

- Aguas y Medioambiente
- Seguridad Agroalimentaria
- Legionella y Vertidos
- Edificación y Obra Civil
- Geotecnia y Sondeos
- Eficiencia Energética

## 1. TECNICAS DE ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO MEDIANTE BIOINGENIERIA

### 1.1.1. Entramado vivo

El entramado de madera vivo a doble pared tipo kreiner es un muro de gravedad formado por una estructura celular de troncos de madera y tierra, junto con plantas vivas de especies con alto poder vegetativo. Se emplea en la estabilización hasta pendientes de 50 o, como muro de contención.



Entramado vivo recién construido.

#### Materiales

- Troncos de madera: Los troncos de madera que se empleen para la realización del Entramado serán de pino, robinia, alerce o castaño. de 20 cm de diámetro y previamente descortezados. Los troncos, que deberán tener 4 m de longitud, serán rectos y se presentarán descortezados.
- Planta arbustiva autóctona de especies adaptadas.
- Tornillos especiales para madera de 350 mm de longitud y 10 mm de diámetro.

El Entramado Vivo se colocará sobre una ligera excavación previa. El hueco necesario para asentar la base tendrá una profundidad que vendrá calculada en cada caso, en función de la altura prevista del entramado

- Aguas y Medioambiente
- Seguridad Agroalimentaria
- Legionella y Vertidos
- Edificación y Obra Civil
- Geotecnia y Sondeos
- Eficiencia Energética

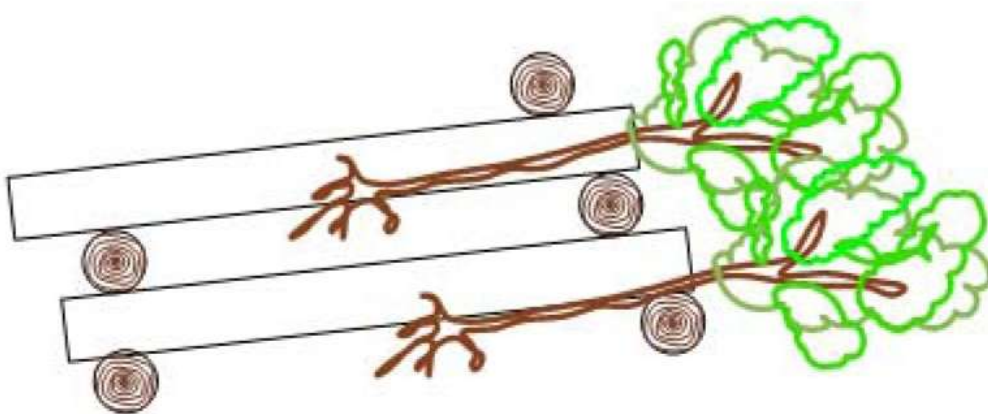
Tel. 942 54 13 38 / Avda. de la Cerrada, 10 - 39600 Maliaño (Cantabria) / [www.soningeo.com](http://www.soningeo.com) - [soningeo@soningeo.com](mailto:soningeo@soningeo.com)

vivo concreto (como referencia, podemos tomar unos 2m de anchura en la base), y tendrá una contrapendiente del 10 %.

El fondo de la estructura será relleno con piedra o grava drenante hasta el nivel del primer tronco. El material de relleno de la estructura se compactará por tongadas. En este momento se colocarán las arbustivas, a razón de 7 plantas por metro lineal de estructura, en la cara frontal. Las plantas se colocarán de forma perpendicular a la estructura. Por encima de ellas, la estructura se rellenará de tierra procedente de la excavación, hasta finalizar el primer nivel. Se irán construyendo sucesivos niveles, que constan de una hilera de troncos longitudinales y otra de troncos perpendiculares con el relleno de tierra y las plantas, hasta llegar a la altura prevista para cada estructura.

Los troncos de los diversos niveles se unirán con tornillos de madera.

A la estructura se le dará una pendiente en el frente de 60º, para lo cual, cada nivel de troncos longitudinales se colocará retranqueado respecto del tronco longitudinal del nivel inmediatamente inferior hasta lograr la pendiente deseada.

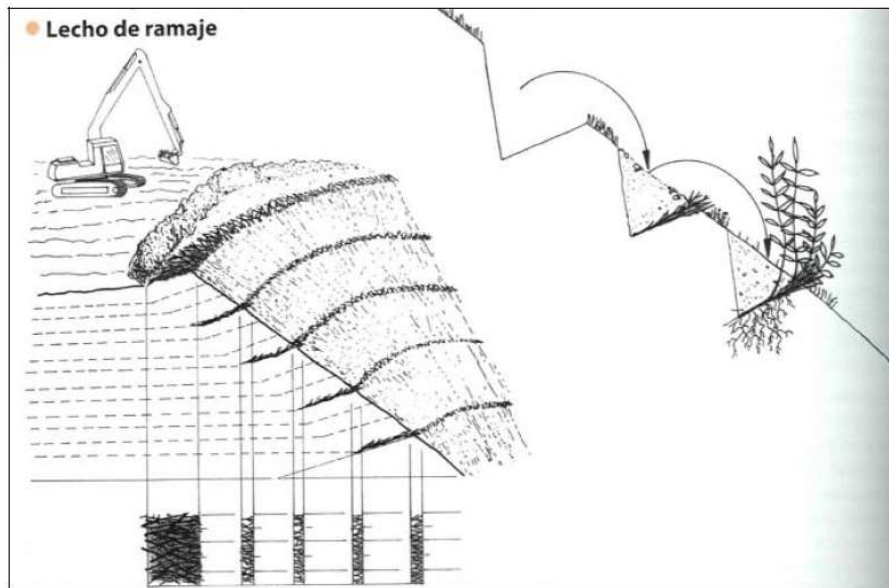


Esquema de construcción de un entramado vivo de doble pared.

