

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**APLICACIÓN DE GEOTEXILES TEJIDOS
EN VIAS AFIRMADAS**

ESPECIFICACIONES TECNICAS

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CESAR PEDRO ARTEAGA FRETTEL

Lima- Perú

2007

INDICE

RESUMEN	5
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO 1: Geotextiles	12
1.1 Concepto de geotextiles	13
1.2 Tipos de geotextiles	21
1.3 Propiedades de los geotextiles	22
1.4 Usos de geotextiles	24
1.4.1 Función de separación	24
1.4.2 Función de estabilización	25
1.4.3 Función de refuerzo	26
1.4.4 Función de drenaje	27
1.4.5 Función Filtro	28
1.4.6 Función protección	29
1.4.7 Función de impermeabilización	30
CAPITULO 11: Memoria Descriptiva del Proyecto Experimental	32
2.1 Resumen Ejecutivo	32
2.2 Ubicación	32
2.3 Topografía	32
2.4 Estudio de suelos	35
2.4.1 Antecedentes	35
2.4.2 Trabajos de campo	36
2.4.3 Ensayos de laboratorio	38
2.5 Criterios de diseño del pavimento con geotextil	43
2.5.1 Introducción	43

2.5.2 Análisis teórico	44
2.5.3 Análisis de vías con geotextil	48
2.6 Metodología de Diseño	51
2.6.1 Introducción	51
2.6.2 Procedimiento	52
CAPITULO 111: Especificaciones Técnicas	56
3.1 Trabajos preliminares	56
3.1.1 Movilización y desmovilización de equipo	56
3.1.2 Mantenimiento de tránsito y seguridad vial durante la ejecución de la obra	57
3.1.3 Topografía y Georeferenciación	62
3.1.4 Campamento y obras provisionales	66
3.2 Movimiento de tierras	69
3.2.1 Desbroce y limpieza	69
3.2.2 Excavación para explanaciones	71
3.3 Estructura de la vía afirmada	75
3.3.1 Conformación y verificación de niveles de la subrasante	75
3.3.2 Colocación del geotextil como elemento de refuerzo de la vía afirmada.	76
3.3.3 Colocación del material granular como superficie de rodadura	84
CAPITULO IV : Costos y Programación	88
4.1 Análisis de costos unitarios	88
4.2 Metrados y Presupuesto	90
4.2.1 Metrados y Presupuesto sin geotextil	90
4.2.2 Metrados y Presupuesto con geotextil	92
4.2.3 Análisis económico del proyecto experimental	94
4.3 Programación de la Obra	95
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	100

BIBLIOGRAFIA	102
---------------------	-----

ANEXOS	103
---------------	-----

Anexo 01 : Resultados de Ensayos de Laboratorio de Suelos.

Anexo 02 : Ensayo con la Viga Benkelman.

Anexo 03 : Panel Fotográfico.

Anexo 04 : Propiedades de los Geotextiles.

Anexo 05 : Planos.

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia titulado APLICACIÓN DE GEOTEXTILES EN VIAS AFIRMADAS - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, se ha elaborado como un aporte a la Ingeniería de Transportes en cuanto a la aplicación de los Geosintéticos, dentro de los cuales específicamente se desarrolla el tipo denominado Geotextiles Tejidos, en la construcción de vías afirmadas.

El Informe mencionado inicialmente trata de la teoría de los Geotextiles, en cuanto a su concepto, fabricación, tipos (tejidos y no tejidos), propiedades (mecánicas, hidráulicas, físicas y de durabilidad); y usos (definidos mediante funciones de separación, estabilización, refuerzo, drenaje, filtro, etc.)

Seguidamente se trata sobre el resumen ejecutivo del proyecto experimental, la ubicación y topografía del mismo y la descripción de una metodología para reducir el CBR de un suelo de bl.lena capacidad de soporte, hasta llegar a un CBR de 0.7%; para lo cual se realizaron en el laboratorio de Geotecnia diversos ensayos entre los cuales se destaca el ensayo con el equipo DPL, teniendo el suelo seleccionado al estado saturado y para diferentes estados de compactación (3, 6, 9, 12, y 15 golpes) de tal manera de obtener una curva que nos correlacione valores de CBR real con el número de golpes N del DPL. Posteriormente se efectuó el ensayo DPL in situ, y con el valor encontrado se llevó a la curva de correlación y se obtuvo el valor del CBR real de dicho suelo seleccionado y saturado a nivel de subrasante.

Posteriormente se desarrolla las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, en las que están incluidas las Vías Afirmadas; las que contienen los lineamientos generales mínimos que se deberán cumplir en la ejecución de cada una de las partidas requeridas y que entrelazadas unas a otras permitirán la terminación de una obra.

Luego se procedió a la construcción de la Vía Afirmada cuya estructura está conformada por una subrasante de CBR de 0.7%, un geotextil tejido como refuerzo instalada sobre la subrasante, y un material granular (afirmada) sobre el geotextil en un espesor de 0.65 m. Finalmente se procedió a realizar el ensayo de carga mediante la viga Benkelman, encontrándose valores de deflexiones dentro del rango requerido por el diseño.

LISTA DE TABLAS

CAPITULO 11

TABLA 11-1: Factores de Reducción para Geotextiles en aplicaciones de Separación y refuerzo.

CAPITULO 111

TABLA 111- 1: Tolerancia para trabajos de Levantamientos Topográfcos, Replanteos y Estacado en Construcción de Caminos.

TABLA 111- 2: Aparatos Sanitarios a instalarse en los S. H. del Campamento de acuerdo al número de Trabajadores.

TABLA 111- 3: Geotextiles - Requerimientos de Resistencia.

TABLA 111- 4: Geotextiles para Estabilización - Requerimientos.

TABLA 111- 5: Tipos de Afirmado en Función del IMD (Índice Medio Diario) de Tráfico.

TABLA 111- 6: Franjas Granulométricas que deben cumplir los diferentes Tipos de Afirmado.

CAPITULO IV

TABLA IV- 1: Comparación del Costo por m2. de vía afirmada con Geotextil y sin Geotextil.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

- FIGURA 1- 1: Fotografía de una Obra Vial.
- FIGURA 1- 2: Fotografía de una Obra Hidráulica.
- FIGURA 1- 3: Fotografía de una Obra de Control de Erosión.
- FIGURA 1-4: Tipos de Fibras utilizadas en Fabricación de Geotextiles.
- FIGURA 1- 5: Funcionamiento básico de un Telar para la Fabricación de Geotextiles Tejidos.
- FIGURA 1-6: Vista Microscópica de un Monofilamento Tejido.
- FIGURA 1- 7: Vista Microscópica de un Monofilamento Tejido Calandrado.
- FIGURA 1- 8: Vista Microscópica de un Multifilamento Tejido.
- FIGURA 1- 9: Vista Microscópica de un Tejido Plano.
- FIGURA 1- 10: Diagrama del Proceso de Unión por Rotación para la fabricación de Geotextiles No Tejidos.
- FIGURA 1- 11: Diagrama del Proceso de Punzonado por aguja y detalles de Agujas Típicas.
- FIGURA 1- 12: Vista Microscópica del tipo de Geotextil No Tejido Punzonado por Agujas.
- FIGURA 1- 13: Vista Microscópica del tipo de Geotextil No Tejido Unido por Calor.
- FIGURA 1- 14: Fotografía de una Obra donde se muestra la Función del Geotextil como Separador.
- FIGURA 1- 15: Esquema donde se muestra la Función del Geotextil como Separación y Estabilización.
- FIGURA 1- 16: Fotografía de una Obra donde se muestra la Función del Geotextil como Estabilizador.
- FIGURA 1- 17: Fotografía de una Obra donde se muestra la Función del Geotextil como Refuerzo.
- FIGURA 1- 18: Fotografía de una Obra donde se muestra la Función del Geotextil como drenaje.
- FIGURA 1- 19: Esquema de un campo deportivo donde se muestra la Función del Geotextil como Filtro.

- FIGURA 1- 20: Fotografía de una Obra donde se muestra la Función del Geotextil como Protección.
- FIGURA 1- 21: Esquema de una Obra de Repavimentación, donde se usa el Geotextil en su Función de Impermeabilización.

CAPITULO 11

- FIGURA 11- 1: Ubicación del BM de apoyo en el Opto. de Topografía, durante el Levantamiento Topográfico de la Obra Experimental a Ejecutar.
- FIGURA 11- 2: Vista del BM Topográfico de Apoyo (con su placa de Bronce).
- FIGURA 11- 3: Vista del Punto de Control sobre la plataforma adyacente a la zona de trabajo (En el Levantamiento Topográfico).
- FIGURA 11-4 : Otra vista del Punto de Control indicado.
- FIGURA 11- 5: Fotografía de la Limpieza de la Zona de Trabajo.
- FIGURA 11-6: Fotografía del Penetrómetro en la Poza Experimental.
- FIGURA 11- 7: Fotografía de la Prueba de Resistencia del Suelo con el Penetrómetro en la Poza Experimental.
- FIGURA 11- 8: Fotografía de la medida de la oquedad dejada por el Penetrómetro en la prueba de Resistencia del Suelo de la Poza Experimental.
- FIGURA 11-9: Ensayo de Correlación con el Equipo DPL en el Laboratorio de Geotecnia.
- FIGURA 11- 10: Fotografía de la colocación del Plástico como Impermeabilizante, en la zona de la Obra.
- FIGURA 11- 11 : Modelo del Suelo Subrasante sobre el cual se ha diseñado el Pavimento.
- FIGURA 11- 12: Sección Transversal típica de una Estructura de Pavimento.
- FIGURA 11- 13: Esquema del Efecto Membrana del Geotextil.
- FIGURA 11- 14: Forma del Geotextil Deformado.
- FIGURA 11- 15: Esquema de los Mecanismos de falla en la Estructura de una Vía.

FIGURA 11- 16: Esquema del punto de mayor probabilidad de falla del Geotextil.

CAPITULO 111

FIGURA 111- 1: Tipos de costuras usadas para unir Geotextiles.

FIGURA 111- 2 Colocación del Geotextil en curvas.

INTRODUCCIÓN

El tema desarrollado en el presente Informe, tiene que ver con la aplicación de nuevas tecnologías en la construcción de vías, en donde la utilización de las nuevas metodologías de diseño y construcción han permitido en otros países, el crecimiento de las vías de transporte, incrementando de este modo el comercio y el turismo, tan necesarios para el desarrollo de un país.

Dentro de estas nuevas alternativas se encuentran la utilización de los geosintéticos, materiales con los que en los últimos años se han logrado desarrollar alternativas a las tecnologías tradicionales para diversas soluciones en obras de Ingeniería Civil.

Uno de los mayores campos de aplicación de los geosintéticos son las vías, donde se deben considerar varios aspectos que involucran su utilización: separación, refuerzo, estabilización, filtración y drenaje. Los estudios que se han realizado en este campo y las experiencias existentes han demostrado los grandes beneficios que aportan los geosintéticos en la construcción de vías y en su rehabilitación, mejorando el nivel de servicio y aumentando la vida útil.

El principal objetivo de este informe es proporcionar una herramienta para determinar el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos, evaluando las funciones de separación y refuerzo específicamente de los **geotextiles** (que pertenecen al grupo de los geosintéticos) en las vías y en las estructuras de pavimento, para mejorar las condiciones de servicio y operación y aumentar su vida útil.

A continuación se describe cada uno de los capítulos que desarrollan el Tema del presente Informe:

En el primer capítulo se hace una pequeña introducción a los geosintéticos, para luego dar a conocer la parte teórica de los geotextiles que pertenecen a la familia de éstos; iniciando por el concepto, continuando con la fabricación, los tipos, propiedades y por último los usos de los geotextiles.

En el segundo capítulo se trata sobre la memoria descriptiva del proyecto experimental, indicando su ubicación, la topografía del terreno, el estudio de suelos correspondiente, culminando con los criterios y la metodología de diseño de pavimentos con geotextiles.

En el tercer capítulo se trata de dar a conocer las especificaciones técnicas generales para la construcción de caminos de bajo volumen de tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, e ítems relacionados con la aplicación de **geotextiles** en obras de ingeniería.

En el cuarto y último capítulo se trata de dar a conocer, los análisis de costos unitarios, metrados y presupuesto y la programación de la obra del proyecto experimental.

CAPITULO 1 : GEOTEXTILES

Geosintético es un producto en el que, por lo menos uno de sus componentes es a base de un polímero sintético o natural, y se presenta en forma de filtro, manto, lámina o estructura tridimensional, usada en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del campo de la geotecnia o de la ingeniería civil.

Existen varios campos de aplicación de los geosintéticos en el mundo de la construcción y la edificación como son: obras viales (Fig. 1-1), obras hidráulicas (Fig. 1-2), sistemas de control de erosión (Fig. 1-3), entre otras.



Obra Vial
Fig. 1- 1



Obra Hidráulica:Poza de Relaves
Fig. 1- 2



*Proyecto: Carretera Tarapoto - Yurimaguas
Control de Erosión
Fig. 1- 3*

Los geosintéticos se derivan de fibras artificiales, compuestos básicamente de polímeros como polipropileno, poliéster, poliamida y polietileno, siendo los dos primeros los de mayor utilización en la actualidad.

Los tipos de geosintéticos más comunes utilizados en el campo de la ingeniería son los **geotextiles**, las geomallas, las geomembranas, las georedes y otros geocompuestos derivados de la unión de las características y cualidades de cada uno de los anteriores.

En el presente informe sólo se va desarrollar la parte relacionada a los **geotextiles**.

1.1 Concepto de geotextiles

Se denominan geotextiles a cualquier material textil permeable utilizado en tierra, suelo, roca o cualquier otro material relacionado con la Ingeniería Civil y que forma parte integral de un proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre.

Los geotextiles son, como su nombre lo indica, textiles permeables sintéticos, fabricados en su gran mayoría con polipropileno, resistentes a la tensión y al punzonamiento, que actúan como elementos de refuerzo, separación, filtro, drenaje, protección y barrera impermeable en los diferentes tipos de construcciones.

En la fabricación de geotextiles hay tres factores que son importantes para los fabricantes: clase de polímero, tipo de filamentos y el tipo de proceso productivo.

a.- Clase de polímero

El polímero usado en la fabricación de un geotextil puede ser de los siguientes tipos de resina:

- Polipropileno 85%
- Poliéster 12%
- Polietileno 2%
- Poliamida (Nylon) 1%

b.- Tipo de filamentos

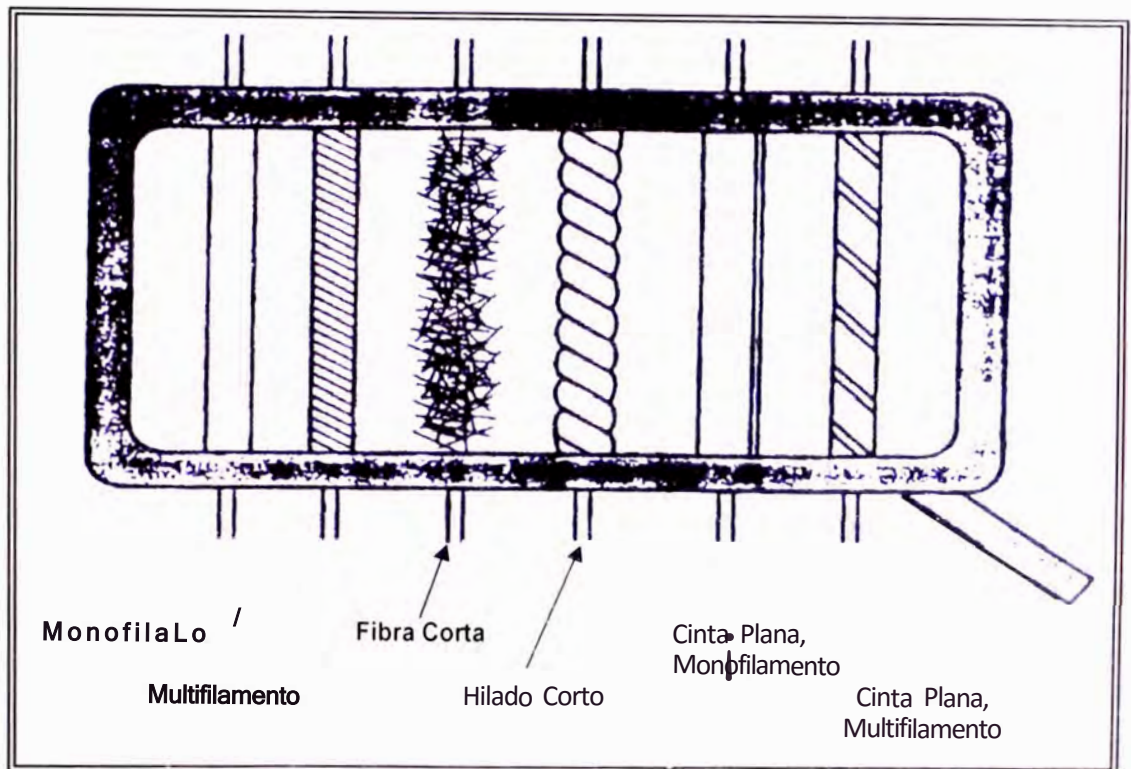
El polímero seleccionado se transforma en un fundido por calor y presión, luego se obliga a pasar a través de un molde. Del molde salen fibras o una cinta plana en estado semilíquido e inmediatamente se produce un enfriamiento por aire o agua transformando el producto del molde en un elemento sólido pero elongable, simultáneamente el material sufre un estirado el cual reduce sus dimensiones en cuanto a ancho o espesor y ocasiona un ordenamiento de las moléculas. De esta forma se incrementa la resistencia de los filamentos en sentido longitudinal, su elongación a la ruptura disminuye y su módulo se incrementa. Modificando estas variables se pueden alcanzar una gran variedad de posibilidades de la característica Esfuerzo vs. Deformación. Estos monofilamentos cuando están en forma de fibras se pueden trenzar juntos para formar una hebra multifilamento.

