

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



MUROS DE CONTENCIÓN CON SUELO REFORZADO
COMPARACIÓN DE COSTOS CON SISTEMA CONVENCIONAL

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

YASSER JAN VEGA GRANDE

.LIMA-PERÚ

2007

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Alberto y María, mis hermanos Joe y Manuel por el apoyo constante brindado durante mis estudios y desempeño como profesional, gracias a ellos tuve la oportunidad de seguir esta hermosa carrera de Ingeniería. A mis compañeros y amigos que conocí durante mi experiencia profesional por todos los consejos brindados que me permiten crecer y aprender cada día cosas nuevas de esta profesión. A los profesores de esta casa de estudios por las enseñanzas brindadas y de manera especial a mis asesores durante el curso integrador "Aplicación de Geotécnicos en obras de Ingeniería Civil" dictado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería los Ingenieros Roger Hidalgo y José Martínez por todo el apoyo y consejos brindados.

ÍNDICE

RESUMEN	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE GRÁFICOS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	8
1.1. Definición de Muro de Contención	8
1.2. Tipos de estructuras de contención	8
1.2.1. Muros masivos rígidos	8
1.2.2. Muros masivos flexibles	9
1.2.3. Suelos reforzados	9
1.2.4. Estructuras ancladas	10
1.2.5. Estructuras enterradas	11
CAPÍTULO 2: PROCESO CONSTRUCTIVO	13
2.1. Muro de contención de suelo reforzado con geotextil	13
2.1.1. Preparación del suelo de fundación	13
2.1.2. Colocación del Geotextil	13
2.1.3. Colocación del material de relleno	14
2.1.4. Construcción de las capas	14
2.2. Muro de contención con suelo reforzado (Sistema Terramesh)	17
2.2.1. Limpieza y preparación del terreno	17
2.2.2. Colocación de los elementos terramesh	17
2.2.3. Llenado de las Cajas de los Elementos Terramesh	19
2.2.4. Colocación del Geotextil de Separación	21
2.2.5. Colocación del Relleno Compactado	22
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS	26
3.1. Costos Directos	26
3.2. Costos Unitarios	26
3.2.1. Mano de Obra	26
3.2.2. Materiales	26
3.2.3. Equipos y Herramientas	27
3.3. Análisis de costos para la construcción de un muro de contención	27
3.3.1. Muro de contención de concreto	27
3.3.2. Muro de contención de suelo reforzado con sistema terramesh	28
3.3.3. Muro de contención de suelo reforzado con geotextil	28

3.3.4. Análisis de resultados	29
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	36
ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO	37
ANEXO 2 EVALUACIÓN DEL MACIZO ROCOSO	514
ANEXO 3: MEMORIA DE CÁLCULO	64
ANEXO 4: PRESUPUESTO	92
ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO	118
ANEXO 6: PLANOS	122

RESUMEN

El presente informe fue elaborado como parte del curso integrador "Aplicación de Geosintéticos en obras de Ingeniería Civil". El tema desarrollado como trabajo fue el proyecto de un Muro de Contención con suelo reforzado utilizando terramesh, enfocándose en este informe al análisis del costo de la construcción de esta estructura.

Se analizaron tres alternativas para un muro de contención (de 3m de altura y 6m de largo) dos de ellas con suelo reforzado (geotextil y terramesh) y una de concreto simple con la finalidad de comparar los costos de cada una de las estructuras y saber cual de ellas resultaba más económica.

Luego de realizar un análisis de costos de las tres alternativas para la construcción del muro de contención (de 3m de altura y 6m de largo), se obtuvo como resultado que el muro de contención con suelo reforzado con sistema terramesh resultaba más económico en un 20.7% comparado con el muro de concreto simple y 8.4% menos que con geotextil.

Otras de las ventajas que se encontraron durante la construcción del proyecto es su menor tiempo de ejecución en comparación con el muro de concreto ya que no tiene tiempos de espera de encofrado de la estructura y fraguado del concreto. Los resultados obtenidos en este trabajo no serán siempre los mismos en otros proyectos, pero son de utilidad para mostrar otras alternativas que pueden ser usadas en la ingeniería como parte de una solución alternativa al concreto para muros de contención.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Muros masivos rígidos	8
Figura 2: Muros masivos flexibles	9
Figura 3: Suelos reforzados	10
Figura 4: Muro anclado	11
Figura 5: Tablestacas	11
Figura 6: Muro pantalla	12
Figura 7: Instalación del rollo de geotextil	15
Figura 8: Detalle del montículo de 30 a 60 cm	15
Figura 9: Tercera capa de relleno concluida	16
Figura 10: Colocación de la formaleta en la capa superior	16
Figura 11: Limpieza y preparación del terreno	17
Figura 12: Primera hilera del elemento terramesh	18
Figura 13: Amarre del elemento terramesh	18
Figura 14: Primera hilada de elementos terramesh terminada	19
Figura 15: Colocación de piedras en los elementos terramesh	20
Figura 16: Colocación del geotextil de separación	21
Figura 17: Riego del material de relleno	23
Figura 18: Colocación del relleno estructural	24
Figura 19: Compactación con plancha vibratoria	24
Figura 20: Control de compactación	24
Figura 21: Control de compactación (cono de arena)	25
Figura 22: Relleno estructural concluido	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Costos por partidas	29
Gráfico 2: Incidencia de cada partida en el presupuesto	29
Gráfico 3: Costos por partidas	30
Gráfico 4: Incidencia de cada partida en el presupuesto	30
Gráfico 5: Costos por partidas	31
Gráfico 6: Incidencia de cada partida en el presupuesto	31
Gráfico 7: Comparación de costos	32

INTRODUCCIÓN

Las estructuras de contención son obras civiles construidas con la finalidad de proveer estabilidad contra la ruptura de macizos de tierra o roca. Existen diversos tipos de estructuras de contención como son los muros masivos rígidos, muros masivos flexibles, suelos reforzados, estructuras ancladas y estructuras enterradas cada una de ellas con diferente geometría, proceso constructivo, materiales, costos y tiempos de ejecución de acuerdo a las características de la zona donde serán construidas.

El uso de geotextiles para reforzar suelos ha permitido que esta técnica pueda ser usada en una gran variedad de aplicaciones, por ejemplo, muros de suelo reforzado, taludes reforzados y terraplenes reforzados construidos sobre suelos blandos o fundaciones inestables. Esta nueva técnica puede ser utilizada como una alternativa de solución a numerosos problemas de la ingeniería geotécnica.

El informe titulado "Muros de contención con suelo reforzado - Comparación de costos con sistema convencional" ha sido dividido en tres capítulos principales.

En el capítulo 1 se dan a conocer generalidades del tema, como son definiciones de un muro de contención y los tipos de estructuras que existen.

En el capítulo 2 desarrolla los procedimientos constructivos de los muros de contención con suelo reforzado con geotextil y terramesh.

Finalmente en el Capítulo 3 se analiza el costo de tres alternativas para la construcción de un muro de contención, dos de ellas con suelo reforzado (geotextil y terramesh) y la tercera con concreto simple.

Además de los capítulos mencionados al final del informe se presentan las conclusiones y recomendaciones. Así como anexos de los ensayos de laboratorio, evaluación del macizo rocoso, memorias de cálculo y presupuestos.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1. Definición de Muro de Contención

Las estructuras de contención o de relleno son obras civiles construidas con la finalidad de proveer estabilidad contra la rotura de macizos de tierra o roca. Las mencionadas estructuras sirven como elementos de soporte a las masas de suelo o roca, evitando el deslizamiento causado por su peso propio o por cargas externas. Ejemplos típicos de estructuras de contención son los muros de contención, los tablestacados y las paredes ancladas.

Aunque la geometría, el proceso constructivo y los materiales utilizados en las diversas estructuras citadas sean muy diferentes entre sí, todas ellas cumplen un objetivo común, soportando las presiones laterales ejercidas por el terreno, garantizando de esta manera su estabilidad.

1.2. Tipos de estructuras de contención

1.2.1. Muros masivos rígidos

Estructuras rígidas, generalmente de concreto, las cuales no permiten deformaciones importantes. Se apoyan sobre suelos competentes. (Fig. 1)

Tipos:



Figura 1. Muros masivos rígidos

1.2.2. Muros masivos flexibles

Se adaptan a los movimientos. Su efectividad depende de su peso y de la capacidad de soportar deformaciones importantes sin que se rompa su estructura. (Fig. 2)

Tipos:



Figura 2. Muros masivos flexibles

1.2.3. Suelos reforzados

Este tipo de estructura conjuga las propiedades mecánicas de dos diferentes materiales, siendo uno de ellos el suelo, caracterizado por su capacidad de resistencia a la compresión, y el otro el elemento de refuerzo, generalmente geosintéticos, cuyo aporte es su capacidad de resistencia a la tracción.

El comportamiento Interno del sistema debe su resistencia al refuerzo y externamente actúan como estructuras masivas por gravedad. (Fig. 3)

Tipos de suelos reforzados:

- Refuerzo con tiras metálicas
- Refuerzo con geotextiles
- Refuerzo con mallas

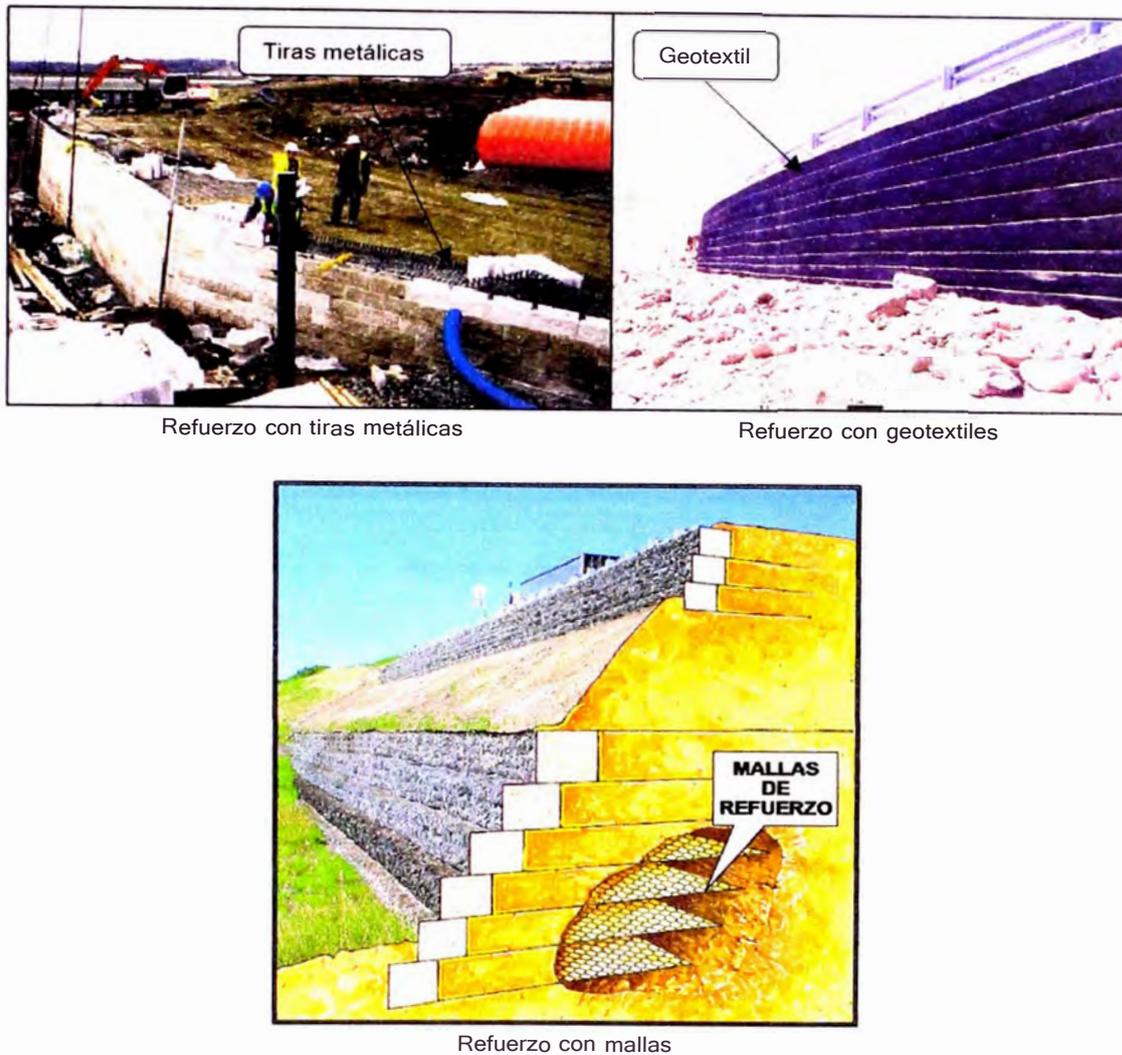


Figura 3. Suelos reforzados

1.2.4. Estructuras ancladas

En las estructuras ancladas generalmente se colocan varillas o tendones de acero en las perforaciones realizadas con taladro, posteriormente se inyecta un cementante. Los anclajes pueden ser pretensados para colocar una carga sobre un bulbo cementado o pueden ser cementados simplemente sin colocarles carga activa. (Fig. 4)

Tipos:

- Anclaje y pernos individuales
- Muros anclados
- Micropilotes



Figura 4. Muro Anclado

1.2.5. Estructuras enterradas

Son estructuras esbeltas, las cuales generalmente trabajan empotradas en su extremo inferior. Internamente están sometidas a esfuerzos de flexión y cortante. (Fig. 5 y 6)

Tipos:

- Tablestacas
- Pilas o caissons
- Pilotes
- Muros pantalla



Figura 5. Tablestacas



Figura 6. Muro Pantalla

CAPÍTULO 2

PROCESO CONSTRUCTIVO

Los muros y taludes en suelo reforzado se han convertido mundialmente en una alternativa de construcción frente a los muros de concreto y a los terraplenes conformados naturalmente, principalmente por la gran ventaja económica que estos ofrecen; en la mayoría de los casos es posible usar el suelo del sitio, y la facilidad constructiva para su ejecución; usando mano de obra no especializada para la construcción de la estructura.

A continuación se hará una breve descripción de las principales etapas que intervienen en el procedimiento constructivo de un muro de contención con suelo reforzado (geotextil y terramesh).

2.1. Muro de contención de suelo reforzado con geotextil

2.1.1. Preparación del suelo de fundación

El suelo de fundación puede ser el nivel del terreno, o en otros casos es necesario hacer un mejoramiento del suelo de fundación con un material de mejores características mecánicas.

2.1.2. Colocación del Geotextil

El rollo de geotextil deberá colocarse con el sentido a partir del cual se realizó el diseño, perpendicular al alineamiento horizontal del muro. Debe asegurarse en el sitio de tal manera que se prevenga cualquier movimiento durante la colocación del material de relleno.

Se debe garantizar como mínimo un traslapo de 30cm a lo largo de todos sus bordes.

Si se prevé grandes asentamientos en la fundación que puedan originar una separación entre los rollos traslapados, se recomienda la unión mediante una costura.

2.1.3. Colocación del material de relleno

El material deberá colocarse directamente sobre el Geotextil, compactando en capas de 20 cm de espesor con compactadores manuales.

El grado de compactación deberá ser al menos del 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio para el ensayo de Proctor modificado.

Evitar al máximo cualquier movimiento o arrugamiento del Geotextil durante la colocación del material de relleno.

Se recomienda que en todos los casos, al trabajarse los primeros 60 cm. más cercanos al borde del muro se trabaje con compactadores manuales.

2.1.4. Construcción de las capas

Para la construcción de las capas del sistema en suelo reforzado es necesario el uso de formaletas, que pueden ser de dos tipos: removibles o fijas. Las formaletas removibles son más económicas que las formaletas fijas pero no permiten obtener una completa verticalidad de la cara del muro o del terraplén si es el caso.

Instalar el rollo de geotextil directamente sobre el suelo de fundación (Fig. 7). Para conformar la cara del muro se utiliza una formaleta sencilla, consistente en una serie de ménsulas metálicas o de madera en forma de "L", que también pueden estar reforzadas con contrafuertes. Su cara vertical está compuesta por un tablón con una altura ligeramente superior a la capa que esté conformando.

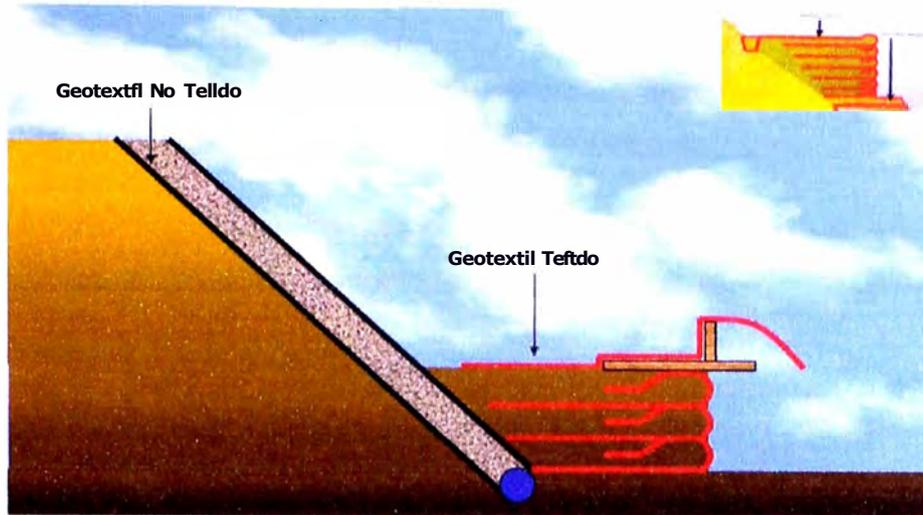


Figura 7. Instalación del rollo de geotextil

Se debe prever que al menos 1m de geosintético esté por fuera de la formaleta, para luego poder conformar el pliegue superior de cada una de las capas de refuerzo.

Instalar el material de relleno, según el proceso mencionado en el punto anterior.

Construir un Montículo de 30 a 60cm de ancho a partir de la cara del muro (Fig. 8). Este se realiza inmediatamente después de haber compactado la primera capa. Este montículo al terminar de compactarlo deberá alcanzar la altura de diseño de la capa a la cual pertenezca.

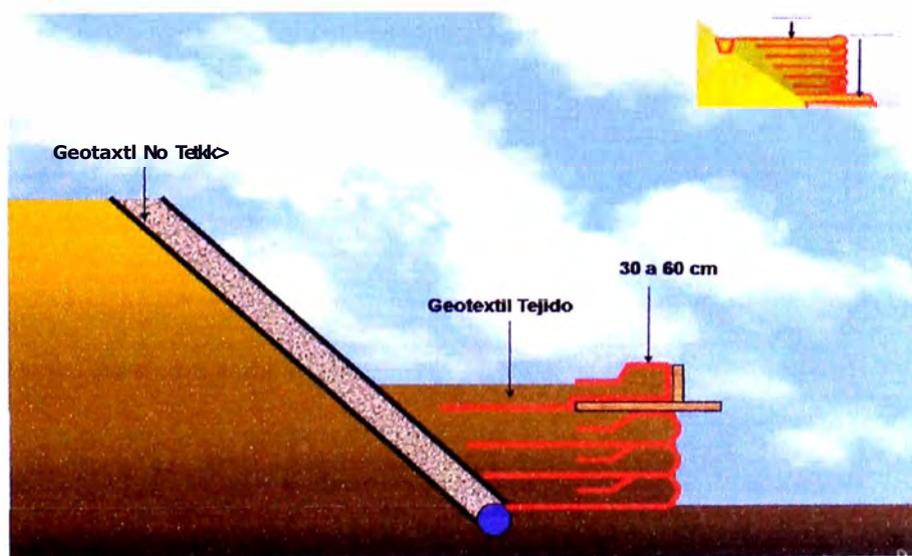


Figura 8. Detalle del montículo de 30 a 60cm

El extremo del geotextil que se había dejado suelto anteriormente para realizar el pliegue superior, se coloca sobre el montículo.

Se coloca más material de relleno para alcanzar la altura de diseño de la capa, posteriormente compactándolo. (Fig. 9)

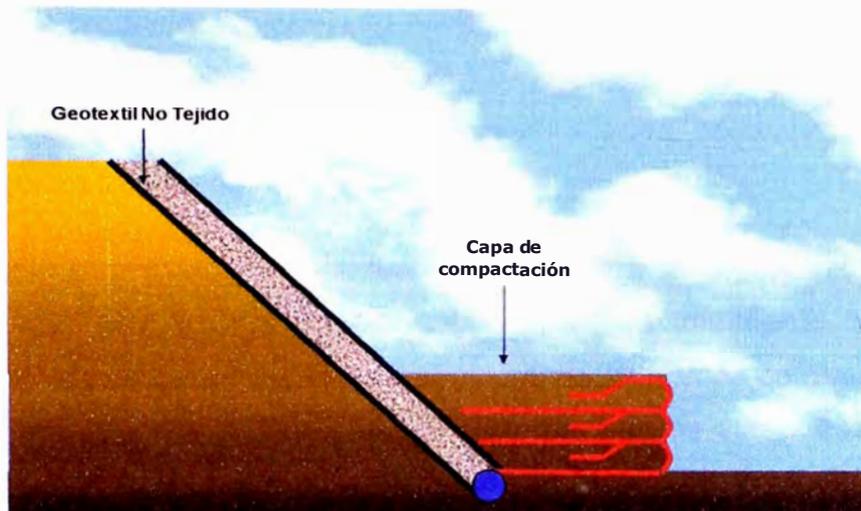


Figura 9. Tercera capa de relleno concluida

Se retira la formaleta, procediendo primero con los tablonces y posteriormente con las ménsulas. Esta misma formaleta se usa para continuar con las capas superiores. (Fig. 10)

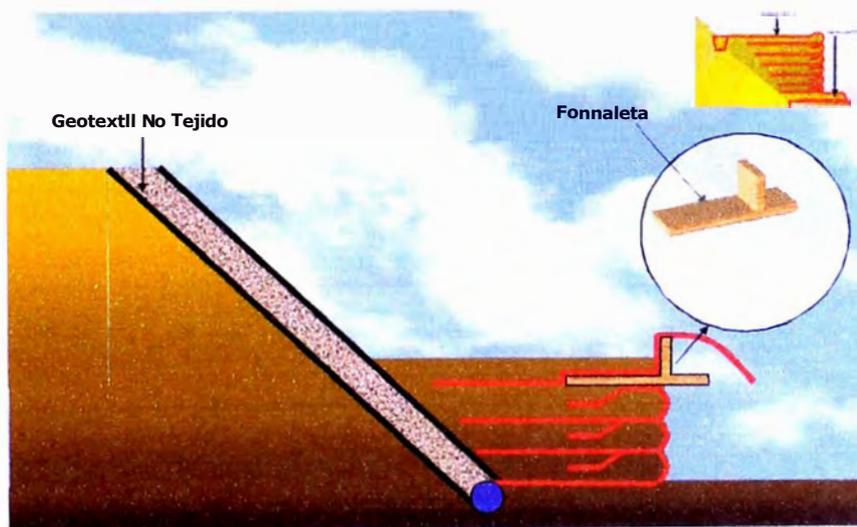


Figura 10. Colocación de la formaleta en la capa superior

2.2. Muro de contención con suelo reforzado (Sistema Terramesh)

2.2.1. Limpieza y preparación del terreno

Antes de iniciar la nivelación del terreno, se deben realizar trabajos de preparación de la superficie. Estos trabajos incluyen la limpieza del terreno de material orgánico así como la eliminación de todo material inadecuado para la cimentación del muro, tales como vegetación o suelo con presencia de raíces, suelos saturados o con excesiva humedad, escombros, desmonte y/o cualquier otro tipo de desechos.

La remoción de materiales inadecuados permitirá tener una superficie de cimentación estable que pueda soportar satisfactoriamente las cargas aplicadas por el peso propio del muro así como las demás cargas actuantes, evitando de este modo, los asentamientos diferenciales que puedan producir el colapso de la estructura. La Figura 11 muestra la etapa de limpieza y excavación masiva de la zona de trabajo.



Figura 11. Limpieza y preparación del terreno

2.2.2. Colocación de los elementos terramesh

Los elementos Terramesh deberán ser armados mientras estén vacíos, colocando la primera hilera en su ubicación definitiva (Fig. 12). Los amarres deberán hacerse utilizando el alambre suministrado por el mismo fabricante de los elementos Terramesh y en conformidad con las especificaciones técnicas del proyecto y bajo la aprobación del ingeniero de CQA.



Figura 12. Primera hilera del elemento terramesh

El amarre debe ser realizado pasando el alambre a través de todas las mallas que forman cada una de las aristas de los elementos, alternando una vuelta simple y una doble. El alambre deberá ser tensado de forma tal que los amarres estén firmes y ajustados pero se debe evitar causar daño al alambre, al utilizar herramientas manuales como alicates. El personal encargado de la instalación deberá asegurarse que las aristas ya amarradas no presenten movimientos relativos entre sí. (Fig. 13)



Figura 13. Amarre del elemento terramesh

Una vez que los elementos de la primera hilera han sido colocados y amarrados adecuadamente, las colas deberán ser desplegadas en toda su longitud y unidas en zonas puntuales, mediante amarres con alambre. Estos

amarres no cumplen ninguna función estructural, sino que facilitan el esparcido del material de relleno a colocarse posteriormente, evitando que las colas se muevan de su posición o sufran alguna deformación durante este proceso.

La Figura 14 muestra la disposición de una hilera de elementos Terramesh después de haber sido colocados, desplegados y amarrados convenientemente para ser posteriormente llenados con piedra.



Figura 14. Primera hilada de elementos terramesh terminada

2.2.3. Llenado de las Cajas de los Elementos Terramesh

Una vez que los elementos Terramesh han sido colocados en su ubicación definitiva, armados y sujetos correctamente, se procederá con el llenado de las cajas del paramento frontal. El material deberá consistir en piedras sanas, compactas, limpias y no solubles al agua de modo que se garantice la resistencia y estabilidad de la cara frontal del muro. El tamaño de las piedras deberá estar entre 150 y 250 mm, sin embargo se podrían utilizar tamaños mayores, siempre y cuando sean aprobados por el ingeniero de COA.

El personal encargado de la colocación de la piedra deberá hacerlo de modo tal que se minimice al máximo el índice de vacíos considerado en el diseño (entre 25% y 30% aproximadamente). Dependiendo de la altura del gavión, se llenará hasta alcanzar 30 cm y 25 cm para elementos de 1 m y 0.5 m de altura respectivamente. En el primer caso, los gaviones serán llenados en 3

capas mientras que para los gaviones de 50 cm de altura, el llenado se hará en sólo 2 capas. La Figura 15 ilustra esta etapa de la construcción.



Figura 15. Colocación de piedras en los elementos terramesh

Una vez que la primera capa del gavión ha sido llenada con la piedra, se colocaran 2 tensores horizontales por cada caja, a la misma altura uno del otro, para asegurar la forma cúbica del elemento y evitar deformaciones generadas por el proceso de llenado. En el caso de los elementos de 50 cm de altura, los tensores se colocarán a la mitad de la altura del elemento, mientras que para el caso de los elementos de 1 metro de altura, se colocarán tensores a los tercios de la altura del mismo.

Los tensores podrán ser hechos del mismo alambre utilizado para el amarre de las aristas de los elementos Terramesh, el cual es proporcionado por el proveedor del producto.

Los gaviones frontales del elemento Terramesh deberán ser llenados a una altura equivalente a la altura del gavión (50 cm ó 1 metro dependiendo del elemento utilizado) mas 25 mm a 50 mm adicionales, con la finalidad de evitar posteriores deformaciones de los elementos. Superar esta altura podría generar problemas al momento de cerrar las cajas de los elementos Terramesh.

Una vez terminado el llenado de los gaviones, se toma la tapa del elemento, hasta entonces doblada hacia el lado exterior, y se la coloca sobre su respectiva caja para permitir el cierre definitivo del gavión, amarrando los bordes superiores de la tapa a cada panel vertical. En lo posible, se deberán amarrar los bordes en contacto de elementos Terramesh adyacentes.

2.2.4. Colocación del Geotextil de Separación

El geotextil deberá ser no tejido y se colocará entre la cara interna de las cajas de gaviones llenas y el relleno estructural, tal como muestra la Figura 16. La función de este geotextil será de separación de materiales evitando que materiales finos del relleno estructural pasen a través de los gaviones, los cuales están llenos de piedras, formando una pared altamente permeable.



Figura 16. Colocación del geotextil de separación

El geotextil no tejido será cortado en paños de longitud equivalente a la longitud del muro a construir y con un ancho igual a la altura del gavión más 50 cm de material a desplegarse antes de colocar el relleno estructural y otros 50 cm que irán sobre la última capa del relleno ya colocado y compactado. Es decir, para gaviones de 0.50 metros de altura, tendremos paneles de geotextil de 1.50 m de ancho, mientras que para gaviones de 1 metro de altura, el ancho de los paneles será de 2 metros.

