

Relación General sobre el tema: Prevención y Técnicas de Estabilidad de Taludes.

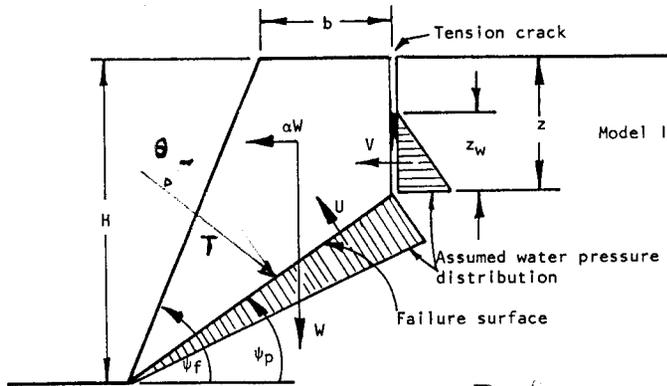
Ing. Gianfranco Perri A.

1. INTRODUCCION

Si simplísticamente se afirma que "prevenir" es, "estabilizar previamente" al manifestarse de la inestabilidad para eliminar o reducir la posibilidad de tal ocurrencia, entonces se tratará a continuación de las "técnicas de estabilización de taludes" que son las mismas (en principio) técnicas que pueden usarse para prevenir la ocurrencia de inestabilidades. Sin embargo deberá hacerse por lo menos la excepción relativa al "monitoreo" de taludes, para señalarlo como técnica esencialmente de prevención.

La efectividad de una medida de estabilización de taludes puede ser referida a la mejoría (aumento) que la misma produce en el factor de seguridad del talud (FS) y en este sentido tanto más efectiva será la acción, cuanto más produce una reducción de las fuerzas activantes y/o cuanto más produce un incremento de las fuerzas resistentes (lámina 1).

$$FS = \Sigma \text{ fuerzas resistentes} / \Sigma \text{ fuerzas activantes}$$



$$F = \frac{cA + (W(\cos\psi_p - \alpha\sin\psi_p) - U - V \sin\psi_p)\tan\phi}{W(\sin\psi_p + \alpha\cos\psi_p) + V \cos\psi_p - T \sin\theta}$$

Where

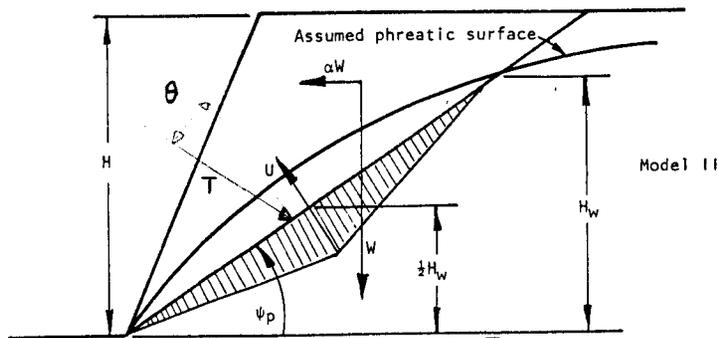
$$z = H(1 - \sqrt{\cot\psi_f \cdot \tan\psi_p})$$

$$A = (H - z) \operatorname{Cosec}\psi_p$$

$$W = \frac{1}{2}\gamma H^2((1 - (z/H)^2)\cot\psi_p - \cot\psi_f)$$

$$U = \frac{1}{2}\gamma_w \cdot z_w \cdot A$$

$$V = \frac{1}{2}\gamma_w \cdot z_w^2$$

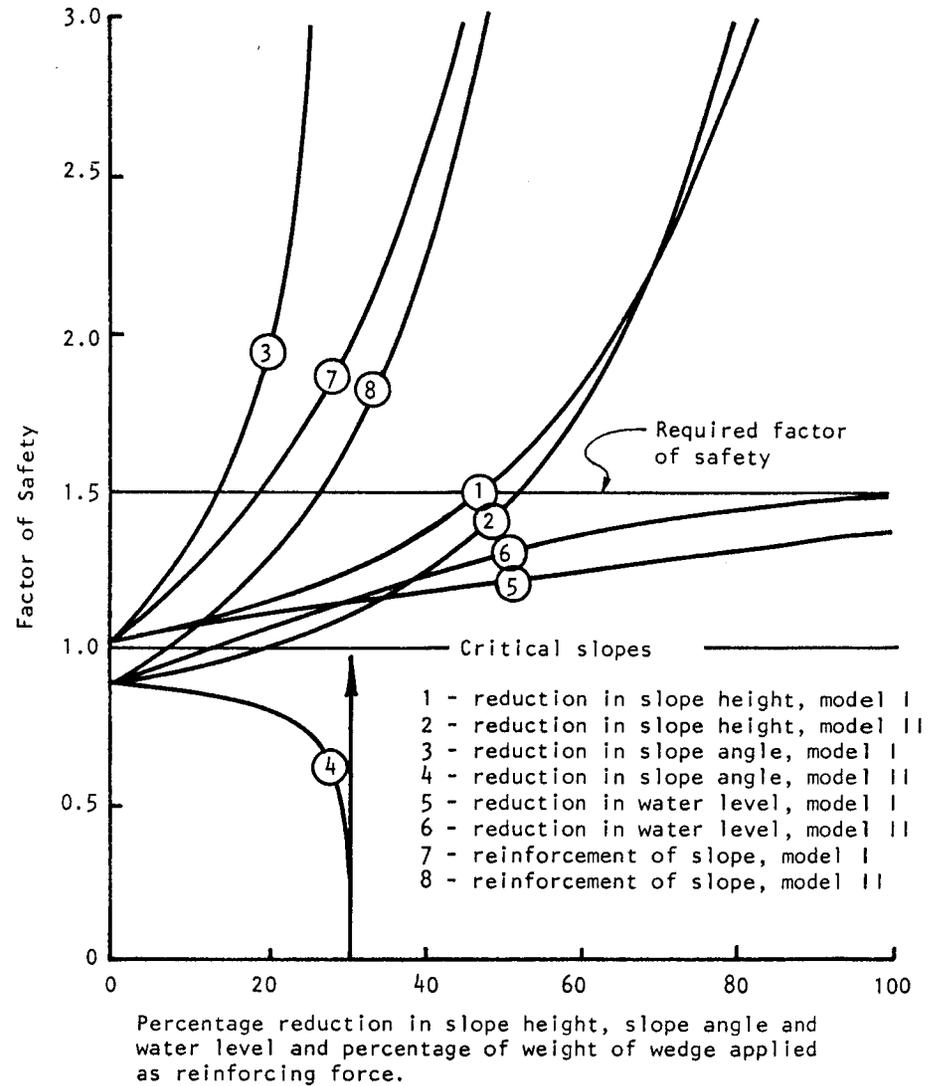


$$F = \frac{cA + (W(\cos\psi_p - \alpha\sin\psi_p) - U)\tan\phi}{W(\sin\psi_p + \alpha\cos\psi_p) - T \sin\theta}$$

Where

$$U = \frac{1}{4}\gamma_w \cdot H_w^2 \operatorname{Cosec}\psi_p$$

: Theoretical models for example



: Comparison between alternative methods of increasing stability of overall slope considered in example