Las fibras pueden producirse cortadas o en filamento continuo, ambos tipos de fibra salen como un mazo de hebras del molde, en el caso de las cortadas en un paso posterior se cortan en longitudes entre 25 a 100 mm. para luego ser procesadas en equipos de mezclado, cardado y punzonado, en el caso del filamento continuo simplemente se extienden y se alimentan inmediatamente al siguiente proceso que es el punzonado.

También con esas fibras se pueden producir unos hilos entrelazados o entrelazar filamentos continuos obteniendo otras propiedades que luego serán tejidos.

El último tipo de filamento a mencionarse son las llamadas películas o cintas "ranuradas" en el molde, las cuales se fabrican de una lámina continua de polímero que se corta en cintas mediante cuchillas y luego se enconan en carretes que seguirán los procesos de urdido y tejeduría.

En resumen, los principales filamentos usados en la construcción de geotextiles son monofilamentos cortados (fibra cortada), multifilamento (filamento continuo), hilos de fibras (fibra cortada), hilos de filamento continuo entrelazados, hilos de multifilamentos entrelazados y cinta plana ranurada (ver Fig. 1-4).



Tipos de Fibras utilizadas en la construcción de geotextiles

Fig. 1-4

c.- Tipo de proceso productivo

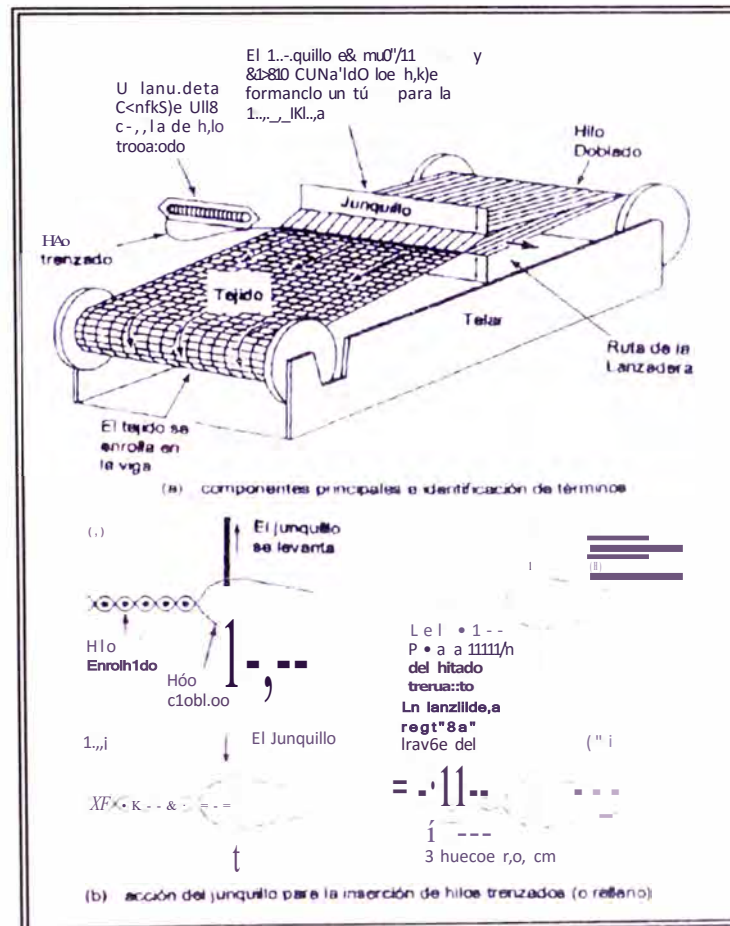
Una vez se han fabricado los filamentos se convierten en telas no tejidas o tejidas dependiendo del proceso posterior.

Geotextiles Tejidos

Para los geotextiles tejidos se trabajan cintas o hilos en un telar, la clase particular del tejido se determina por la secuencia en la cual los filamentos de la urdimbre y de la trama son entrecruzados (tejidos) en el telar (ver Fig. 1-5)

Un tejido se compone de dos cintas, la urdimbre que va en sentido longitudinal (la dirección en que se fabrica el tejido, la "larga") y la trama que va en sentido transversal (la dirección "corta"), la urdimbre ingresa al telar por su parte posterior a través de unos elementos separadores y organizadores llamados laminillas y cruzan los hilos, los peines e ingresan a la mesa del telar

en donde se entretrejen con las tramas, las cuales son aportadas desde un lado del telar, las urdimbres se cruzan en dos grupos unas suben y otras bajan dejando un espacio por donde pasa la trama (el "relleno") transportada por un elemento llamado proyectil, luego las urdimbres vuelven y se cruzan "aprisionando" la trama y se repite el ciclo formando el tejido.



Funcionamiento básico de un telar

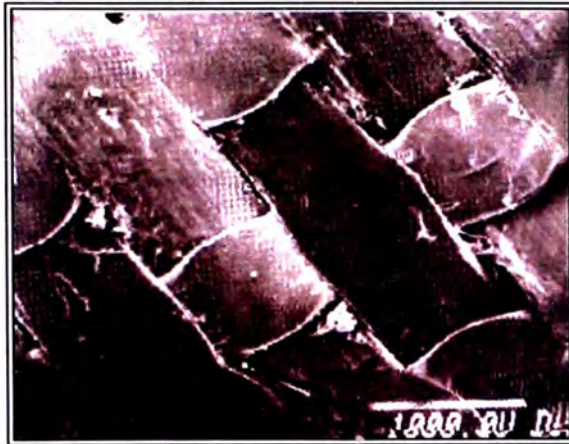
Fig. 1- 5

Dentro de los geotextiles tejidos se pueden especificar diferentes modalidades:

- Geotextil tejido plano.- Fabricado mediante el tejido de cintas por un procedimiento textil de una película cortada polimérica extruída. Es el tejido más simple y común, conocido también como "uno arriba y otro abajo".
- Geotextil tejido canasta.- Este tejido usa dos o más urdimbres y/o tramas de relleno como si fuera una sola cinta. Por ejemplo, un tejido canasta pueden ser

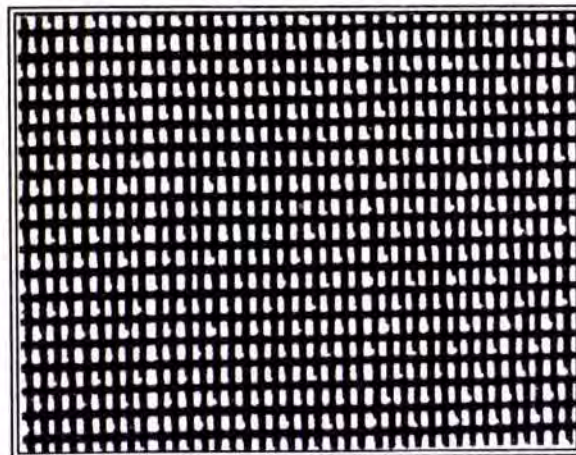
dos por dos urdimbres y tramas o dos tramas y un urdimbre, actuando como dos unidades individuales.

Vista microscópica de algunos tipos de geotextiles tejidos:



Monofilamento tejido

Fig. 1- 6



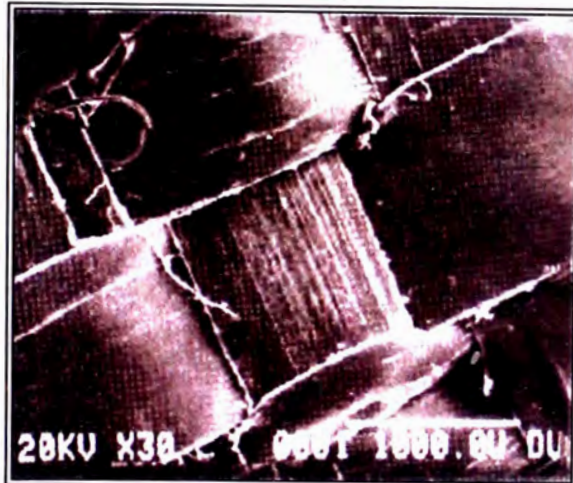
Monofilamento tejido calandrado

Fig. 1- 7



Multifilamento tejido

Fig. 1- 8



Tejido plano

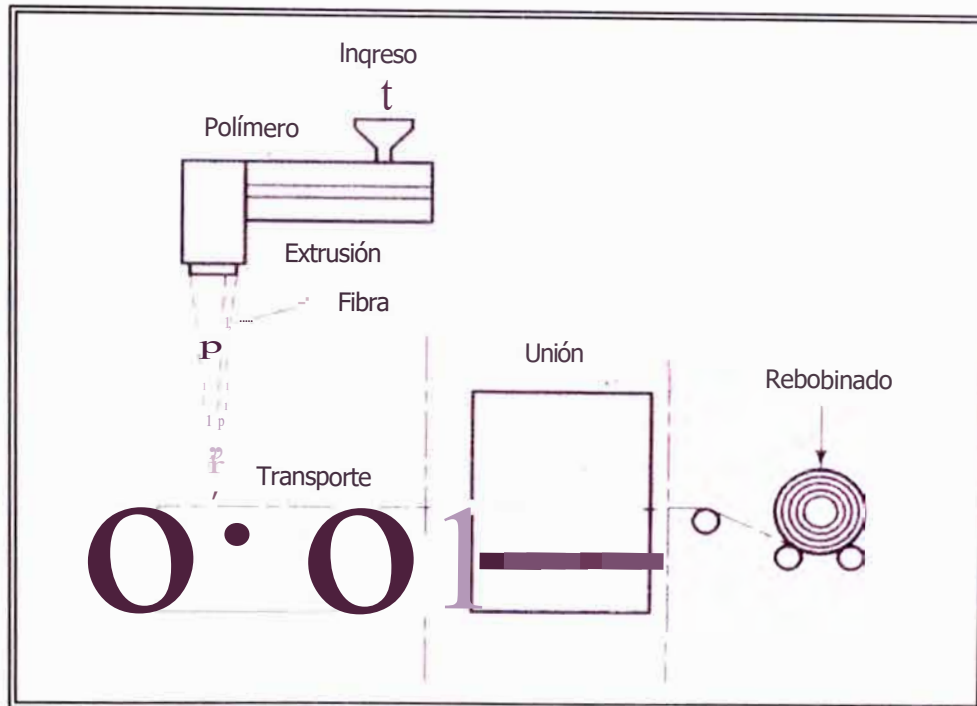
Fig. 1- 9

Geotextiles no tejidos

La fabricación de telas no tejidas es muy diferente de las telas tejidas. Cada sistema de fabricación no tejido generalmente incluye cuatro pasos básicos:

- Preparación de la fibra
- Formación del velo
- Consolidación del velo y
- Tratamiento posterior

Los geotextiles no tejidos pueden ser de fibra cortada ó filamento continuo, los de fibra cortada se obtienen a partir de las fibras de longitud comprendida entre 50 y 150 mm. y los de filamento continuo se obtienen por extruido directo de un polímero y formación de la napa o velo.



*Diagrama del proceso de unión por rotación para fabricar geotextiles no tejidos.
Note que la unión puede hacerse por agujado, calentamiento o por resinas.*

Fig. 1- 10

Existen básicamente tres clases de procesos de fabricación:

- Geotextiles no tejidos punzonados por agujas.- Se forman a partir de un entrelazado de fibras o filamentos mezclados aleatoriamente, conformando lo que se denomina como velo o napa, el cual se consolida al pasar por un tablero de agujas en la máquina punzonadora, dichas agujas se mueven en sentido alternativo, subiendo y bajando a altas velocidades penetrando en la napa y entrelazando las fibras, esto se obtiene por que el perfil de las agujas no es regular, si no que están provistas de unas espigas o salientes en dirección a su sentido de penetración, lo cual hace penetrar a las fibras sin llevárselas en su movimiento de retroceso. La frecuencia de golpes o penetraciones de las agujas va consolidando el geotextil no tejido. Los geotextiles fabricados por este proceso tienen buenas características

mecánicas manteniendo en parte el espesor de la napa el cual les confiere mayor estructura tridimensional, gran elongación (puede estirarse desde un 40% hasta un 120% o más, antes de entrar en carga de rotura) lo que les proporciona muy buena adaptabilidad a las desuniformidades de los terrenos, unas excelentes propiedades para protección, (suele denominarse efecto colchón) y muy buenas funciones de filtración y separación.

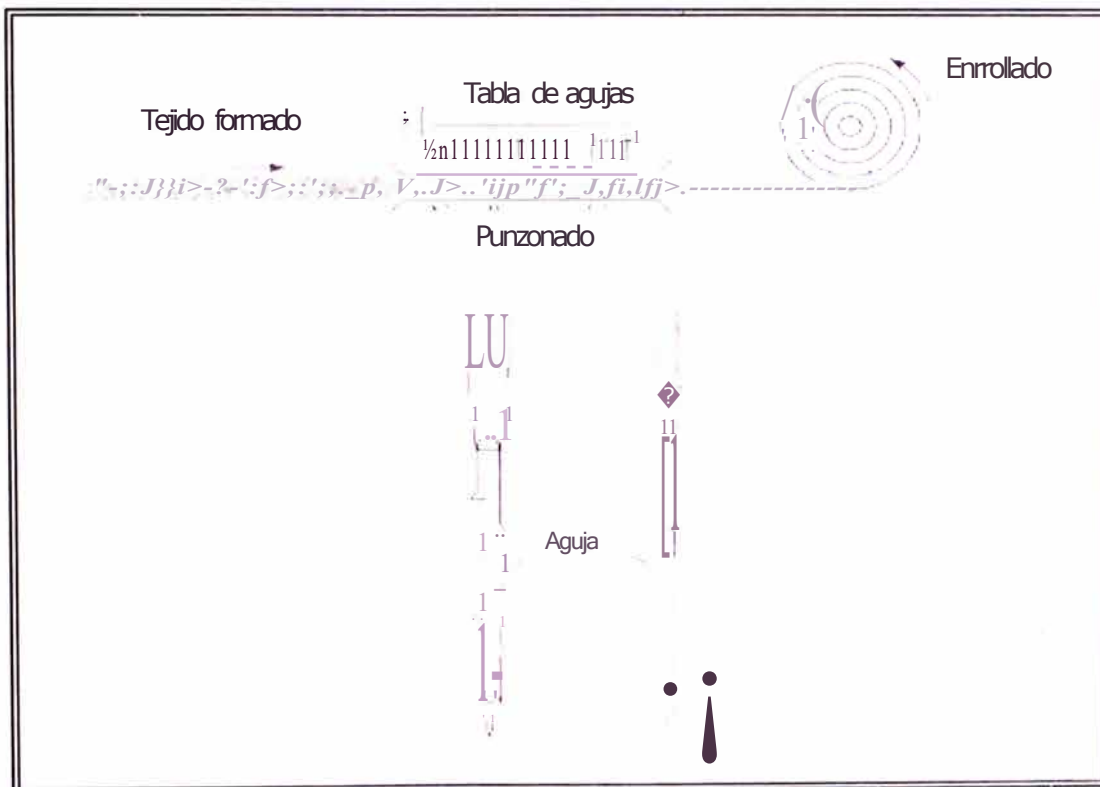
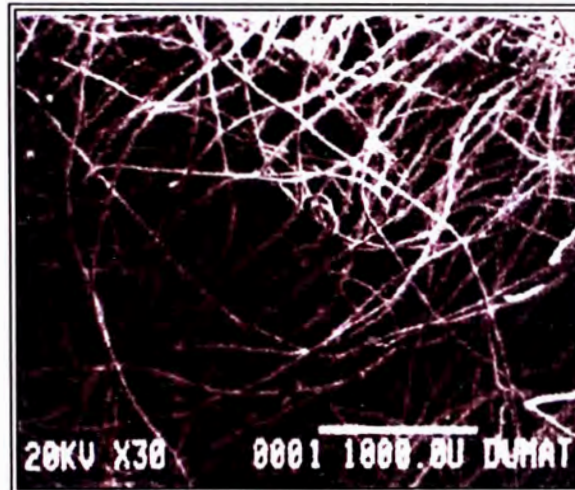


Diagrama del proceso de punzonado por aguja y detalles de agujas típicas.
Fig. 1- 11

- Geotextiles no tejidos termosoldados.- Se forman a partir de una napa o velo en la que la unión de fibras y consolidación del geotextil se logra por fusión de las fibras y soldadura en los puntos de intersección mediante un calandrado a temperatura elevada. Su espesor y su elongación son sensiblemente inferiores a la de los agujados , por lo cual su trasmisividad y permeabilidad son menores, tienen buenas propiedades mecánicas y poca flexibilidad (son algo rígidos).
- Geotextiles no tejidos ligados químicamente.- La unión entre sus filamentos se consigue incorporando ligantes químicos o resinas. Este sistema no se utiliza para la fabricación de gP.otextiles de protección y separación, puesto

que en su composición (de los de protección) deben de evitarse elementos químicos distintos a los polímeros que pudiesen alterar sus propiedades y provoquen incompatibilidades químicas con otros materiales con los que pudiese estar en contacto. Su empleo está muy poco extendido debido a su elevado costo.

