



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



'ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA
DEL DISTRITO DE BARRANCO'

TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:
ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
1997 0090 1 12

LIMA – PERU
2006

RESUMEN

La Costa Verde es un conocido circuito de playas y autopista de dos carriles que permite el paso rápido ($V_{prom}=60$ km/h) de vehículos en dirección norte – sur, evitando pasar durante horas punta del tráfico directamente por la ciudad de Lima. Durante los últimos años también está siendo objeto de proyectos inmobiliarios, turísticos y recreacionales, especialmente en la zona del Distrito de Barranco, por lo que se debe empezar a hacer estudios profundos sobre la estabilidad local y global del talud que corre paralelo a esta importante vía, teniendo en cuenta que son comunes los desprendimientos de partículas de grava en condiciones estáticas del talud, resultando un peligro importante para los conductores y peatones. Para condiciones sísmicas será de gran importancia realizar análisis que estimen el comportamiento del talud (fallas globales) que redunden en graves pérdidas humanas y materiales.

Por tal motivo, la presente Tesis desarrolla el análisis y diseño de ingeniería, así como el presupuesto de una solución para estabilizar, bajo las condiciones críticas de un sismo, un tramo representativo de 560 metros de longitud del talud de la Costa Verde, ubicado en el distrito de Barranco y medidos en la dirección de la vía costanera, aproximadamente entre 'la bajada de los baños' y 'Armendáriz'.

Esta tesis demuestra que el tramo en estudio fallaría en condiciones sísmicas importantes (aceleraciones de suelo mayores a $0.27g$), poniendo en grave peligro vidas humanas y propiedades privadas que recientemente están siendo construidas a 20m del pie del talud, por lo que es necesario proponer soluciones de estabilización del talud de la Costa Verde en las zonas que lo requieran luego de un estudio profundo.

La propuesta corresponde a un movimiento masivo de tierras (reducción de la pendiente y por lo tanto aumento del Factor de Seguridad) para la estabilidad global y posteriormente la utilización de Geomallas y Geomantos que ayudarán a la vegetalización de la zona mediante la siembra de césped en semilla sobre una capa de suelo vegetal que será colocado sobre el conglomerado. La teoría y ensayos de campo que se utilizaron para el análisis y diseño de esta propuesta son explicados en los capítulos respectivos.

El presente trabajo también proporciona ratios de costos; deducidos directamente del presupuesto, para poder tener una herramienta útil que permita tomar decisiones en caso las autoridades correspondientes tomen la determinación de realizar proyectos importantes que prevengan las pérdidas antes mencionadas.

MEMORIA DESCRIPTIVA**ÍNDICE**

	Pág.
CAP. I CARACTERÍSTICAS GENERALES	1
1.1 Ubicación	1
1.2 Levantamiento Topográfico	1
1.3 Descripción Geológica	2
1.4 Geotecnia	4
1.5 Retroanálisis	7
1.6 Conclusiones	14
 CAP. II ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	 16
2.1 Secciones sin Edificios Encima	17
2.2 Secciones con Edificios Encima	18
2.3 Influencia del Lente de Limo	19
2.4 Conclusiones	20
 CAP. III DISEÑO	 22
3.1 Secciones sin Edificios Encima	22
3.1.1 Diseño de la Sección	22
3.1.2 Diseño de Geomallas	24
3.1.3 Diseño de Geomantos	33
3.2 Secciones con Edificios Encima	34
3.2.1 Diseño de la Sección	34
3.2.2 Diseño de Geomallas	40
3.2.3 Diseño de Geomantos	46
3.3 Diseño de Estacas de Contención	46
3.4 Diseño de Trincheras de Anclaje	49
3.5 Conclusiones	50
 CAP. IV PRESUPUESTO	 52
4.1 Presupuesto	53

	Pág.
4.2 Metrados	54
4.3 Análisis de Precios Unitarios	62
4.4 Análisis de Rendimientos	67
4.5 Insumos Requeridos	71
4.6 Ratios Económicos	72
4.7 Conclusiones	73
CAP. V ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	74
BIBLIOGRAFIA	87



CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS GENERALES

En este capítulo se hará una breve descripción de las características generales involucradas en el proceso de resolver el problema de la estabilidad de la zona en estudio como son: ubicación, topografía, geología, así como las características geomecánicas involucradas en el posterior diseño, estimadas estas últimas tanto en laboratorio como por un Retro Análisis.

1.1 UBICACIÓN.

El Litoral de la Costa Verde; donde se encuentra el talud correspondiente al distrito de Barranco, se ubica en la parte suroeste de Lima Metropolitana y el Callao; con una longitud aproximada de 22.5 Km. y una zona de acantilados entre Chorrillos (base del Morro Solar) y el Callao (Av. Santa Rosa en el distrito de La Perla).

El distrito de Barranco está ubicado en la zona Suroeste de la Ciudad de Lima y posee aproximadamente 2 Km. lineales del Talud de la Costa Verde. Las coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) norte y sur de los límites correspondientes al Talud de este distrito son: (279 560 , 8 657 510) y (279 870 , 8 655 550) respectivamente. Limita geopolíticamente por el norte con el distrito de Miraflores, por el Sur con Chorrillos y por el Este con Santiago de Surco. Ver *plano 01/09* para mayor detalle de la ubicación.

1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Para la elección del tramo del talud representativo a analizar se priorizaron los siguientes factores:

- *Construcciones existentes:* se tomo en cuenta que las edificaciones más cercanas al acantilado tienen un mayor peligro sísmico y por lo tanto aumentan el riesgo en caso de estos movimientos, presentando un peligro potencial para la gente que vive en dichas edificaciones y la que transita por la vía costanera.

- *Pendiente y altura del acantilado:* Se tomó en cuenta que a mayor pendiente y altura mayor probabilidad de falla (asumiendo uniformidad en el material). Para utilizar este criterio se revisaron cartas nacionales del IGN así como inspecciones visuales; Se observó que las secciones transversales del talud presentan poca variación en su forma (pendiente y altura) a lo largo del distrito de Barranco.
- *Accesibilidad del Equipo topográfico:* por el perfil transversal que presenta el acantilado; mayor pendiente en la zona ubicada entre los 0m y 30m que en la zona que va desde los 30m hasta los 60m aproximadamente; se hace imposible tomar puntos sin realizar cambios de estación entre la zona baja y la parte alta del talud. Se tomó en cuenta que la parte superior sea accesible al equipo, la parte inferior (pie del talud) permite disparar el láser del equipo desde cualquier punto.

Finalmente; en base a los criterios anteriores, se eligió un tramo de una longitud de aproximadamente 600m del total de 2000m de acantilado que posee el Distrito de Barranco. Como puntos de referencia de dicho tramo se tiene al norte a la Policía Nacional de Salvamento y por el norte el Puente Peatonal de la bajada del 'Puente de los Suspiros', cuyas coordenadas UTM referenciales son: (279 730 , 857210) y (279 900 , 8656 600) respectivamente. La característica principal de este tramo, por el cual fue elegido, es tener 6 edificios de más de 8 pisos en el límite superior del acantilado además de tener mayor accesibilidad en la zona superior.

El Levantamiento topográfico se llevo a cabo los días viernes 5 y sábado 6 de noviembre del año 2004 con una Estación Total Sokkia SET 630R con la capacidad de tomar puntos sin la utilización del prisma hasta una distancia de 100m con condiciones de reflectividad mayores al 90%. El equipo fue manipulado por un topógrafo profesional y se tomaron 1050 puntos en 20 cambios de estación. El modelado tridimensional del terreno, la vista en planta y seccionado transversal del talud se realizó con el software Autodesk Land Development V.2004. Ver el modelo 3D en el *plano 02/09*.

Como datos topográficos generales del tramo de talud estudiado se encontró una altura promedio de 55m y una pendiente promedio de 50° según el levantamiento realizado.

1.3 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL Y LOCAL.

Geomorfología.

Las ciudades de Lima y Callao se hallan asentadas sobre el abanico aluvial del río Rimac, que constituye una terraza fluvioaluviónica de relieve horizontal con una extensión de 300 km² con su vértice oriental cerca del distrito de Vitarte y la línea costera como línea occidental de 22.5 km de longitud, la cual representa una línea de erosión del viejo abanico. Hacia el sur limita con el macizo del Morro Solar en Chorrillos. En el Norte, cubre parte del abanico del río Chillón, desplazándolo más al Norte. El actual lindero entre los abanicos del Rimac y Chillón se encuentran aproximadamente a 3km al Norte del Aeropuerto Jorge Chávez. El abanico de Este a Oeste presenta una pendiente promedio de 1:80 ($\approx 1.25\%$).

Un perfil longitudinal del cono deyectivo del río Rímac en el sentido Este – Oeste muestra que la zona de los acantilados de la Costa Verde corresponde a un truncamiento del cono aluvial producto de la acción marina que progresivamente ha ido erosionando los materiales desde su lugar final de depósito (a la altura de una línea imaginaria entre la Isla San Lorenzo y el Morro Solar) hasta el lugar que ocupan actualmente. Ver el *plano 03/09* para más detalle.

En el cono deyectivo de río Rímac se distinguen cuatro geoformas producidas por procesos de acumulación y erosión de origen marino, fluvial y eólico. Estas unidades geomorfológicas son:

1. Acantilados, playas y bahía de Miraflores.
2. Planicie costera y cono deyectivo del Rímac.
3. Colinas, lomas y monte-islas.
4. Estribaciones de la Cordillera Occidental.

Los acantilados de la Costa Verde; zona de estudio de esta Tesis, están dentro de la Primera Unidad Geomorfológica. Están constituidos por los ambientes de origen marino que se encuentran siguiendo la línea costera, a lo largo de la cual se ha desarrollado la zona de ribera actual, donde destacan entrantes y salientes conformando playas delgadas y acantilados, constituidos por el macizo rocoso del Morro Solar y por depósitos aluviales que llegan y terminan abruptamente frente al mar (Costa Verde).

La zona de playa es reducida. Son playas originadas por el depósito artificial de sedimentos finos (arenas), producto de la construcción de espigones durante los últimos 70 años.

Geología.

El aluvión de Lima está formado por lentes de sedimentos y estratos cruzados, encontrándose capas gravosas cementadas con aglomerantes areno-limosos o areno-limo-arcillosos de una amplia granulometría, cuyos granos se vuelven más finos hacia el Oeste. Esta información es resultado de perfiles de suelos elaborados en base a las perforaciones de pozos de agua en las zonas de Lima y Callao y de cortes naturales o artificiales realizados en la Costa Verde para el desarrollo de diferentes proyectos.

La terraza y los acantilados del área de la Costa Verde están formados por depósitos fluvio-aluviónicos, cortados a pico por la acción dinámica de las aguas marinas y/o la acción del hombre. En estos depósitos aluviónicos se mezclan sedimentos gruesos y finos, acumulados por aportes periódicos de las aguas del río Rimac.

En el lecho del río Rímac dejado en la parte central del cono deyectivo (Barranco, Miraflores, San Isidro y Magdalena), predominan potentes espesores de más de 30m formados por cantos rodados en matriz areno-limo-arcillosa. Estos cantos rodados son de diferentes tipos de rocas y de granulometría y forma variadas: redondeadas, subredondeadas y ovoides.

Sobre los 15m del acantilado se encuentran lentes de material fino con espesores que varían entre 3m y 10m. En el *plano 04/09* se puede observar el croquis de la distribución de estratos de Grava y Finos del tramo que se analizará. Cabe resaltar la presencia; en algunos sectores, de una capa de material fino muy cementado color gris, producto del 'chorreo' de finos sobre el estrato de grava durante la etapa de formación del acantilado. Por esta razón esta capa está ubicada únicamente desde el estrato de finos hacia abajo.

1.4 GEOTECNIA.

Descripción e Identificación del Suelo.

Con el propósito de confirmar la hipótesis en la que el material de grano grueso (grava) presenta escasa discontinuidad en su clasificación (SUCS) a lo largo del tramo estudiado, se realizó el Ensayo de Clasificación de Suelos. Dicha hipótesis servirá para posteriormente modelar los espesores de grava como estratos de material homogéneo, el cual conforma alrededor del 90% del talud, el resto es conformado por lentes de material fino, el cual se describirá posteriormente.

Se realizaron ensayos manuales de campo (basados en la NTP 339.150) así como ensayos Granulométricos (NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131) llevados a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la PUCP. Estos ensayos se realizaron aproximadamente cada 100m lineales o en cada cambio apreciable a simple vista de color o textura de la grava y a una altura aproximada de 10msnm (2m medidos hacia arriba desde el pie del talud). La tabla 1 muestra un resumen de los datos levantados en campo y laboratorio:

Muestra	Color	Humedad	Angulosidad	Forma	Cementación	SUCS (granulometría)
1	seco	seca	redondeada	chata/alargada	moderada	GP
2	seco	seca	subredondeada	chata/alargada	moderada	GP
3	seco	seca	subredondeada	chata/alargada	moderada	GP
4	seco	seca	subredondeada	chata/alargada	moderada*	GP
5	seco	seca	subredondeada	chata/alargada	moderada	GP
6	seco	seca	subredondeada	chata/alargada	moderada*	GP

* Si bien presentaron cementación moderada (se quebró con considerable presión del dedo) es apreciablemente menor al resto.

Tabla N° 1

De estos resultados se desprende que el material que conforma el acantilado de la sección en estudio es en su gran mayoría una *Grava Pobremente Graduada (GP)*, seca y cuyas partículas mayores a 2" son subredondeadas y de forma chata/alargada cementadas moderadamente. Cabe resaltar que visualmente se estima que el porcentaje en volumen de bolonería ($75\text{mm} < d < 300$) varía entre el 5% y 10%. Por lo tanto se puede aceptar la hipótesis en la que la grava es homogénea y por lo tanto se podrá modelar como tal en la etapa de análisis. En el Anexo de esta Tesis pueden encontrarse las curvas Granulométricas resultantes de los ensayos de laboratorio.

El material fino que conforma los lentes de limo fue sometido directamente al ensayo de Compresión Triaxial Consolidado No Drenado, cuyos resultados son necesarios para estimar indirectamente las características geomecánicas de la grava, proceso que se explica a continuación.

Características Geomecánicas del Suelo.

La estabilidad del talud será analizada con el concepto de 'Equilibrio Límite Plástico', el cual se cumple cuando el esfuerzo cortante actuante a lo largo de la superficie de falla es expresado como:

$$\tau = \frac{s}{FS}$$

$$s = c + \sigma_n \tan \Phi$$

Donde:

ζ = Esfuerzo cortante actuante

s = Esfuerzo cortante máximo (teoría de Mohr-Coulomb)

FS = Factor de Seguridad

c = Cohesión

σ_n = Esfuerzo normal

Φ = Ángulo de fricción interno

Los parámetros geomecánicos c y Φ del suelo pueden ser estimados mediante ensayos de laboratorio como el 'Ensayo de corte directo' y el 'Ensayo Triaxial', este último mucho más confiable que el primero debido a que simula de manera más cercana a la realidad las cargas verticales y horizontales a las que está sometido el suelo analizado. Para calcular las Cohesión (c') y Fricción (Φ') del material fino del talud estudiado se tomó una Muestra Inalterada del lente ubicada en los alrededores de la bajada del 'Puente de los Suspiros' para ser sometida al Ensayo Triaxial Consolidado no Drenado (CU) según la NTP 339.166. Los valores resultantes para este material fino fueron:

$$c'_{limo} = 0.40 kg / cm^2$$

$$\Phi'_{limo} = 20^\circ$$

Para el modelo y análisis del material fino se utilizaron los valores efectivos debido a que son los valores recomendados para el análisis de taludes naturales y estabilidad de largo termino (Lambe y Whitman, 1969), como es éste el caso.

Para el caso de la grava, no es factible realizar el ensayo de Compresión Triaxial debido a las limitaciones inherentes a este material pues en este ensayo las dimensiones de espécimen dependen directamente del tamaño máximo de partícula de la muestra que para el caso de la grava sería un espécimen de proporciones poco usuales, para lo cual no hay cámaras cilíndricas disponibles. Para

solucionar este problema se optó por estimar indirectamente las características geomecánicas de la grava mediante un Retro Análisis que se explicará en el siguiente acápite.

La finalidad de hallar estas propiedades y posteriormente hacer el análisis con ellas es hallar el Factor de Seguridad al deslizamiento del talud (compuesto en este caso por dos materiales), para de esta manera tener un número que represente que tan estable es el talud natural en estudio y si se necesitaría algún tipo de estabilización que eleve su FS hasta valores recomendados, tanto para el caso estático como dinámico (análisis sísmico).

1.5 RETRO ANÁLISIS.

El objetivo de este tipo de análisis es el de estimar la cohesión y fricción de la grava; por las razones antes mencionadas, iterando estos valores tanto para el caso estático como para el dinámico (sismo) hasta lograr un Factor de Seguridad de 1.

La lógica de este método radica en que con determinados c y Φ asumidos para la Grava que den como resultado un $FS = 1$ se estaría compatibilizando el modelo con la realidad, debido a que el talud con un FS menor a 1 habría colapsado. En el caso dinámico hay que asegurar que durante el sismo real no hubo fallas considerables en el talud estudiado. Los valores estimados son los mínimos necesarios que aseguran la estabilidad del talud, en la realidad podrían ser mayores.

Los valores que se tuvieron como referencia para los primeros procesos de iteración fueron los estimados por Carrillo G. en 1979 para el conglomerado (Grava) de la parte central de Lima:

- Cohesión Promedio: $0.4 - 0.8 \text{ Kg/cm}^2$ ($40 - 80 \text{ kPa}$)
- Ángulo de fricción interna: $36^\circ - 42^\circ$

En el modelo de las secciones del talud se utilizan los valores obtenidos del ensayo Triaxial para el material fino ($c'=0.4 \text{ Kg/cm}^2$, $\Phi'=20^\circ$) además de la topografía tomada con anterioridad.

Del tramo de aproximadamente 600m de talud analizado se tomaron 12 secciones críticas, tomando en cuenta las de mayor pendiente, construcciones en la parte superior y mayor espesor de Limo. En los *planos 05/09* y *06/09* se pueden ver las secciones seleccionadas.

Suposiciones para el modelo de las secciones:

- *Se asume que el material es homogéneo.* es decir que se prolongan paralelamente al plano horizontal, presunción que podría corroborarse realizando perforaciones de más de 20m de profundidad paralelamente y hacia el este de la cima del talud o mediante el uso de métodos geofísicos (por ejemplo la sísmica de refracción), procedimientos que escapan al alcance de esta Tesis por su costo y complejidad.
- *El lecho rocoso está a una profundidad en la cual ninguna superficie de falla la atravesará.* dicha hipótesis es virtualmente real debido a que se estima que los espesores del relleno aluvial de la Gran Lima son del orden de los 400m (según trabajos previos del INGEMMET).
- *No hay presión de poros debido a la ausencia de agua en la zona.* los ensayos de campo realizados demuestran la ausencia de la napa freática en la zona.
- *Superficie de Falla circular.* asumo esto conservadoramente debido a que es la superficie de falla más crítica ya que un círculo tiene la menor superficie por unidad de masa (Yang H. Huang, 'Stability Análisis of Earth Slopes').

Cada sección se analizó con el programa **GeoSlope Versión 5.16**, el cual necesita como 'data' de entrada: la topografía de la sección, cohesión, fricción y peso específico de todos los materiales involucrados, malla de variación de centros de círculos de falla, malla de variación de puntos por donde pasarán tangentes los círculos de falla, presencia y distribución de agua (en este caso no es necesario) y en el caso dinámico las aceleraciones horizontal y vertical provocadas por el sismo como una fracción de la gravedad.

Se modelaron los edificios actuales como estructuras de 8 pisos en la parte frontal (vista al mar) y que van disminuyendo su altura de acuerdo a la forma del talud, tal cual se aprecia en el *plano 06/09* referente a las secciones transversales. El programa Geo Slope V5.16 modela las estructuras como elementos macizos con un determinado peso específico, para calcular la presión sobre el talud multiplica la altura del elemento sobre cada 'rebanada' de la sección por la altura sobre cada una, obteniendo una presión aplicada sobre el terreno tal como se aprecia en la siguiente figura:

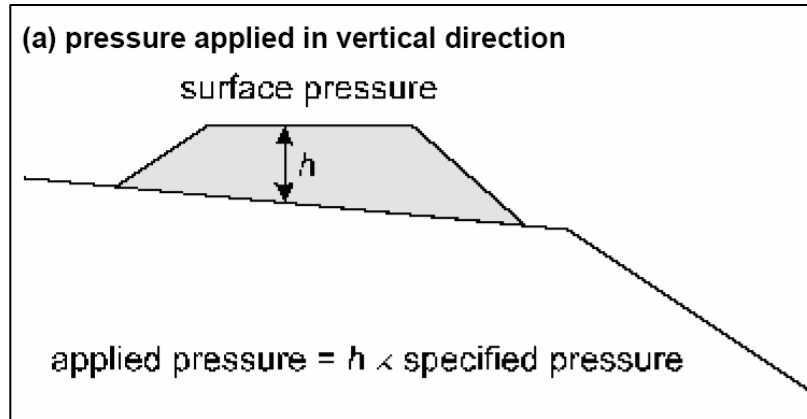


Fig. N° 1

En este caso, por ser la estructura un elemento con un porcentaje alto de vacíos (habitaciones del edificio), se decidió; basado en recomendaciones del servicio al cliente de Geo Slope, modelarla como un elemento macizo con un peso específico promedio del peso de un metro cuadrado de losa (elementos más pesados de la estructura) y el espacio vacío por debajo de él:

$$Peso_{concreto} = 1.25 \frac{ton}{m^2}$$

$$Altura_{entrepiso} = 2.5m$$

$$PesoEspecífico_{promedio} = \frac{1.25}{2.5} = 0.5 \frac{ton}{m^3} = 5 \frac{kN}{m^3}$$

Se utilizó la opción del programa que resuelve el talud con el método de **Equilibrio Límite Plástico de Spencer (1981)**, en el que se considera no sólo el equilibrio normal y tangencial (equilibrio de fuerzas) sino también el equilibrio de momentos para cada rebanada del análisis, lo cual hace este método más confiable pues se acerca más a la realidad. Otra característica de este método es que el ángulo de inclinación de la fuerza entre rebanadas continuas es constante.

Como se explico anteriormente, se decidió iterar cada sección hasta alcanzar un FS de exactamente 1, debido a que el programa computacional con el cual se trabajó no asegura que cambios pequeños en los valores de cohesión o fricción den como resultado una convergencia al FS de 1 debido a que también hay que tener en cuenta para el análisis la posición y densidad de la malla de centro de círculos de falla.

La sección que controlará el análisis será para la que resulten los mayores valores de cohesión y fricción, debido a que esto asegurará que las demás secciones pasen el FS de 1 con las propiedades de esta sección de control.

Caso Estático

Las iteraciones realizadas para cada sección pueden verse en la **tabla N° 2:**

seccion 1				seccion 5				seccion 11			
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
1	37	26	1.007	1	35	30	0.959	1	30	30	0.917
2	37	25	0.994	2	37	30	1.005	2	32	30	0.958
3	37	25.2	0.997	3	37	28	0.988	3	32	32	0.980
4	37	25.4	0.999	4	37	29	0.996	4	34	30	1.000
5	37	25.6	1.002	5	37	29.6	1.001	seccion 12			
6	38	24	0.997	6	38	28	1.010		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
7	38	24.2	0.999	7	38	27	1.001	1	40	40	1.257
8	38	24.4	1.002	8	38	26.8	0.999	2	35	35	1.079
9	39	23	0.999	9	39	25	1.006	3	35	30	1.029
10	39	23.2	1.002	10	39	24	0.996	4	34	29.4	1.000
10	36	27	1.005	11	39	24.4	1.000				
11	36	26.6	1.000	seccion 6							
sección 2					Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)				
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)	1	35	30	0.745				
1	35	30	0.943	2	40	35	0.854				
2	36	30	0.964	3	40	40	0.896				
3	37	30	0.985	4	45	45	1.010				
4	36	33	0.990	5	45	42	0.986				
5	36	34	0.999	6	45	43	0.994				
6	36	34.2	1.000	7	45	44	1.002				
sección 3				8	45	43.6	0.999				
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)	9	45	43.8	1.001				
1	35	25	0.901	10	44	45.6	1.000				
2	36	26	0.929	seccion 7							
3	36	30	0.972		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)				
4	36	33	1.003	1	41	39	0.955				
5	36	32	0.993	2	41	41	0.920				
6	36	32.4	0.997	3	43	41	1.008				
7	36	32.6	0.999	4	43	40.2	1.000				
8	36	32.8	1.001	seccion 8							
9	37	30	0.992		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)				
10	37	30.8	1.000	1	44	40	0.984				
sección 4				2	44	42	1.004				
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)	3	44	41.7	1.000				
1	35	30	0.938	seccion 9							
2	36	30	0.967		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)				
3	36	35	1.004	1	44	43	1.076				
4	39	28	0.994	2	40	43	1.014				
5	39	28.6	1.000	3	39	43	1.000				
				seccion 10							
					Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)				
				1	45	45	1.208				
				2	40	40	1.067				

Tabla N° 2

De este análisis se desprende que los máximos valores de las propiedades geomecánicas de la grava son para la **sección 6: $c'=0.46\text{Kg/cm}^2$, $\Phi'=44^\circ$** , debido a que ésta presenta un pendiente más pronunciada entre los 0 y 40m. A continuación se muestra la superficie de falla circular (color verde) para esta sección:

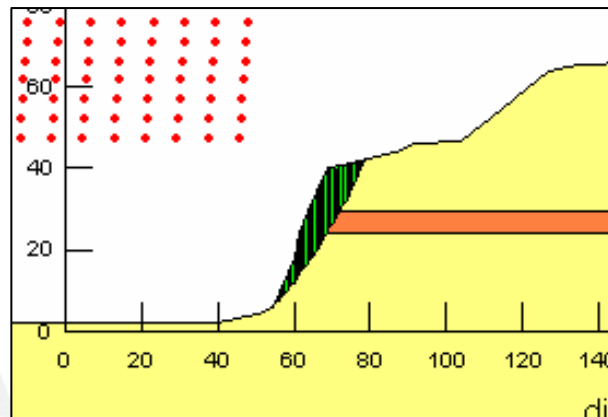


Fig. N° 2

Los círculos de falla de las secciones pasan aproximadamente por el pie del talud pero no llegan a la cima en ninguno de los doce casos analizados porque aproximadamente a los 40m de altura el talud disminuye apreciablemente su pendiente, formándose una especie de terraza. Como dato relevante se tiene que para las fallas circulares que involucran todo el talud el FS es del orden de 3.5, por lo tanto habrá que tener mayor cuidado en el análisis de fallas del tipo 'Círculo de Pie' que en las que involucren colapsos totales del talud, los cuales resultan poco probables por su elevado FS.

Caso Dinámico

Para este análisis se utilizó como sismo de análisis el del 17 de octubre de 1966, que es el mayor registrado instrumentalmente en Lima y que de acuerdo a comparaciones de aerofotografías del año 1962 y 1998 no presentaron fallas apreciables del talud correspondiente a la zona en estudio; es decir, el FS del talud fue conservadoramente al menos de 1 ($FS \geq 1$) para este sismo. Este sismo fue de Magnitud 7 y con epicentro a 40 km mar adentro de Chancay, las aceleraciones máximas registradas por el Instituto Geofísico fueron:

$$a_h = 0.275 \text{ g}$$

$$a_v = 0.165 \text{ g}$$

Para el análisis no se modelaron los edificios que actualmente se encuentran en el acantilado porque estos no existían en el año 1966, sólo había algunas casas de ladrillos de adobe que no representan una presión considerable en el terreno.

Las iteraciones realizadas para cada sección pueden verse en la tabla N° 3:

sección 1				sección 7			
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
1	46	45	0.939	1	50	75	0.977
2	47	47	0.968	2	50	80	1.006
3	47	50	0.980	3	50	78	0.996
4	47	51.8	1.000	4	50	78.7	1.000
sección 2				sección 8			
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
1	47	55	0.978	1	50	80	1.005
2	47	57	0.993	2	51	78	1.002
3	47	59	1.008	3	51	77.8	1.000
4	47	58	1.000	sección 9			
sección 3					Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)	1	50	80	0.995
1	50	50	0.740	2	50	82	1.006
2	50	70	0.957	3	50	81	1.000
3	50	73	0.997	sección 10			
4	50	73.3	1.000		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
sección 4				1	50	78	1.027
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)	2	48	76.6	1.000
1	48	60	1.004	sección 11			
2	48	59	0.998		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
3	48	59.4	1.000	1	50	70	0.945
sección 5				2	50	80	0.954
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)	3	51	84.7	1.000
1	48	55	0.997	sección 12			
3	49	55	1.013		Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)
4	49	53.1	1.000	1	45	60	1.113
sección 6				2	41	55	0.990
	Φ' (°)	c' (Kpa)	FS (Spencer)	4	41	56	1.000
1	50	70	0.872				
2	52	80	0.952				
3	54	84	0.998				
4	54	84.4	1.000				

Tabla N°3

Al igual que en el caso anterior la sección que controla el análisis es la #6, para los valores geomecánicos: $c'=0.86 \text{ Kg/cm}^2$, $\Phi'=54^\circ$. En la Fig. N° 3 puede apreciarse la falla circular que controla el análisis dinámico:

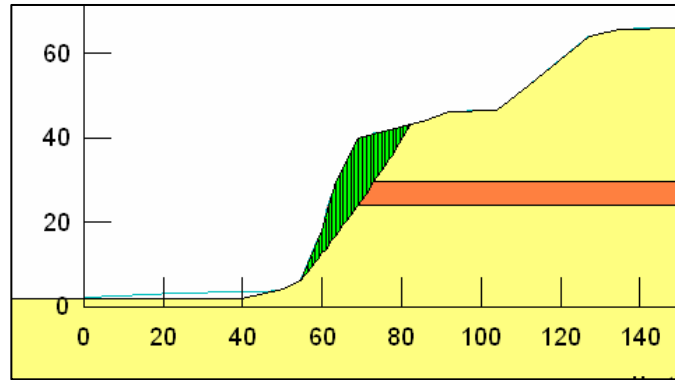
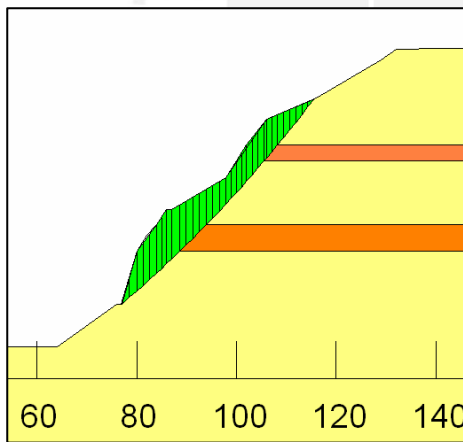


Fig. N° 3

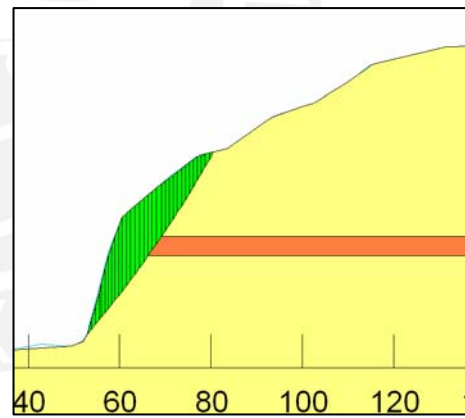
El tipo de falla para esta sección #6 tiende a ser casi plano debido a que el centro de rotación del círculo de falla se ubica aproximadamente 200m a la izquierda del centro de coordenadas y 220m por encima de él.

Se puede deducir, analizando las superficies de falla, que para este caso dinámico, el sismo (fuerza horizontal) hace que el talud tienda a desprenderse de todo el material necesario para llegar a un ángulo promedio de **48°**, medido desde el pie del acantilado. A continuación en la Fig. N° 3 puede verse algunos ejemplos de esta presunción:



Sección 1

Figura N° 4



Sección 7

Figura N° 5

La siguiente tabla N° 4 resume el ángulo de posible deslizamiento para todas las secciones:

Sección	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Angulo	45°	49°	41°	46°	48°	55°	55°	57°	50°	48°	36°	45°

Tabla N° 4

1.6 CONCLUSIONES

- Los mayores valores de la cohesión y fricción resultaron para el caso dinámico debido a que es para estas condiciones que el terreno necesitó de mayor capacidad; traducido en valores más altos, para sobrepasar el sismo sin fallas apreciables. Por lo tanto, para los posteriores análisis de estabilidad se utilizarán las siguientes propiedades:

Material	Cohesión (kg/cm ²)	Fricción
Grava	0,86	54°
Limo	0,4	20°

Tabla N° 5

Estos valores corresponderían al rango de una Grava Triturada Densa según la clasificación de **Bowles** (1979). Según el **Bureau of Reclamation** para la grava en análisis (GP) corresponde un ángulo de fricción mayor a 37° pero no hay suficiente data para estimar la cohesión asociada a este tipo de grava, sin embargo para Arenas Gravasas se tiene valores estimados del orden de los 0.5 kg/cm². Por las referencias anteriores y teniendo en cuenta que el talud estudiado es cortado en otras zonas prácticamente a pico y con una altura superior a los 50m adopto los valores estimados para la grava como satisfactorios.

- La falla de la sección crítica #6 (Fig. N° 2) corresponde a un sector del acantilado con la forma de una saliente, a continuación se presenta una foto que grafica esta geomorfología la cual está encerrada en una circunferencia:



Foto N° 1

Esta formación del talud corresponde a la parte de él que aun no ha sido erosionada por acción del viento o eventuales movimientos sísmicos. Este tipo de estructura es repetitiva a lo largo de todo el acantilado.

- Con las propiedades estimadas para la grava en este capítulo se debe realizar un análisis de estabilidad de taludes considerando determinados Factores de Seguridad que prevengan pérdidas humanas y materiales, tema del cual se ocupa el capítulo siguiente.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

En este segundo capítulo se desarrolló una de las conclusiones de la sección anterior, para ello se realizó el análisis necesario para verificar si se estará dentro de los Factores de Seguridad recomendados para una situación sísmica y se plantearon algunas premisas para el diseño final del proyecto. En esta parte del trabajo se tomó la decisión de utilizar como método de estabilización la remoción del material que fallaría en caso de sismo, existen otros métodos de estabilización como: estructuras de contención de concreto armado, tierra armada, gaviones, micropilotes, etc. Sin embargo ninguno de estos métodos sería conveniente para solucionar el problema debido a la gran altura del talud, lo que redundaría en espesores de muro (estructuras de contención) poco usuales, además de también necesitar éstas un movimiento de tierras para la construcción de su cimentación. Por estas razones decidí eliminar el material (movimiento masivo de suelos) antes de presentarse la falla.

Se realizó el análisis de estabilidad de taludes para las doce secciones planteadas en el capítulo anterior por ser éstas representativas del tramo y tenerlas modeladas en el programa Geo Slope. Para ello se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

1. El análisis pseudos-estático se realizó con las recomendaciones dadas por el Reglamento Nacional de Estructuras en la Norma E.050 en la que el Factor de Seguridad mínimo para taludes en condiciones sísmicas es de 1.25. Recomendaciones de códigos extranjeros para este caso sísmico dan valores de Factor de Seguridad que oscilan entre 1.2 y 1.5 (Yang H. Huang, 'Stability Analysis of Earth Slopes'). El análisis no se realizó para condiciones estáticas debido a que la realidad demuestra que son taludes estables para esta condición.
2. El análisis se realizó con las aceleraciones máximas registradas en Lima, las que corresponden al sismo de 1966:

$$a_h = 0.275g$$

$$a_v = 0.165g$$

Recomendaciones de códigos extranjeros como el 'Seismic Zone Map of Continental US' de Algermissen dan valores de 0.27g de aceleración horizontal para la zona de California en Estados Unidos, que es de una actividad sísmica parecida a la costa peruana por presentar el fenómeno de subducción de la placa oceánica y continental. En esta parte es importante señalar

que no se utilizó la aceleración máxima esperada en Lima con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años que es de 0.40g de la Norma Antisísmica Peruana E.030 porque ésta fue estimada para el diseño de estructuras, además de exceder ampliamente las recomendaciones investigadas.