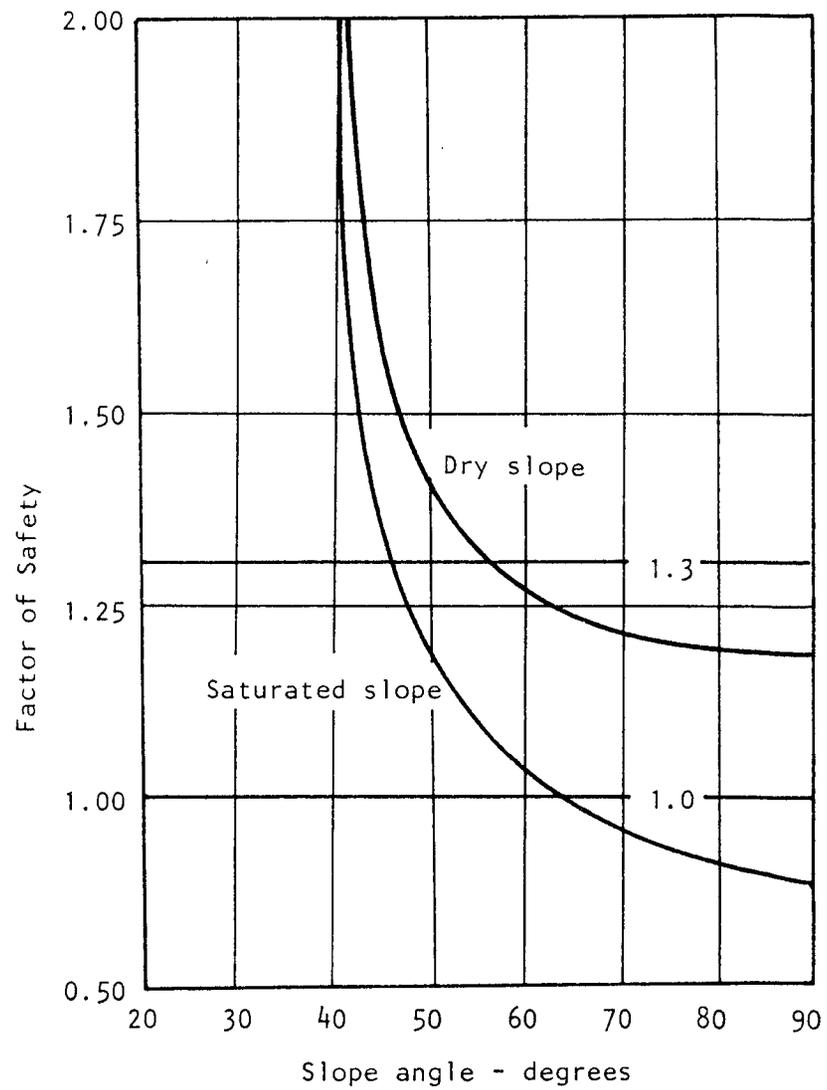
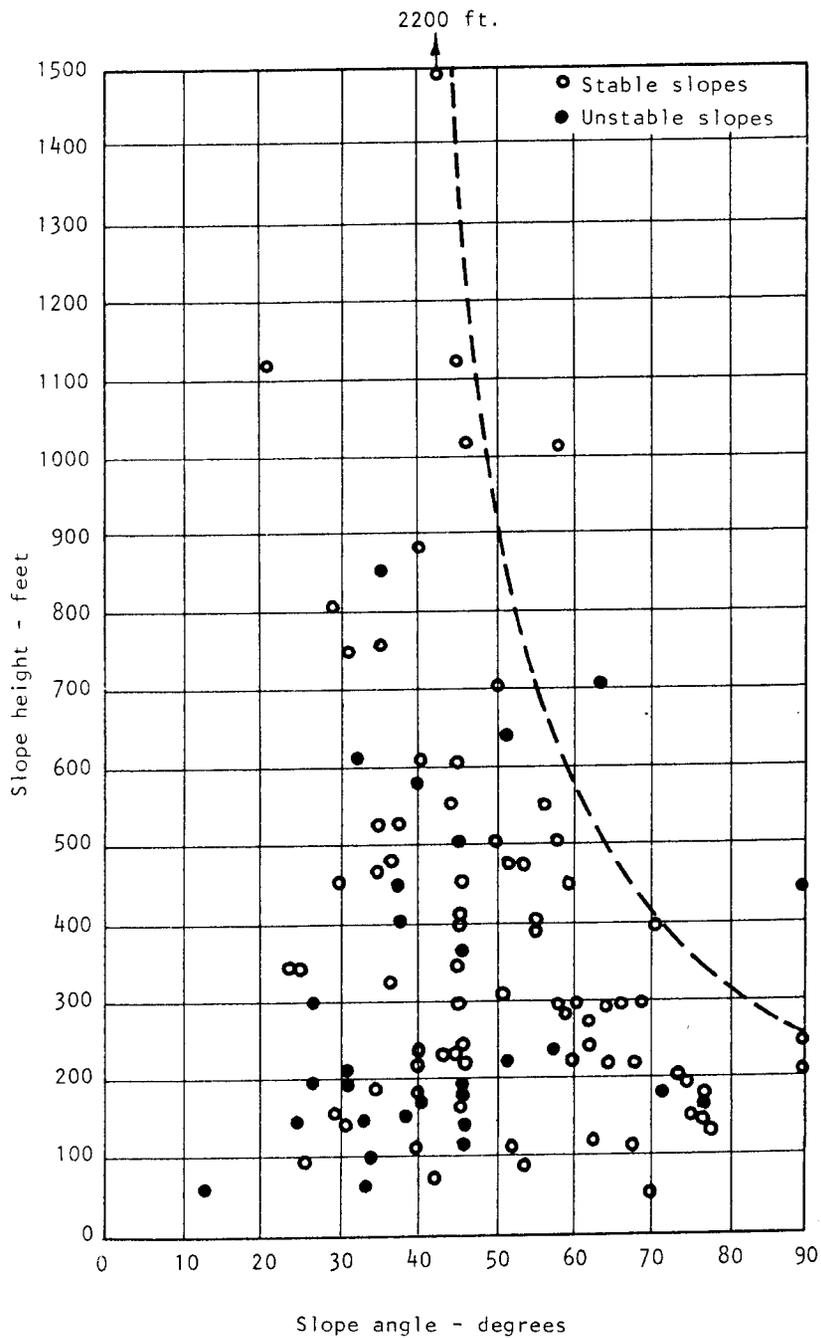
En términos generales, las técnicas más comúnmente utilizadas en la práctica ingenieril para estabilizar un talud, pueden agruparse en por lo menos cuatro categorías:

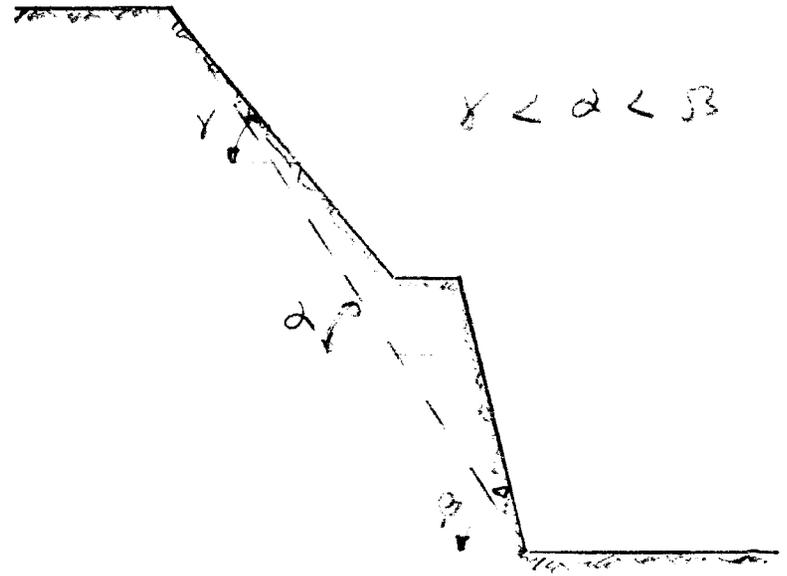
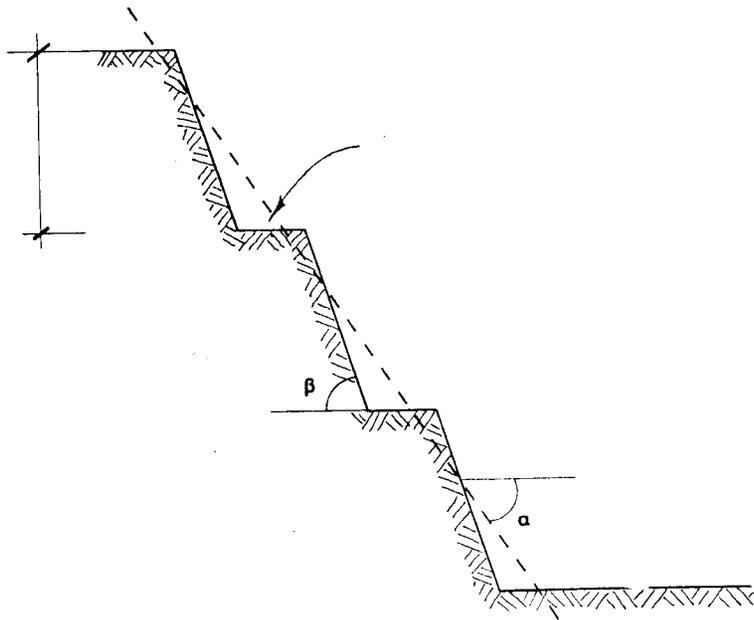
- Técnicas que actúan sobre la geometría del talud.
- Técnicas que actúan sobre el factor hidrológico.
- Técnicas que aplican mecánicamente fuerzas externas.
- Técnicas protectivas que actúan en el sentido de eliminar o frenar las causas que tienden a producir una inestabilidad.

2. MODIFICACION DE LA GEOMETRIA (láminas 2 y 3)

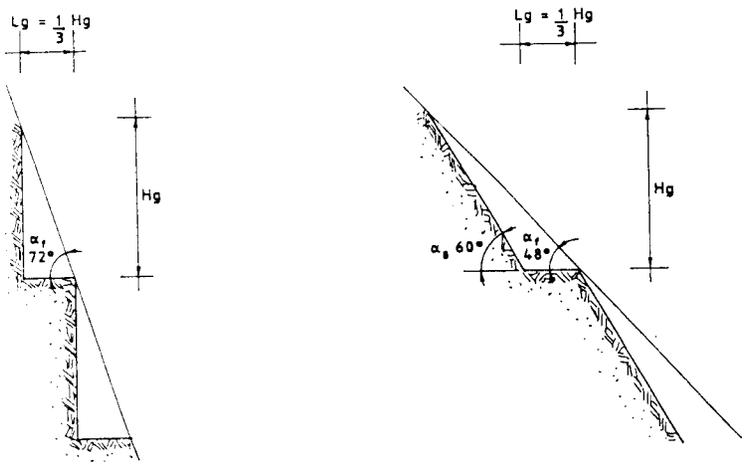
Operaciones de excavación (o más en general de movimientos de tierra) pueden ser llevadas a cabo con el objeto de influir en la estabilidad de taludes, bien sea cuando tengan como fin reducir las componentes activas (deslizantes) de las fuerzas de gravedad, bien sea para eliminar la presencia de porciones especialmente inestables.