Vista microscópica de algunos tipos de geotextiles no tejidos:



No tejido punzonado por agujas

Fig. 1- 12



No tejido unido por calor

Fig. 1- 13

1.2 Tipos de Geotextiles

Los geotextiles pueden ser de dos tipos:

a.- Geotextiles Tejidos.-

Son aquellos formados por cintas entrecruzadas en una máquina de coser. Pueden ser tejidos de calada o tricotados.

Los tejidos de calada son los formados por cintas de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal). Su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación) y puede ser muy elevada (según las características de las cintas empleadas). Su estructura es plana.

Los tricotados están fabricados con hilo entrecruzado en máquinas de tejido de punto. Su resistencia a la tracción puede ser multiaxial o biaxial según estén fabricados en máquinas tricotosas y circulares, o Ketten y Raschel. Su estructura es tridimensional.

b. Geotextiles No Tejidos

Están formados por fibras o filamentos superpuestos en forma laminar, consolidándose esta estructura por distintos sistemas según cual sea el sistema empleado para unir los filamentos o fibras. Los geotextiles no tejidos se clasifican a su vez en:

- Geotextiles No Tejidos ligados mecánicamente o punzonados por agujas.
- Geotextiles No Tejidos ligados térmicamente o termosoldados.
- Geotextiles No Tejidos ligados químicamente o resinados.

1.3 Propiedades de los Geotextiles

Los Geotextiles tienen las siguientes propiedades:

a.- Propiedades Mecánicas

- No se daña durante la colocación, ejecución de la obra o posteriormente.
- Resistencia a la tensión: Posee una alta resistencia a la tensión y puede absorber tales esfuerzos cuando las estructuras son sometidas a carga.
- Absorbe tracciones por medio del "efecto membrana" (al ser fácil de saturar el geotextil forma una membrana lo que le permite disminuir la reflexión de grietas).
- Absorbe solicitaciones de reventón (Burst) sobre grietas y juntas del soporte de la impermeabilización.

- Su efecto combinado de propiedades de resistencia mecánica y efecto amortiguador protege contra la perforación y desgaste de la capa impermeabilizante.
- Posee una capacidad de deformación suficiente para compensar las tensiones térmicas.
- Tabla de propiedades de los geotextiles (Ver anexo N° 3).

b.- Propiedades Hidráulicas

- Capacidad de filtración: Por su porometría evita la migración de finos que puede conducir al colapso de una estructura, cumpliendo los criterios de filtro para la abertura eficaz de poros.
- Permisividad: Permite el paso del agua sin presión de ser posible.
- Al garantizar el paso del agua, cumple los criterios de filtro para la permeabilidad, debiendo la permeabilidad del geotextil ser mayor que la permeabilidad del suelo que se pretende filtrar.
- Flujo Planar: Garantiza el transporte de agua en el plano del geotextil sin mayores pérdidas de presión.

c.- Propiedades Físicas

- Fabricados a base de fibras 100% virgen de polipropileno, las cuales tienen un alto peso molecular y son muy estables.
- Su contracción térmica es mínima.
- Tiene alta afinidad con el material impermeable.
- Su resistencia a los rayos ultravioleta es del 70% después de 500 horas de exposición.
- Su punto de fusión lo alcanza a 150°.

d.- Propiedades de Durabilidad

- Resistencia Química: Son resistentes a los ácidos, álcalis, insectos y microorganismos.
- Es imputrescible y correctamente instalado tiene una vida útil de más de 100 años.
- Prolonga la duración de los pavimentos y de las sobrecapas nuevas de asfalto.

1.4 Usos de los Geotextiles

El uso de los geotextiles Tejidos y No Tejidos en los diferentes campos de aplicación pueden definirse mediante las funciones que va a desempeñar. En la mayoría de las aplicaciones el geotextil puede cumplir simultáneamente varias funciones, aunque siempre existirá una principal que determine la elección del tipo de geotextil que se debe utilizar.

A continuación se detallan las distintas funciones y aplicaciones que pueden desempeñar los geotextiles, así como las exigencias mecánicas e hidráulicas necesarias para su desarrollo.

1.4.1 Función de Separación

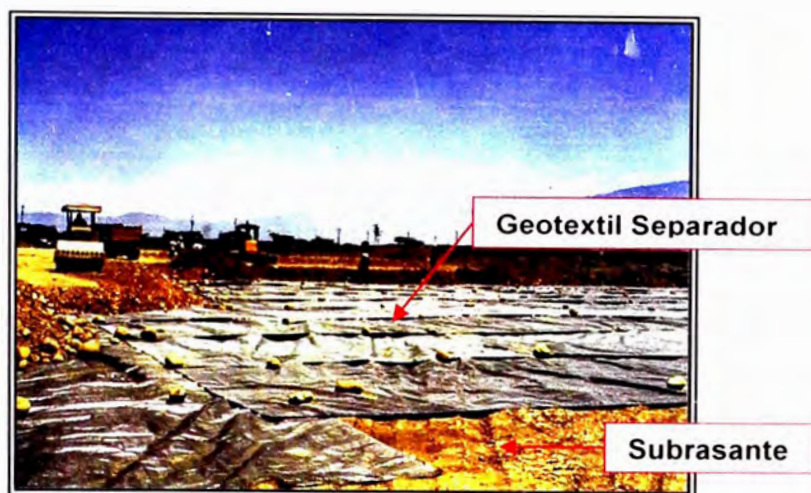
Esta función, desempeñada por los geotextiles consiste en la separación de dos capas de suelo de diferentes propiedades geomecánicas (granulometría, densidad, capacidad, etc.) evitando permanentemente la mezcla de materiales.

Al colocar el geotextil en el interfaz de dos materiales, éste proporciona una frontera permeable y de esta manera se pueden proteger los materiales seleccionados de la contaminación por materiales finos. Los suelos finos tienden a ascender por efecto del bombeo, mientras que los suelos gruesos como son los materiales seleccionados, tienden a descender por efecto de las cargas. Las aplicaciones típicas en las que se requiere colocar un geotextil de separación, son las construcciones de vías y terraplenes.

La contaminación de materiales seleccionados con materiales finos disminuye notablemente los parámetros esfuerzo-deformación y cambia las propiedades hidráulicas de estos materiales tal como la permeabilidad, haciendo que los materiales granulares permanezcan saturados mucho más tiempo, produciendo incrementos de presión de poros en los sitios de aplicaciones de carga y por consiguiente la disminución del esfuerzo efectivo, encargado de controlar la resistencia y deformabilidad de las masas del suelo. Al colocar un geotextii de separación de esos materiales, se evita la contaminación de los suelos granulares y se previene el deterioro prematuro de las obras de infraestructura causados por el cambio de las propiedades de dos materiales que conforman la estructura (ver figuras 11 y 12).

Para que un geotextil cumpla correctamente la función de **Separación** (AASHTO M-288), entre un suelo de subrasante y la capa de material granular debe cumplirse que:

$$3 \% < \text{CBR subrasante} < 10\%$$



Función del Geotextil como Separador

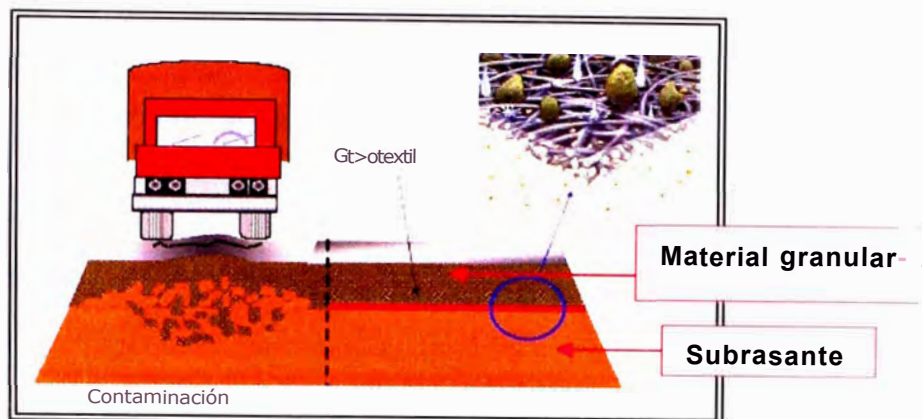
Fig. 1- 14

1.4.2 Función de Estabilización

Los geotextiles proporcionan estabilización además de su función principal de separación aumentando la capacidad asfáltica de la carga de los suelos con subrasantes de baja resistencia. Un geotextil para estabilización reduce el bombeo de la subrasante, la excavación adicional y el espesor requerido del agregado, reduciendo considerablemente los costos de construcción para caminos pavimentados y no pavimentados (ver figuras 12 y 13).

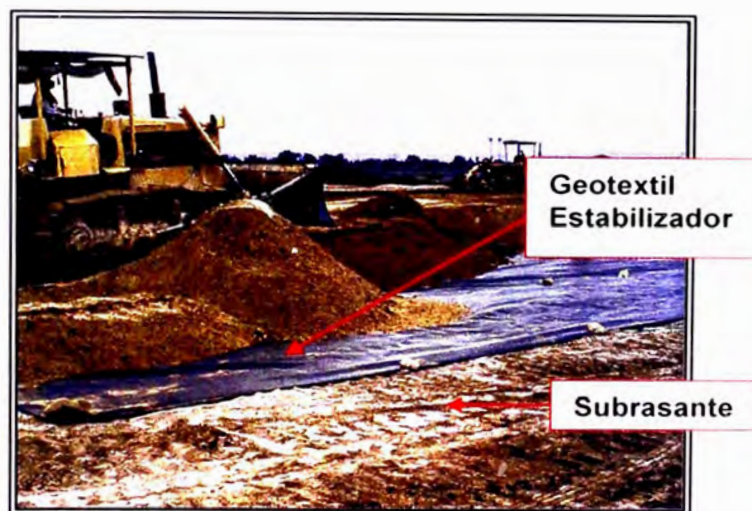
Para que un geotextil cumpla correctamente la función de **Estabilizar** (AASHTO M-288), entre un suelo de subrasante y la capa de material granular debe cumplirse que:

$$1\% < \text{CBR subrasante} < 3\%$$



Función del Geotextil como Separación y Estabilización

Fig. 1- 15



Función del Geotextil como Estabilizador

Fig. 1- 16

1.4.3 Función de Refuerzo

En esta función se aprovecha el comportamiento a tracción del geotextil para trabajar como complemento de las propiedades mecánicas del suelo, con el fin de controlar los esfuerzos transmitidos tanto en la fase de construcción como en la de servicio de las estructuras.

El geotextil actúa como un elemento estructural y de confinamiento de los granos del suelo, permitiendo difundir y repartir las tensiones locales. Estas acciones aumentan la capacidad portante y la estabilidad de la construcción.

Los suelos, al igual que el concreto, presentan una resistencia buena a la compresión pero deficiente a la tracción, por esta razón cuando se complementa su deficiencia de asumir esfuerzos de tracción con geotextiles especiales para esta aplicación, éstos asumen los esfuerzos de tracción aprovechando su gran

capacidad para esto. De esta manera se logra proporcionar un refuerzo que incrementa la estabilidad estructural.

Algunos ejemplos en donde es necesario y conveniente usar refuerzo con geotextil son:

- La construcción de terraplenes sobre suelos blandos.
- Estabilización de subrasantes en vías.
- Estabilización interna de masas de suelo, lo cual permite la construcción de muros de contención por gravedad, diques, presas, entre otros (conocido como suelo reforzado).

Los geotextiles más utilizados y con mayor éxito en la construcción de estructuras como las mencionadas anteriormente son los geotextiles tejidos, los cuales presentan alta resistencia a la tensión a bajas deformaciones.

Para que un geotextil cumpla correctamente la función de **Refuerzo** (AASHTO M-288), entre un suelo de subrasante y la capa de material granular debe cumplirse que:

CBR subrasante < 1%



Función del Geotextil como Refuerzo

Fig. 1 - 17

1.4.4 Función de Drenaje

Consiste en la captación y conducción de fluidos y gases en el plano del geotextil. La efectividad del drenaje de un suelo dependerá de la capacidad de drenaje del geotextil empleado y del gradiente de presiones a lo largo del camino de evacuación del fluido.

Para realizar el drenaje satisfactoriamente el espesor debe ser suficiente al aumentar la tensión normal al plano de conducción. Adicionalmente el geotextil debe impedir el lavado o transporte de partículas finas, las cuales al depositarse en él, reducen su permeabilidad horizontal. Además debe garantizar el transporte de agua en su plano sin ocasionar grandes pérdidas de presión.

Los geotextiles que tienen un espesor considerable (mayor que 1.5 mm.) como es el caso de los no tejidos unidos mecánicamente o punzonados por agujas, tienen la propiedad de conducir el agua en su plano, proporcionando un drenaje planar. Esta propiedad de los geotextiles se conoce con el nombre de transmisividad.

La aplicación típica de drenaje planar por lo general es la de conducir el agua hacia los diferentes sistemas de drenaje o subdrenaje.



Drenaje en Vías

Fig. 1- 18

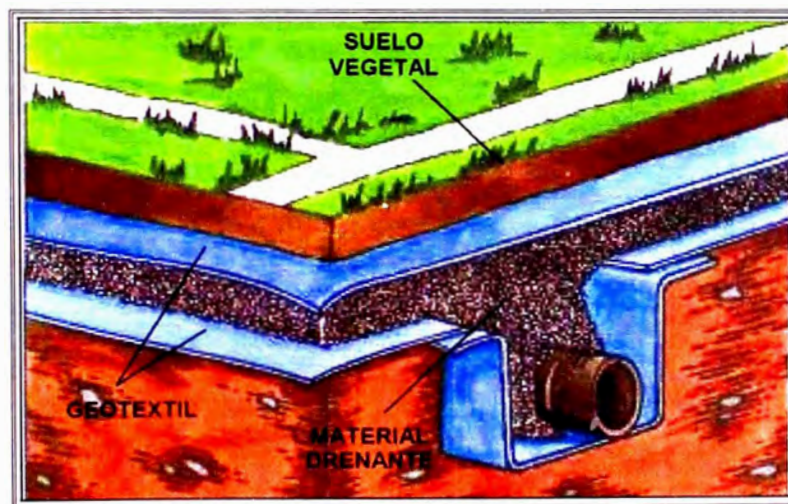
1.4.5 Función filtro

Esta función impide el paso a través del geotextil de determinadas partículas del terreno (según sea el tamaño de dichas partículas y el del poro del geotextil) sin impedir el paso de fluidos o gases. En la práctica se utiliza el geotextil como filtro en muchos sistemas de drenaje. En los embalses con sistemas de drenaje en la base, a fin de localizar posibles fugas, se utiliza como filtro en los tubos de drenaje a fin de evitar el taponamiento de los orificios de drenaje de dichos tubos.

La filtración es un proceso que consiste en retener partículas de suelos finos y simultáneamente permitir el paso de los fluidos. Lo anterior implica que el

geotextil debe tener un tamaño de abertura aparente adecuado para retener el suelo, cumpliendo con un valor mínimo admisible de permeabilidad que permita el paso del flujo de una manera eficiente. Los geotextiles de alta porosidad y menor riesgo a la colmatación son los no tejidos punzonados por agujas, las cuales presentan aberturas suficientemente pequeñas para evitar una excesiva migración de suelo fino y simultáneamente presentan permeabilidades elevadas (2.5 - 5.6 cm/s) que permiten un adecuado paso de los fluidos.

Las aplicaciones típicas de los geotextiles como elementos filtrantes se encuentran en la construcción de subdrenes para vías, drenes horizontales, trincheras drenantes, geodrenes, lloraderas y en general en cualquier aplicación de drenaje que se requiera tener un medio filtrante.



Campo Deportivo - Esquema

Fig. 1- 19

1.4.6 Función protección

Previene o limita un posible deterioro en un sistema geotécnico. En los embalses impermeabilizados este sistema geotécnico se denomina pantalla impermeabilizante y está formado por el geotextil y la geomembrana. El geotextil protege a la geomembrana de posibles perforaciones o roturas, al formar una barrera antipunzonante bajo la acción de la presión de la columna de agua durante la explotación del embalse, del paso del personal y maquinaria durante la construcción, mantenimiento, posibles reparaciones, etc. También evita las perforaciones que podría ocasionar el crecimiento de plantas debajo de la pantalla impermeabilizante.

De igual forma, protege a la geomembrana del rozamiento con el soporte que se produce durante las sucesivas dilataciones y contracciones que experimenta por efecto de las variaciones térmicas. La lámina impermeabilizante se adapta a las irregularidades del terreno. Las irregularidades pronunciadas implican una tensión en la lámina la cual a su vez causa una pérdida de espesor en la misma dando origen a puntos débiles en los que se podrían producir posibles perforaciones o roturas causadas por objetos punzantes del terreno. La interposición del geotextil evitará la pérdida de estanqueidad que se produciría por todas estas causas.