Se separó el análisis en dos grupos debido a que las secciones representativas presentan una topografía y características generales marcadamente diferentes. A continuación se exponen ambos análisis:

2.1 SECCIONES SIN EDIFICIOS ENCIMA (N°1 @ N°7)

El análisis se realizó mediante el método de Spencer (equilibrio de momentos y fuerzas) en el programa Geo Slope 5.16. Se decidió utilizar como sección de control la sección crítica del capítulo anterior (sección #6) debido a que presenta el menor Factor de Seguridad. Se realizó el análisis para la pendiente actual de aproximadamente 1H : 2.6V ($\approx 69^\circ$) y para diferentes ángulos de corte del talud. Los resultados graficados fueron los siguientes:

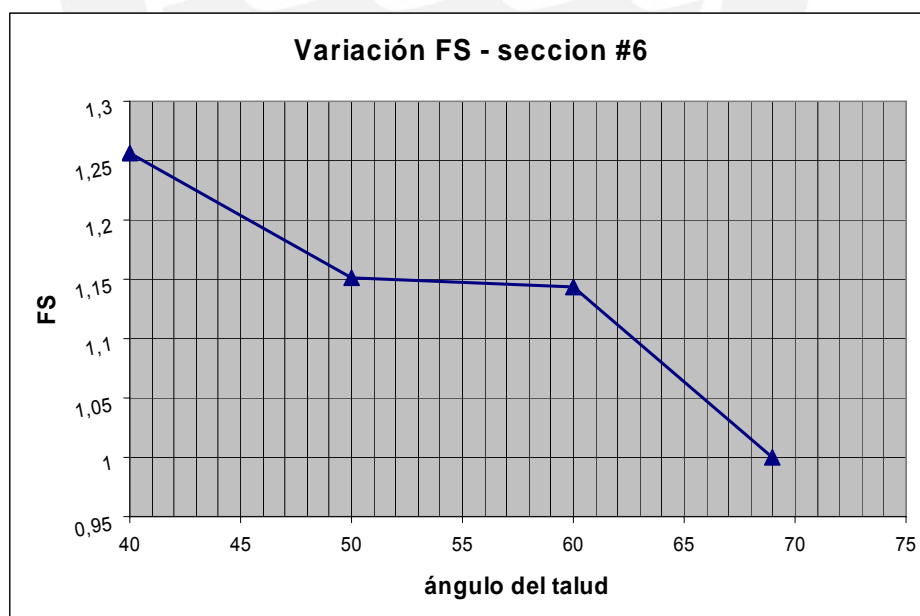


Gráfico N° 1

Según los resultados, el FS aumenta drásticamente entre los 50° y 40° debido a que para este último ángulo del talud ya no habría ninguna cuña con la posibilidad de deslizarse en caso de sismo.

Como se verifica en el gráfico N°1, al ángulo del talud necesario para pasar el Factor de Seguridad recomendado de 1.25 sería de 40° (pendiente 1H : 0.84V). Para lograr esta condición se deberá cortar todo material que esté por encima de la línea que una el pie del talud con la parte más alta del mismo. En la figura N° 4 se presenta el círculo de falla resultante para el talud con un ángulo de corte de 40° y con un FS de 1.257:

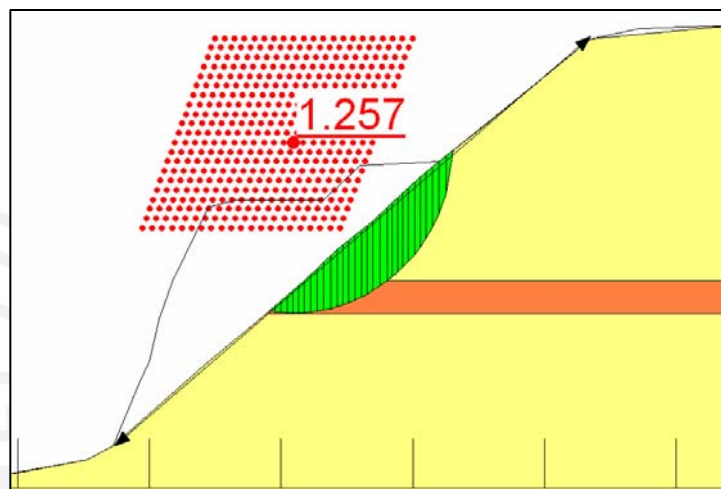


Figura N° 6

Para llegar a este FS se realizaron varias corridas del modelo para diferentes posiciones de la malla de centro de círculos de falla lo que resultó en círculos de pie y talud, sin embargo esta fue la de menor FS, lo que puede interpretarse como que la falla comenzaría; en una situación extrema y luego del corte propuesto, desde el lente de material fino y se extenderá hacia la grava sin llegar al punto más alto del talud. Las otras 6 secciones sin edificios directamente encima se corrieron con el mismo criterio de corte de material, más adelante se muestran los resultados.

2.2 SECCIONES CON EDIFICIOS ENCIMA (N°8 @ N°12)

Las secciones que involucran estructuras no podrían utilizar el criterio de corte anterior (corte del material por encima de la línea de 40°) debido a que el corte pasaría por la cimentación del edificio. En estos casos se realizó un análisis de estabilidad asumiendo un corte de material por encima de la línea que

une el pie del talud con un punto ubicado a aproximadamente 3m por delante del edificio medidos horizontalmente, la Fig. N° 5 muestra el círculo de falla para la sección #8:

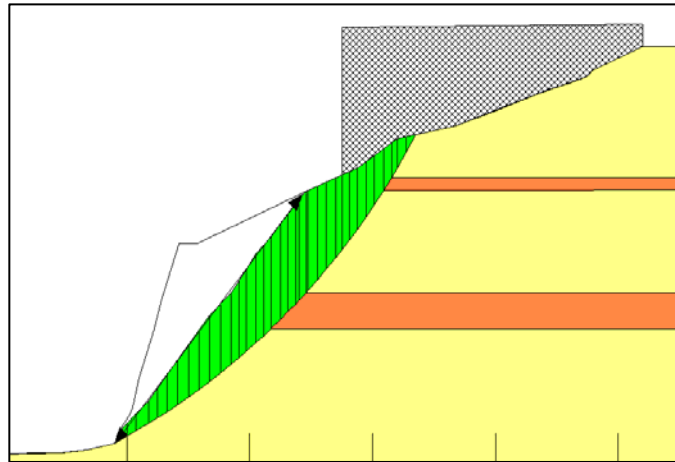


Figura N° 7

El FS con este criterio de corte fue de 1.367, es decir que sería una sección estable en caso de sismo. El mismo procedimiento se repitió para las otras secciones que involucrarían estructuras en la falla.

Los resultados del análisis realizado a las doce secciones con los dos criterios de corte planteados fueron los siguientes:

Sección	FS	Ángulo de corte
1	1,378	40°
2	1,275	40°
3	1,297	40°
4	1,303	40°
5	1,278	40°
6	1,257	40°
7	1,280	40°
8	1,367	50°
9	1,255	45°
10	1,257	40°
11	1,316	47°
12	1,260	44°

Tabla N° 6

2.3 ANÁLISIS DE INFLUENCIA DEL LENTE DE LIMO

Durante esta etapa de análisis se decidió hacer un cuadro que revele la influencia del limo en la estabilidad global del talud debido a que el limo tiene propiedades geotécnicas de menor valor que las de la grava. La mejor manera de graficar esta influencia es mediante una relación entre el espesor del lente y el FS, este análisis se realizó para la sección de control #6. Los resultados están agrupados en la gráfica (línea azul) siguiente:

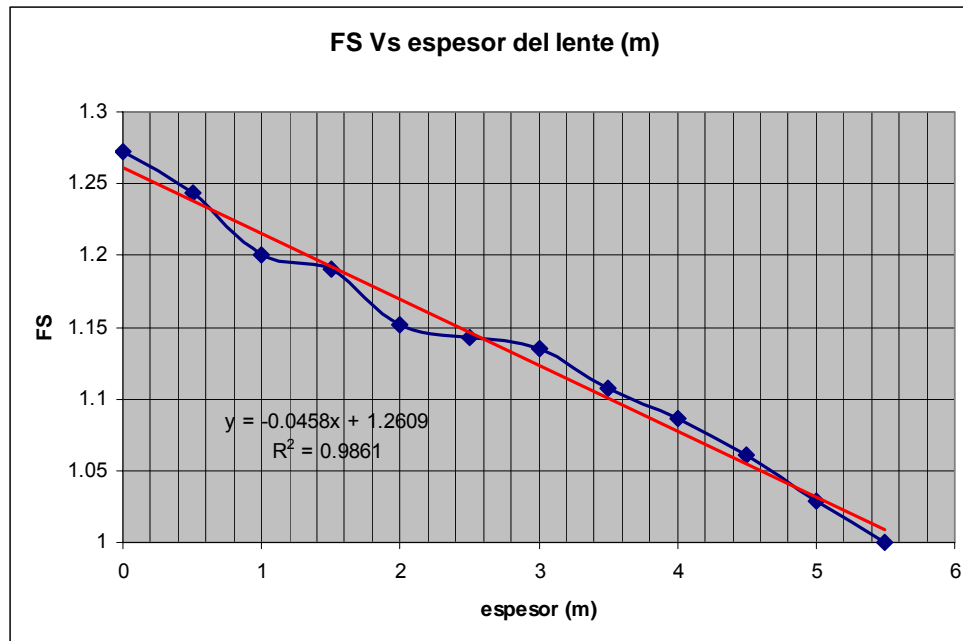


Gráfico N° 2

Por lo tanto, el elemento más sensible en todo el análisis es el espesor del lente limo, el cual tiene una relación aproximadamente lineal con el FS (línea de tendencia roja) debido a que el $R^2=0.99$. Sin la presencia de este material el FS sería mayor a 1.25, por lo que no sería necesario el movimiento de tierras u otro método de estabilización, sin embargo, para estar del lado conservador, se seguirá con la premisa de que el lente de limo se extiende horizontalmente y con el mismo espesor que el que se observa exteriormente.

2.4 CONCLUSIONES

- Para lograr estar dentro de Los Factores de Seguridad recomendados en la Norma Peruana E.050 y normas internacionales es necesario reducir la pendiente de todo el tramo del talud

materia de esta Tesis mediante la aplicación de movimientos masivos de tierra, comúnmente conocidos como 'cortes'.

- En el caso de secciones que no tengan estructuras por encima de ellas se deberá lograr un ángulo de 40°
- En el caso de secciones que tengan estructuras por encima de ellas se deberá como mínimo cortar el material que esté por encima de la línea que une el pie del talud con un punto ubicado a aproximadamente 3m medidos horizontalmente por delante del edificio involucrado.
- Los criterios desarrollados en esta parte de análisis se deberán utilizar como premisas en el diseño de la sección final de talud.



CAPÍTULO III

DISEÑO

En este capítulo se desarrolló el diseño, propiamente dicho, de las secciones del talud, tomando en cuenta las conclusiones de los capítulos anteriores y nuevas consideraciones como la necesidad de utilizar banquetas y diseño de geosintéticos por razones que se explican líneas abajo. Los resultados de esta parte servirán para realizar los planos finales, metrados, análisis de precios unitarios y finalmente el presupuesto del proyecto.

3.1 SECCIONES SIN EDIFICIOS ENCIMA (N°1 @ N°7)

3.1.1 Diseño de la Sección

El diseño se realizó para la sección crítica N° 6 debido a que se ha demostrado que esta sección tendría el menor Factor de Seguridad para el criterio de corte planteado en el Capítulo II referido al Análisis, también se demostró que controla el Retro Análisis. En suma, se puede inferir que la estabilidad de esta sección asegura la estabilidad de todas las secciones sin edificios encima del tramo en estudio. Otra razón por la cual se diseñó con esta sección es que el ángulo de corte planteado de 40° fue virtualmente el mismo para las siete secciones representativas de este tipo.

El diseño de esta sección se comenzó teniendo en cuenta que el ángulo del talud debería ser abatido hasta los 40°. En esta etapa de diseño final también se tomó en cuenta la necesidad de incluir banquetas en la sección de talud debido a que durante la etapa constructiva del proyecto se necesitarán superficies horizontales que permitan el movimiento del personal obrero y de equipo liviano para el movimiento de tierras, las banquetas también ayudarán al futuro mantenimiento del talud y al anclaje de los geosintéticos que se diseñaran más adelante en este capítulo.

Con los criterios anteriores se planteó una sección compuesta por cuatro banquetas; un número mayor de ellas complicaría la etapa constructiva. El ancho de la banqueta se asumió en 5m, suficiente longitud para permitir el paso de personal e incluso maquinaria liviana durante la etapa constructiva y/o de mantenimiento. La pendiente de las escalones es resultado de las dimensiones asumidas y el criterio de corte del capítulo anterior. En la Figura N°6 se pueden apreciar las dimensiones:

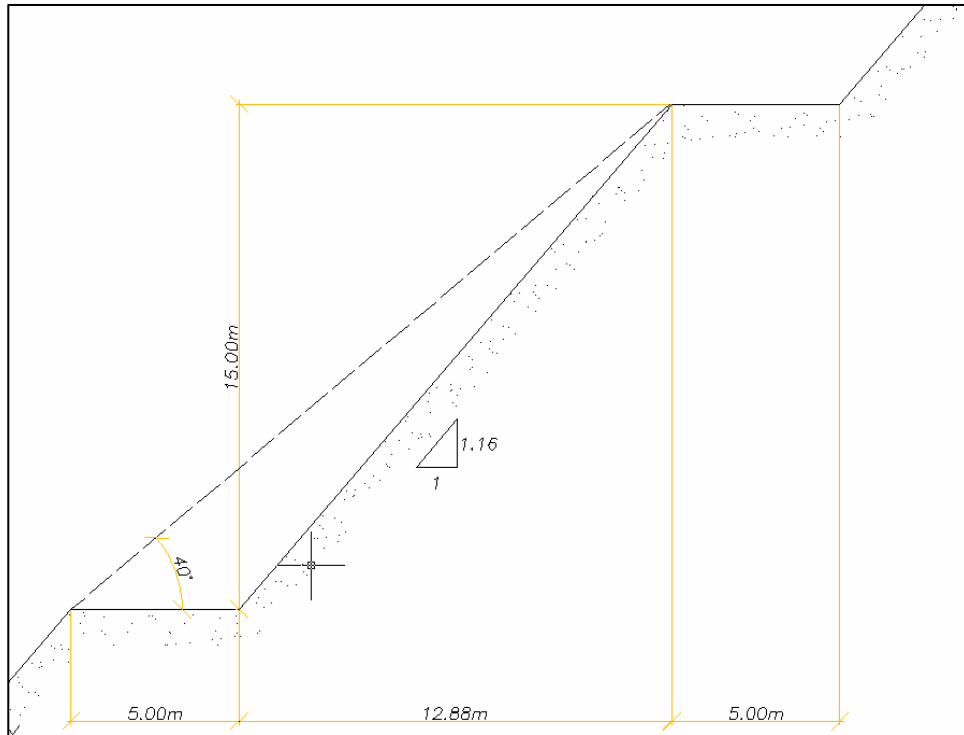


Figura N° 8

A la sección planteada se le hizo un análisis de estabilidad global, el modelo se corrió con el sismo máximo registrado en Lima en el año de 1966 ($a_h=0.275g$, $a_v=0.165g$) al igual que el modelo del capítulo anterior. Los resultados pueden observarse en la figura N°7:

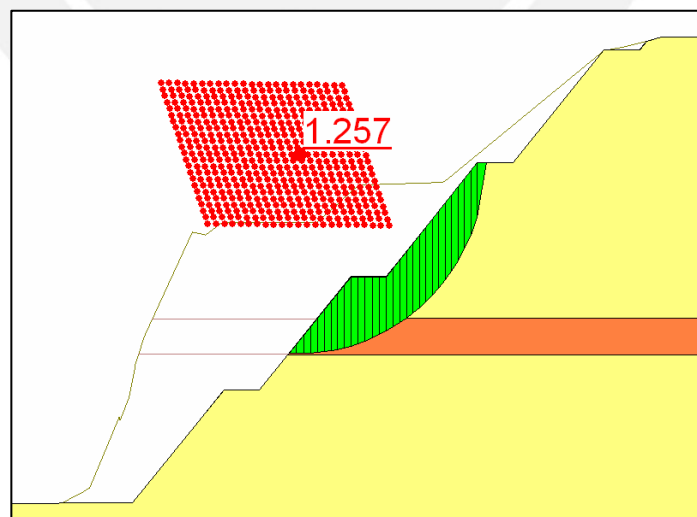


Figura N° 9

El modelo demuestra que el $FS=1.257$ es virtualmente el mismo al de la sección sin banquetas y el círculo de falla describe la misma trayectoria. Esto se debe a que las dimensiones de la banqueta son en realidad pequeñas en relación al grueso del corte.

Según los resultados obtenidos, la sección planteada estaría dentro de las recomendaciones dadas anteriormente para la estabilidad global de taludes; sin embargo se planea diseñar también un método que prevenga la caída de piedras por acción de la erosión eólica o eventuales movimientos sísmicos que pongan en peligro a la gente que transita caminando o en su vehículo por la costanera; dicho método se desarrolla en el ítem siguiente.

3.1.2. Diseño de Geomallas

Una vez estabilizado el talud para una la falla global mediante el corte del mismo (reducción de la pendiente), se procedió a diseñar un mecanismo que permita sembrar una capa de césped sobre el talud final para protegerlo de la erosión eólica y de las constantes caídas de piedras, además de presentar una solución paisajísticamente atractiva. Existen varios métodos para lograr este propósito, entre los más conocidos están: hidrosiembra, construcción de colchones de ramas, recubrimiento con césped, etc. Sin embargo el material que forma el talud no es apto para el cultivo de ninguna especie según se explica en el Estudio de la Seguridad Física de los Acantilados de la Costa Verde del INGEMET, que en la página 73 dice: 'el material pertenece al grupo Solonchak, fase hardpanica, permeabilidad moderadamente lenta a rápida con un drenaje interno moderado. Por sus características químicas, suelen ser de naturaleza alcalina ($pH=7.5$) y el contenido de sales es alto ($CE=53mmhos/cm$). Los cationes dominantes son el calcio y potasio; el sodio representa el 5.5% del total de cationes absorbidos y el contenido de materia orgánica es muy bajo. La capacidad productiva de los suelos es baja, por lo que se le ha considerado entre las clases 5 y 6 como *suelos no aptos para la agricultura*'.

Por la calidad de suelo descrita será necesario colocar una capa de 15cm (recomendación de 'Manual de Ordenación de Cuencas Hidrográficas de la FAO') de suelo apto para la vegetación sobre el corte final del talud. Para lograr este objetivo se comprobó la estabilidad de la capa de suelo orgánico mediante el método del equilibrio límite y un modelo finito de talud desarrollado por 'Koerner y Soong'. Se considera un suelo de cobertura colocado directamente sobre el talud y con las características geométricas de la siguiente figura:

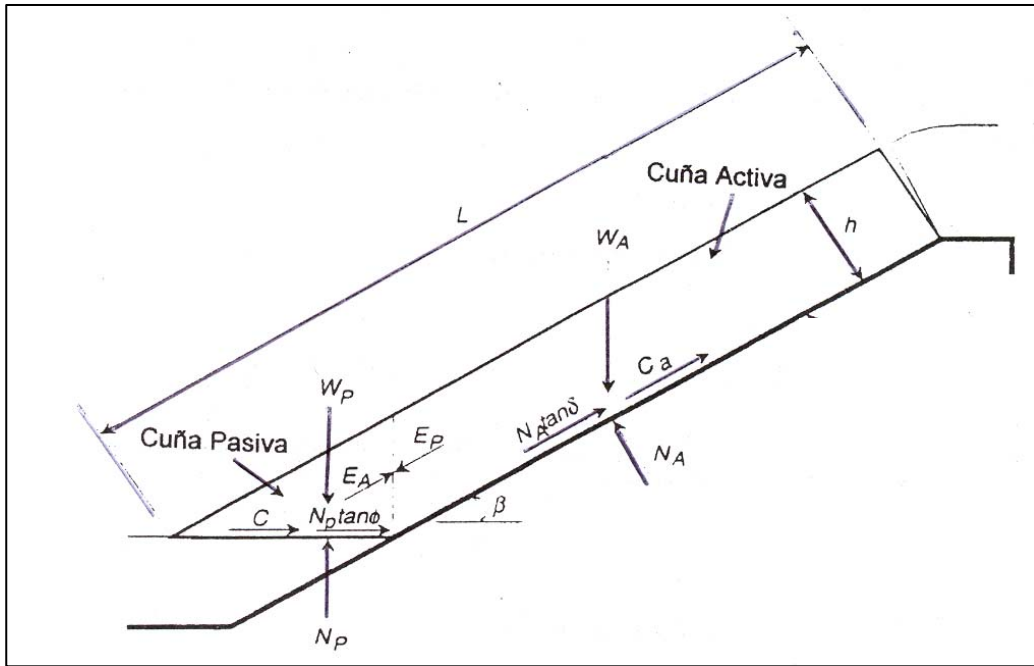


Figura N° 10

La expresión para determinar el FS puede ser derivada como sigue. Considerando la cuña activa,

$$W_A = \gamma h^2 \left(\frac{L}{H} - \frac{1}{\text{sen} \beta} - \frac{\tan \beta}{2} \right)$$

$$N_A = W_A \cos \beta$$

$$C_a = c_a \left(L - \frac{h}{\text{sen} \beta} \right)$$

Balanceando las fuerzas en la dirección vertical, resulta la siguiente formulación:

$$E_A \text{sen} \beta = W_A - N_A \cos \beta - \frac{N_A \tan \delta + C_a}{FS} \text{sen} \beta$$

Por lo tanto la fuerza de contacto entre las cuñas actuando en la cuña activa será:

$$E_A = \frac{(FS)(W_A - N_A \cos \beta) - (N_A \tan \delta + C_a) \text{sen} \beta}{\text{sen} \beta (FS)}$$

La cuña pasiva puede ser considerada de manera similar:

$$W_p = \frac{\gamma h^2}{\text{sen}(2\beta)}$$

$$N_p = W_p + E_p \text{sen}\beta$$

$$C = \frac{ch}{\text{sen}\beta}$$

Balanceando las fuerzas en la dirección horizontal, resulta la siguiente formulación:

$$E_p \cos \beta = \frac{C + N_p \tan \Phi}{FS}$$

Por lo tanto la fuerza entre cuñas actuando sobre la cuña pasiva es:

$$E_p = \frac{C + W_p \tan \Phi}{\cos \beta (FS) + \text{sen}\beta \tan \Phi}$$

Haciendo EA=EP, la siguiente ecuación puede ser puesta en la forma:

$$a(FS)^2 + b(FS) + c = 0$$

Donde:

$$a = (W_A - N_A \cos \beta) \cos \beta$$

$$b = -[(W_A - N_A \cos \beta) \text{sen}\beta \tan \Phi + (N_A \tan \delta + Ca) \text{sen}\beta \cos \beta + \text{sen}\beta (C + W_p \tan \Phi)]$$

$$c = (N_A \tan \delta + C_a) \text{sen}^2 \beta \tan \Phi$$

El valor resultante del FS es entonces obtenido de la siguiente ecuación:

$$FS = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Donde:

WA = peso total de la cuña activa

WP = peso total de la cuña pasiva

NA = fuerza efectiva normal al plano de falla de la cuña activa

NP = fuerza efectiva normal al plano de falla de la cuña pasiva

γ = peso unitario del suelo vegetal de cobertura (1.8 ton/m³)

h = espesor del suelo de cobertura

L = longitud del talud (distancia oblicua entre banquetas)

β = ángulo del talud

\emptyset = ángulo de fricción del suelo de cobertura

δ = ángulo de fricción en la interfase suelo – grava

Ca = fuerza adhesiva entre el suelo de cobertura de la cuña activa y la grava

ca = adhesión entre el suelo de cobertura de la cuña activa y la grava

C = fuerza cohesiva a lo largo del plano de falla de la cuña pasiva

c = cohesión del suelo de cobertura

EA = fuerza entre cuñas actuando en la cuña activa desde la cuña pasiva

EP = fuerza entre cuñas actuando en la cuña pasiva desde la cuña activa

FS = Factor de Seguridad ante el deslizamiento del suelo de cobertura sobre la grava

Con esta teoría se desarrolló una hoja de cálculo para hallar el FS de una capa de suelo orgánico. Se utilizaron las características geotécnicas de dicho suelo recomendadas en el libro de 'Diseño con Geosintéticos' de Koerner para suelo orgánico sobre un talud de grava, estos valores son conservadores debido a que asumen que no habrá cohesión entre la grava y el suelo orgánico a pesar que este último será compactado sobre la grava con equipos manuales, sólo se asume que habrá fricción entre ambos materiales. También asume que el suelo orgánico no tendrá cohesión en si mismo. A continuación se muestra la hoja de cálculo y los resultados:

CARACTERÍSTICA	
$\gamma =$	18,0 kN/m ³
$h =$,15 m
$L =$	19,8 m
$\beta =$	49,2 °
$\emptyset =$	30,0 °
$\delta =$	30,0 °
$ca =$	0
$c =$	0

CÁLCULOS	
$WA =$	52,7 kN/m
$WP =$,409 kN/m
$NA =$	34,4 kN/m
$Ca =$	0
$C =$	0

EQ. CUADRÁTICA	
$a =$	19,7
$b =$	-23,2
$c =$	6,6

FS =	0,70
-------------	-------------

Hoja de Cálculo N° 1

Este cálculo demostró que la capa de suelo orgánico no podría sostenerse sobre este talud (FS=0.70 < 1), para poder hacer viable la cubierta se utilizó una geomalla, cuya descripción técnica es la siguiente:

Geomalla: es un material geosintético formado por un conjunto de nervaduras o costillas de tensión, paralelas y conectadas, con aberturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón del suelo, piedra, u otro material geotécnico circundante. El esquema de la aplicación del refuerzo en un talud finito es el siguiente:

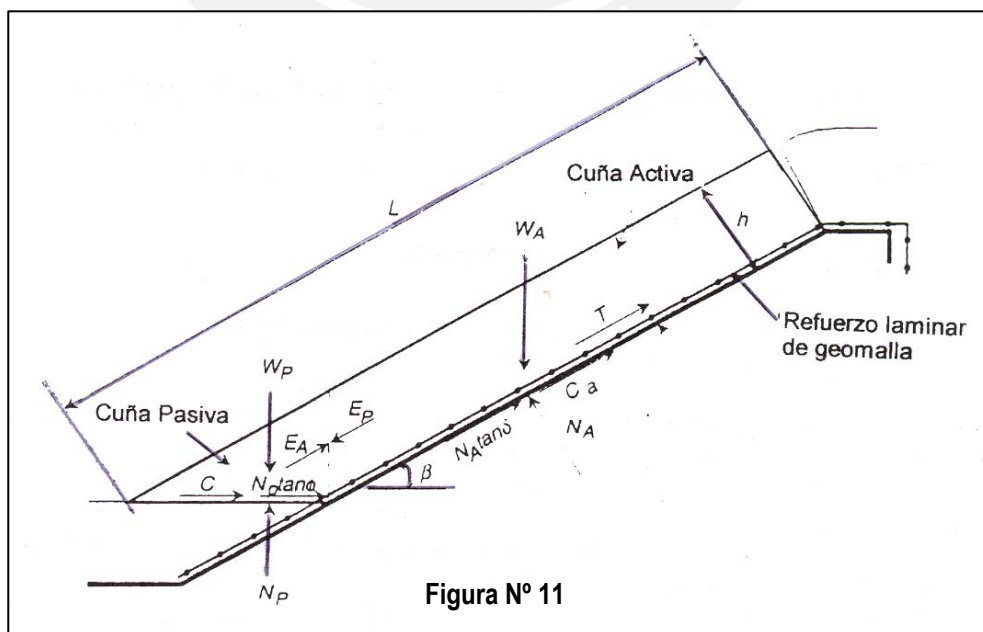


Figura N° 11

Para incluir en el análisis el aporte de la geomalla se asume que la capa de material orgánico esta en contacto con la grava (a través de las aberturas de la geomalla), el refuerzo está trabajando a un valor permisible y la cuña activa ha incluido en ella un vector adicional, llamado la tensión permisible T . Para la cuña activa se balanceó las fuerzas en la dirección vertical, lo que resulta en la siguiente formulación:

$$E_A \operatorname{sen} \beta = W_A - N_A \cos \beta - \left(\frac{N_A \tan \delta + C_a}{FS} + T \right) \operatorname{sen} \beta$$

Por lo tanto la fuerza entre las cuñas actuando en la cuña activa es:

$$E_A = \frac{(FS)(W_A - N_A \cos \beta - T \operatorname{sen} \beta) - (N_A \tan \delta + C_a) \operatorname{sen} \beta}{\operatorname{sen} \beta (FS)}$$

Nuevamente, haciendo $E_a = E_p$, la formulación resultante puede ser dispuesta en la forma de la ecuación cuadrática desarrollada para el caso sin refuerzo, donde:

$$a = (W_A - N_A \cos \beta - T \operatorname{sen} \beta) \cos \beta$$

$$b = -[(W_A - N_A \cos \beta - T \operatorname{sen} \beta) \operatorname{sen} \beta \tan \Phi + (N_A \tan \delta + C_a) \operatorname{sen} \beta \cos \beta + \operatorname{sen} \beta (C + W_p \tan \Phi)]$$

$$c = (N_A \tan \delta + C_a) \operatorname{sen}^2 \beta \tan \Phi$$

El valor de T (esfuerzo de tensión permisible) es resultado de aplicarle Factores de Reducción al T_{ult} (esfuerzo de tensión último). Estos factores son:

- FRins (Factor de Reducción por instalación): toma en cuenta los daños inherentes ala etapa constructiva.
- FRcrepp (Factor de Reducción por creep): toma en cuenta la reducción que tendrá la capacidad a la tensión de la geomalla con el paso del tiempo.
- FRdeg (Factor de Reducción por degradación química) toma en cuenta la posibilidad de que la geomalla esté en contacto con agentes nocivos para su durabilidad.

Finalmente todos estos se juntan en la siguiente fórmula para obtener T :

$$T = \frac{T_{ult}}{\Sigma FR}$$

Se decidió utilizar geomallas biaxiales para desarrollar el proyecto, debido a que estas aseguran una mejor trabazón entre el suelo orgánico y la geomalla por sus aberturas cuadradas (25 x 33mm). Este sistema trabaja mejor que una geomalla uniaxial debido a que esta última posee costillas orientadas en una sola dirección y aberturas rectangulares que impiden la correcta trabazón. Con todos los criterios detallados se realizó una hoja de cálculo para determinar el FS con el aporte de la geomalla biaxial. Los Factores de Reducción y Tensión Última (en la dirección de la sección del talud) son los especificados en las propiedades técnicas para geomallas biaxiales **BX 1200** de la marca **TENSAR** que son de calidad reconocida y de fácil abastecimiento en Lima, sin embargo, se colocan las especificaciones técnicas genéricas en el capítulo respectivo.

El resultado fue el siguiente:

Geomalla Biaxial	
Tult =	28,8 kN/m
FRins =	1,09
FRcreep =	3,63
FRdeg =	1,00

FR	3,95	T =	7,3 kN/m
----	------	-----	----------

EQ. CUADRÁTICA	
a =	16,1
b =	-20,8
c =	6,6

FS =	0,73
------	------

Hoja de Cálculo N° 2

Este resultado demostró que la geomalla aumentaría el FS de 0.7 a 0.73 pero aún así no sería suficiente para lograr un FS > 1.3, este FS es el recomendado para este tipo de uso de geomallas. Siguiendo recomendaciones de especialistas en diseño con geosintéticos (diseñadores de las empresas TDM y NAGREEN) se dispuso la utilización de estacas de contención y dobleces de la geomalla. En la siguiente figura se puede ver el croquis de la propuesta:

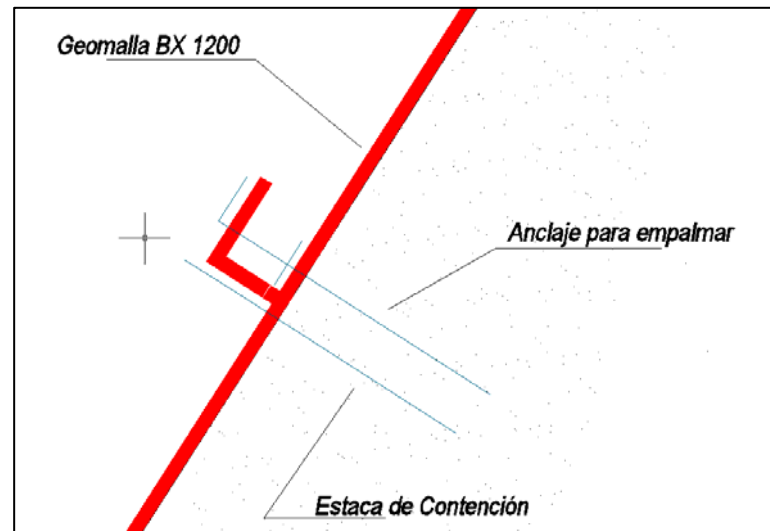


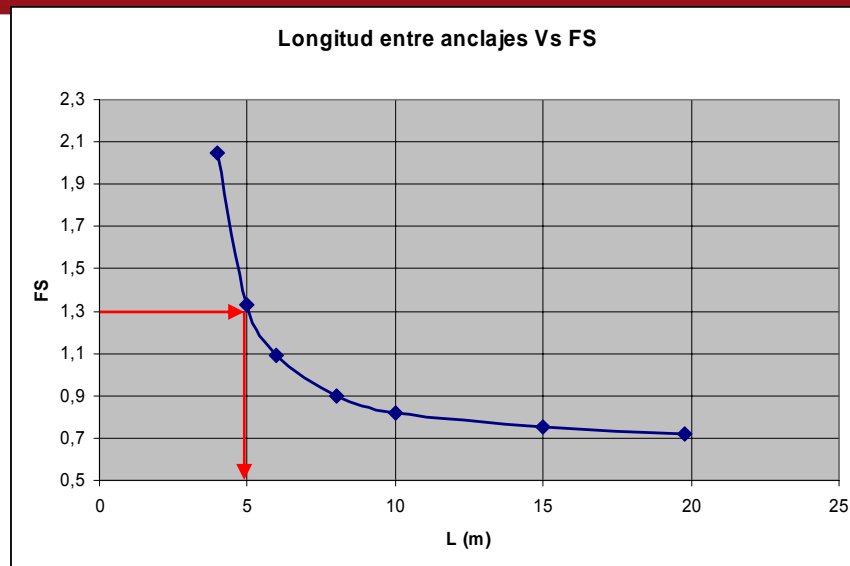
Figura N° 12

Gracias a este detalle y la propiedad de trabazón de la geomalla se podrá contener el deslizamiento del suelo vegetal superficial. En cuanto al análisis numérico, la longitud del talud sería ahora la longitud entre las estacas de contención. Además se incluyó un nuevo Factor de Reducción:

- FR_{trans} = Factor de Reducción por transferencia: basado en que la geomalla no transferirá al 100% su carga de tensión al anclaje. Se estimó este valor en un 75% ($FR=1.33=1/0.75$) según recomendación de especialistas.

Se diseñará el espaciamiento entre anclajes para una geomalla TENSAR BX 1200 ($T_{ult} = 28.8 \text{ kN/m}$) que es la recomendada por especialistas para este tipo de casos debido a que una geomalla de menor T_{ult} daría una densidad de anclajes poco manejable constructivamente y las siguientes geomallas de la serie BX presentan sólo un aumento del 10% en la T_{ult} pero un aumento significativo en precio por presentar otras propiedades relativas a la durabilidad; sin embargo, para este caso específico sólo buscamos una mayor Tensión Última.

El siguiente gráfico muestra la variación de la 'Longitud entre estacas de contención Versus el FS':

**Gráfico N° 3**

Por lo tanto se deberá tener una longitud mínima entre estacas de contención de **5m** para estar dentro del FS al deslizamiento de la capa de suelo orgánico igual a 1.3.

Según recomendaciones de especialistas en diseño con geosintéticos, que han realizado proyectos similares al del talud de la Costa Verde en Colombia (ver el panel fotográfico de los anexos), la separación estándar de los anclajes en la dirección transversal de la sección es de **1m** y la profundidad de anclaje será de **0.5m**, estos valores servirán para diseñar el diámetro de la estaca de acero y verificar las dimensiones de la trinchera de anclaje superior. Estos cálculos se realizarán más adelante para todas las secciones en análisis.

En el anclaje de empalme deberá adaptarse una plancha de acero que favorecerá la transferencia de la tensión de la geomalla a la grava, a pesar de haber considerado un factor de reducción por transferencia. Todo el detalle del anclaje está especificado en los planos respectivos. Cabe señalar que no se utilizó la resistencia que aportarán las raíces del césped una vez que este se desarrolle debido a que no hay una medida exacta de este aporte además que por razones de ausencia de mantenimiento este podría secarse y desaparecer eventualmente.

Para el diseño de las geomallas no se tomó en cuenta la napa freática debido a que no hay evidencia de la presencia de agua en todo el talud. Durante el eventual riego del césped, la infiltración del agua será mínima; sin embargo, para evitar una posible falla se decidió sobreestimar el peso unitario de la tierra vegetal en 1.8 ton/m³ (el valor de referencia en libros es de 1.3 ton/m³); valor mayor al del suelo vegetal saturado.

3.1.3 Diseño de Geomantos

Una vez que sea colocada la capa de suelo vegetal será necesaria la utilización de un método que prevenga la erosión mediata de éste por acción del viento proveniente de la costa. Este fenómeno provocaría el arrastre gradual de los finos de suelo y sobre todo de las semillas de césped que se sembrarán. Un producto típico para solucionar estos problemas es el geomanto, cuya descripción es:

Geomanto: material degradable que controla la erosión del suelo y evita que la semilla sea arrastrada.