La modificación geométrica puede conducir a la reducción de la pendiente del talud o a la conformación de la pendiente en escalones o terrazas o, finalmente pueden conducir a aliviar el peso de la porción más alta del talud cuya componente gravitacional inestabilizante es generalmente muy superior a la componente estabilizante (justamente en sentido contrario a



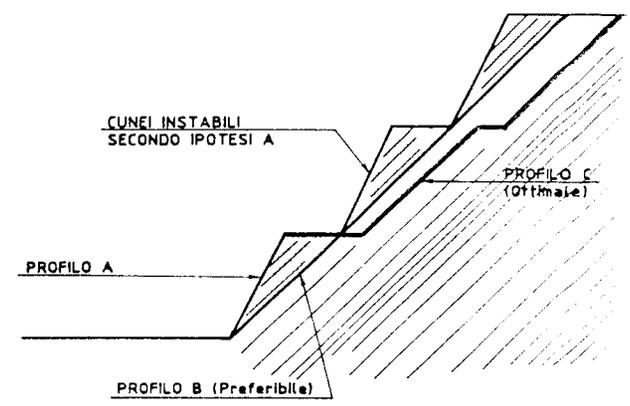


S



IL MASSIMO ANGOLO GLOBALE CONSIGLIABILE

CON UN ANGOLO DEL FRONTE DI GRADONE PARI A 60°, SI PUO' REALIZZARE UN ANGOLO GLOBALE PARI O MINORE DI 48°



CON STRATIFICAZIONI A FRANAPOGGIO LA PROFILATURA SENZA GRADONE ELIMINA LE INSTABILITA' LOCALI DOVUTE ALLE BERME (A). E' PERO' OTTIMALE LA SOLUZIONE PIU' ONEROSA (C).

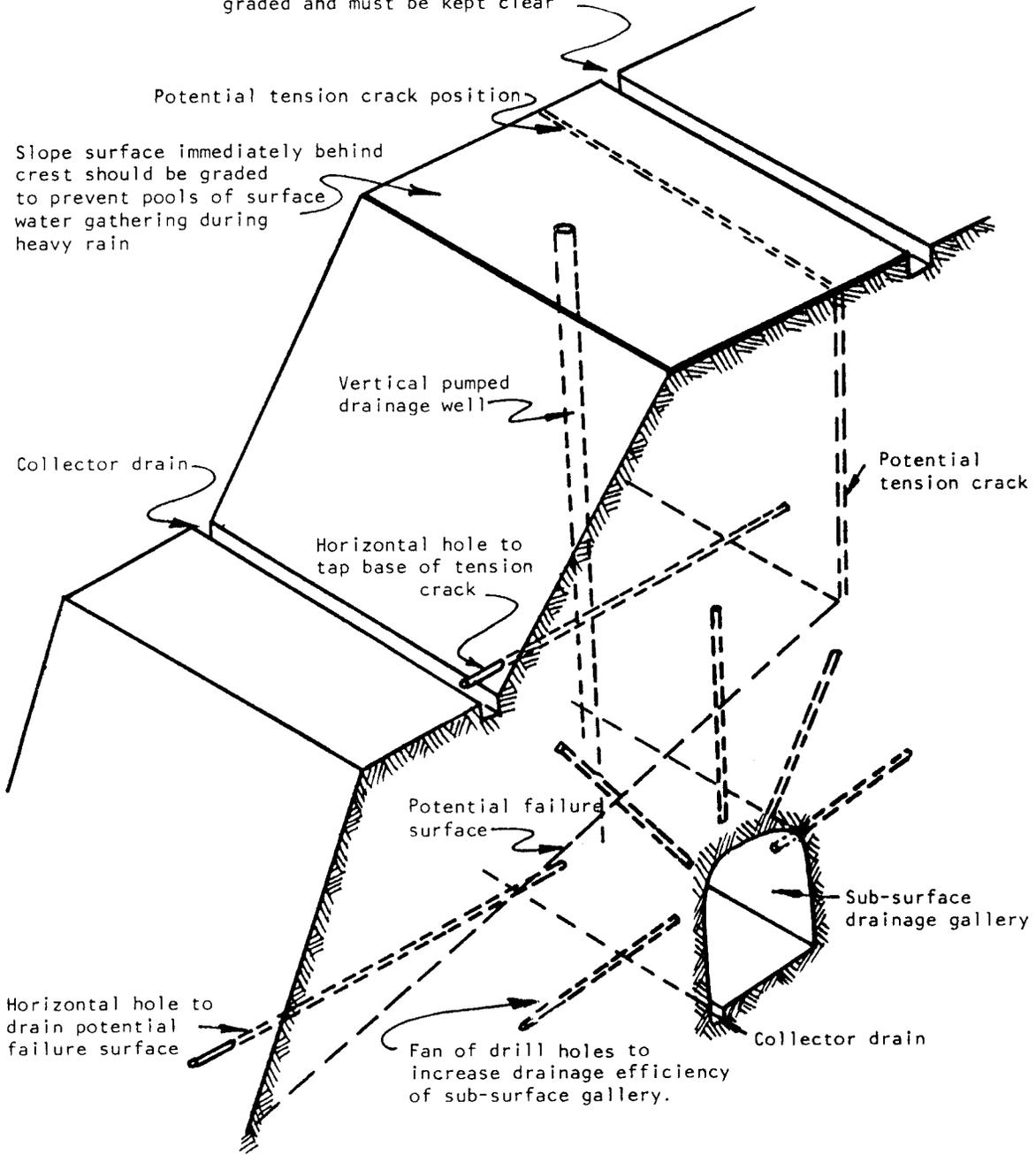
lo que ocurre con la porción más baja del talud); inclusive se puede considerar como modificación geométrica, la colocación de un peso en tierra al pie del talud en contra de la parte inferior del mismo.

Comentando algo más específicamente relativo al terráceo o escalonamiento de la superficie de un talud, tal medida mejora la estabilidad cuando el terreno es cohesivo y solamente en relación con fenómenos de inestabilidad subsuperficial, mientras que cuando las superficies del deslizamiento potencial son profundas, tal medida prácticamente no cambia el factor de seguridad global, fundamentalmente, se trata más de una medida protectora (de la caída de bloques o volúmenes de tierra) que de una medida estabilizadora.

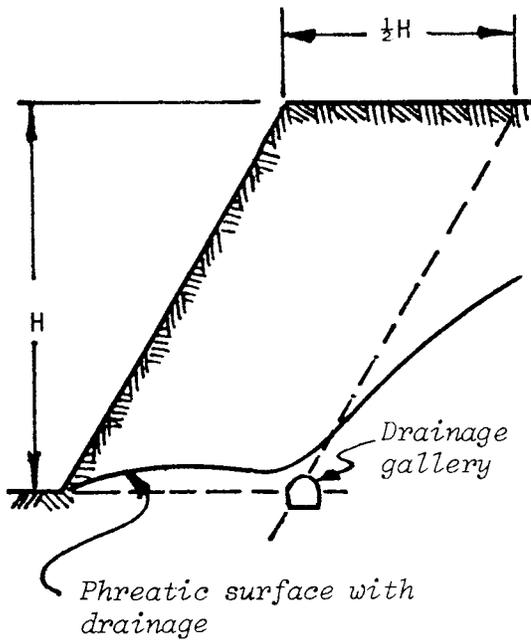
3. DRENAJES (láminas 4 y 5)

Simplificando, el agua presente dentro del terreno en el que se conforma un talud, actúa siempre en sentido desfavorable a la estabilidad, bien sea lubricando las potenciales superficies de deslizamiento, bien sea actuando directamente como componente activa deslizante (presión hidrostática dentro grietas subverticales paralelas al talud), bien sea actuando como subpresión aligerando la componente gravitacional estabilizante de la masa deslizante en potencial deslizamiento.

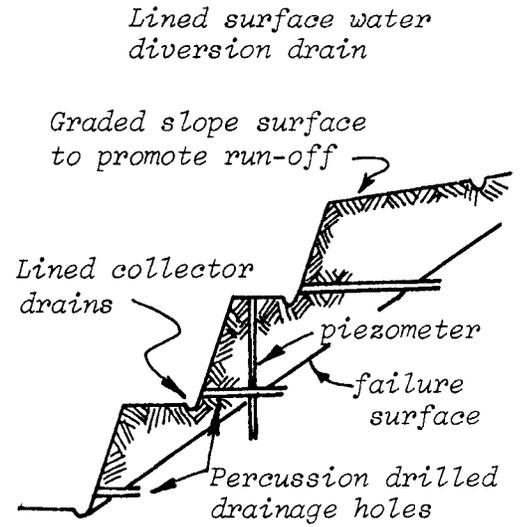
Surface drain to collect run-off before it can enter the top of open tension cracks. This drain should be well graded and must be kept clear



: Slope drainage and de-pressurisation measures.