Otras ventajas de utilizar un geotextil de protección son las de obtener un área de trabajo limpia para la soldadura entre rollos de geomembrana permitiendo su colocación en taludes con mayores pendientes; y las de permitir una evacuación de gases y aguas subterráneas en su plano, evitando la formación de bolsas en la geomembrana.



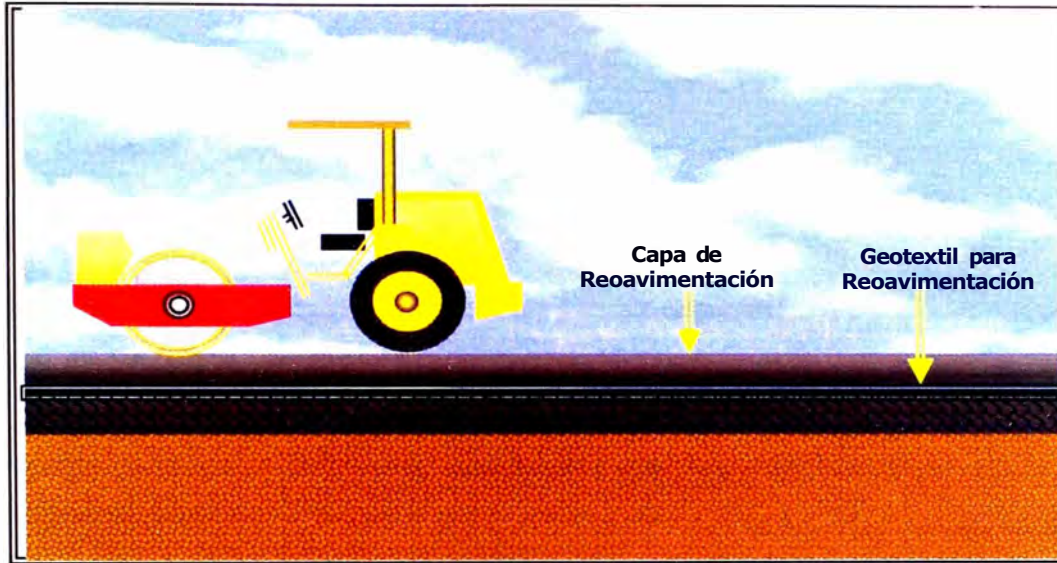
Función del Geotextil como Protección

Fig. 1 - 20

1.4.7 Función de Impermeabilización

Esta función se consigue desarrollar mediante la impregnación del geotextil con asfalto u otro material impermeabilizante sintético.

El geotextil debe tener la resistencia y rigidez necesaria para la colocación del mismo, así como la capacidad de deformación suficiente para compensar las tensiones térmicas.



Función del Geotextil de Impermeabilización

Fig. 1- 21

CAPITULO 11 : MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO EXPERIMENTAL

2.1 Resumen Ejecutivo

El presente Proyecto Experimental consiste en la construcción de un tramo de vía afirmada con la aplicación de geotextil tejido como refuerzo y separación. La zona seleccionada que nos entregaron para la ejecución de la obra presentaba un terreno de fundación de buena capacidad de soporte (CBR), por lo que se tuvo que degradar el terreno de fundación mediante la sustitución del material existente por otro material fino saturado al 100%, para conseguir que la subrasante tenga un CBR < 1%, condición para que el geotextil de refuerzo sea usado correctamente. El tramo del Proyecto Experimental tiene una longitud de 10.00 m. y un ancho de 3.30 m.

2.2 Ubicación

El presente Proyecto Experimental se ubicó dentro de los linderos del Laboratorio Nacional de Hidráulica, el que a su vez se encuentra en el campus de la Universidad Nacional de Ingeniería, distrito del Rímac, provincia y departamento de Lima.

2.3 Topografía

La topografía donde se ubicó el Proyecto Experimental es relativamente plana y el tramo considerado es recto. Se efectuó un levantamiento topográfico de la zona donde se realizó la construcción de la vía afirmada experimental con la aplicación de geotextiles tejidos en su función de refuerzo y estabilización.

El levantamiento topográfico se hizo con coordenadas UTM y el BM que se utilizó como punto de partida para dicho levantamiento ha sido el que se encuentra ubicado junto al Departamento de Topografía, el cual tiene una cota de 108.255 m.s.n.m.



Ubicación del BM de apoyo en el departamento de topografía

Fig. 11 - 1



BM topográfico (placa de bronce)

Fig. 11 - 2

Para el levantamiento topográfico realizado se tomaron dos puntos de control cercano al sector donde se encuentra la zona del pavimento experimental denominados PC-1 y PC-2, cuyas coordenadas son:

PC-1: NORTE: 8670352.14, ESTE 276856.75, Cota: 109.568 m s.n.m.

PC-2: NORTE: 8670349.04, ESTE 276861.00, Cota: 109.248 m.s.n.m.



Punto de control sobre plataforma adyacente a la zona de trabajo

Fig. 11- 3



Otra vista del punto de control

Fig. 11- 4

Las coordenadas UTM de los 4 puntos que limitan la zona de trabajo de nuestro proyecto experimental son:

- Punto 1 : NORTE : 8670337.13, ESTE : 276863.59
- Punto 2 : NORTE: 8670337.21, ESTE: 276867.06
- Punto 3 : NORTE : 8670347.21, ESTE : 276867.16
- Punto 4 : NORTE : 8670347.14, ESTE : 276863.68

Los equipos utilizados para realizar el levantamiento topográfico han sido los siguientes:

- 01 Estación Total marca TOPCON GTS 226
- 01 Nivel marca Wild NA 020, de aproximación 2 cm., por km.
- 02 Miras
- 02 Prismas

Los planos confeccionados con el presente levantamiento topográfico son:

- Plano de ubicación - Localización
- Plano de Planta y Perfil Longitudinal
- Plano de secciones transversales cada 2 m.

2.4 Estudio de suelos

El Estudio de Suelos para el trabajo experimental consistente en la aplicación de Geotextiles Tejidos en vías afirmadas ha sido efectuado mediante trabajos de exploraciones de campo, ensayos de laboratorio y estudios geológicos necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como dar a conocer las propiedades físico mecánicas de los suelos de fundación existentes, como la Capacidad de Soporte California (CBR) que es un parámetro importante entre otros para el diseño del pavimento.

2.4.1 Antecedentes

La selección de la zona apropiada para efectuar la construcción de la vía afirmada experimental con aplicación de Geotextiles Tejidos como refuerzo y separación requería que el terreno de fundación tenga un suelo de muy baja Capacidad de Soporte, (valores de $CBR < 1\%$). Para conseguir dichas condiciones naturales de los suelos existentes en la zona a trabajar, se analizaron las siguientes áreas:

Como una primera alternativa se inspeccionó un terreno ubicado en la Localidad de Mala (Km. 100+000 de la Carretera Panamericana Sur, hacia el lado derecho), relativamente cerca a las orillas del mar. Esta zona presentó un suelo arcilloso de baja capacidad de soporte con alta humedad y presencia de nivel freático, que lo hacía propicia para la ejecución del Proyecto Experimental ; pero quedó descartada por la lejanía de la zona con respecto a nuestra sede académica de la Universidad Nacional de Ingeniería ubicada en la ciudad capital.

Como segunda alternativa se inspeccionó una zona ubicada en la Localidad de Huachipa, cercana al final de la carretera Ramiro Priale. Esta zona presentó un suelo arcilloso limoso con presencia de suelo turboso de muy baja capacidad de soporte, y alta humedad, que también lo hacía propicia para la ejecución del Proyecto Experimental; pero de igual manera quedó descartada por los mismos motivos de la primera alternativa.

Como tercera alternativa se inspeccionó el terreno dentro del Laboratorio Nacional de Hidráulica, verificándose que el terreno de fundación presentaba una capa superficial conformada por arenas limosas y/o limos arenosos para luego dar paso a un material gravoso con partículas subredondeadas de buena capacidad de soporte. Esta última zona fue seleccionada, debido a que se encuentra dentro del campus universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería, y aunque no presentaba suelos con las características requeridas se asumió y se realizó el estudio respectivo para degradar el suelo de fundación de tal manera que sea lo suficientemente plástico para que un geotextil pueda desarrollar su capacidad de deformación, mediante el aumento de la resistencia del conjunto suelo-geotextil.

2.4.2 Trabajos de Campo

Se realizó una limpieza general de la zona evacuando material existente como arenas, piedra chancada y desmontes los cuales se encontraban asentadas en forma irregular en toda el área de trabajo. La limpieza fue realizada por los integrantes del grupo dirigido por el Ing. José Martínez especialista del área de Geotecnia.



Limpieza de la zona de trabajo

Fig. 11- 5

El estudio de suelos en la zona donde se construyó el tramo experimental de la vía afirmada con la aplicación de Geotextiles Tejidos se ha efectuado mediante la excavación de calicatas a cielo abierto, de tal manera de identificar los tipos de suelos que conforman el terreno de fundación. El área del tramo experimental consistió en un rectángulo de 3.30 m de ancho, y 10.0 m de largo.

en donde se realizó la excavación de dos calicatas (C - 1 y C - 2), los cuales presentaron la siguiente estratigrafía:

Calicata C - 1: Presentó una capa superficial entre 0.00 m - 0.60 m, conformado por limos arenosos en estado compacto, seco, color marrón claro, de baja plasticidad y gravas de TM 1/2" en un 5 %. Este suelo se clasificó en el Sistema Unificado SUCS como ML, y en el Sistema de Clasificación AASHTO como A-4.

De 0.60 m - 1.20 m continua material gravoso pobremente graduado con partículas subredondeadas TM 3", con arenas en estado semicompacto a semisuelto, poco húmedo, color gris, no plástico y cantos rodados y boleos TM 8" en un 10%. Este suelo se clasificó en el Sistema Unificado SUCS como GP, y en el Sistema de Clasificación AASHTO como A-1-a(0)

Calicata C - 2 Presentó una capa superficial entre 0.00 m a 0.55 m, conformado por limos arcillosos con escaso porcentaje de arenas en estado semicompacto, poco húmedo, color marrón claro, de baja plasticidad y gravillas de TM 1/4" en un 3%. Este suelo se clasificó en el Sistema Unificado SUCS como CL-ML, y en el Sistema de Clasificación AASHTO como A-6 .

De 0.55 m - 1.20 m, continuó material gravoso pobremente graduadas con partículas subredondeadas TM 3", con arenas en estado semicompacto a semisuelto, poco húmedo, color gris verdoso, no plástico y cantos rodados y bolees TM 10' en un 10 %. Este suelo ese clasificó en el Sistema Unificado SUCS como GP, y en el Sistema de Clasificación AASHTO como A-1-a (O).

A continuación se delimitó el área de trabajo y se procedió a realizar la excavación mediante un cargador frontal, para una longitud de 100m, ancho de 3.30 m, y una profundidad de 1.2 m.

Luego de realizar la excavación hasta la profundidad requerida (1.20 m.), el suelo de fundación (Grava arenosa), presentó una buena capacidad de soporte (CBR>20%), por lo que no nos servía para nuestro propósito. El suelo de fundación que se buscó debía ser un suelo fino de mediana a alta plasticidad que presentara un valor de capacidad de soporte muy bajo (CBR menor al 1 %), en el cual el geotextil comenzara a desarrollar su función de aumento de la capacidad de soporte y por consiguiente refuerzo de dicho valor, traduciéndose en espesores de estructuras muchos mas económicos, y aumento de la vida útil de la vía afirmada.

El material superficial consistente de limos arenosos y arcillas limosas fue tratado mediante zarandeo, colocación (compacidad suelta) en la caja de corte con un espesor total de 0.60m. y saturados al 100% de agua, para así conseguir una subrasante degradada que tenga un CBR < 1 %, donde se pueda aplicar el geotextil y verificar su capacidad de absorber esfuerzos y brindar estabilidad al pavimento diseñado.

2.4.3 Ensayos de Laboratorio

Se tomaron muestras de cada uno de los estratos de las calicatas C-1 y C-2 y se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico por tamizado ASTM O 422
- Límites de Atterberg ASTM D 4318
- Humedad Natural ASTM D 2216
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASHTO

Los Ensayos de laboratorio fueron efectuados en el Laboratorio Geotécnico del Laboratorio Nacional de Hidráulica de la Universidad Nacional de Ingeniería.

En una primera etapa se construyó una poza experimental de dimensiones 1.0x1.0x1.2 m, relleno con material degradado consistente de arcillas limosas con poco porcentaje de arenas, con la finalidad de realizar ensayos de penetración mediante penetrómetros, densidad natural, humedad, y CBR. Estos ensayos han sido orientados para obtener la curva de correlación CBR versus penetración. El valor del CBR para dicho material resultó igual a 0.3 %, y sirvió como un parámetro inicial para realizar un prediseño del pavimento



Penetrómetro en la poza experimental

Fig. 11- 6



Prueba de resistencia del suelo con Penetrómetro

Fig. 11 - 7



Medida de la profundidad del Penetrómetro

Fig. 11 - 8

En una segunda etapa se procedió a tamizar el material superficial conformado por arcillas limosas y limos arenosos con presencia de gravas subredondeadas en menor porcentaje. El tamizado se realizó mediante una malla de $\frac{1}{4}$ " de abertura, utilizando este material como relleno denominado suelo degradado que nos serviría como suelo de fundación.

Asimismo se tomaron muestras representativas del suelo tamizado para realizar un conjunto de ensayos de laboratorio con la finalidad de degradar el suelo de fundación y verificar un valor de la Capacidad de Soporte California (CBR < 1%).

Entre los ensayos efectuados para esta finalidad (degradación del suelo) se realizó una correlación mediante el ensayo DPL, al estado saturado y para diferentes estados de compactación (3 golpes, 6 golpes, 9 golpes, 12 golpes y

15 golpes) de tal manera de obtener una curva que nos determine el valor del CBR real, para valores de número de golpes (N) con el equipo DPL, ensayado en el suelo degradado saturado a nivel de subrasante.



Ensayo de correlación con equipo DPL en el laboratorio de geotecnia

Fig. 11- 9

También se tomó el valor de la humedad natural del suelo degradado ya colocado en campo como material de subrasante, con la finalidad de determinar la cantidad de agua a añadir a dicho suelo de tal forma de verificar el 100% de grado de saturación necesario para que la subrasante quede degradada de tal manera que el valor de la capacidad de soporte llegue a un nivel de CBR < 1%.

El volumen de agua a añadir es calculado de la siguiente manera:

Volumen del relleno con material degradado (V t)

$$V t = 3.35 \times 1.0 \times 0.60 = 20.1 \text{ Om}^3$$

$$V_{WADIC} = (W_{WADIC} / \gamma_w)$$

$$\Delta W = (W_{WADIC}) / W_s$$



$$111_{,v/e} = 6 \text{ l.} \times 1_{,1/1}$$

$$1_{w_{,1/1}} = (1_{,1/1} - 1_{t' \setminus 1/}) \times \gamma_t \times 1_{,1}$$

Donde:

$W_{II}mw$ = Peso de agua adicional

$W_{s, II}$ = Humedad de saturación

$W_{n, II}$ = Humedad Natural

γ'' = Densidad Húmeda

V_t = Volumen Total

W_{II} = Peso del agua

W_s = Peso suelo

Cálculo de la humedad de saturación:

$$w = W_w / W_s$$

$$w = \left(\frac{\gamma_w \times V_w}{\gamma_s \times V_s} \right) \times \left(\frac{V_v}{V_s} \right)$$

$$\left| \frac{(r, ly_{..}) \times 1., = (v.. 11_r) \times (v, 1v,)}{\dots} \right|$$

$$\left| \frac{G_r \times ff = S \times e}{\dots} \right|$$

S = 1 (Estado saturado)



$$11',_{II} = (1.0 \times e) / G, I$$

Considerando los resultados de laboratorio:

$G_s = 2.54$

$e_{92} = 2.60$

$G_{s, 11r-111} = 2.57$

$$e = (G_s / \gamma_d) - 1$$

$$e = (2.57 / 1.53) - 1$$

$$e = 0.679$$

$W_{s, II} = 1.0 \times 0.679 / 2.57$

$11',_{II} = 0.264$

$11',_{11} = (, -4^0)$

$N_y = y_d \times Xi \cdot f$

$11', = 1.53 \text{gric} 1111' \times 20.1111^{-1} \times (100c111f / (1111))$

$$W_s = 30.954.0 \text{ kg}$$

$$E S. = 30.95410111$$

$$w_{r,nijc} = w^* \times ws = (w_{s,ii} - w_{n,ii}) \times W_s \cdot 100 = (26.4 - 2.07) \times 30.954 / 100$$

$$w_{r,nijc} = 7.53 \text{ [onl]}$$

$$V_{\text{agua}} = 7.53 \text{ m}^3$$

Luego de los cálculos respectivos para llegar a un grado de saturación del 100 %, se ha determinado que el volumen de agua a añadir es 7.53 m³.

Para conservar el agua a añadir se ha impermeabilizado la excavación mediante un plástico grueso de buena resistencia (Fig. 11-10), el cual ha sido colocado en toda el área.



