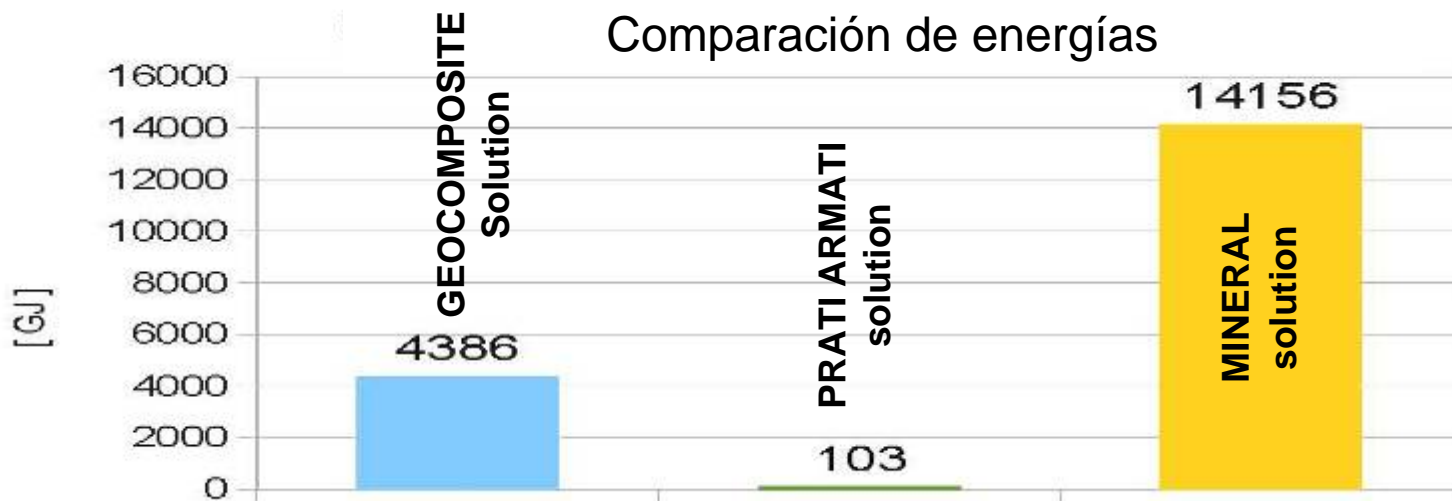


Figure 31: Comparación de los requerimientos de energía de las tres soluciones

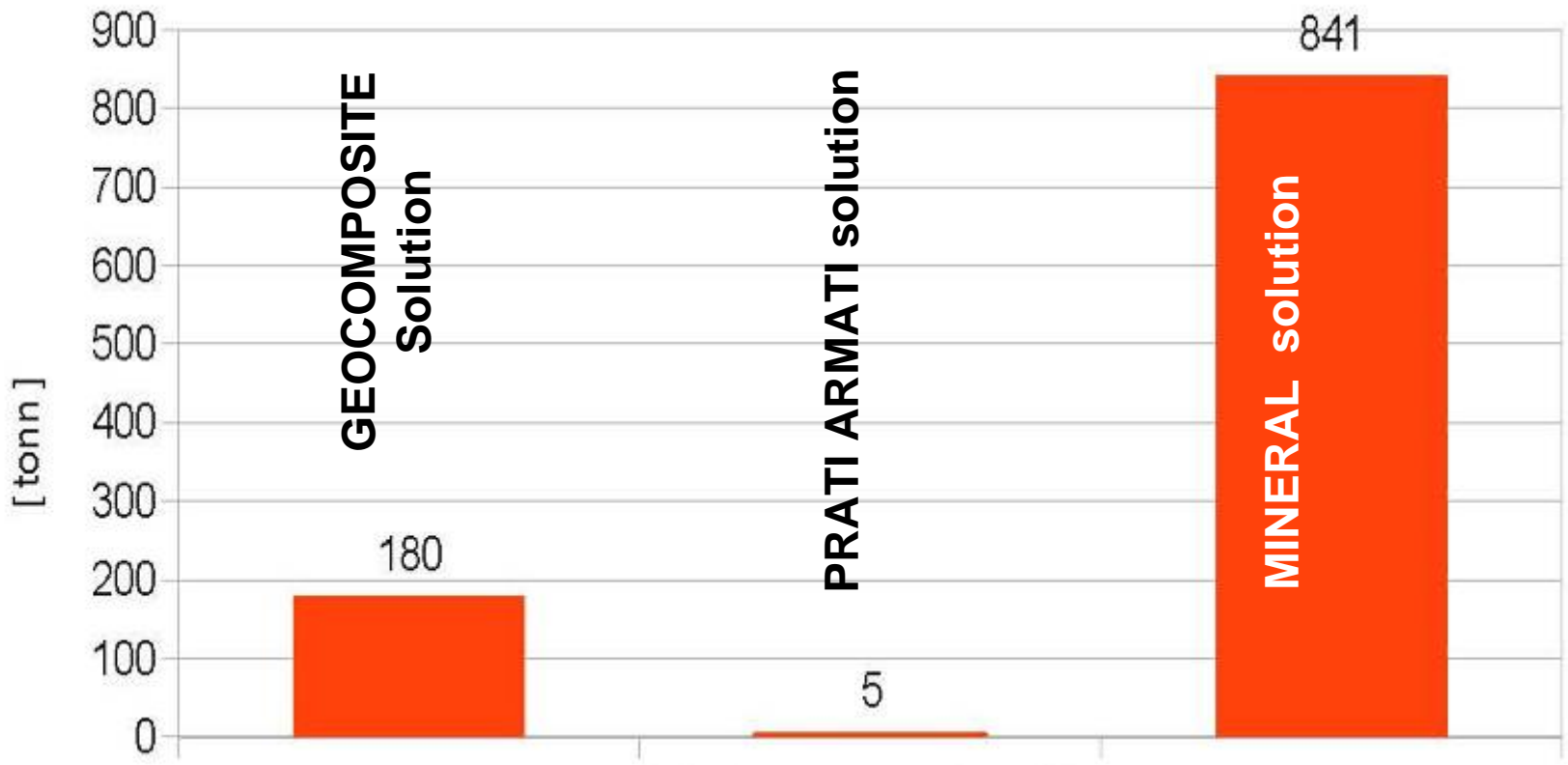