- Aguas y Medioambiente
- Seguridad Agroalimentaria
- Legionella y Vertidos
- Edificación y Obra Civil
- Geotecnia y Sondeos
- Eficiencia Energética

### 1.1.2. Lechos de ramas

Se realizarán una serie de excavaciones, creando líneas de trinchera a modo de escalones paralelos, de una anchura de 85 cm y una ligera contrapendiente transversal en relación con la horizontal del 10%. El espacio entre las trincheras será de 1,5 m.



El suelo de cada trinchera se dispondrá una capa de ramajes dispuestos en hiladas contiguas, ordenadas, con una densidad de unas 20 ramas al metro, de diámetro mínimo 1,3 cm y 100 cm de longitud. Las ramas se colocarán respetando la polaridad de su crecimiento, y deben quedar enterradas en su mayor parte, emergiendo del terreno únicamente 15 cm de su parte apical.

- Aguas y Medioambiente
- Seguridad Agroalimentaria
- Legionella y Vertidos
- Edificación y Obra Civil
- Geotecnia y Sondeos
- Eficiencia Energética



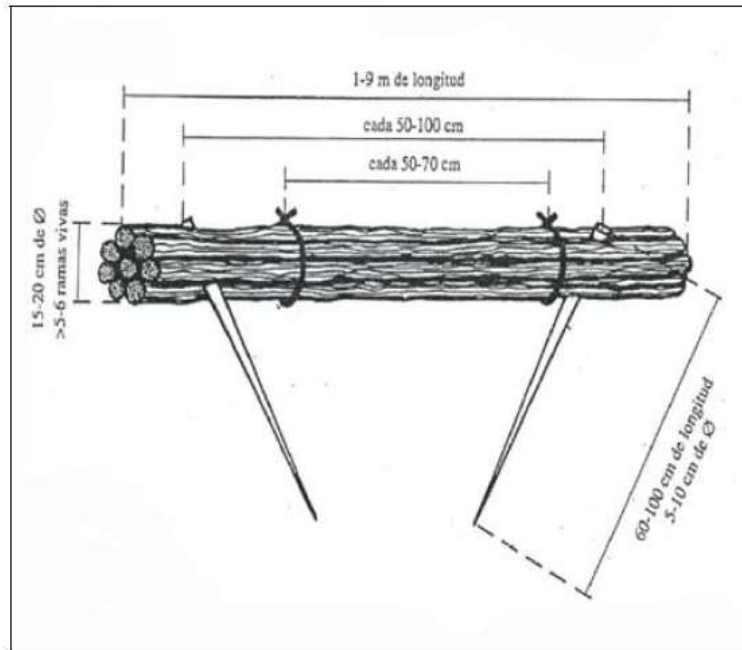
Detalle de ejecución, ramas colocadas en la trinchera antes del relleno de tierras

### 1.1.3. Drenaje de fajinas

Este tipo de drenajes, al ejecutarse con material vivo, tienen la ventaja añadida de que las propias plantas, al desarrollar sus raíces, contribuyen a “armar” el terreno, aumentando enormemente su cohesión y estabilidad.

Además, la actividad de las plantas regula muy eficazmente el equilibrio hídrico de estos suelos.

Las fajinas son estructuras cilíndricas, confeccionadas por agrupación de ramas vivas de sauce (*Salix atrocinera* o *Salix pupurea*) en estado de reposo vegetativo, de las que, una vez enterradas sobre el terreno, brotan arbustos que contribuyen a la sujeción y estabilización del mismo. Se emplearán ramas vivas de sauce, en parada vegetativa, procedente de plantas madre sanas recogidas de alguna zona cercana a las obras. Las ramas o varas de sauce se agruparán en haces, elaborándose fajinas de unos 30 cm de diámetro, que se atarán con alambre de acero galvanizado de 3 mm de espesor. Para colocar las fajinas se realizarán zanjas de 30 cm de profundidad por 30 cm de ancho. Se anclarán al terreno mediante piquetas de acero corrugado de 10 - 12 mm y 100 cm de longitud y posteriormente, se tapanán con material del extraído en la apertura de la zanja.



Esquema de las fajinas de drenaje

#### 1.1.4. Entramado Loricata

El Entramado Loricata consiste en:

Estructura metálica modular para la consolidación de taludes, que sujeta los troncos del frontal a modo de entramado y va anclada al terreno.