Estos se conforman a la superficie del suelo y tienen una alta capacidad para absorber y retener agua lo que aumenta el control de erosión, la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas.

Estos productos se diseñan básicamente para soportar el flujo máximo de agua (expresado en metros por segundo), el cual se desarrolla durante lluvias intensas. En el caso del talud de la Costa Verde la pauta de diseño fue la erosión eólica y no la erosión por flujo de agua debido a la ausencia de lluvias en la costa de Lima; por lo tanto, según recomendaciones de NAGREEM (empresa proveedora de este tipo de productos), se escogió la geomanta únicamente de acuerdo a la pendiente del talud debido a que la acción eólica será menor a la hidráulica. Siguiendo esta recomendación se decidió utilizar la geomanta SC150 la cual está diseñada para pendientes de alrededor de 1:1. Sus características son las siguientes:

La manta SC150 está construida con una capa 70% de paja y 30% de fibra de coco cosida con hilo degradable entre una capa superior de polipropileno estabilizado contra la luz UV, pesada y una red de inferior de polipropileno, liviana, fotodegradable. La adición de fibra de coco y de una red por encima estabilizada contra la luz UV, diseñada para soportar los rayos ultravioleta del sol y degradarse más lentamente, aumenta la durabilidad de la manta SC150, su capacidad de controlar la erosión y su longevidad para usarse en taludes empinados, canales de flujo medio y en aplicaciones donde la vegetación va a tomar hasta 24 meses para crecer. El uso de este geomanto, en combinación con la geomalla biaxial será suficiente para prevenir el desprendimiento eventual de partículas de grava que pongan en peligro a las personas y autos que circulan por la autopista costanera.

El detalle geométrico y ubicación de los anclajes (estacas y grapas de 4" y 6" respectivamente) necesarios para sujetar la geomanta al suelo vegetal es estándar para taludes de 1:1 según la empresa fabricante de este producto, estos son definidos en los planos respectivos de geosintéticos.

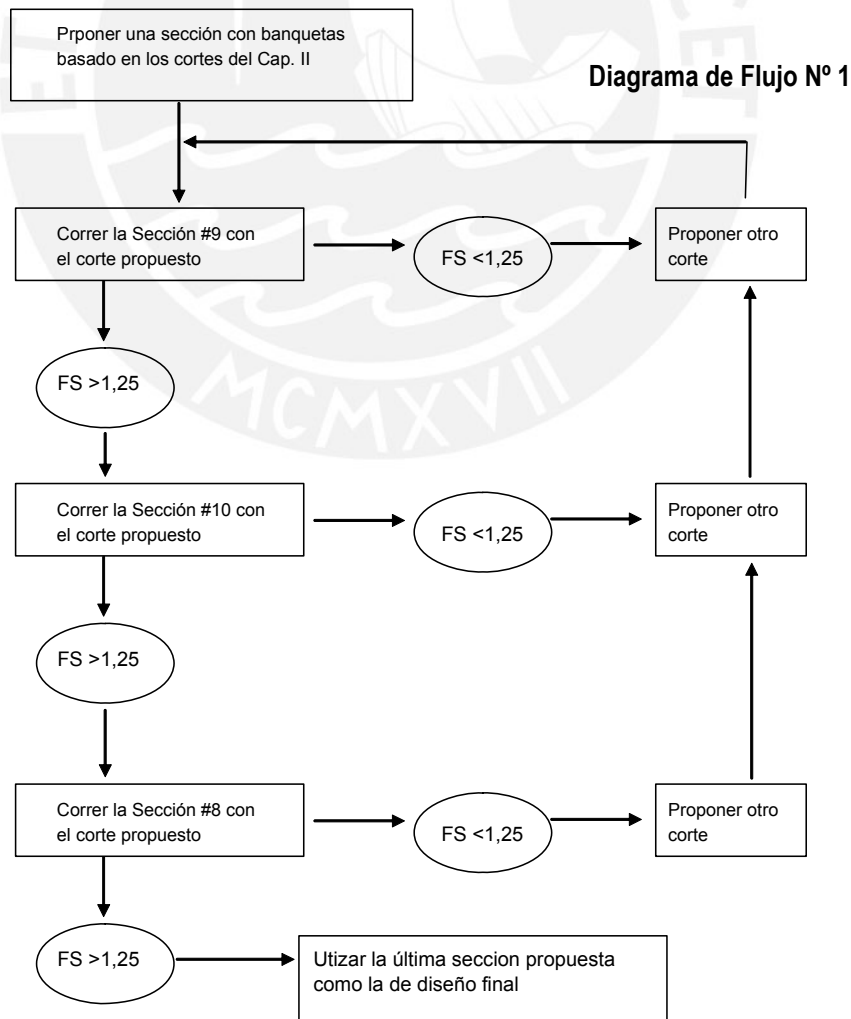
3.2 SECCIONES CON EDIFICIOS ENCIMA (N°8 @ N°12)

3.2.1 Diseño de la Sección

En este Tipo de secciones se diferencian dos bloques, el primero ubicado aproximadamente entre las progresivas 0+160 y 0+260 (secciones #8, #9 y #10) del *plano P-1*, en los cuales habría más distancia para desarrollar un corte y el bloque ubicado entre las progresivas 0+000 y 0+100 (secciones #11 y 12#), en las que el corte tendrá menos espacio para desarrollarse debido a la presencia de estructuras. Por encontrarse esta marcada diferencia se decidió diseñar una sección para cada bloque, además de representar esta una solución paisajísticamente correcta debido a que no habrá cambios de secciones cada 10 o 20m.

SECCIONES #8, #9 y #10

Debido a que el corte del capítulo anterior es diferente para las tres secciones, no se podrá utilizar una sección de control porque esto no aseguraría la estabilidad del tramo. Se utilizó el siguiente diagrama de flujo para hallar una sección de corte igual para este tramo:



Se decidió comenzar el diseño con la sección #9 por haber tenido el menor FS en la etapa de análisis, para tal efecto se propuso una sección teniendo en cuenta un ángulo de corte de 45° y al igual que el otro tipo de secciones la necesidad de incluir banquetas por las razones antes señaladas. Se planteó la siguiente sección:

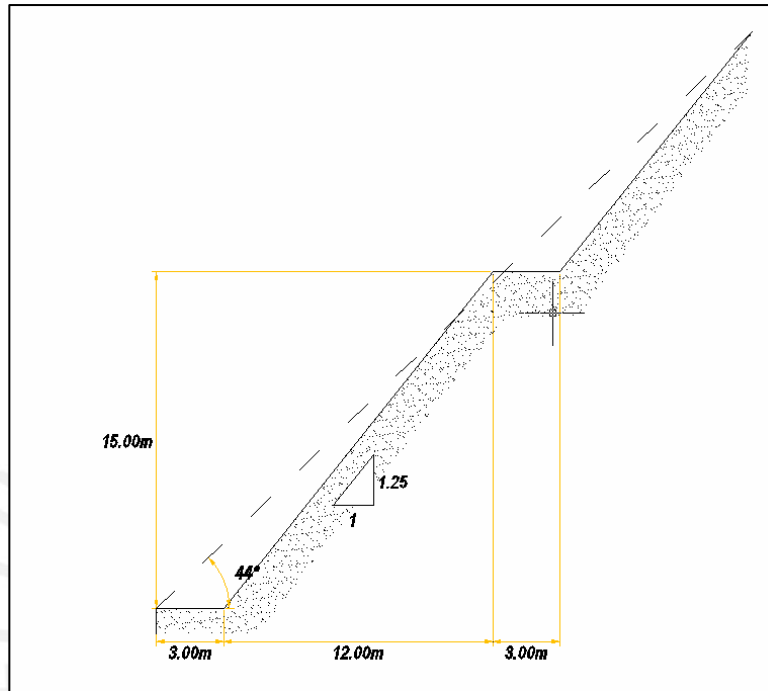


Figura N° 13

Se corrió el modelo con el corte planteado. El resultado fue el siguiente:

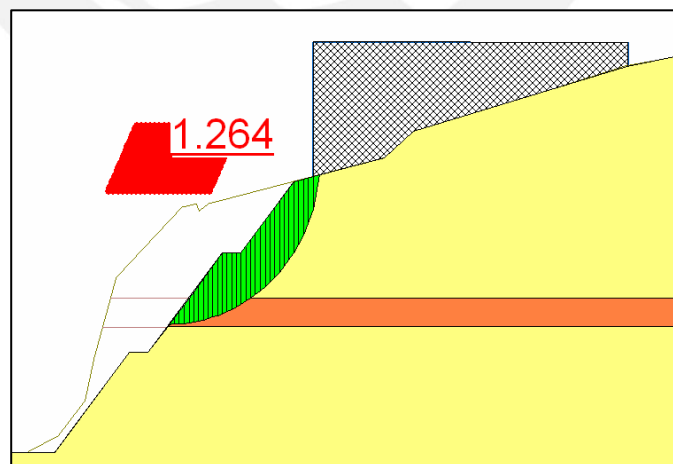


Figura N° 14

El FS aumenta ligeramente a 1.264 (el anterior fue de 1.255) debido al efecto positivo de las banquetas cuyas dimensiones, a diferencia de las secciones del tipo anterior, no resultan despreciables en relación al grueso del corte. Posteriormente se corrió la sección #10 con las mismas dimensiones de banqueta planteada, el resultado fue el siguiente:

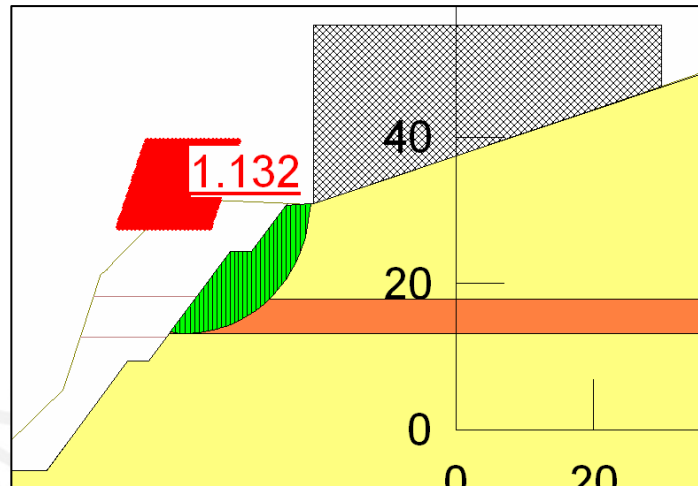


Figura N° 15

Por lo tanto esta sección propuesta no sería apropiada para la #10 ($FS=1.132 < 1.25$) por lo que se propuso una nueva. Analizando los círculos de falla se puede prever que la falla aparecería desde el lente de limo, por esta razón se decidió proponer esta vez una sección cuyas banquetas se adapten mejor a la forma en que se formaría el círculo de falla, para ello se redujo únicamente la pendiente de la segunda banqueta. Le sección propuesta fue la siguiente:

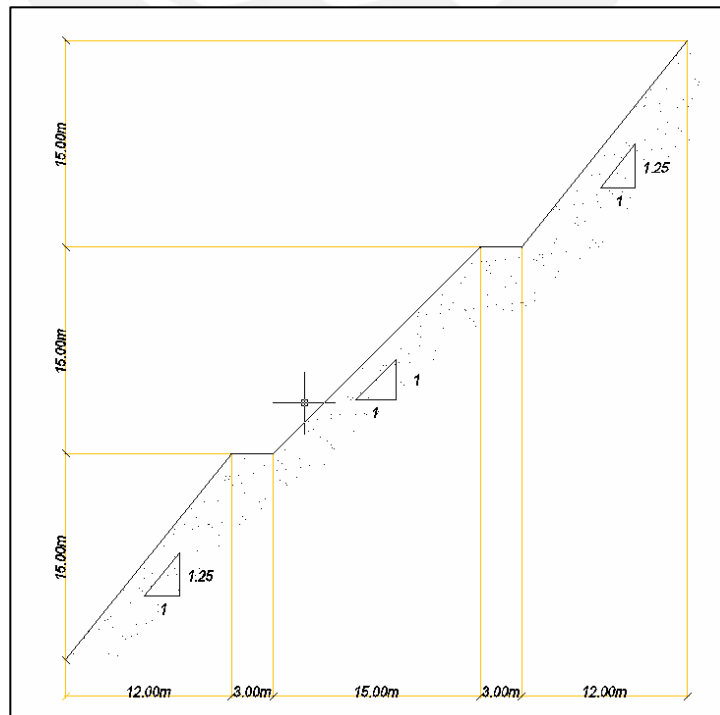


Figura N° 16

El resultado del modelo fue el siguiente:

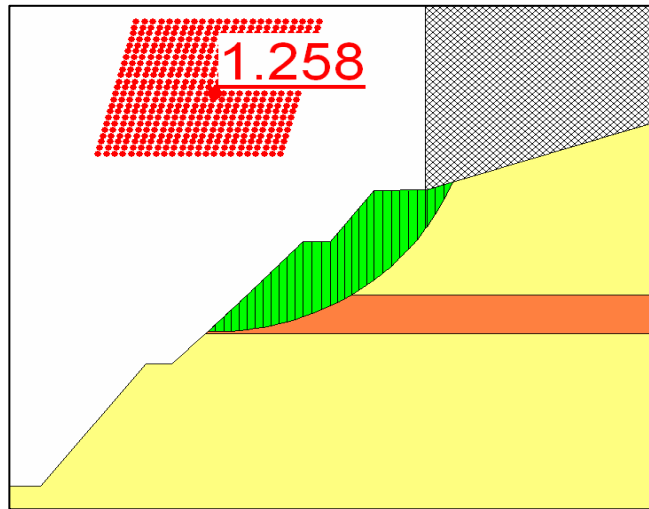


Figura N° 17

Por lo tanto se logra, para la última sección propuesta, un $FS=1.258 > 1.25$ que es satisfactorio. Siguiendo el diagrama de flujo se corrió nuevamente la sección #9 con la nueva propuesta, luego se hizo lo propio con la #8. Los resultados fueron los siguientes:

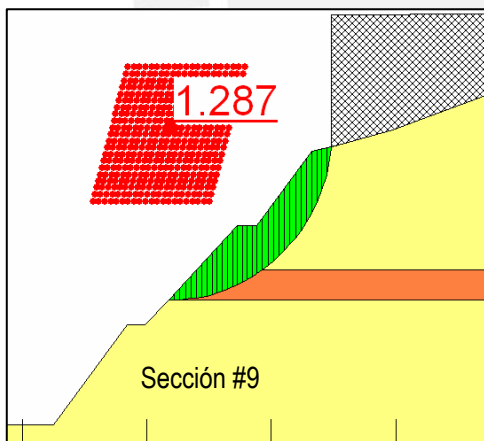


Figura N° 18

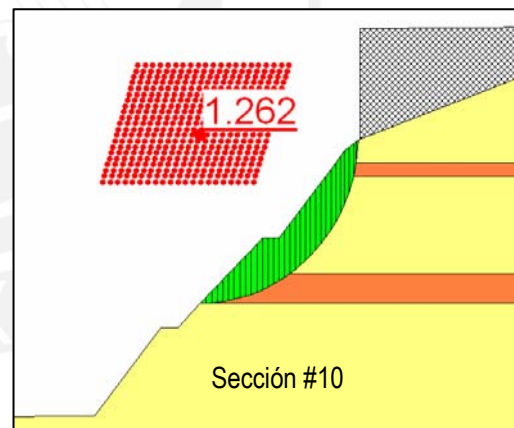


Figura N° 19

Según estos resultados, todas las secciones tiene un $FS > 1.25$, habríamos encontrado entonces la sección final de diseño, la cual está formada por tres banquetas con las dimensiones que se especificarán en planos.

SECCIONES #11 y #12

Debido a que el ángulo de corte del capitulo anterior es diferente para las dos secciones (47° y 44° respectivamente), no se podrá utilizar una sección de control porque esto no aseguraría la estabilidad del tramo. Se utilizó el siguiente diagrama de flujo para hallar una sección de corte igual para este tramo.

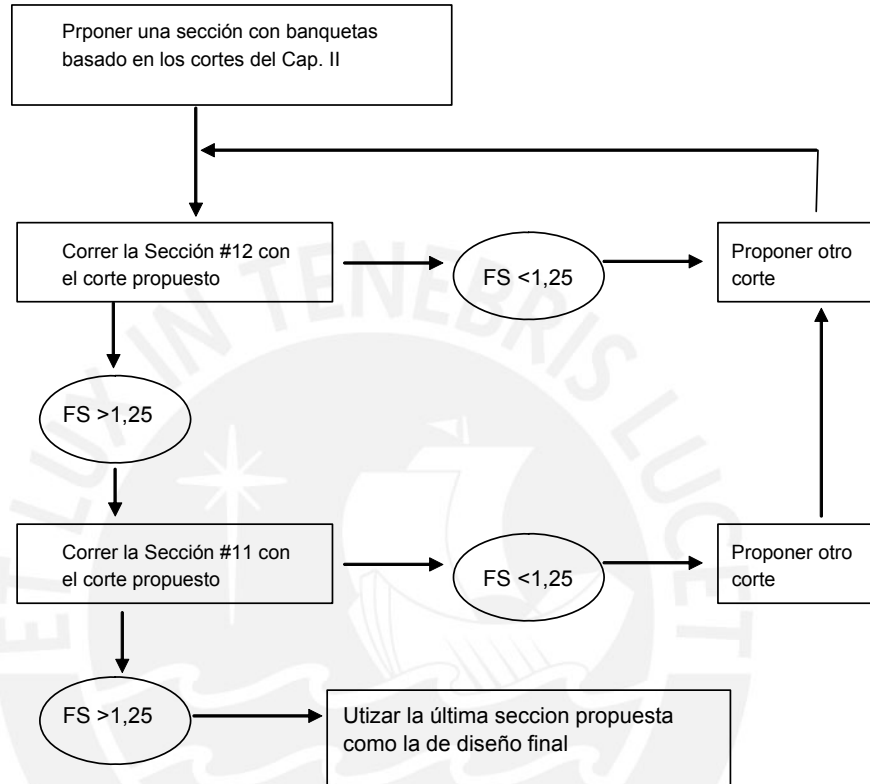


Diagrama de Flujo N° 2

Se decidió comenzar con la sección #12 por haber tenido el menor FS en la etapa de análisis, para tal efecto se propuso una sección teniendo en cuenta un ángulo de corte de 44° y al igual que el otro tipo de secciones la necesidad de incluir banquetas. Al igual que para la sección final anterior la segunda banqueta tiene una menor pendiente para poder adaptarse mejor al círculo de falla. Se planteó la sección:

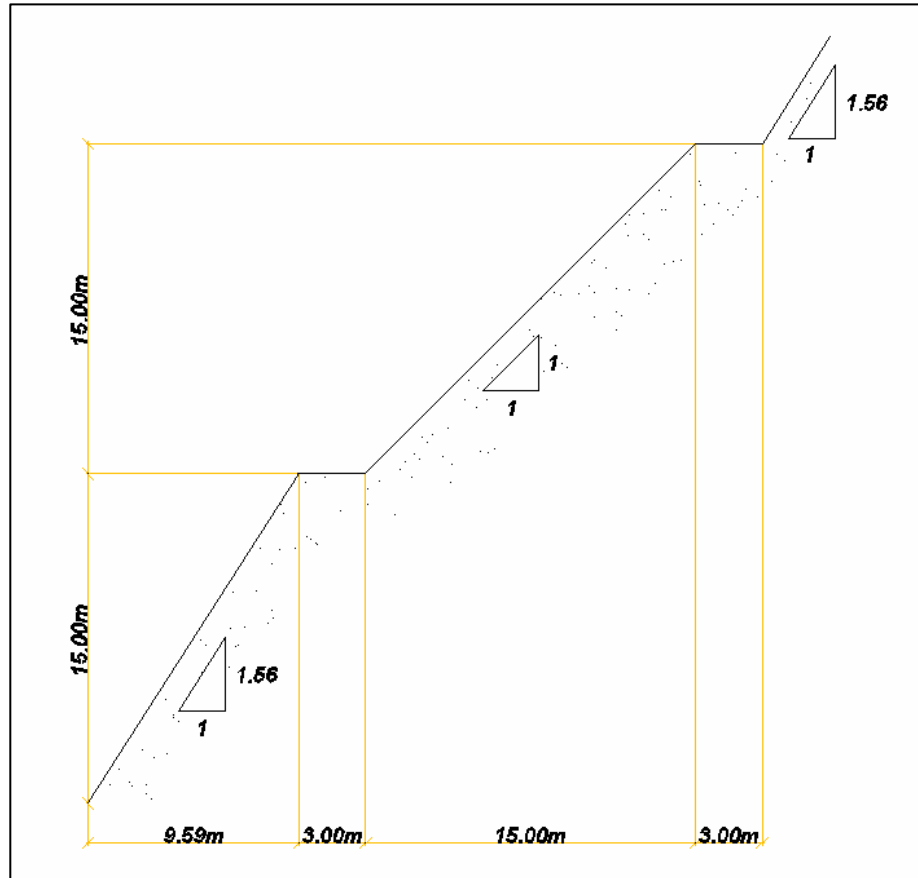


Figura N° 20

El resultado fue el siguiente:

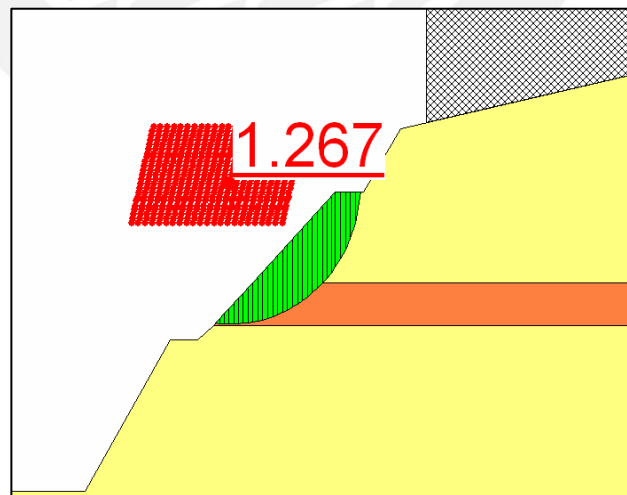


Figura N° 21

Siguiendo el diagrama de flujo, corrimos la sección #11 con el mismo corte propuesto para ver si satisface el FS mínimo recomendado:

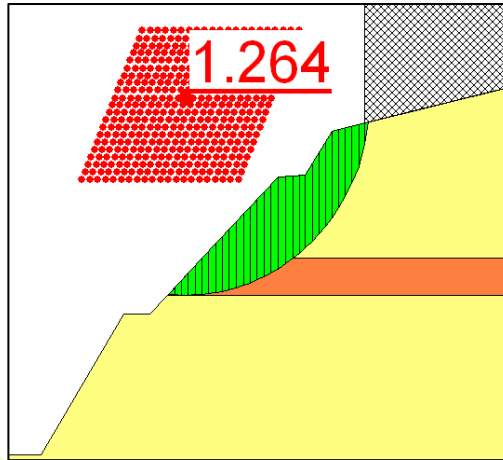
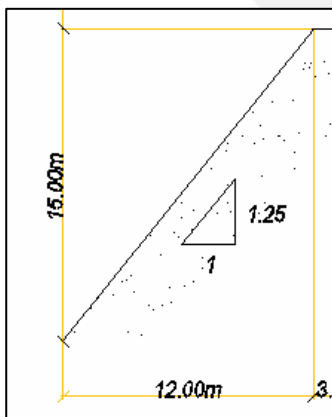


Figura N° 22

Por lo tanto el corte propuesto satisfizo el $FS > 1.25$ para ambas secciones representativas. Esta sección fue el que se especificó en los planos finales.

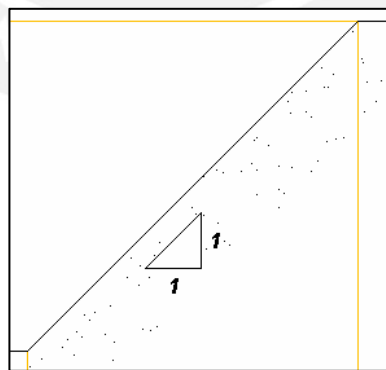
3.2.2 Diseño de Geomallas

Se utilizó la teoría y hojas de cálculo desarrolladas en el diseño de geomallas anterior. Únicamente variaron las dimensiones de las banquetas diseñadas líneas arriba. Estas banquetas finales de diseño son:



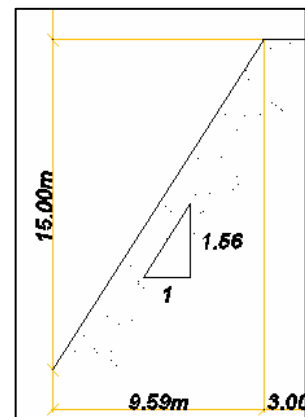
A

Figura N° 23



B

Figura N° 24



C

Figura N° 25

A.

Factor de Seguridad al deslizamiento:

SIN GEOMALLA

CARACTERÍSTICA

$\gamma =$	18,0 kN/m ³
$h =$,15 m
$L =$	19,20 m
$\beta =$	51,3 °
$\emptyset =$	30,0 °
$\delta =$	30,0 °
$ca =$	0
$c =$	0

CÁLCULOS

$WA =$	51,1 kN/m
$WP =$,415 kN/m
$NA =$	31,9 kN/m
$Ca =$	0
$C =$	0

EQ. CUADRÁTICA

$a =$	19,4
$b =$	-23,2
$c =$	6,5

FS =	0,75
-------------	-------------

CON GEOMALLA

$T_{ult} =$	28,8 kN/m
$FR_{ins} =$	1,09
$FR_{creep} =$	3,63
$FR_{deg} =$	1,00
$Fr_{trans} =$	1,33

FR	5,26
------	------

T =	5,5 kN/m
------------	-----------------

$a =$	16,8
$b =$	-21,3

FS =	0,76
-------------	-------------

Hola de Cálculo N° 3

Gráfico para determinar la distancia entre anclajes de la geomalla biaxial TENSAR BX 1200

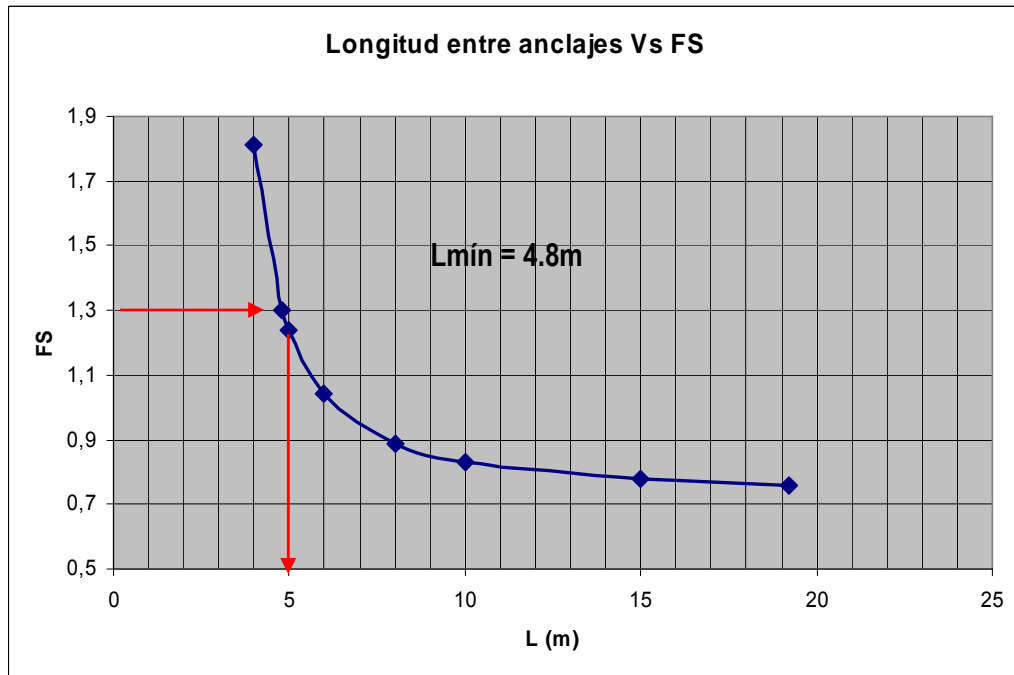


Gráfico N° 4

B.

Factor de Seguridad al deslizamiento:

SIN GEOMALLA

CARACTERÍSTICA

$\gamma =$	18,0 kN/m ³
$h =$,15 m
$L =$	21,21 m
$\beta =$	45,0 °
$\emptyset =$	30,0 °
$\delta =$	30,0 °
$ca =$	0
$c =$	0

CÁLCULOS

$WA =$	56,5 kN/m
$WP =$,405 kN/m
$NA =$	39,9 kN/m
$Ca =$	0
$C =$	0

EQ. CUADRÁTICA

$a =$	20,0
$b =$	-23,2
$c =$	6,7

FS =	0,65
-------------	-------------

CON GEOMALLA

$T_{ult} =$	28,8 kN/m
$FR_{ins} =$	1,09
$FR_{creep} =$	3,63
$FR_{deg} =$	1,00
$FR_{trans} =$	1,33

FR	5,26
------	------

T =	5,5 kN/m
------------	-----------------

$a =$	17,2
$b =$	-21,6

FS =	0,72
-------------	-------------

Hola de Cálculo N° 4

Gráfico para determinar la distancia entre anclajes de la geomalla biaxial TENSAR BX 1200

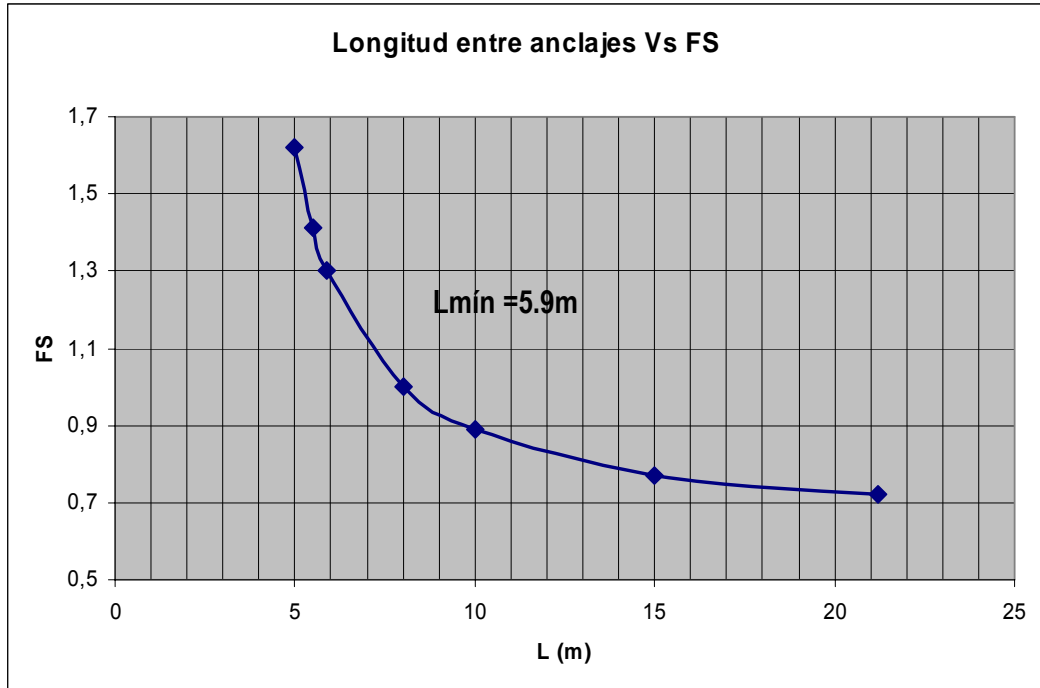


Gráfico N° 5

C.

Factor de Seguridad al deslizamiento

SIN GEOMALLA

CARACTERÍSTICA

$\gamma =$	18,0 kN/m ³
$h =$,15 m
$L =$	17,80 m
$\beta =$	57,3 °
$\emptyset =$	30,0 °
$\delta =$	30,0 °
$c_a =$	0
$c =$	0

CÁLCULOS

$W_A =$	47,3 kN/m
$W_P =$,445 kN/m
$N_A =$	25,5 kN/m
$C_a =$	0
$C =$	0

EQ. CUADRÁTICA

$a =$	18,1
$b =$	-23,2
$c =$	6,0

FS =	0,92
-------------	-------------

CON GEOMALLA

$T_{ult} =$	28,8 kN/m
$FR_{ins} =$	1,09
$FR_{creep} =$	3,63
$FR_{deg} =$	1,00
$F_{rtrans} =$	1,33

FR	5,26
------	------

T =	5,5 kN/m
------------	-----------------

$a =$	15,6
$b =$	-20,9

FS =	0,93
-------------	-------------

Hola de Cálculo Nº 6

Gráfico para determinar la distancia entre anclajes de la geomalla biaxial TENSAR BX 1200

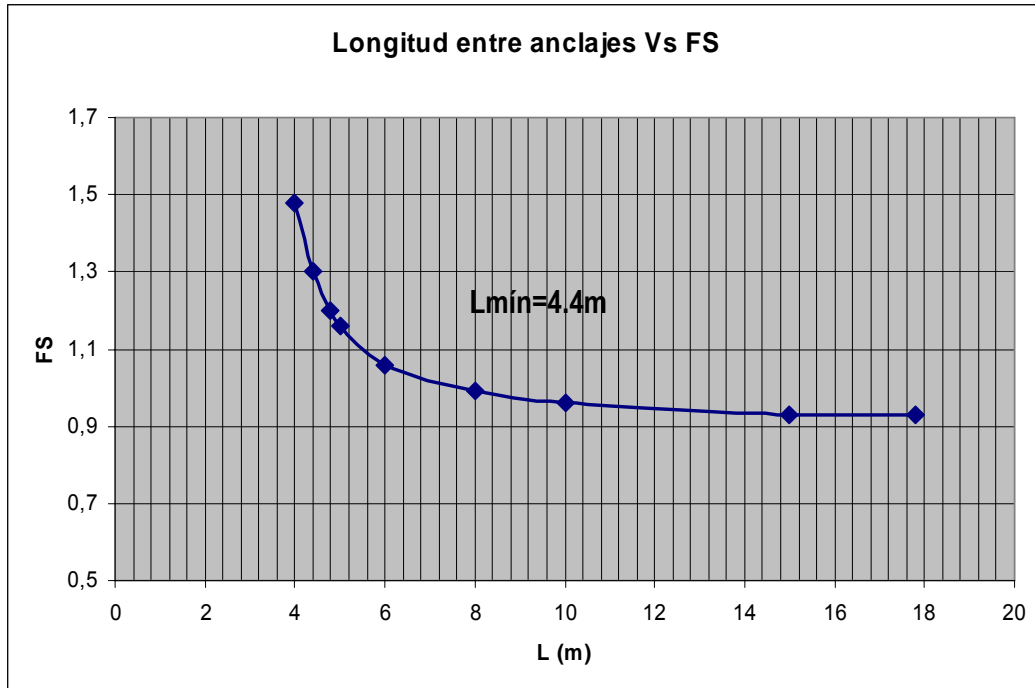


Gráfico N° 6

3.2.3 Diseño de Geomantos

Se escogió el mismo geomanto que el caso anterior, es decir, el geomanto **SC150** por las razones de diseño para erosión eólica explicado en el anterior diseño de geomantos. El detalle de instalación será explicado en la Especificaciones Técnicas y en los planos respectivos.