Figure 35: Comparación de las emisiones de CO₂ de las tres soluciones

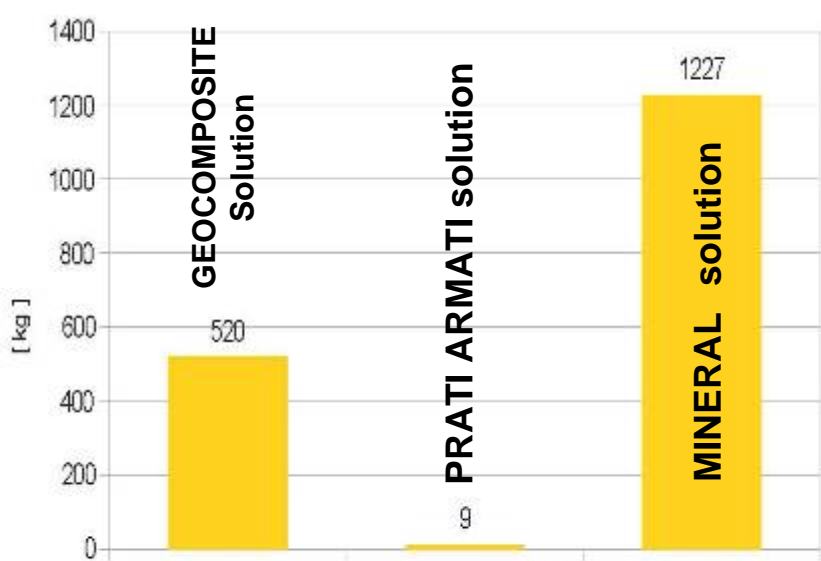


Figure 39: Comparación emisiones CO

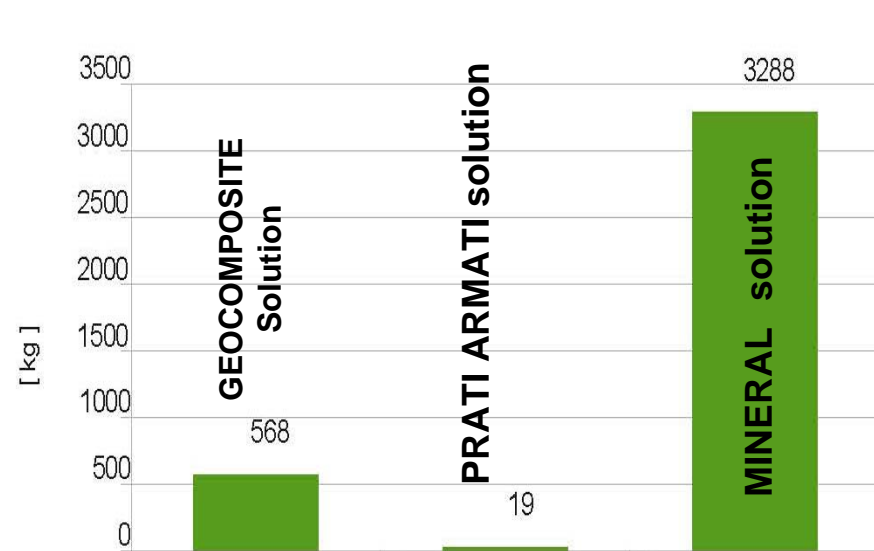