Colcación del Plástico como Impermeabilizante

Fig. 11-10

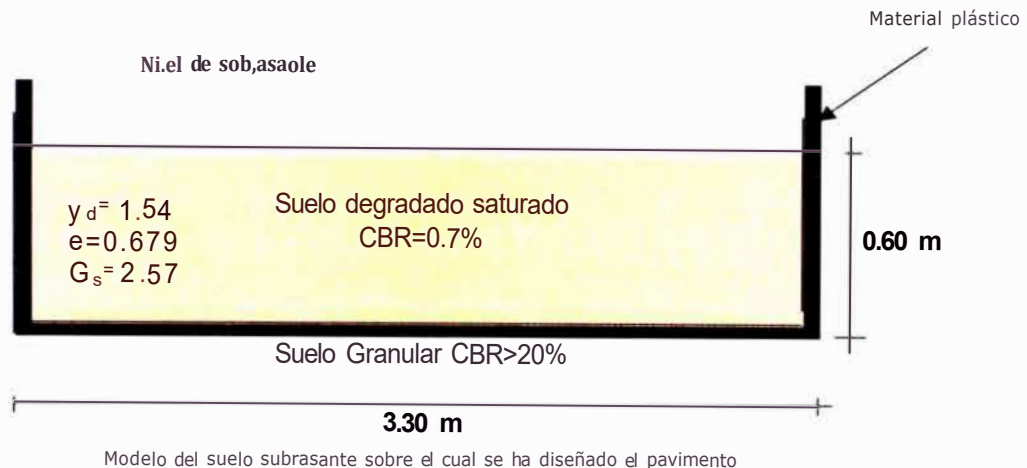
Luego de los cálculos respectivos para llegar a un grado de saturación del 100%, se determinó que el volumen de agua a añadir para terminar de degradar el suelo de subrasante era de 7.53 m³.

Para conservar el agua a añadir se impermeabilizó la excavación mediante la colocación de un plástico grueso de buena resistencia en toda el área (fondo y costados de la caja de corte) antes de colocar el suelo arcillo limoso de relleno para la conformación de la subrasante.

Después de haber impermeabilizado la excavación se procedió a rellenar con material arcilloso-limoso el cual se zarandeó previamente. Este material fino fue colocado por capas sin compactar, siendo solo acomodado mediante una tablilla para darle el nivel de subrasante.

Finalmente se procedió a añadir los 7.53 m³. de agua (según el cálculo efectuado) sobre el material arcilloso-limoso de relleno, consiguiendo así el 100% de saturación de la subrasante y por consiguiente obtener el valor del CBR dentro del rango de aplicación (CBR < 1 %).

Fig. 11-11



2.5 Criterios de diseño del pavimento con geotextiles

2.5.1 Introducción

La metodología de diseño que se describe en este capítulo contempla la utilización de geotextiles para el refuerzo de vías, colocados sobre la capa de subrasante o el suelo de fundación de la estructura. El geotextil de refuerzo colocado a nivel de subrasante se escoge técnicamente para mejorar la capacidad portante de todo el sistema, sin embargo para evaluar el aporte del geotextil de refuerzo se puede hacer el análisis cuantitativo de varias formas:

,- Incremento de la capacidad portante del sistema

La utilización de un geotextil de refuerzo en las vías permite incrementar la capacidad portante del sistema que conforman las capas estructurales de la vía, y la forma más común de introducir ese incremento es dentro de las propiedades mecánicas que presenta la capa de subrasante de la vía en estudio. Para la utilización de la metodología de diseño que se describe en este capítulo, se supone que el suelo de subrasante tiene las siguientes propiedades:

Suelo saturado, con baja permeabilidad y con un comportamiento no drenado bajo cargas tales como el tráfico, lo que significa que el suelo de subrasante es incompresible y tiene un ángulo de fricción casi nulo. La capacidad portante se puede determinar con el CBR de la subrasante, medido para las condiciones más críticas de densidad y de humedad.

➤ **Reducción de espesores de la capa granular**

Otra forma de evaluar los efectos de la utilización de un geotextil de refuerzo sobre la subrasante es mediante la reducción del espesor de la capa granular que conforma la estructura del sistema. Esta capa se diseña con el fin de distribuir los esfuerzos generados por la aplicación de cargas en la superficie del pavimento en un área mayor, de tal forma que a nivel de subrasante los esfuerzos no sobrepasen la resistencia a tensión admisible del geotextil para garantizar la estabilidad general de la estructura.

La utilización de un geotextil de refuerzo en la subrasante permite incrementar la capacidad portante de todo el sistema y esto se puede representar con la reducción en el espesor de la capa granular de la estructura de pavimento.

➤ **Incremento de la vida útil**

El incremento de la vida útil de diseño es otro parámetro que se puede evaluar con la utilización de un geotextil de refuerzo. En el diseño inicial, se supone una vida útil y se trabaja con un tránsito estimado correspondiente al número de años de diseño.

El tránsito se lleva a un número de ejes equivalentes, con lo que se calculan los esfuerzos y las deformaciones admisibles para definir la estructura de pavimento. Al incrementar la capacidad portante del sistema con la utilización del geotextil se aumentan los valores admisibles de esfuerzos y deformaciones, lo que se puede interpretar como un incremento del número de ejes equivalentes, es decir de la vida útil de la vía.

2.5.2 Análisis Teórico

Los geotextiles utilizados para el refuerzo de vías permiten mejorar el funcionamiento de la estructura de pavimento, teniendo como base un espesor inicial de capa granular sin geotextil para una condición de carga (tráfico) dada,

comparado con un espesor disminuido por utilización del geotextil, para la misma condición de tráfico. (El análisis también se puede hacer para un espesor de material granular establecido y un incremento del tráfico que va a pasar sobre la vía).

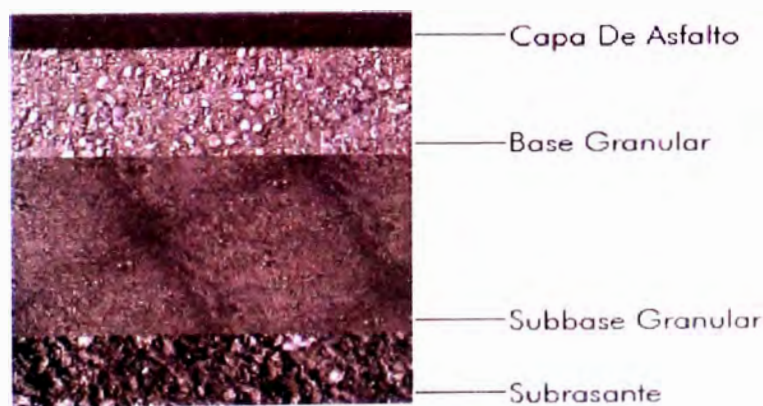
La metodología que se presenta en este documento permite calcular la reducción del espesor de la capa granular y hacer la selección del geotextil adecuada para el refuerzo de la estructura. Esta metodología se basa en el comportamiento del geotextil dentro de la estructura del pavimento, actuando como un elemento capaz de absorber los esfuerzos a tensión presentados por acción de las cargas a nivel de subrasante, mejorando el comportamiento estructural de la vía.

A) Definiciones Generales

1. Geometría

En la sección transversal de una vía se define como h_0 el espesor de la capa granular cuando no se utiliza geotextil, como h el espesor de la capa granular cuando hay geotextil y δh la reducción de espesor de la capa granular que resulta de la introducción de un geotextil a nivel de subrasante.

Para este método analítico se supone que el suelo de subrasante es homogéneo y que tiene un espesor suficiente para desarrollar una zona plástica.



Sección transversal típica de una estructura de pavimento

Fig. 11-12

$$\delta h = h_0 - h \longrightarrow \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

h_0 = Espesor de la capa granular sin geotextil (m)

h = Espesor de la capa granular con geotextil (m)

Δh = Reducción del espesor de la capa granular como resultado del uso de geotextil (m)

2 Eje de carga

Todas las cargas de los vehículos se llevan a un eje simple de carga equivalente, que se utiliza para el desarrollo de la metodología de refuerzo.

3. Material granular

El material granular debe cumplir con las propiedades requeridas para garantizar una adecuada distribución de la carga aplicada. Tanto para las capas de subbase granular como de base granular, el material debe cumplir con las exigencias físico-mecánicas correspondientes y con las condiciones de instalación requeridas.

4. Suelo de subrasante

El suelo de subrasante se supone saturado con una baja permeabilidad. Sin embargo, bajo la aplicación de carga rápida como la carga de tráfico, el suelo de subrasante trabaja bajo condición no drenada, por lo tanto se presentan las siguientes propiedades:

- , El suelo de subrasante es incompresible
- , El ángulo de fricción es nulo

Bajo este concepto, la resistencia al corte es igual a la cohesión no drenada.

El valor de CBR de la subrasante se obtiene de ensayos de laboratorio, el valor a utilizar debe ser CBR sumergido para trabajar con las condiciones más críticas y desfavorables del material.

B) Propiedades del geotextil

Las propiedades mecánicas de los geotextiles que mayor aplicación tienen sobre esta metodología son las definidas por el comportamiento de

tensión - elongación en un ensayo de tensión biaxial, donde la deformación lateral del geotextil es restringida.

La resistencia permite determinar cuánta carga puede soportar un geotextil, medida generalmente en términos de fuerza por unidad de longitud y no en unidades de esfuerzo (fuerza por unidad de área), debido a los problemas que se pueden presentar por la variación de espesor durante los ensayos, sobre todo en los geotextiles más delgados.

En cuanto a la resistencia de los geotextiles, existe una gran variedad de ensayos que tienen como objetivo determinar las propiedades de resistencia en función de la dirección, la uniformidad y la duración de la carga aplicada y del área sobre la cual se aplica la carga. Sin embargo, para la aplicación de refuerzo la propiedad que gobierna en el comportamiento del geotextil es la resistencia a la tensión, definida como una fuerza de tensión por unidad de longitud. Esta propiedad se determina en el laboratorio con el ensayo de resistencia a la tensión por el método de la tira ancha (Wide width), y se obtiene la curva Fuerza - Elongación, necesaria para el diseño por refuerzo en aplicaciones viales.

Existe otro método de ensayo que permite obtener la resistencia a la tensión en términos de fuerza y la elongación del mismo, denominado método GRAB. Los fabricantes generalmente utilizan este ensayo como una herramienta de control de calidad, y no se debe utilizar como parámetro de diseño en las aplicaciones de refuerzo.

En la norma para la especificación de geotextiles para aplicaciones viales - Designación AASHTO M288, la resistencia a la tensión Grab es un parámetro que se usa para definir el mínimo valor requerido para la supervivencia de los geotextiles en las diferentes aplicaciones (drenaje, separación, estabilización, refuerzo, control de erosión, barrera contra sedimentos y repavimentación), valor que varía según la clase de geotextil que se especifique.

Además del comportamiento a la tensión del geotextil, se deben tener en cuenta las características de fricción, considerando que para esta aplicación el geotextil tiene la rigidez suficiente para prevenir la falla de la capa granular por deslizamiento a lo largo de la superficie del mismo.

2.5.3 Análisis de Vías con Geotextil

A) Cinemática

El suelo de subrasante es un suelo incompresible y el asentamiento que se produce bajo las llantas causa levantamiento del suelo entre y a los lados de las llantas. La forma del geotextil se convierte en algo similar a una onda y como consecuencia se presenta una tensión del geotextil (Ver Figura 11-13).

Cuando un material flexible tensionado tiene una forma curva, la presión en la superficie cóncava es mayor que la presión en su cara convexa, lo que se conoce como efecto membrana.

1. Entre las llantas (BB) y en los lados de las llantas (AC), la presión aplicada por el geotextil sobre la subrasante es mayor a la presión aplicada por la capa granular sobre el geotextil.
2. Bajo las llantas (AB), la presión aplicada por el geotextil sobre la subrasante es menor que la presión aplicada por las llantas más la capa de material granular sobre el geotextil.

El geotextil garantiza entonces dos efectos positivos para el comportamiento de la vía:

- Provee un confinamiento "horizontal" de la subrasante entre y a los extremos de las llantas.
- Permite reducir la presión aplicada por las llantas en el suelo de subrasante.



Fig. 11- 13

B) Forma del geotextil deformado

La forma de onda del geotextil deformado se da por la condición incompresible del suelo. Se supone que la cantidad de material que se desplaza hacia abajo por el asentamiento que se presenta debe ser igual al volumen de material que se mueve hacia arriba por levantamiento (Ver Figura 11-14).

La forma del geotextil deformado consiste en secciones de parábolas conectadas a unos puntos localizados en el plano inicial del geotextil (A, B). Además, se supone que el espesor de la capa de material granular no es afectado de forma significativa por la deflexión que sufre la subrasante, por lo tanto se tiene:

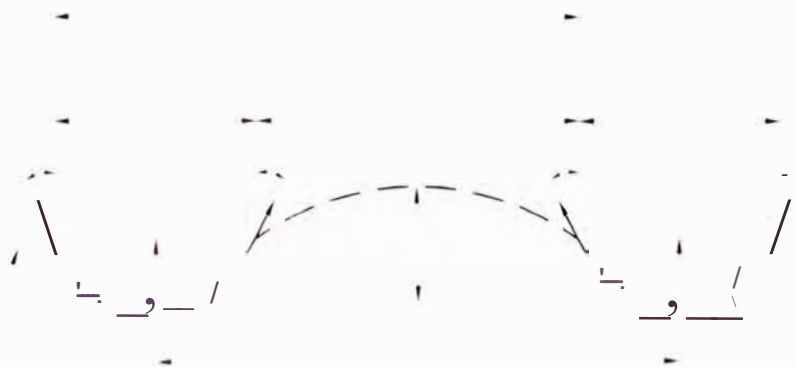


Fig. 11- 14

C) Mecanismos de Falla

En una vía, la falla de la estructura puede presentarse en tres sitios diferentes:

- › Capa granular
- › Suelo de fundación (subrasante)
- › Geotextil (si existe)

El método analítico no considera falla de la capa granular, suponiendo que el coeficiente de fricción del material es suficiente para asegurar la estabilidad mecánica de la capa y que el ángulo de fricción del geotextil en contacto con el material granular bajo las llantas es lo suficientemente grande para prevenir el deslizamiento de la capa sobre el geotextil.

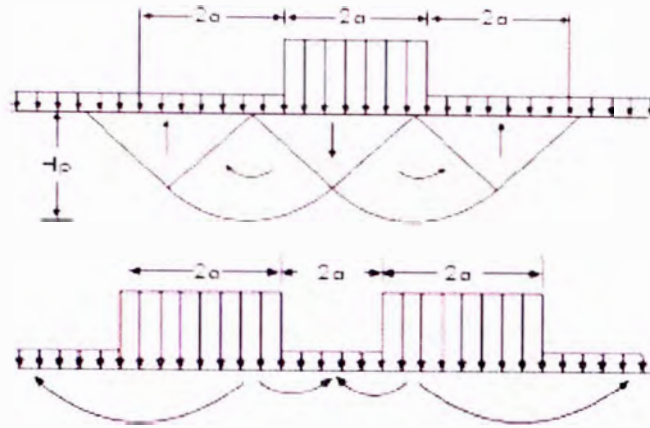


Fig. 11- 15

En una estructura vial la falla por deslizamiento del geotextil (o Pullout) es muy difícil que se pueda presentar, ya que la fuerza de anclaje que se genera entre el suelo y el geotextil esta dada por:

$$F_{\text{anclaje}} = 2 \cdot (\cdot L$$

La longitud L, a lo largo de la cual se desarrolla esta fuerza, es muy grande e influye directamente sobre el valor final de la F_{anclaje} , por lo que esta también se hace muy grande, siendo capaz de soportar cualquier movimiento horizontal que se presente por acción de las cargas.

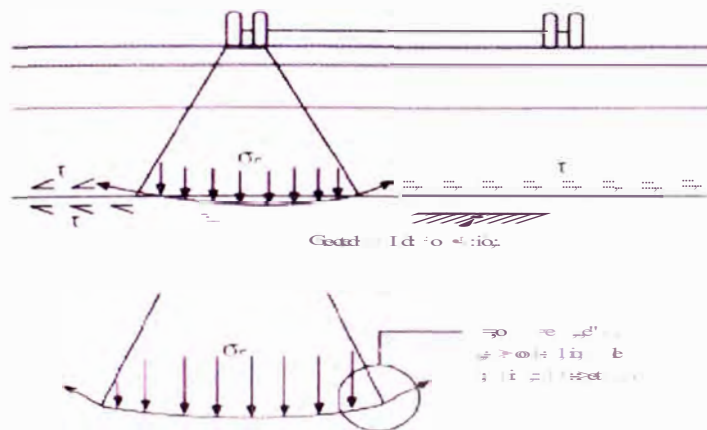


Fig. 11-16

Cuando inicia la transmisión de esfuerzos (σ_n) sobre el geotextil, se presenta una deformación del mismo por efecto del empuje actuante. La zona que se observa en el detalle es por donde fallaría el geotextil, ya que es el punto

crítico cuando dicho geotextil ofrece su mayor trabajo por resistencia a la tensión. Por este motivo se debe calcular un factor de seguridad (FS) cuando se iguala a la resistencia a tensión del geotextil con el esfuerzo normal que está siendo aplicado por la estructura con el paso de las cargas, garantizando de esta forma que el geotextil resistirá los esfuerzos y no se deteriora por este efecto.