Una vez colocado el geotextil, se utilizará el alambre de amarre para fijar los paños de geotextil a la malla desplegada sobre la base y sobre la cara interna de los gaviones. El espaciamiento de los elementos sujetadores podría estar entre 40 y 50 cm.

2.2.5. Colocación del Relleno Compactado

El material de relleno estructural debe ser colocado, esparcido y nivelado en capas sueltas de 25 a 30 cm de espesor, de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas y luego deberán ser compactadas al porcentaje especificado de la máxima densidad seca obtenida del ensayo del Proctor Estándar.

Previo a la compactación del material de relleno estructural, este se deberá ser humedecido (Fig. 17) hasta lograr aproximarse al contenido de humedad óptimo, evitando a toda costa, el exceso de humedad en el material. Mientras se realice la colocación y/o compactación del material de relleno estructural, deberá mantenerse la posición e integridad del geotextil previamente colocado como separador de materiales.



Figura 17. Riego del material de relleno.

La compactación de las capas de material de relleno podrá realizarse con rodillos vibratorios o no vibratorios o equipos de compactación manuales. Sin embargo, no se recomienda el uso de equipos pesados dentro del área más próxima al paramento frontal, considerando un ancho de 1 metro. Para esta zona, se deberá utilizar equipos livianos como planchas compactadoras o compactadores tipo sapo.

Antes de empezar con la colocación de la siguiente capa de relleno estructural, el contratista deberá notificar al ingeniero de CQA para realizar las pruebas de compactación y humedad respectivas. Si las pruebas de campo efectuadas dan resultados satisfactorios, la capa se dará por aprobada y se autorizará la colocación del material de la siguiente capa.

En la figura 18 se puede observar la colocación del relleno estructural, las figura 19 muestran la compactación del material utilizando una plancha vibratoria, mientras que en la figura 20 y 21 se puede apreciar la ejecución de la prueba de densidad de campo. La figura 22 se puede observar el relleno concluido.



Figura 18. Colocación del relleno estructural.



Figura 19. Compactación con plancha vibratoria



Figura 20. Control de compactación

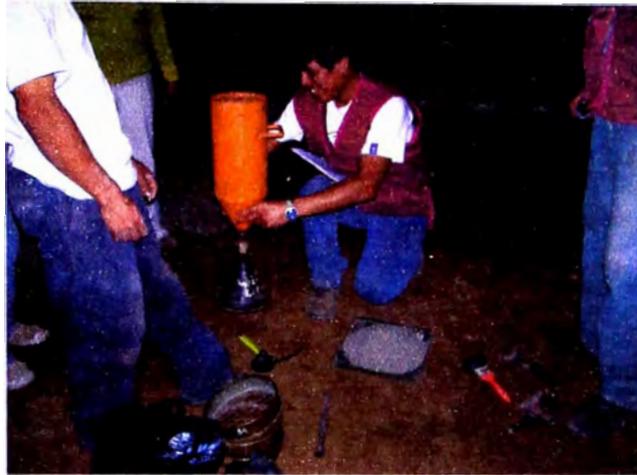


Figura 21. Control de compactación (Cono de Arena)



Figura 22. Relleno estructural concluido

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS

En el presente informe se analizarán los costos directos para la construcción de un Muro de contención con suelo reforzado (geotextil y terramesh) y serán comparados con una alternativa de Muro de concreto, para ver cual de estas tres alternativas resulta más económica.

Previamente al análisis de los costos de estas estructuras daremos algunas definiciones básicas de Costos directos.

3.1. Costos Directos

Se define los costos directos como aquellos que están directamente relacionados con la obra. Estructuralmente este costo directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

3.2. Costos Unitarios

Los costos unitarios están definidos por la sumatoria de materiales, mano de obra y equipos y herramientas.

3.2.1. Mano de Obra

El costo de la mano de obra está definido por dos parámetros:

- El costo de un obrero de construcción civil por hora o también llamado generalmente hora-hombre.
- El rendimiento de un obrero o cuadrilla de obreros para ejecutar determinado trabajo, parámetro muy variable.

3.2.2. Materiales

El costo de los materiales está determinado por dos parámetros:

- Aporte Unitario del material, corresponde a la cantidad material o insumo que se requiere por unidad de medida (m^2 , m^3 , etc.)

- Precio del material, el cual debe considerar el precio del material en el origen (donde se cotiza), el flete terrestre, almacenaje, pagos de aduana (si son adquiridos fuera del país), etc.

3.2.3. Equipos y Herramientas

Existen diversas maquinarias y equipos según los tipos de obras, sin embargo el análisis del costo del equipo tiene en consideración dos parámetros básicos: costos de operación y costos de posesión.

Costo Hora-Maquina, determinado a través del análisis del costo del alquiler de equipo por hora, siendo este costo variable en función al tipo de máquina, potencia del motor, antigüedad, etc.

3.3. Análisis de costos para la construcción de un muro de contención

El Muro de contención a ser analizado tiene una altura de 3m y una longitud de 6m. Se encuentra ubicado dentro del Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería, a espaldas del mini completo deportivo Jesús Arias Dávila de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica.

3.3.1. Muro de contención de concreto

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Obra: Muro de contencion con concreto simple

Fecha: Abr-07

Cliente: Universidad Nacional de Ingeniería

Tipo de Cambio: 3.18

Ubicación: Lima

Ítem	Descripción	Unid	Metrado	Precio Unitario	Subtotal (S/.)	Incidencia (%)
1.00	Obras Preliminares				95.9	0.6%
1.01	Limpieza de terreno y nivelacion	m2	12.60	7.61		
2.00	Movimiento de tierras				5,424.7	32.9%
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria	m3	88.74	61.13		
3.00	Concreto f c=210 kg/cm2				5,871.4	35.6%
3.01	Concreto rc=210kg/cm'	m3	21.30	275.65		
4.00	Encofrado y Desencofrado				2,593.4	15.7%
4.01	Encofrado y Desencofrado	m2	47.42	54.69		
5.00	Control de Calidad				2,494.0	151%
5.01	Ensayos de Laboratorio	glb	1.00	2,494.00		
COSTO DIRECTO (S/.)					16,479.3	100.0%

3.3.2. Muro de contención de suelo reforzado con sistema terramesh

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Obra: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

Fecha: Abr-07

Cliente: Universidad Nacional de Ingeniería

Tipo de Cambio: 3.18

Ubicación: Lima

Item	Descripción	Unid	Metrado	Precio Unitario	Subtotal (S/.)	Incidencia (%)
1.00	Obras Preliminares				774.2	5.9%
1.01	Limpieza de terreno y nivelacion	m2	32.00	7.61	243.5	
1.02	Recoleccion y acopio de Piedra	m3	30.00	17.69	530.7	
2.00	Movimiento de tierras				4,191.2	32.1%
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria	m3	62.64	66.91	4,191.2	
3.00	Terramesh System				5,721.0	43.8%
3.01	Instalacion de Elemento Terramesh 1.0x 1.0x 3.0m., malla 10d 2, diám. 3.7 mm	und	15.00	344.76	5,171.4	
3.02	Instalacion filtro geotextil Mactex MT400 en Terramesh System	m2	48.00	11.45	549.6	
4.00	Control de Calidad				2,386.0	18.3%
4.01	Ensayos de Laboratorio	glb	1.00	2,386.00	2,386.0	
COSTO DIRECTO (S/.)					13,072.5	100.0%

3.3.3. Muro de contención de suelo reforzado con geotextil

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Obra: Muro de Suelo Reforzado con Geotextil

Fecha: Abr-07

Cliente: Universidad Nacional de Ingeniería

Tipo de Cambio: 3.18

Ubicación: Lima

Item	Descripción	Unid	Metrado	Precio Unitario	Subtotal (S/.)	Total (S/.)
1.00	Obras Preliminares				182.6	1.3%
1.01	Limpieza de terreno y nivelacion	m2	24.00	7.61	182.6	
2.00	Movimiento de tierras				7,948.9	55.7%
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria	m3	118.80	66.91	7,948.9	
3.00	Instalación de Geotextil				3,762.0	26.4%
3.01	Instalacion de Geotextil	m2	162.00	19.46	3,152.5	
3.02	Instalacion de encofrado	m2	36.00	16.93	609.5	
4.00	Control de Calidad				2,374.0	166%
4.01	Ensayos de Laboratorio	glb	1.00	2,374.00	2,374.0	
COSTO DIRECTO (S/.)					14,267.6	100.0%

3.3.4. Análisis de resultados

En el gráfico 1 se puede observar que para la alternativa de concreto simple las partidas de mayor costo son Concreto $f_c=210\text{ kg/cm}^2$ y Movimiento de tierra, con una incidencia del 35.6% y 32.9% respectivamente del total del presupuesto como se aprecia en el gráfico 2.

Gráfico 1: Costo por Partidas

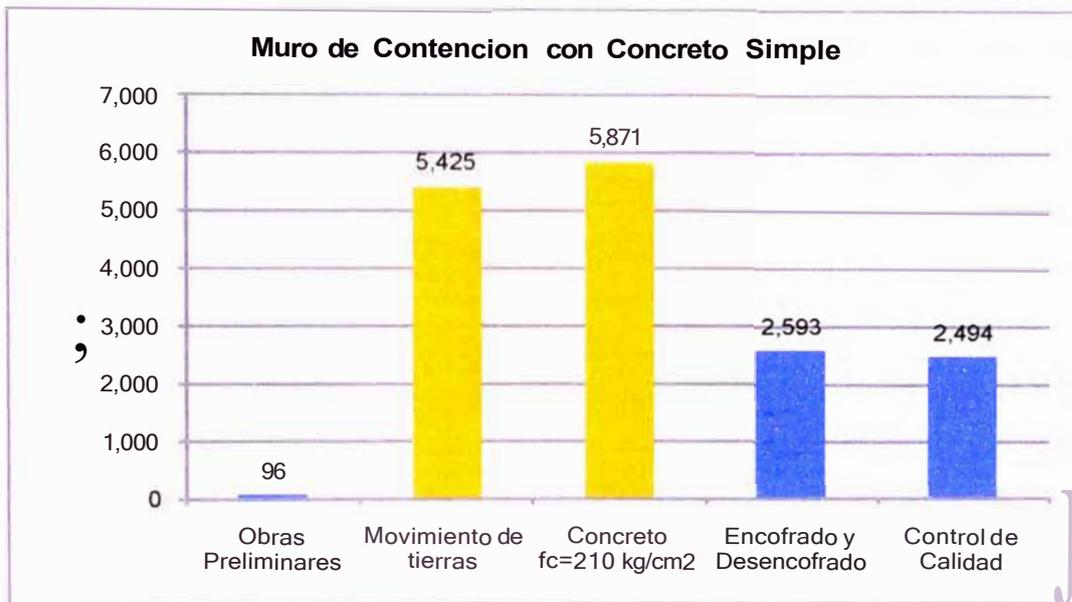
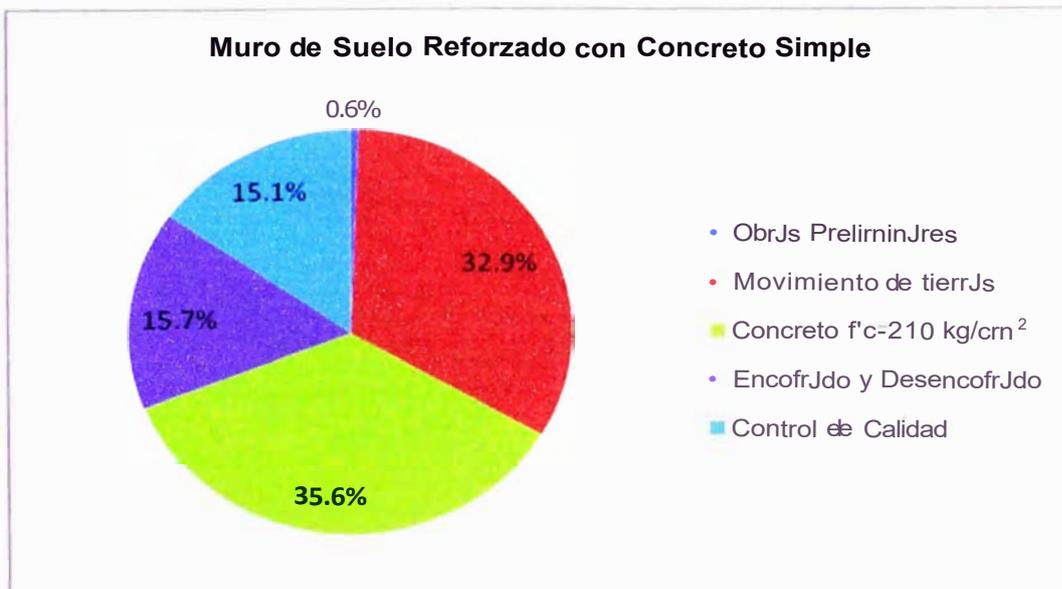


Gráfico 2: Incidencia de cada partida en el Presupuesto



La alternativa de un muro de suelo reforzado con sistema terramesh tiene sus mayores costos en las partidas de la instalación del terramesh y movimiento de tierras como se muestra en el gráfico 3. La incidencia de estas partidas son 43.8% y 32.1 % (Gráfico 4).

Gráfico 3: Costo por Partidas

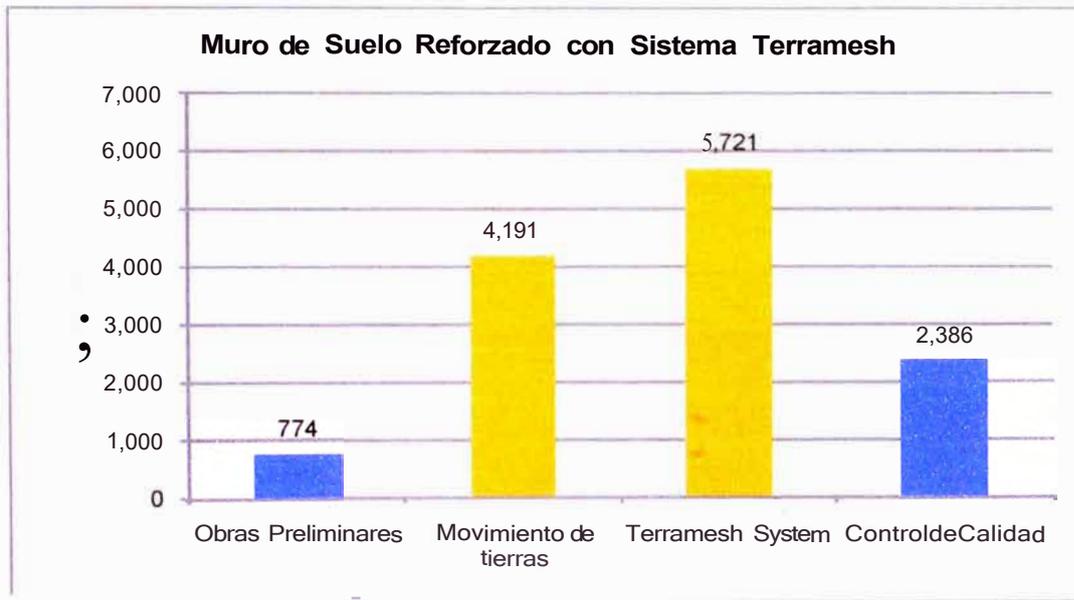
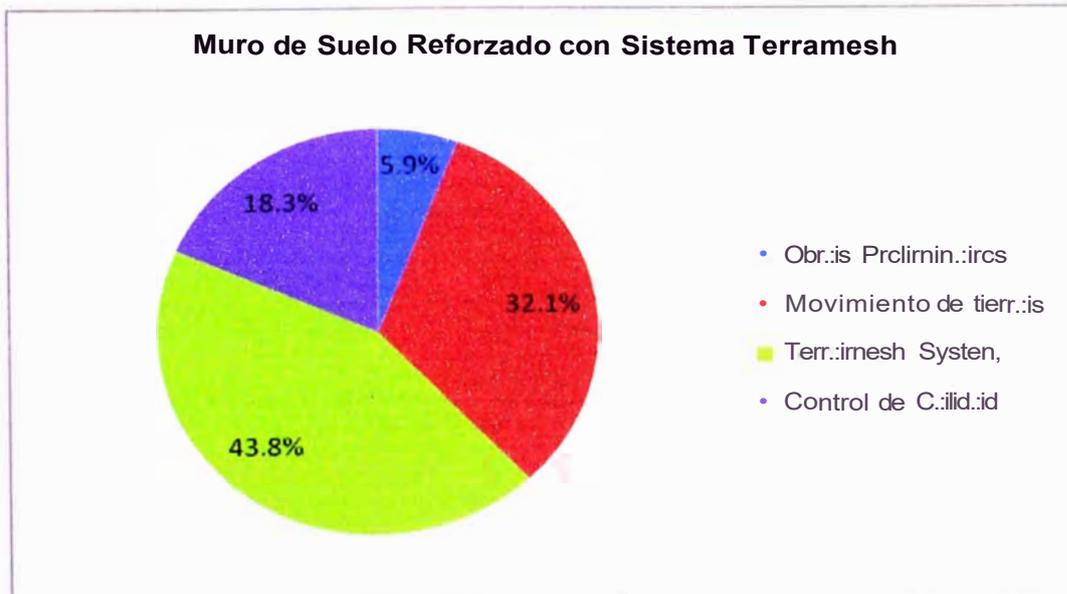


Gráfico 4: Incidencia de cada partida en el Presupuesto



La alternativa de un muro de suelo reforzado con geotextil, tiene sus mayores costos en las partidas de movimientos de tierras e instalación del geotextil (Gráfico 5). Las incidencias de estas partidas en el presupuesto son 55.7% y 26.4% respectivamente (Gráfico 6).

Gráfico 5: Costo por Partidas

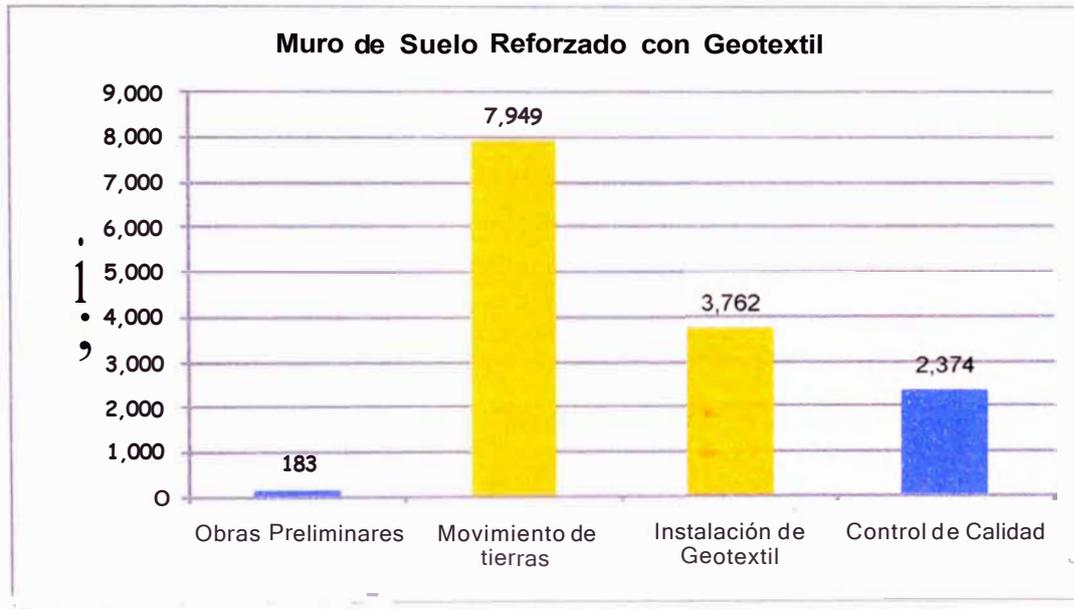
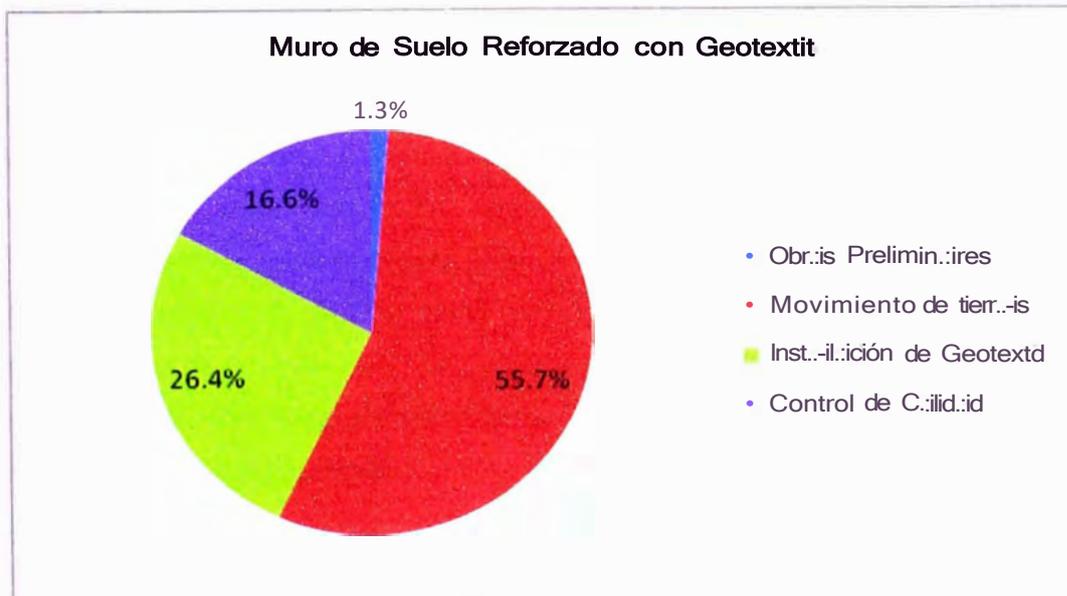
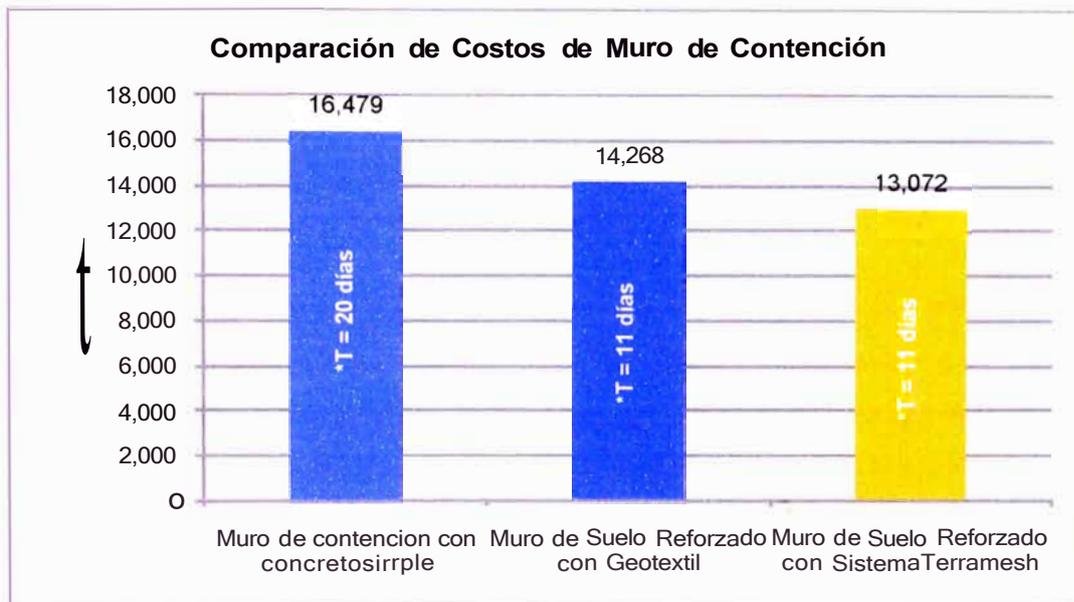


Gráfico 6: Incidencia de cada partida en el Presupuesto



Finalmente luego de realizar un análisis de costos de tres alternativas para la construcción del muro de contención, vemos que la del muro de contención con de suelo reforzado con sistema terramesh resulta más económico (Gráfico 7).

Gráfico 7: Comparación de Costos



"T = Tiempo estimado de construcción

Además de resultar más económicas las alternativas con suelo reforzado para este caso, también su tiempo de ejecución es menor a la alternativa de un muro de concreto ya que no tiene tiempos de espera de encofrado de la estructura y fraguado del concreto. La construcción de estas estructuras pueden efectuarse de manera continua, dependiendo únicamente de la disponibilidad de los materiales y la conformidad en la compactación de las capas de suelo que forman parte del relleno de la estructura. El tiempo de trabajo para la construcción del proyecto de muro de contención con suelo reforzado con sistema terramesh, fue de 5 días útiles (culminación del primer nivel con relleno compactado).

CONCLUSIONES

1. De los análisis de costos de las tres alternativas presentadas para la construcción de un muro de contención (altura 3m y largo 6m) con suelo reforzado, la de menor costo fue empleando sistema terramesh con un valor de S/. 13,072.5.
2. La construcción del muro de contención (altura 3m y largo 6m) con suelo reforzado con sistema terramesh resulta un 20.7% menor a la de concreto simple y 8.4% menos que con geotextil.
3. Una de las ventajas que se tiene en la construcción del muro de contención (altura 3m y largo 6m) con suelo reforzado con sistema terramesh con relación al muro de concreto (altura 3m y largo 6m), está en la utilización de material disponible insitu para su construcción (piedras para el llenado de gaviones) lo que resulta en un ahorro en cuanto a materiales, el cual influye en el costo total de la estructura.
4. El muro de contención (altura 3m y largo 6m) con suelo reforzado con sistema terramesh no necesita para su construcción de un encofrado, ya que el mismo sistema funciona como encofrado, difmente al muro con suelo reforzado con geotextil que si precisa de un encofrado, pero menor al empleado con el muro de concreto, esta diferencias en procesos constructivos también permiten que el muro de contención (altura 3m y largo 6m) con suelo reforzado con sistema terramesh sea al final el de menor costo.
5. En el muro de contención (altura 3m y largo 6m) con suelo reforzado la mano de obra empleada para su construcción estuvo formada por ayudantes y operarios lo cual permite tener un menor costo en comparación con la alternativa de concreto donde se requiere de gente con cierta experiencia en la fabricación de concreto por ejemplo (oficiales, operarios).

RECOMENDACIONES

1. Emplear las alternativas de suelos reforzados en proyectos donde los materiales para la fabricación del concreto sean difíciles de encontrar o transportar.
2. Si los tiempos de ejecución para un proyecto de muro de contención son muy cortos las mejores alternativas son los muros con suelo reforzado.
3. Asesorarse con personas con experiencia en soluciones nuevas para obtener las orientaciones en los procesos constructivos, tiempos de ejecución, costos de materiales.
4. Realizar siempre un análisis de costos de diferentes alternativas para obtener la solución más económica para el proyecto.
5. Tener un buen lugar de almacenamiento para los geosintéticos, ya que estos tienen un gran costo dentro de los materiales para la construcción del muro de contención.
6. Realizar un buen control de compactación en los rellenos de los muros de contención con suelo reforzado, ya que forman parte de todo el sistema de la estructura.