Figure 43: Comparación emisiones NO_x

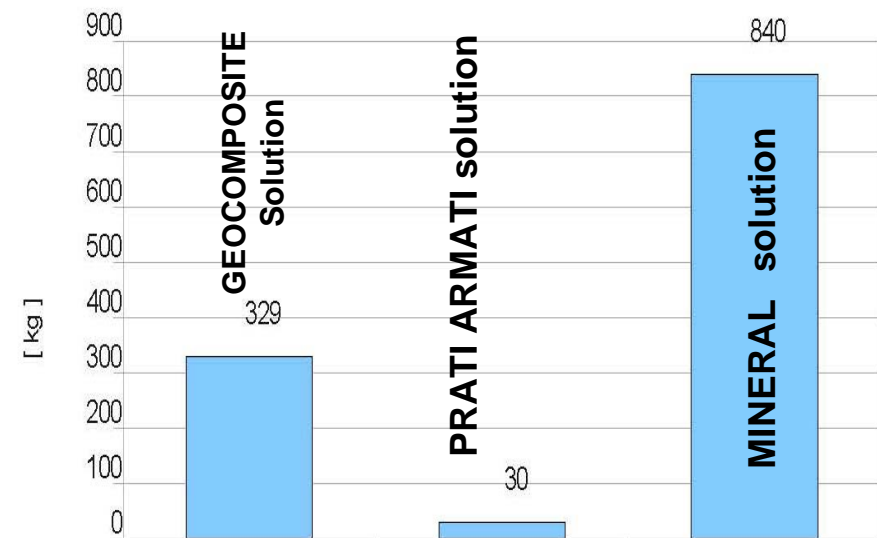


Figure 44: Comparación emisiones SO_x

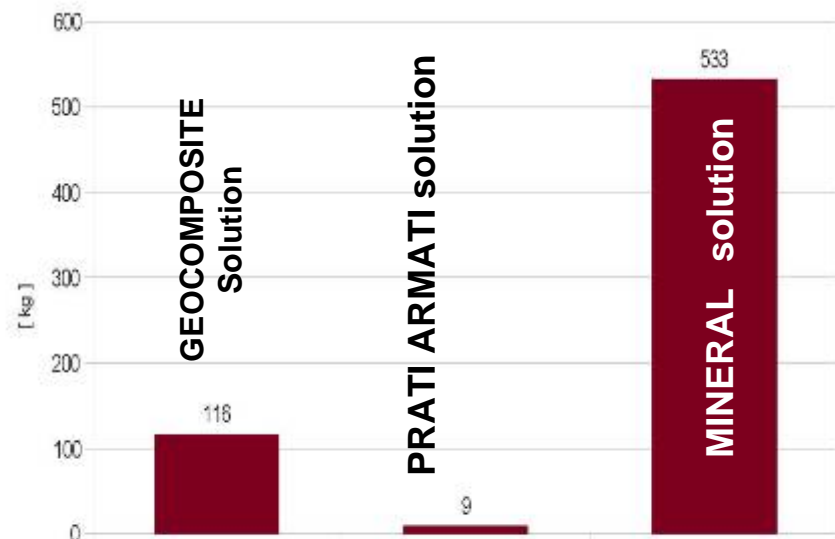
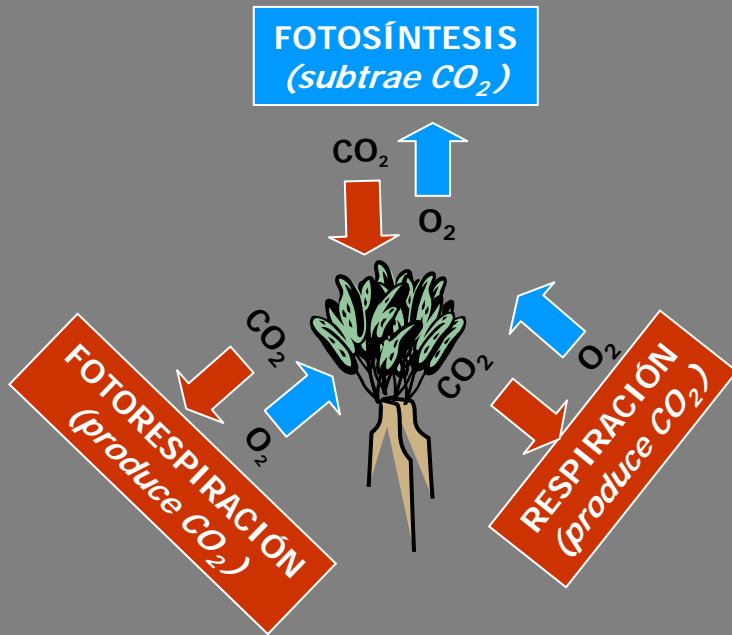