3.3 DISEÑO DE ESTACAS DE CONTENCIÓN

Estos elementos de acero liso fueron diseñados teniendo en consideración que soportarán el peso proveniente de suelo vegetal que esté por encima de ellos y por debajo de la estaca de contención inmediatamente anterior. Según el esquema:

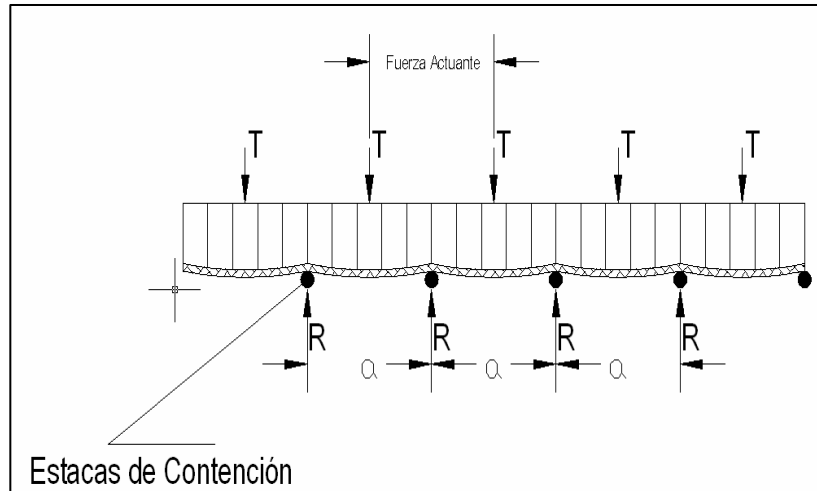


Figura N° 26

Para simplificar los cálculos se asumió que; únicamente para realizar este cálculo, no hay fricción ni cohesión entre el suelo vegetal y la grava, por lo tanto la masa de suelo tiende a deslizarse como si estuviese sobre una superficie lisa, transmitiendo su peso hacia el doblez de de la geomalla y este a su vez hacia las estacas de contención. Dicha simplificación pone los cálculos del lado de la seguridad. Se deben cumplir las siguientes relaciones de la teoría de estática y resistencia de materiales:

$$T = \text{sen}(\beta) \times (\gamma_{\text{suelo}} \times e \times a \times L)$$

$$R = T$$

$$M_{\text{actuante}} = R \times \frac{e}{2}$$

$$M_n = A_s \times f_y \times \frac{\phi}{2}$$

$$FS = \frac{M_n}{M_{\text{actuante}}}$$

Donde:

T : componente del peso del suelo soportada por las estacas en la dirección del talud

R : Reacción de la estaca de contención

β : Ángulo de inclinación del talud

Mn : Momento de tensión admisible

As : Área trasversal de la estaca de acero (2.9 cm²)

Fs : Esfuerzo de fluencia del acero (4200 kg/cm²)

\varnothing : Diámetro de la varilla de acero (3/4" = 1.92cm)

γ : Densidad del suelo (1.8 ton/m³)

e : Espesor de la capa de suelo vegetal (0.15 m)

a : Separación transversal entre estacas (1m)

L : Longitud entre estacas

FS : Factor de Seguridad (>1.4)

Con estas relaciones matemáticas se preparó una hoja de cálculo para calcular el FS de la estaca de contención y compararlo con el recomendado de 1.4 para cada una de los cuatro tipos de banquetas que tendrá el proyecto:

pendiente	β	L(m)	T(ton)	Mact (tonxm)	Mn (tonxm)	FS	obs
1:1,56	57,3	4,4	1,00	0,075	0,12	1,60	bien
1:1	45	5,9	1,13	0,084	0,12	1,42	bien
1:1,25	51,3	4,8	1,01	0,076	0,12	1,58	bien
1:1,16	49,2	5	1,02	0,077	0,12	1,57	bien

Tabla N° 7

Por lo tanto queda demostrado que varillas $\varnothing = \frac{3}{4}$ " espaciadas horizontalmente 1m serán suficiente para soportar la componente del peso del suelo en la dirección de la banqueta. El Manual de Diseño Teórico de los productos MACCAFERRI recomienda usar una longitud de anclaje de 0.5m. El detalle de este diseño esta presentado en los planos respectivos.

3.4 DISEÑO DE TRINCHERAS DE ANCLAJE

Se verificó que la trinchera superior propuesta sea capaz de resistir la tensión de la geomalla superior de cada banqueta. La trinchera propuesta fue:

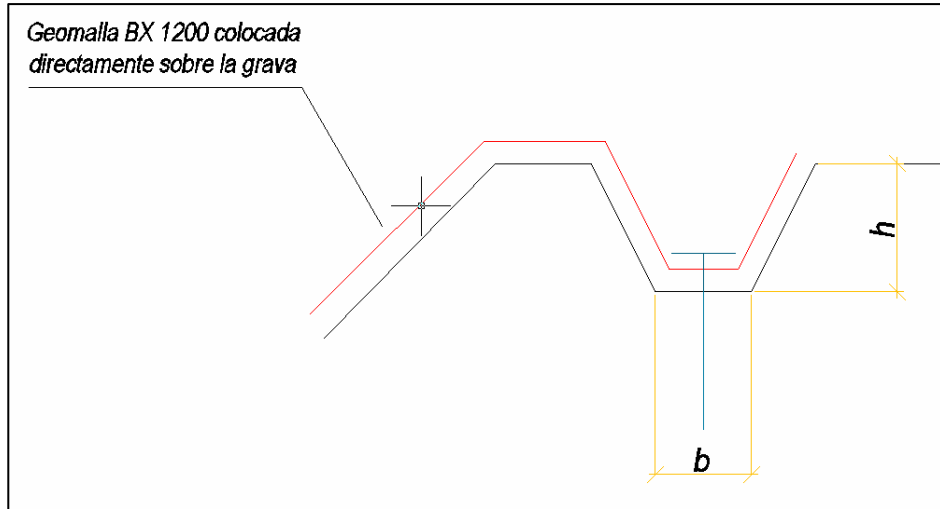


Figura N° 27

Se deberá cumplir la siguiente relación:

$$T < (\gamma_{suelo} \times h \times \tan(\phi)) \times b + c \times (b + 2h)$$

T : Tensión permisible de la geomalla (5.5 kN/m = 0.56 ton/m)

h : Profundidad de la trinchera (se tomó el valor estándar de 0.4m)

b : Base de la trinchera (se tomó el valor estándar de 0.3m)

Ø : Ángulo de fricción del suelo (estimado en 30°)

c : Cohesión del suelo (en este caso si tomaremos en cuenta el valor de la cohesión del suelo, de lo contrario la trinchera sería sobredimensionada debido a que este cálculo no toma en cuenta el aporte del anclaje. Se estima un valor de cohesión de 0.1 kg/cm²).

Reemplazando los valores:

$$(\gamma_{suelo} \times h \times \tan(\phi)) \times b + c \times (b + 2h) = 1.8 \times 0.4 \times \tan 30^\circ \times 0.3 + 1 \times (0.3 + 2 \times 0.4) = 1.22 > 0.56 \text{ ton/m}$$

Por lo tanto se verifica la relación. Es decir, la trinchera de anclaje superior será capaz de soportar la Tensión Permisible de la geomalla.

3.5 CONCLUSIONES

- El tramo de acantilado en estudio no es estable en la actualidad para condiciones dinámicas, por lo que luego de realizar el análisis de estabilidad de taludes se diseñaron 3 tipos de secciones típicas de corte, las que serán necesarias para estar dentro de los Factores de Seguridad recomendados para situaciones sísmicas.
- Luego de ejecutar el movimiento de tierras será necesario la colocación de tierra vegetal para favorecer el crecimiento de césped que controle la estabilidad local (caída eventual de piedras) y represente una solución paisajísticamente atractiva. Según el análisis realizado, una solución para estabilizar la capa de 0.15m de terreno vegetal será la aplicación de geomallas y geomantas para la mejor adaptación del césped.
- La solución adoptada en este proyecto propone una solución integral al problema de estabilidad global y vegetalización de la Costa Verde; sin embargo, soluciones de este tipo representan montos elevados, por lo que se estimó necesario realizar el presupuesto del proyecto para poder tener un orden de magnitud del costo en caso se realicen obras de este tipo. En el siguiente capítulo se calcula el presupuesto.
- Una vez realizado el corte y colocados los geosintéticos así como las semillas, el terreno estará listo para que crezca el césped. La maqueta virtual en 3D del proyecto, visto en dos posiciones es la siguiente:

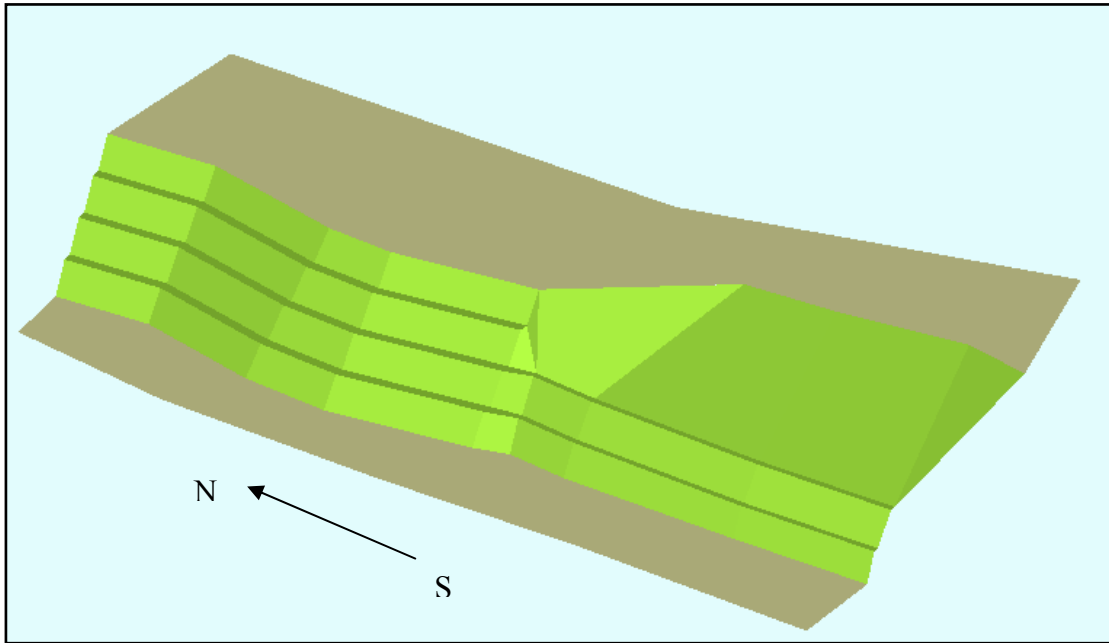


Figura N° 28

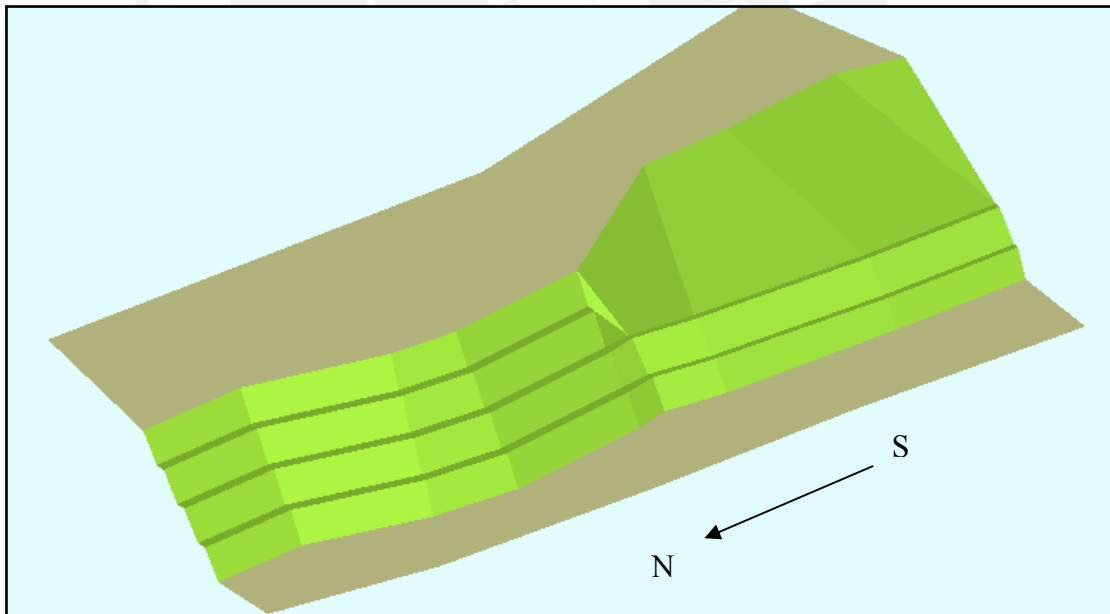


Figura N° 29

CAPÍTULO IV

PRESUPUESTO

En este capítulo se realizó el presupuesto total, el cual incluye el metrado y análisis de precios unitarios de la obra según el diseño realizado en la parte anterior. Se decidió desarrollar la parte económica del proyecto debido a que la solución adoptada para estabilizar y vegetalizar el tramo en estudio es una más de varias posibilidades que podrían presentarse en caso se decida realizar trabajos integrales en la Costa Verde, por lo que será de gran utilidad; para tomar una decisión, ratios de valores económicos que aprueben o descarten esta solución en un análisis costo – beneficio.

Los precios de los insumos se obtuvieron de cotizaciones realizadas en Lima a Diciembre del año 2005. Los rendimientos que permitieron realizar el análisis de precios unitarios fueron obtenidos de referencias de trabajos anteriores y en el caso de la maquinaria de los manuales respectivos. Cabe señalar que en el caso de los geosintéticos, estos no tendrán que ser necesariamente de las marcas señaladas anteriormente (TENSAR Y NAGREEN) sino de productos que tengan las características asumidas en la etapa de diseño.

El presupuesto incluye: metrados, análisis de precios unitarios, análisis de rendimiento de maquinaria e insumos requeridos.

4.1 PRESUPUESTO TOTAL

	PARTIDAS	Unidad	PU (S/.)	Metrado	Parcial (S/.)	Total (S/.)
1	PRELIMINARES					33.013,45
1,1	Topografía	m2	0,68	48.841,95	33.013,45	
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					6.008.812,43
2,1	Excavación en Material Común (GP)	m3	15,04	202.662,88	3.048.290,45	
2,2	Transporte de Material Granular (d=5km)	m3	12,38	239.142,20	2.960.521,98	
3	PROTECCIÓN AMBIENTAL					438.404,08
3,1	Cubierta de Suelo Vegetal (e=0,15m)	m3	51,39	7.004,45	359.981,72	
3,2	Césped (semillas)	m2	1,75	44.902,07	78.422,36	
4	GEOSINTÉTICOS					1.315.515,96
4,1	Geomalla Biaxial Tensar BX 1200	m2	12,36	47.663,09	589.321,68	
4,2	Estacas de Contención	und	18,49	5.267	97.386,06	
4,2	Anclajes	und	23,49	9.230	216.792,23	
4,2	Geomanto Nagreen SC 150	m2	8,91	46.219,57	412.015,99	

COSTO DIRECTO	7.795.745,92
GASTOS GENERALES (10%)	779.574,59
IGV (19%)	1.481.191,72

TOTAL	10.056.512,23
--------------	----------------------

4.2 METRADOS

METRADO DE TOPOGRAFIA

Progresiva	Longitud (m)	Distancia (m)	Área (m2)	Acumulado (m2)
0+ 000	70,40			
0+ 020	69,92	19,50	1.368,12	1.368,12
0+ 040	65,00	20,00	1.349,20	2.717,32
0+ 060	59,60	19,50	1.214,85	3.932,17
0+ 080	61,73	21,60	1.310,36	5.242,53
0+ 100	49,13	20,70	1.147,40	6.389,94
0+ 120	64,96	19,40	1.106,67	7.496,61
0+ 140	66,30	20,10	1.319,16	8.815,77
0+ 160	72,86	20,10	1.398,56	10.214,33
0+ 180	67,67	20,00	1.405,30	11.619,63
0+ 200	79,03	20,40	1.496,34	13.115,97
0+ 220	64,89	21,70	1.561,53	14.677,50
0+ 240	80,82	20,70	1.508,10	16.185,60
0+ 260	83,31	14,40	1.181,74	17.367,34
0+ 280	94,32	20,60	1.829,59	19.196,92
0+ 300	91,47	20,60	1.913,64	21.110,56
0+ 320	110,22	15,70	1.583,27	22.693,83
0+ 340	107,21	16,20	1.761,18	24.455,01
0+ 360	94,98	25,40	2.567,81	27.022,82
0+ 380	101,99	20,40	2.009,09	29.031,92
0+ 400	99,00	23,60	2.371,68	31.403,60
0+ 420	100,95	20,00	1.999,50	33.403,10
0+ 440	104,61	24,70	2.538,67	35.941,77
0+ 460	104,96	21,90	2.294,79	38.236,56
0+ 480	105,30	19,80	2.081,57	40.318,13
0+ 500	106,47	26,50	2.805,95	43.124,08
0+ 520	100,67	17,10	1.771,05	44.895,13
0+ 540	105,54	13,00	1.340,37	46.235,50
0+ 560	113,49	23,80	2.606,46	48.841,95
			TOTAL:	48.842,0

- 1 La longitud se refiere al perfil del terreno actual
- 2 El área es calculada con el promedio de longitudes consecutivas:

$$A_{i+1} = \frac{L_i + L_{i+1}}{2} \times d$$

- 3 La distancia entre secciones no es la misma que entre progresivas debido a que el eje en este caso no es el punto medio de la sección. La distancia es la longitud entre los puntos medios de dos secciones consecutivas

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Progresiva	Área de corte (m2)	Distancia (m)	Volumen (m3)	Volumen acum. (m3)
0+ 000	119,9			
0+ 020	181,13	19,5	2.935,0	2.935,0
0+ 040	74,5	20	2.556,3	5.491,3
0+ 060	96,8	19,5	1.670,2	7.161,5
0+ 080	57,2	21,6	1.663,2	8.824,7
0+ 100	61,7	20,7	1.230,6	10.055,3
0+ 120	190,6	19,4	2.447,3	12.502,6
0+ 140	229,9	20,1	4.226,0	16.728,7
0+ 160	241,7	20,1	4.739,6	21.468,2
0+ 180	245,4	20	4.871,0	26.339,2
0+ 200	210,3	20,4	4.648,1	30.987,4
0+ 220	212	21,7	4.582,0	35.569,3
0+ 240	271,2	20,7	5.001,1	40.570,5
0+ 260	395,3	14,4	4.798,8	45.369,3
0+ 280	340,2	20,6	7.575,7	52.944,9
0+ 300	426,9	20,6	7.901,1	60.846,0
0+ 320	744	15,7	9.191,6	70.037,6
0+ 340	985,5	16,2	14.009,0	84.046,6
0+ 360	501,4	25,4	18.883,6	102.930,2
0+ 380	776,4	20,4	13.033,6	115.963,7
0+ 400	357	23,6	13.374,1	129.337,9
0+ 420	450,4	20	8.074,0	137.411,9
0+ 440	588	24,7	12.824,2	150.236,1
0+ 460	558	21,9	12.548,7	162.784,8
0+ 480	402,7	19,8	9.510,9	172.295,7
0+ 500	382,2	26,5	10.399,9	182.695,7
0+ 520	254	17,1	5.439,5	188.135,2
0+ 540	333,12	13	3.816,3	191.951,5
0+ 560	567	23,8	10.711,4	202.662,9
			TOTAL:	202.662,9

1, La distancia entre secciones no es la misma que entre progresivas debido a que el eje en este caso no es el punto medio de la sección. La distancia es la longitud entre los puntos medios de dos secciones consecutivas

2, El volumen es calculado mediante el método del área promedio

$$V_{i+1} = \frac{A_i + A_{i+1}}{2} \times d$$

2, El volumen total calculado se refiere al volumen en banco. Para calcular el volumen a transportarse se utilizó el coeficiente esponjamiento de 1.18

METRADO DE RELLENO DE SUELO VEGETAL

Progresiva	Longitud (m)	Espesor (m)	Distancia (m)	Vol Cubierta (m3)	Nº Trincheras	Vol Trinchera (m3)	Vol Total (m3)	Vol acum.
0+ 000	62,55	0,15			6,00			
0+ 020	61,41	0,15	19,50	181,29	6,00	23,40	204,69	204,69
0+ 040	59,32	0,15	20,00	181,10	6,00	24,00	205,10	409,79
0+ 060	57,21	0,15	19,50	170,43	6,00	23,40	193,83	603,61
0+ 080	54,62	0,15	21,60	181,16	6,00	25,92	207,08	810,70
0+ 100	53,31	0,15	20,70	167,56	6,00	24,84	192,40	1.003,10
0+ 120	53,55	0,15	19,40	155,48	6,00	23,28	178,76	1.181,86
0+ 140	57,18	0,15	20,10	166,93	6,00	24,12	191,05	1.372,90
0+ 160	64,80	0,15	20,10	183,88	6,00	24,12	208,00	1.580,91
0+ 180	61,53	0,15	20,00	189,50	6,00	24,00	213,50	1.794,40
0+ 200	68,35	0,15	20,40	198,72	6,00	24,48	223,20	2.017,60
0+ 220	61,30	0,15	21,70	211,01	6,00	26,04	237,05	2.254,65
0+ 240	73,78	0,15	20,70	209,71	6,00	24,84	234,55	2.489,20
0+ 260	72,47	0,15	14,40	157,95	6,00	17,28	175,23	2.664,43
0+ 280	88,82	0,15	20,60	249,19	6,00	24,72	273,91	2.938,34
0+ 300	85,15	0,15	20,60	268,78	8,00	32,96	301,74	3.240,08
0+ 320	93,19	0,15	15,70	210,00	8,00	25,12	235,12	3.475,20
0+ 340	96,63	0,15	16,20	230,63	8,00	25,92	256,55	3.731,75
0+ 360	95,31	0,15	25,40	365,65	8,00	40,64	406,29	4.138,04
0+ 380	96,86	0,15	20,40	294,02	8,00	32,64	326,66	4.464,70
0+ 400	96,27	0,15	23,60	341,84	8,00	37,76	379,60	4.844,30
0+ 420	98,07	0,15	20,00	291,51	8,00	32,00	323,51	5.167,81
0+ 440	97,98	0,15	24,70	363,18	8,00	39,52	402,70	5.570,51
0+ 460	95,99	0,15	21,90	318,60	8,00	35,04	353,64	5.924,15
0+ 480	97,25	0,15	19,80	286,96	8,00	31,68	318,64	6.242,79
0+ 500	94,52	0,15	26,50	381,14	8,00	42,40	423,54	6.666,33
0+ 520	96,62	0,15	17,10	245,14	8,00	27,36	272,50	6.938,83
0+ 540	97,55	0,15	13,00	189,32	8,00	20,80	210,12	7.148,94
0+ 560	95,53	0,15	23,80	344,65	8,00	38,08	382,73	7.531,67

TOTAL (BANCO) : 7.004,45

- 1 La longitud se refiere al perfil del terreno luego de ser cortado
- 2 También se tomó en cuenta el volumen necesario para rellenar las trincheras
- 3 El volumen se calculó con la fórmula:

$$V_{i+1} = \frac{A_i + A_{i+1}}{2} \times d$$

- 4 El volumen calculado se refiere al Volumen compactado, el volumen que deberá explotarse en banco será el calculado afectado por el factor de **0,93**.

METRADO DEL ÁREA DE CESPED (semillas)

Progresiva	Longitud (m)	Distancia (m)	Área (m2)	Área acum. (m2)
0+ 000	62,55			
0+ 020	61,41	19,50	1.208,61	1.208,61
0+ 040	59,32	20,00	1.207,30	2.415,91
0+ 060	57,21	19,50	1.136,17	3.552,08
0+ 080	54,62	21,60	1.207,76	4.759,84
0+ 100	53,31	20,70	1.117,08	5.876,92
0+ 120	53,55	19,40	1.036,54	6.913,46
0+ 140	57,18	20,10	1.112,84	8.026,30
0+ 160	64,80	20,10	1.225,90	9.252,19
0+ 180	61,53	20,00	1.263,30	10.515,49
0+ 200	68,35	20,40	1.324,78	11.840,27
0+ 220	61,30	21,70	1.406,70	13.246,97
0+ 240	73,78	20,70	1.398,08	14.645,05
0+ 260	72,47	14,40	1.053,00	15.698,05
0+ 280	88,82	20,60	1.661,29	17.359,34
0+ 300	85,15	20,60	1.791,89	19.151,23
0+ 320	93,19	15,70	1.399,97	20.551,20
0+ 340	96,63	16,20	1.537,54	22.088,74
0+ 360	95,31	25,40	2.437,64	24.526,38
0+ 380	96,86	20,40	1.960,13	26.486,51
0+ 400	96,27	23,60	2.278,93	28.765,45
0+ 420	98,07	20,00	1.943,40	30.708,85
0+ 440	97,98	24,70	2.421,22	33.130,06
0+ 460	95,99	21,90	2.123,97	35.254,04
0+ 480	97,25	19,80	1.913,08	37.167,11
0+ 500	94,52	26,50	2.540,95	39.708,06
0+ 520	96,62	17,10	1.634,25	41.342,31
0+ 540	97,55	13,00	1.262,11	42.604,42
0+ 560	95,53	23,80	2.297,65	44.902,07

TOTAL :	44.902,07
----------------	------------------

- 1 La longitud se refiere al perfil del terreno luego de ser cortado
- 2 El área fue calculada con la relación:

$$A_{i+1} = \frac{L_i + L_{i+1}}{2} \times d$$

METRADO DE GEOMALLA BX 1200

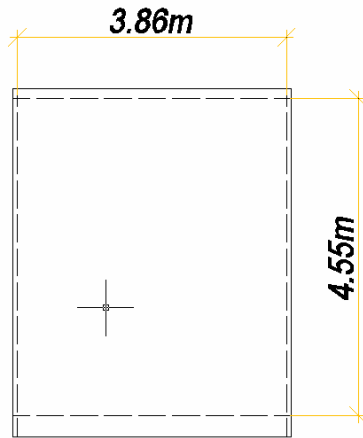
Progresiva	Longitud (m)	Distancia (m)	Área (m2)	Acumulado (m2)
0+ 000	55,75			
0+ 020	54,61	19,50	1.076,01	1.076,01
0+ 040	52,52	20,00	1.071,30	2.147,31
0+ 060	50,41	19,50	1.003,57	3.150,88
0+ 080	47,82	21,60	1.060,88	4.211,76
0+ 100	46,51	20,70	976,32	5.188,08
0+ 120	46,75	19,40	904,62	6.092,70
0+ 140	50,38	20,10	976,16	7.068,86
0+ 160	58,00	20,10	1.089,22	8.158,07
0+ 180	54,73	20,00	1.127,30	9.285,37
0+ 200	61,55	20,40	1.186,06	10.471,43
0+ 220	54,50	21,70	1.259,14	11.730,57
0+ 240	66,98	20,70	1.257,32	12.987,89
0+ 260	65,67	14,40	955,08	13.942,97
0+ 280	82,02	20,60	1.521,21	15.464,18
0+ 300	73,95	20,60	1.606,49	17.070,67
0+ 320	81,99	15,70	1.224,13	18.294,80
0+ 340	85,43	16,20	1.356,10	19.650,90
0+ 360	84,11	25,40	2.153,16	21.804,06
0+ 380	85,66	20,40	1.731,65	23.535,71
0+ 400	85,07	23,60	2.014,61	25.550,33
0+ 420	86,87	20,00	1.719,40	27.269,73
0+ 440	86,78	24,70	2.144,58	29.414,30
0+ 460	84,79	21,90	1.878,69	31.293,00
0+ 480	86,05	19,80	1.691,32	32.984,31
0+ 500	83,32	26,50	2.244,15	35.228,46
0+ 520	85,42	17,10	1.442,73	36.671,19
0+ 540	86,35	13,00	1.116,51	37.787,70
0+ 560	84,33	23,80	2.031,09	39.818,79

inc. % Aef (114%) 45.393,42
inc % Desperdicio (5%) 47.663,09

TOTAL :	47.663,09
----------------	------------------

1 La longitud se refiere al perfil del terreno luego de ser cortado menos los espacios que no tendrán geomallas

- 2 El área es calculada con el promedio de longitudes consecutivas:
- 3 Se estimó una longitud promedio de paño de 5m. A partir de este elemento se calcula el porcentaje de área efectiva área efectiva:



$$\% A_{ef} = \frac{4 \times 5}{3.86 \times 4.55} = 114\%$$



METRADO DE ESTACAS DE CONTENCIÓN Y ANCLAJES

Progresiva	Estacas de Cont (und.)	Anclajes (und.)	Promedio Est.	Promedio Anc.	Distancia (m)	Nº Est	Nº Anc
0+ 000	8	14					
0+ 020	8	14	8	14	19,50	156	273
0+ 040	8	14	8	14	20,00	160	280
0+ 060	7	13	7,5	13,5	19,50	146	263
0+ 080	7	13	7	13	21,60	151	281
0+ 100	7	11	7	12	20,70	145	248
0+ 120	7	13	7	12	19,40	136	233
0+ 140	6	12	6,5	12,5	20,10	131	251
0+ 160	7	13	6,5	12,5	20,10	131	251
0+ 180	7	13	7	13	20,00	140	260
0+ 200	7	13	7	13	20,40	143	265
0+ 220	7	13	7	13	21,70	152	282
0+ 240	7	13	7	13	20,70	145	269
0+ 260	7	13	7	13	14,40	101	187
0+ 280	11	19	9	16	20,60	185	330
0+ 300	10	18	10,5	18,5	20,60	216	381
0+ 320	11	19	10,5	18,5	15,70	165	290
0+ 340	11	19	11	19	16,20	178	308
0+ 360	11	19	11	19	25,40	279	483
0+ 380	12	20	11,5	19,5	20,40	235	398
0+ 400	11	19	11,5	19,5	23,60	271	460
0+ 420	12	20	11,5	19,5	20,00	230	390
0+ 440	12	20	12	20	24,70	296	494
0+ 460	12	20	12	20	21,90	263	438
0+ 480	11	19	11,5	19,5	19,80	228	386
0+ 500	11	19	11	19	26,50	292	504
0+ 520	11	19	11	19	17,10	188	325
0+ 540	11	19	11	19	13,00	143	247
0+ 560	11	19	11	19	23,80	262	452

TOTAL :	5267	9230
----------------	-------------	-------------

1 Para calcular la cantidad de estos elementos se contó el número de ellos por sección (cada 20m). Luego se promedió el número entre secciones consecutivas y se multiplicó por la distancia entre secciones debido a que las estacas y anclajes estarán cada metro según cálculos.

METRADO DE GEOMANTO SC 150

Progresiva	Longitud (m)	Distancia (m)	Área (m2)	Acumulado (m2)
0+ 000	56,55			
0+ 020	55,41	19,50	1.091,61	1.091,61
0+ 040	53,32	20,00	1.087,30	2.178,91
0+ 060	51,21	19,50	1.019,17	3.198,08
0+ 080	48,62	21,60	1.078,16	4.276,24
0+ 100	47,31	20,70	992,88	5.269,12
0+ 120	47,55	19,40	920,14	6.189,26
0+ 140	51,18	20,10	992,24	7.181,50
0+ 160	58,80	20,10	1.105,30	8.286,79
0+ 180	55,53	20,00	1.143,30	9.430,09
0+ 200	62,35	20,40	1.202,38	10.632,47
0+ 220	55,30	21,70	1.276,50	11.908,97
0+ 240	67,78	20,70	1.273,88	13.182,85
0+ 260	66,47	14,40	966,60	14.149,45
0+ 280	82,82	20,60	1.537,69	15.687,14
0+ 300	75,15	20,60	1.627,09	17.314,23
0+ 320	83,19	15,70	1.242,97	18.557,20
0+ 340	86,63	16,20	1.375,54	19.932,74
0+ 360	85,31	25,40	2.183,64	22.116,38
0+ 380	86,86	20,40	1.756,13	23.872,51
0+ 400	86,27	23,60	2.042,93	25.915,45
0+ 420	88,07	20,00	1.743,40	27.658,85
0+ 440	87,98	24,70	2.174,22	29.833,06
0+ 460	85,99	21,90	1.904,97	31.738,04
0+ 480	87,25	19,80	1.715,08	33.453,11
0+ 500	84,52	26,50	2.275,95	35.729,06
0+ 520	86,62	17,10	1.463,25	37.192,31
0+ 540	87,55	13,00	1.132,11	38.324,42
0+ 560	85,53	23,80	2.059,65	40.384,07

inc. % Aef (109%) 44.018,63

inc % Desperdicio (5%) 46.219,57

TOTAL : 46.219,57

- 1 La longitud se refiere al perfil del terreno luego de ser cortado menos los espacios que no tendrán geomallas
- 2 El área es calculada con el promedio de longitudes consecutivas:
- 3 Por la longitud promedio de paño de 20m y el largo de rollo de 32,95m, se necesitará al menos un empalme horizontal por paño.

$$\%A_{ef} = \frac{2.03 \times 10}{1.88 \times 9.85} = 109\%$$

4.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

TOPOGRAFIA

COSTO UNITARIO : 0,68 S/m²

RENDIMIENTO: 1000 m²/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
TOPOGRAFO	HH	1	0,00800	13,5	0,108
PEÓN	HH	4	0,03200	9,15	0,293
					0,401
MATERIALES					
CAL HIDRATADA (BOL 30KG)	BOL		0,005	20	0,1000
MADERA TORNILLO	P2		0,015	2,5	0,0375
					0,138
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	0,401	0,012
TEODOLITO	HM	1	0,00800	8,8	0,070
NIVEL	HM	1	0,00800	6,9	0,055
					0,138

EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN (GP)

COSTO UNITARIO : 15,04 S/m³

RENDIMIENTO: 335,4 m³/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	1	0,02385	13,5	0,322
OFICIAL	HH	2	0,04770	10,13	0,483
PEÓN	HH	42	1,00179	9,15	9,166
					9,972
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	9,972	0,299
RETROEXCAVADORA CAT 307C	HM	1	0,02385	200	4,770
					5,070

TRASPORTE DE MATERIAL (GP)

COSTO UNITARIO : 12,38 S/m3

RENDIMIENTO: 153,2 m3/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	0,25	0,01306	13,5	0,176
OFICIAL	HH	1	0,05222	10,13	0,529
PEÓN	HH	2	0,10444	9,15	0,956
					1,661
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	1,661	0,050
VOLQUETE 10m3	HM	1	0,05222	146,8	7,666
MINICARGADRO CAT 216	HM	0,5	0,02611	115	3,003
					10,719

CUBIERTA DE SUELO VEGETAL

COSTO UNITARIO : 51,39 S/m3

RENDIMIENTO: 50,0 m3/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	0,25	0,04000	13,5	0,540
OFICIAL	HH	1	0,16000	10,13	1,621
PEÓN	HH	10	1,60000	9,15	14,640
					16,801
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	16,801	0,504
EQUIPO DE SEGURIDAD	%MO		5	16,801	0,840
					1,344
SUBPARTIDA					
TRASPORTE DE SUELO VEGETAL (d=25km)	m3		1,000	33,248	33,248

CESPED (SEMILLAS)

COSTO UNITARIO : 1,75 S/m2

RENDIMIENTO: **400,0** m2/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	0,2	0,00400	13,5	0,054
PEÓN	HH	5	0,10000	9,15	0,915
					0,969
MATERIALES					
SEMILLA DE CESPED	KG		0,03500	20	0,700
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	0,969	0,029
EQUIPO DE SEGURIDAD	%MO		5	0,969	0,048
					0,078

GEOMALLA BX 1200

COSTO UNITARIO : 12,36 S/m2

RENDIMIENTO: **200,0** m2/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	1	0,04	13,5	0,540
PEÓN	HH	4	0,16	9,15	1,464
					2,004
MATERIALES					
GEOMALLA BX 1200	M2		1,00	10,2	10,200
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	2,004	0,060
EQUIPO DE SEGURIDAD	%MO		5	2,004	0,100
					0,160

ESTACAS DE CONTENCIÓN

COSTO UNITARIO : 18,49 S/und

RENDIMIENTO: **20,0** und/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	0,1	0,04	13,5	0,540
PEÓN	HH	2	0,80	9,15	7,320
					7,860
MATERIALES					
ESTACA DE CONTENCIÓN	UND		1,00	10	10,000
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	7,860	0,236
EQUIPO DE SEGURIDAD	%MO		5	7,860	0,393
					0,629

ANCLAJES

COSTO UNITARIO : 23,49 S/und

RENDIMIENTO: **20,0** und/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	0,1	0,04000	13,5	0,540
PEÓN	HH	2	0,80000	9,15	7,320
					7,860
MATERIALES					
ANCLAJES	UND		1,00000	15	15,000
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	7,860	0,236
EQUIPO DE SEGURIDAD	%MO		5	7,860	0,393
					0,629

- Según la zona y la capacidad de ser penetrado el conglomerado, se recomienda analizar en obra la posibilidad de utilizar taladros manuales de un diámetro menor al de los elementos de acero liso para de esta manera facilitar la penetración de estos.

GEOMANTO SC150

COSTO UNITARIO : 8,91 S/m2 RENDIMIENTO: 200,0 m2/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
CAPATAZ	HH	1	0,04000	13,5	0,540
PEÓN	HH	4	0,16000	9,15	1,464
					2,004
MATERIALES					
GEOMANTA SC150	M2		1,00000	4,45	4,450
BIOESTACAS 4"	UND		4,10000	0,5	2,050
GRAPAS 6"	UND		0,50000	0,5	0,250
					6,750
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	2,004	0,060
EQUIPO DE SEGURIDAD	%MO		5	2,004	0,100
					0,160

SUBPARTIDAS

TRANSPORTE DE SUELO VEGETAL (D=25 Km)

COSTO UNITARIO : 33,25 S/m3 RENDIMIENTO: 46,8 m3/día

DESCRIPCIÓN DE INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
PERSONAL					
PEÓN	HH	2	0,34206	9,15	3,130
					3,130
EQUIPO					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3	3,130	0,094
MINICARGADRO CAT 216	HM	0,25	0,04276	115	4,917
VOLQUETE 10m3	HM	1	0,17103	146,8	25,107
					30,119

4.4 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 307C

Capacidad Útil de Cuchara	0,28 m3
---------------------------	---------

Carguío de cuchara	0,08 min.
Movimiento de la carga	0,05 min.
Descarga	0,03 min.
Movimiento sin carga	0,06 min.
TOTAL :	0,22 min.