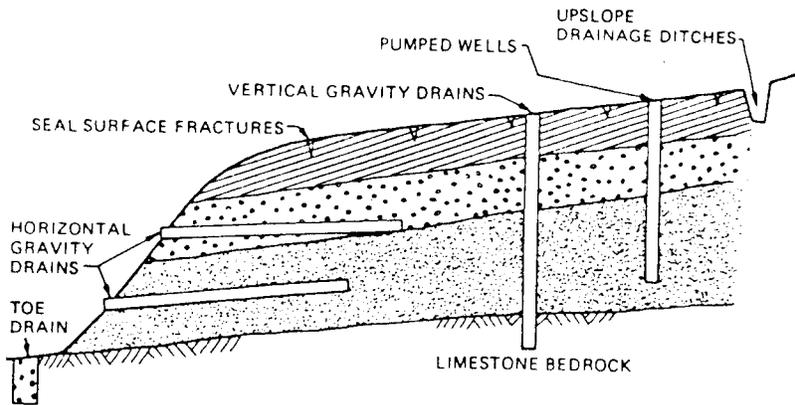


Optimum sub-surface drainage gallery location in a slope

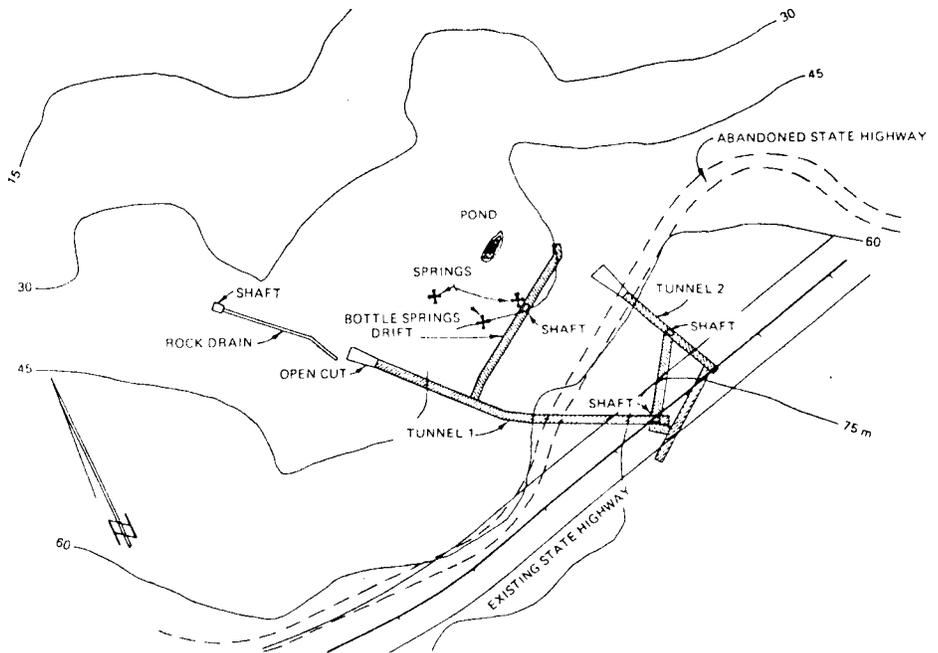


Possible drainage measures

Horizontal and vertical drains to lower groundwater



Drainage tunnels to prevent landslides



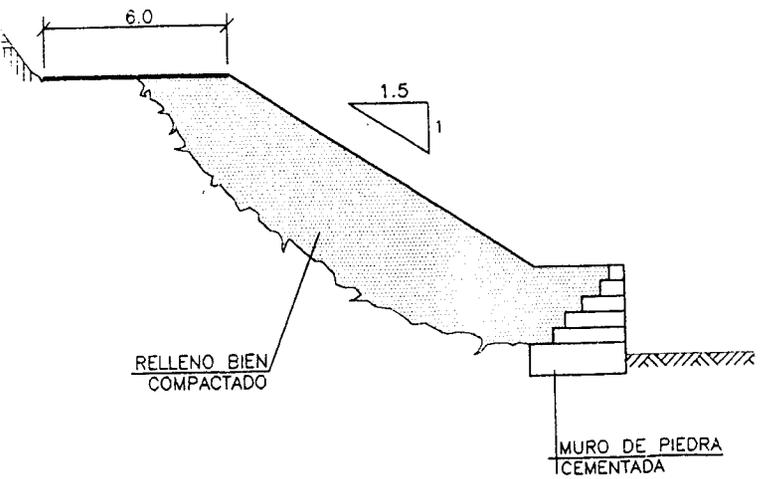
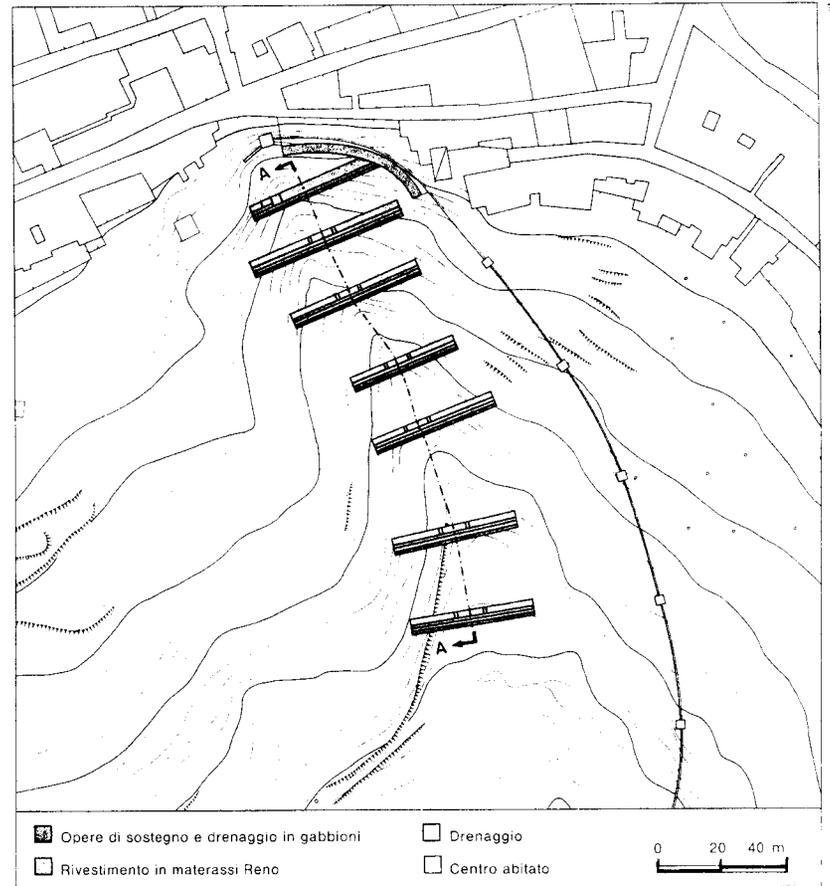
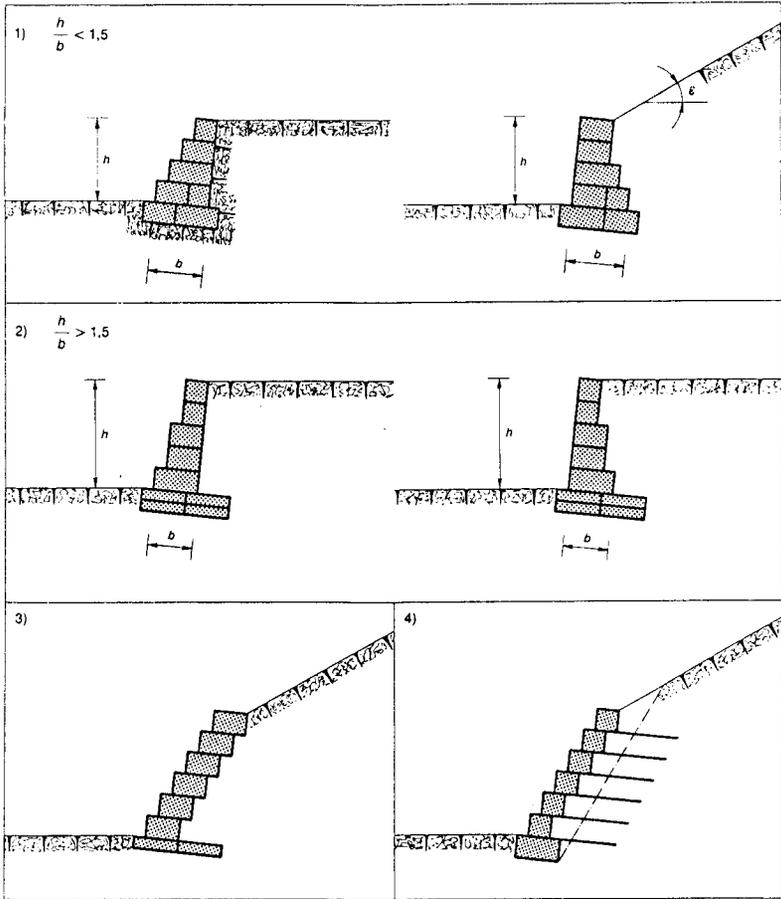
Por otro lado, simples ejercicios numéricos ilustran claramente la importancia cuantitativa que, sobre el factor de seguridad de un talud, ejerce negativamente la presencia de presiones hidráulicas y en consecuencia, generalmente se producen beneficios substanciales con costos relativamente bajos, implementando medidas tendientes a drenar superficialmente y profundamente un talud.

Muy a menudo, también sencillos sistemas tendientes a favorecer el drenaje superficial pueden mejorar sustancialmente las condiciones de estabilidad a largo plazo (evitando la erosión y el deterioro de la superficie del talud).