Figure 45: Comparación emisiones PM

PRATI ARMATI® absorbe hasta el 400% más CO₂ que las mayoría de las plantas tradicionales

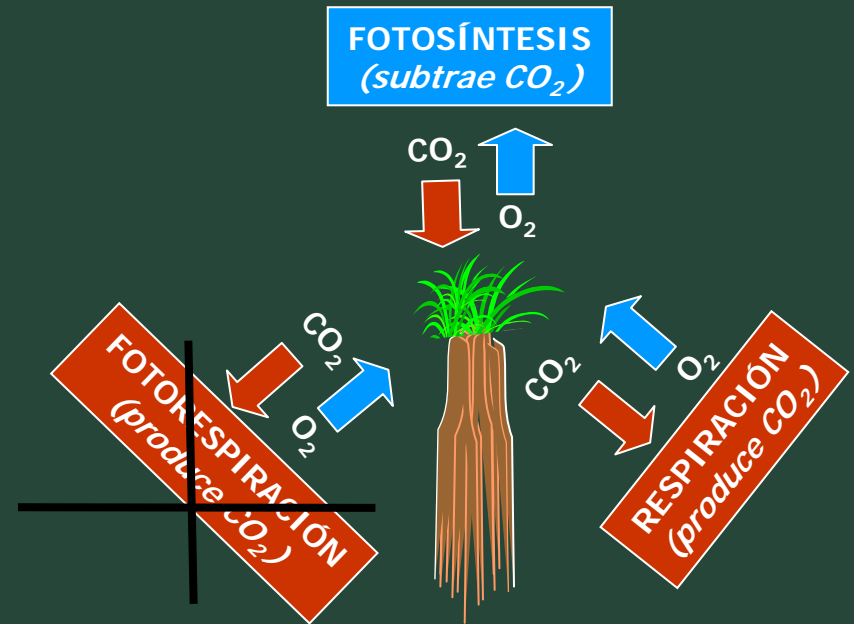
PLANTAS TRADICIONALES



En estas plantas ambos mecanismos de respiración y fotorrespiración están presentes. Fotorrespiración puede reducir la fotosíntesis en un 50%

La fotosíntesis es desactivada por la alta temperatura y la luminosidad

PRATI ARMATI®



PRATI Armati® es mucho más eficiente que las plantas tradicionales, gracias a:

- Mejor eficiencia de la fotosíntesis
- Resistencia a climas áridos
- La tolerancia de suelos salinos
- Crecimiento rápido en condiciones prohibitivas

La fotosíntesis no se desactiva por las altas temperaturas y luminosidad

PRATI ARMATI® puede almacenar hasta 400% más de dióxido de carbono (CO₂) que la mayoría de las plantas herbáceas comunes que se utilizan en las aplicaciones tradicionales, contribuyendo así a la aplicación del Protocolo de Kyoto

TIPO DE VEGETACIÓN	TONELADAS DE CO ₂ absorbidas por hectárea y año (t / ha / año)
Bosque caducifolio templado (plantas C3)	20
Herbáceas clima templado (plantas C3)	8
Plantación <i>estacional</i> de maíz (plantas C4):	41,5
Herbáceas <i>perenne</i> PRATI Armati® revegetación anti-erosión (plantas C4)	Hasta 40

Capacidad de absorción de CO₂ de las diferentes cubiertas vegetales, medido en toneladas por hectárea y año