Rendimiento Teórico Diario (8 horas):

$$R_{teórico} = \frac{60 \times 8}{0.22} \times 0.28 = 610,9 \text{ m}^3/\text{día}$$

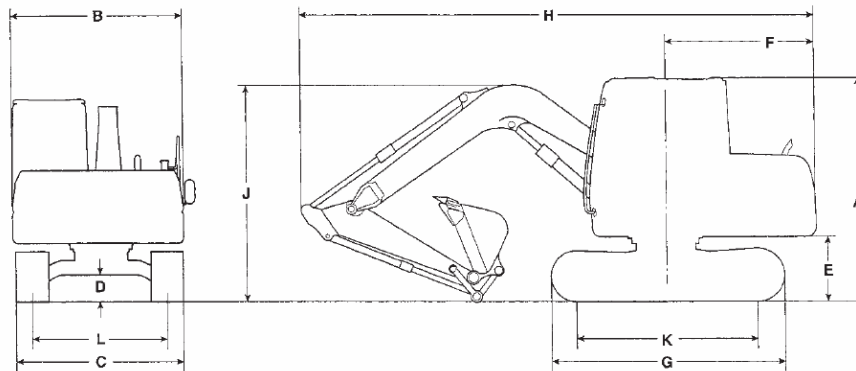
Factores de ajuste:

- 1 Factor de agarre (grava): 0,9
- 2 Eficiencia en el trabajo:
para condiciones de operación
regulares y un mantenimiento de
equipo bueno 0,6

Rendimiento Real Estimado Diario (8 horas):

$$R_{estimado} = R_{teórico} \times 0.9 \times 0.6 = 335,4 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Se decidió proponer la retroexcavadora CATERPILLAR 307 por sus reducidas dimensiones y peso (7ton):



A= 2,63	B= 2,23
C= 2,2	D= 0,38
E= 0,78	F= 1,75
G= 2,76	H= 6,07
J= 2,63	K= 2,12
L= 1,75	

dimensiones en metros

- Este análisis será asignado a la partida de EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN la cual también incluirá personal obrero para el movimiento del material que deje suelto y apilado la excavadora 307C

Rendimiento diario de acarreo de materiales (hasta 30m) = 8m³

$$N_{obreros} = \frac{R_{estimado}}{R_{acarreo}} = \frac{335.4}{8} = 42 obreros$$

- El personal obrero se encargará de mover mediante carretillas el material hacia botaderos especialmente acondicionados para movilizar el material hacia el nivel de la autopista costanera, lugar en el que la carga será cargada a volquetes de 10m³. Este último paso es materia de otra partida

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO PARA EL TRASPORTE DE MATERIAL (GRAVA)

Datos Generales

Velocidad Cargado	40 km/h
Velocidad Descargado	50 km/h
Distancia de Transporte	6,00 km
Tiempo de Viaje Cargado	9,0 min.
Tiempo de Viaje Descargado	7,2 min.
Volumen de Tolva del Volquete	10 m ³

Cálculo de Rendimiento

Tiempo de Carga al Volquete	10,0 min.
Tiempo de Descarga del Volquete	2 min.
Tiempo Útil (8hx90%)	432 min.
Tiempo del Ciclo del Volquete	28,2 min.
Volumen transportado por el Volquete	153,2 m³/día

- La distancia de trasporte es hasta el botadero municipal del distrito de Magdalena en Marbella. Se asume que el volquete iría por la autopista costanera

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO PARA EL TRASPORTE DE MATERIAL (SUELO VEGETAL)

Datos Generales

Velocidad Cargado	35 km/h
Velocidad Descargado	40 km/h
Distancia de transporte	25,00 km
Tiempo de Viaje Cargado	42,9 min.
Tiempo de Viaje Descargado	37,5 min.
Volumen de tolva del Volquete	10 m ³

Cálculo de Rendimiento

Tiempo de Carguio al Volquete	10,0 min.
Tiempo de Descarga del Volquete	2 min.
Tiempo Útil (8hx90%)	432 min.
Tiempo del Ciclo del Volquete	92,4 min.
Volumen transportado por el Volquete	46,8 m³/día

- La distancia de trasporte es desde algún sitio en el que se encuentre tierra vegetal Podría ser los alrededores de un río (cieneguilla, Villa, etc.). Se asume un a distancia de 25km.

4.5 INSUMOS REQUERIDOS

INSUMO	UNIDAD	PU (S/.)	CANTIDAD	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
PERSONAL					2.922.850,29
Topógrafo	hh	13,5	390,74	5.274,93	
Capataz	hh	13,5	12.751,04	172.139,06	
Oficial	hh	10,13	23.277,13	235.797,30	
Peón	hh	9,15	274.277,49	2.509.639,00	
MATERIALES					1.035.267,65
Madera Tornillo	p2	2,5	732,63	1.831,57	
Cal Hidratada	bolsa	20	244,21	4.884,20	
Semilla de Césped	kg	25	1.571,57	39.289,31	
Geomalla BX 1200	m2	10,2	47.663,09	486.163,50	
Estacas de Contención	und	10	5.267	52.673,00	
Anclajes	und	15	9.230	138.444,00	
Geomanto sc 150	m2	4,45	46.219,57	205.677,07	
Bioestacas 4"	und	0,5	189.500	94.750,11	
Grapas 6"	und	0,5	23.110	11.554,89	
EQUIPO					3.734.636,48
Teodolito	hm	8,8	390,74	3.438,47	
Nivel	hm	6,9	390,74	2.696,08	
Excavadora CAT 307C	hm	200	4.833,94	966.787,74	
Volquete 10m3	hm	146,8	13.686,52	2.009.181,27	
Minicargador CAT 216	hm	115	6.543,76	752.532,92	
HERRAMIENTAS MANUALES					87.685,51
EQUIPO DE SEGURIDAD					23.163,85

TOTAL :	7.803.603,78
----------------	---------------------

4.6 RATIOS DERIVADOS DEL ANÁLISI ECONÓMICO

1		Porcentaje respecto del Presupuesto Total
1	PRELIMINARES	0,32%
1,1	Topografía	0,32%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	58,88%
2,1	Excavación en Material Común (GP)	29,87%
2,2	Transporte de Material Granular (d=5km)	29,01%
3	PROTECCIÓN AMBIENTAL	4,30%
3,1	Cubierta de Suelo Vegetal (e=0,15m)	3,53%
3,2	Césped (semillas)	0,77%
4	GEOSINTÉTICOS	12,89%
4,1	Geomalla Biaxial Tensar BX 1200	5,78%
4,2	Estacas de Contención	0,95%
4,2	Anclajes	2,12%
4,2	Geomanto Nagreen SC 150	4,04%
	COSTO DIRECTO	76,39%
	GASTOS GENERALES (10%)	7,64%
	IGV (19%)	15,97%

2	Costo por metro lineal de acantilado	17.594 Soles/m
----------	---	-----------------------

3	Costo por metro cuadrado de acantilado	209 Soles/m²
----------	---	--------------------------------

4.7 CONCLUSIONES

- Un proyecto de este tipo representaría una obra de envergadura debido a que costaría alrededor de 10 millones de Soles, sin embargo, para el desarrollo de esta tesis se hicieron presunciones que de variar, podrían redundar en un abaratamiento de los costos. La presunción más importante fue estimar que el lente de limo es de espesor constante a lo largo de la proyección de planos horizontales, durante la etapa de análisis se demostró que la disminución de este espesor sería proporcional a la disminución del movimiento de tierras por lo que de tomar la decisión de realizar un proyecto de este tipo sería ampliamente justificable la realización de ensayos que revelen el espesor real del lente material fino.
- Este presupuesto demuestra que la partida de mayor incidencia en proyectos de este tipo es la de Movimiento de Tierras, sobre todo en zonas urbanas como Lima debido a que no se puede simplemente cortar y rellenar el material a una distancia corta sino que es necesario mover el material hasta botaderos especiales por lo que de tomar la decisión de realizar un proyecto de este tipo sería justificable la realización de un estudio para la implementación de botaderos más cercanos a la obra, pudiendo analizar la posibilidad de ampliar artificialmente las playas de Barranco y Miraflores con el material de desecho.
- El costo total para alquiler y operación de equipo pesado es de aproximadamente 3.7 millones de soles, por lo que sería necesario analizar la factibilidad de comprar el equipo, según la obra sea ejecutada directamente por el municipio de Barranco o por licitación pública.

CAPÍTULO V

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El presente capítulo desarrolla las Especificaciones Técnicas para los requerimientos de los materiales y procedimientos constructivos referentes a la ejecución del proyecto. Dichas especificaciones deben ser tomadas en cuenta para la etapa de licitación y construcción tanto por el contratista como por el cliente para la supervisión de la obra. Estas especificaciones están referidas a las partidas del presupuesto total del Cap. IV están basadas en los manuales de diseño de los insumos presupuestados (Geosintéticos), así como en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC ya que este manual tiene capítulos referidos a movimientos de suelos en taludes.

5.1 TOPOGRAFÍA

Descripción

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Contratista instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) **Personal:** Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

(b) Equipo: Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

(c) Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

Consideraciones Generales

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geográfico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la siguiente tabla:

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el Supervisor no releva al Contratista de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Requerimiento de los Trabajos

a) Georeferenciación:

La georeferenciación se hará estableciendo puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM con una equidistancia aproximada de 10 Km. ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico

vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas.

Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.

(b) Puntos de Control:

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas. Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean disturbados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geográfico contiguos, ubicados a no más de 10 km.

(c) Sección Transversal

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. en tramos en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre o por lo menos cada 5 m.

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc. que por estar cercanas al trazo de la vida podrían ser afectadas por las obras de carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte desde el eje de la vía.

(d) Estacas de Talud y Referencias

Se deberán establecer estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera con la traza del terreno natural. Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición.

(e) Límites de Limpieza y Roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

5.2 EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN (GP)

Descripción

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar y transportar hasta los lugares en los que será lanzado hacia los volquetes según especifique la supervisión, los materiales provenientes de los cortes requeridos para lograr las secciones de diseño, indicadas en los planos del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones del talud.

Materiales

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas. El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Equipo

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos que estén dentro de las características de la *Retroexcavadora Caterpillar 307* (ver análisis de rendimiento del Cap IV.). Además, no deben producir daños innecesarios a construcciones n; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Requerimientos de Construcción

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación del talud se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Supervisor. Toda sobre-excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Supervisor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Supervisor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Contratista será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su costo.

5.3 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR

Descripción

Bajo esta partida se considera el material proveniente del corte del talud que requiere ser transportados desde la zona de trabajo hasta algún botadero ubicado a aproximadamente 6km (distrito de Magdalena) mediante equipo pesado.

Equipo

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del

programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

1. Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental.
2. Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento de Pesos y Dimensión Vehicular para Circulación en la Red Vial Nacional (D.S. 013-98-MTC).
3. Cada vehículo deberá, mediante un letrero visible, indicar su capacidad máxima, la cual no deberá sobrepasarse.
4. Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.
5. Todos los vehículos, necesariamente tendrán que humedecer su carga (sea piedras o tierra, arena, etc.) y además, cubrir la carga transportada para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm. a partir del borde superior del contenedor o tolva.
6. Todos los vehículos deberán tener incorporado a su carrocería, los contenedores o tolvas apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material húmedo durante el transporte. Esta tolva deberá estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios, así también, deben estar en buen estado de mantenimiento.

Requerimientos del Trabajo

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Supervisor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

5.4 CUBIERTA DE SUELO VEGETAL (e=0.15m)

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación de una capa de suelo vegetal de 15cm de espesor directamente sobre el conglomerado, luego de realizar todo el movimiento de tierra especificado en planos.

Materiales

El material utilizado será el 'suelo vegetal', el cual deberá estar compuesto de material inorgánico, como partículas de roca, así como de materia orgánica, como animales y plantas en descomposición. El tipo de suelo vegetal que deberá ser utilizado será el denominado 'tierra negra', el cual deberá tener cantidades proporcionales de limo, arcilla y arena, lo que hará que mantenga su forma cuando se la aplasta ligeramente. Cuando se la aplasta con más fuerza, se deberá desmenuzarse. Las partículas de roca deberán cumplir con la siguiente relación para asegurar la máxima eficiencia entre la geomalla y la cubierta vegetal:

$$d_{50} \leq 7mm$$

Para el crecimiento óptimo de la cubierta de césped, el suelo deberá tener un nivel de pH entre 6.2 y 7.2, es decir, suelo neutro. El supervisor deberá aprobar, mediante ensayos de laboratorio presentados por el contratista, la utilización del suelo vegetal.

Requerimientos del Trabajo

La actividad de la presente especificación comprende: extracción, transporte y colocación del suelo vegetal. Para etapa de extracción se ha previsto la utilización de un minicargador CAT 216 o equivalente, que eleve el material hacia el volquete directamente del depósito de suelo vegetal.

La distancia de transporte de este material está prevista a un máximo de 25km, siendo el contratista el responsable de encontrar y elegir el banco de material, previa autorización del supervisor. El material deberá ser transportado cubierto y húmedo para evitar levantamientos de polvo o pérdidas de suelo.

La colocación del suelo vegetal deberá realizarse vertiendo el material sobre el corte final del talud y con ayuda de los obreros asignados a esta labor (ver análisis de precios unitarios del Cap. V) se deberá

disponer el material y apisonarse mediante equipos manuales en un capa de 13 cm. de espesor, luego de la cual se colocará un geomanto (tiene su propia especificación técnica en 5.9) para luego colocar una pequeña capa de aproximadamente 3cm, incluido el espesor del geomanto. Tener en cuenta que esta partida prevé la utilización de equipos de seguridad por ser trabajos a realizarse en zonas empinadas, siendo una grava falta ineficiente o no utilización de este equipo especial que deberá ser aprobado por el supervisor.

5.5 CESPED (semillas)

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, y colocación de semillas de césped en la capa de suelo vegetal previamente colocada sobre la geomalla.

Materiales

El material utilizado será semillas de césped del tipo '*Cynodon dactylon (Bermuda)*', el cual es una especie muy resistente a la sequía y se adapta a climas áridos además de adaptarse a la salinidad del suelo. La semilla podrá ser adquirida por el contratista a granel o envasado, previa aceptación de la supervisión.

Requerimientos del Trabajo

La actividad de la presente especificación comprende la colocación manual (con ayuda de equipos manuales) de semillas en la capa de suelo vegetal, el peso de semillas por metro cuadrado de suelo será de 35gr. Y deberá ser aplicado de la siguiente manera: 2/3 directamente sobre el geomanto y el restante sobre la cobertura de suelo vegetal de aproximadamente 3cm a la vez que se compacta manualmente el terreno, dejando los otros 12cm de suelo para el desarrollo de las raíces del césped.

El diseño de un sistema de riego escapa a los alcances de esta tesis, por lo que únicamente se propone utilizar la especie recomendada líneas arriba y se aconseja contratar a un especialista que realice el diseño.

5.6 GEOMALLA BIAxIAL

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de geomallas biaxiales con las características que se detallarán a continuación, sobre el corte realizado en el terreno natural para poder sostener la capa de suelo vegetal.

Materiales

El material utilizado será la Geomalla Biaxial. Las geomallas deberán ser elementos elaborados con resinas selectas de polipropileno, las cuales son química y biológicamente inertes y muy resistentes a procesos degenerativos de los suelos; deberán ser resistentes al desgaste, rasgaduras y punzonamiento, a fin de resistir cargas dinámicas aplicadas en cualquier dirección en el plano de la geomalla.

La geomalla deberá ser una estructura integral, con un peso molecular y características moleculares que impartan:

- Alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural contra los esfuerzos mecánicos desarrollados durante la instalación.
- Alta resistencia a la deformación provocada por fuerzas aplicadas durante su uso
- Alta resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural contra las sollicitaciones ambientales de largo plazo.

La geomalla estructural deberá aceptar la fuerza aplicada mediante trabazón mecánica con:

- Suelo compactado o materiales de relleno.
- Secciones contiguas de la misma malla cuando está traslapada y embebida en suelo compactado o materiales de relleno.
- Conectores mecánicos rígidos (estacas y anclajes).

La geomalla estructural deberá poseer suficiente rigidez a la flexión para ser capaz de lograr una instalación eficiente sobre suelos pobres o húmedos; y suficiente rigidez torsional para resistir movimientos de rotación en el plano provocados por los suelos compactados o los materiales de relleno, cuando están sujetos a fuerzas de desplazamiento lateral tales como las causadas por un vehículo en movimiento.

La geomalla estructural deberá poseer completa continuidad de todas las propiedades a través de su estructura y deberá ser apropiada para el refuerzo interno del suelo compactado o materiales de relleno a fin de mejorar su capacidad de soporte en aplicaciones estructurales.

Características y Especificaciones Mínimas para la Geomalla Biaxial BX 1200

PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	UNIDAD	VALOR
Tamaño de Abertura			
MD	ASTM D 4751	mm (Pulg.)	25 (1.0)
XMD	ASTM D 4751	mm (Pulg.)	33 (1.3)
Espesor mínimo de la costilla			
MD	ASTM D 1777	mm (Pulg.)	1.27 (0.05)
XMD	ASTM D 1777	mm (Pulg.)	1.27 (0.05)
Modulo Inicial Real en Uso			
MD	ASTM D 6637	kN/m (lb/ft)	400 (27,420)
XMD	ASTM D 6637	kN/m (lb/ft)	650 (44,550)
Capacidad a la Tensión al 2% de Elongación			
MD	ASTM D 6637	kN/m (lb/ft)	6.0 (410)
XMD	ASTM D 6637	kN/m (lb/ft)	9.0 (620)
Capacidad a la Tensión al 5% de Elongación			
MD	ASTM D 6637	kN/m (lb/ft)	11.8 (810)
XMD	ASTM D 6637	kN/m (lb/ft)	19.6 (1,340)
Eficiencia de las juntas	GR1 – GG2 – 87	%	93
Rigidez Flexural	ASTM D 1388-96 OPCION A	Mg-cm	750,000
Estabilidad de las Aperturas	US COE METHODOLOGY	kg-cm/deg	6.5
Resistencia al Daño por instalación	ASTM D6637	%SC / %SW / %GP	95/89/86
Resistencia a la Degradación a Largo Plazo	EPA 9090 INMERSION	%	100

Requerimientos del Trabajo

La actividad de la presente especificación comprende la colocación de la geomalla biaxial sobre el terreno luego haber sido realizado el corte, dicha colocación deberá hacerse según los planos respectivos (09/09), respetando los detalles de traslapes, estacas de contención y anclajes, etc.

Antes de ser colocada la Geomalla Biaxial, el terreno deberá ser allanado y compactado con los equipos necesarios y el personal presupuestado en el Cap. IV, la geomalla deberá ser cortada y traslapada de acuerdo a las curvas horizontales, previa autorización de la supervisión. Antes desenrollar completamente la geomalla, anclar la primera parte del rollo en las esquinas y el centro, luego desenrollarla, alinearla y tirar de ella hasta que quede tensa.

Si la geomalla se daña durante o después de la instalación, deberá ser reparada con parches, los cuales deberán cubrir toda el área dañada y extenderse 1m más allá en todas las direcciones.

5.7 ESTACAS DE CONTENCIÓN

5.8 ANCLAJES

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero y planchas metálicas, tanto para Estacas de Contención como para Anclajes, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

Materiales

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con Certificación de Calidad del fabricante y de preferencia contar con Certificación ISO 9000.

(a) Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706. Las barras podrán ser preparadas en obra o, dado el elevado volumen de unidades podrán ser prefabricadas.

(c) Pesos teóricos de las barras de refuerzo

Para efectos de pago de las barras, se considerarán los pesos unitarios que se indican:

Barra N°	Diámetro Nominal en mm (pulg)	Peso kg/m
6	19,1 (¾")	2,24

Equipo

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el Contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores como combas o martillos que permitan introducir los elementos de acero en el terreno mediante la percusión manual. Al utilizar el acero, los operarios deben utilizar guantes de protección. De ser necesario, se podrá utilizar equipos livianos de perforación para facilitar la introducción de los anclajes y estacas, previa autorización del supervisor.

Los equipos idóneos para el corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la autorización del Supervisor.

5.9 GEOMANTO

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de Geomantos con las características que se detallarán a continuación, sobre la primera capa de suelo vegetal compactado de 12 cm. de espesor.

Materiales

El material utilizado será una Geomanta de duración prolongada y degradable para el control de la erosión. Construida con una matriz de 70% de paja agrícola y 30% de fibra de coco y con una longevidad funcional de hasta 24 meses. (NOTA: la longevidad funcional puede variar dependiendo de las condiciones climáticas, del suelo, la localización geográfica y la elevación). Las fibras de paja y de coco deberán estar uniformemente distribuidas sobre toda la superficie de la esterilla. La manta deberá estar cubierta por encima con un entrelazado de polipropileno pesado que contenga aditivos contra la luz ultravioleta para retardar su rompimiento y con un tamaño de malla de aproximadamente 0.625 x 0.625 de pulgada (1.59 cm x 1.59 cm). La manta deberá estar cubierta por debajo con una red liviana de polipropileno con un tamaño de malla de 0.50 x 0.50 de pulgada (1.27 cm x 1.27 cm). Esta manta deberá coserse cada 1.50 pulgadas (3.81 cm) de puntada a puntada con hilo degradable. La lista que sigue contiene propiedades físicas adicionales de la manta para el control de la erosión:

<u>Propiedad</u>	<u>Método de Prueba</u>	<u>Típico</u>
Espesor	ASTM D5199/ECTC	0.34 pulg (8.64 mm)
Elasticidad	Pautas de la ECTC	75%
Masa/Unidad de Area	ASTM D5261	12.50 oz/ yd ² (424 g/m ²)
Absorción de Agua	ASTM D1117/ECTC	200%
Hinchamiento	Pautas de la ECTC	30%
Rigidez/Flexibilidad	ASTM D1388/ECTC	1.11 oz-pulg (12,397 mg-cm)
Penetración de la Luz	Pautas de la ECTC	11.70%
Res. al Fuego sin Llamas	Pautas de la ECTC	Sí**
Resistencia a la Tensión, MD	ASTM D5035	205.20 lbs/pie (4.10 kN/m)
Elongación, MD	ASTM D5035	28.00%
Resistencia a la Tensión, TD	ASTM D5035	152.40 lbs/pie (2.22 kN/m)
Elongación, TD	ASTM D5035	23.10%

** El material es resistente al fuego sin llamas de acuerdo a la prueba que se especifica.
MD - En la dirección de la máquina TD - En la dirección transversal

El geomanto será colocado previa autorización de la supervisión.

Requerimientos del Trabajo

Nivelar el área a ser protegida excavando o rellenando, compactando, los surcos, dejando la superficie libre de vegetación, raíces, piedras, etc. Excavar las trincheras de anclaje en la parte superior del talud y a lo largo de la superficie a ser revestida según los planos respectivos (08/09 y 09/09).

Colocar la geomanta uniformemente a lo largo de la trinchera en el borde del talud, fijar los pines en intervalos de 1 metro y desenrollarla a lo largo de la superficie a proteger. La instalación en el talud debe ser realizada de arriba hacia abajo, desenrollando la geomanta transversalmente a la extensión del talud luego rellenar las trincheras de anclaje con suelo vegetal y compactarlas. Los traslapes y anclajes deberán ser realizados siguiendo el patrón de los planos respectivos (09/09)

BIBLIOGRAFIA

1. Yang H. Huang, 'STABILITY ANALYSIS OF EARTH SLOPES'.
2. T. Williams Lambe, 'MECÁNICA DE SUELOS'.
3. Noel Simons, 'SOIL AND ROCK SLOPE ENGINEERING'.
4. INGEMET, 'ESTUDIO DE LA SEGURIDAD FÍSICA DE LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE'.
5. REGLAMENTO NACIONAL DE ESTRUCTURAS
6. Maccaferri, 'MANUAL DE DISEÑO TEÓRICO'.
7. Robert M. Koerner, 'DISEÑO CON GEOSINTÉTICOS'.
8. Geo Slope, 'USER'S GUIDE V.5'.
9. MyM Consultores, 'ESTUDIO DE SUELOS DE EDIFICIO DE 8 PISOS Y 1 SÓTANO'
10. Alejandro Muñoz P., 'INGENIERIA SISMORRESISTENTE'.
11. Autodesk, 'MANUAL DE AUTODESK LAND DEVELOPMENT'
12. REVISTA CONSTRUCTIVO, EDICIÓN 48.
13. Caterpillar, 'CATERPILLAR PERFORMANCE HANDBOOK'.
14. Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Dirección General de Caminos, 'ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS - 20000'

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



'ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA
DEL DISTRITO DE BARRANCO'

TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

ANEXOS

PRESENTADO POR:
ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
1997 0090 1 12

**LIMA – PERU
2006**

ANEXOS

A continuación se presentan los ensayos realizados para calcular las características geotécnicas de Limo extraído en campo así como la Granulometría de las muestras del conglomerado. Ambos ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Pontificia Universidad Católica del Perú

También se presentan fotografías del acantilado de la costa Verde en la zona de estudio durante la etapa de elaboración de esta Tesis, así como fotografías satelitales disparadas el año 2003 además de algunos proyectos de estabilización de taludes similares al planteado por esta Tesis llevados a cabo en Colombia hace 2 años y que han dado buenos resultados.



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL



Pontificia Universidad Católica del Perú

Laboratorio de Mecánica de Suelos


ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Solicitante ALAN GRANADOS		Expediente : 04-265
Proyecto TESIS TALUDES BARRANCO		
Muestra M-1	Profundidad SUP	Fecha : 11-mar-2005

CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES

Tipo de muestra :	Inalterada
Peso esp. solidos Gs	2.73

Especimen		A	B	C
Diámetro	cm	3.56	3.56	3.56
Altura	cm	7.96	7.96	7.96
Humedad inicial		8.6%	6.6%	18.3%
Humedad final		33.3%	28.7%	32.5%
Saturacion inicial		25.6%	20.6%	54.7%
Saturación final		98.4%	98.1%	97.1%
Relacion de vacios	e	0.92	0.87	0.91
Porosidad	n	47.9%	46.5%	47.7%
Densidad inicial	g/cm ³	1.55	1.56	1.69
Densidad final	g/cm ³	1.90	1.88	1.89
Densidad seca	g/cm ³	1.42	1.46	1.43
Presión de cámara	kg/cm ²	4.00	5.00	7.00
Contra presión	kg/cm ²	3.00	3.00	3.00
Coeficiente de poros	B	0.98	0.98	0.98


MANUEL A. OLCESE FRANZER
 Ingeniero Civil CIP 12969
 Jefe del Laboratorio





Pontificia Universidad Católica del Perú

Laboratorio de Mecánica de Suelos

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Solicitante ALAN GRANADOS	Expediente : 04-265	
Proyecto TESIS TALUDES BARRANCO		
Muestra M-1	Profundidad SUP	Fecha : 11-mar-2005

CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES EN LA FALLA

FALLA DEFINIDA CONFORME A LA NORMA NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Especimen	A	B	C
-----------	---	---	---

MAXIMA RELACION DE TENSIONES

σ'_1/σ'_3 máximo	3.33	2.72	2.37
σ'_1 kg/cm ²	2.77	4.40	7.08
σ'_3 kg/cm ²	0.83	1.62	2.99
u kg/cm ²	0.19	0.42	1.09
ϵ %	0.75	1.26	1.76
A_f	0.10	0.15	0.27

MAXIMO ESFUERZO DESVIADOR

$\sigma'_1 - \sigma'_3$ máximo kg/cm ²	2.01	3.16	4.43
σ'_1 kg/cm ²	3.02	5.20	8.50
σ'_3 kg/cm ²	1.09	1.97	3.37
u %	-0.07	0.07	0.71
ϵ kg/cm ²	4.71	10.05	0.75
A_f	-0.03	0.02	0.16


 MANUEL A. OLCESE FRANCO
 Ingeniero Civil CIP 12965
 Jefe del Laboratorio





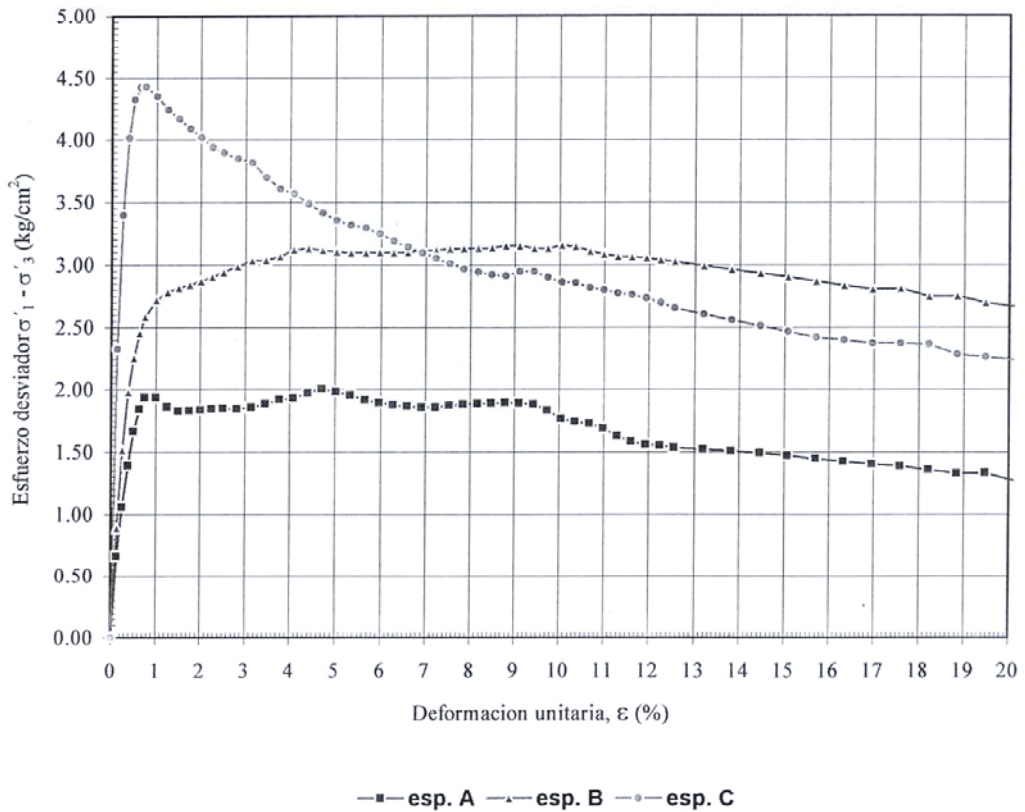
Pontificia Universidad Católica del Perú

Laboratorio de Mecánica de Suelos

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Solicitante ALAN GRANADOS	Expediente : 04-265
Proyecto TESIS TALUDES BARRANCO	
Muestra M-1	Profundidad SUP
	Fecha : 11-mar-2005

DEFORMACIÓN vs ESFUERZO DESVIADOR (ϵ vs $\sigma'_1 - \sigma'_3$)



MANUELA OLCESE FRANZOSO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio



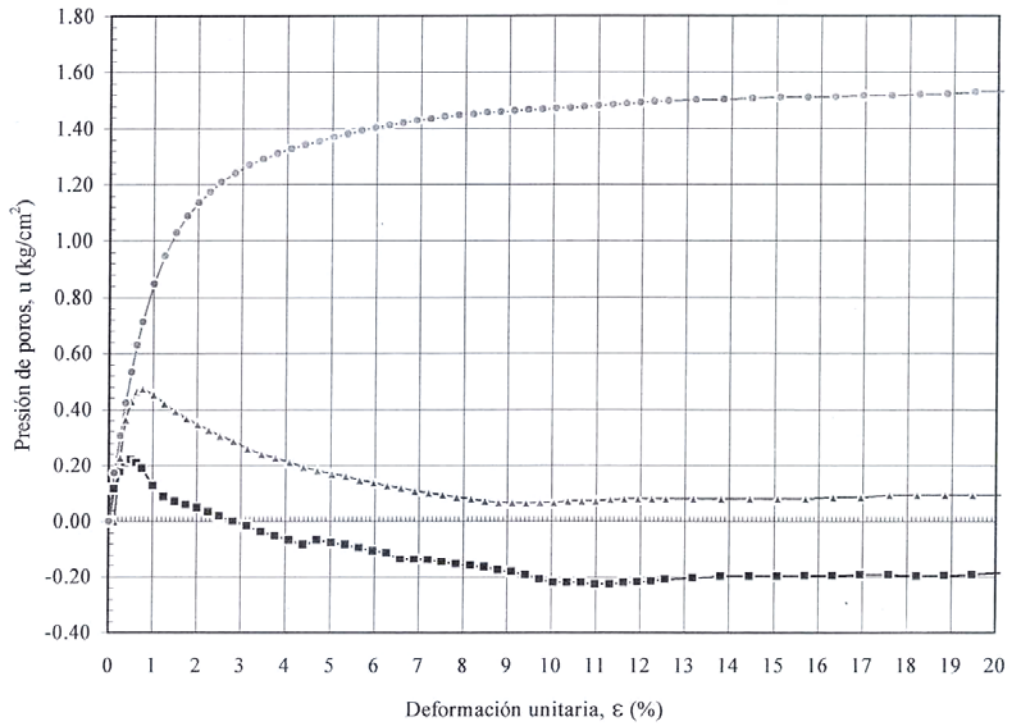
Pontificia Universidad Católica del Perú

Laboratorio de Mecánica de Suelos

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Solicitante ALAN GRANADOS	Expediente : 04-265
Proyecto TESIS TALUDES BARRANCO	
Muestra M-1 Profundidad SUP	Fecha : 11-mar-2005

DEFORMACIÓN vs PRESIÓN DE POROS (ε vs u)



—■— esp. A —▲— esp. B —○— esp. C



MANUEL A. OLCESE FRA
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio



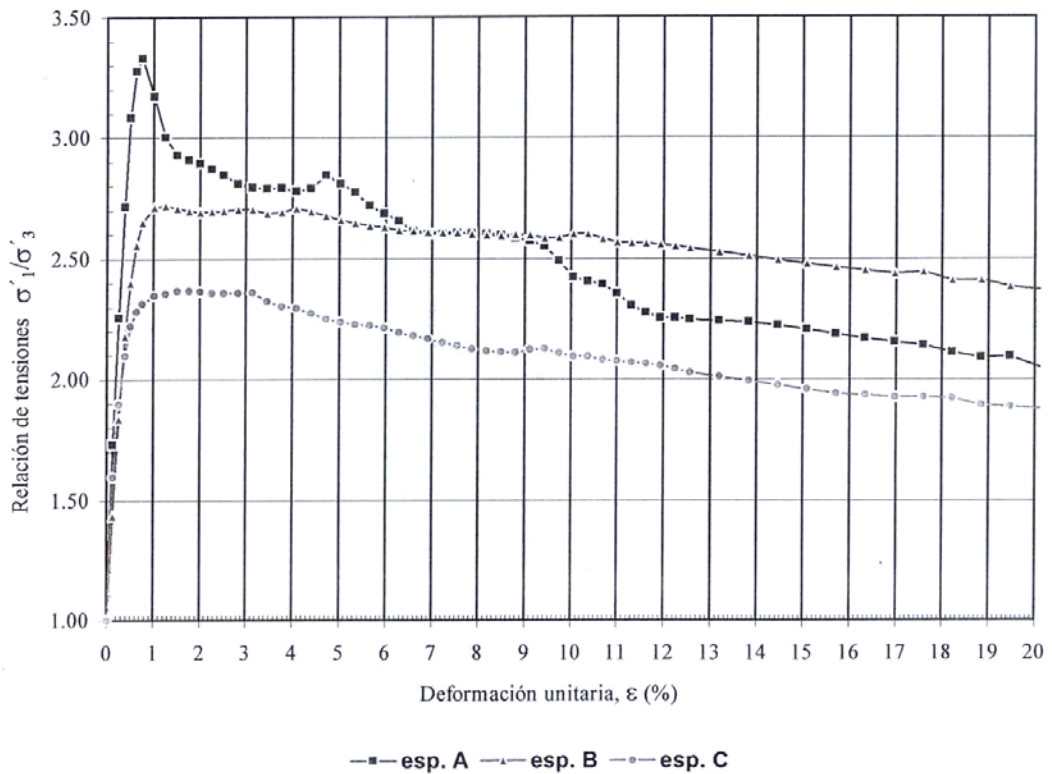
Pontificia Universidad Católica del Perú

Laboratorio de Mecánica de Suelos

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Solicitante ALAN GRANADOS		Expediente : 04-265
Proyecto TESIS TALUDES BARRANCO		
Muestra M-1	Profundidad SUP	Fecha : 11-mar-2005

DEFORMACIÓN vs RELACIÓN DE TENSIONES (ϵ vs σ'_1/σ'_3)