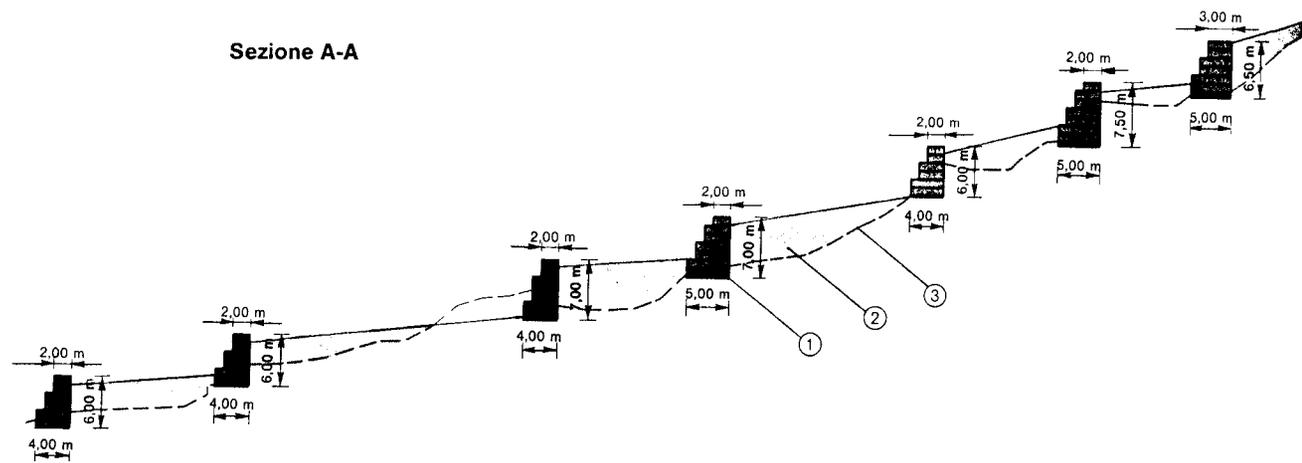
4. APLICACION DE CARGAS ESTABILIZANTES (láminas 6, 7 y 8)

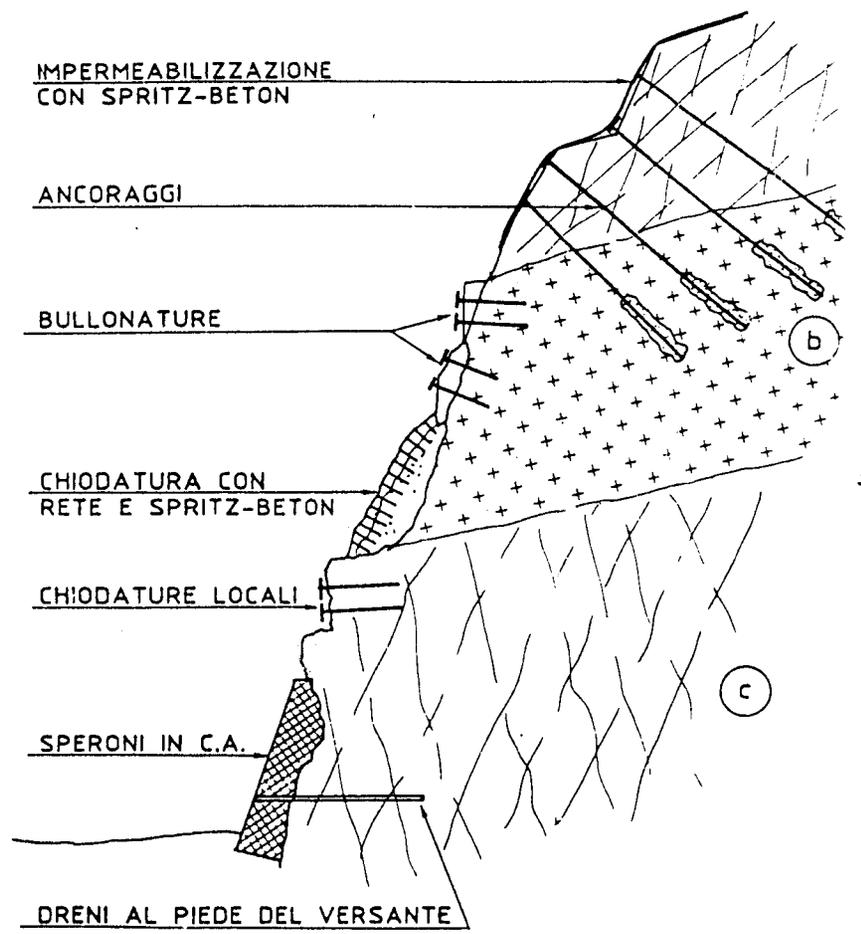
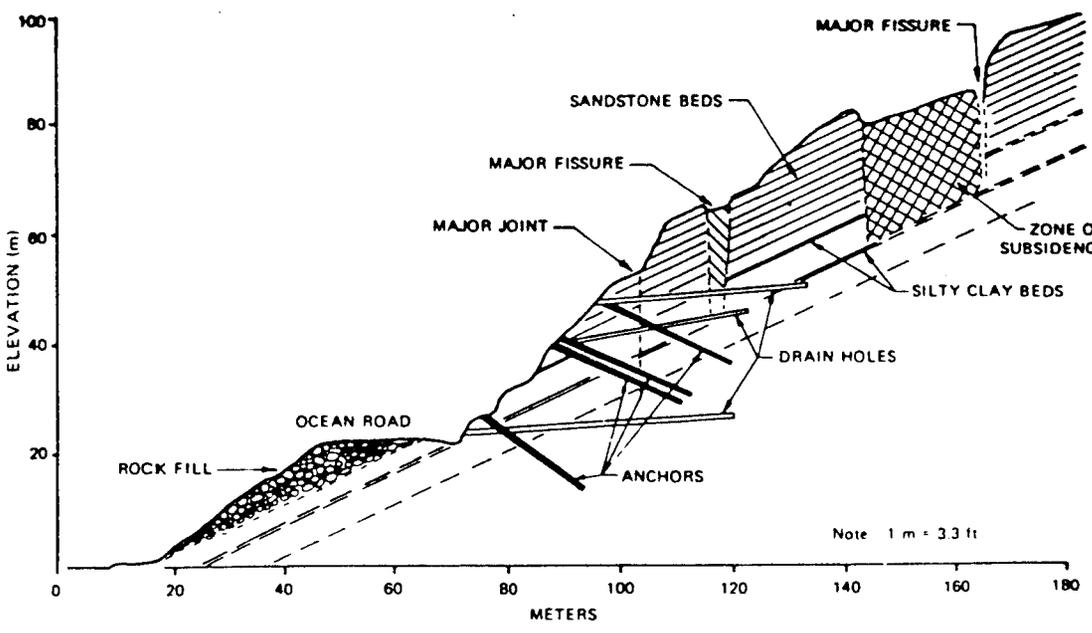
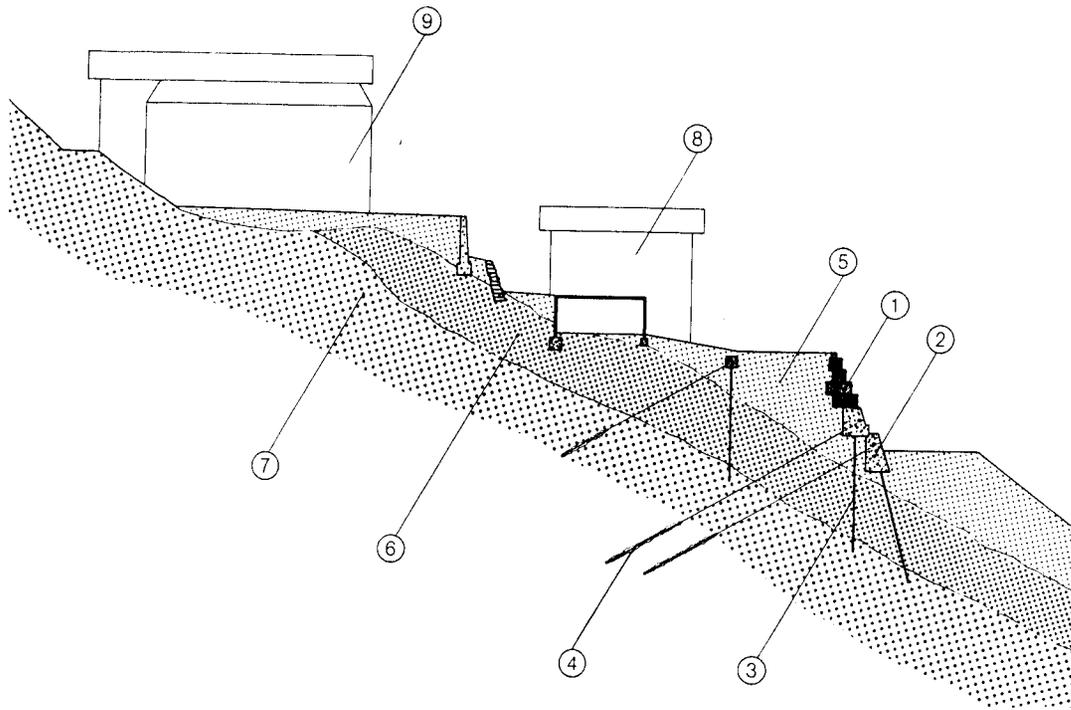
La forma más contundente y directa (y también casi siempre más costosa) para estabilizar un talud es la de recurrir a la aplicación de fuerzas externas artificiales que se opongan al deslizamiento activo o pasivamente incrementando las reales o potenciales componentes estabilizantes del factor de seguridad.