Para obtener una estabilidad global del sistema el FSg que se debe conservar debe ser mínimo de 1.3. El principio mencionado anteriormente es el fundamento de la presente guía de diseño.

2.6 Metodología de Diseño

2.6.1 Introducción

La metodología de diseño que se presenta a continuación tiene como base la comparación entre la estructura de diseño inicialmente definida y la estructura de diseño reforzada con geotextil. Esta metodología se enfoca hacia la optimización de los espesores de las capas estructurales de la estructura de pavimento, es decir en las capas granulares principalmente, sin modificar los espesores o las características de las capas de concreto (asfáltico o hidráulico).

La metodología permite calcular la reducción del espesor de la capa granular de una estructura de pavimento con base en el análisis de los esfuerzos que se presentan a nivel de subrasante. Este valor permite analizar diferentes alternativas de diseño, evaluando las características de los materiales que conforman la capa granular, del suelo de subrasante, del tráfico de diseño y de la vida útil del pavimento.

Para el cálculo de los esfuerzos normales generados por la estructura de pavimento se emplea el método racional de diseño de pavimentos, en este caso el CEDEM, sin embargo, una vez se tienen los resultados al usar un geotextil de refuerzo se puede usar cualquier método de diseño de pavimentos para comparar los resultados y estudiar las diferentes alternativas al usar geotextil.

Es importante resaltar que el geotextil de refuerzo permite incrementar las condiciones de soporte de la estructura de pavimento como un todo. Sin embargo en la metodología de diseño se debe evaluar el aporte del geotextil en la capacidad portante del suelo de subrasante para comparar los resultados del diseño de la vía sin geotextil y del diseño con geotextil.

2.6.2 Procedimiento

Paso 1: Diseño Inicial de la estructura de pavimento

Para hacer la comparación de los diseños sin y con geotextil de refuerzo, se debe conocer el diseño inicial de la estructura de pavimento sin geotextil. La estructura puede ser diseñada por la metodología que estime conveniente. Sin embargo, para obtener la reducción por utilización del geotextil se requiere conocer los parámetros necesarios para realizar la modelación en un programa de diseño racional, (por ejm. CEDEM), para obtener los σ_n transmitidos a la subrasante. Dichos parámetros son:

- a.- Tráfico de diseño, eje de carga de referencia y periodo de diseño.
- b.- Espesor de las capas, características de los materiales (módulo elástico) y relación de Poisson de cada uno de los materiales que conforman las capas de la estructura.
- c.- CBR o Cu, relación de Poisson y módulo resiliente del suelo de subrasante.

En este caso, se supone que para el diseño de la estructura de pavimento sin geotextil se han definido las condiciones de drenaje de la vía, se ha calculado el tráfico de diseño de acuerdo a las condiciones reales del proyecto, se han definido las propiedades de los materiales que conforman la estructura de acuerdo con las especificaciones de construcción vigentes y se han realizado todos los ensayos necesarios para caracterizar el suelo de subrasante.

Con los datos anteriormente mencionados se hace la modelación de la estructura sin geotextil en el programa de diseño racional y se calculan los esfuerzos y las deformaciones de las diferentes capas:

1. Capas bituminosas: Para las capas de materiales bituminosos tales como concretos asfálticos, grava asfáltica, etc., se verifica la deformación a tracción en la fibra inferior de la capa.
2. Capas hidráulicas y capas tratadas con materiales hidráulicos: Para las capas de concreto hidráulico y los materiales tratados con cemento, cal, ceniza, escoria, etc., se verifica el esfuerzo a tracción en la fibra inferior de la capa.
3. Suelos finos y suelos granulares: Para las capas de subrasante y las capas granulares se analiza la deformación vertical sobre la capa de subrasante. También se puede verificar la deformación por tracción sobre la capa de subrasante.

El diseño ha sido elaborado previamente por cualquier metodología, por lo tanto, si se desea realizar la verificación de los datos por la metodología racional, los valores de esfuerzo y deformación calculados (que arroja el programa) se comparan con los valores admisibles correspondientes, que en todos los casos del diseño inicial deben cumplir con los admisibles.

Definición de variables:

E_i = Módulo de la capa i (Kg./cm^2)

h_i = Espesor de la capa i (m)

ν_i = Relación de Poisson de la capa i

ϵ_x = Deformación a tracción (m/m)

ϵ_z = Deformación vertical (m/m)

σ_x = Esfuerzo a tracción (Kg./cm^2)

Paso 2: Planteamiento reducción granulares y análisis de la alternativa

Con base la estructura inicial se plantea una primera alternativa de estructura con reducción de espesor en los materiales granulares conservando las características tanto de los materiales que conforman la estructura como del suelo de subrasante.

Posteriormente, se procede a modelar la primera alternativa planteada de estructura reducida en el programa de diseño racional (CEDEM) y se tiene en cuenta el valor del esfuerzo normal aplicado a nivel de subrasante que se obtiene, manteniendo los cálculos para el mismo número de ejes equivalentes de diseño.

Paso 3: Esfuerzo normal aplicado

El esfuerzo normal calculado por el programa (σ , Kg./cm^2), se reparte en un área plana, para ser comparado con la resistencia que ofrece el geotextil, punto crítico de falla de geotextil.

Paso 4: Selección del geotextil

Se define el geotextil que se va a utilizar para el refuerzo de la estructura de pavimento y se calcula el valor de la resistencia admisible. Para la selección del geotextil es importante tener en cuenta las propiedades del suelo de subrasante y del material que se va a colocar sobre el geotextil, además de las

condiciones de construcción y de instalación. Una guía para seleccionar el geotextil más apropiado consiste en verificar los requerimientos exigidos para la función de estabilización, en la especificación de construcción AASHTO M288 vigente.

$$T_{adm} = T_{uit} / (FR_{10} \times FR_{oas})$$

Donde:

- T_{adm} = Resistencia admisible para emplear en el diseño.
 T_{uit} = Resistencia última obtenida en el laboratorio.
 FR_{o} = Factor de reducción por daños de instalación.
 FR_{oas} = Factor de reducción por degradación química y biológica

Los rangos para los factores de reducción se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 11- 1: Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de separación y refuerzo (Manual de Diseño de Pavco- Amaneo)

Área	Daños por instalación FR10	Fluencia FRFL	Degradación Química/ Biológica FRoas
Separación	1.1 a 2.5	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Caminos no pavimentados	1.1 a 2.0	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Muros de contención	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Terraplenes sobre suelos blandos	1.1 a 2.0	2.0 a 3.5	1.0 a 1.5
Fundaciones	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Estabilización de taludes	1.1 a 1.5	2.0 a 3.0	1.0 a 1.5
Ferrocarriles	1.5 a 3.0	1.0 a 1.5	1.5 a 2.0

Paso 5. Calculo del Factor de Seguridad Global

Se determina el factor de seguridad, el cual debe ser mayor a 1.3, garantizando que el geotextil será capaz de absorber los esfuerzos de tensión presentados sin llegar a la rotura evitando que estos sean transmitidos a la subrasante.

$$FSg = \frac{\text{Resistencia Admisible}}{\text{Resistencia Requerida}}$$
$$FSg > 1.3$$

Paso 6: Optimización del Diseño con Geotextil

Si el factor de seguridad encontrado es alto, se realizan iteraciones del procedimiento descrito a partir del paso 2 de esta metodología, hasta encontrar que el valor hallado se acerca a 1.3 para lograr la optimización del uso del geotextil en estructuras de pavimento.

Paso 7: Cálculo de la Disminución de Espesor con Geotextil de Refuerzo

Realizamos la cuantificación en la reducción del espesor de material granular (Ecuación 1)

CAPITULO 111: ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.1 Trabajos Preliminares

3.1.1 Movilización y Desmovilización de Equipo

A) Descripción

Esta partida consiste en el traslado del personal, equipo, materiales, campamentos y otros que sean necesarios, al lugar en que se desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

B) Consideraciones Generales

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra, deberá someterlo a inspección de la Entidad Contratante dentro de los 30 días de otorgada la Buena Pro. Este equipo será revisado por el Supervisor en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo, en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del contratista.

C) Medición y Pago

La movilización y desmovilización de equipo se medirá en forma global y el pago será de la siguiente forma:

- , 50% del monto global cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total, sin incluir el monto de la movilización.
- , El 50% restante será pagada cuando se haya concluido con el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

3.1.2 Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial durante la Ejecución de la Obra

A) Descripción

Las actividades que se especifican en ésta sección abarcan lo concerniente con el mantenimiento del tránsito en las áreas que se hallan en construcción durante el período de ejecución de las obras. Los trabajos incluyen:

- El mantenimiento de desvíos que sean necesarios para facilitar las tareas de construcción.
- La provisión de facilidades necesarias para el acceso de viviendas, servicios, etc. ubicados a lo largo del Proyecto en construcción.
- La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad acorde a las distintas fases de la construcción.
- El control de la emisión de polvo en todos los sectores sin pavimentar de la vía principal y de los desvíos habilitados que se hallan abiertos al tránsito dentro del área del Proyecto.
- El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres a las zonas de alimentación, cuando estuvieran afectadas por la obras.
- El transporte de personal a las zonas de ejecución de obras.

B) Consideraciones Generales

a) Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial (PMTS)

Antes del inicio de las obras el Contratista presentará al Supervisor un "Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial" (PMTS) para todo el período de ejecución de la obra y aplicable a cada una de las fases de la construcción, el que será revisado y aprobado por escrito por el Supervisor. Sin este requisito y sin la disponibilidad de todas las señales y dispositivos en obra, que se indican más adelante, no se podrán iniciar los trabajos de construcción.

Para la preparación y aprobación del PMTS, se debe tener en cuenta las regulaciones dadas en el capítulo IV del "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente del MTC. Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo con lo normado en el manual indicado, los planos y documentos del proyecto y lo especificado en ésta sección.

El PMTS podrá ser ajustado, mejorado o reprogramado de acuerdo a las evaluaciones periódicas de su funcionamiento.

El PMTS deberá abarcar los siguientes aspectos:

Control Temporal de Tránsito y Seguridad Vial

El tránsito vehicular durante la ejecución de las obras no deberá sufrir detenciones de duración excesiva. Para esto se deberá diseñar sistemas de control por medios visuales y sonoros, con personal capacitado de manera que se garantice la seguridad y confort del público y usuarios de la vía, así como la protección de las propiedades adyacentes. El control de tránsito se deberá mantener hasta que las obras sean recibidas por la Entidad Contratante.

Mantenimiento Vial

La vía principal en construcción, los desvíos, rutas alternas y toda aquella que se utilice para el tránsito vehicular y peatonal será mantenida en condiciones aceptables de transitabilidad y seguridad, durante el período de ejecución de la obra incluyendo los días feriados, días en que no se ejecuten trabajos y aún en probables períodos de paralización. La vía no pavimentada deberá ser mantenida sin baches ni depresiones y con niveles de rugosidad que permita velocidad uniforme de operación de los vehículos en todo el tramo contratado.

Transporte de Personal

El transporte de personal a las zonas en que se ejecutan las obras, será efectuado en vehículos de pasajeros en estado general bueno. No se permitirá de ninguna manera que el personal sea trasladado en las tolvas de volquetes o plataformas de camiones de transporte de materiales y enseres.

Los horarios de transporte serán fijados por el Contratista, así como la cantidad de vehículos a utilizar en función al avance de las obras, por lo que se incluirá en el PMTS un cronograma de utilización de vehículos que será aprobado por el Supervisor así como su control y verificación.

b) Desvíos a caminos y calles existentes

Cuando se indiquen los planos y documentos del proyecto se utilizarán para el tránsito vehicular vías alternas existentes o construidas por el Contratista. Con la aprobación del Supervisor y de las autoridades locales, el Contratista

también podrá utilizar caminos existentes o calles urbanas fuera del eje de la vía para facilitar sus actividades constructivas. Para esto se deberán instalar señales y otros dispositivos que indiquen y conduzcan claramente al usuario a través de ellos.

e) Período de Responsabilidad

La responsabilidad del contratista para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial se inicia el día de la entrega del terreno al Contratista. El período de responsabilidad abarcará hasta el día de la entrega final de la obra a la Entidad Contratante y en este período se incluyen todas las suspensiones temporales que pueden haberse producido en la obra, independientemente de la causal que la origine.

C) Materiales

Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estará de acuerdo con lo normado en el Manual de Dispositivos para "Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y todos ellos tendrán la posibilidad de ser trasladados rápidamente de un lugar a otro, para lo que deben contar con sistemas de soporte adecuados.

El Contratista después de aprobado el "PMTS" deberá de instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuya cantidad no podrá ser menor en el momento de iniciar los trabajos a lo que se indica:

;- Señales Restrictivas	6 unid.
;- Señales Preventivas	6 unid.
;- Barreras o Tranqueras	10 unid.
;- Conos de 70 cm. de alto	20 unid.
;- Lámparas Destellantes accionadas a batería o electricidad con sensores que los desconectan durante el día.	10 unid.
;- Banderines	6 unid.
;- Señales Informativas	6 unid.
;- Chalecos de Seguridad, Silbatos	10 unid.

Las señales, dispositivos y chalecos deberán tener material con características retroreflectivas que aseguren su visibilidad en las noches, oscuridad y/o en condiciones de neblina.

D) Control de Tránsito y Seguridad Vial

El Contratista deberá proveer cuadrillas de control de tránsito en número suficiente, el que estará bajo el mando de un controlador capacitado en este tipo de trabajo. El Controlador tendrá las siguientes funciones y responsabilidades:

- , Implementación del "PMTS".
- , Coordinación de las operaciones de control de tránsito.
- , Determinación de la ubicación, posición y resguardo de los dispositivos de control y señales en cada caso específico.
- , Corrección inmediata de las deficiencias en el mantenimiento de tránsito y seguridad vial.
- , Coordinación de las actividades de control con el Supervisor.
- , Organización del almacenamiento y control de las señales y dispositivos, así como de las unidades rechazadas u objetadas.
- , Cumplimiento de la correcta utilización y horarios de los vehículos de transporte de personal.

E) Requerimientos complementarios

Los sectores en que existan excavaciones puntuales de la zona de tránsito, excavación de zanjas laterales o transversales que signifiquen algún peligro para la seguridad del usuario, deben ser claramente delimitadas y señalizadas con dispositivos de control de tránsito y señales que serán mantenidos durante el día y la noche hasta la conclusión de las obras en dichos sectores.

La instalación de los dispositivos y señales para el control de tránsito seguirá las siguientes disposiciones:

- , Las señales y dispositivos de control deberán ser aprobados por el Supervisor y estar disponibles antes del inicio de los trabajos de construcción, entre los que se incluyen los trabajos de replanteo y topografía.
- , Se instalarán solo los dispositivos y señales de control que se requieran en cada etapa de la obra y en cada frente de trabajo.
- , Los dispositivos y señales deben ser reubicados cuando sea necesario.
- , Las unidades perdidas, sustraídas, destruidas en mal estado o calificado en estado inaceptable por la Supervisión deberán ser inmediatamente sustituidas.
- , Las señales y dispositivos deben ser limpiadas y reparadas periódicamente.

- Las señales y dispositivos serán retirados totalmente cuando las obras hayan concluido.
- El personal que controla el tránsito debe usar equipo de comunicación portátil y silbatos en sectores en que se alterne el tráfico como efecto de las operaciones constructivas.

F) Medición y Pago

El Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial se medirá en forma global. Si el servicio completo de esta partida incluyendo la provisión de señales, mantenimiento de tránsito, mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas, control de emisión de polvo y otros solicitados por el Supervisor se considerará una unidad completa en el período de medición. En caso de no haberse completado alguna de las exigencias de esta especificación según se indica en la sección A), se aplicarán los factores de descuento de acuerdo al siguiente criterio:

- Provisión de señales y mantenimiento adecuado de tránsito según el "PMTS" ... Hasta 0.4
- Mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas Hasta 0.3
- Control adecuado de emisión de polvo Hasta 0.3
- Circulación de animales silvestres y domésticos ... Hasta 0.5
- Transporte de Personal. Hasta 0.5

Los descuentos son acumulables hasta un máximo de 1.0 en cada período de medición.

El pago se efectuará en forma proporcional a las valorizaciones mensuales, de la siguiente forma:

$$(Vm/ Me) \times Mp \times (1 - Fd)$$

Donde:

Vm = Monto Total de la Valorización Mensual

Me = Monto Total del Contrato

Mp = Monto de la Partida Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial Durante la Ejecución de la Obra.

Fd = Factor de Descuento

Los descuentos aplicados no podrán ser recuperados en ningún otro mes. Tampoco podrán adelantarse trabajos por este concepto.

3.1.3 Topografía y Georeferenciación

A) Descripción

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

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

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

B) Consideraciones Generales

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

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

Tabla 111- 1: Tolerancia para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Caminos

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1: 100 000	:±:5mm.
Puntos de Control	1: 10000	± 5 mm.
Puntos del eje (PC), (PT), puntos en curva y referencias	15 000	:±:10mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	:±:10mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	-
Estacas de subrasante	± 50 mm.	:±:10mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad de la Entidad Contratante una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y sistematizada de preferencia en medios electrónicos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita de la Supervisión.