BIBLIOGRAFÍA

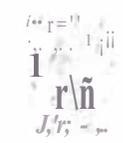
1. Balois Reyes, Percy; Delgadillo Mosquera, Jhon; Pomalía Abanto, Karlayne; Tello Iribarren, Miguel y Tenorio Calderón, Manuel - Muro de contención de suelo reforzado con geotextiles, Curso Integrador Aplicación de Geosintéticos en obras de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, 1ra Edición, Lima, 2007.
2. Cámara Peruana de la Construcción - Construcción e Industria, Revista de la Cámara Peruana de la Construcción N° 208, CAPECO, Lima, 2007.
3. Castellanos Sulca, Juan F.; Roque Huertas, Daniel S.; Sanchez Sandoval, Juan M. y Vega Grande, Yasser J. - Muro de contención con suelo reforzado (Sistema Terramesh), Curso Integrador Aplicación de Geosintéticos en obras de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, 1ra Edición, Lima, 2007.
4. De Almeida Barros, Pérsio Leister - Obras de contenc;ao, Maccaferri América Latina, 2005.
5. Morales Morales, Roberto - Diseño en Concreto Armado, 1ra Edición, Capítulo Peruano ACI, Lima, 2000.
6. Pavco-Amanco, Manual de diseño con geosintéticos, 7ma Edición, Norte Gráfico, Bogotá D.C., 2006.
7. Salinas Basualdo, Rafael - Curso Integrador Aplicación de Geosintéticos en obras de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.
8. Salinas Seminario, Miguel - Costos y Presupuestos de Obra, 3ra Edición, Fondo Editorial ICG, Lima, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1

ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAÚLICA



RESULTADOS DE PRUEBAS ESCLEROMETRICAS DE LAS ROCAS

	UBICACIÓN	CALICATA	VALOR Pt<UMEUIV	Kg/CM2
1	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	C-3	41.33	482

VALORES DE	
65	780
60	754
55	734
50	652
45	549
40	458
35	366
30	284
35	366
30	284
21	70

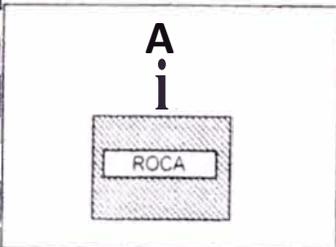

Ing. JOSE A. MARÍNEZ OEL ROSARH:
Especialista en Tecnología y Procesos de la Construcción



EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE LAS ROCAS

MURO TERRAMESH

ROCA C-1	Lect 1	Lect2	Lect3	Lect4	Lect5	Lect6	Lect 7	Lect8	Lect9	Promedio
IPERPEN.	45	46	44	44	40	47	43	42	45	44.00
ROCA C-2	Lect 1	Lect 2	Lect 3	Lect 4	Lect 5	Lect 6	Lect 7	Lect 8	Lect 9	Promedio
IPERPEN.	40	41	40	44	42	45	40	45	45	42.44
ROCA C-3	Lect 1	Lect 2	Lect3	Lect4	Lect 5	Lect6	Lect 7	Lect8	Lect 9	Promedio
IPERPEN.	40	40	40	42	42	42	44	40	42	41.33



LAHORATORIO \ CIO AL Dt HIURAL LILA AREA DE GEOTECIA APLICADA A LA HIDRAULICA



DENSIDADES MINIMA Y MAXIMA

A.S.T.M. 0-4253 y A.S.T.M. 0-4254

PROYECTO : MURO DE TERRAMESH
 SOLICITADO : GRUPO 5 MURO DE TERRAMESH
 UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 HECHO POR : Y.F.A/K.C.UM.A.L. FECHA: 21 Abril 2007

Volumen 22325 7)

CALICATA								
MUESTRA	Gravas	Gravas						
MINIMAS								
Ws+m+b (1)								
MAXIMAS								
Ws+m+b (1)	35796.00	33512.00						
Dminima (1)								
Dmaxima (1)	1.60	1.50						
DENS MINIMA								
DENS MAXIMA	1.60	1.50						

Av. Jupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Telf. (01) 481 - 070 anexo 302 Cel: 99912987_95242588
 e-mail: lobgeo@yahoo.com
 lob@unj@unj.edu.pe

AREA DE INVESTIGACION EN MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO GEOTECNICO MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : MURO DE TERRAMESH
 SOLICITADO : GRUPO 5 MURO DE TERRAMESH
 UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 HECHO POR : Y.F.A/K.C.UMAL. FECHA: 21 Abril 2007

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA	Grava	Grava							
MUESTRAN"									
PROFUNDIDAD (m)									
W TARA (B) + Hg	632.80	630.80							
W TARA (B)	23.13	23.13							
W Hg	609.67	607.67							
W Hg (RESTANTE)	237.60	236.00							
y Hg	13.60	13.60							
WROCA	47.20	47.20							
VOLUMEN	17.47	17.35							
DENSIDAD	2.70	2.72							

Av. Tupac Amaru Puerta N° 4
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Jelf. (01) 481-1070 anexo 302 Cet: 99912987 95242588
 e m³1. lnhgeo@yahoo.com
lnh_uni@uniedu.pe



**LABORATORIO GEOTECNICO
 MECANICA DE SUELOS**

PROYECTO : MURO DE TERRAMESH
 SOLICITADO : GRUPO MURO DE TERRAMESH
 UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 HECHO POR : Y.F.NK.C.UM.A.L. FECHA : Marzo 2007

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA	e.1	C-2	C-3					
MUESTRAN	M-1	M-1	M-1					
PROFUNDIDAD (m)								
W TARA (8) + Hg	635 60	635 60	635 60					
W TARA (8)	23 20	23 20	23 20					
WHg	612 40	612 40	612 40					
W Hg (RESTANTE)	234 00	172 00	253 00					
! Hg	13 60	13 60	13 60					
WROCA	40 00	31 20	50 00					
VOLUMEN	1721	12 65	18 60					
DENSIDAD	2 32	2 47	2 69					

fupac Amaru Puerta h :
 Calle 10 de Julio 1111 Universidad Nacional de Ingeniería
 17100101 y. ie. 071 111 19 302 Cel 999 12987 95242588
 1111 1111 y. ie. con,
 1111 1111 y. ie. con

Ing. JOSE A. ÁTIZ-IEZ DEL ROSARIO
 Esp. W. de Ing. Civil, 1971, CC. Ort. s. sm. C.
 1111 1111 y. ie. con

LABORATORIO VECTOR PERU SAC

Nombre del Proyecto: **MURO DE SUELO REFORZADO**

Cliente: **TITULACIÓN UNI - GRUPO No 5**

N° de Proyecto: --

N° Informe de Lab : --

Ubicación: **UNI - Facultad de Ingeniería de Minas**

Solicitado por:

Juan M Sanchez

N° de muestra : --

Relleno Estructural

Fecha:

03/Abr/2007

Descripción / Zona: --

Límites de Atterberg

LL (%): **18**

LP (%): **14**

IP (%): **4**

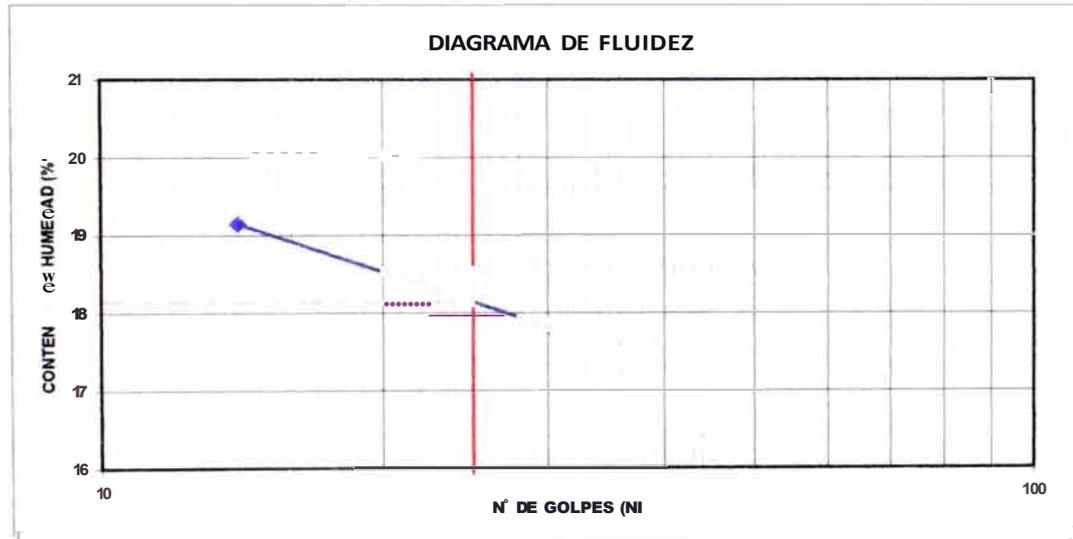
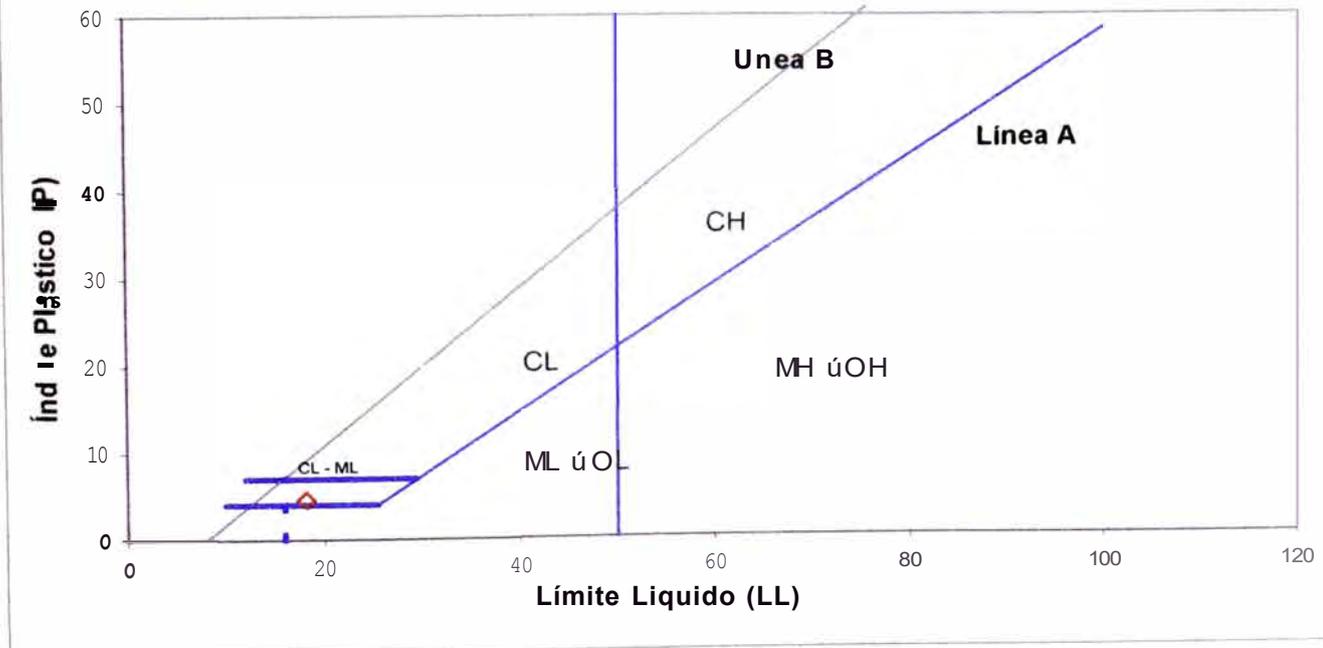


GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Estos datos se leen sobre las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta página no pueden ser utilizados sin la autorización de Vector Perú S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente asume la responsabilidad de Vector Perú S.A.C. de cualquier reclamo que provenga del Cliente y otras partes por el uso de estos datos al costo de los ensayos realizados.

Realizado por:

JYCh

Ingresado por:

TOM

Revisado por:

CSM

Nombre del Proyecto: **MURO DE SUEL() REFORZADO**

Cliente: **TITULACIÓN UNI - GRUPO No 5**

N° de Proyecto: ---

N° Informe de Lab: ---

Ubicación: **UNI - Facultad de Ingeniería de Minas**

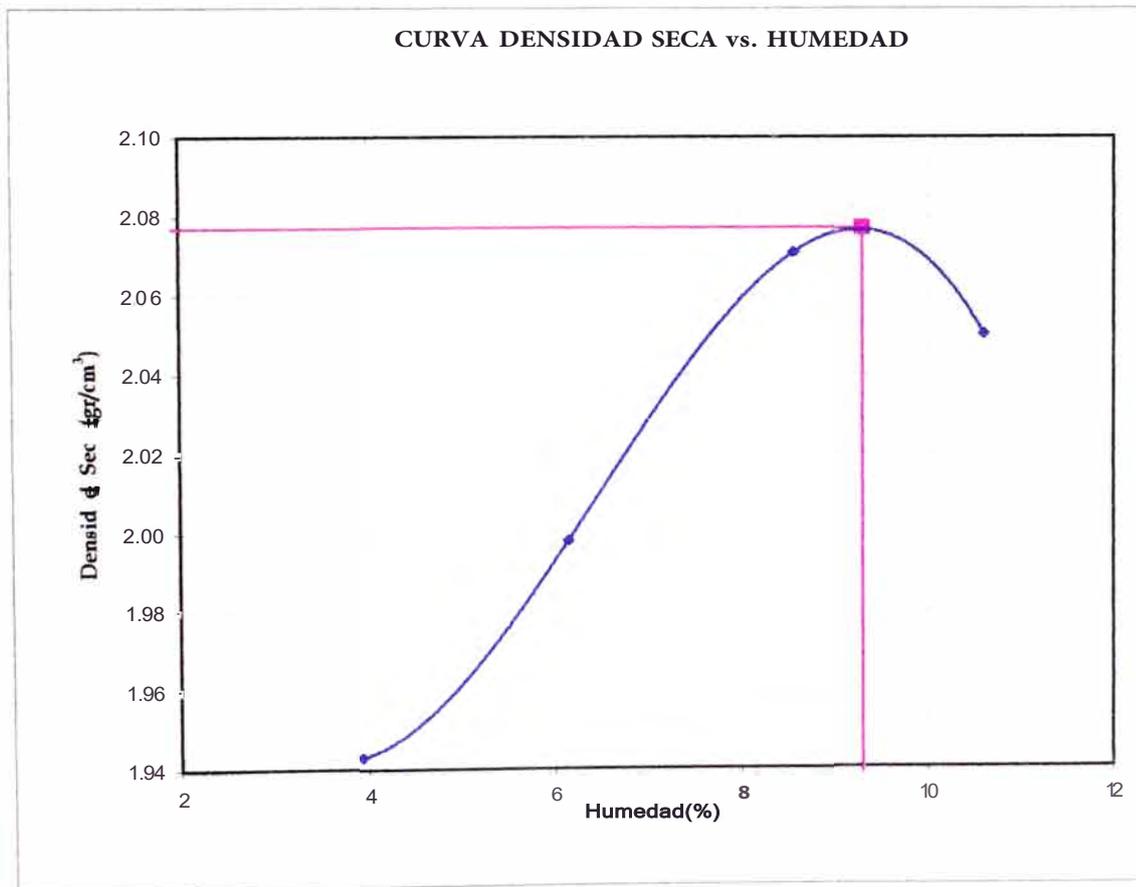
Solicitado por: **Juan M Sanchez**

N° de muestra: **Relleno Estructural**

Fecha: **03/Abr/2007**

Descripción / Zona: ---

Prueba N°	1	2	3	4	5
Densidad seca (gr/cm ³)	1.943	1.998	2.071	2.050	
Humedad(%)	3.9	6.1	8.6	10.6	



Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : **2.077**

Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm³) : **2.235**

Óptimo Contenido de Humedad (%) : **9.3**

Óptimo Contenido de Humedad Corregida (%) : **8.3**

Estos datos se obtienen sobre las muestras probadas. Los datos de humedad y densidad seca se utilizaron en la autorización de Vector Perusac con la excepción de los datos y resultados presentados en esta página. El Cliente está de acuerdo en aceptar la responsabilidad de Vector Perusac de cualquier informe que ponga delimitación y datos p.w.t.c.s. por el uso de estos datos al costo de 100000000 respectos representados en el.

Realizado por:

JYCh

Ingresado por:

TOM

Revisado por:

CSM

Nombre del Proyecto:	MURO DE SUELO REFORZADO	N° Informe de Lab	--
Ciente:	TITULACIÓN UNI - GRUPO No 5	Solicitado por:	Juan M. Sanchez
N° de Proyecto:	--	Fecha:	03/Abr/2007
Ubicación:	UNI - Facultad de Ingeniería de Minas		
N° de muestra :	Relleno Estructural		
Descripción / Zona:	--		

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4			
% Retenido en la Malla N° 4	P ₁	37.8	
N° de Prueba		1	2
1) Peso de grava en agua S.S.S. en aire (gr)		963	990
2) Peso de grava en agua S.S.S. en agua (gr)		591	609
3) Peso de grava seca (gr)		948	977
4) Gravedad Específica de Sólidos Aparente (3) / [(3)-(2)]	G _{s1}	2.66	2.65
5) Gravedad Específica de Sólidos Seca (3) / [(1)-(2)]		2.55	2.56
6) Gravedad Específica de Sólidos S.S.? (1) / [(1)-(3)]	J	2.59	2.60
7) Absorción (%) [(1)-(3)] / (3) • 100		1.58	1.33
			Promedio
			2.66
			2.56
			2.59
			1.46

MATERIAL PASA LA MALLA N° 4		
% Pasa la Malla N° 4	P ₂	62.2
1) N° de Fiola		1
2) Peso de Fiola (gr)		182.2
3) Peso de Muestra Seca (gr)		100.1
4) Peso de Muestra Seca + Fiola (gr)		282.2
5) Peso de Muestra Seca + Fiola + Agua (gr)		743.7
6) Peso de Fiola + Peso de agua		680.5
7) Gravedad Especifica de Sólidos (3) / [(3)+(6)-(5)]	G _{s2}	2.72
8) Temperatura (°C)		23
9) Corrección por Temperatura (K)		0.99933
10) Gravedad Especifica de Sólidos Com (7) / (9)	G _{s2} cor	2.73

$$G_{s_{prom}} = \frac{P_1}{100 \times G_{s1}} + \frac{P_2}{100 \times G_{s2} \times 0.99933}$$

G_{s_{prom}} = **2.70**

Nota:

1) El G_{prom} reportado está dado en función al Peso Especifico de Sólidos Aparente.

Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los datos e información contenidos en esta hoja no pueden ser utilizados sin la autorización de Vecior Peru S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados en esta página, el Cliente est

Realizado por: JYCh Ingresado por: TOM Revisado por: CSM

Nombre del Proyecto:	MURO DE SUELO REFORZADO	N° Informe de Lab:	--
Cliente:	TITULACIÓN UNI - GRUPO No 5	Solicitado por:	Juan M. Sanchez
N° de Proyecto:	--	Fecha:	03/Abr/2007
Ubicación:	UNI • Facultad de Ingeniería de Minas		
N° de muestra:	Relleno Estructural		
Descripción / Zona:	--		

Partículas >3" (%): --

Grava(%): 37.8

Arena(%): 33.9

Limos y Arcillas (%): 28.3

Límites de Atterberg:

LL (%): 18

LP (%): 14

IP (%): 4

Humedad(%): 4.7

Clasificación SUCS: GC-GM

010:

030: 0.08

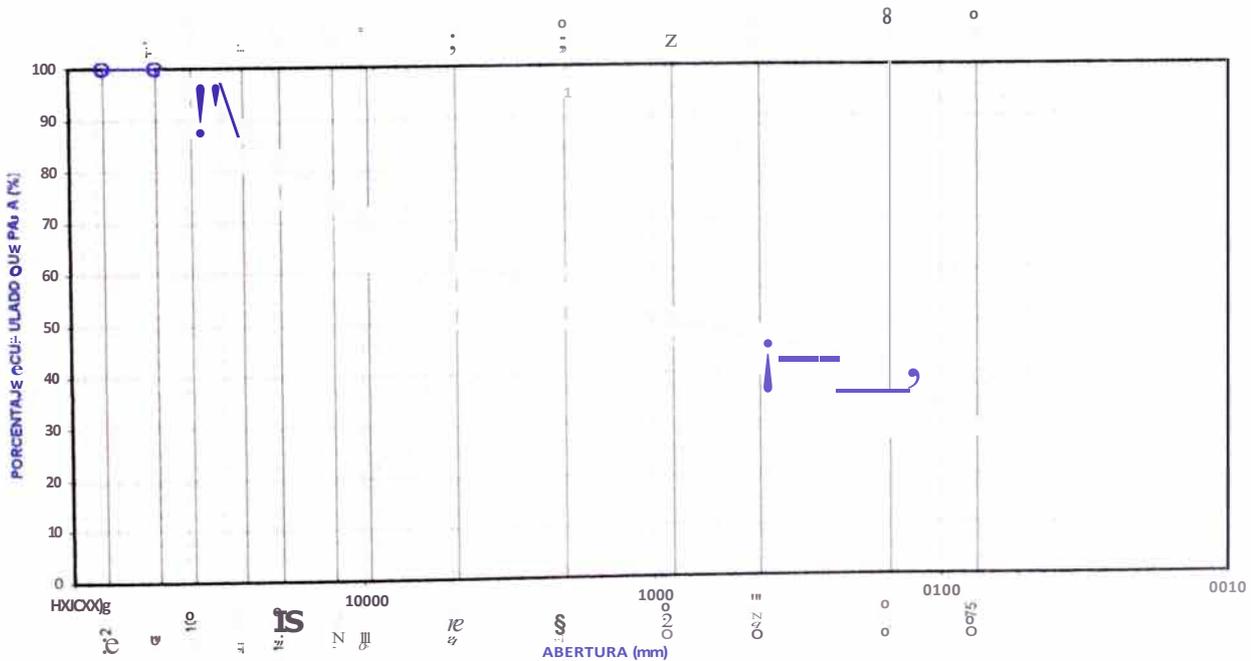
060: 3.62

Cu:

Ce:

Tamiz	Abertura (mm)	%Acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.300	100.0
1 1/2"	38.100	96.4
1"	25.400	88.4
3/4"	19.050	82.3
1/2"	12.500	74.4
3/8"	9.525	70.1
N° 4	4.760	62.2
N° 10	2.000	55.2
N° 20	0.850	50.0
N° 40	0.425	46.6
N° 100	0.150	40.1
N° 200	0.075	28.3

CURVA GRANULOMÉTRICA



Estos datos se aplican a las muestras indicadas. Los datos de información contenidos en este informe no pueden ser utilizados sin la autorización de Vector Peru S.A.C. Con la aceptación de los datos y resultados presentados, el Cliente está de acuerdo en limitarse la responsabilidad de Vector Peru S.A.C. de cualquier reclamo que, por alguna causa, se presente en el futuro de estos datos al costo de los ensayos respectivos representados aquí.

Realizado por:

JYCh

Ingresado por:

TOM

Revisado por:

CSM

Laboratorio:

--

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Consolidado - No drenado (CU)

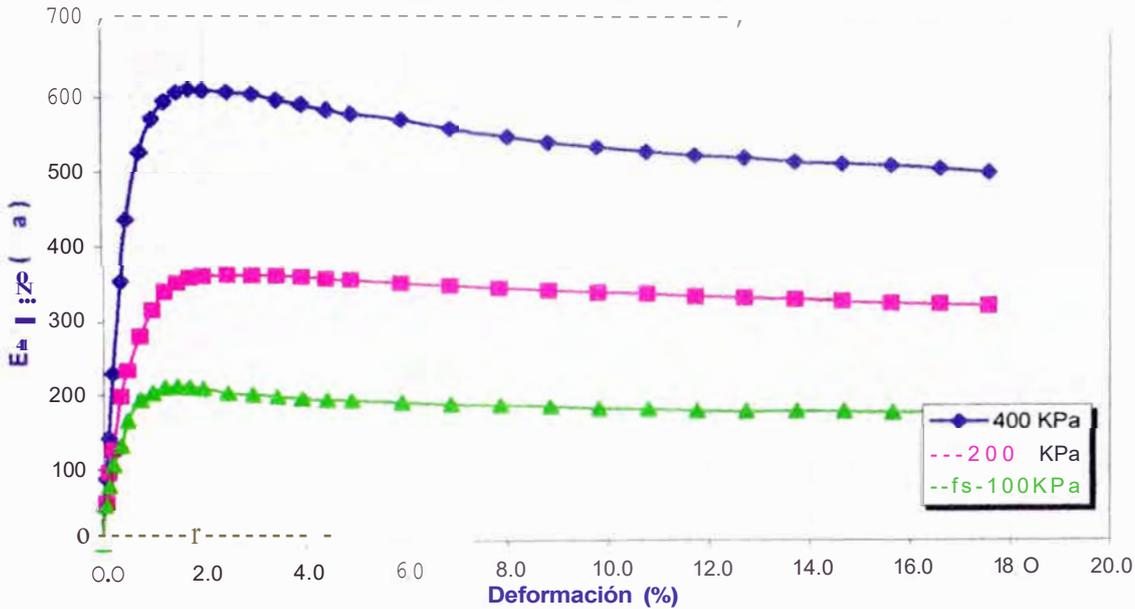
ASTM - D4767

Proyecto:	MURO DE SUELO REFORZADO	No Informe de Lab.:	---
Cliente:	TITULACION UNI - GRUPO No 5	Solicitado por:	Juan M. Sanchez
Nº de Proyecto	---	Fecha:	16/Abr/2007
Ubicación	UNI - Facultad de Ingeniería de Minas		
Nº de muestra	Relleno Estructural		
Descripción/Zona:	---		

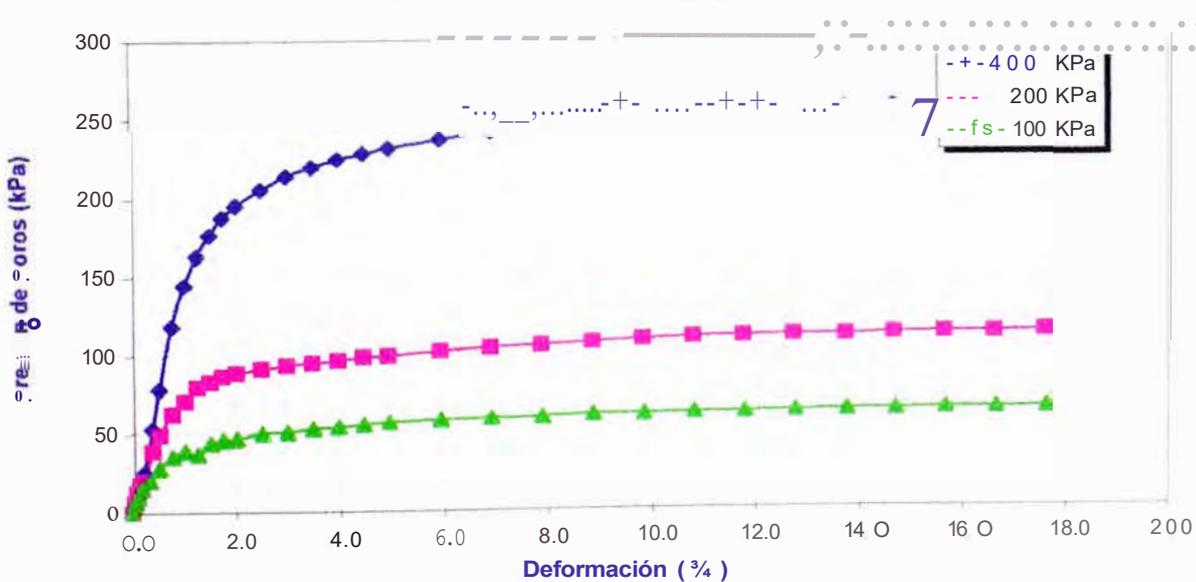
Estado : Remoldeado (densidad 1.967 gr/cm³)

Clasificación : GC-GM

DEFORMACIÓN vs. ESFUERZO



DEFORMACIÓN vs. PRESIÓN DE POROS



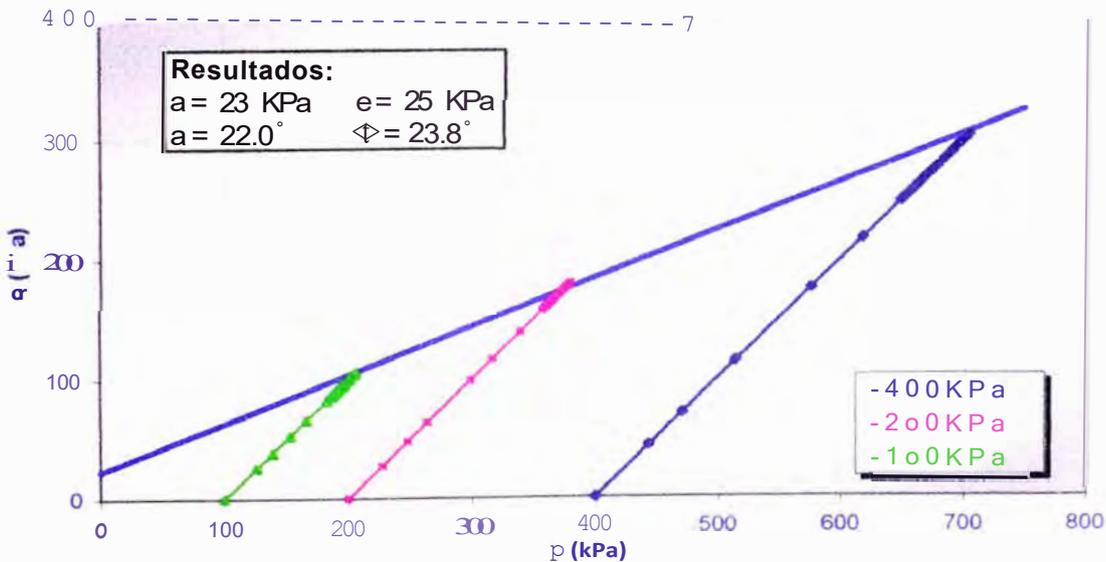
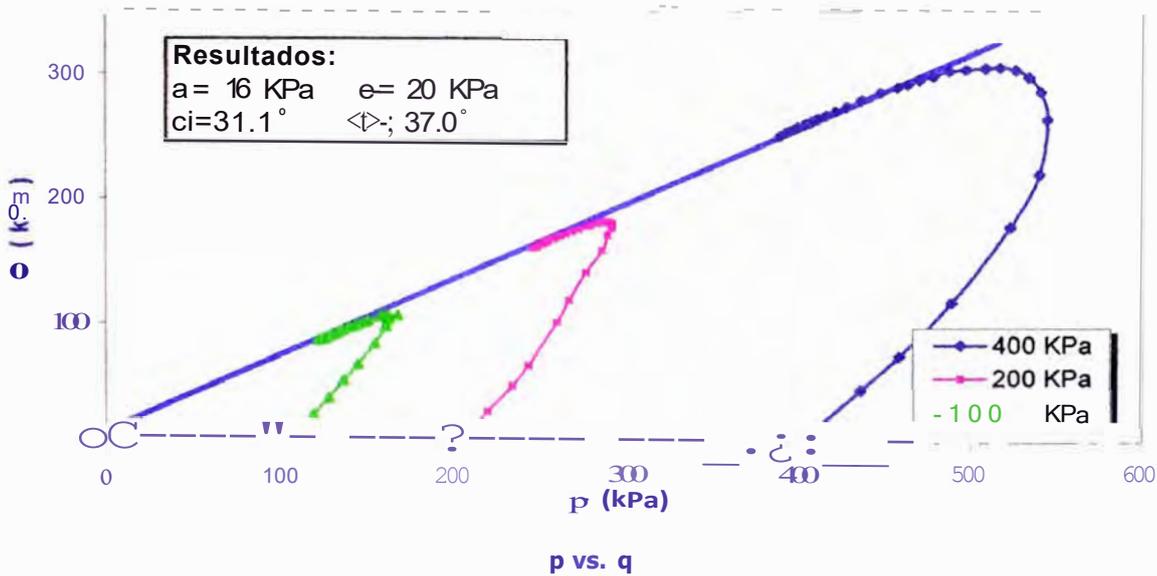
Realizado por: TBP Ingresado por: TOM Revisado por: CSM Fecha: **16/Abr/2007**

Proyecto:	MURO DE SUELO REFORZADO	No Informe de Lab.:	---
Cliente:	TITULACION UNI - Gfa{UPO No 5	Solicitado por:	Juan M. Sanchez
N° de Proyecto	---	Fecha:	16/Abr/2007
Ubicación	UNI - Facultad de Ingeniería de Minas		
N° de muestra	Relleno Estructural		
Descripción/Zons:	---		

Estado: Remoldeado (densidad 1.967 gr/cm³)

Clasificación : GC-GM

TRAYECTORIA DE ESFUERZOS



Observaciones:

Los parámetros de resistencia cortante reportados pueden y deberían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.