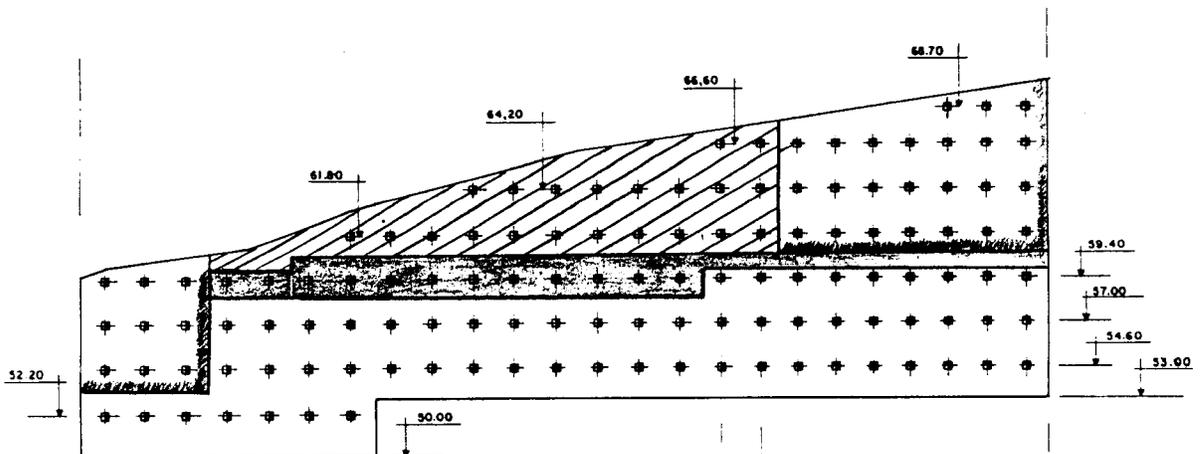
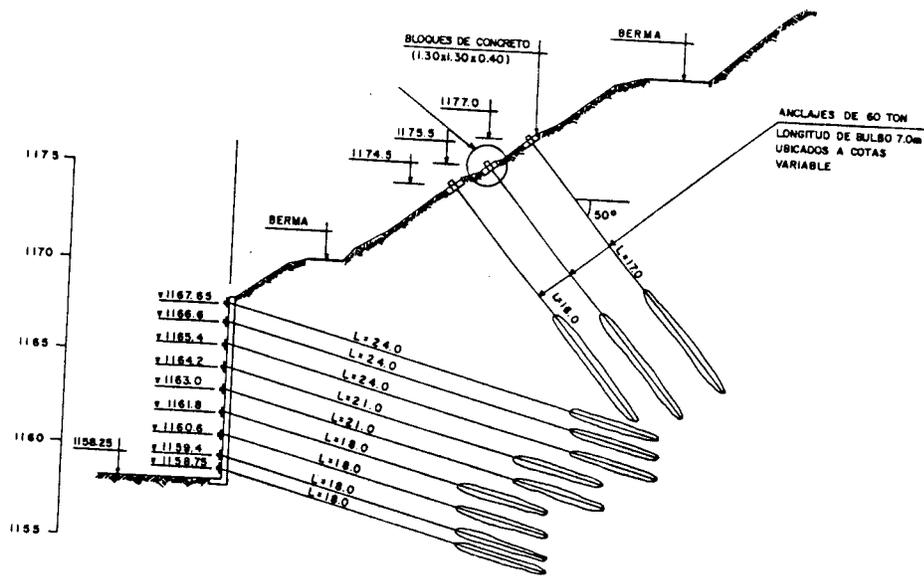
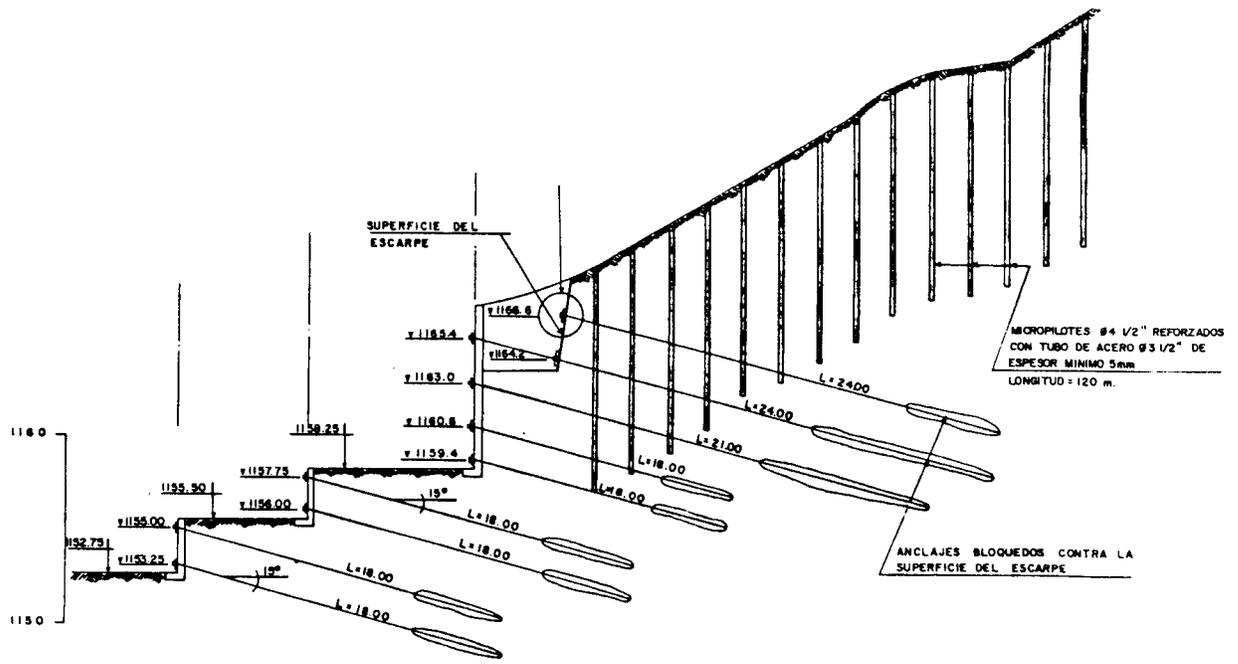
Contrafuertes, muros de gravedad, micropilotes y anclajes del tipo "perphos", son ejemplos clásicos de sistemas de estabilización pasivos, ya que actúan con una reacción mecánica en contra del movimiento de todo o de una porción del talud, pero solamente a consecuencia de una suficiente



Sezione A-A







deformación que debe inducirle el terreno movilizado del talud.

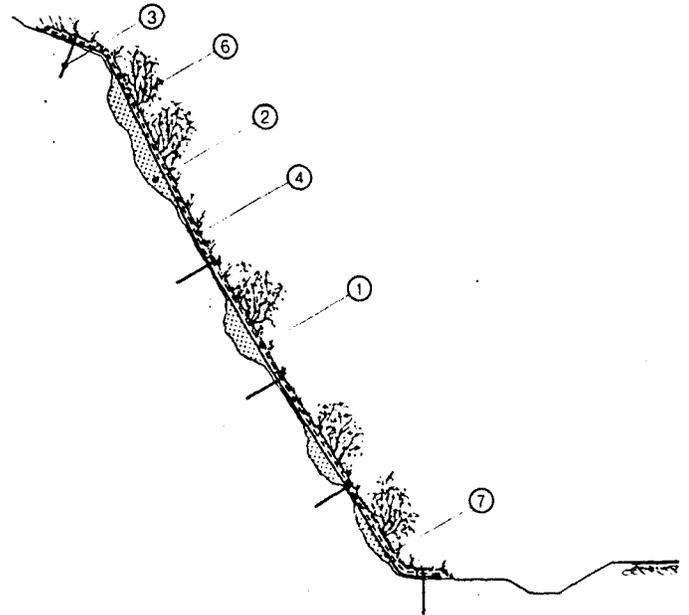
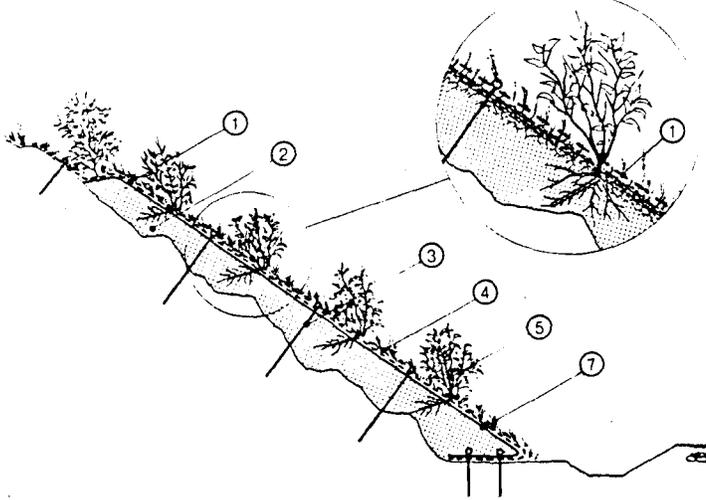
Anclajes y pernos pretensados, aisladamente o en combinación con estructuras en concreto o acero como vigas, columnas, pantallas, son ejemplos también clásicos de sistemas de estabilización activos, ya que actúan con una carga mecánica estabilizante previamente e independientemente de cualquier movimiento de todo o de una porción del talud.