MANUEL A. OLCESÉ FRANZÉS
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio



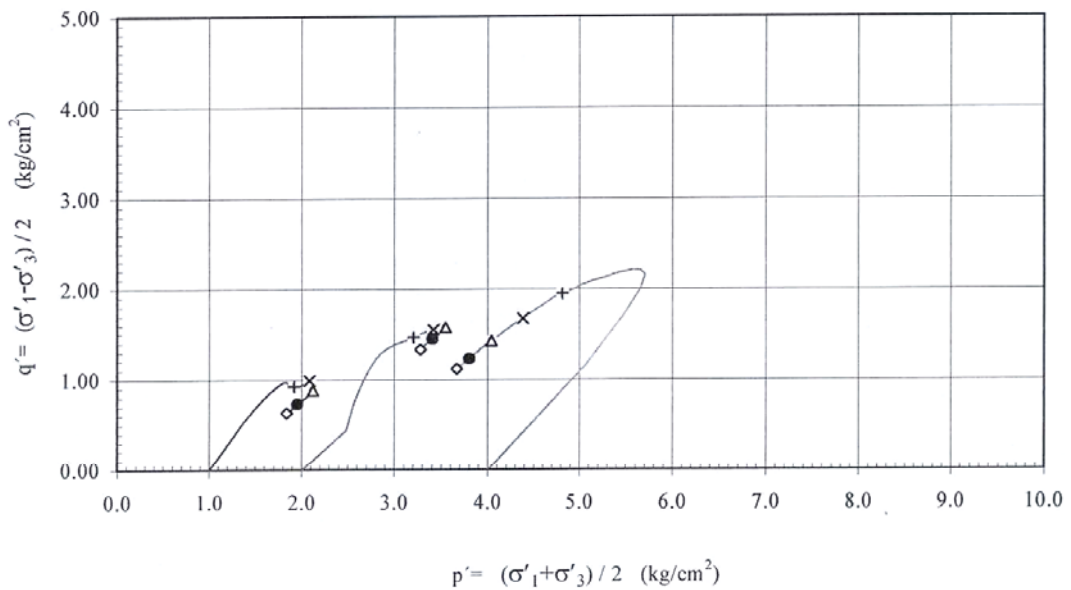
Pontificia Universidad Católica del Perú

Laboratorio de Mecánica de Suelos

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Solicitante ALAN GRANADOS		Expediente : 04-265
Proyecto TESIS TALUDES BARRANCO		
Muestra M-1	Profundidad SUP	Fecha : 11-mar-2005

TRAYECTORIA DE TENSIONES



— esp. A — esp. B — esp. C + 2.5% × 5% Δ 10% ● 15% ◊ 20%

MANUEL A. OLCESE FRANZINI
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio



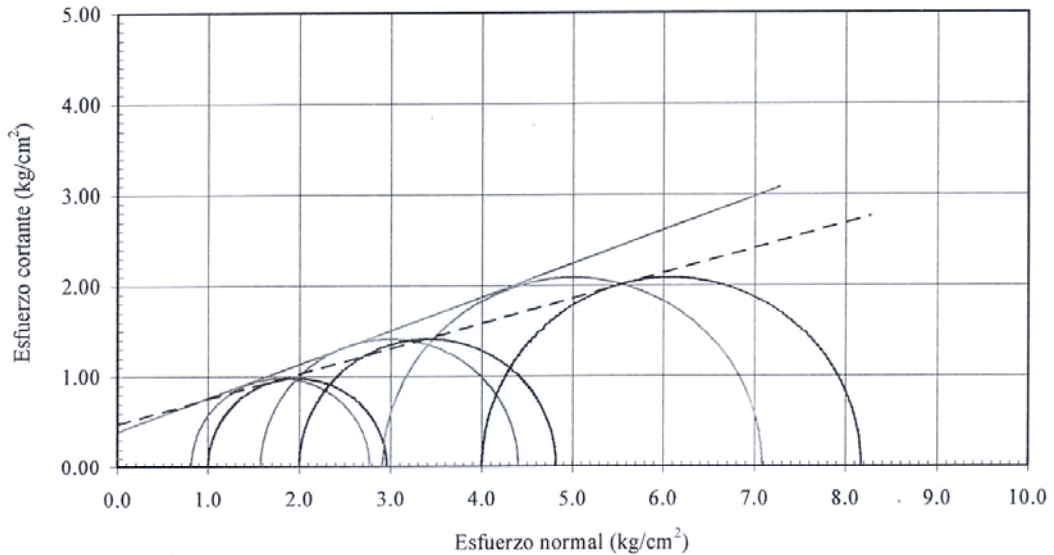
Pontificia Universidad Católica del Perú

Laboratorio de Mecánica de Suelos

ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO (CU) NPT 339.166 (ASTM D 4767)

Solicitante ALAN GRANADOS	Expediente : 04-265
Proyecto TESIS TALUDES BARRANCO	
Muestra M-1	Profundidad SUP Fecha : 11-mar-2005

ENVOLVENTE DE FALLA - RELACIÓN DE TENSIONES MÁXIMA



--- σ_1/σ_3 — σ'_1/σ'_3

$c = 0.47 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 16^\circ$

$c' = 0.40 \text{ kg/cm}^2$ $\phi' = 20^\circ$

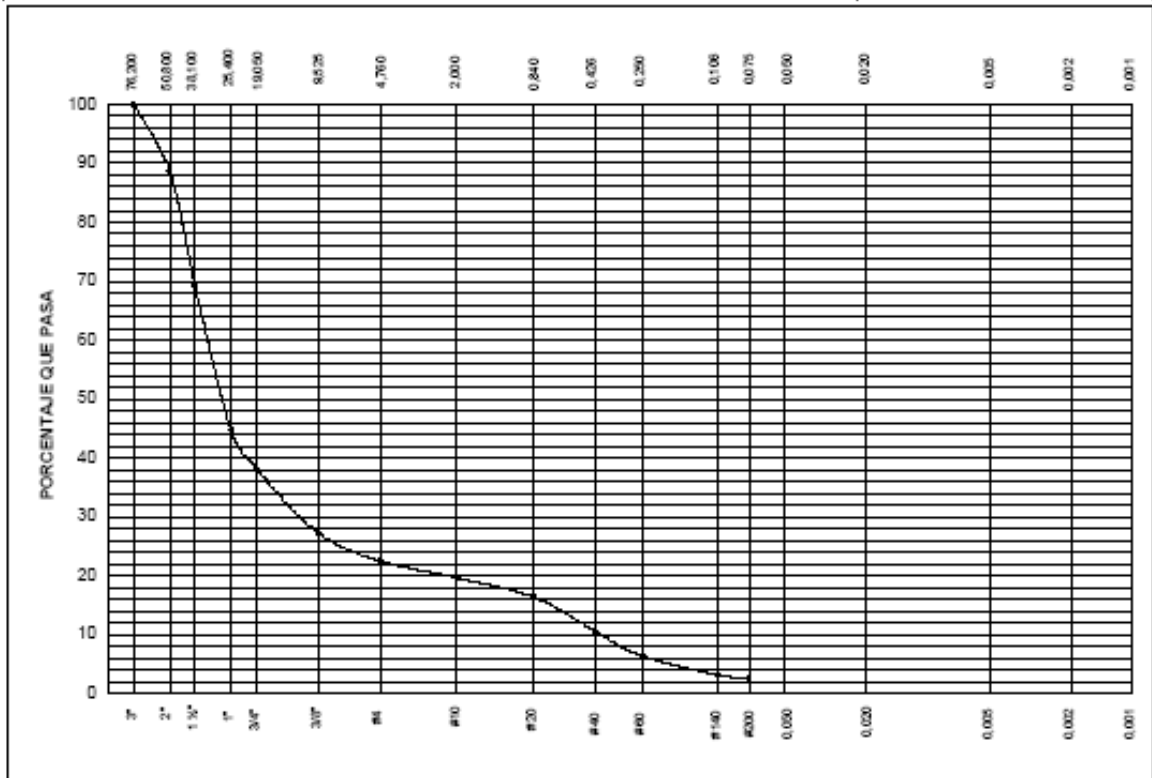


MANUEL A. OLCESE FRANZ
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

**ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131**

Solicitante : ALAN GRANADOS LOPEZ	Expediente : 05-141
Proyecto : TESIS COSTA VERDE - BARRANCO	
Muestra : 0+020 (z = 10,0 m)	Profundidad: ----- Fecha : 07-Jun-2005

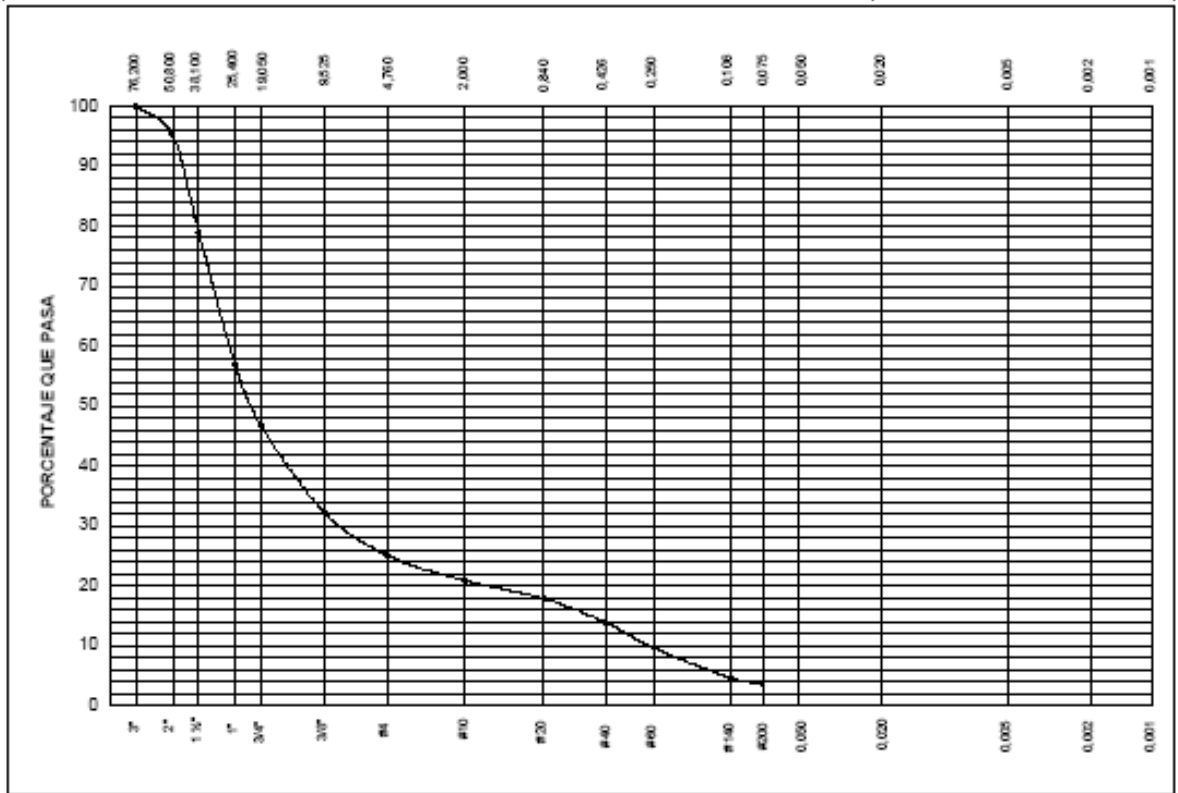


Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	CLASIFICACIÓN
3"	100,0	---	---	SUCS : GP AASHTO : -----
2"	88,8	---	---	
1 1/2"	89,2	---	---	<p style="text-align: center;">MANUEL A. OLCESE FRANZERO Ingeniero Civil CIP 12969 Jefe del Laboratorio</p>
1"	44,7	---	---	
3/4"	38,1	---	---	
3/8"	27,3	---	---	
#4	22,5	---	---	
#10	19,8	---	---	
#20	16,3	---	---	
#40	10,6	---	---	
#80	6,4	---	---	
#140	3,1	---	---	
#200	2,6	---	---	

05-141/1/GM/1 de 1

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : ALAN GRANADOS LOPEZ	Expediente : 05-141
Proyecto : TESIS COSTA VERDE - BARRANCO	
Muestra : 0+120 (z = 10,0 m)	Profundidad: ----- Fecha : 07-Jun-2005

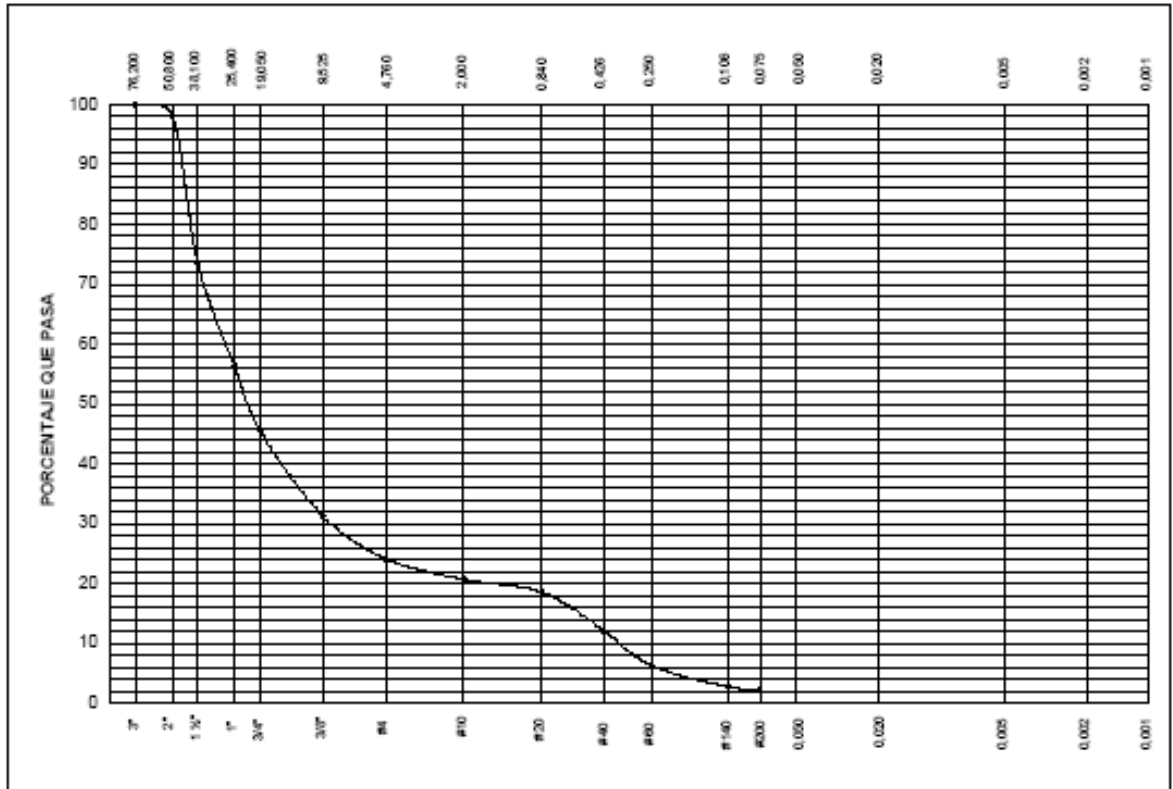


Tamiz	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	-----	-----	CLASIFICACIÓN
ASTM				-----	-----	SUCS : GP
3"	100,0	-----	-----	-----	-----	AASHTO : -----
2"	95,1	-----	-----	<p style="text-align: center;">MANUEL A. OLCESE FRANZERO Ingeniero Civil CIP 12969 Jefe del Laboratorio</p>		
1 1/2"	78,9	-----	-----			
1"	56,9	-----	-----			
3/4"	46,7	-----	-----			
3/8"	32,4	-----	-----			
#4	25,1	-----	-----			
#10	20,8	-----	-----			
#20	17,8	-----	-----			
#40	13,8	-----	-----			
#60	9,6	-----	-----			
#140	4,8	-----	-----			
#200	3,7	-----	-----			

05-141/07-06/1 de 1

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : ALAN GRANADOS LOPEZ	Expediente : 05-141
Proyecto : TESIS COSTA VERDE - BARRANCO	
Muestra : 0+260 (z = 10,0 m)	Profundidad: ----- Fecha : 07-Jun-2005

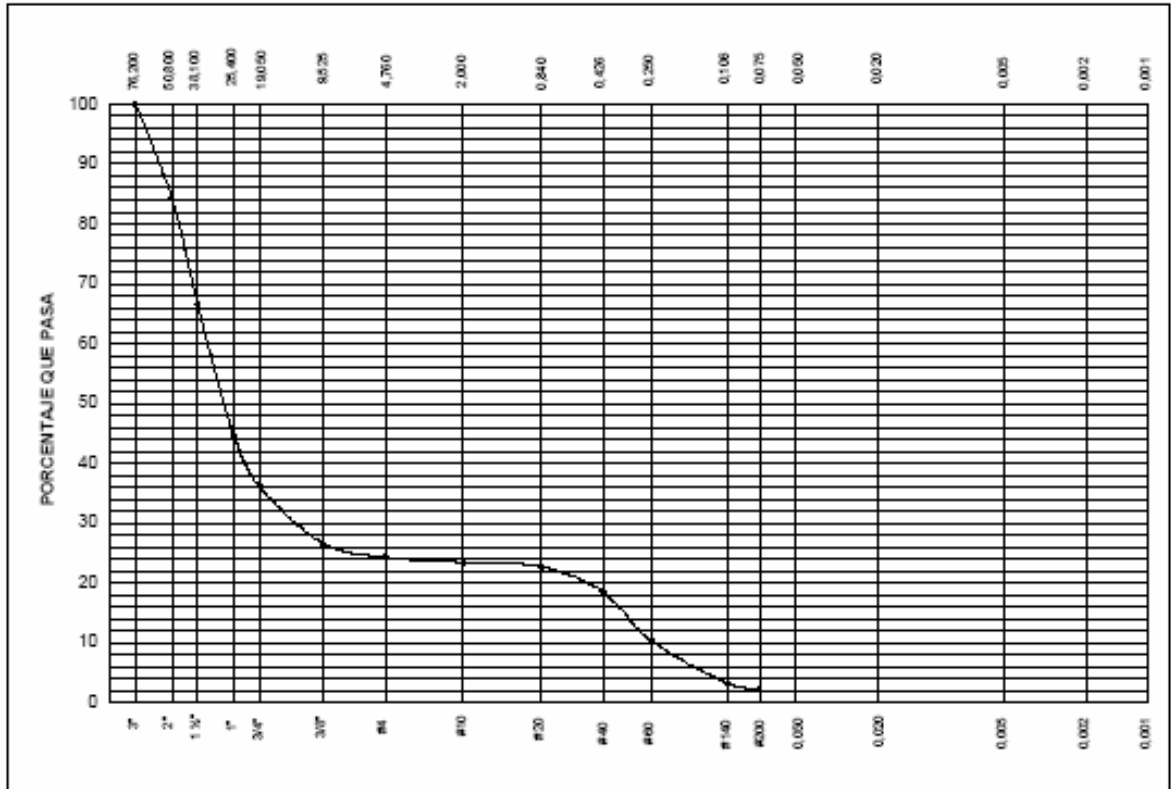


Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	-----	-----	CLASIFICACIÓN	
3"	100,0	-----	-----	-----	-----	SUCS :	GP
2"	98,1	-----	-----	-----	-----	AASHTO :	-----
1 1/2"	73,4	-----	-----	MANUEL A. OLCESE FRANZERO Ingeniero Civil CIP 12969 Jefe del Laboratorio			
1"	56,4	-----	-----				
3/4"	45,4	-----	-----				
3/8"	31,3	-----	-----				
#4	24,1	-----	-----				
#10	20,7	-----	-----				
#20	18,5	-----	-----				
#40	12,1	-----	-----				
#80	6,3	-----	-----				
#140	2,7	-----	-----				
#200	2,2	-----	-----				

05-141/3/GM/1 de 1

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : ALAN GRANADOS LOPEZ	Expediente : 05-141
Proyecto : TESIS COSTA VERDE - BARRANCO	
Muestra : 0+415 (z = 10,0 m)	Profundidad: ----- Fecha : 07-Jun-2005



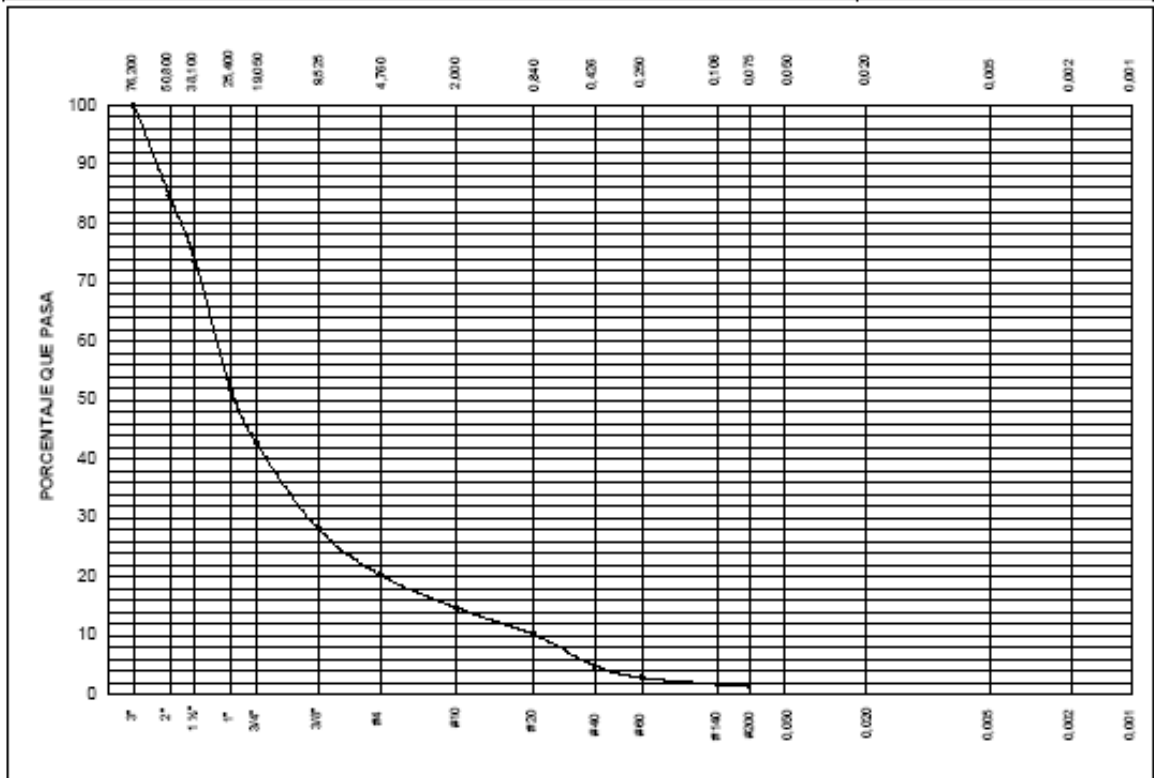
Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	-----	-----	CLASIFICACIÓN	
3"	100,0	-----	-----	-----	-----	SUCS :	GP
2"	84,2	-----	-----	-----	-----	AASHTO :	-----
1 1/2"	66,6	-----	-----				
1"	44,5	-----	-----				
3/4"	36,0	-----	-----				
3/8"	26,6	-----	-----				
#4	24,3	-----	-----				
#10	23,4	-----	-----				
#20	22,7	-----	-----				
#40	18,4	-----	-----				
#80	10,4	-----	-----				
#140	3,1	-----	-----				
#200	2,3	-----	-----				

MANUEL A. OLCESE FRANZERO
 Ingeniero Civil CIP 12969
 Jefe del Laboratorio

05-141/4/GM/1 de 1

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : ALAN GRANADOS LOPEZ	Expediente : 05-141
Proyecto : TESIS COSTA VERDE - BARRANCO	
Muestra : 0+530 (z = 10,0 m)	Profundidad: ----- Fecha : 07-Jun-2005

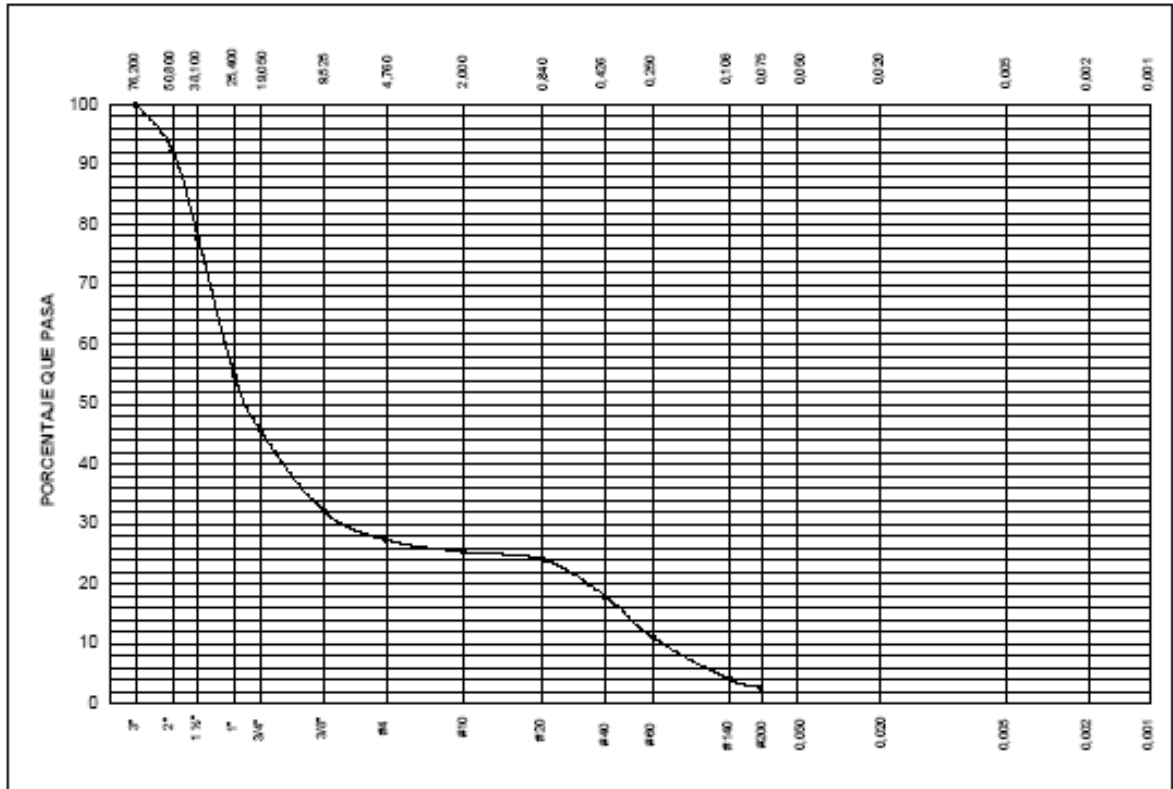


Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	-----	-----	CLASIFICACIÓN	
3"	100,0	-----	-----	-----	-----	SUCS :	GP
2"	84,8	-----	-----	-----	-----	AASHTO :	-----
1 1/2"	73,8	-----	-----	-----	-----	<hr/> MANUEL A. OLCESE FRANZERO Ingeniero Civil CIP 12969 Jefe del Laboratorio	
1"	51,7	-----	-----	-----	-----		
3/4"	42,7	-----	-----	-----	-----		
3/8"	28,2	-----	-----	-----	-----		
#4	20,4	-----	-----	-----	-----		
#10	14,7	-----	-----	-----	-----		
#20	10,1	-----	-----	-----	-----		
#40	4,9	-----	-----	-----	-----		
#80	2,8	-----	-----	-----	-----		
#140	1,7	-----	-----	-----	-----		
#200	1,5	-----	-----	-----	-----		

05-141/5/GM/1 de 1

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : ALAN GRANADOS LOPEZ	Expediente : 05-141
Proyecto : TESIS COSTA VERDE - BARRANCO	Fecha : 07-Jun-2005
Muestra : 0+160 (z = 40,0 m)	Profundidad: -----



Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	-----	-----	CLASIFICACIÓN
3"	100,0	-----	-----	-----	-----	SUCS : GP
2"	92,4	-----	-----	-----	-----	AASHTO : GP
1 1/2"	77,6	-----	-----	<hr/> MANUEL A. OLCESE FRANZERO Ingeniero Civil CIP 12969 Jefe del Laboratorio		
1"	54,8	-----	-----			
3/4"	45,5	-----	-----			
3/8"	32,2	-----	-----			
#4	27,3	-----	-----			
#10	25,3	-----	-----			
#20	24,0	-----	-----			
#40	18,0	-----	-----			
#80	11,1	-----	-----			
#140	4,0	-----	-----			
#200	2,7	-----	-----			

05-141/6/GM/1 de 1

FOTOGRAFIAS



VISTA PARCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO EN LA QUE SE APRECIÁN LOS LENTES DE MATERIAL FINO EN LA PRIMERA MITAD DEL TALUD.



SE APRECIA EL PELIGRO QUE OCACIONARÍAN DERRUMBES LOCALIZADOS O FALLAS TOTALES SOBRE LAS NUEVAS INSTALACIONES QUE SE ESTAN CONSTRUYENDO ASI COMO SOBRE LOS VEHÍCULOS.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON UNA ESTACIÓN TOTALSOKKIA 630R



*QUEBRADAS POR DONDE SE RECOMIENDA LANZAR EL MATERIAL DEL CORTE PARA SER
TRANSPORTADO HASTA EL RESPECTIVO RELLENO*



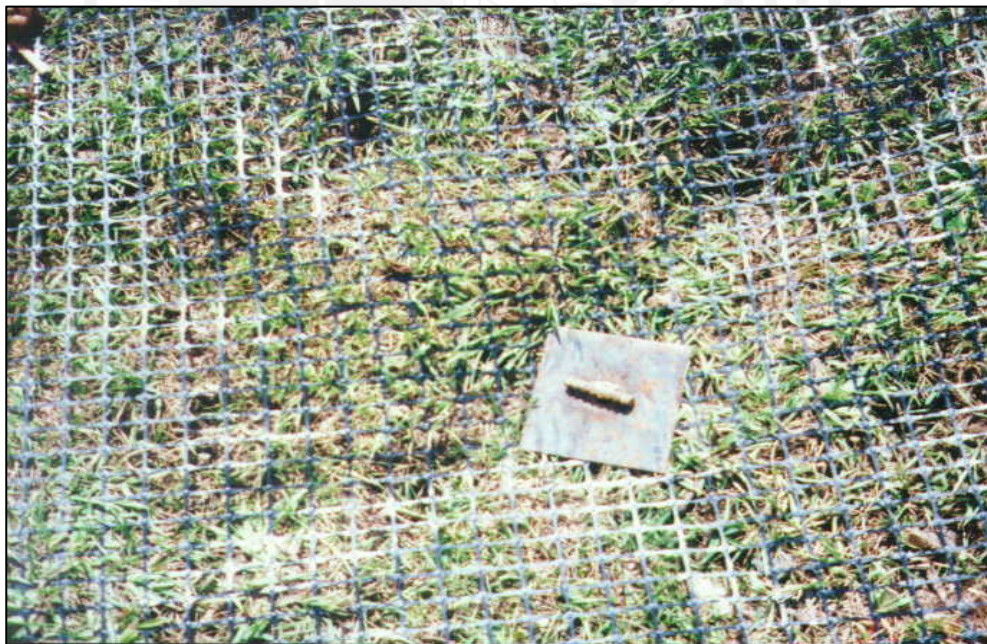
VISTA EN PLANTA DE LAS QUEBRADAS (CUADRILÁTEROS ROJOS) POR DONDE SE RECOMIENDA LANZAR HACIA LA AUTOPISTA EL MATERIAL QUE SE VAYA CORTANDO. EN LA PARTE BAJA ESTARÁN LOS VOLQUETES DE 10m³ Y LOS CARGADORES FRONTALES