Realizado por: TBP Ingresado por: TOM Revisado por: CSM Fecha: 16/Abr/2007

ANEXO 2

EVALUACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

ESTUDIO PETROGRAFICO MACROSCOPICO

Proyecto: Muro de Contención con suelo Reforzado-Sistema TERRAMESH

Muestra: M-1

Procedencia: Macizo rocoso

A) Minerales observados:

Se aprecian minerales tales como, Cuarzo, Biotita, Plagioclasa, Cianita. La roca tiene una textura foliada

B) Características geológicas - geotécnica de la roca

En general la roca se encuentra en buenas condiciones litológicas, tiene poco fracturamiento superficial y se encuentra medianamente oxidada, a profundidad tiende a ser más fresca y menos fracturada.

C) Clasificación de la roca

Es una roca procedente del metamorfismo de las arcillas y arcillitas.

O) Nombre de la roca

Filita

**Determinación de la valoración del macizo rocoso
Basado en la clasificación Geomecánica
de Bieniawski, 1979**

PARAMETROS:

U = UNIFORMIDAD 'LACIIONA...'; ;GE::NISR;1

Sistema de unidades usadas

U para métricos o E para libras; **M**

Peso Unitario de la masa rocosa (KN/m³) **26.9**

de familias de discontinuidades presentes en la masa rocosa. **2**

Que técnica fue usado en la determinación de la roca intacta en el [UtdLL]

'F' Prueba de resistencia a carga axial
'U' Prueba de resistencia compresiva **U**

Resistencia a la tracción (MPa) **48.2**

Calidad del testigo de perforación RQC **60**

Espaciamiento de discontinuidades (m) **0.5**

Persistencia de las discontinuidades (metros) **5**

Separación entre discontinuidades (m) **0.1**

Condición de la unión en la superficie

- 'VR' Muy rugosa,
- 'R' Rugosa
- 'SR' Ligeramente rugosa
- 'S' Liso
- 'SK' Espejo de falla

R

Esesor del relleno en la zona (en mm) **0.1**

Condición de intemperamiento del macizo rocoso

- 'UW' No intemperado
- 'SW' Ligeramente intemperado
- 'M' Moderadamente intemperado
- 'F' Afectado por la intemperación
- 'CW' Completamente intemperado

SW

Condiciones Generales de la superficie

- 'CO' Completamente seco
- 'DE' Húmedo
- 'WT' Mojado
- 'DP' Goteo
- 'FW' Flujo

C.P

Referencia de la dirección y ubicación del set. ;ritico de discol. Jldades

'VF' Muy favorable
 'FV' Favorable
 'ER' Regular
 'UF' Desfavorable
 'vu' Muy desfavorable

..... **FV**

Tipo de trabajo

'T' Para Túneles y minas
 'F' Para Cimentaciones
 'S' Para Taludes

..... **F**

Resistencia a la interpeización del macizo caso

'HR' Alta resistencia
 'MR' Mediana resistencia
 'LR' Baja resistencia

..... **MR**

Es conocido el valor del esfuerzo horizontal?

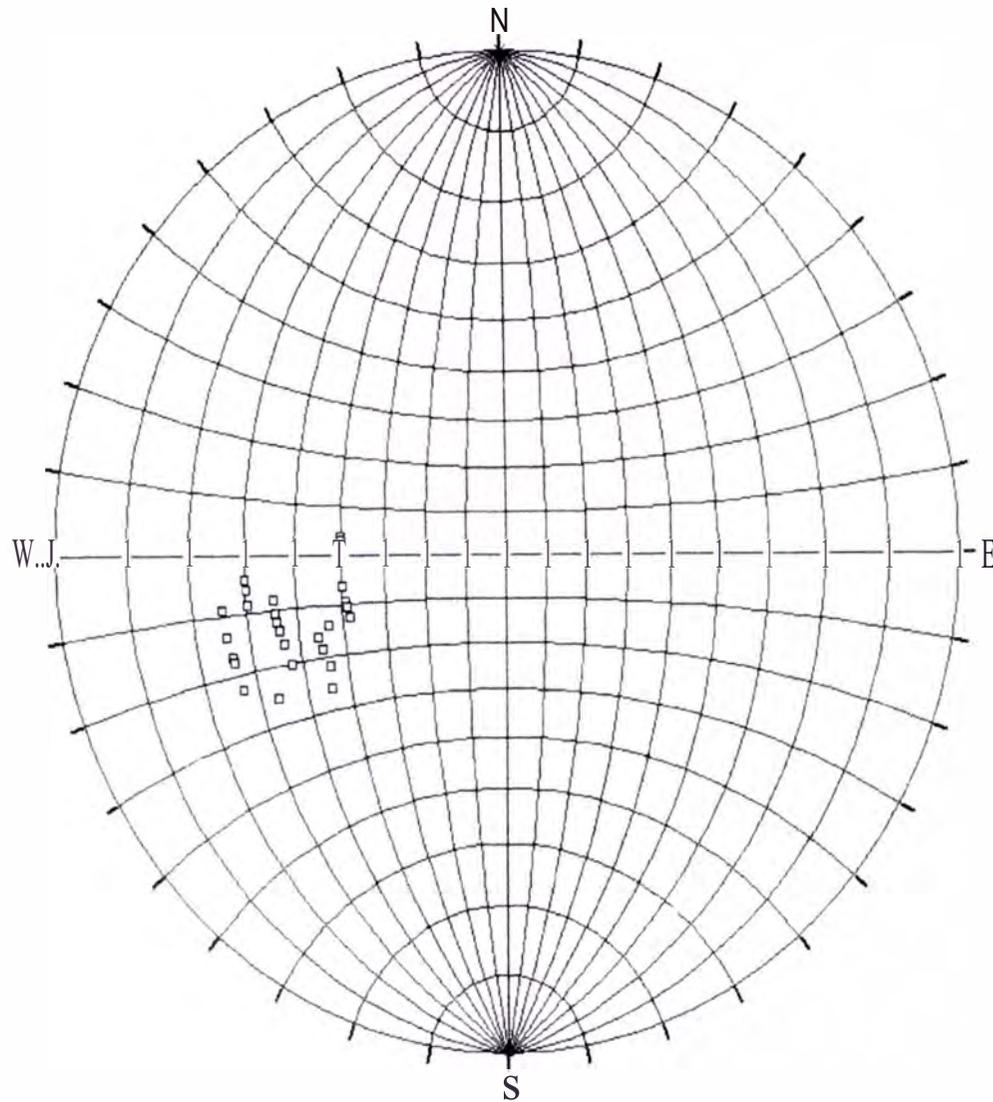
- (Y / N) **N**

DETERMINACION DEL RMR

Valor de RMR Básico	62
Valor de RMR ajustado	60
Valor de RMR para condiciones secas	62
Cohesión (kPa):	310
Angulo de fricción interna:	36 12

Datos de campo: Medicion del rumbo y buzamiento de las discontinuidades

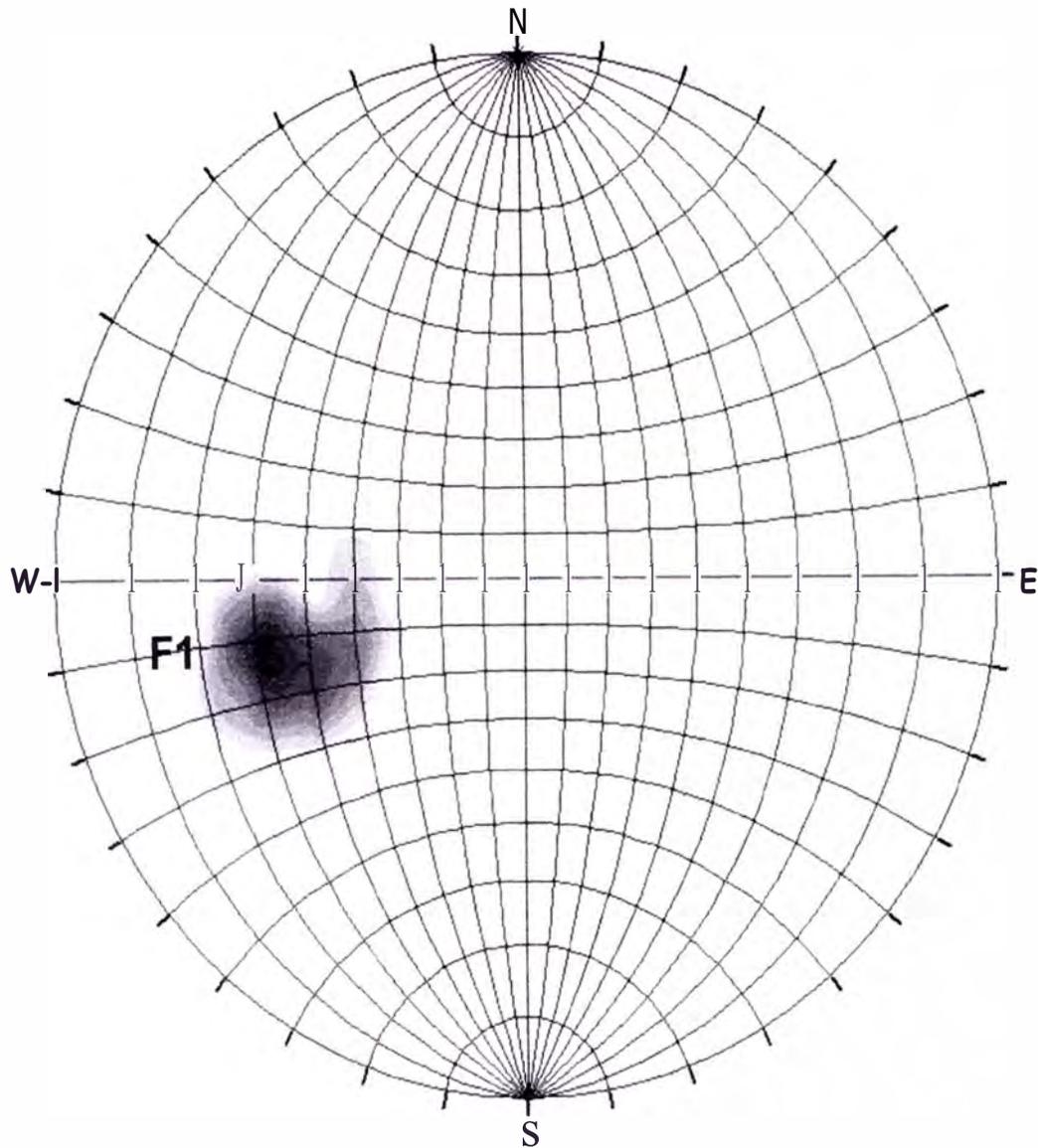
Dist (cm)	Dist. Acum.	Rumbo	Direccion del buzamiento	Buzamiento
7	7	N 5 E	95	40 SE
3	10	N 6 E	96	40 SE
4	14	N 5 E	95	40 SE
2	16	N 5 E	95	40 SE
9	25	N 340 W	70	65 SW
4	29	N 341 W	71	65 SW
5	34	N 340 W	70	65 SW
3	37	N 335 W	65	65 SW
11	48	N 340 W	70	65 SW
7	55	N 345 W	75	65 SW
7	62	N 350 W	80	65 SW
7	69	N 345 W	75	40 SW
19	88	N 340 W	70	40 SW
17	105	N 340 W	70	40 SW
5	110	N 345 W	75	40 SW
10	120	N 350 W	80	40 SW
20	140	N 343 W	73	40 SW
8	148	N 343 W	73	55 SW
12	160	N 350 W	80	55 SW
12	172	N 345 W	75	55 SW
8	180	N 345 W	75	55 SW
9	189	N 350 W	80	55 SW
11	200	N 347 W	77	55 SW
145	345	N 350 W	80	60 SW
35	380	N 350 W	80	60 SW
40	420	N 355 W	85	60 SW
30	450	N 353 W	83	60 SW
40	490	N 355 W	85	60 SW
30	520	N 350 W	80	60 SW
25	545	N 335 W	65	48 SW
30	575	N 330 W	60	48 SW
55	630	N 338 W	68	48 SW
40	670	N 330 W	60	48 SW
55	725	N 335 W	65	55 SW
20	745	N 340 W	70	55 SW
35	780	N 335 W	65	55 SW
40	820	N 335 W	65	55 SW
50	870	N 330 W	60	60 SW
70	940	N 340 W	70	45 SW
70	1010	N 325 W	55	50 SW
60	1070	N 330 W	60	60 SW



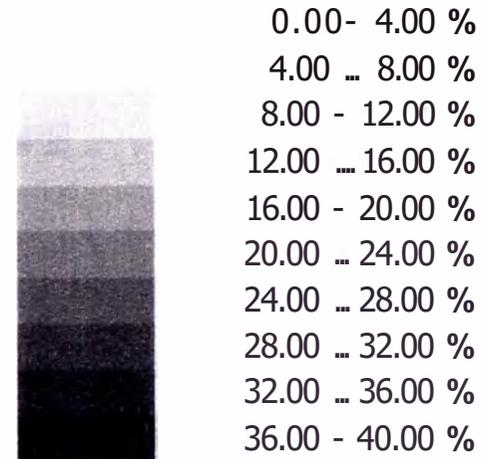
° Poles

0-01: REPRESENTACION
POLAR DEL BUZAMIENTO DE
LAS DISCONTINUIDADES

TOTAL: 41 POLOS

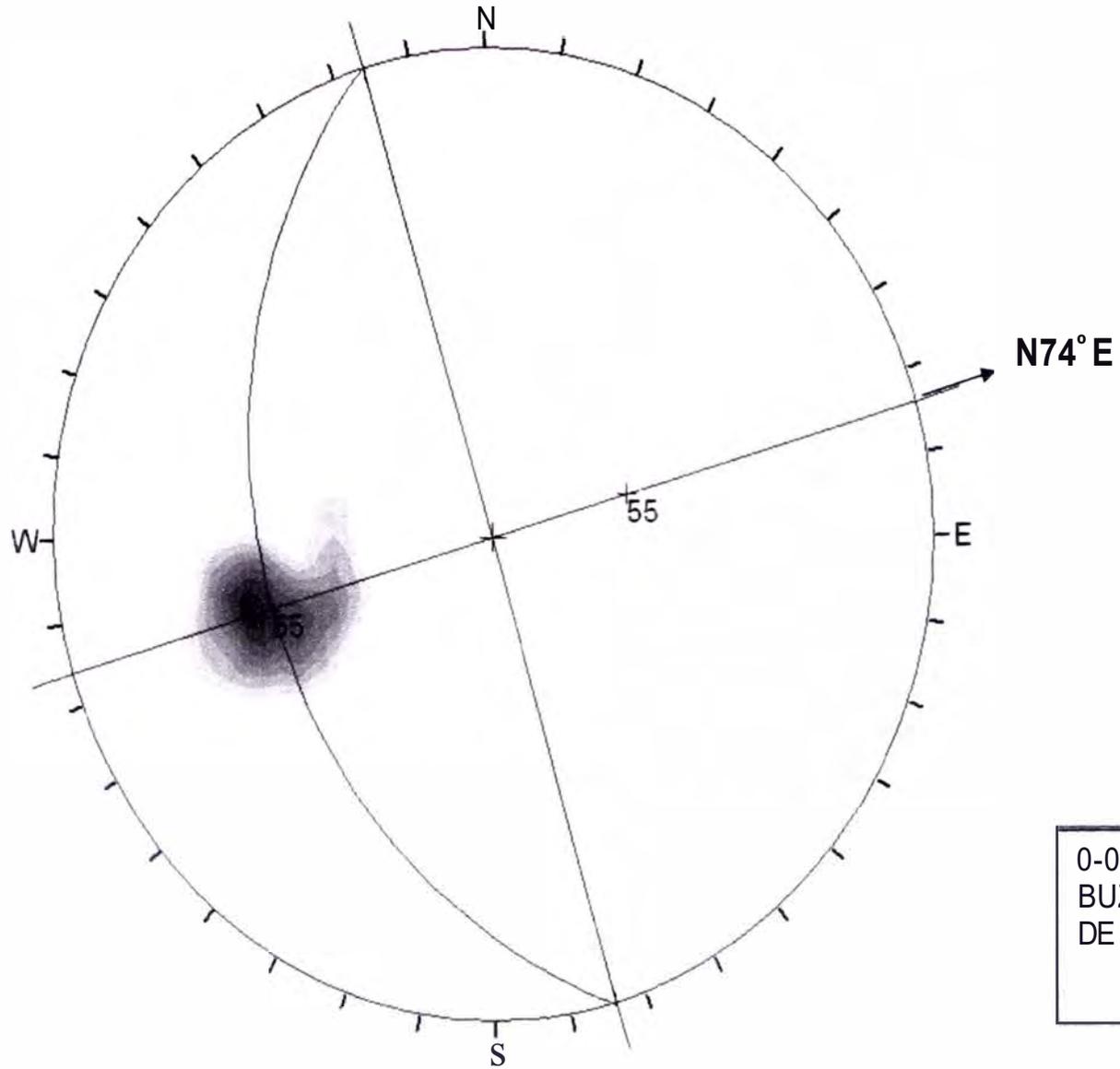


Fisher
Concentrations
% of total per 1.0 % area



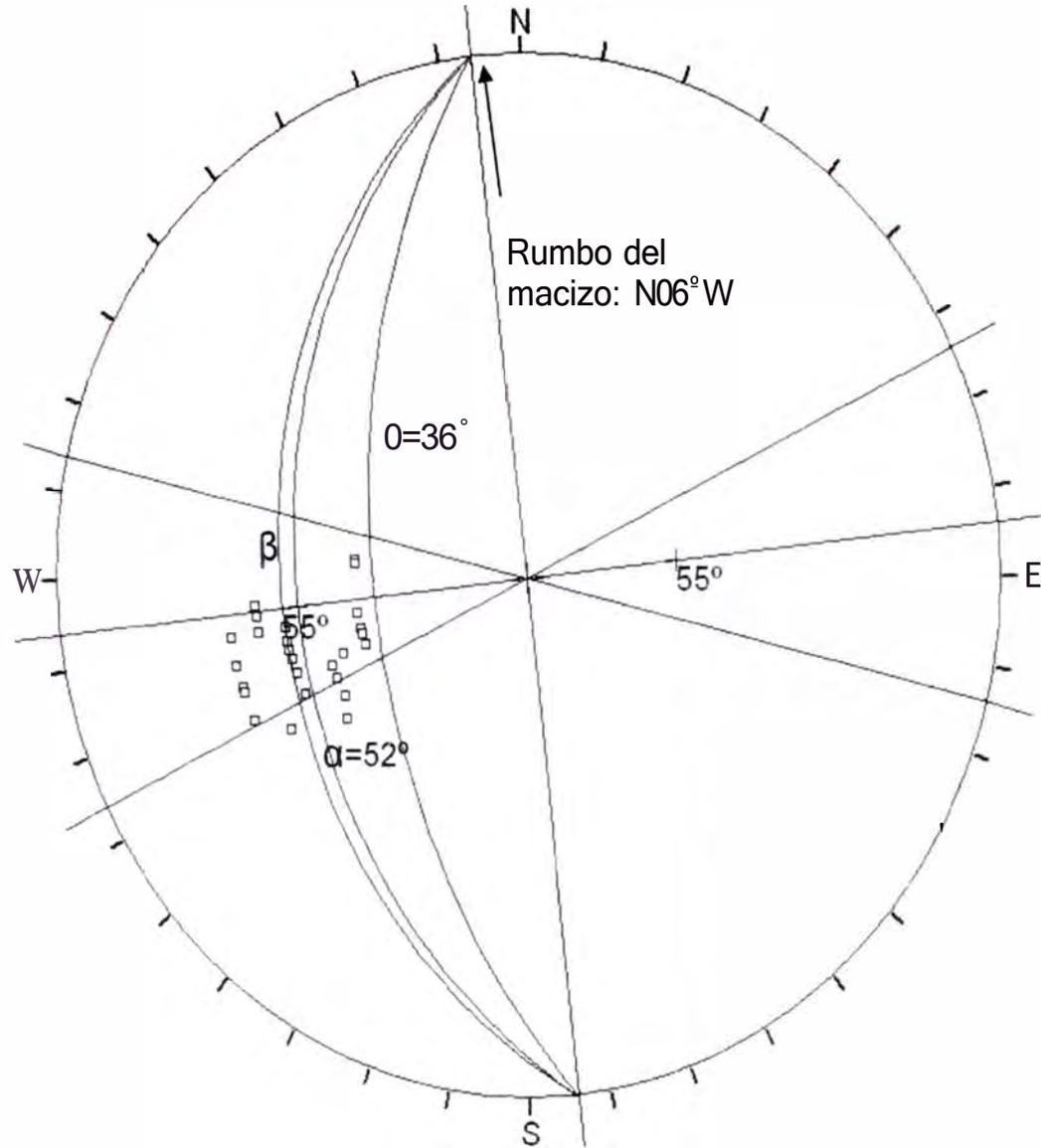
No Bias Correction
Max. Conc. = 36.0525%

0-02: REPRESENTACION EN
CURVAS DE NIVEL DE LA
DENSIDAD DE POLOS

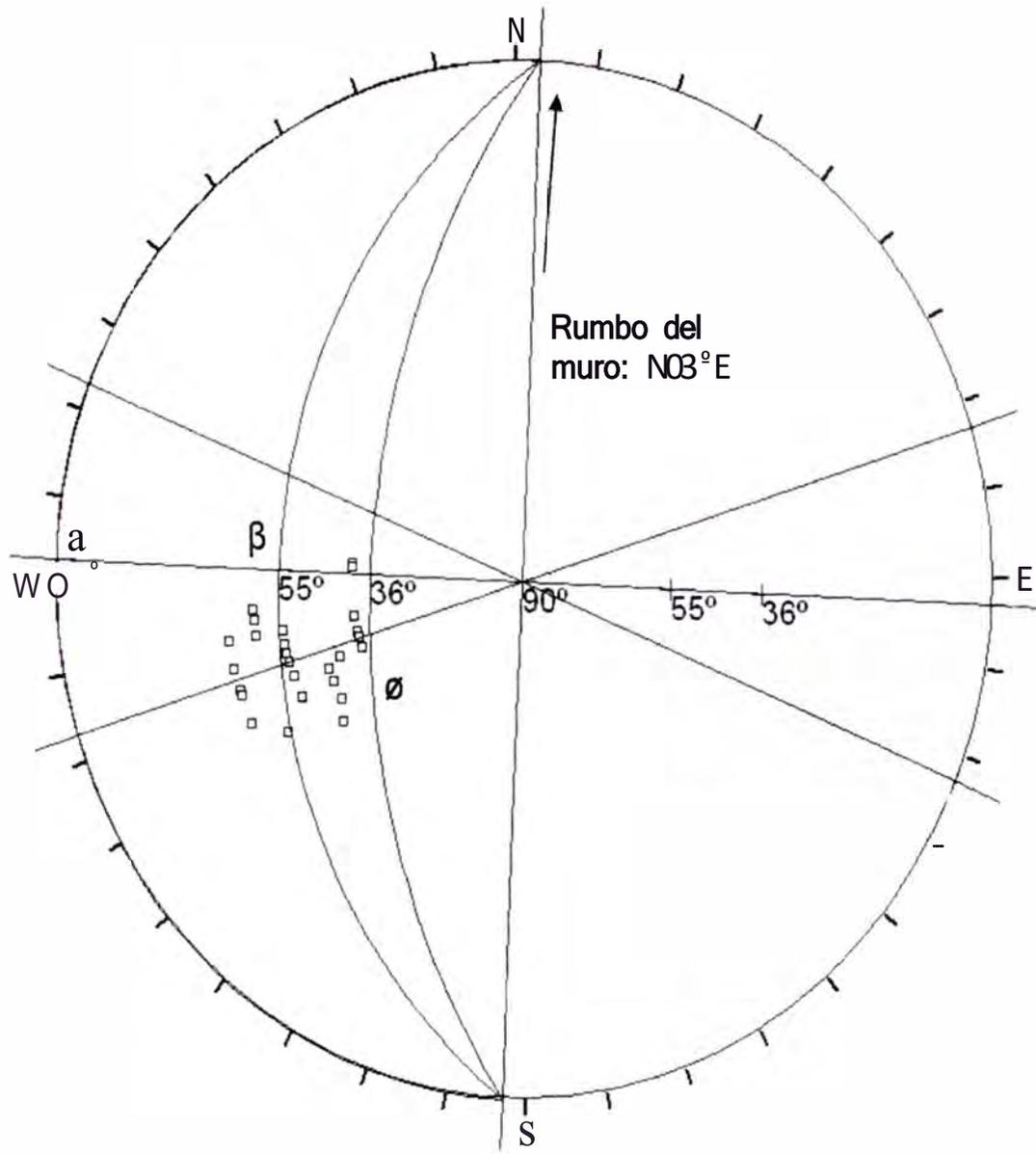


Orientations	
ID	Trend / Plunge
1	074 / 55

0-03: ORIENTACION Y
BUZAMIENTO DE LA FAMILIA
DE DISCONTINUIDADES



D-04: ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD DEL MACIZO ROCOSO



o Poles

0-05: ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD CON RESPECTO AL MURO DE CONTENCIÓN

ANEXO 3

MEMORIA DE CÁLCULO

MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO CON SISTEMA TERRAMESH

PEREIL DE LACAMADA

Camada: 1

Suelo: ROCA

Descripción: ROCA

X	y	X	y	X	y	X	y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.30	1.99	0.30	2.00	0.00	6.00	0.00
6.01	0.30	11.50	0.30				

Camada: 2

Suelo : CONCRETO

Descripción: CONCRETO

X	y	X	y	X	y	X	y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
7.50	0.30	7.51	3.00	11.49	3.00	11.50	0.30