5. PROTECCIONES (láminas 9, 10, 11 y 12)

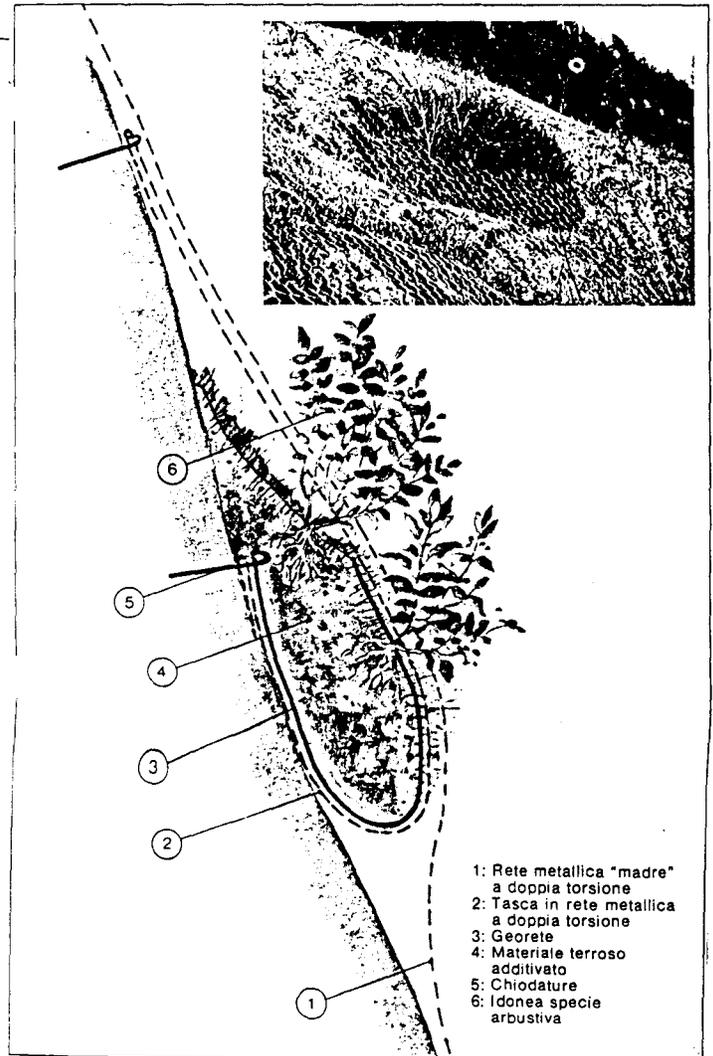
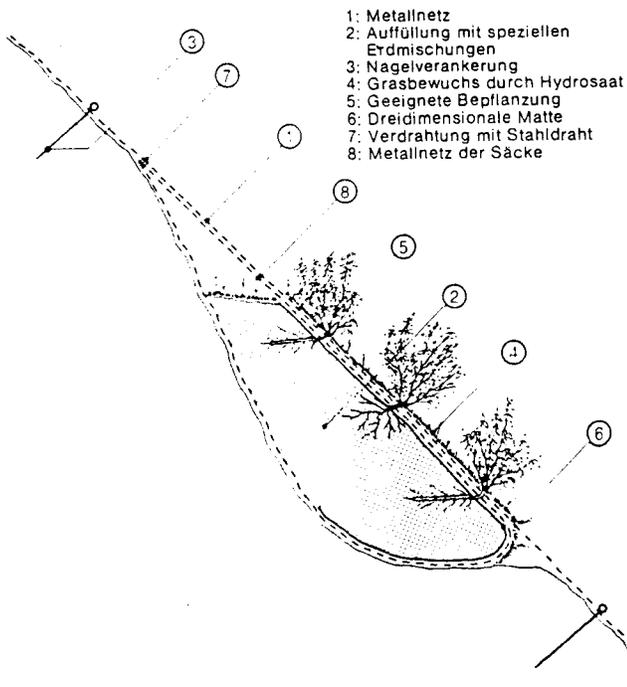
El mismo concreto proyectado, comúnmente empleado para conformar paredes ancladas estabilizantes, cuando es aplicado en capas delgadas de 2.5 - 5 cm de espesor eventualmente combinado con el auxilio de una malla metálica para garantizar una mejor adherencia y continuidad, cumple muy bien con una función protectora de la superficie del talud, preservándola del impacto y escorrentía de las aguas superficiales, previniendo la meteorización de paredes rocosas y contrastando el aflojamiento superficial entre bloques con el consecuente desprendimiento local de los mismos.

La reforestación de taludes naturales o artificiales es ciertamente la medida protectora mínima recomendable en todos los casos, siguiendo técnicas específicas que se ajusten al clima y a las características del terreno a tratar: desde simple gramínea hasta arborificación, pasando por los

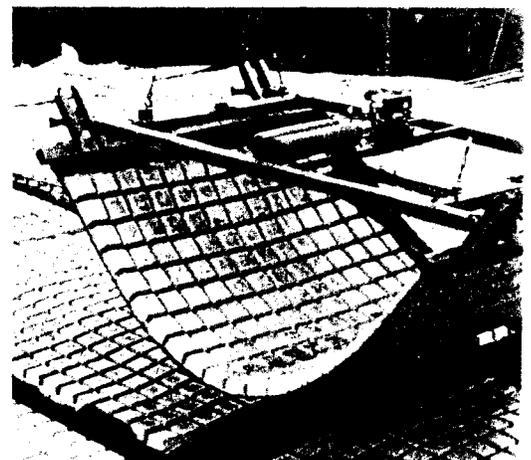
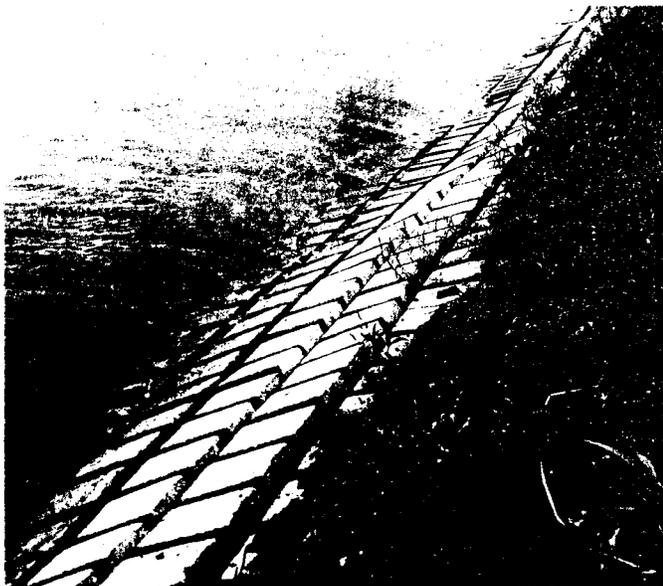
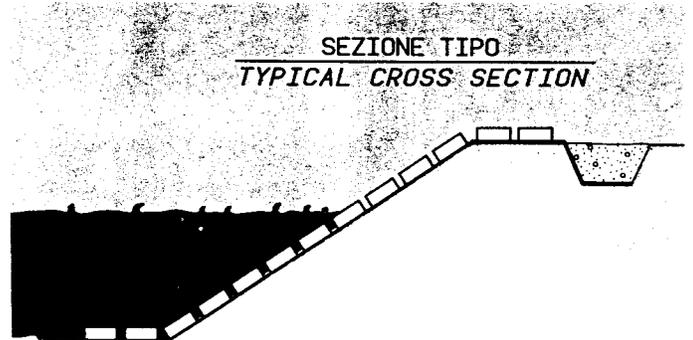
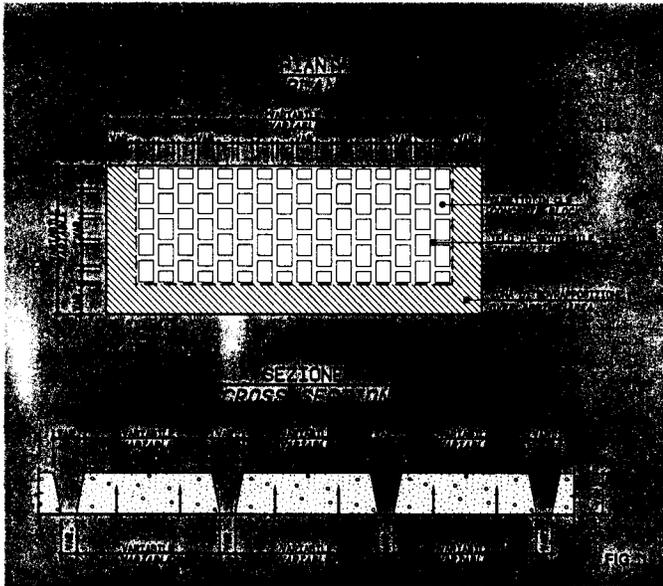
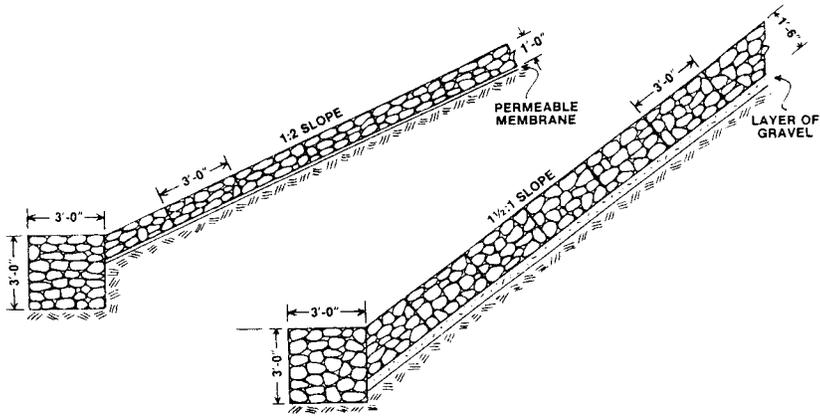
- | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1: Wire mesh | 1: Rete metallica | 1: Metallnetz |
| 2: Earth fill | 2: Terreno di riempimento | 2: Erdauffüllung |
| 3: Anchors | 3: Chiodatura | 3: Nagelverankerung |
| 4: Grass cover | 4: Cotico erboso | 4: Grasbewuchs |
| 5: Willow cuttings | 5: Talea di salice | 5: Pflanzenbewuchs (Weide) |
| 6: Native shrubs | 6: Specie arbustiva autoctona | 6: Pflanzenbewuchs (Autoctona) |
| 7: Three-dimensional geotextile liner | 7: Stuoia tridimensionale | 7: Dreidimensionale Matte |