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

Cada 500 m. de estacado se deberá proveer una tablilla de dimensiones y color contrastante aprobados por el Supervisor en el que se anotará en forma legible para el usuario de la vía la progresiva de su ubicación.

C) Requerimientos para los Trabajos

Los trabajos de Topografía y Georeferenciación comprenden los siguientes aspectos:

a) Georeferenciación

La georeferenciación se hará estableciendo puntos de control mediante coordenadas UTM con una equidistancia aproximada de 10 km. ubicados a lo largo del camino. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas.

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

b) Puntos de Control

Los puntos de control horizontal y vertical que pueden ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas.

Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean disturbados.

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

c) Sección Transversal

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

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc :

que por estar cercanas al trazo de la vía; podrían ser afectadas por las obras del camino, así como por el desagüe de las alcantarillas.

d) Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no debe exceder de 20 m. en tangente y de 10m. en curvas.

El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

e) Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

f) Trabajos topográficos intermedios

Todos los trabajos de replanteo, reposición de puntos de control y estacas referenciales, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de las obras, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

D) Medición y Pago

La topografía y georeferenciación se medirá en forma global y el pago se hará de la siguiente forma:

- 20% del monto global de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de georeferenciación con el establecimiento y definición de sus coordenadas.
- El 80% restante se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución del proyecto.

3.1.4 Campamentos y Obras Provisionales

A) Descripción

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

El proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Construcciones en cuanto a instalaciones sanitarias y eléctricas.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el Contratista y aprobado por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo ambiental, salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

B) Materiales

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán de preferencia desarmables y transportables, salvo que el proyecto indique lo contrario.

C) Requerimientos de Construcción

a) Generalidades

En este rubro se incluye la ejecución de todas las edificaciones, tales como campamentos, que cumplan con la finalidad de albergar al personal que labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales y que se emplean en la construcción de caminos; casetas de inspección, depósito de materiales y herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos, carteles, etc.

El Contratista deberá solicitar ante las autoridades competentes, dueños o representante legal del área a ocupar, los permisos de localización de las construcciones provisionales (campamentos).

Las construcciones provisionales, no deberán ubicarse dentro de las zonas denominadas "Áreas Naturales Protegidas". Además, en ningún caso se ubicarán aguas arriba de centros poblados, por los riesgos sanitarios inherentes que esto implica.

En la construcción de campamentos se evitará al máximo los cortes de terreno, relleno y remoción de vegetación. En lo posible, los campamentos deberán ser prefabricados y estar debidamente cercados.

No deberá talarse ningún árbol o cualquier especie florística que tengan un especial valor genético, paisajístico. Así tampoco, deberá afectarse cualquier lugar de interés cultural o histórico.

b) Caminos de Acceso

Los caminos de acceso estarán dotados de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con muy poco movimiento de tierras efectuando un tratamiento que mejore la circulación y evite la producción de polvo.

c) Instalaciones

En el campamento, se incluirá la construcción de canales perimetrales en el área utilizada, si fuere necesario, para conducir las aguas de lluvias y de escorrentía al drenaje natural más próximo. Adicionalmente, se construirán sistemas de sedimentación al final del canal perimetral, con el fin de reducir la carga de sedimentos que puedan llegar al drenaje.

En el caso de no contar con una conexión a servicios públicos cercanos, no se permitirá, bajo ningún concepto, el vertimiento de aguas negras y/o arrojado de residuos sólidos a cualquier curso de agua.

Se deberá fijar la ubicación de las instalaciones de las construcciones provisionales conjuntamente con el Supervisor, teniendo en cuenta las recomendaciones necesarias, de acuerdo a la morfología y a los aspectos atmosféricos de la zona.

Instalar los servicios de agua, desagüe y electricidad necesarios para el normal funcionamiento de las construcciones provisionales.

Se debe instalar un sistema de tratamiento a fin de que se garantice la potabilidad de la fuente de agua. además, se realizarán periódicamente un análisis físico-químico y bacteriológico del agua que se emplea para el consumo humano.

Incluir sistemas adecuados para la disposición de residuos líquidos y sólidos. Para ello se debe dotar al campamento de pozos sépticos, pozas para

tratamiento de aguas servidas y de un sistema de limpieza, que incluya el recojo sistemático de basura y desechos y su traslado a un relleno sanitario construido para tal fin.

El campamento deberá disponer de instalaciones higiénicas destinadas al aseo del personal y cambio de ropa de trabajo; aquellas deberán contar con duchas, lavatorios, sanitarios, y el suministro de agua potable (debiendo tener ambientes separados para hombres y mujeres), los cuales deberán instalarse en la proporción que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 11- 2: Aparatos Sanitarios a instalarse en los S.H. del Campamento de acuerdo al número de Trabajadores

Nº Trabajadores	Inodoros	Lavatorios	Duchas	Urinario
1 - 15	2	2	2	2
16 - 24	4	4	3	4
25-49	6	5	4	6
Por cada 20 adicionales	2	1	2	2

Si las construcciones provisionales están ubicadas en una zona propensa a la ocurrencia de tormentas eléctricas se debe instalar un pararrayos a fin de salvaguardar la integridad física del personal de obra.

d) Desmantelamiento

Antes de desmantelar las construcciones provisionales, al concluir la obra, y de ser posible se debe considerar la posibilidad de donación del mismo a las comunidades que hubiere en la zona.

En el proceso de desmantelamiento, el contratista deberá hacer una demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes, señalados por el Supervisor. El área utilizada debe quedar totalmente limpia de basuras, papeles, trozos de madera, etc. sellando los pozos sépticos, pozos de tratamiento de aguas negras y el desagüe.

Los materiales resultantes de la eliminación de pisos y suelos contaminados deberán trasladarse a lugares de disposición de desechos.

O) Medición y Pago

El Campamento e instalaciones provisionales no se medirán en forma directa. Es parte de los costos indirectos.

El pago para la instalación del Campamento y Obras Provisionales, bajo las condiciones estipuladas en esta Sección, no será materia de pago directo. El Contratista deberá considerar todos los costos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados dentro de los costos indirectos del presupuesto.

3.2 Movimiento de Tierras

3.2.1 Desbroce y Limpieza

A) Descripción

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertos de maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desbroce y limpieza, previa autorización del Supervisor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Desbroce y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

b) Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

B) Requerimientos de Construcción

a) Ejecución de los trabajos

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o indicados por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente

b) Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas que se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor a sesenta centímetros (60 cm.) del nivel de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm.) por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, podrán cortarse a ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener una densidad similar al del terreno adyacente.

c) Remoción de la capa vegetal

La remoción de la capa vegetal se efectuará con anterioridad al inicio de los trabajos a un tiempo prudencial para que la vegetación no vuelva a crecer en los lugares donde pasará la vía y en las zonas reservadas para este fin.

El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el desbroce y limpieza no deberá ser incluido dentro del trabajo objeto de la presente sección.

Dicho trabajo se encontrará cubierto en la partida de excavación para explanaciones.

d) Remoción y disposición de materiales

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán apilarse debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Supervisor.

El resto de los materiales provenientes del desbroce y la limpieza deberá ser retirado del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los lugares establecidos en los planos del proyecto o señalados por el Supervisor.

Los materiales excedentes por ningún motivo deben ser dispuestos sobre cursos de agua, debido a la contaminación de las aguas, seres vivos e inclusive puede modificar el microclima.

e) Orden de las operaciones

Los trabajos de desbroce y limpieza deben ejecutarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto dichas operaciones lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, deberán levantarse secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar el volumen de la capa vegetal y del movimiento de tierra.

C) Medición y Pago

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicados por el Supervisor.

El pago del desbroce y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo el trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Supervisor.

3.2.2 Excavación para Explanaciones

A) Generalidades

Consiste en el conjunto de actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta colocarlos en los sitios de desecho, los materiales provenientes

de los cortes requeridos para la explanación indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones aprobadas por el Supervisor.

Comprende además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se han de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

B) Excavación para la Explanación

Comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse el camino, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación del nivel subrasante en zonas de corte.

Incluye además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

C) Excavación complementaria

Comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser cunetas, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de causas naturales.

O) Clasificación

a) Excavación no Clasificada

Se refiere a la clasificación de materiales de excavación de tipo ponderado según una evaluación de metrados en todo el presupuesto de la obra, con el resultado de un precio ponderado, justificado en el Expediente Técnico.

La excavación no clasificada, se refiere a un criterio de ponderación de volúmenes de excavaciones que da por resultados un precio ponderado de excavación de "material no clasificado" entre.

- Roca fija
- ;- Roca suelta
- Material común

b) Excavación Clasificada

1) Excavación en Roca Fija

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

2) Excavación en Roca Suelta

Comprende la excavación de masas de rocas cuyos grados de fracturamiento, cementación y consolidación, permiten el uso de maquinaria y/o requieren explosivos en menor proporción que para el caso de roca fija.

3) Excavación en Material Común

Comprende la excavación de materiales no considerados en los numerales 1) y 2) de esta subsección, cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/ mano de obra.

E) Requerimientos de construcción

a) Excavación

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

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

Al alcanzar el nivel de subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de 15 cm., conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas más adelante.

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante. En este caso se aplicará lo especificado en la sub-partida 3 3 1

b) Utilización de materiales excavados y distribución de sobrantes

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos o a juicio del Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El contratista no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos del contrato, sin autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Supervisor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados, áreas de canteras explotadas y niveladas y donde lo disponga el proyecto o el Supervisor.

Los residuos y excedentes de las excavaciones que no hayan sido utilizados según estas disposiciones, se colocarán en los depósitos de desechos del Proyecto o lugares autorizados por el Supervisor.

c) Compactación de la subrasante en zonas de excavación

La compactación de la subrasante, se verificará con los siguientes criterios:

- La densidad de la subrasante compactada se definirá en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una cada 250 m². de plataforma terminada y compactada.
- Las densidades individuales del lote (D_i) deben ser, como mínimo el 95 % de la máxima densidad en el ensayo proctor modificado de referencia (D_e).

F) Medición y Pago

La unidad de medida será el m³., aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original, de acuerdo con las secciones transversales del proyecto original o modificado, verificadas por el Supervisor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las aprobaciones del Supervisor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El transporte de los materiales provenientes de excedentes de la excavación se medirá y pagará por m³. - Km.

3.3 Estructura de la Vía Afirmada

3.3.1 Conformación y Verificación de Niveles de la Subrasante

A) Descripción

Se denomina subrasante al nivel terminado de la estructura del pavimento ubicado debajo de la capa base o de la sub-base si lo hubiere. Este nivel es paralelo al nivel de la rasante y se logrará, conformando el terreno natural mediante los cortes o rellenos que están considerados en las secciones transversales de los planos respectivos.

Se denominará capa de subrasante a la de 30cm. de espesor que queda debajo del nivel de subrasante y que está constituida por el suelo natural resultante del corte, o por suelos transportados en caso de rellenos. Tendrá el ancho completo de la vía y estará libre de raíces, hierbas, desmonte o material suelto, sensiblemente de inferior calidad del suelo natural. Esta capa debidamente preparada formará parte de la estructura del pavimento.

B) Requerimientos de Construcción

Una vez concluidas las obras de movimiento de tierras; y en zonas urbanas se haya comprobado que no existan dificultades con las redes y conexiones domiciliarias de energía, agua y desagüe se procederá a la escarificación mediante motoniveladora en profundidades de 15 cm., debiéndose eliminar las partículas de tamaño mayor que 7.5 cm.

Luego de la escarificación se procederá al riego y batido en capas de 15 cm. de espesor, con el empleo repetido y alternativo de camiones cisterna provistos de dispositivos que garanticen un riego uniforme y motoniveladora. La operación será continua hasta lograr un material homogéneo de humedad uniforme lo más cercana a la óptima, definida por el ensayo de compactación proctor modificado que se obtenga en laboratorio para una muestra representativa del suelo de la capa de subrasante.

Luego se procederá a la explanación de este material homogéneo hasta conformar una superficie que, de acuerdo a los perfiles y geometría del proyecto y una vez compactada, alcance el nivel de la subrasante. La compactación se

efectuará con rodillos cuyas características de peso y eficiencia serán comprobados por la Supervisión.

La compactación se empezará de los bordes hacia el centro y se efectuará hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado (AASHTO T-180) en suelos cohesivos; y en suelos granulares hasta alcanzar el 100% de la máxima densidad seca del mismo ensayo. En suelos cohesivos no expansivos se debe compactar con una humedad menor al 1 ó 2% que la óptima que se determine en el laboratorio.

Para el caso de áreas de difícil acceso, se compactará con plancha vibratoria y hasta alcanzar los niveles de densificación arriba indicados.

1. Controles de Compactación

Para las determinaciones de la densidad de cada capa compactada mejorada se realizará como mínimo 1 prueba de densidad cada 250 m². , y en caso de sub tramos con áreas menores a 1,500 m². se deberá realizar un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

D) Medición y Pago

Para el caso de que el mejoramiento involucre el suelo existente, la unidad de medida será el metro cuadrado (m².), aproximado al entero.

Para el caso del mejoramiento empleando únicamente material adicionado, la unidad de medida será el metro cúbico (m³.), aproximado al entero. En este caso, el volumen se determinará con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Supervisor antes y después de la construcción del mejoramiento.

El pago por el trabajo de mejoramiento se hará al precio unitario pactado en el contrato en cualquiera de los dos casos que se indican líneas arriba.

3.3.2 Colocación del Geotextil Tejido como elemento de Refuerzo de la Via Afirmada

A) Descripción

Este trabajo consiste en el mejoramiento del suelo de subrasante mediante la colocación del geotextil tejido y la colocación de material granular sobre el geotextil.

B) Materiales y Equipo

1. Geotextil

Los geotextiles deberán satisfacer los requisitos que se indiquen en los planos del proyecto y deben cumplir los requerimientos que para ésta aplicación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 111- 3: Geotextiles - Requerimientos de Resistencia

Propiedad	Ensayo	Unid	Requerimiento Geotextil (MARV)*					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			E < 50%	E > 50%	E < 50%	E > 50%	E < 50%	E > 50%
Resistencia Grab	ASTM D4632	N	1400	900	1100	700	800	500
Resistencia al razgado trapezoidal	ASTM D4533	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia "Burst"	ASTM D3786	Kpa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Resistencia a la costura	ASTM D4632	N	12600	810	990	630	720	450

E = Elongación

* **MARV = Promedio - 2 (Desviación estándar)**. No se permite el uso de valores típicos o promedios.

En general los geotextiles usados como refuerzo, deberán cumplir también con los requerimientos de la siguiente tabla:

Tabla 111- 4: Geotextiles para Estabilización - Requerimientos

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento (MARV **)
Clase de Geotextil	-	-	Clase 1 de la tabla 650B-1
Permitividad	ASTM D4491	seg - 1	0.05
Abertura aparente (AOS)*	ASTM D4751	Mm	0.43
Resistencia retenida UV	ASTM D4355	%	50 % después de 500 horas de exposición

* AOS corresponde al máximo valor promedio del rollo = Promedio + 2 (desviación estándar)

** **MARV = Promedio - 2 (Desviación estándar)**. No se permite el uso de valores típicos o promedios.

2 Equipo

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material granular.

C) Ejecución de los trabajos

1. Generalidades

El Supervisor exigirá al Contratista que los trabajos se efectúen con un adecuado orden entre las actividades de preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación y compactación del material granular (afirmado, macadam granular, empedrados u otras capas granulares), de manera que el geotextil quede expuesto el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios serán mínimas.

Será responsabilidad del Contratista la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Supervisor.

2 Preparación del Terreno

La colocación del geotextil sólo será autorizada cuando el terreno se haya preparado adecuadamente, removiendo de la subrasante los bloques de roca, troncos, arbustos y otros materiales que puedan perforar o cortar el geotextil, excavando o rellenando hasta la cota de diseño, de acuerdo con los datos indicados en los planos del proyecto.