- Estructura frontal de 2m de ancho x 2,3m de alto (2m de desnivel), con soportes para la colocación de troncos de 4m. de largo. (Salvo en la loricata superior, de medidas especiales)
- Eje central interior de sujeción.
- Placa base de apoyo.
- Sección tubular y placa de apoyo en acero galvanizado Z275 J0.
- Cables de acero de refuerzo.
- Dos modelos disponibles: para 9 o 6 troncos.
- Con un solo módulo de 2x2m de frontal se puede consolidar una superficie de 8m<sup>2</sup> de talud.
- Apariencia similar a un entramado.
- Estructura con una resistencia estable desde el momento de su instalación.

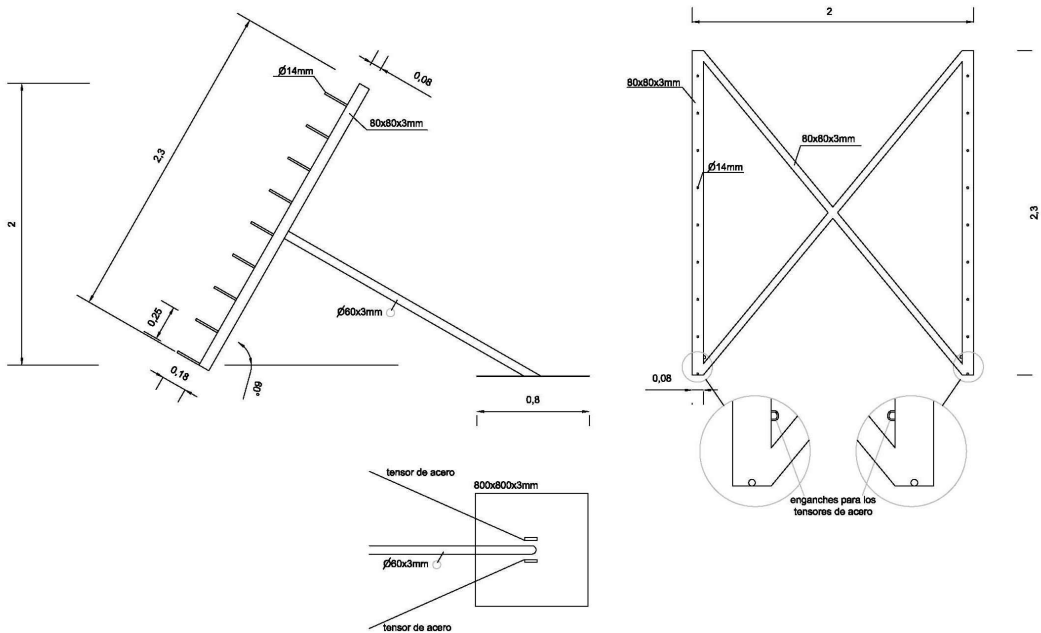


- Aguas y Medioambiente
- Seguridad Agroalimentaria
- Legionella y Vertidos
- Edificación y Obra Civil
- Ingeniería
- Geotecnia y Sondeos
- Eficiencia Energética

Tel. 942 54 13 38 / Avda. de la Cerrada, 10 - 39600 Maliaño (Cantabria) / [www.soningeo.com](http://www.soningeo.com) - [soningeo@soningeo.com](mailto:soningeo@soningeo.com)

- Permite el desarrollo de la vegetación ya que entre las hileras de troncos se plantan estacas, planta enraizada o fajinas vivas.
- No es necesario agujerear los troncos por lo que tienen más durabilidad.
- Sistema rápido de instalar, de bajo coste y rendimiento inmediato.

Dicho entramado aporta un empuje al terreno de superior a 8,00 – 10,00 Kn/m<sup>2</sup>.



- Aguas y Medioambiente
- Seguridad Agroalimentaria
- Legionella y Vertidos
- Edificación y Obra Civil
- Geotecnia y Sondeos
- Eficiencia Energética



Dado que la Bioingeniería es una disciplina constructiva muy joven que persigue objetivos técnicos, ecológicos, estéticos y económicos, aprovechando los múltiples rendimientos de las plantas y utilizando técnicas de bajo impacto ambiental, en la actualidad no existen aplicaciones o normativas específicas de esta técnica, por ellos a partir de bibliografía especializada tal como:

- García-Vega, A., Sanz-Ronda, F.J., Fuentes-Pérez, J.F., Navarro-Hevia, J., Martínez-Rodríguez, A. (2014). Bases metodológicas para el cálculo de muros entramados de madera con vegetación o muros Krainer. Informes de la Construcción.
- Gino Menegazzi y Fabio Palmeri (2014) Manuale di Dimensionamento delle opere di Ingegneria Naturalistica.
- Hammond, C.; Hall, D.; Miller, S.; Swetik, P. 1992. Level I Stability Analysis (LISA) documentation for version 2.0. General Technical Report INT-285. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. (USDA – Report INT 285, 1992.)
- COITAPAC. (1998). Norma Tecnológica de Jardinería y Paisajismo. Obras de Bioingeniería. Técnicas de Restauración de Taludes. NTJ 12 S (Parte 2). p. 42, Barcelona.