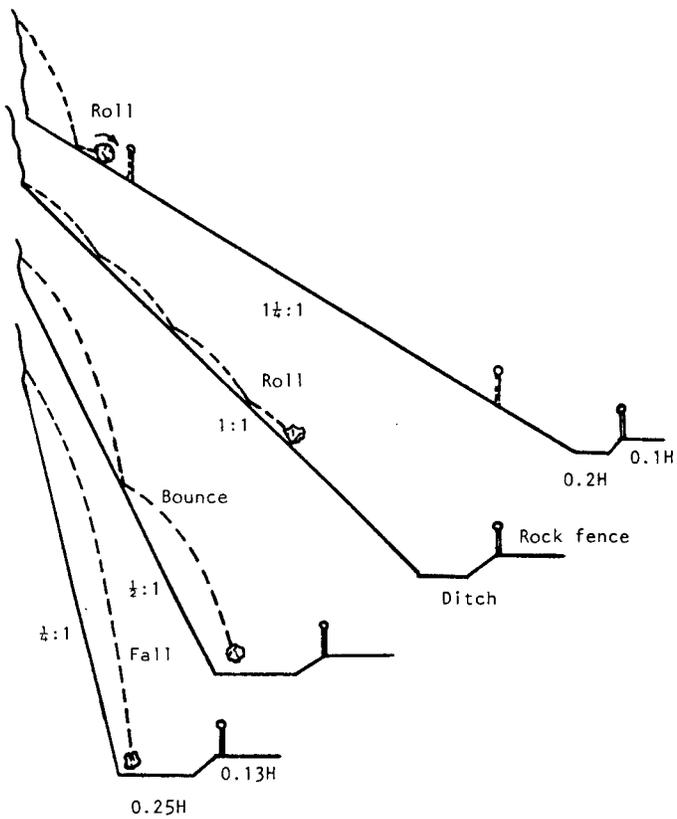


- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1: «External» wire mesh | 1: Rete metallica madre |
| 2: Special soil mix | 2: Riempimento con miscela speciale di terreno |
| 3: Anchors | 3: Chiodatura |
| 4: Hydro-seeded cover | 4: Cotico erboso da idrosemina |
| 5: Planting-out (cuttings or shrubs) | 5: Messa a dimora di talee o di arbusti radicati |
| 6: Three-dimensional geotextile liner | 6: Stuoia tridimensionale |
| 7: Steel wire binding | 7: Cucitura con filo metallico |
| 8: Wire mesh pocket | 8: Rete metallica della tasca |

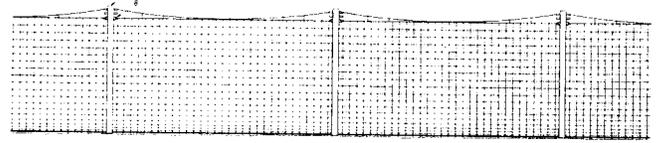


- | |
|--|
| 1: Rete metallica "madre" a doppia torsione |
| 2: Tasca in rete metallica a doppia torsione |
| 3: Geotexte |
| 4: Materiale terroso additivato |
| 5: Chiodature |
| 6: Idonea specie arbustiva |

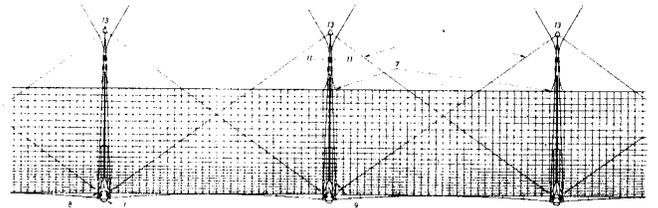




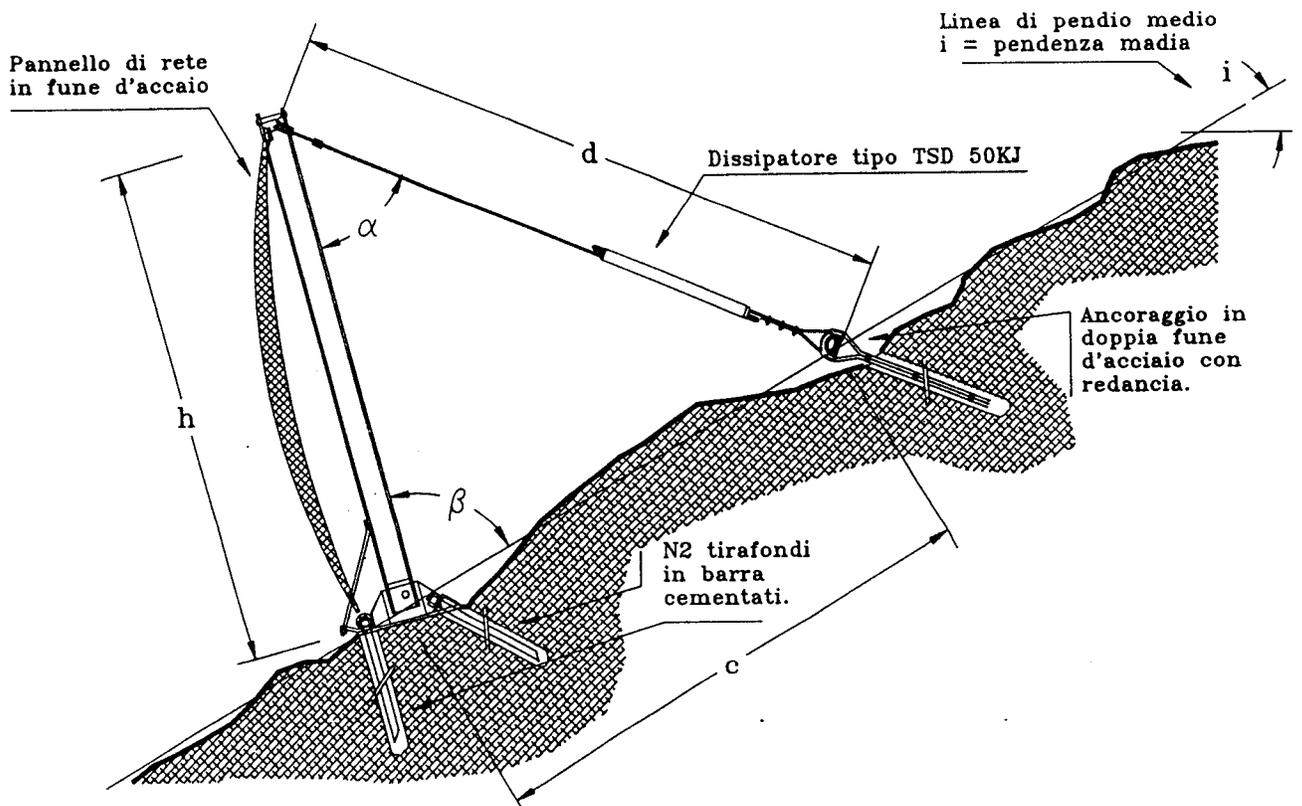
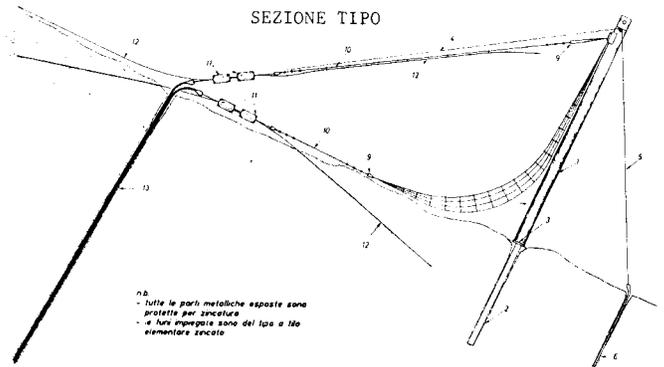
VISTA FRONTALE



VISTA DALL'ALTO



SEZIONE TIPO



enfajinados eventualmente complementados por elementos metálicos para el sostenimiento de la fajinas en paredes rocosas muy empinadas.

También se usan revestimientos lapideos o de materiales especiales como asfaltosn y toda la amplia gama de productos geotextiles muy difundidos en tiempos recientes dentro del contextos de saneamiento ambiental y, a veces, solo paisajístico.

Finalmente para taludes rocosos cuya geoestructura determina condiciones potenciales de volcamiento y caída libre de bloques, se utilizan protecciones mecánicas que incluyen mallas metálicas directamente ajustadas a las superficies rocosas, o barreras más o menos resistentes que tienen el objetivo de absorber la energía del impacto producido por la caída de los bloques.