SECCIÓN QUE INVOLUCRA EDIFICIOS EN LA CRESTA



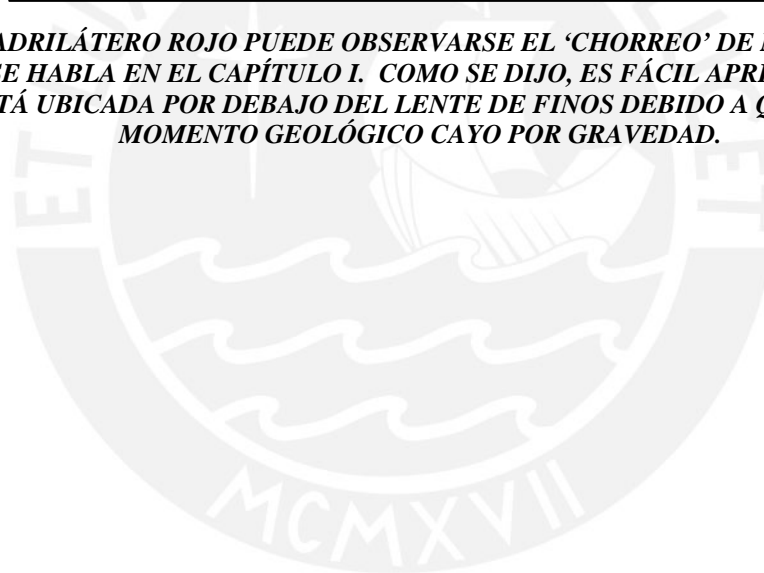
PROYECTO SIMILAR AL PRESENTE TRABAJO QUE SE REALIZÓ EN COLOMBIA



DETALLE DE LOS ANCLAJES Y PLANCHAS A UTILIZARSE



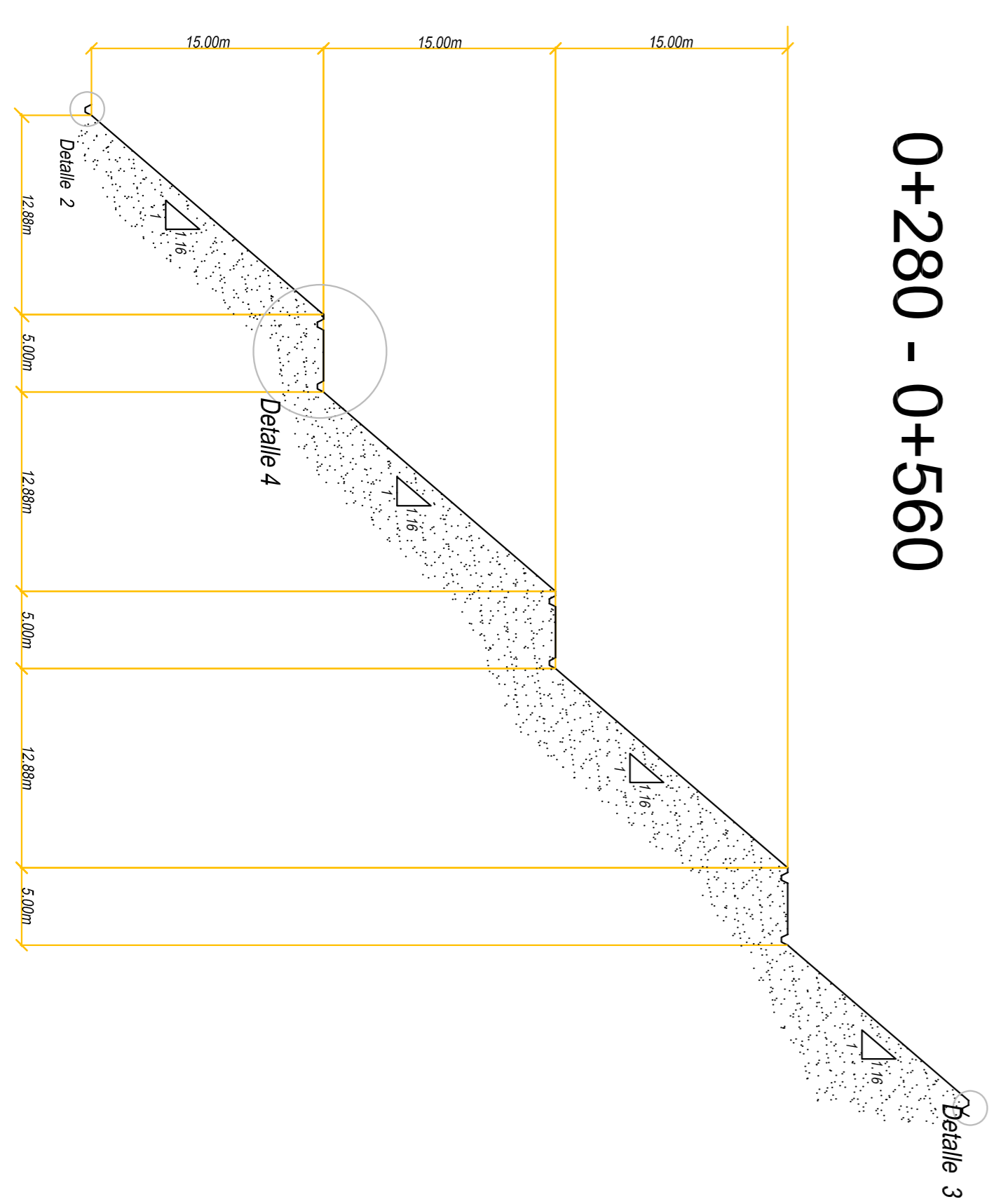
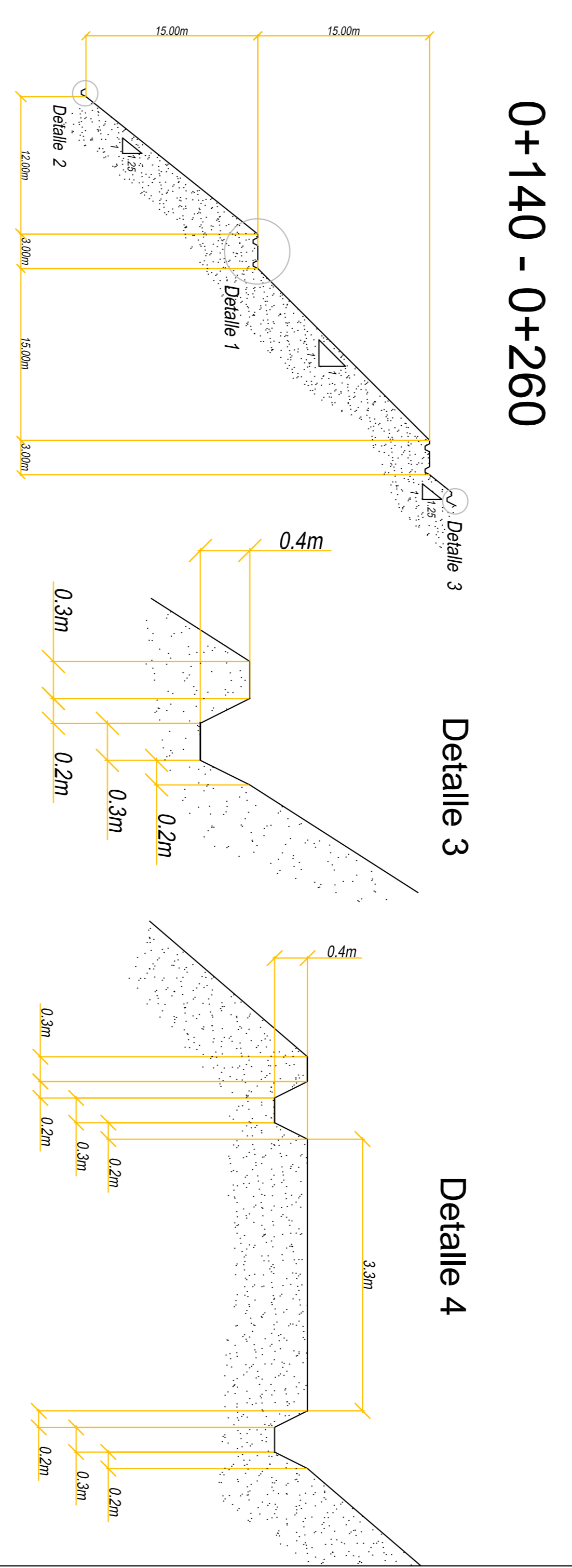
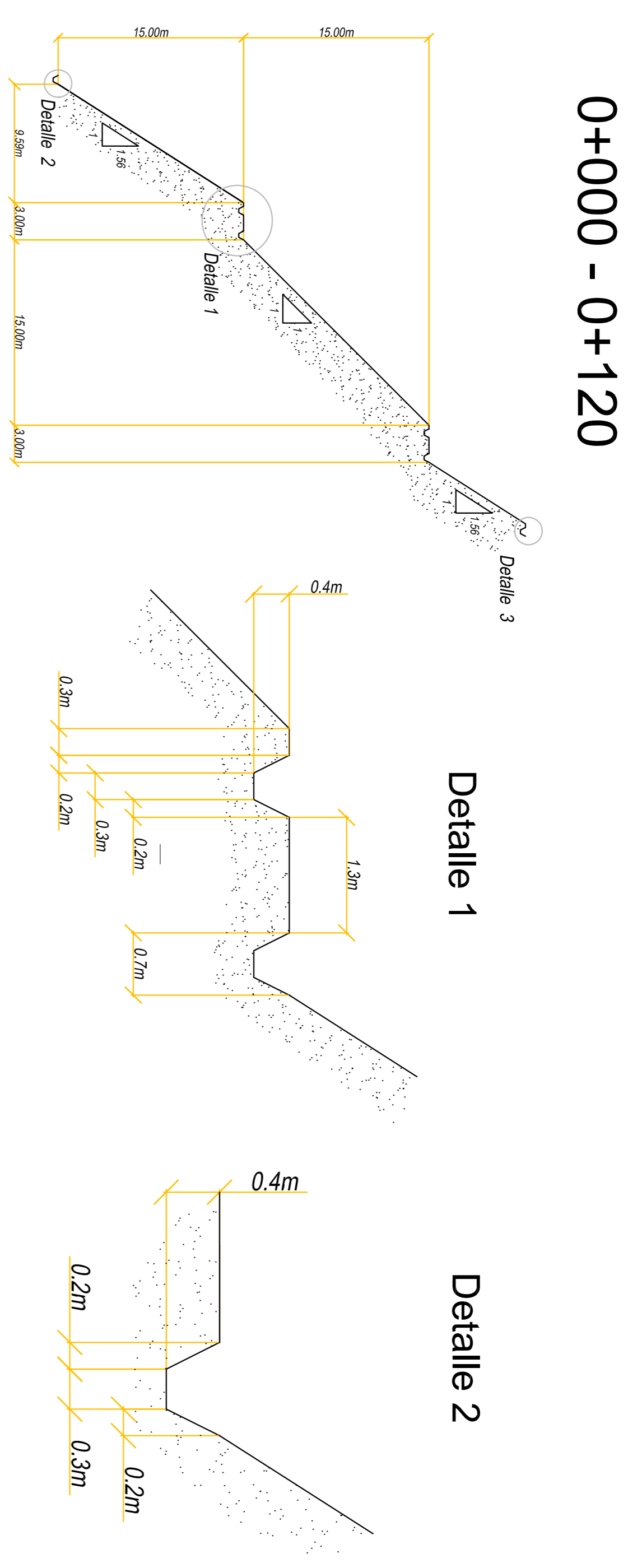
EN EL CUADRILÁTERO ROJO PUEDE OBSERVARSE EL 'CHORREO' DE MATERIAL FINO DEL QUE SE HABLA EN EL CAPÍTULO I. COMO SE DIJO, ES FÁCIL APRECIAR QUE ESTA CAPA ESTÁ UBICADA POR DEBAJO DEL LENTE DE FINOS DEBIDO A QUE EN ALGÚN MOMENTO GEOLÓGICO CAYO POR GRAVEDAD.



SECCIONES



SECCIONES TÍPICAS



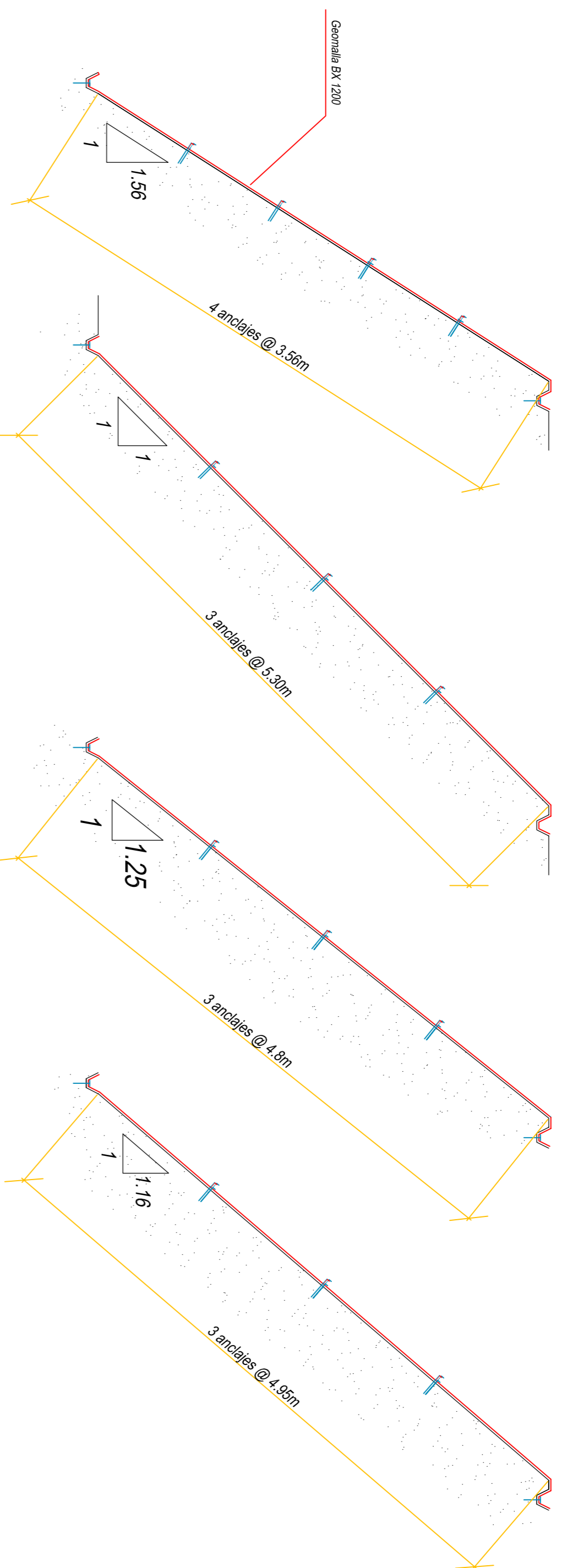
Obs: Buscar los detalles constructivos en las Especificaciones Técnicas del Cap. V

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL			
ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO			
TESIS:	ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ		
ASESOR:	ING. MANUEL OLCESSE F.		
PLANO:	SECCIONES DE DISEÑO - MOVIMIENTO DE TIERRAS		
ESCALA: 1:1250 e	INDICADO: 08/01/2006	PROYECTO: BIC	ESTUDIO:
FECHA: 08/01/2006	MOYER:	MOYER:	MOYER:
MOYER: ADL	MOYER:	MOYER:	MOYER:
			N°: 08/09 2006

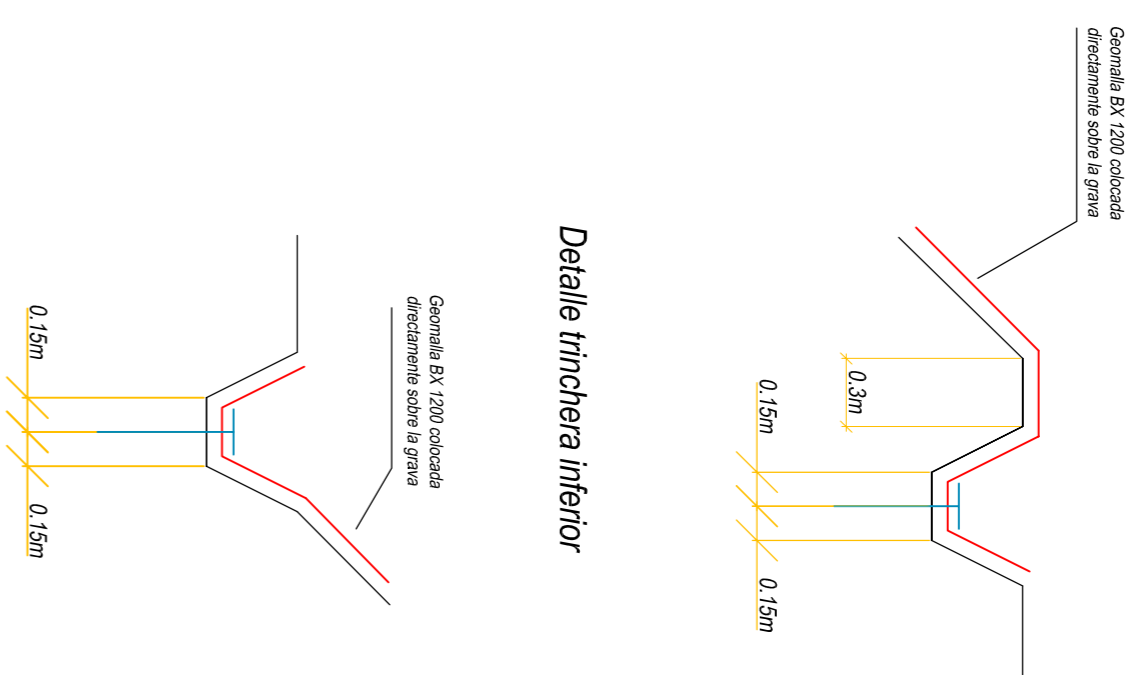


GeoMalla BX 1200

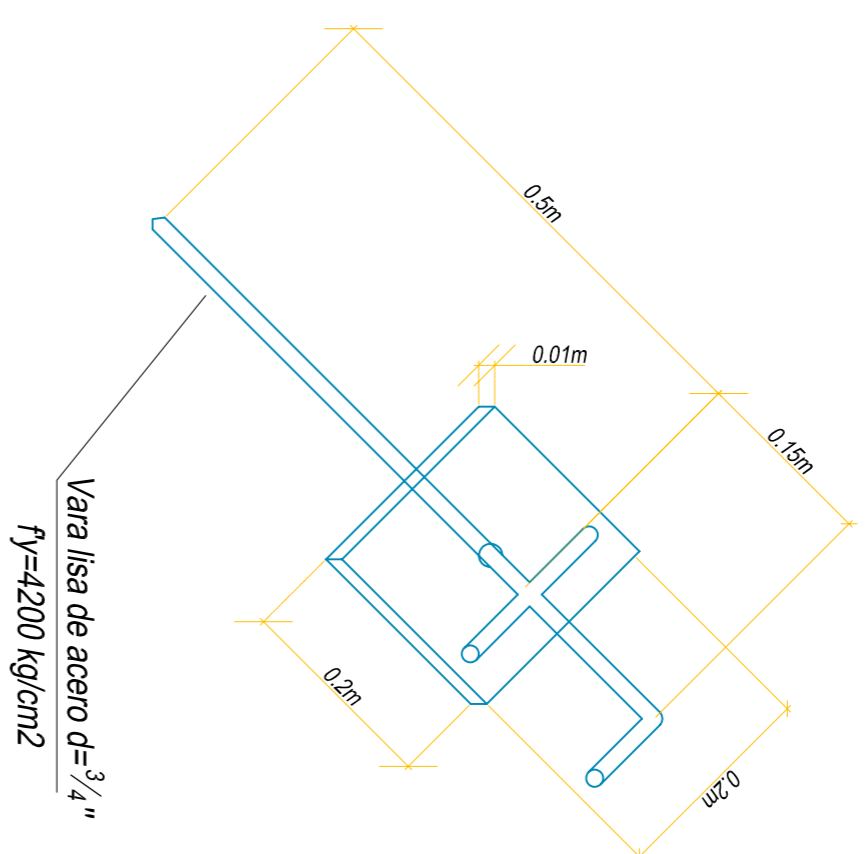
Distribución de Anclajes y Estacas de Contención en banquetas



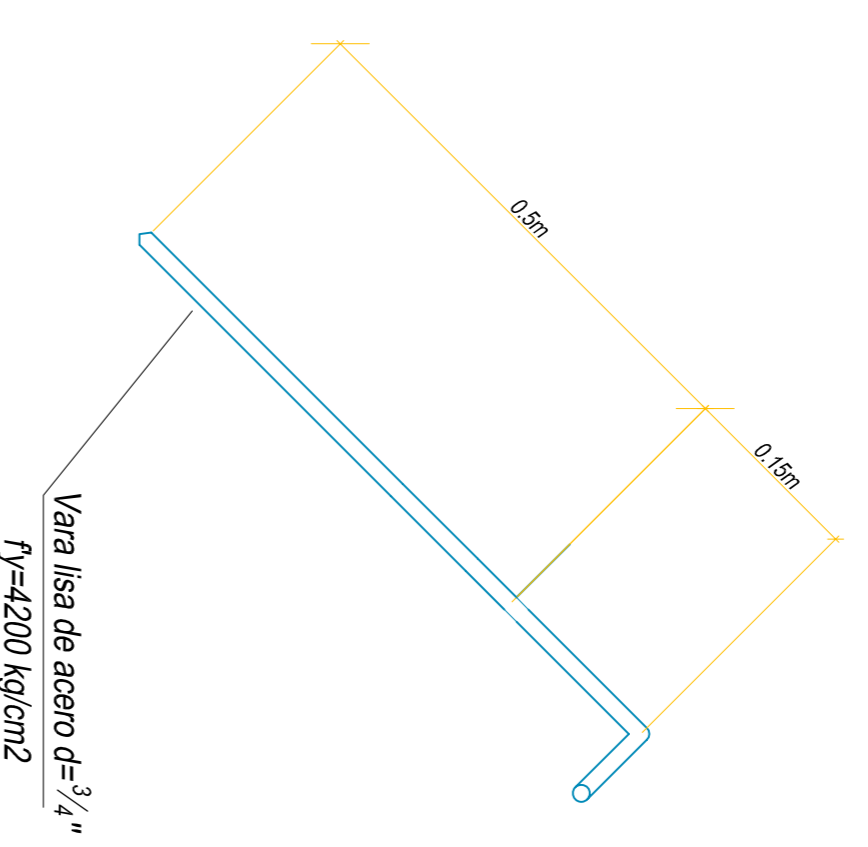
Detalle trincheras superior



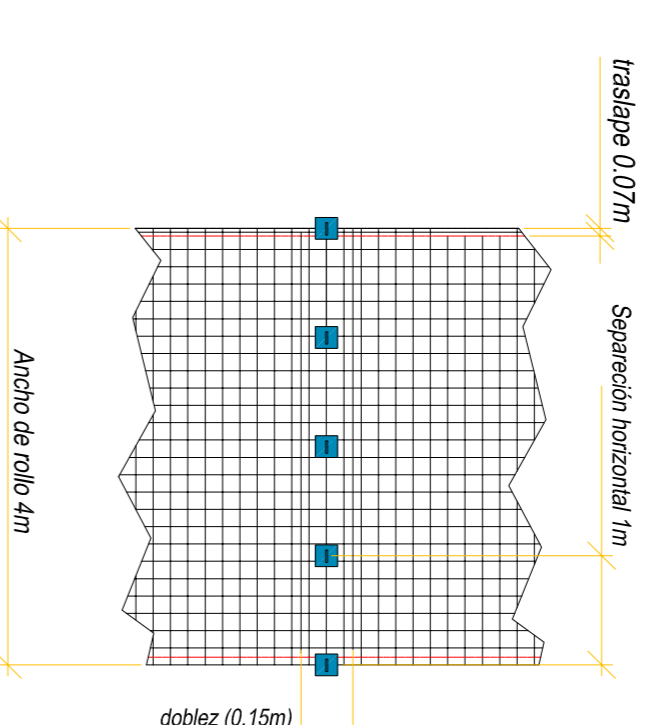
Detalle de aparato de Anclaje



Detalle de Estaca de Contención

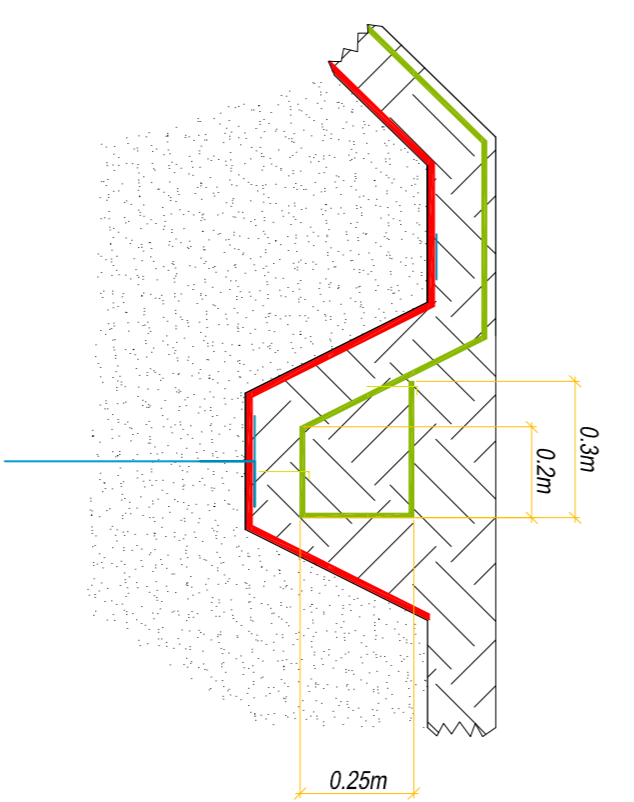


Detalle de separación horizontal de anclajes

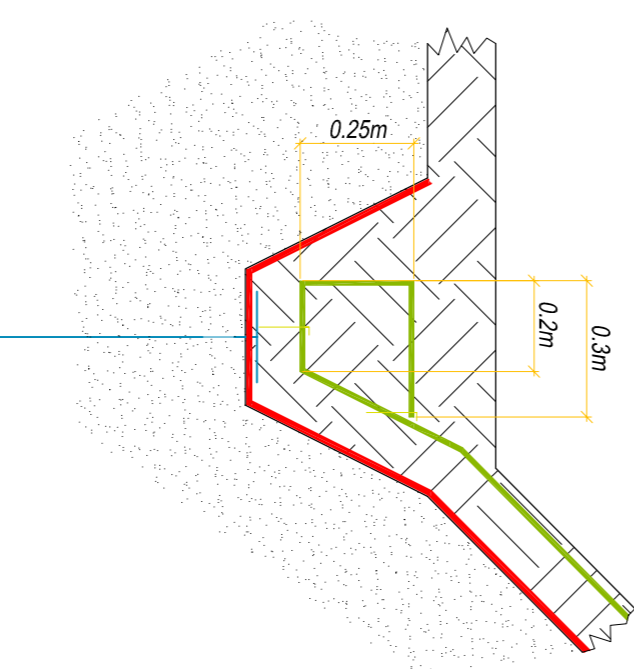


GeoManto SC 150

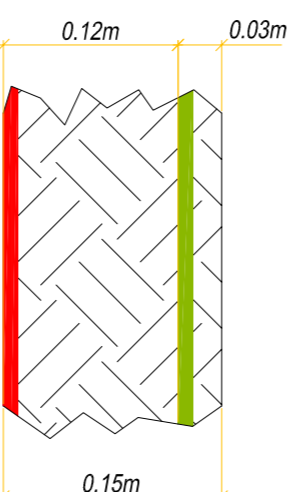
Detalle trincheras superior



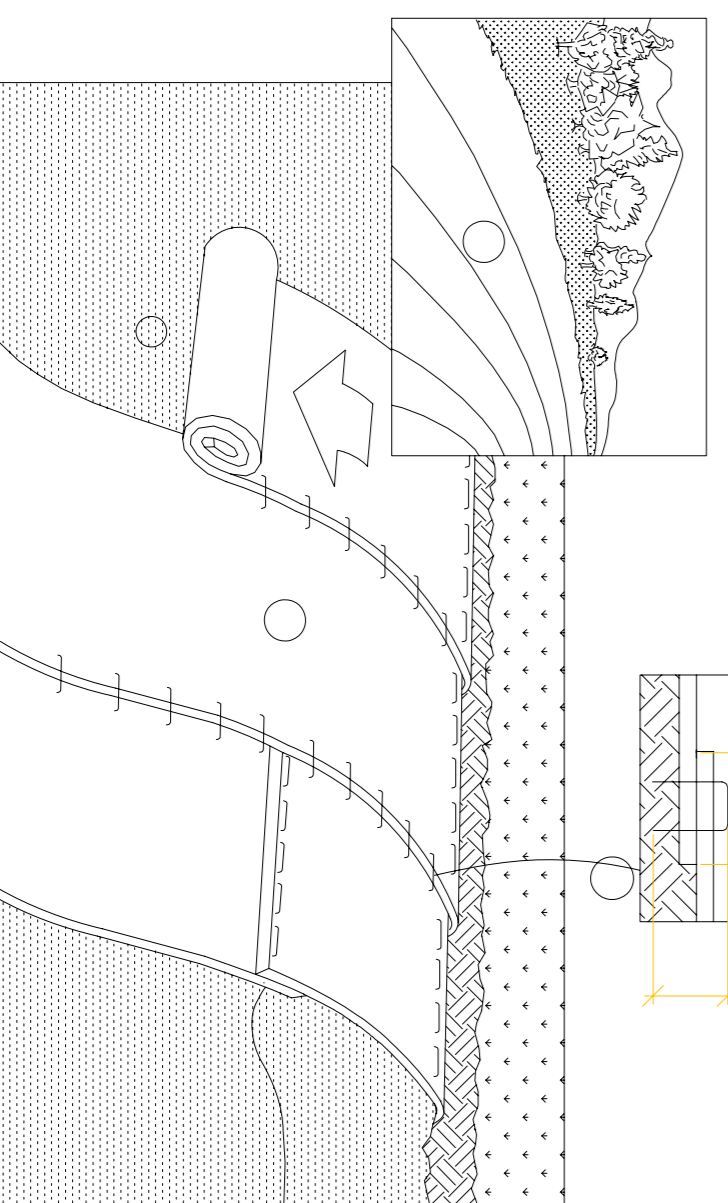
Detalle trincheras inferior



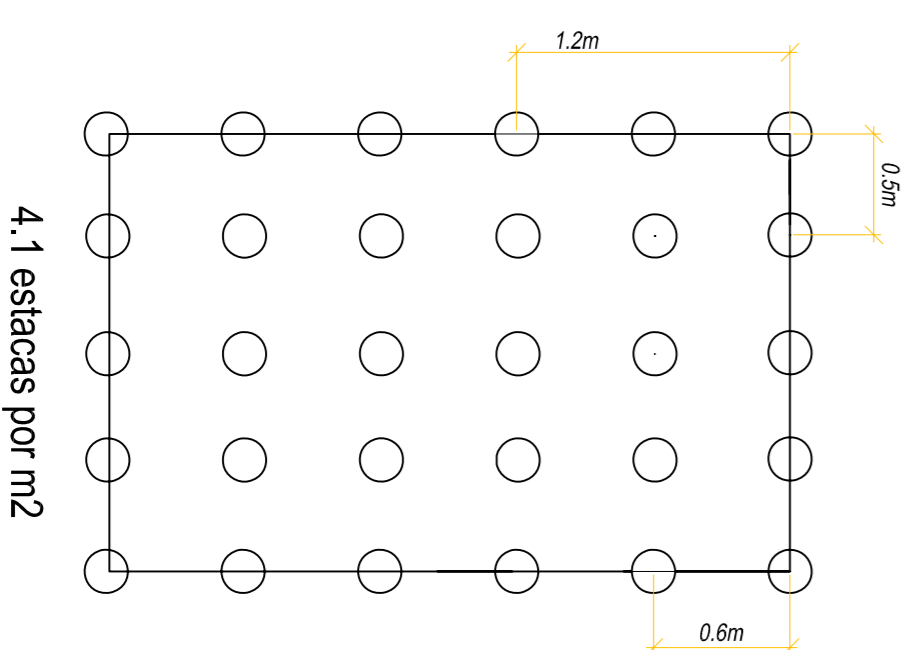
Sección típica de suelo vegetal



Detalle de Grapas en las Uniones



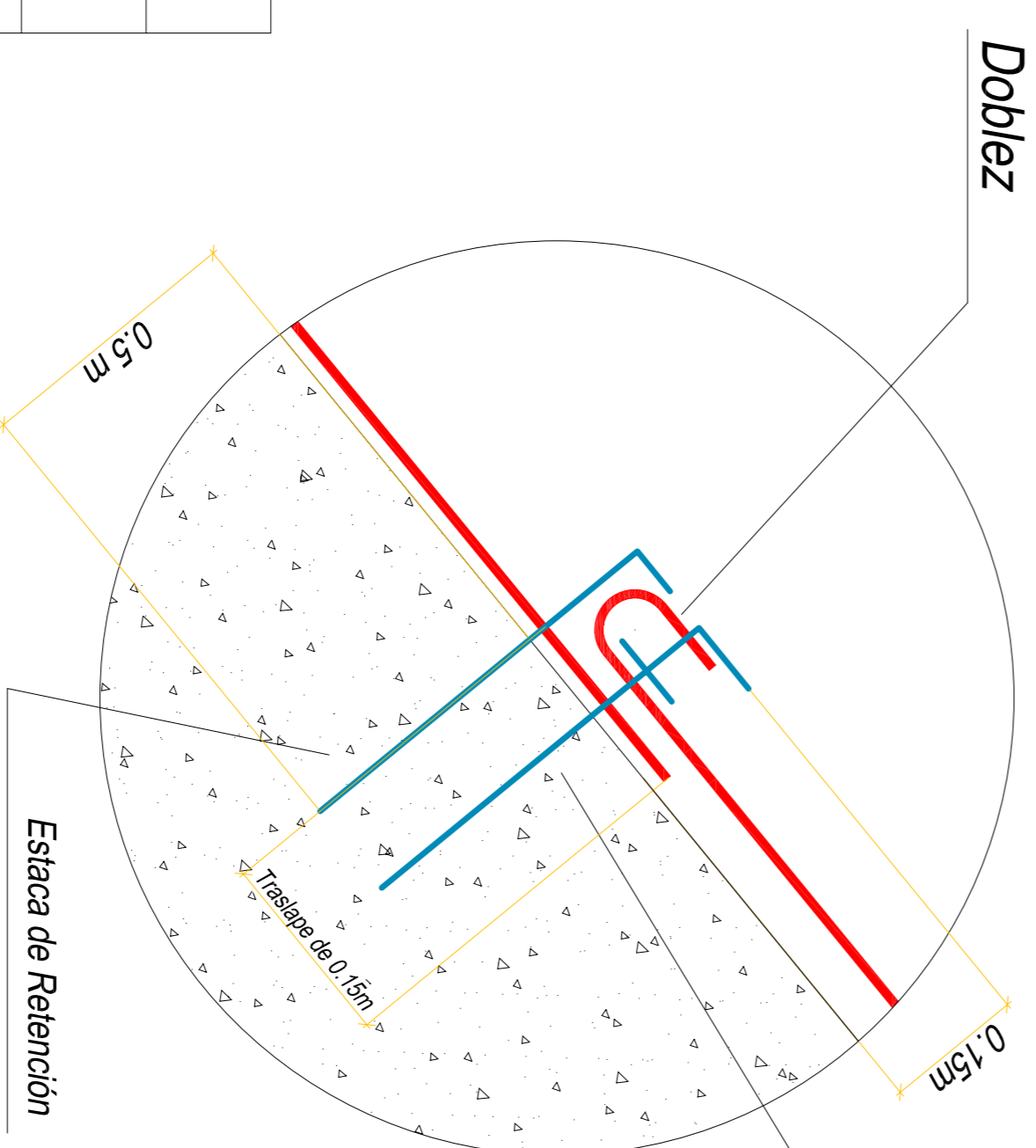
Patrón de Estacas h=0.1m



LEYENDA

Grava (GP) del talud post-corte	
GeoMalla Baxial Tensar BX 1200	
Anclaje de GeoMalla BX 1200	
Estaca de cont. de GeoMalla BX 1200	
GeoManto SC 150	
Suelo Orgánico Compactado sobre GP	
Estaca de anclaje de GeoManto (h=0.1m)	

Detalle de Traspase y Estaca de Retención



Aparato de Anclaje

Nota:
Las Estacas y Anclajes deberán ser clavadas directamente sobre el terreno con la ayuda de combas

Obs: Buscar los detalles constructivos en las Especificaciones Técnicas del Cap. V

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO BARRANCO

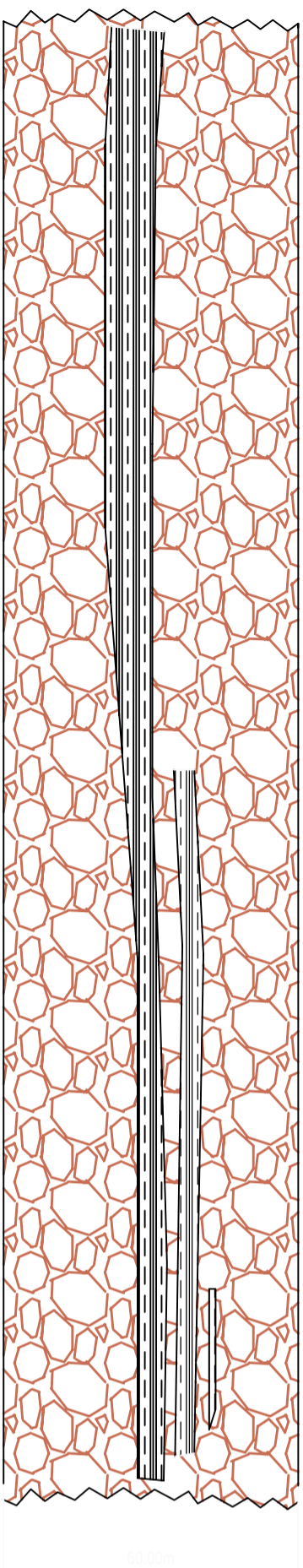
TESISTA: ALAN RAÚL GRANDOS LÓPEZ

ASESOR: ING. MANUEL OLCESE F.