Bloque: G1

Dimens. del bloque Jm]: Ancho de la Base _ = 3.00
Altura = 1.00
Origen del Bloque Jm]: Abscisa = 2.00
Ordenada = 0.00
Inclinación de la cara ... J°]...: 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
Tipo de relleno estructural : Arena
Relleno estructural : GC-GM
Suelo de relleno : GC-GM
Suelo del talud arriba de la estructura : GC-GM
Suelo de Fundación : ROCA

Padrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - P - 10x12 - 2,7 - 1.00

Largo JmJ. = 2.00
Gavión [m]: Altura = 1.00
Ancho = 1.00

Bloque: G2

Dimens. del bloque Jm]: Ancho de la Base _ = 3.00
Altura = 1.00
Berna JmJ. = 0.00 en relación al bloque G1
Inclinación de la cara ... I L. : 0.00

Material de relleno para el Gavión : GAVION
Tipo de relleno estructural : Arena
Relleno estructural : GC-GM
Suelo de relleno : GC-GM
Suelo del talud arriba de la estructura : GC-GM
Suelo de Fundación : GC-GM

Padrón de los refuerzos:

Maccaferri-Terramesh System- P -10x12 - 2,7 -1.00

Largo.G"av.ión.....J♦♦.....ti♦♦ = 1.00
Ancho = 1.00

Bloque: G3

Dimens. del bloque.....Jm]: Ancho de la Base = 3.00
 Altura..... = 1.00
 8erma.....[mL..... = 0.00 en relación al bloque G2
 Inclinación de la cara...J L: 0.00

Material de relleno para el Gavión. : GAVION
 i1 .e !: ! ructuraf... : Arena
 : : : : : GC-GM
 Suelo de relleno..... : GC-GM
 Suelo del talud arriba de la estructura..... : GC-GM
 Suelo de Fundación..... G C G M

Padrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System - P - 10x12 - 2,7 - 1.00

Largo.....JmL..... = 2.00
 Gavión.....[m]: Altura..... = 1.00
 Ancho..... = 1.00

PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS

Maccaferri - Terramesh System - P - 10x12 - 2,7 - 1.00

Resistencia a la Tracción..... JtlmJ..... :	4.21
Tasa de deformación plástica..... :	2.00
Coefficiente de deformación elástica..... Jm ³ /tj..... :	1.08e-03
Rigidez del refuerzo..... [tlmJ]..... :	42.81
Largo de anclaje Mínimo..... Jml..... :	0.15
Factor de seg. contra la ruptura (grava)..... :	1.44
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)..... :	1.00
Factor de seg. contra la ruptura (arena)..... :	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)..... :	1.00
Factor de seg. contra la ruptura (arena limosa>..... :	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)..... :	1.00
Factor de seg. contra la ruptura (arcilla arenosa)..... :	1.30
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out)..... :	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo..... :	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava..... :	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena..... :	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo..... :	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla..... :	0.30

SOBRECARGAS

Cargas Distribuidas: S/C=1TN/M² Descripción: CARGA VIVA

Intensidad.....Jt/m2]..... = 1.00
 Inclinación.....J L = 0.00
 Abscisa.....JmL.....: de = 3.03 hasta = 11.49

Efectos Sísmicos:

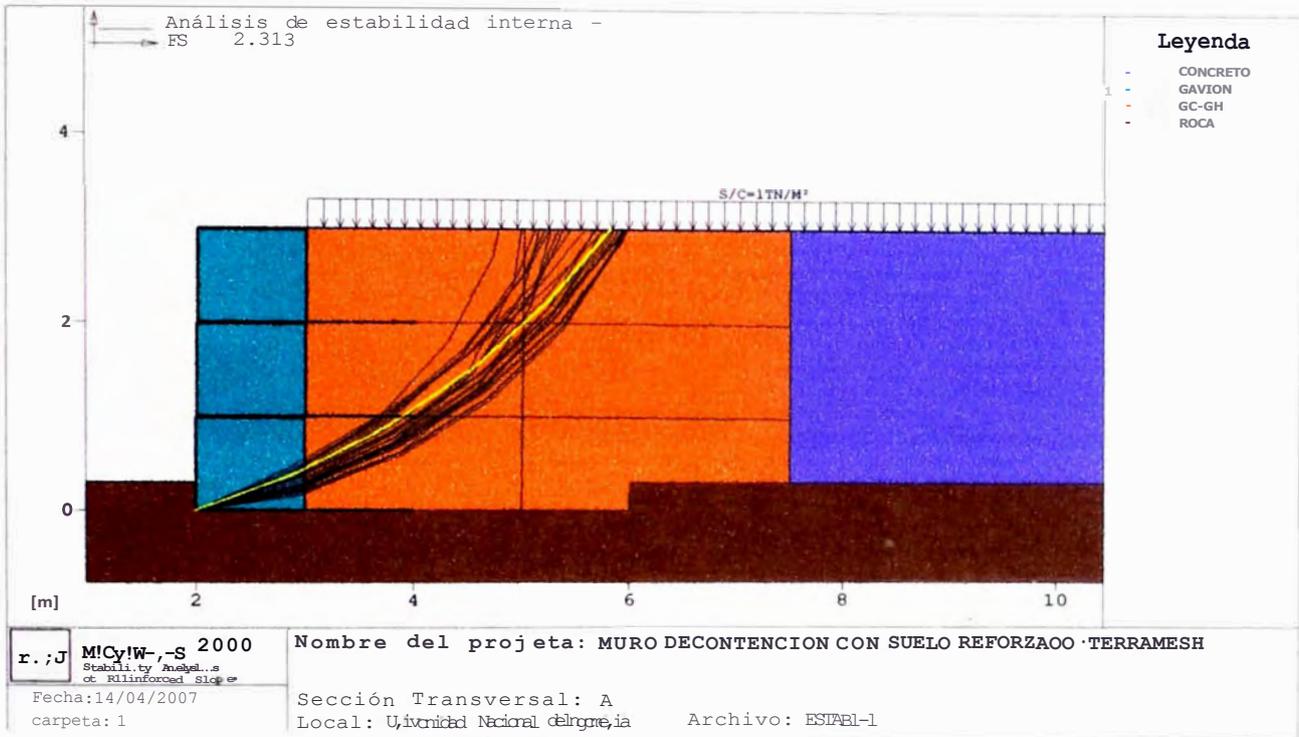
AceleraciónJm/s2]..... :
 Horizontal..... = 2.16
 Vertical..... = 0.00

VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

MÉTODO DE BISHOP (Análisis de estabilidad con supeñicles circulares) Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rfido

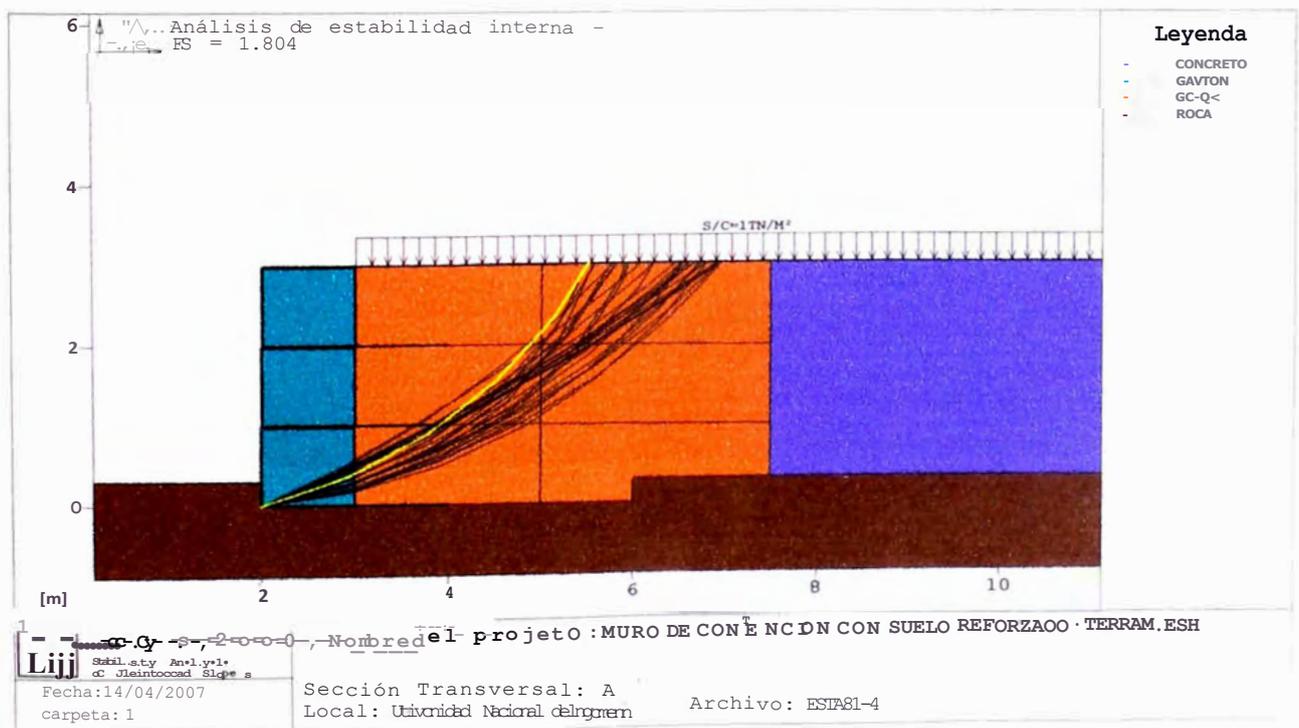
Estabilidad Interna (Estatico):

Factor de Seguridad Calculado: 2.313



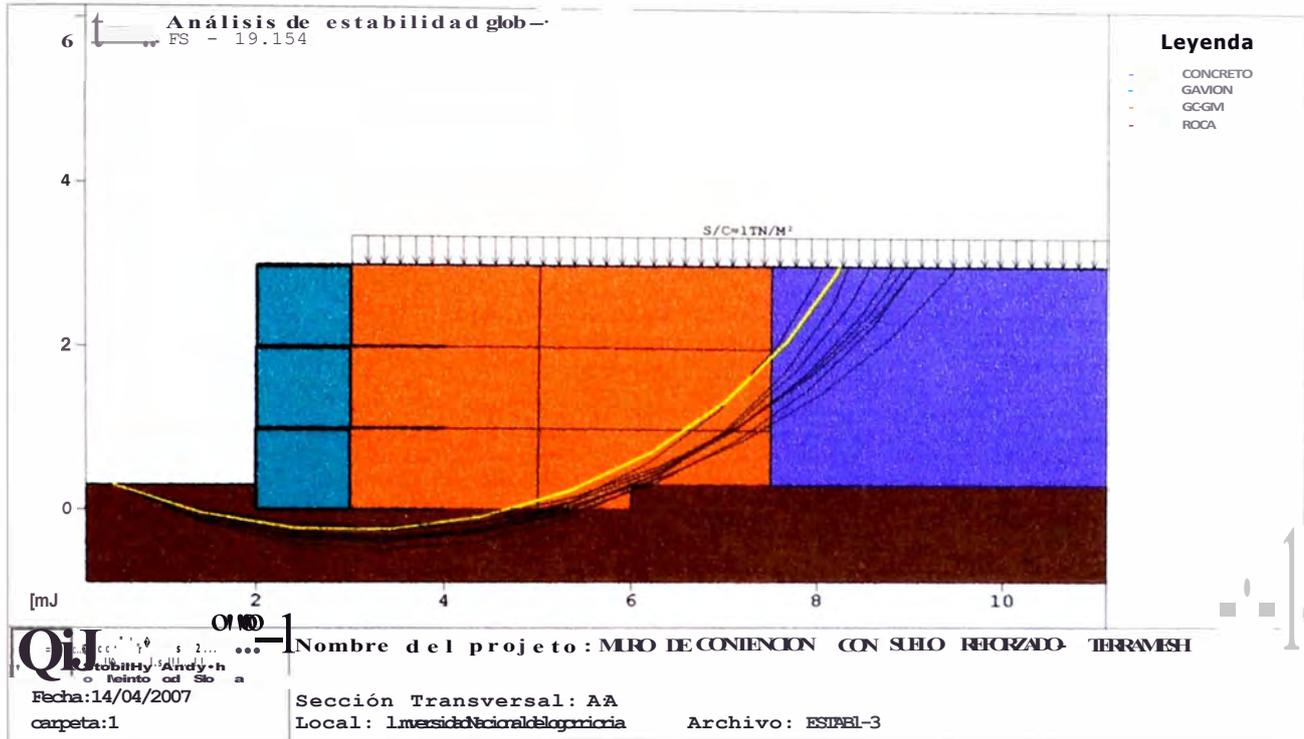
Estabilidad Interna (Dinámico):

Factor de Seguridad Calculado: 1.804



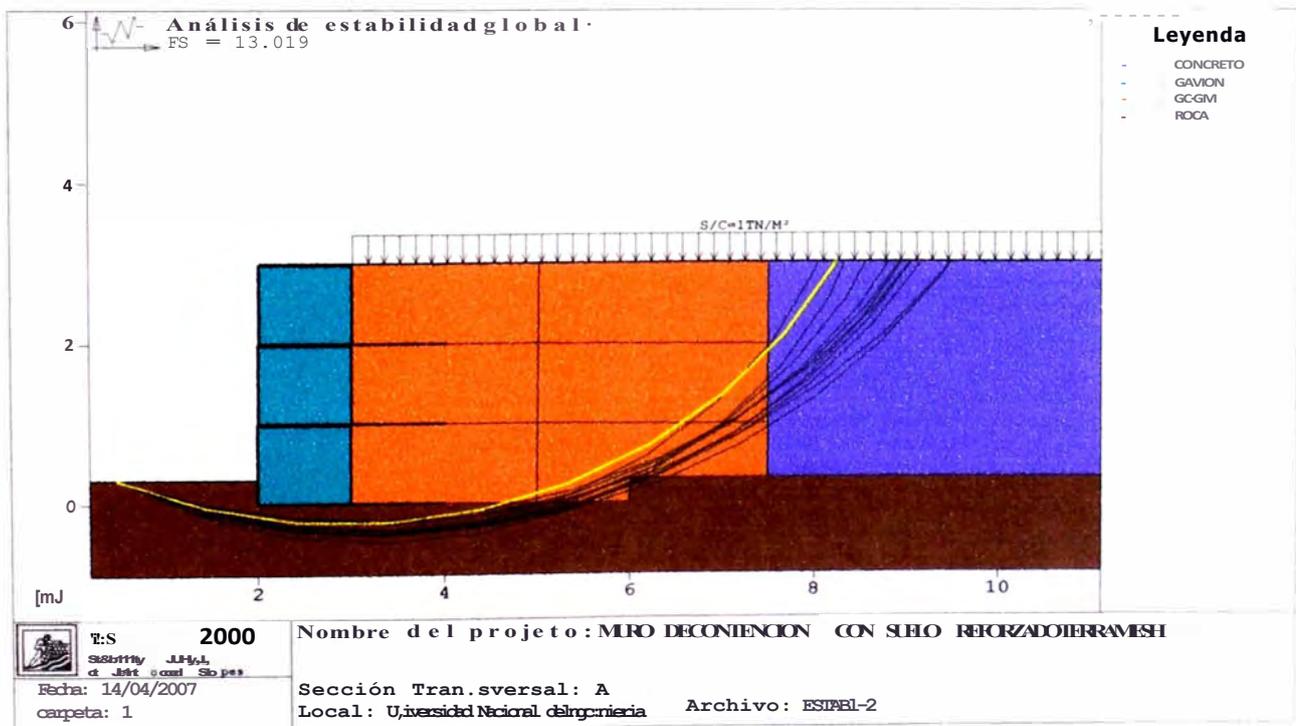
verificación de la estabilidad Global (Estatico):

Factor de Seguridad Calculado: 19.154



verificación de la estabilidad Global (Dinámico):

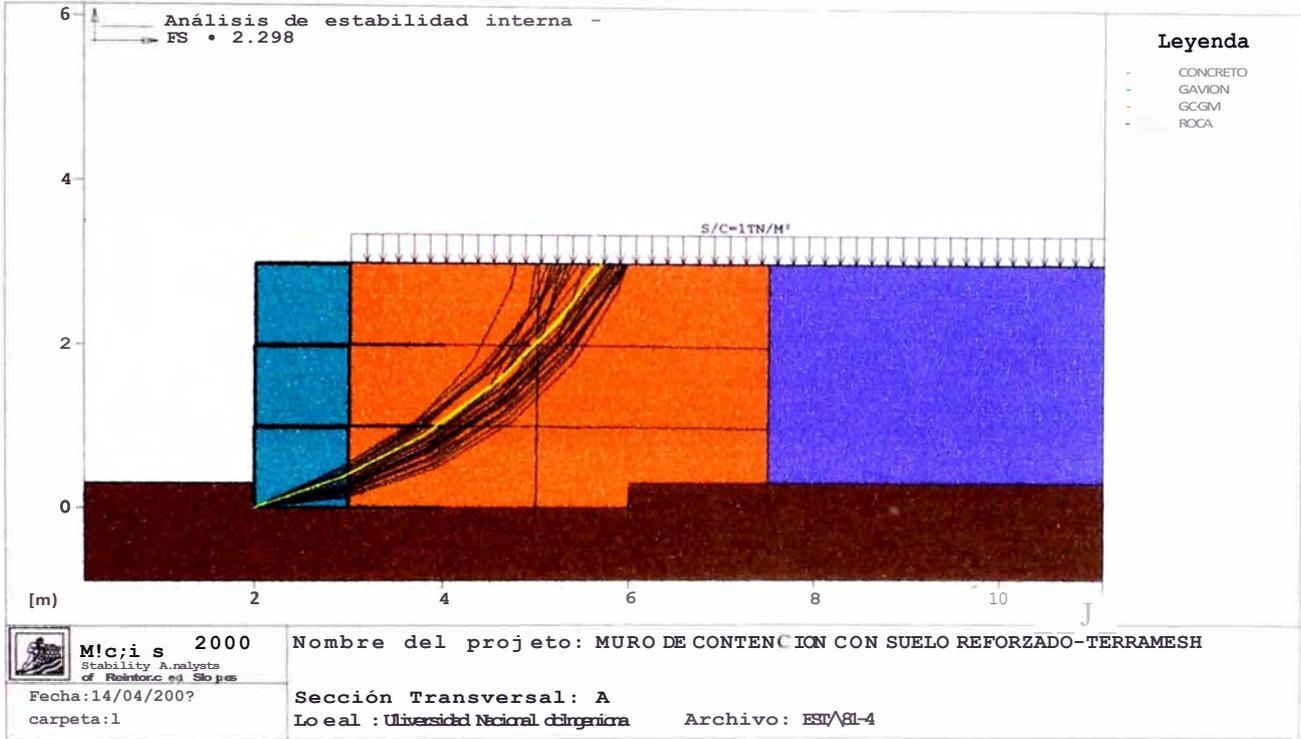
Factor de Seguridad Calculado: 13.019



MÉTODO DE JANBU (Análisis de estabilidad con superficies circulares)
Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido

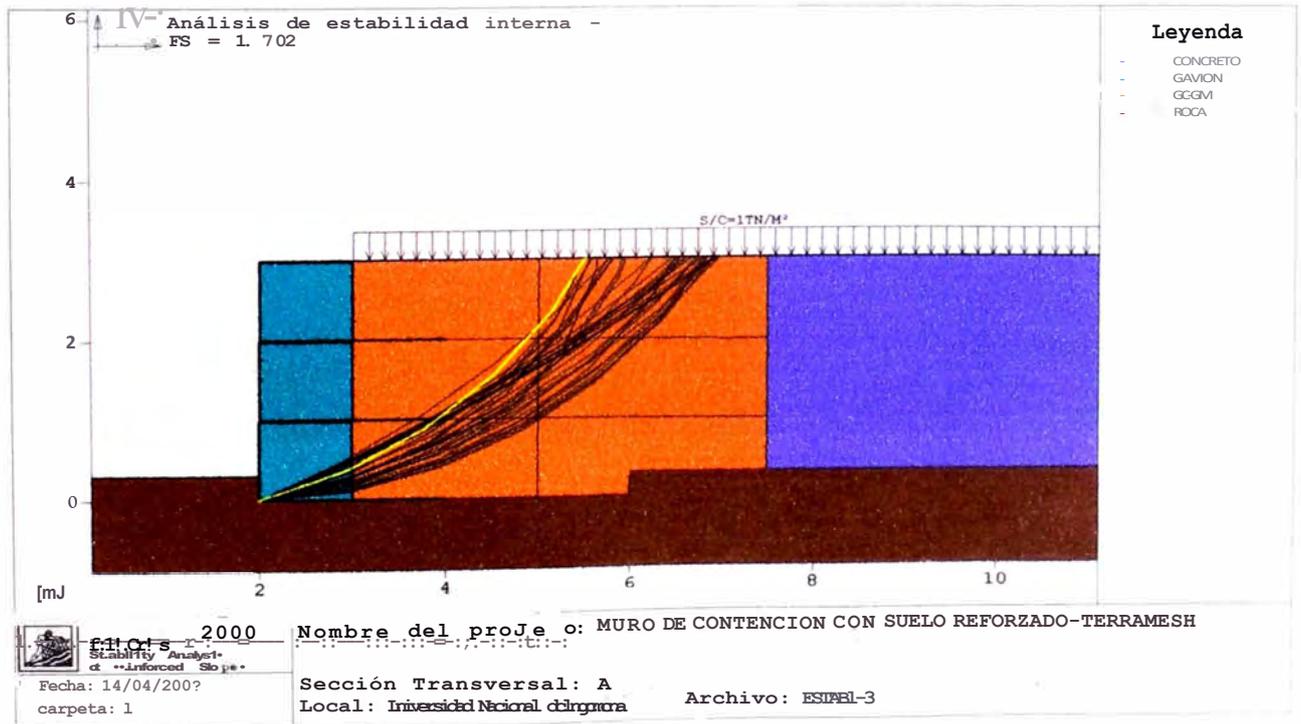
Estabilidad Interna (Estático):

Factor de Seguridad Calculado **2.298**



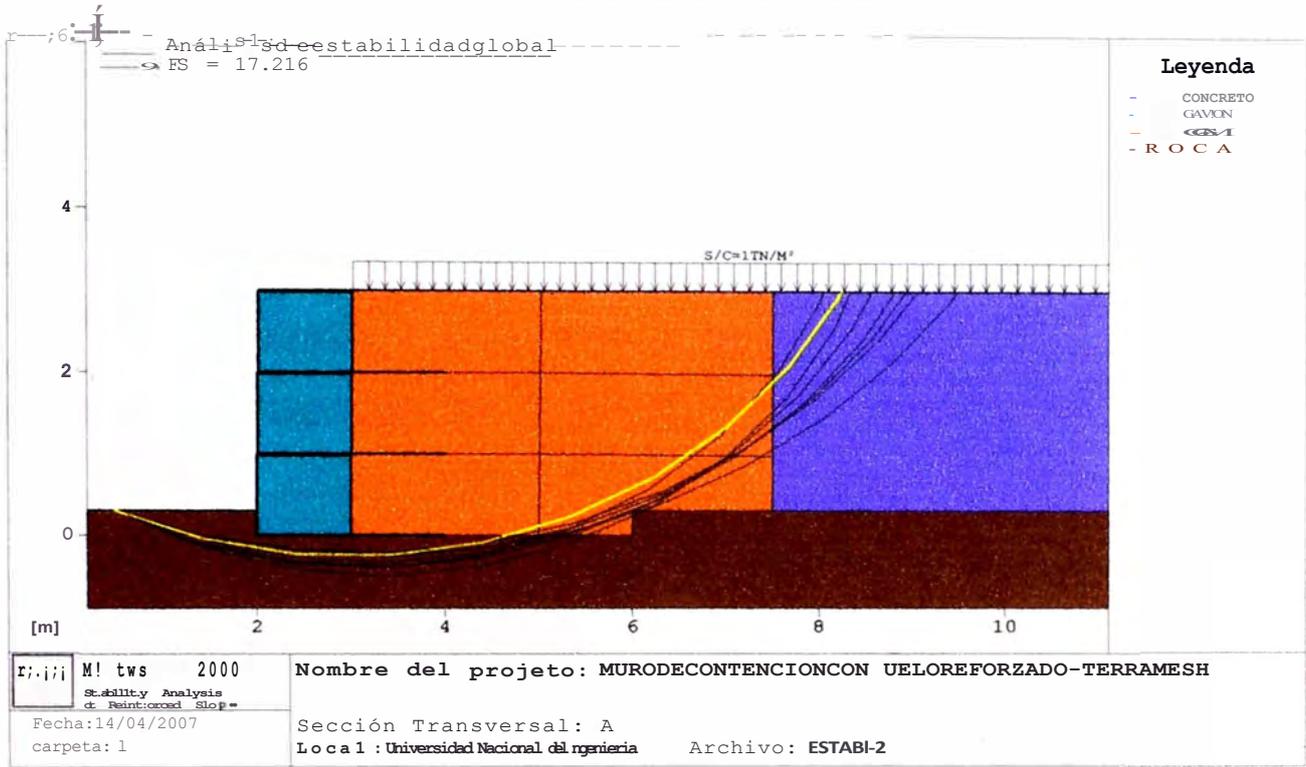
Estabilidad Interna (Dinámico):

Factor de Seguridad Calculado **1.702**



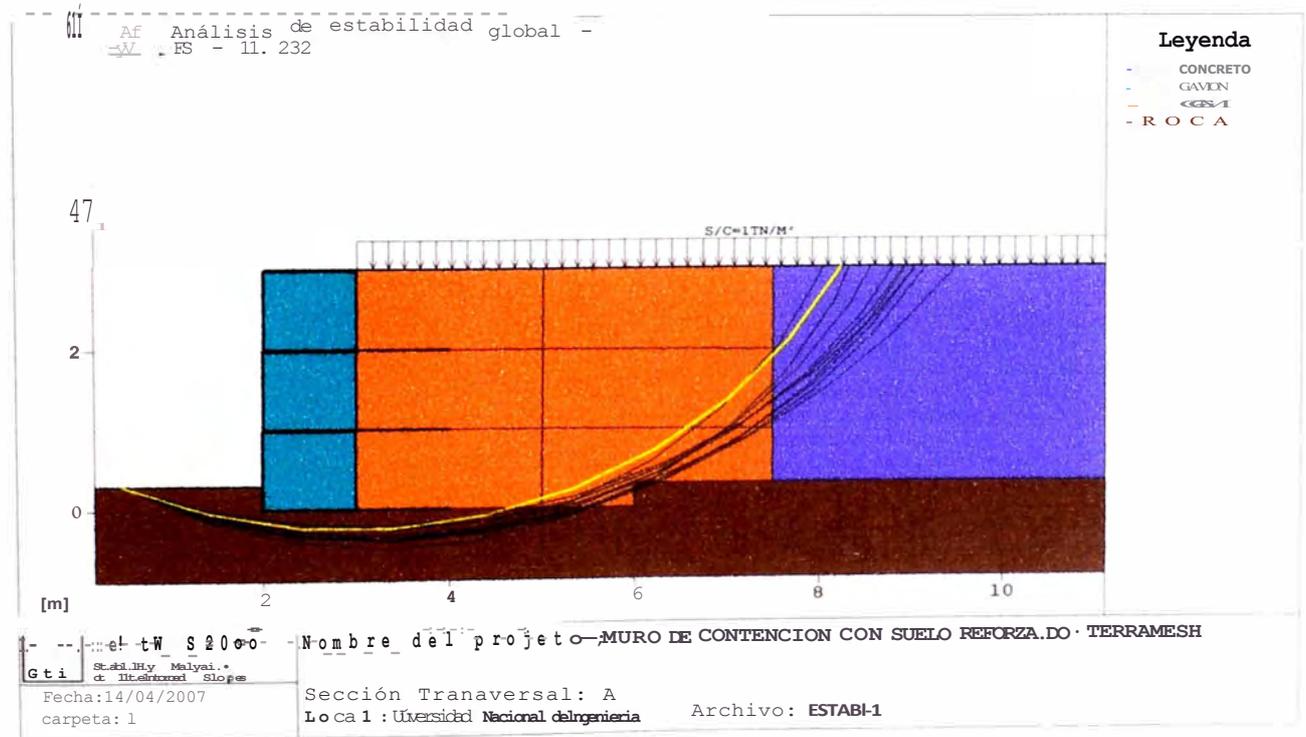
Verificación de la estabilidad Global (Estatico):

Factor de Seguridad Calculado.....: 17.216



Verificación de la estabilidad Global (Dinámico):

Factor de Seguridad Calculado.....: 11.232



RESUMEN DE RESULTADOS

Tipo de Análisis	Método Bishop		Método Janbu	
	Estático (a=0.0g)	Pseudo estático (a=0.22g)	Estático (a=0.0g)	Pseudo estático (a=0.22g)
Estabilidad Interna	2.313	1.804	2.298	1.702
Estabilidad Externa	19.154	13.019	17.216	11.232

(*) Resultados obtenidos con el programa MAC.ST.A.R.S 2000 - Rel. 2.2

CÁLCULO DE ESTABILIDAD

PROYECTO: Muro de contención con Suelo Reforzado (Terramesh)

SECCIÓN TRANSVERSAL: A-A

UBICACIÓN: Universidad Nacional de Ingeniería

PROPIEDADES DEL SUELO

Suelo: CONCRETO Descripción: CONCRETO

Cohesión.....	[t/m ²]	20.00
Ángulo de Fricción.....	J l	40.00
Valor de Ru.....		0.00
Peso unitario - arriba del nivel del agua.....	Jt/m ³	2.40
Peso unitario - abajo del nivel del agua.....	Jt/m ³ J	2.40

Módulo Elástico.....	[t/m ² J]	0.00
Módulo de Poisson.....		0.30

Suelo: GAVION Descripción: GAVION

Cohesión.....	[t/m ²]	2.00
Ángulo de Fricción.....	J l	40.00
Valor de Ru.....		0.00
Peso unitario - arriba del nivel del agua.....	Jt/m ³ L	1.70
Peso unitario - abajo del nivel del agua.....	Jt/m ³ 1	1.70

Módulo Elástico.....	Jt/m ² J	0.00
Módulo de Poisson.....		0.30

Suelo: GC-GM Descripción: RELLENO ESTRUCTURAL

Cohesión.....	[t/m ²]	2.00
Ángulo de Fricción.....	J°L	37.00
Valor de Ru.....		0.00
Peso unitario - arriba del nivel del agua.....	[t/m ³]	1.97
Peso unitario - abajo del nivel del agua.....	[t/m ³]	1.97

Módulo Elástico.....	[t/m ²]	0.00
Módulo de Poisson.....		0.30

Suelo: ROCA Descripción: ARENISCA-LUTITA

Cohesión.....	[t m ² J	31.00
Ángulo de Fricción.....	[l	36.00
Valor de Ru.....		0.00
Peso unitario - arriba del nivel del agua.....	Jt/m ³	2.69
Peso unitario - abajo del nivel del agua.....	Jt/m ³	2.69

Módulo Elástico.....	[t/m ²]	0.00
Módulo de Poisson.....		0.30

MURO DE SUELO REFORZADO - TERRAMESH

i) Estructura:

Altura	::	3.00	m
Longitud del Refuerzo	::	3.00	m
Inclinación del Paramento Frontal (a)	::	0.00	°
Peso R, pedfiro de los Gaviones	::	1.70	tn/m'

b) Talud Sobn: La Estructur,1:

Inclinaciól	::	0.00	°
Longitud Horizontal	::	0.00	m

c) Relleno Estructwal:

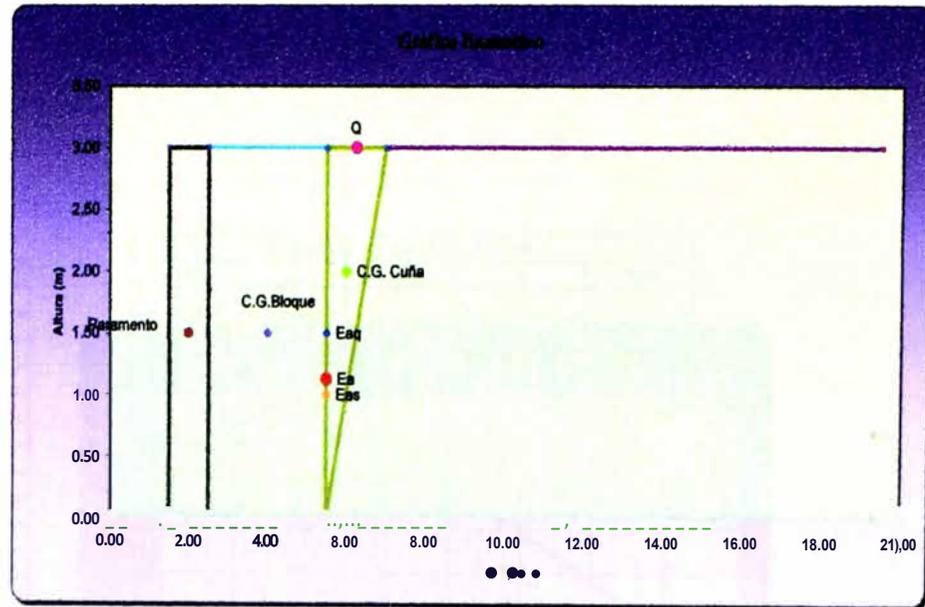
Peso P.spedfico	::	1.97	tn/m'
Ángulo de Fria:ión	::	37.00	°
Cohesión	::	2.00	tn/m ²
Carga Actuante	::	1.00	tn/m
Material del Relleno	::	Arena	
Superficie Fre.ttica	::	0.00	m
P. Esp. Parte P01Sterior al Macizo Reforzado	::	1.97	tn/m ³

d) Fpndación:

Peso Especifico	::	269	tn/m'
Ángulo de Fricción	::	36.00	°
Cohesión	::	31.00	tn/m ²
Carga Mblma Admisible	::	a.00	tn/m ²

e) Parámetros AdiciOD.1le1:

Malla Tipo	::	10x12	
Resist. Nominal a la Tracción	::	4.13	tn/m
Factor de Reducción	::	1.30	
Factor de Seguridad Estático	::	1.50	



Datos i Considerar H el O i l d o

Paramento	
Tenamesh	Altura
1.00	3.00
0.50	0.00

M _i J _{ij}	
Ti>O	Resistencia
8x10	5.01
10d2	4.13

Factor de Reducción	
Mal.Relleno	Factor
Arena	1.30
Limo	1.44
Arcilla	
Grava	

MURO DE SUELO REFORZADO - TERRAMESH

CÁLCULO:

$$E_s = (P+Q) \frac{S_n(p-l)}{0.5(a+p^2-b^2)}$$

$$P = \gamma x f u 2 B^{-1}$$

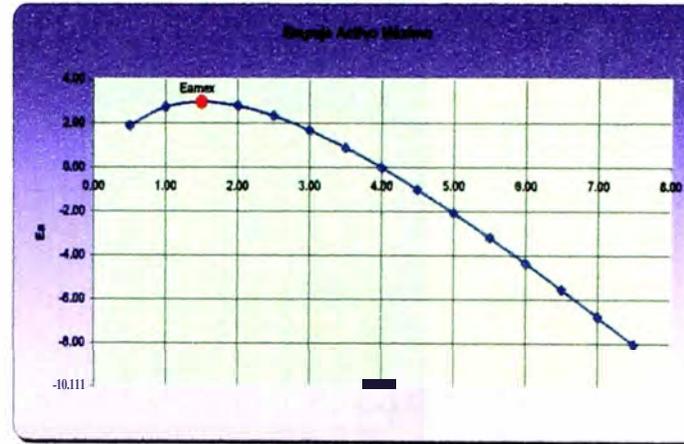
$$p = \arctan \frac{B e + x \tan \alpha}{}$$

6 ca 0.00 m
 Ha 3.00 m
 HxTana 0.00 m

Incremento 0.50 m

Clifta	AB(m)	p(idos)	l'Ho(tn)	Ea (by/m)
1	0.50	80.54	1.48	1.88
2	1.00	71.57	2.96	2.72
3	1.50	64.13	4.43	2.95
4	2.00	56.31	5.91	2.71
5	2.50	50.19	7.39	2.32
6	3.00	45.00	8.87	1.67
7	3.50	40.60	10.34	0.87
8	4.00	36.87	11.82	-0.04
9	4.50	33.69	13.30	-1.03
10	5.00	30.96	14.78	-2.09
11	5.50	28.61	16.25	-3.21
12	6.00	21.57	17.73	-4.37
13	6.50	24.78	19.21	-5.57
14	7.00	23.20	20.69	.80
15	7.50	21.80	22.16	-3.06

VALORES DE LA CUÑA CRÍTICA				
Cuña	Ea	Posición	p	Peso
3	2.95 tn/m	1.50 m	63.43 °	4.43 tn



MURO DE SUELO REFORZADO - TERRAMESH

Para la determinación del punto de aplicación del E_a , el efecto de la sobrecarga debe de ser separado del efecto del suelo :

$$E_a = Qx \frac{\text{Ser}(p_m, -; i)}{\text{Cos}(a + P_n, -; i)}$$

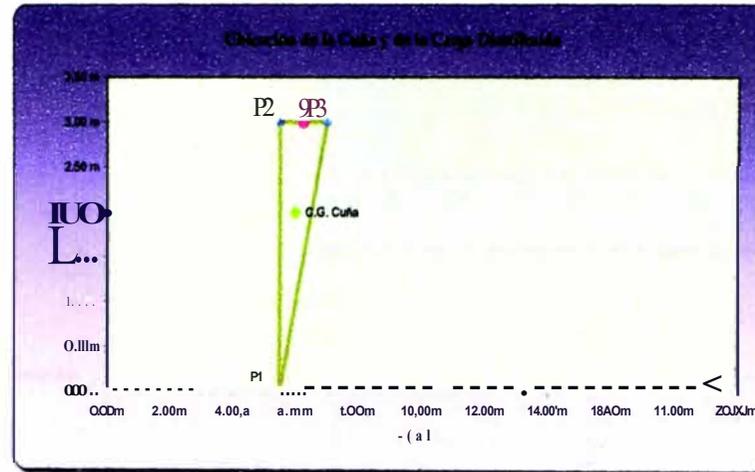
$$E_a = Px \frac{\text{Ser}(p_m, -; i)}{\text{Cos}(a + P_n, -; i)}$$

EMPUJE	POSICION	
	X	y
Eaa ..j 0.75 tn/m	5.50	1.50
Eas "I 2.20 tn/m	5.50	1.11
Ú:1 2 tn/m	5.50 m	1.13m

C.G. de la Masa de Suelo (Cuh)		
Pto	X	y
P1	5.50	0.00
P2	5.50	3.00
P3	7.00	3.00
Pct	6.00m	2.00m

Posición de la Carga Distribuida		
Carga	X	y
Q	6.25 m	3.00m

Centro de Gravedad del Paramento Frontal				
Paramento	X	y	Áfil	Peso
Ptt	2.00 m	1.50m	3.00m'	5.10 tn



MURO DE SUELO REFORZADO - TERRAMESH

Centro de Gravedad del Muro Reforzado								Bloque					
Pto	X	y	Área	X	y	Área	X	y	X	y	Pno		
P1	250	3.00	A1	3.50	1.00	4.50	4.00	1.50	3.00 m	1	t.50m	T	17.731n
P2	250	3.00	A2	4.50	2.00	4.50							
P3	5.50	3.00	A3	3.50	3.00	0.00	0	0					0,00 tn
P4	5.50	3.00	A4	4.50	3.00	0.00							
P5	2.50	0.00											
P6	5.50	0.00											

VERIFICACIÓN DEL AESTABILIDAD EXTERNA:

1.-Verificación Contra el Deslizamiento:

Sumatoria de las Fuerzas Estabilizantes:

$$\sum F_{e,i} = T + E_j$$

Sumatoria de las Fuerzas Inestabilizantes:

$$\sum F_{i,j} = E, x \cos(\theta - \alpha)$$

$$I_r = N \times \tan \phi'$$

$$I_N = W + q \times l + E, x \sin(\theta - \alpha)$$

Donde:

W= Peso del Bloque (Paramento Frontal + Masa de Suelo Reforzado)

L=largo del Refuerzo

q=carga Distribuida

WE = 22.83 ln

N= 25.83 ln

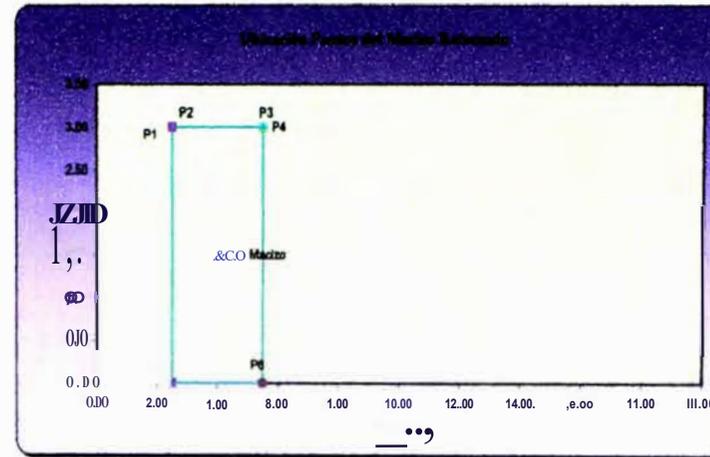
Te = 18.77 ln

∑ Fuerzas Estabilizantes = 18.77 ln

∑ Fuerzas Inestabilizantes = 2.95 ln

Factor de Seguridad = 6.36

OK



MURO DE SUELO REFORZADO - TERRAMESH

2.-Verifkad6p Contra el Vuelco:

Sumatoria de Momentos Estabiliz.antes:

$$\sum M_{est} = P_{g,zx} + P_{g,zx} + E.z \sin(t5-a)zX. + qzlxX' + E.zr$$

- Pg- Peso del Paramento Frontal
- Xg- Coord. X del Centro de Gravedad del Paramento Frontal
- Pm Peso del Macizo de Suelo Reforzado
- xi,.. Coord. X del Centro de Gravedad del Macizo Reforzado
- Xea• Coord. X del Punto de Aplicación del Empuje Activo
- q• Carga Distribuida
- L • Largo del Refuerzo
- Xqm Coord. X de la Resultante de la caga distribuida en los refuerzos
- Epa Em_p uje Pasivo
- YeP''' Coord. Y del Punto de Aplicación del Empuje Pasivo

Sumatoria de Momentos Inestabilizantes:

$$\sum M_{inest} = E.z \cos J(t5-a)zY_{t,d}$$

1 Momentos Estabilizantes • 54.38 tn/ m

1 Momentos Inestabilizantes z 3.32 tn/ m

Factor de Seguridad.id m 1637 OK

3.-Presiones en la Fpncbción:

Calculamos la Excentricidad :

$$e = \frac{\sum M_{est} - \sum M_{inest}}{R}$$

$s, +, < 0 \quad g = g$
 $s, + t > 0 \quad Br : g - 2ze$

ec 0.02m
 Base Reducida e 3.95 m
 Presión Máxima• 6.53 m Es menor qol' la Carg., Máxima Admisibk

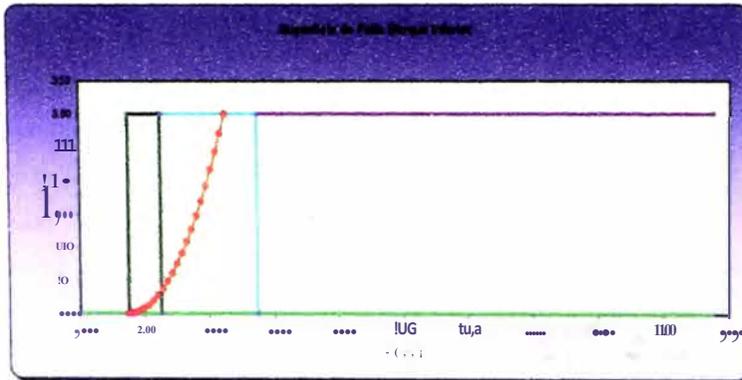
IY2QY.Uj

L- Método de Fellenius:

$$FS = \frac{c' + (\sigma' \cos \alpha - r) \tan \phi}{W \sin \alpha}$$

Dovela	X	y	b (m)	a (Gradas)	1 * b/cos(a)	H (m)	Área (m²)	W * (A (ton))	hw (m)	u-yw+hw	c' (tn/m²)	W	Carga Q (tn)	Largo de Arco (m)	Distancia Malla (m)	Fum: a E, 111, illun; p	Factor de Seguridad	
0	1.50	0.00																
1	1.65	0.01	0.15	2.86	0.15	3.00	0.45	0.89	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	1.00	1.07	0.15
2	1.80	0.03	0.15	8.53	0.15	3.00	0.45	0.89	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	1.07	0.15	0.15
3	1.95	0.07	0.15	14.04	0.15	2.98	0.45	0.88	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	1.06	0.25	0.15
4	2.10	0.12	0.15	19.29	0.16	2.96	0.44	0.87	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	1.06	0.34	0.15
5	2.25	0.19	0.15	24.23	0.16	2.92	0.44	0.86	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	1.02	0.42	0.15
6	2.40	0.27	0.15	28.81	0.17	2.87	0.43	0.85	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	1.00	0.48	0.15
7	2.55	0.37	0.15	33.02	0.18	2.80	0.42	0.83	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.97	0.53	0.15
8	2.70	0.48	0.15	36.87	0.19	2.72	0.41	0.80	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.95	0.57	0.15
9	2.85	0.61	0.15	40.66	0.20	2.62	0.39	0.77	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.92	0.60	0.15
10	3.00	0.75	0.15	44.55	0.21	2.51	0.38	0.74	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.90	0.61	0.15
11	3.15	0.91	0.15	46.40	0.22	2.38	0.36	0.70	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.88	0.62	0.15
12	3.30	1.08	0.15	48.99	0.21	2.24	0.34	0.66	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	2.35	11.38	12.24	0.61	0.15
13	3.45	1.27	0.15	51.34	0.21	2.08	0.31	0.61	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.84	0.60	0.15
14	3.60	1.47	0.15	53.47	0.25	1.91	0.29	0.56	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.82	0.57	0.15
15	3.75	1.69	0.15	55.41	0.26	1.72	0.26	0.51	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.81	0.54	0.15
16	3.90	1.92	0.15	57.17	0.28	1.52	0.21	0.45	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.80	0.50	0.15
17	4.05	2.17	0.15	58.78	0.29	1.30	0.19	0.38	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	1.60	9.81	10.59	0.46	0.15
18	4.20	2.43	0.15	60.26	0.30	1.07	0.16	0.31	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.78	0.40	0.15
19	4.35	2.71	0.15	61.61	0.32	0.82	0.12	0.24	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.77	0.34	0.15
20	4.50	3.00	0.15	62.85	0.33	0.56	0.08	0.16	0.00	0.00	2.00	37.00	0.15	0.00	0.00	0.77	0.28	0.15
																39.33 tn	8.93 tn	

Factor de Seguridad Inicw: 1.00



MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL

DISEÑO MURO DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL

1.00 GEOMETRÍA DEL MURO

Datos del Proyecto

Altura del muro	H	3.00 m
Longitud	L	6.00 m
Inclinación de la cara	B	90 °

2.00 PARAMETROS GEOTÉCNICOS

MATERIAL DE RELLENO

Cohesión	c	2.00 T/m ²
Ángulo de fricción interna	ϕ	37 °
Límite Líquido	LL	18
Límite Plástico	LP	14
Pasa Tamiz N° 200	%finos	28.3 %
Contenido humedad natural	w _n	%
Máxima densidad seca	ρ_{dmax}	2.07 T/m ³
Densidad de control (99% MDS)	ρ_t	1.97 T/m ³
Contenido humedad óptimo	w _{opt}	9.3 %

SUELO DE FUNDACIÓN

(Ver Anexo de Ensayo de Suelo de Fundación)

Cohesión	c	31.00 T/m ²
Ángulo de fricción interna	ϕ	36 °
Límite Líquido	LL	*
Límite Plástico	LP	*
Pasa Tamiz N° 200	%finos	*
Densidad (Peso específico)	ρ_t	267.70 T/m ³

3.00 EVALUACIÓN DE CARGAS

Carga uniforme 1.00 T/m²

(No se está considerando carga vehicular, solo una sic por el material que va encima del muro y que actúa en distintos puntos de él)

4.00 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD INTERNA

Estimación de la base $B = 0.7 \times H = 2.10$ m

(Se estima el 70% de la altura del muro)

DATOS DEL MATERIAL DE REFUERZO

Geotextil FORTEX BX90

Resistencia a la tracción (método de la tira ancha) ASTM D4595 Tult 106.30 KN/m

FACTORES DE REDUCCIÓN

Por Creep FR creep 1.62
 Es un factor de reducción por esfuerzo constante, como el material es sensible al flujo plástico (polimero). Tiempo de vida útil de 5 años.
 Se toma como referencia la Hoja Técnica de Geotextiles FORTEX (ver anexo)

Por Daños durante la instalación FR id 1.10
 Es un factor de reducción por daños causados en el geotextil al momento de instalar considerando el uso de equipos y maquinaria no pesada durante la construcción.
 Se toma como referencia la Guía de instalación y diseño del fabricante. (ver anexo)

Por durabilidad química y biológica FR qb 1.05
 Es un factor que considera los daños por degradación química y biológica, en este proyecto el geotextil no va estar expuesto a degradación química ni biológica, por eso consideramos como factor 1.05

CALCULO DE Tadmisible

$$T_{adm} = \frac{T_{11111ma}}{FR_{creep} * J,7, d * N, qh}$$

Tadm 56.81 KN/m
 que equivale a: Tadm 5.68 T/m

(ver hoja 2 con tabla de espesores y longitudes de capa 1)

5.00 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EXTERNA

5.10 ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO

- FUERZAS HORIZONTALES RESISTENTES:

Base final B= 2.20 m

Esfuerzo vertical $\sigma V = \frac{1}{M} + \gamma d * H$

ov= 6.91 T/m2

Esfuerzo cortante $1r = e + \zeta * TAN(\delta)l$

δ Angulo de fricción entre el geotextil y el suelo de relleno.
 se considerará el 80% del angulo de fricción interna del suelo de relleno.

$$\delta = 0.8 * \phi = 26^\circ$$

= 5.93T/m2

Fuerza cortante xB= 13.04 T/m

· FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES:

Coefficiente de Presión Activa

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

K_a 0.249

Relleno de confinamiento

$$P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma * H^2$$

P_a ; 2.20 T/m

Carga muerta

$$P_{cm} = \gamma_d * A * a$$

P_{cm} 0.75 T/m

Factor de seguridad al deslizamiento

$$FS = \frac{\sum c + \sum W \cos \alpha}{\sum W \sin \alpha}$$

FS ; 4.42

Según la FHWA DEVD 82 el FS \geq 1.5
Es mayor que 1.50, entonces OKI

5.20 ESTABILIDAD AL VOLCAMIENTO

MOMENTOS RESISTENTES:

Momento generado por carga muerta

$$M_{cm} = M * R * t$$

M_{cm} 2.42 T.m/m

Momento generado por el peso propio

$$M_{pp} = \gamma_d * R * R * t$$

M_{pp} 14.30 T.m/m

MOMENTOS ACTUANTES:

Momento por la presión de tierras

$$M_{pt} = \frac{1}{3} * P_a * H$$

M_{pt} 2.20 T.m/m

Momento por carga muerta extra

$$M_{cm} = C * M * t$$

M_{cm} 1.12 T.m/m

Según la FHWA DEVD 82 el FS \geq 2.00
Es mayor que 2.00, entonces OKI

FS 5.03

$$F' i = \frac{\sum M_{resistentes}}{\sum M_{actuantes}}$$

5.30 CALCULO DE EXCENTRICIDAD

FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES

Coefficiente de Presión Activa

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

Ka= 0.249

Empuje estático

$$P_a = \frac{1}{2} * K_a * \gamma d * (H)^2$$

Pa= 2.20 T/m

Carga muerta

$$P_{cm} = \gamma d * K_a * H$$

Pcm= 0.7 T/m

FUERZAS VERTICALES ACTUANTES

Peso de Suelo reforzado

$$V_1 = \gamma * H * H$$

V1= 13.00 T/m

Peso de carga muerta

$$V_2 = C M * H$$

v2 2.20 T/m

Según FHWA DEMO 82, la excentricidad .e. debe ser menor de B/6

.e. permitido B/6 = 0.37 m

Calculando la excentricidad:

$$e = \frac{P_a x H + P_{cm} x H}{V_1 + V_2}$$

e= 0.22 m

Entonces la excentricidad .e. esta OKI

5.40 CALCULO DE PRESION ADMISIBLE

MÁXIMA PRESIÓN VERTICAL APLICADA EN LA BASE DEL MURO

Según la Sección 4.2d · FHWA DEMO 82, el esfuerzo vertical transmitido en la base del muro es ejercida sobre un ancho menor al del muro, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$R = \frac{V}{1 - 2e/B}$$

Entonces:

$$L = 1.76 \text{ m}$$

Luego el esfuerzo vertical que le ejerce el muro en su base es:

$$\sigma_{base} = \frac{V'1 + V'2}{L'}$$

Entonces: **abase = 8.62 T/m²**

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Se expresa de la siguiente manera:

$$q_u = cN_c + q\lambda \cdot \gamma + \frac{1}{2} \lambda \gamma N_q$$

Donde:

- c: cohesión del suelo de fundación
- N_c, N_q, N_γ: factores de capacidad de carga (función del ángulo de fricción interna del suelo)
- γ: peso específico del suelo de fundación
- q: γ x profundidad de la cimentación. En nuestro caso q = 2.59T/m² x 0.00m = 0.00 T/m²

Para φ = 37° se tienen los siguientes:

N _c	17
N _q	14
N _γ	29

La cohesión del suelo de fundación es C = 31.00 T/m²

Entonces la capacidad de carga última es: qu = 9066.63 T/m²

Entonces el factor de seguridad será:

$$F.S = \frac{q_u}{\sigma_{base}}$$

F.S = 1051.42

Según la FHWA DEMO el FS > 2.5
Es mayor que 2.50, entonces OK

5.50 ANALISIS CON CARGAS DINÁMICAS

Coefficientes sísmicos

Según la norma E.060 el factor de zona para Lima es Z=0.40

Según la FHWA-DEMO podemos usar el 50% de Z y podemos asumir Av = 0

A _h	0.20
A _v	0.02

Coefficiente de Presión Activa Kas = 0.39

(Ver Anexo - cálculo de presiones según Mononobe-Okabe)

ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO CON CARGAS DINÁMICAS

Fuerzas Resistentes:

Fuerza cortante (x B) 13.036 T/m

Fuerzas Actuantes:

Relleno de confinamiento Pa 3.43 T/m

Sobrecarga p se 1.16 T/m

$$FS = \frac{\sum \text{Resistentes}}{\sum \text{Actuantes}}$$

Factor de seguridad FS 2.843

Según la Federal Highway Administration (FHWA) se debe considerar un FS \geq 1.125

Es mayor que 1.125, entonces OKI

ESTABILIDAD AL VOLCAMIENTO CON CARGAS DINÁMICAS

Momentos resistentes:

Por la carga muerta Mcm 2.42 T.m/m

Por peso propio del muro Mpm 14.30 T.m/m

Momentos actuantes:

Por la presión lateral de tierras Mpt 3.43 T.m/m

Por la carga muerta Mcm 1.74 T.m/m

FS 3.24

$$FS = \frac{\sum \text{Resistentes}}{\sum \text{Actuantes}}$$

Factor de seguridad

Según la Federal Highway Administration (FHWA) se debe considerar un FS \geq 1.50

Es mayor que 1.5, entonces OKI

MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO SIMPLE

Memoria de Calculo para el diseño del Muro de Contencion de Gravedljld

1- Datos para el diseiio

H(m): 3

Material de Relleno

e (tn/m³): 2
 ϕ (°): 37
 γ (t/m³): 1.97

Concreto

f_c (kg/cm²): 210
 γ_c (t/m³): 2.3

Terreno de Cimentacion

a_t (kg/cm²): 26.77

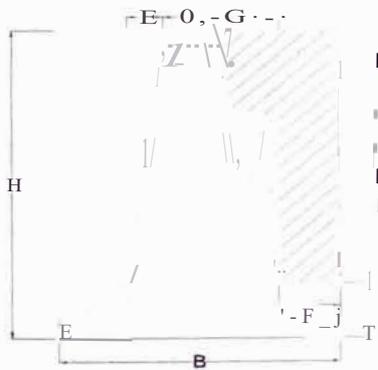
Sobrecarga

W_{s/c} (t/m²): 1

factores de Seguridad

FSV: 1.75
 FSD: 1.5

2- Predimensionamiento de la Estructura



Propuestos		Para Analisis
H (m):	3.00	
	0.18	0.36
	1.50	2.25
	0.36	0.54
D(m):	0.24	0.30 min
E(m):		0.06 min
F(m):	0.18	0.36
	G (m):	1.30
	X ₁₊₁₁	1.70

3- Calculos para el diseño

Altura equivalente debido a la sobrecarga

h_o(m): 0.51

Calculo del coeficiente de friccion (f)

$\theta(^{\circ})$: 37
 $\text{tg}\theta$: 0.754
 $\text{tg}\theta$ (max): 0.6
 ~~f~~ : 0.6

Calculo del coeficiente de ka

$\theta(^{\circ})$: 0
 cose : 1
 $\cos\theta$: 0.799
 $\cos^2\theta - \cos^2\alpha$: 0.362
 k_a : 0.249