PLANO: DETALLE GEOSINTÉTICOS

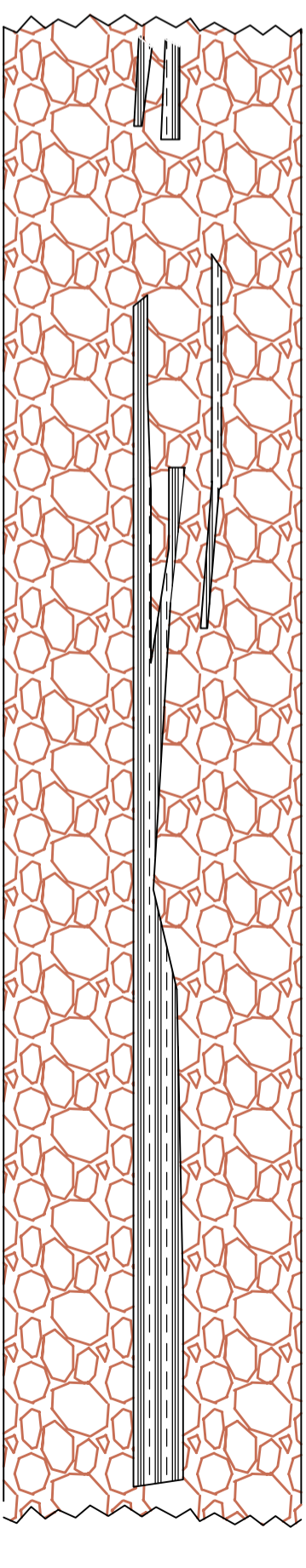


ESCALA INDICADA	PROYECTO: BIC	DISEÑO:	REVISADO:	APROBADO:	Nº = 09 / 09
FECHA: abril 2006	A. Grandos L.				2006
DIMENSIONADO: AGL					



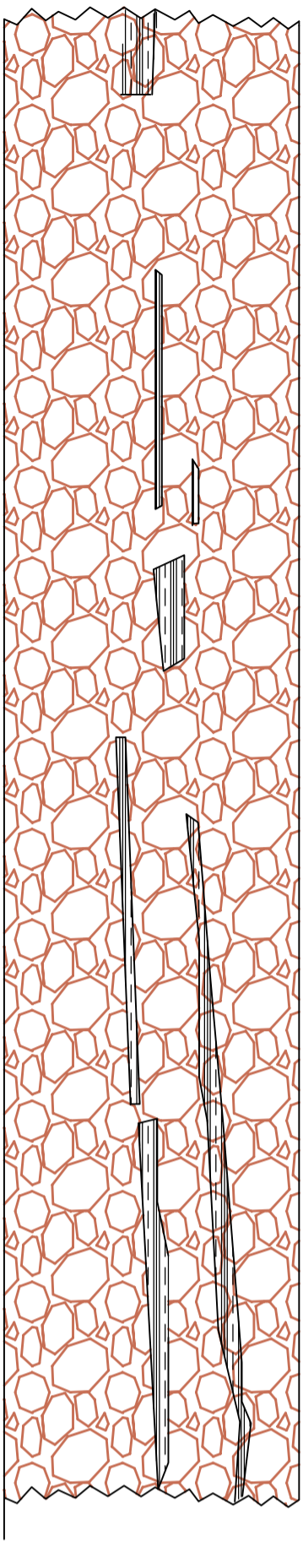
00+000

00+145



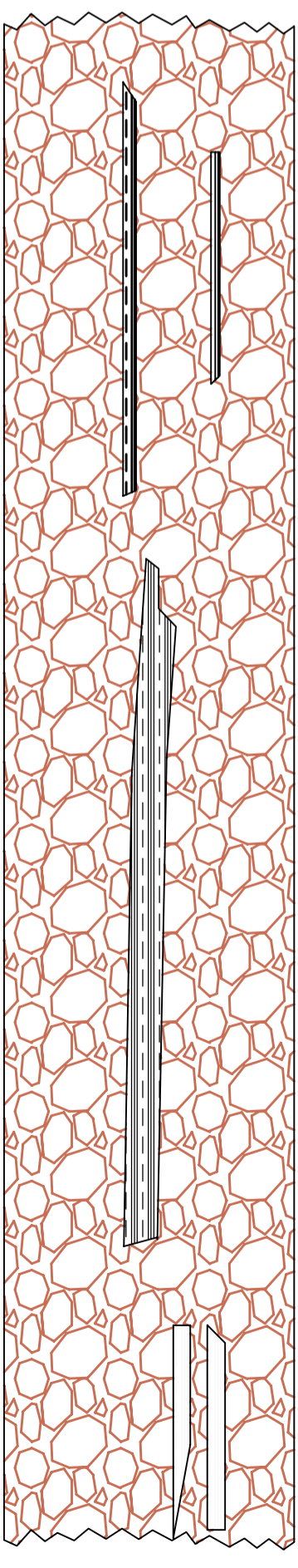
00+145

00+290



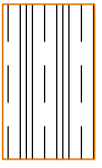
00+290

00+435



00+435

00+580

	GRAVA (GP)
	LENTES DE MATERIAL FINO (LIMO)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
 INGENIERÍA CIVIL

ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO

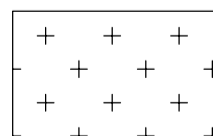
TESIS: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
 TESISISTA:
 ASesor: ING. MANUEL OLCESE F.
 PLANO: CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES



ESCALA INDICADA	PROYECTO: BIC	DISEÑO: BIC	REVISADO:	APROBADO:
FECHA: abril 2006	A. Grandos L.	A. Grandos L.		
DIBUJO: AGL	MODIF:	MODIF:	MODIF:	
				N° = 04/09
				2006



Estructuras existentes

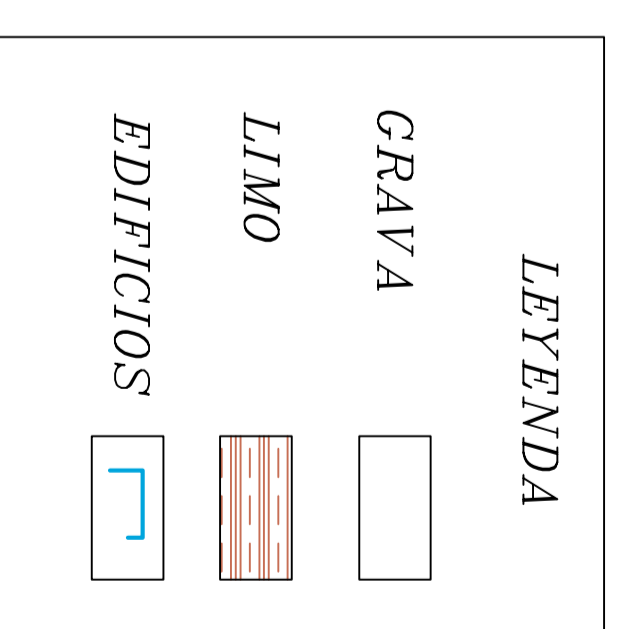
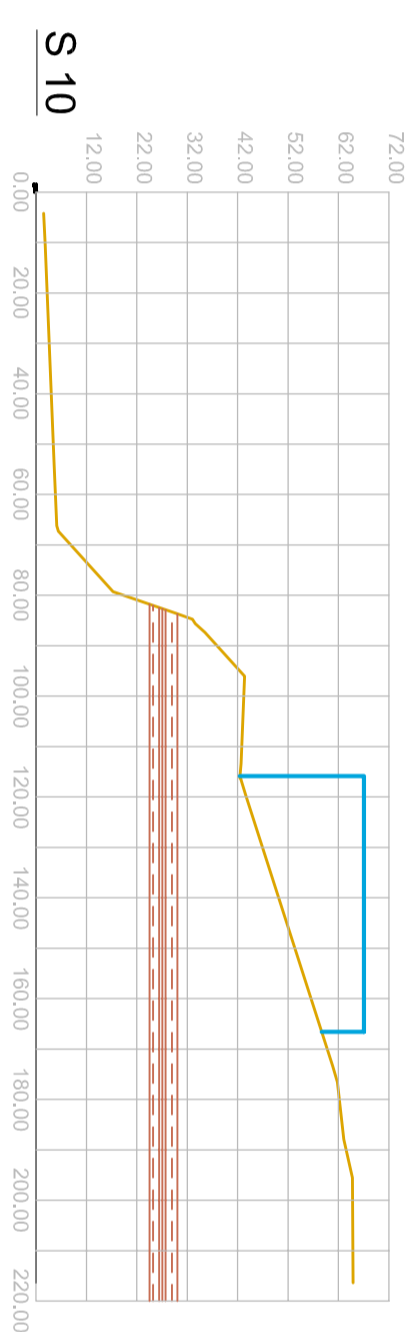
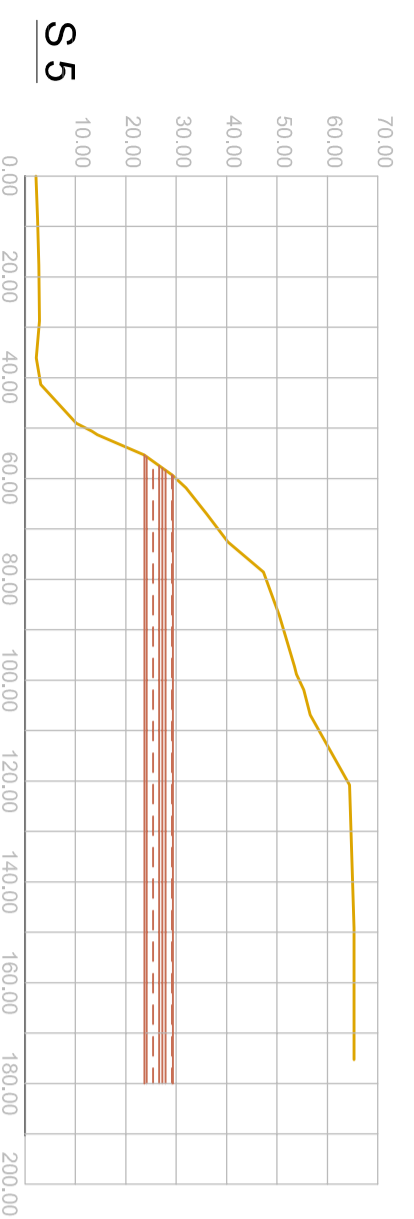
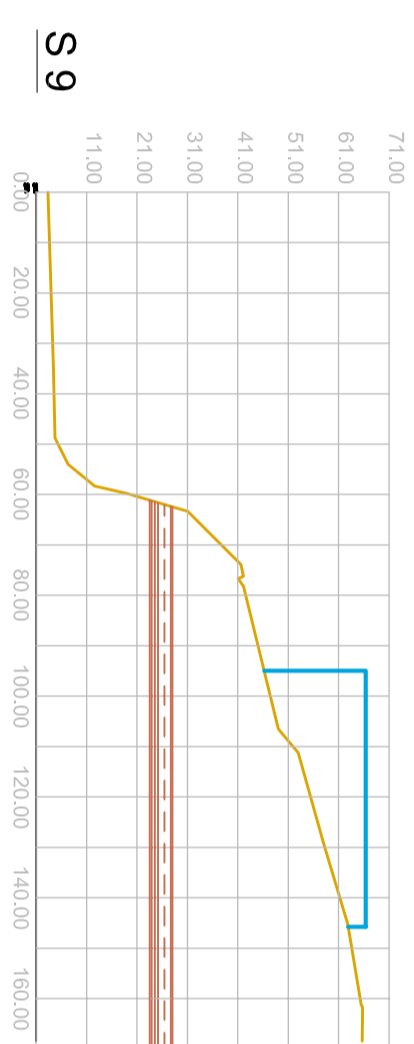
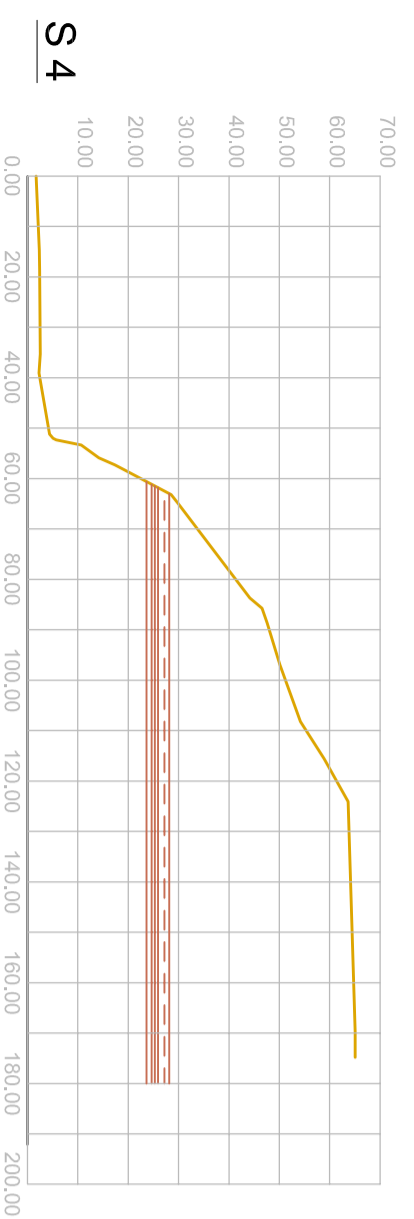
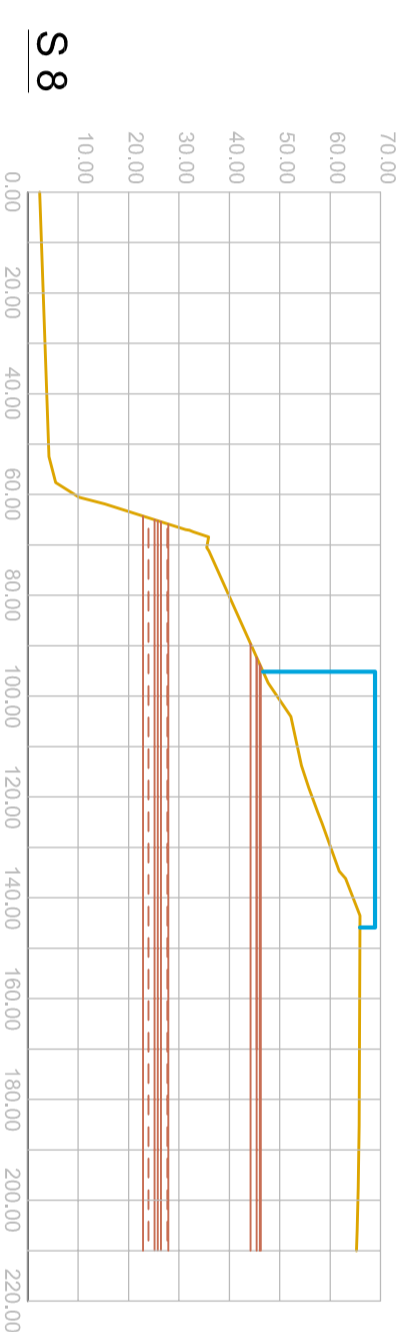
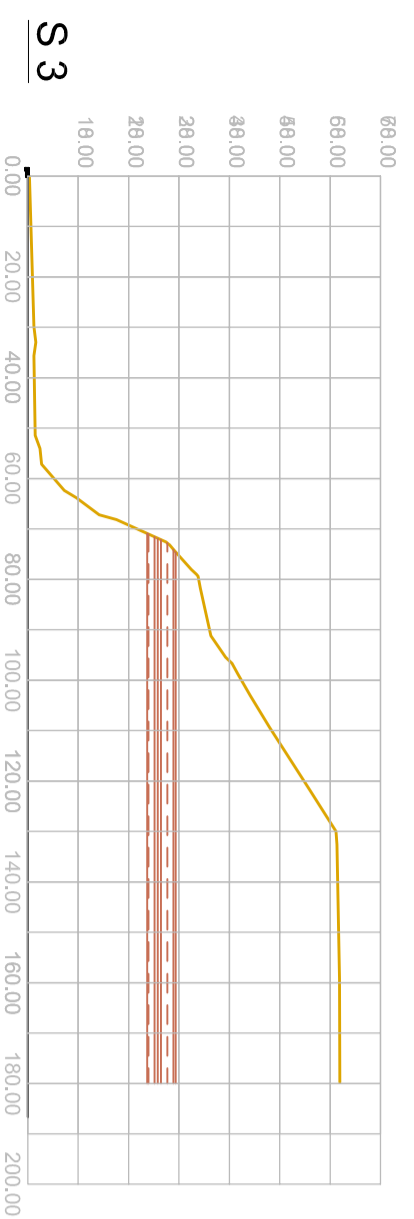
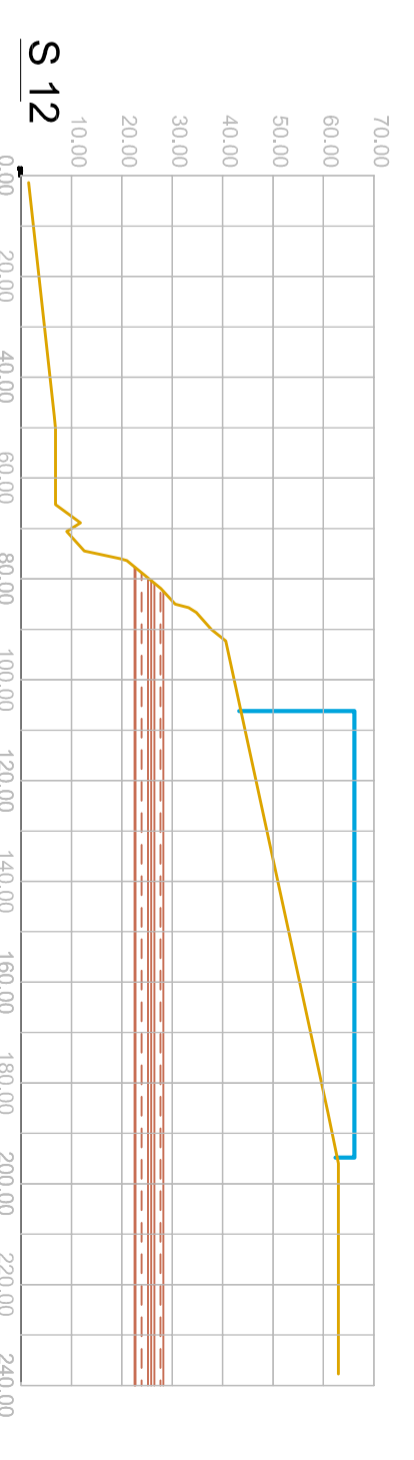
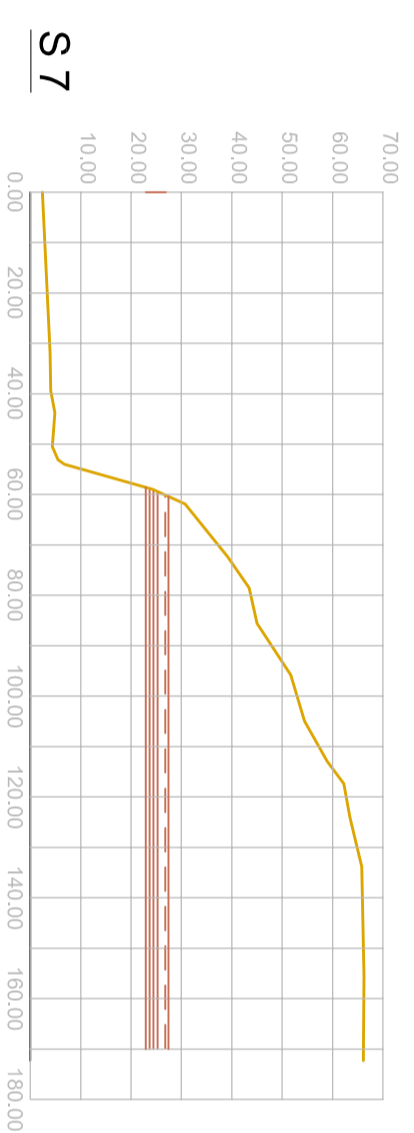
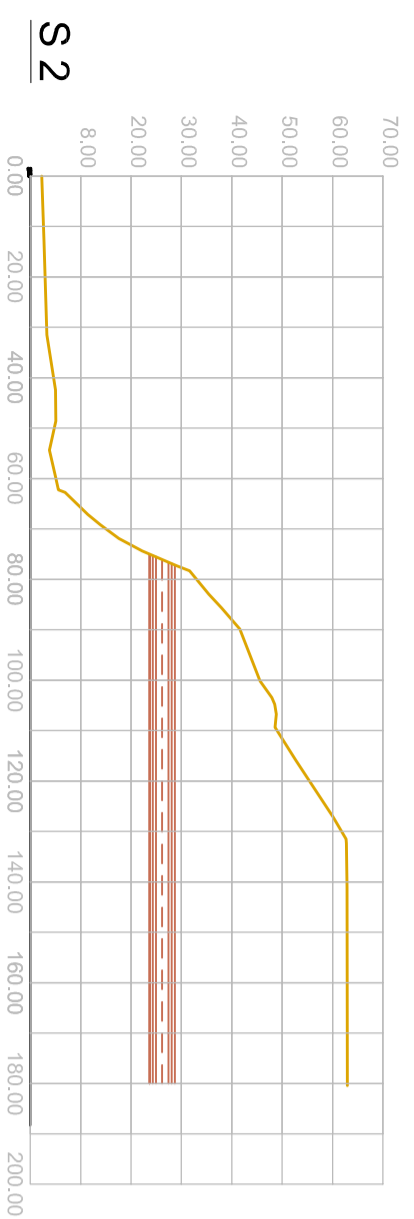
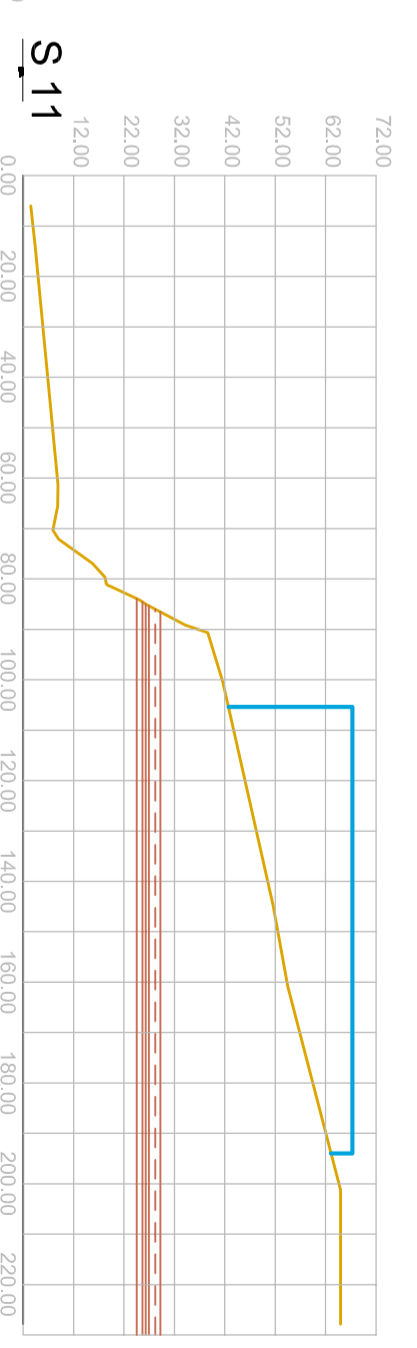
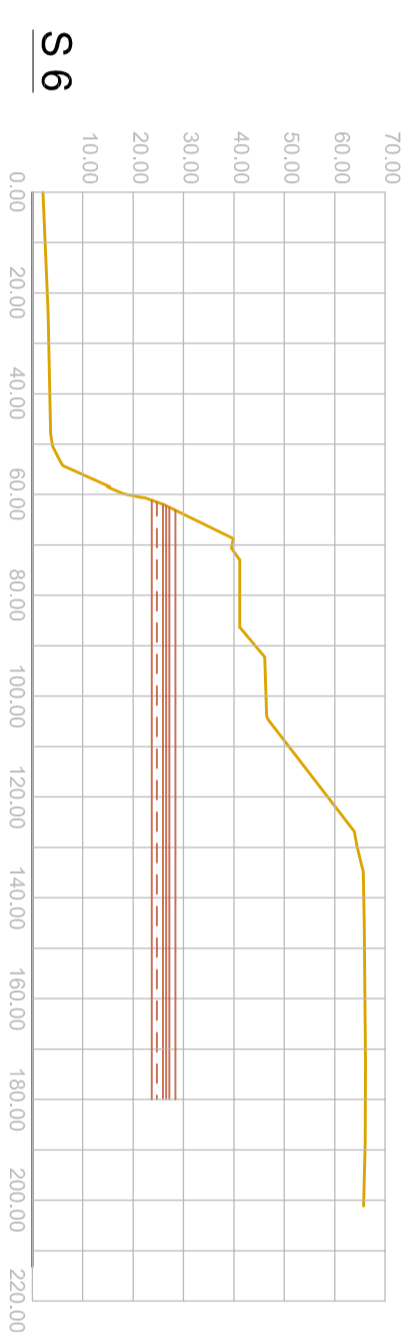
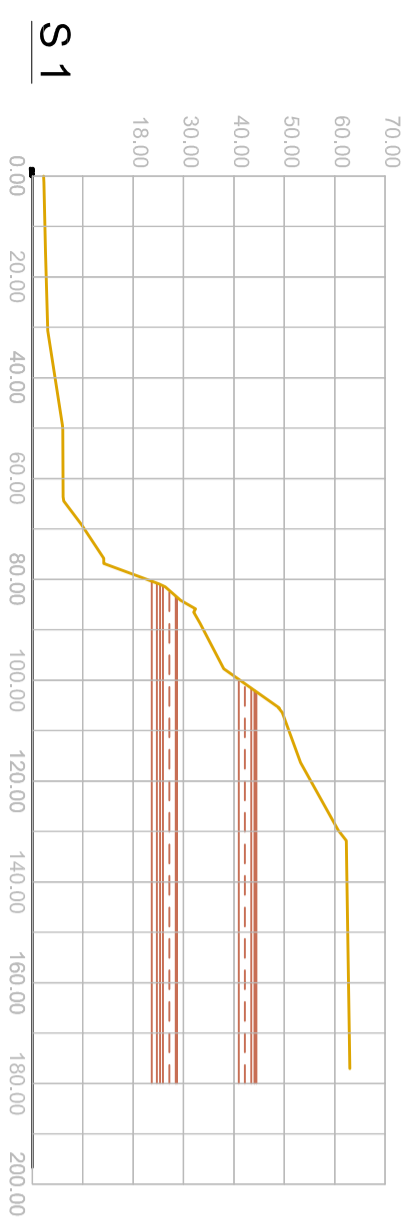


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO
TESISTA: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
ASESOR: ING. MANUEL OLCESE F.
PLANO: VISTA EN PLANTA – SECCIONES PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD



ESCALA: 1/1250	PROYECTO: BIC A. Granados L.	DISEÑO: BIC A. Granados L.	REVISADO:	APROBADO:	N° 05/09 2006
FECHA: abril 2006	MODIF:	MODIF:	MODIF:		
DIBUJO: AGL					



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL

ESTABILIZACION DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO

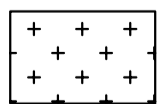
TESIS: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
 TESIS: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
 ASESOR: ING. MANUEL OLCESE F.
 PLANO: SECCIONES PARA EL ANALISIS (1@12)

ESCALA: 1:1500	PROYECTO: BIC	DISEÑO: BIC	REVISADO:
FECHA: abril 2006	A. Granados L. MOPJE:	A. Granados L. MOPJE:	
DIBAJÓ: AGL			APROBADO:

N° = 06/09
2006



Estructuras existentes

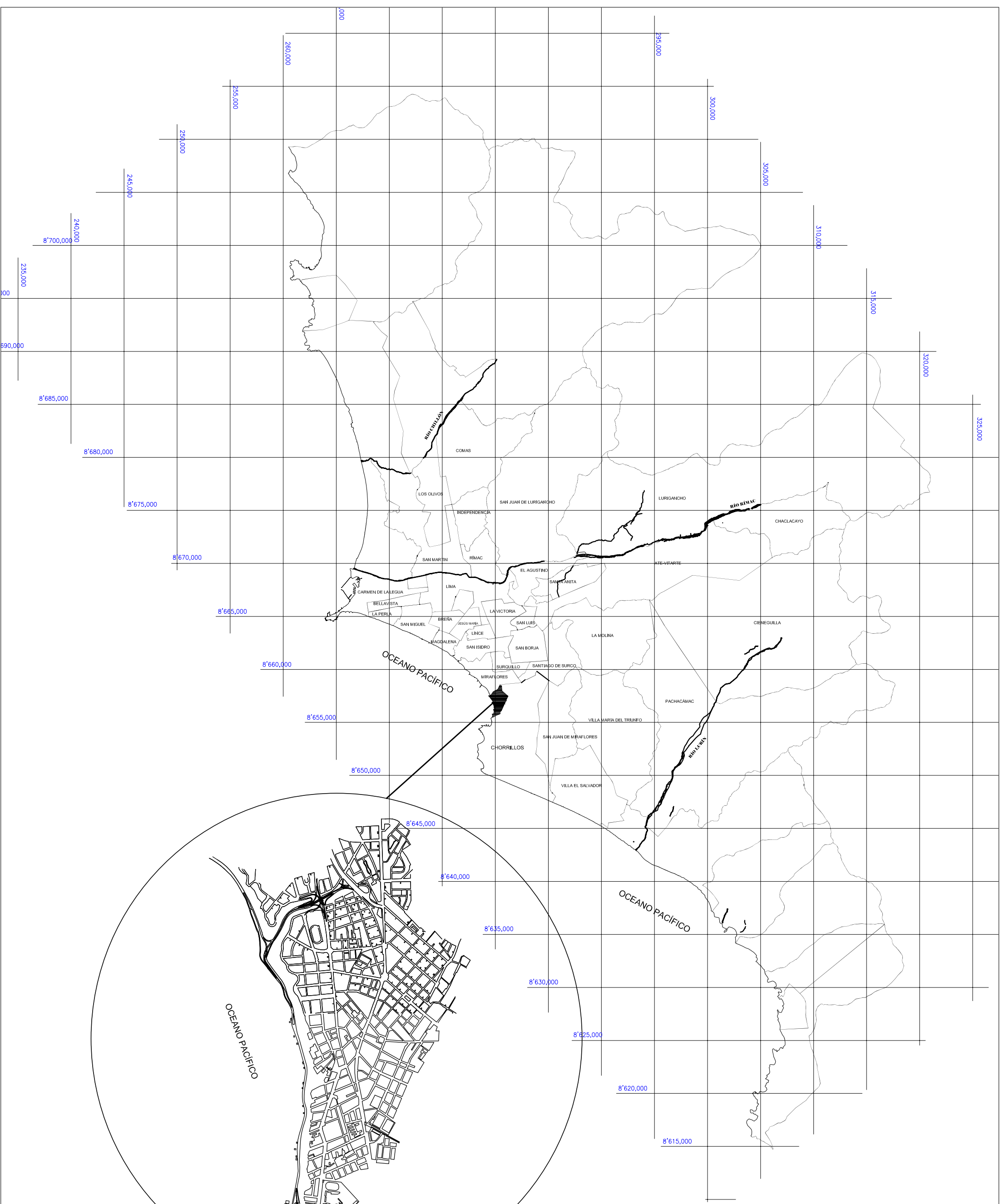


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
INGENIERÍA CIVIL

TESIS: ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO
TESISTA: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
ASESOR: ING. MANUEL OLCESE F.
PLANO: PLANTA – SECCIONES PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS



ESCALA: 1:1250	PROYECTO: BIC ALAN GRANADOS L.	DISEÑO:	REVISADO:	APROBADO:	N°= 07/09 2006
FECHA: abril 2006	MODIF:	MODIF:	MODIF:		
DEBUC: AGL					

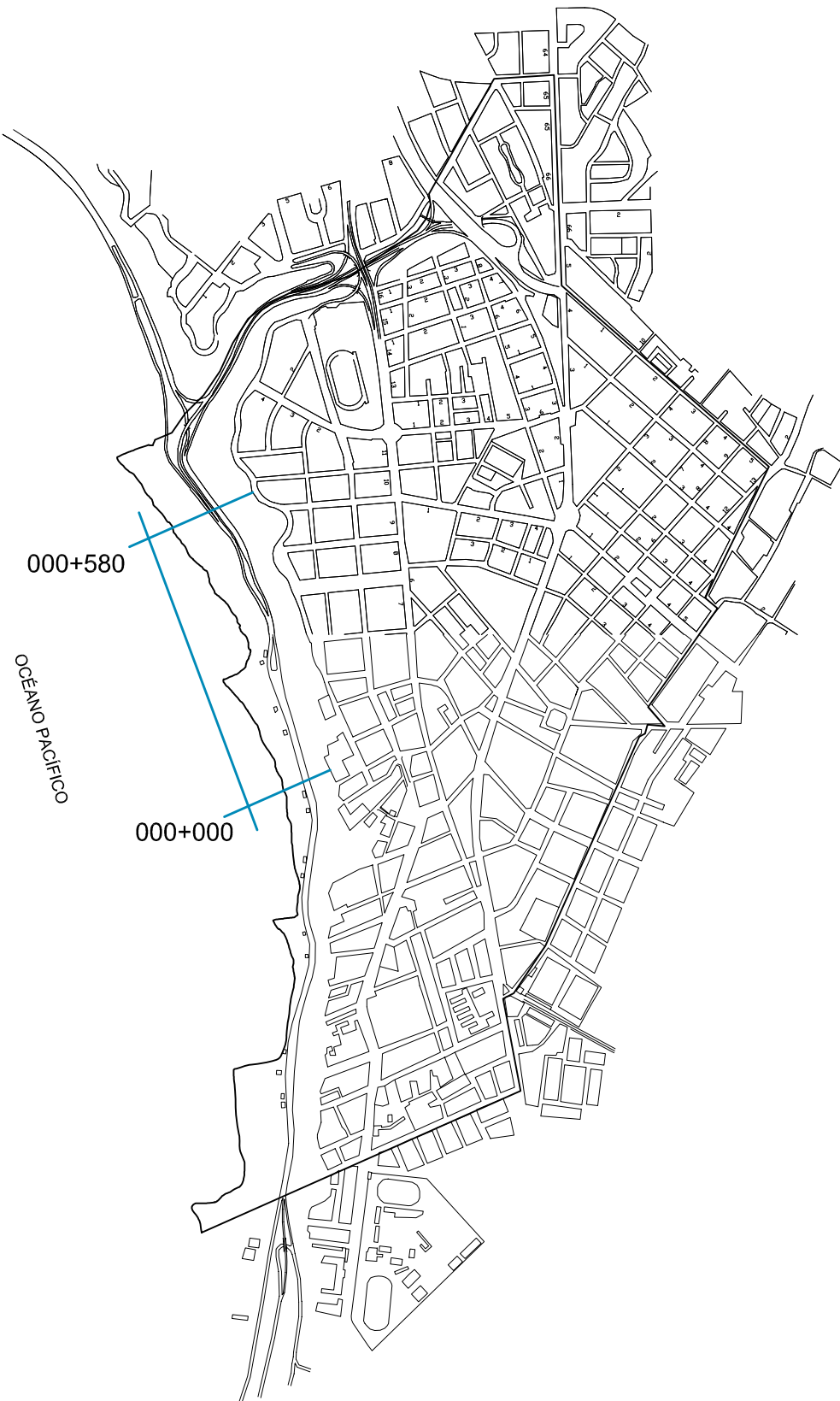


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA INGENIERÍA CIVIL				
TESIS: ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO				
TESISISTA: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ				
ASESOR: ING. MANUEL OLCESE F.				
PLANO: UBICACIÓN DEL DISTRITO DE BARRANCO				
ESCALA: INDICADA	PROYECTO: BIC	DISEÑO:	REVISADO:	APROBADO:
FECHA: abril 2006	A. Granados L.	MODIF:	MODIF:	MODIF:
DIBUJO: AGL				
				N°= 01/09 2006



00+580

00+000



000+580

000+000

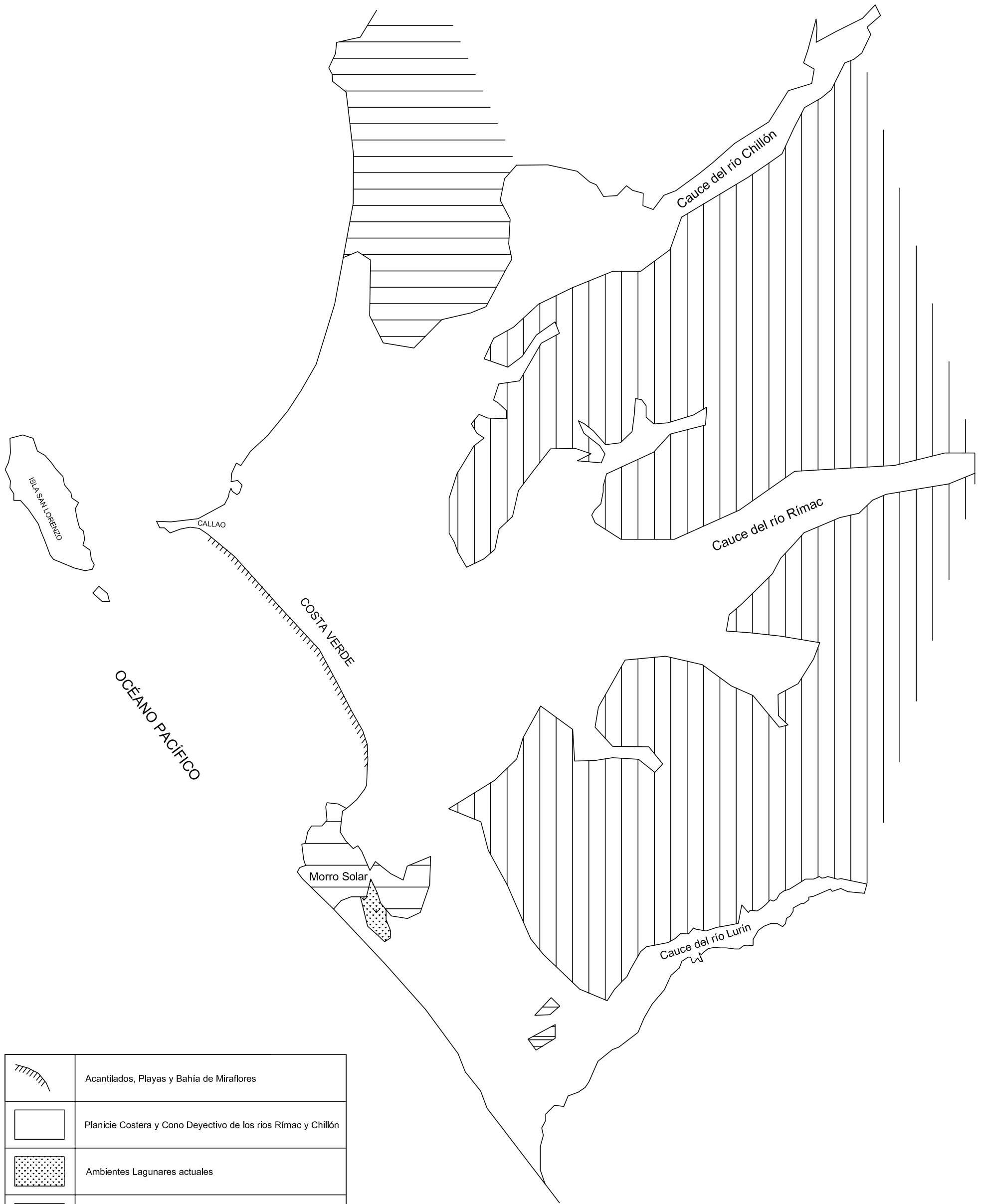
OCEANO PACIFICO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
INGENIERÍA CIVIL


TESIS: ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO
TESISTA: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ
ASESOR: ING. MANUEL OLCESE F.
PLANO: VISTA GENERAL - 3D



ESCALA: INDICADA	PROYECTO: BIC A. Granados L.	DISEÑO: BIC A. Granados L.	REVISADO:	APROBADO:	N° = 02/09 2006
FECHA: abril 2006	MODIF:	MODIF:	MODIF:		
DIBUJO: AGL					



	Acantilados, Playas y Bahía de Miraflores
	Planicie Costera y Cono Deyectivo de los rios Rímac y Chillón
	Ambientes Lagunares actuales
	Colinas, Lomas y Monte-islas
	Estribaciones de la Cordillera Occidental

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA INGENIERÍA CIVIL					
TESIS: ESTABILIZACIÓN DEL TALUD DE LA COSTA VERDE EN LA ZONA DEL DISTRITO DE BARRANCO TESISISTA: ALAN RAÚL GRANADOS LÓPEZ ASESOR: ING. MANUEL OLCESE F. PLANO: GEOMORFOLOGÍA					
ESCALA:	PROYECTO: BIC A.Granados L.	DISEÑO: BIC A.Granados L.	REVISADO:	APROBADO:	 N°= 03/09 2006
FECHA: abril 2006	MODIF:	MODIF:	MODIF:		
DIBUJO: AGL					