Verificacion por Resistencia

Pantalla: analizando en la base de la pantalla

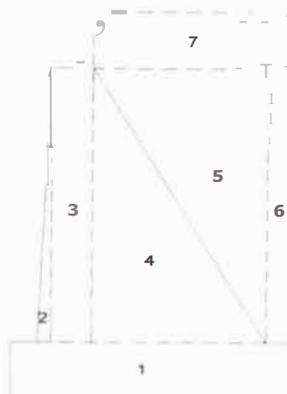
h_p (m): 2.50
 p (t): 5.75
 M (t-m): 2.05
 P_u (t): 8.05
 M_u (t-m): 3.49
 f_{t1} (t/m²): 11.98
 f_{t2} (t/m²): -2.51
 f_{tu} (t/m²): 12.25
 $f_{tu} > f_t$ (t/m²): **CUMPLE**

Resumen (Dimensiones de Muro)

A (m): 0.20
 B (m): 2.10
 C (m): 0.50
 D (m): 0.30
 E (m): 0.10
 F (m): 0.20
 G (m): 1.30

Verificacion de Estabilidad

p	Peso (ti)	x(m)	P*x (t-m)
1	2.415	1.05	2.536
2	0.288	0.27	0.077
3	1.725	0.45	0.776
4	3.738	1.03	3.862
5	3.201	1.47	4.695
6	0.985	2.00	1.970
7	1.500	1.35	2.025
Total	13.851		15.941



Ha (t):	2.949
Hr (t):	8.311
Hr/Ha:	2.818
FSD:	1.5
Hr/Ha > FSD:	CUMPLE

Ma (t-m):	2.393
Mr(t-m):	15.941
Mr/Ma:	6.662
FSV:	1.75
Mr/Ma > FSV:	CUMPLE

Presiones sobre el terreno

xo (m):	0.98
B/6 (m):	0.35
e(m):	0.07
e < B/6:	CUMPLE
q1 (t/m ²):	7.95
q2 (t/m ²):	5.24
at (t/m ²):	267.7
q1 < at:	CUMPLE

ANEXO 4

PRESUPUESTO

MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO CON SISTEMA TERRAMESH

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Obra: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

Fecha: Abr-07

Cliente: Universidad Nacional de Ingeniería

Impuesto de Cambio: 3.18

Ubicación: Lima

Item	Descripción	Unid	Metrado	Precio Unitario	Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)	Total (S/.)
1.00	<u>Obras Preliminares</u>					<u>774.2</u>	
1.01	Limpieza de terreno y nivelación	m2	32 00	7 61	243.52		
1.02	Recolección y acarreo de Piedra	m3	30 00	17 69	530.70		
2.00	<u>Movimiento de tierras</u>					<u>4,191.2</u>	
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria	m3	62 64	66 91	4,191.24		
3.00	<u>Instalación de Elemento Terramesh</u>					<u>5,721.0</u>	
3.01	Instalación de Elemento Terramesh 10 X 10 X 30 m, malla 10x12, diámetro 3.7 mm	und	5 00	344 76	5,171 40		
3.02	Instalación filtro geotextil Mactex MT400 en Terramesh System	m2	48 00	11 45	549 60		
4.00	<u>Control de Calidad</u>					<u>2,386.0</u>	
4.01	Ensayos de Laboratorio	glo	1 00	2,386 00	2,386 00		
COSTO DIRECTO (S/.)							13,072.61

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
1.01	Limpieza de terreno y nivelacion

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	m2	21.33	7.61

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peón	hh	2.00	0.7501	9.66	7.25

Precio Unitario Mano de Obra (S/.) 7.25

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
					0.00

Precio Unitario Materiales (S/.) 0.00

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	7.25	0.36

Precio Unitario Equipos (S/.) 0.36

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
1.02	Recoleccion y acopio de Piedra

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	m3	9.00	17.69

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0 00	0 0000	0 00	0 00
	Operario	hh	0 00	0 0000	0 00	0 00
	Oficial	hh	0 00	0 0000	0 00	0 00
	Peon	hh	2 00	1 7778	9 66	17 17

Precio Unitario Mano de Obra (S./) 17.17

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
						0 00

Precio Unitario Materiales (S./) 0 00

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		3%	17 17	0 52

Precio Unitario Equipos (S./) 0 52

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingeniería

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/día	TOTAL (S/./ UNIDAD)
Abr-07	m3	26.56	66.91

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	0.10	0.0301	11.95	0.36
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peon	hh	3.00	0.9036	9.66	8.73

Precio Unitario Mano de Obra (S/.) 9.09

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Agua	gib	1.00	30.00	30.00
	Material de relleno seleccionado	m3	1.20	18.00	21.60

Precio Unitario Materiales (S/.) 51.60

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	9.09	0.45
	Compactor vib. Tipo Plancha 4 HP	hm	1.00	0.3012	19.15	5.77

Precio Unitario Equipos (S/.) 6.22

OBSERVACIÓN:	S/.
Tipo de cambio:	3.18

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
3.01	Instalacion de Elemento Terramesh 1.0 x 1.0 x 3.0 m., malla 10x12, diám. 3.7 mm

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/día	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	und	10.00	344.76

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	2.00	1.6000	11.95	19.12
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peón	hh	5.00	4.0000	9.66	38.64

Precio Unitario Mano de Obra (S./) 57.76

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Elemento Terramesh 1.0 x 1.0 x 3.0 m., malla 10x12, diám. 3.7 mm (Zn + 5Al + PVC)	und	1.00	242.11	242.11
	Piedra 6" - 10"	m3	2.10	20.00	42.00

Precio Unitario Materiales (S./) 284.11

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	57.76	2.89

Precio Unitario Equipos (S./) 2.89

OBSERVACIÓN:	Tipo de cambio: S/. 3.18
--------------	--------------------------

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingeniería

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
3.02	Instalacion filtro geotextil Mactex MT400 en Terramesh System

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (\$./ UNIDAD)
Abr-07	m2	400.00	11.45

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Oficial	hh	1.00	0.0200	10.69	0.21
	Peón	hh	2.00	0.0400	9.66	0.39

Precio Unitario Mano de Obra (\$./) 0.60

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Geotextil MacTex MT400	m ²	2.00	5.41	10.83

Precio Unitario Materiales (\$./) 10.83

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		3%	0.60	0.02

Precio Unitario Equipos (\$./) 0.02

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: \$/ 3.18

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Sistema Terramesh

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingeniería

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
4.01	Ensayos de Laboratorio

FECHA	UNIDAD	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	glb	2,386.0

1.- Excavacion de Calicatas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Exploracion de calicatas	und	3.00	22.00	66.00
Precio Excavacion de Calicatas (S./)					66.00

2.- Ensayos al material para relleno

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Analisis de granulometria por via humeda Metodo ASTM D-422 o AASHTO T-88	und	1.00	80.00	80.00
	Determinacion del Limite Liquido Metodo ASTM D-423 o AASHTO T-89, D4318-93	und	1.00	15.00	15.00
	Determinacion del Limite Plastico Metodo ASTM D-424 o AASHTO T-90	und	1.00	15.00	15.00
	Compactacion y Densidad de Suelos (Standart) ASTM C-698 o AASHTO T-99	und	1.00	50.00	50.00
	Triaxial (CU)	und	1.00	1,500.00	1,500.00
	Peso Especifico, Metodo ASTM D-854	und	1.00	25.00	25.00
Precio Ensayos a Material para Relleno (S./)					1,685.00

3.- Ensayos de Control de Compactacion

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Densidad de Campo ASTM D-1556	und	20.00	25.00	500.00
Precio Ensayos Control de Compactacion (S./)					500.00

4.- Ensayos Varios

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Ensayos para pedras del gabion	glb	1.00	12.00	12.00
	Estudio geologico de la roca	glb	1.00	23.00	23.00
	Ensayos a material de Cimentacion	glb	1.00	100.00	100.00
Precio Ensayos Varios (S./)					135.00

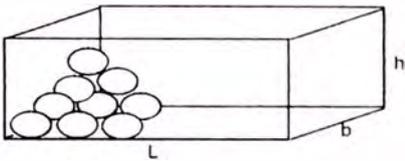
OBSERVACIÓN:	Tipo de cambio	S/. 3.18
---------------------	----------------	----------

HOJA DE METRADOS

Item: 1.01
 Descripción: Limpieza de terreno y nivelación

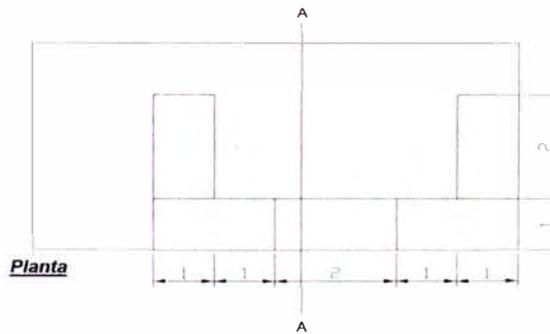
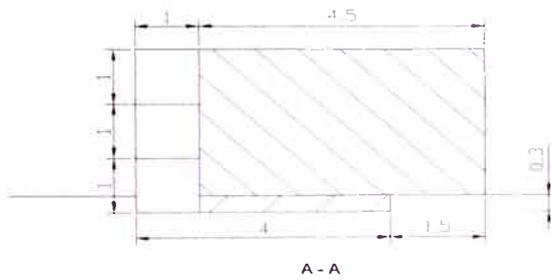
Nro	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)
1	8	4	32

Item: 1.02
 Descripción: Recoleccion y acopio de Piedra



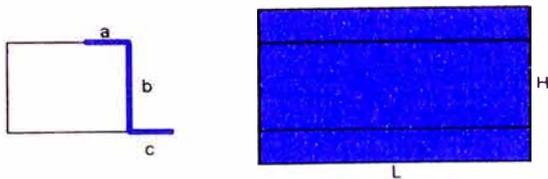
Dimensiones del Elemento Terramesh				# de Elementos Terramesh	Vol. Total (m3)
L (m)	b (m)	h (m)	Vol. (m3)		
2	1	1	2	15	30

Item: 2.01
 Descripción: Relleno masivo con Plancha Vibratoria



Nro	Fig.	Base 1 (m)	Altura (m)	Area (m2)	Longitud (m)	Vol. (m3)	Esp. (%)	Vol. (m3)
A1		3.00	0.30	0.90	4	3.60	20%	4.32
A3		4.50	2.70	12.15	4	48.60	20%	58.32
Total =								62.64

Item: 3.02
 Descripción: Instalacion filtro geotextil Mactex MT400 en Terramesh System



Area de geotextil para un elemento Terramesh						# de Elementos Terramesh	Area Total (m2)
a (m)	b (m)	c (m)	H (m)	L (m)	Area (m2)		
0.5	1	0.5	2	2	4	12	48

MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO REFORZADO CON GEOTEXTIL

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Obra: **Muro de Suelo Reforzado con Geotextil**

Fecha: **Abr-07**

Ciente: **Universidad Nacional de Ingenieria**

Tipo de Cambio: **3.18**

Ubicación: **Lima**

Ítem	Descripción	Unid	Metrado	Precio Unitario	Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)	Total (S/.)
1.00	<u>Obras Preliminares</u>					<u>182.6</u>	
1.01	Limpieza de terreno y nivelacion	m2	24.00	7.61	182.64		
2.00	<u>Movimiento de tierras</u>					<u>7,948.9</u>	
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria	m3	118.80	66.91	7,948.91		
3.00	<u>Instalación de Geotextil</u>					<u>3,762.0</u>	
3.01	Instalacion de Geotextil	m2	162.00	19.46	3,152.52		
3.02	Instalacion de encofrado	m2	36.00	16.93	609.48		
4.00	<u>Control de Calidad</u>					<u>2,374.0</u>	
4.01	Ensayos de Laboratorio	glb	1.00	2,374.00	2,374.00		
COSTO DIRECTO (S/.)							14,267.6

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Geotextil

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
1.01	Limpieza de terreno y nivelacion

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (S/./ UNIDAD)
Abr-07	m2	21.33	7.61

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peón	hh	2.00	0.7501	9.66	7.25
Precio Unitario Mano de Obra (S/.)						7.25

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
						0.00
Precio Unitario Materiales (S/.)						0.00

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	7.25	0.36
Precio Unitario Equipos (S/.)						0.36

OBSERVACIÓN:	Tipo de cambio.	S/. 3.18
---------------------	-----------------	----------

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Geotextil

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	m3	26.56	66.91

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	0.10	0.0301	11.95	0.36
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peon	hh	3.00	0.9036	9.66	8.73

Precio Unitario Mano de Obra (S/.) 9.09

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Agua	gib	1.00	30.00	30.00
	Material de relleno seleccionado	m3	1.20	18.00	21.60

Precio Unitario Materiales (S/.) 51.60

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	9.09	0.45
	Compactador vib. Tipo Plancha 4 HP	hm	1.00	0.3012	19.15	5.77

Precio Unitario Equipos (S/.) 6.22

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Geotextil

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingeniería

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
3.01	Instalacion de Geotextil

FECHA
Abr-07

UNIDAD
m2

RENDIMIENTO/día	TOTAL (S./ UNIDAD)
30.00	19.46

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.10	0.0267	13.74	0.37
	Operario	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peón	hh	3.00	0.8000	3.75	3.00

Precio Unitario Mano de Obra (S./) 3.37

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Geotextil Fortex	m2		1.00	15.92	15.92

Precio Unitario Materiales (S./) 15.92

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	3.37	0.17

Precio Unitario Equipos (S./) 0.17

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Geotextil

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
3.02	Instalacion de encofrado

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	m2	40.00	16.93

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.10	0.0200	13.74	0.27
	Operario	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peón	hh	3.00	0.6000	9.66	5.80

Precio Unitario Mano de Obra (S/.) 6.07

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Madera nacional para encofrado	p2	3.50	2.67	9.36
	Alambre negro #8	kg	0.22	3.00	0.66
	Clavos para madera con cabeza de 3"	kg	0.22	3.00	0.66

Precio Unitario Materiales (S/.) 10.68

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		3%	6.07	0.18

Precio Unitario Equipos (S/.) 0.18

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de Suelo Reforzado con Geotextil

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
4.01	Ensayos de Laboratorio

FECHA	UNIDAD	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	glb	2,374.00

1.- Excavacion de Calicatas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Exploracion de calicatas	und	3.00	22.00	66.00
Precio Excavacion de Calicatas (S./)					66.00

2.- Ensayos al material para relleno

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Analisis de granulometria por via humeda Metodo ASTM D-422 o AASHTO T-88	und	1.00	80.00	80.00
	Determinacion del Limite Liquido Metodo ASTM D-423 o AASHTO T-89. D4318-93	und	1.00	15.00	15.00
	Determinacion del Limite Plastico Metodo ASTM D-424 o AASHTO T-90	und	1.00	15.00	15.00
	Compactacion y Densidad de Suelos (Standart) ASTM C-698 o AASHTO T-99	und	1.00	50.00	50.00
	Triaxial (CU)	und	1.00	1,500.00	1,500.00
	Peso Especifico, Metodo ASTM D-854	und	1.00	25.00	25.00
Precio Ensayos a Material para Relleno (S./)					1,685.00

3.- Ensayos de Control de Compactacion

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Densidad de Campo ASTM D-1556	und	20.00	25.00	500.00
Precio Ensayos Control de Compactacion (S./)					500.00

4.- Ensayos Varios

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Estudio geologico de la roca	glb	1.00	23.00	23.00
	Ensayos a material de Cimentacion	glb	1.00	100.00	100.00
Precio Ensayos Varios (S./)					123.00

OBSERVACIÓN:	Tipo de cambio:	S/. 3.18
---------------------	-----------------	----------

HOJA DE METRADOS

Item: 1.01
 Descripción: Limpieza de terreno y nivelación

Nro	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)
1	6	4	24

Item: 2.01
 Descripción: Relleno masivo con Plancha Vibratoria



Nro	Fig.	Base (m)	Altura (m)	Area (m2)	Longitud (m)	Vol. (m3)	Esp. (%)	Vol. (m3)
A1		5.50	3.00	16.50	6	99.00	20%	118.80
Total =								118.80

Item: 3.01
 Descripción: Instalacion de Geotextil

Area de geotextil para una capa de relleno							# de capas	Area Total (m2)
a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	L (m)	D (m)	Area (m2)		
3	0.5	0.5	0.5	4.5	6	27	6	162

Item: 3.02
 Descripción: Instalacion de encofrado

Nro	Fig.	Base (m)	Altura (m)	# caras	Area (m2)
A1		6.00	3.00	1	18.00
A1		3.00	3.00	2	18.00
Total =					36.00

MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO SIMPLE

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Obra: **Muro de contencion con concreto simple**

Fecha: **Abr-07**

Cliente: **Unlversidad Nacional de Ingenieria**

Tipo de Cambio: **3.18**

Ubicación: **Lima**

Ítem	Descripción	Unid	Metrado	Precio Unitario	Parcial (S/.)	Subtotal (S/.)	Total (S/.)
1.00	<u>Obras Preliminares</u>					<u>95.9</u>	
1.01	Limpieza de terreno y nivelacion	m2	12.60	7.61	95.89		
2.00	<u>Movimiento de tierras</u>					<u>5,424.7</u>	
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria	m3	88.74	61.13	5,424.68		
3.00	<u>Concreto f'c=210 kg/cm²</u>					<u>5,871.4</u>	
3.01	Concreto f'c=210 kg/cm²	m3	21.30	275.65	5,871.35		
4.00	<u>Encofrado y Desencofrado</u>					<u>2,593.4</u>	
4.01	Encofrado y Desencofrado	m2	47.42	54.69	2,593.40		
5.00	<u>Control de Calidad</u>					<u>2,494.0</u>	
5.01	Ensayos de Laboratorio	glb	1.00	2,494.00	2,494.00		
COSTO DIRECTO (S/.)						16,479.3	

OBRA: Muro de contencion con concreto simple

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
1.01	Limpeza de terreno y nivelacion

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	m2	21.33	7.61

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peon	hh	2.00	0.7501	9.66	7.25

Precio Unitario Mano de Obra (S./) 7.25

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
						0.00

Precio Unitario Materiales (S./) 0.00

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	7.25	0.36

Precio Unitario Equipos (S./) 0.36

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de contencion con concreto simple

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
2.01	Relleno masivo con Plancha Vibratoria

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/día	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	m3	26.56	61.13

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Operario	hh	0.10	0.0301	6.25	0.19
	Oficial	hh	0.00	0.0000	0.00	0.00
	Peon	hh	3.00	0.9036	3.75	3.39

Precio Unitario Mano de Obra (S./) 3.58

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Agua	glb	1.00	30.00	30.00
	Material de relleno seleccionado	m3	1.20	18.00	21.60

Precio Unitario Materiales (S./) 51.60

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		5%	3.58	0.18
	Compactador vib. Tipo Plancha 4 HP	hrn	1.00	0.3012	19.15	5.77

Precio Unitario Equipos (S./) 5.95

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de contencion con concreto simple

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
3.01	Concreto f _c =210 kg/cm ²

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/día	TOTAL (S./UNIDAD)
Abr-07	m ³	15.00	275.65

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	1.00	0.5333	13.74	7.33
	Operario	hh	2.00	1.0667	11.95	12.75
	Oficial	hh	2.00	1.0667	10.69	11.40
	Peón	hh	10.00	5.3333	9.66	51.52

Precio Unitario Mano de Obra (S/.) 83.00

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Cemento	bls	10.21	13.56	138.45
	Arena Gruesa	m ³	0.55	32.50	17.88
	Piedra Chancada de 1/2"	m ³	0.56	35.30	19.77

Precio Unitario Materiales (S/.) 176.10

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Mezcladora de 9-11p3	hm		0.80	14.22	11.38
	Vibrador de 4HP	hm		0.80	6.37	5.10
	Herramientas	%		3%	2.49	0.07

Precio Unitario Equipos (S/.) 16.55

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

OBRA: Muro de contencion con concreto simple

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
4.01	Encofrado y Desencofrado

FECHA	UNIDAD	RENDIMIENTO/dia	TOTAL (S./ UNIDAD)
Abr-07	m2	16.00	54.69

1.- MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Capataz	hh	0.50	0.2500	13.74	3.44
	Operario	hh	1.00	0.5000	11.95	5.98
	Oficial	hh	2.00	1.0000	10.69	10.69
	Peón	hh	3.00	1.5000	9.66	14.49

Precio Unitario Mano de Obra (S/.) 34.60

2.- MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Alambre negro #8	kg	0.22	3.00	0.66
	Clavos para madera con cabeza de 3"	kg	0.22	3.00	0.66
	Madera nacional para encofrado	p2	3.50	2.67	9.36
	Triplay de 19mm para encofrado	pl	0.08	75.33	6.03
	Laca desmoldeadora	gal	0.05	46.74	2.34

Precio Unitario Materiales (S/.) 19.05

3.- EQUIPOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Herramientas	%		3%	34.60	1.04

Precio Unitario Equipos (S/.) 1.04

OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio S/. 3.18

OBRA: Muro de contencion con concreto simple

PROPIETARIO: Universidad Nacional de Ingenieria

PARTIDA	DESCRIPCIÓN:
5.01	Ensayos de Laboratorio

FECHA	UNIDAD	TOTAL (S/./ UNIDAD)
Abr-07	glb	2,494.00

1.- Excavacion de Calicatas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Exploracion de calicatas	und	3 00	22 00	66 00

Precio Excavacion de Calicatas (S/.) 66 00

2.- Ensayos al material para relleno

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Analisis de granulometria por via humeda Metodo ASTM D-422 o AASHTO T-88	und	1 00	80 00	80 00
	Determinacion del Limite Liquido Metodo ASTM D-423 o AASHTO T-89, D4318-93	und	1 00	15 00	15 00
	Determinacion del Limite Plastico Metodo ASTM D-424 o AASHTO T-90	und	1 00	15 00	15 00
	Compactacion y Densidad de Suelos (Standart) ASTM C-698 o AASHTO T-99	und	1 00	50 00	50 00
	Triaxial (CU)	und	1 00	1,500.00	1,500.00
	Peso Especifico, Metodo ASTM D-854	und	1 00	25 00	25 00

Precio Ensayos a Material para Relleno (S/.) 1,685 00

3.- Ensayos de Control de Compactacion

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Densidad de Campo ASTM D-1556	und	20 00	25 00	500.00

Precio Ensayos Control de Compactacion (S/.) 500 00

4.- Ensayos Varios

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	Resistencia a la compresion de cilindros o probetas de concreto	glb	1 00	120 00	120 00
	Estudio geologico de la roca	glb	1 00	23 00	23 00
	Ensayos a material de Cimentacion	glb	1 00	100 00	100 00

Precio Ensayos Varios (S/.) 243 00

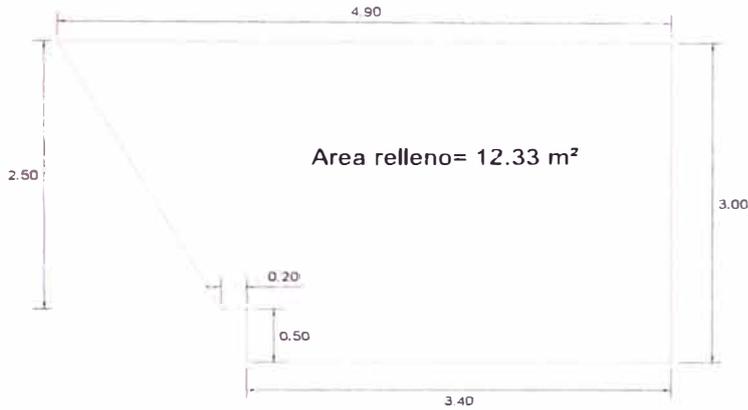
OBSERVACIÓN:
Tipo de cambio: S/. 3.18

HOJA DE METRADOS

Item: 1.01
 Descripción: Limpieza de terreno y nivelacion

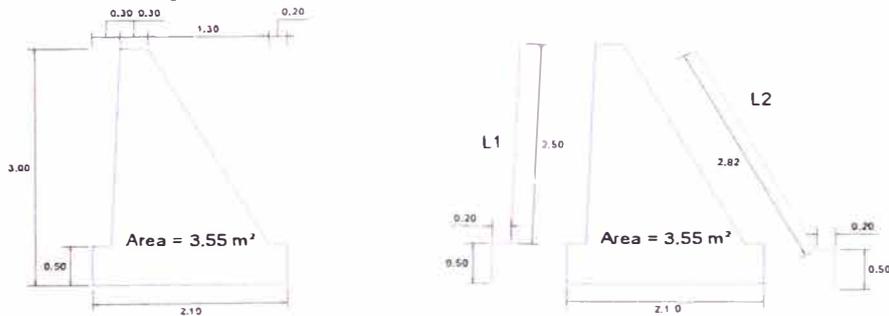
Nro	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)
1	6	2.1	12.6

Item: 2.01
 Descripción: Relleno masivo con Plancha Vibratoria



Nro	Fig.	Base (m)	Altura (m)	Area (m2)	Longitud (m)	Vol. (m3)	Esp. (%)	Vol. (m3)
A1		1.30	2.50	1.63	6	9.75	20%	11.70
A2		0.20	2.50	0.50	6	3.00	20%	3.60
A3		3.40	3.00	10.20	6	61.20	20%	73.44
Total =								88.74

Item: 3.01
 Descripción: Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nro	Fig.	Base (m)	Base (m)	Altura (m)	Area (m2)	Longitud (m)	Vol. (m3)
A1		2.10		0.50	1.05	6	6.30
A2		0.30	1.70	2.50	2.50	6	15.00
At =					3.55	Total =	21.30

Item: 4.01
 Descripción: Encofrado y Desencofrado

Nro	a (m)	b (m)	c (m)	L (m)	Longitud (m)	Area (m2)
L1	0.50	0.20	2.50	3.20	6	19.20
L2	0.50	0.20	2.82	3.52	6	21.12
At				2.00	3.55	7.10
Total =						47.42

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRÁFICO

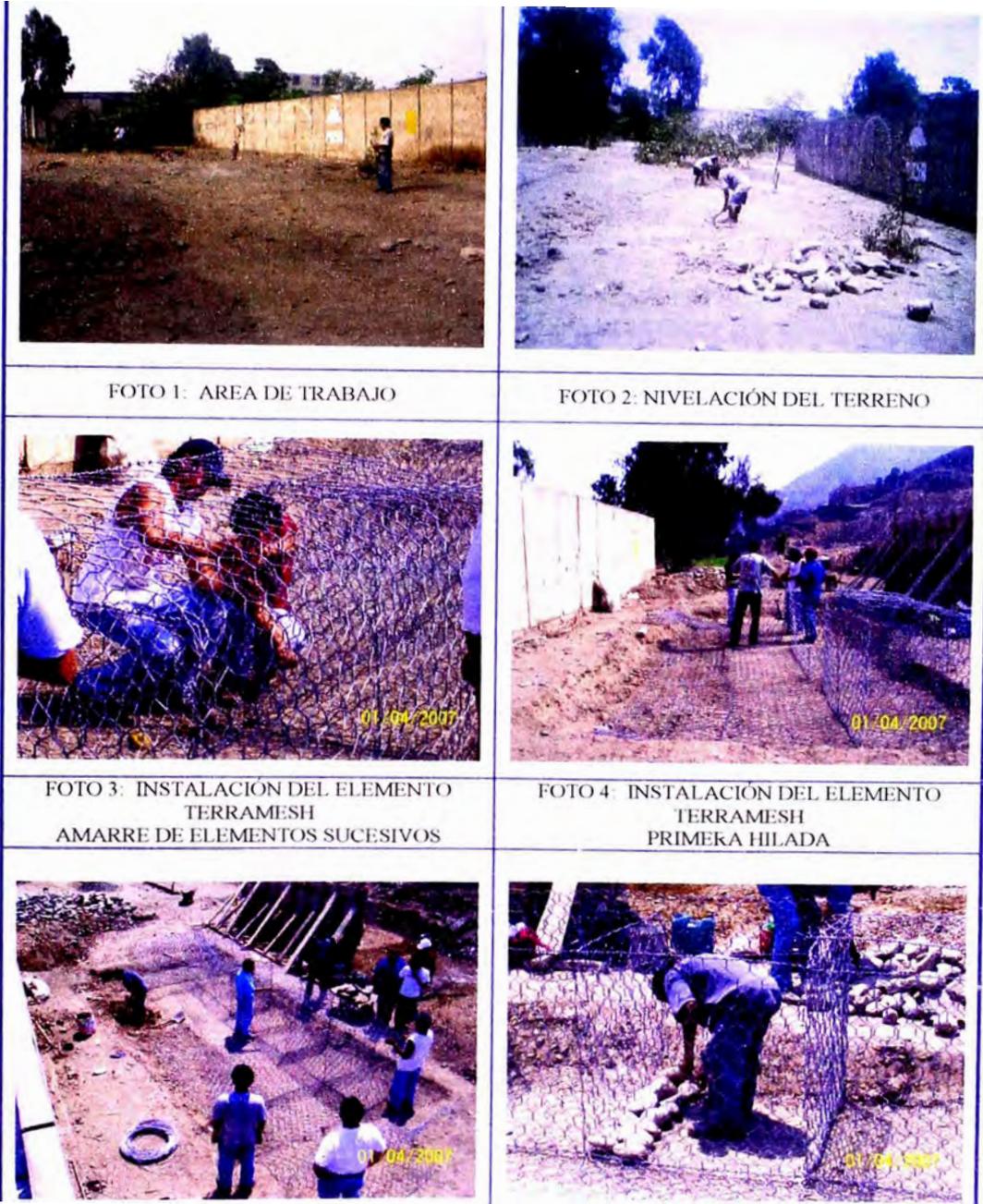


FOTO 1: AREA DE TRABAJO

FOTO 2: NIVELACIÓN DEL TERRENO

FOTO 3: INSTALACIÓN DEL ELEMENTO
TERRAMESH
AMARRE DE ELEMENTOS SUCEIVOS

FOTO 4: INSTALACIÓN DEL ELEMENTO
TERRAMESH
PRIMERA HILADA

FOTO 5: COSTURA TOTAL DE LOS
ELEMENTOS TERRAMESH

FOTO 6: COLOCACIÓN DE PIEDRAS

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO 7: COLOCACIÓN DE PIEDRAS EN DOS ELEMENTOS SUCESIVOS



FOTO 8: COLOCACIÓN DE PIEDRAS AL PRIMER TERCIO



FOTO 9: CIERRE FINAL EN LOS ELEMENTOS TERRAMESH



FOTO 10: PRIMERA HILADA DEL ELEMENTO TERRAMESH CON PIEDRAS



FOTO 11: PRIMERA HILADA DEL ELEMENTO TERRAMESH CON PIEDRAS



FOTO 12: AGREGADO PARA EL RELLENO ESTRUCTURAL.

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO 13: COLOCACIÓN DEL GEOTEXTIL.



FOTO 14: RIEGO DEL MATERIAL DE RELLENO ESTRUCTURAL.



FOTO 15: COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO.



FOTO 16: COMPACTACIÓN DEL RELLENO ESTRUCTURAL.



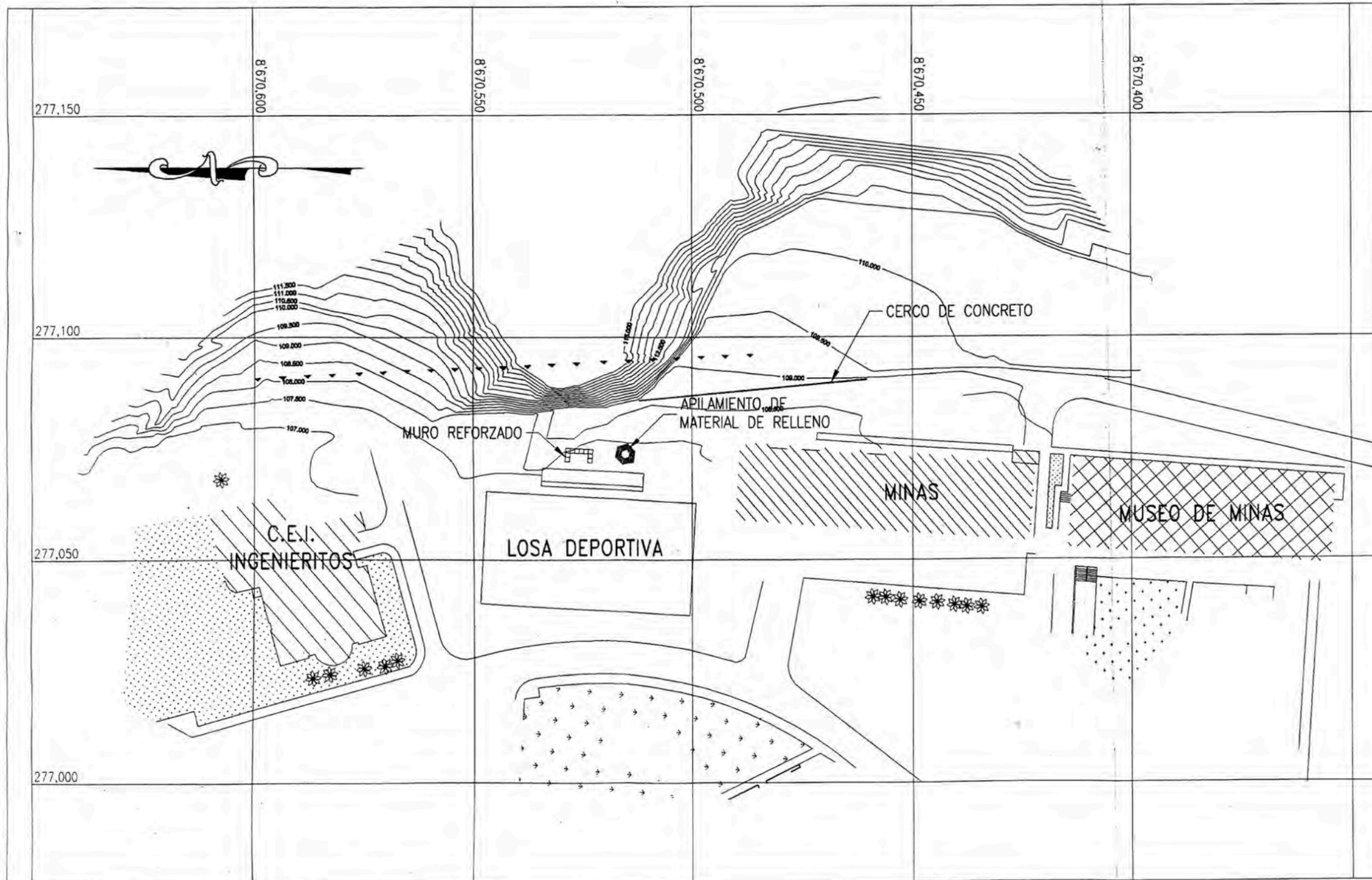
FOTO 17: CONTROL DE COMPACTACIÓN (CONO DE ARENA).



FOTO 18: FINALIZACIÓN DEL PRIMER NIVEL DEL MURO DE CONTENCIÓN.

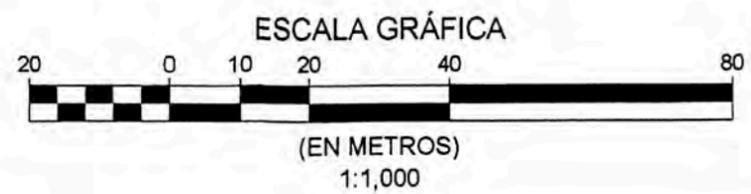
ANEXO 6

PLANOS



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL DEL PISO FASE 1 Y POZAS	
CURVAS DE NIVEL DEL APILAMIENTO DE MATERIAL DE RELLENO ESTRUCTURAL	
ESTRUCTURAS EXISTENTES	
AREAS VERDES (JARDINES)	

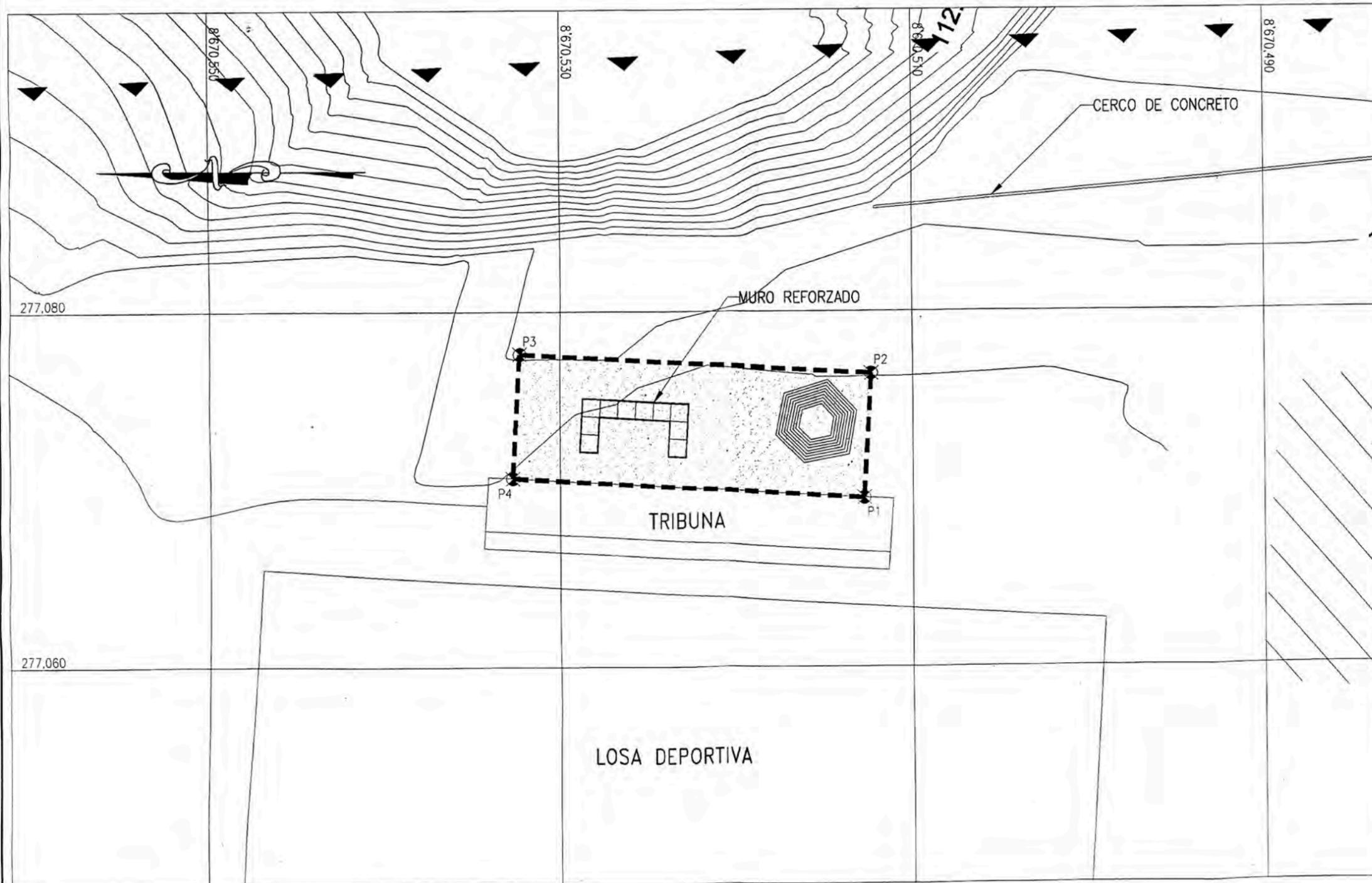
- NOTAS:
1. LA TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE TRABAJO FUE PROPORCIONADA POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
 2. LAS ESCALAS SE MOSTRARAN COMO REALES EN PLANOS IMPRESOS EN A1.
 3. TODAS LAS DIMENSIONES MOSTRADAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN EL PLANO.



REV. NO.	FECHA	DESCRIPCION	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO

FECHA DE EMISION	21/03/2007
DISEÑADO	YVG
DIBUJADO	JMS
REVISADO	JMS
APROBADO	DRH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		PLANO N°
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		100-02
MURO DE SUELO REFORZADO		PROYECTO N°
UBICACION DEL PROYECTO		000000.00



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL DEL PAD FASE 1 Y POZAS	4300
CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL DEL PAD FASE 1 Y POZAS	4300
ESTRUCTURAS EXISTENTES	
AREAS VERDES (JARDINES)	
PUNTOS DE CONTROL	P1

CUADRO DE COORDENADAS		
PUNTO DE CONTROL	NORTE	ESTE
P1	8'670,512.7	277,069.5
P2	8'670,512.3	277,076.5
P3	8'670,532.3	277,077.6
P4	8'670,532.7	277,070.6

- NOTAS:
- LA TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE TRABAJO FUE PROPORCIONADA POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
 - LAS ESCALAS SE MOSTRAN COMO REALES EN PLANOS IMPRESOS EN A1.
 - TODAS LAS DIMENSIONES MOSTRADAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN EL PLANO.



REV	NO	FECHA	DESCRIPCION	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO

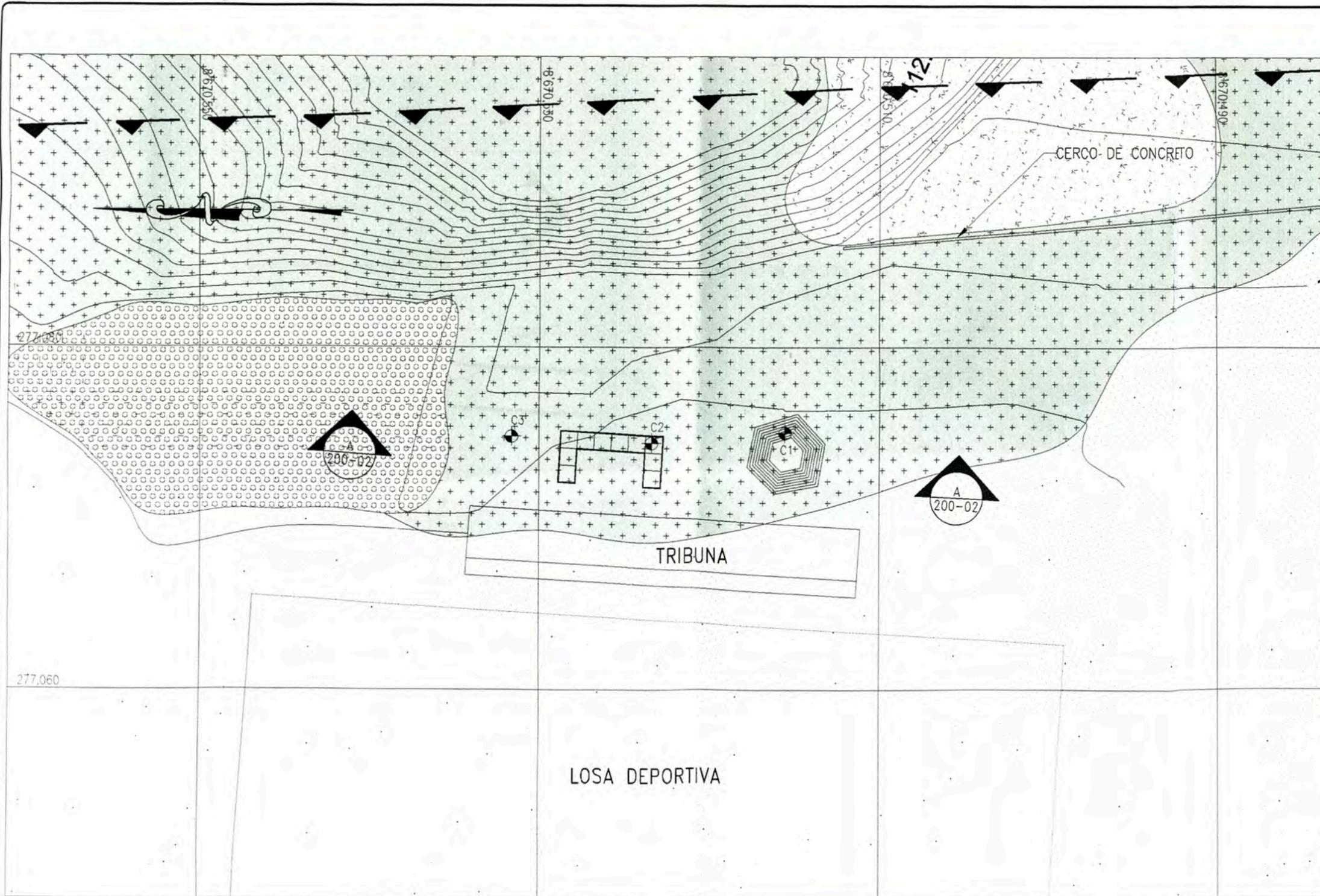
FECHA DE EMISION	31/03/2007
DISEÑADO	YVS
DIBUJADO	JMS
REVISADO	JMS
APROBADO	DEH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PLANO N°
100-03

MURO DE SUELO REFORZADO
LIMITES DE LA ZONA DEL PROYECTO

PROYECTO N°
000000.00



LEYENDA

CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL DEL PAD FASE 1 Y POZAS	
CURVAS DE NIVEL DEL APILAMIENTO DE MATERIAL DE RELLENO ESTRUCTURAL	
ESTRUCTURAS EXISTENTES	
CALICATAS	
DEPOSITO ALUVIAL	
LECHO ROCOSO (FORMACION K-m)	
DEPOSITOS DE RELAVES MINEROS	
DEPOSITO ALUVIAL	
SOBRESCURRIMIENTO	

CUADRO DE COORDENADAS

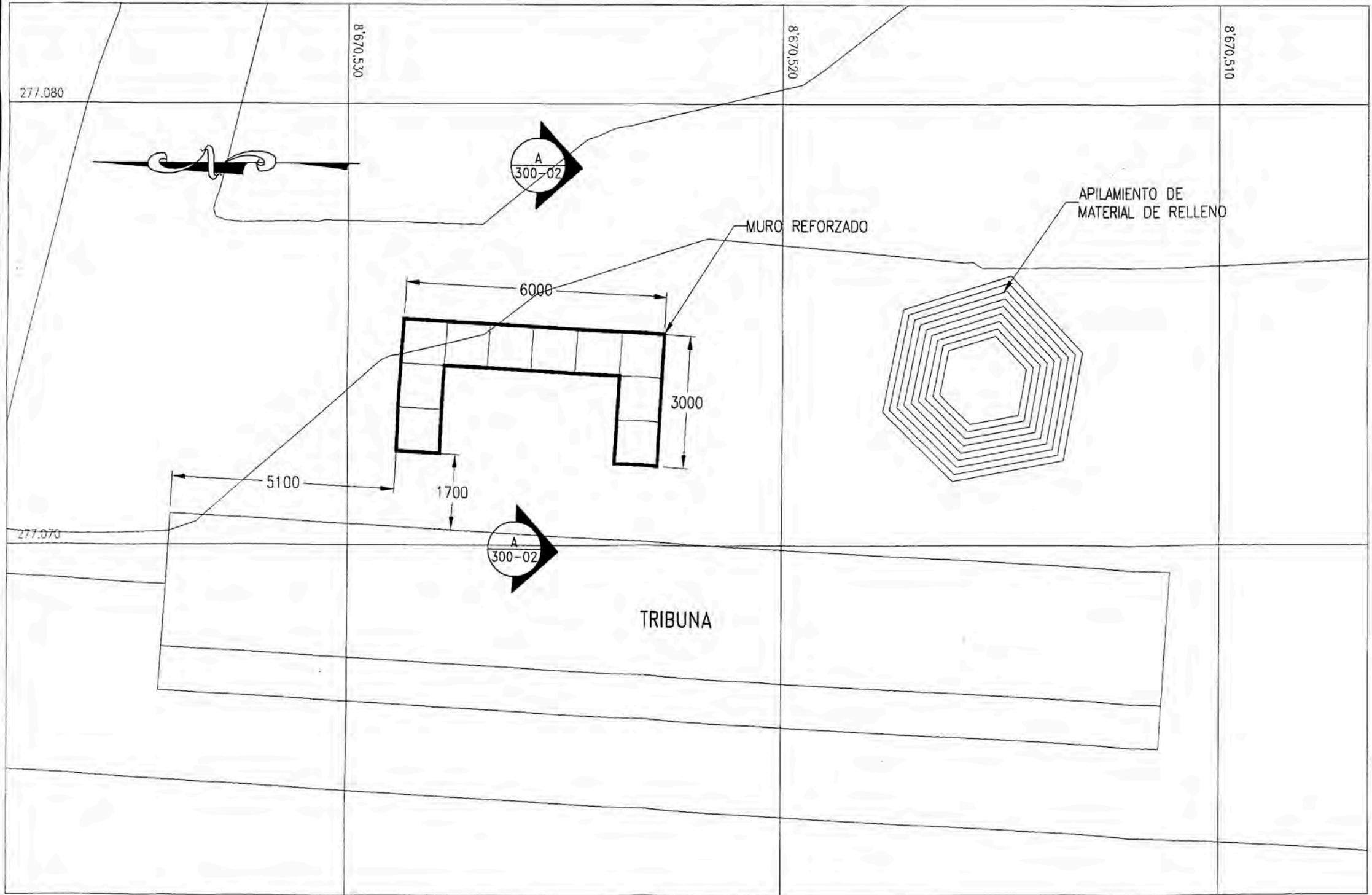
CALICATA	NORTE	ESTE
C1	8'670,515.5	277,075.0
C2	8'670,523.4	277,074.4
C3	8'670,531.8	277,074.8

- NOTAS:
1. TODO MATERIAL INADECUADO ENCONTRADO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN SERÁ REMOVIDO, DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO POR EL INGENIERO DE COA.
 2. TODO RELLENO DEBERÁ SER COLOCADO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.
 3. LAS ESCALAS SE MOSTRARÁN COMO REALES EN PLANOS IMPRESOS EN A1.
 4. TODAS LAS DIMENSIONES MOSTRADAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN EL PLANO.



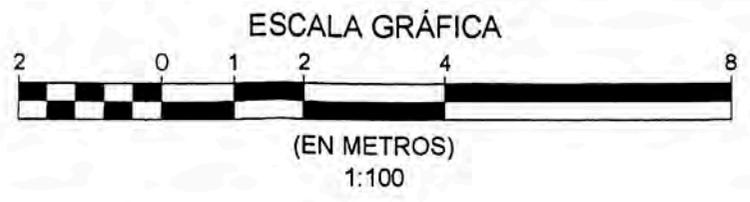
REV. NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO

FECHA DE EMISIÓN	31/03/2007
DISEÑADO	YVC
DIBUJADO	JMS
REVISADO	JMS
APROBADO	DRH



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL DEL PAD FASE 1 Y POZAS	
CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL DEL PAD FASE 1 Y POZAS	
ESTRUCTURAS EXISTENTES	

- NOTAS:
1. LA TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE TRABAJO FUE PROPORCIONADA POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
 2. LA UBICACION DEL APILAMIENTO DE MATERIAL DE RELLENO ESTRUCTURAL ES VARIABLE Y ESTA SUJETA A LA DISTRIBUCION DE MATERIALES Y EQUIPOS EN OBRA. SIN EMBARGO, SE UBICARA DENTRO DEL AREA DE TRABAJO.
 3. LAS ESCALAS SE MOSTRARAN COMO REALES EN PLANOS IMPRESOS EN A1.
 4. TODAS LAS DIMENSIONES MOSTRADAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN EL PLANO.

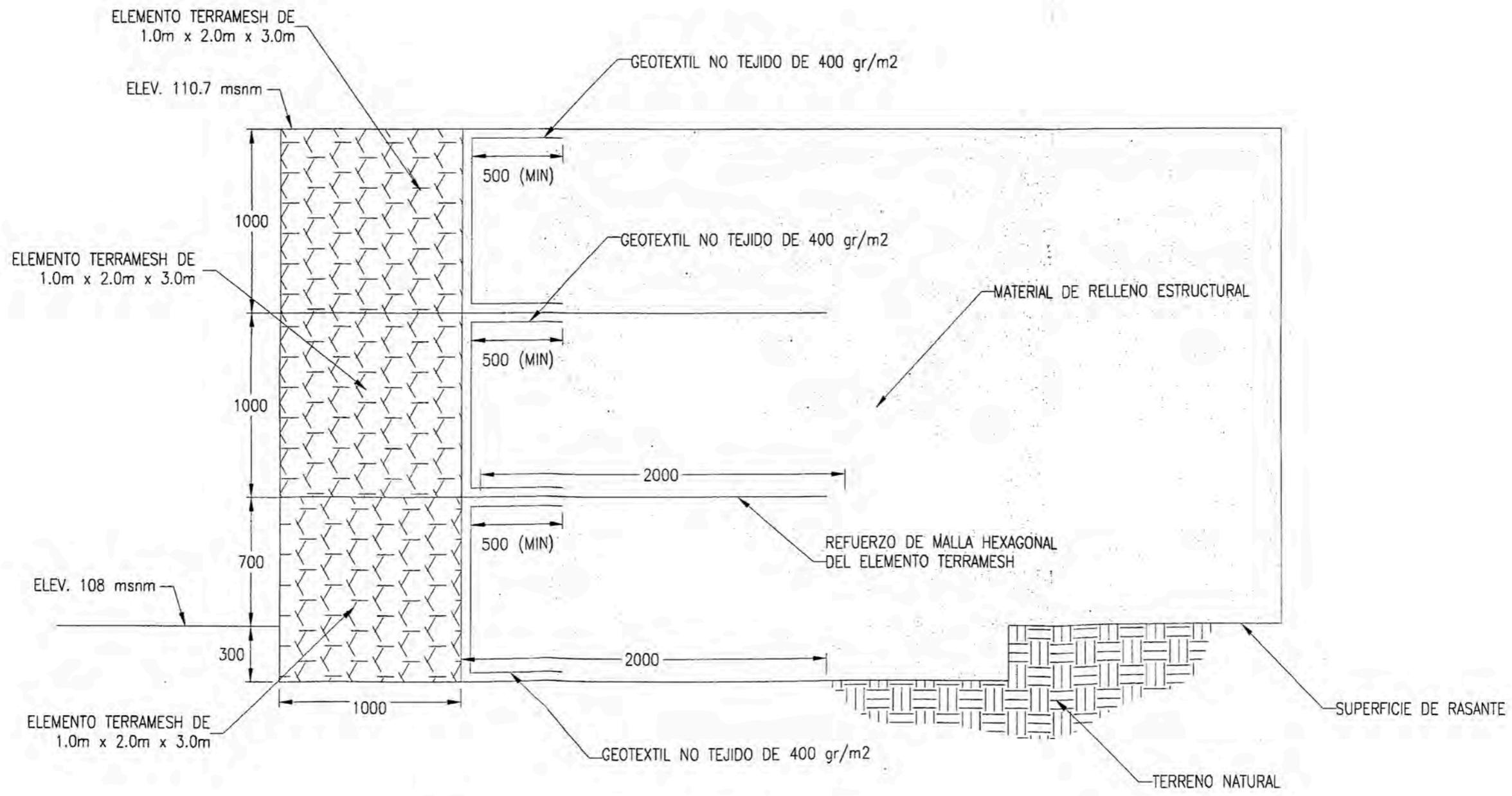


REV.	NC	FECHA	DESCRIPCION	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO

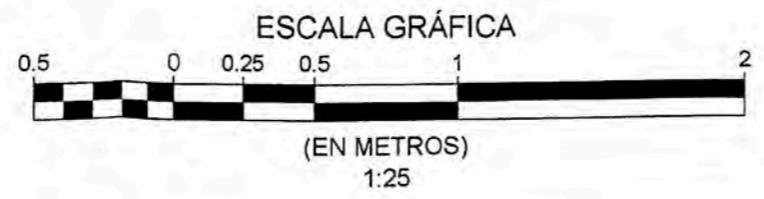
FECHA DE EMISION: 31/03/2007
 DISEÑADO: TYG
 DIBUJADO: JMS
 REVISADO: JMS
 APROBADO: DRH

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 MURO DE SUELO REFORZADO
 ARREGLO GENERAL

PLANO N°
 300-01
 PROYECTO N°
 000000.00



A
300-01
SECCION TIPICA DE MURO REFORZADO
ESCALA: 1/25



- NOTAS:**
1. TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCION DEL MURO, TALES COMO ELEMENTOS TERRAMESH, GEOTEXTIL Y ALAMBRES DE ANARRE, DEBERAN SER FABRICADOS POR UN UNICO FABRICANTE Y PROPORCIONADOS POR UN SOLO PROVEEDOR.
 2. EL MATERIAL DE RELLENO ESTRUCTURAL DEBERÁ SER COLOCADO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.
 3. LAS ESCALAS SE MOSTRARÁN COMO REALES EN PLANOS IMPRESOS EN A1.
 4. TODAS LAS DIMENSIONES MOSTRADAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN EL PLANO.

FECH.	NO.	DESCRIPCION	DIBUJADO	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO	FECHA DE EMISION: 31/03/2001 DISEÑADO: YVG DIBUJADO: JMS REVISADO: JMS APROBADO: ORN
-------	-----	-------------	----------	----------	----------	----------	--

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	PLANO N° 300-02 PROYECTO N° 000000.00
MURO DE SUELO REFORZADO MURO REFORZADO - SECCION	