3 Colocación del Geotextil

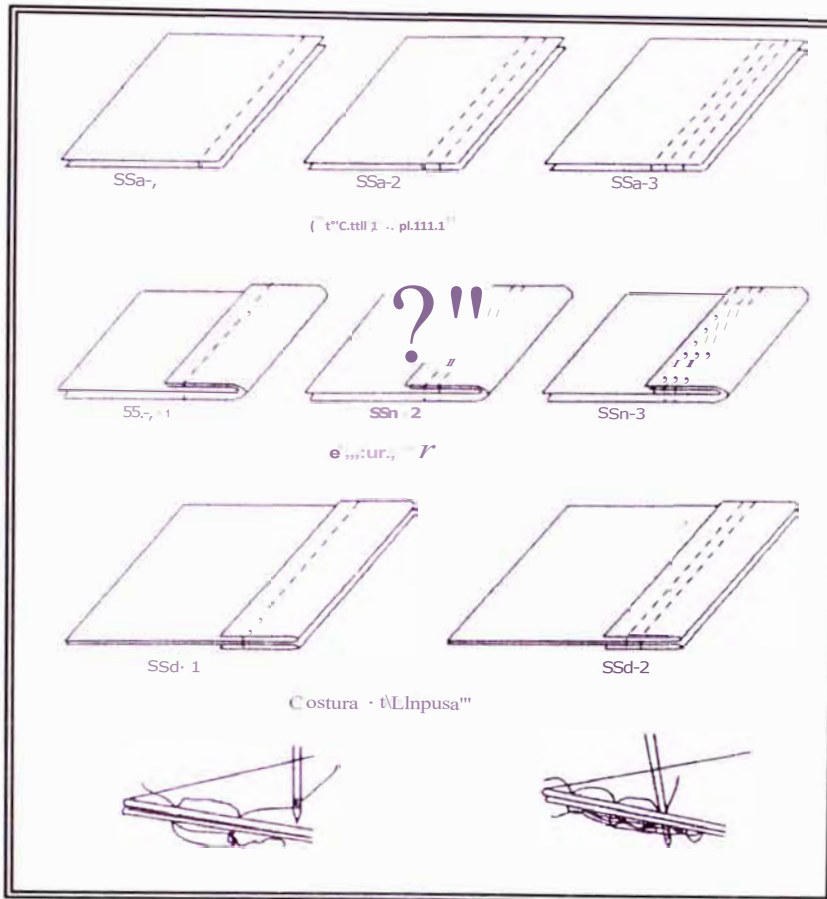
El geotextil tejido se deberá extender sin arrugas o dobleces en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la subrasante conformada o preparada. Si es necesario colocar rollos adyacentes de geotextil, éstos se deberán traslapar o unir mediante la realización de costura según lo indicado por el Supervisor. El traslape deberá ser de cuarenta centímetros como mínimo (0.40 m.), y en el caso de costura se usará un pliegue de cinco centímetros (0.05 m.).

Para hacer las costuras, se deberán utilizar máquinas especialmente diseñadas para ésta función. Las costuras se podrán hacer con hilo de poliéster

o polipropileno, **pero en ningún caso se podrá emplear hilo de fibra natural que tenga una tenacidad mayor que la de la cinta o la fibra del geotextil.** El patrón de costura se determinará con ensayos en campo y debe cumplir el 90% de la resistencia evaluada por el método de la tira ancha. El ensayo para costuras se rige según las normas ASTM D4632.

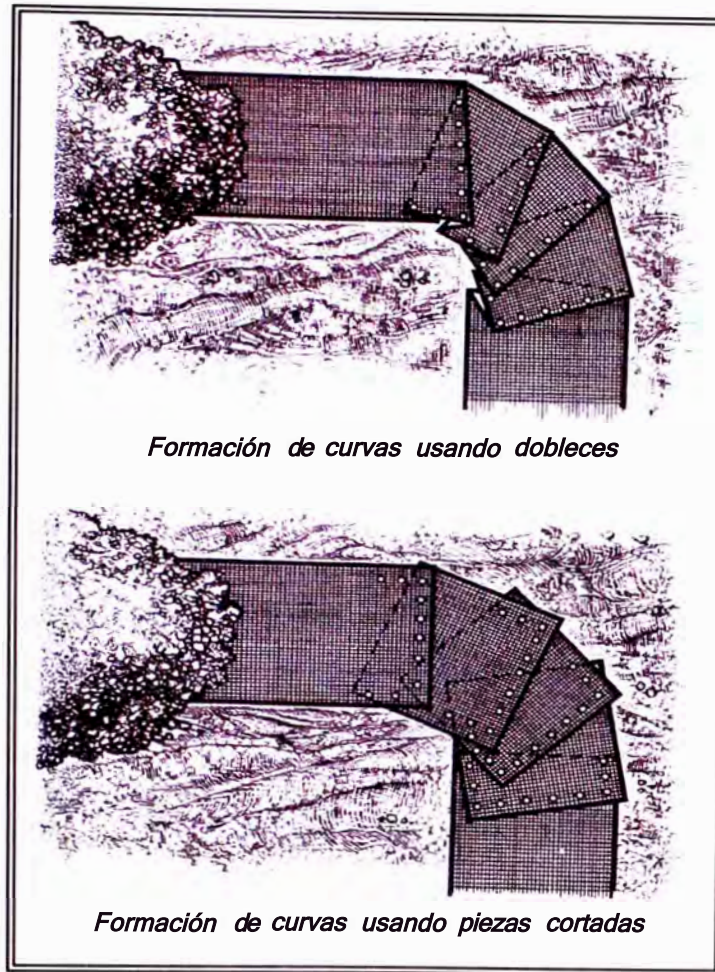
Además de lo indicado líneas arriba, para obtener una buena calidad en las costuras, se deben tener en cuenta los siguientes condicionamientos:

- Densidad de la puntada: Se acostumbra a usar dos, tres o cuatro puntadas por pulgada.
- Tensión del hilo: debe ajustarse en campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser.
- Tipo de costura: Dependiendo del esfuerzo solicitado y el tipo de geotextil, se pueden realizar diferentes configuraciones para asegurar la correcta transferencia de la tensión.
- Cantidad de líneas de costura: Se acostumbra a usar una, dos ó tres; generalmente dos es lo recomendable.
- Tipo de puntada: Puede ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).



Tipos de costuras usadas para unir geotextiles

Fig. 111- 1



Colocación del geotextil en curvas

Fig. 111- 2

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos semanas para este caso particular de geotextiles tejidos.

4. Colocación del Material Granular

El material granular a colocar se descargará en un lugar previamente escogido y autorizado por el Supervisor. Posteriormente el material se esparcirá sobre el geotextil, empleando un método que no dé lugar a daños.

No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geotextil hasta que se extienda la primera capa de material de relleno compactada.

No se podrá compactar una capa de material granular, sobre el geotextil, menor de 150 mm.

No se permitirá el giro de maquinaria sobre la primera capa de material granular.

Para agregados de tamaño máximo entre 30 y 50 mm, el espesor de la primera capa compactada de material de relleno debe ser mínimo 30 cm. Para agregados de tamaño máximo nominal menor a 30 mm, el espesor de la primera capa compactada debe ser como mínimo 15 cm.

El material de relleno se compactará con el equipo adecuado, para lograr el grado de compactación exigido del material o el solicitado por la Supervisión, antes de dar paso al tráfico temporal sobre la vía o comenzar las labores de colocación de las siguientes capas. El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos.

D) Controles durante la Ejecución de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, se harán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el contratista.
- Verificar que la subrasante tenga los niveles indicados en los planos y esté libre de materiales punzocortantes que puedan perforar o cortar el geotextil, antes de autorizar su colocación.
- Verificar que el material de relleno cumpla con las especificaciones del diseño durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método constructivo indicado, en cuanto a la preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación de la capa granular.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos de control de calidad del geotextil y del material granular.
- Verificar que cada rollo de geotextil cuente con la marquilla informativa suministrada por el fabricante y el número de lote.
- Verificar que cada lote tenga el certificado de calidad expedido por el laboratorio del fabricante.
- Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, se deberá seguir la norma ASTM 04354 que establece escoger al azar un número de rollos equivalentes a la raíz cúbica del total de rollos recibidos. En lotes de una O dos unidades (rollos) o menos, se tomará una unidad (rollo). Si la raíz

cúbica así calculada resulta un número fraccionario, se tomará el número entero mayor a la fracción resultante. De cada rollo se deberá descartar las primeras dos vueltas del geotextil para el muestreo. Posteriormente se deberá tomar una muestra de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo y se deberá empacar y enviar a un laboratorio especializado en medir las propiedades mecánicas e hidráulicas de los geotextiles. No se permitirá que este laboratorio corresponda al fabricante y/o distribuidor de los geotextiles.

- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles se cubran con empaques que los proteja de la acción de los rayos ultravioleta, de la humedad, polvo, pinturas y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.
- Medir para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas aceptadas por el Supervisor.

E) Condiciones Específicas para el recibo y tolerancias

a. Calidad del Geotextil

Cada despacho de geotextil deberá venir acompañado de una certificación del fabricante que garantice que el producto satisface las exigencias de calidad indicadas en los documentos del proyecto y en esta especificación. El contratista efectuará las pruebas especificadas en las tablas 1 y 2 de la presente especificación y rechazará el geotextil si éste incumple una o más de las exigencias de las pruebas.

Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

b. Calidad del producto terminado

Se aceptarán los trabajos realizados donde las dimensiones y los alineamientos se ajusten a los requerimientos del proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se ajusten a lo prescrito en esta especificación.

F) Medición y Pago

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m²) aproximado al décimo del metro cuadrado de geotextil realmente suministrado y

colocado en obra, teniendo en cuenta los traslapes, debidamente aceptados por el Supervisor.

El pago del geotextil se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda la obra terminada, de acuerdo a los planos y aceptada por la Supervisión.

3.3.3 Colocación del Material Granular como Superficie de Rodadura

A) Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre el geotextil extendido directamente en la subrasante terminada, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto. El afirmado que se especifica en esta sección se utilizará en vías que no van a llevar otras capas de recubrimiento (vías afirmadas).

Se distinguen cuatro tipos de afirmado y su aplicación está en función del IMD (Índice Medio Diario), que es el volumen promedio del tránsito durante 24 horas de una muestra vehicular (conteo vehicular), válido para un período determinado:

Tabla 11- 5: Tipos de Afirmando en Función del IMD (Índice Medio Diario) de Tráfico

TIPO DE AFIRMADO	MATERIAL GRANULAR		TRAFICO	
	CALIDAD	INDICE DE PLASTICIDAD	CLASE	INDICE MEDIO DIARIO PROYECTADO
TIPO 1	NATURAL O GRAVA SELECCIONADA POR ZARANDEO	IP \diamond 9 (*) EXCEPCIONALMENTE HASTA 12	T0 y T1	IMD < 50 VEHICULOS DIA
TIPO 2	NATURAL O GRAVA SELECCIONADA POR ZARANDEO	IP \diamond 9 (*) EXCEPCIONALMENTE HASTA 12	T2	IMD = 51 - 100 VEHICULOS DIA
TIPO 3	NATURAL O GRAVA SELECCIONADA POR ZARANDEO O POR CHANCADO	IP \diamond 9 (*) EXCEPCIONALMENTE HASTA 12	T3	IMD = 101 - 200 VEHICULOS DIA
TIPO 4	NATURAL O GRAVA SELECCIONADA POR CHANCADO O TRITURACIÓN (1)	IP \diamond 9 (*) EXCEPCIONALMENTE HASTA 12	T4	IMD = 201 - 400 VEHICULOS DIA

(*) *Previa Justificación técnica y aprobación del supervisor.*

(1) *En el caso que el material natural tenga caras fracturadas o aristas se podrá seleccionar mediante zarandeo, previa aprobación del Supervisor.*

B) Materiales

Los agregados para la construcción del afirmado deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

Tabla 11- 6: Franjas Granulométricas que deben cumplir /os diferentes tipos de Afirmados

TIPO Y AFIRMADO				
PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	TRAFICO TO Y T1: TIPO 1 MD < 50 VEH.	TRAFICO T2: TIPO 2 51 - 100 VEH.	TRAFICO T3: TIPO 3 101 - 200 VEH.	TRAFICO T4: TIPO 4 > 201 VEH.
50 mm (2")	100	100		
37.5 mm (1 1/2")		95 - 100	100	
25 mm (1")	50 - 80	75 - 95	90 - 100	100
19 mm (3/4")			65 - 100	80 - 100
12.5 mm (1/2")				
9.5 mm (3/8")		40 - 75	45 - 80	65 - 100
4.75 mm (N° 4)	20 - 50	30 - 60	30 - 65	50 - 85
2.36 mm (N° 8)				
2.0 mm (N° 10)		20 - 45	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40)		15 - 30	15 - 35	20 - 45
75 um (N° 200)	4 - 12	5 - 15	5 - 20	5 - 20
Indice de Plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9	4 - 9

Para el caso del porcentaje que pasa el tamiz 75 um (N° 200), se tendrá en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura y lluvia), especialmente para prevenir el daño por la acción de las heladas, en este caso será necesario tener porcentajes más bajos al porcentaje especificado que pasa el tamiz 75 um (N° 200), por lo que en caso no lo determine el Proyecto, el Supervisor deberá fijar y aprobar los porcentajes apropiados.

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Angeles : 10% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido : 35% máx. (MTC E 110)
- CBR (1) : 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

C) Compactación

Cuando el material tenga la humedad apropiada, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. En áreas inaccesibles a los rodillos, se usarán apisonadores mecánicos hasta lograr la densidad requerida con el equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen, no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio ($1/3$) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

Para las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizará como mínimo 1 prueba de densidad cada 250 m²., y en caso de sub tramos con áreas menores a 1500 m². se deberá realizar un mínimo de seis (6) pruebas de densidad y los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales (D_i) deben ser, como mínimo el 100% de la obtenida en el ensayo proctor modificado. En caso de no cumplirse estos términos se rechazará el tramo.

O) Medición y Pago

La unidad de medida será el metro cúbico (m³.), aproximado al entero, de material suministrado, colocado y compactado, aprobado por el Supervisor.

El pago se hará por metro cúbico (m³.) al respectivo precio unitario del contrato.

CAPITULO IV : COSTOS Y PROGRAMACION

4.1 Análisis de Costos Unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto PROYECTO EXPERIMENTAL

Fecha presupuesto 03/05/2007

Partida	01 01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO 40 0000	EO 40 0000	Costo unitario directo por	m2		2.27

Cod.go	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0 1000	00200	1 89	0.21
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 2000	961	1.92
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	2 16	0 11
0 11						

Partida	01 02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA	MO 1 0000	EO 1 0000	Costo unitario directo por	glb		636.84

Codigo	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2 0000	16 0000	961	163 76
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2 0000	153 76	3 08
0348040023	CAMION VOLQUETE X 2 140-210 HP 6 m3	hm	1 0000	8 0000	6000	48000
483 08						

Partida	01 03	TRAZO, Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO 500 0000	EO 500 0000	Costo unitario directo por	m2		1.25

Codigo	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1 0000	0 0160	14 27	0 23
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	00016	1 27	0 02
0147010004	PEON	hh	3 0000	00480	961	0 46
Materiales						
0202010022	CLAVOS CIBABEZA PICONSTRUCCION D PROMEDIO	kg		0 0050	1 81	0 01
0229060006	YESO EN BOLSAS DE 20 kg	bis		0 0250	8 11	0 02
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		0 0264	1 21	0 00
0254010001	PINIURA ESMALTE SINTETICO	gal		0 0070	3 51	0 02
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	0 11	0 33
0337020045	JALONES	he	2 0000	00320	3 51	0 07
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	1 0000	00160	1 01	0 02
0337530073	CORDEL ROLLO DE 50m	pza		00010	1 01	0 01
0349880003	TEODOLITO	hm	1 0000	00160	4 28	0 68
0 77						

Partida	02 01	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO 131 0000	EO 131 0000	Costo unitario directo por	m3		8.80

Codigo	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	08000	0 04 89	14 21	0 52
0147010004	PEON	hh	16000	09 7	961	0 52
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10 0000	1 40	0 14
0319040009	CARGADOR SOBRE LLAN 1AS 125 HP 2 5 yd3	hm	1 0000	1 0000	7 34	7 34
7 34						

Partida		REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO	20 0000	EQ	20 0000	Costo unitario diario por m ²	3.92
Código	Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Proc.o \$/	Parcial \$/	
		Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	10000	04000	0.51	20.84	
		Equipos					
037010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		30000	0.61	0.08	0.08

Partida		ELIMINACION DE MATERIAL DE CORTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO	40 0000	EQ	30 0000	Costo unitario diario por m ³	26.56
Código	Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
		Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	10000	10007	0.25	25.25	
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	MO		30000	0.25	0.75	
034804002	CAMION VOLQUETE 4X2 1 d 0.210 HP 6 m3	hm	10000	0.01	6000	60.00	16.31

Partida		COLOCACION DE GEOTEXTIL TEJIDO COMO REFUERZO Y ESTABILIZACION					
Rendimiento	m2/DIA	Mn	550 0000	EQ	550 0000	Costo unitario diario por m ²	8.49
Código	Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
		Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	00011	1.12	0.12	
0147010002	OPERARIO	hh	10000	00111	1.00	0.10	
0147010004	PEON	hh	10000	0.109	0.79	0.09	0.29
		Materiales					
026003000	GEOTEXTIL TEJIDO	m3		10000	0.78	7.81	
		Equipos					
037010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10000	0.79	0.01	0.01

Partida		COLOCAC MAT GRANULAR COMO SUPERF DE RODADURA					
Rendimiento	m3/DIA	Mn	15 0000	EQ	15 0000	Costo unitario diario por m ³	69.08
Código	Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
		Mano de Obra					
0147010001	OFICIAL	hh	10000	0.131	1.31	0.13	
0147010004	PEON	hh	13000	0.131	1.31	0.80	
		Materiales					
0201010000	AFIRMAO	m3		10000	1.84	18.40	
		Equipos					
037010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10000	0.30	0.30	
034903007	RODILLO TAMDEM VIBRATORIO AL 100000 Litros de agua	hm	10000	0.530	53.00	14.88	

Partida		ENSAYOS DE MECANICA OF SUELOS					
Rendimiento	glb/DIA	Mn	24 0000	EQ	24 0000	Costo unitario diario por glb	550.00
Código	Descripcion Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
0401010030	se M O e o P A R A F I S A Y O S D I M I S I O N A L E S D E L O S	glb		10000	550.00	550.00	

4.2 Metrados y Presupuesto

4.2.1 Metrados y Presupuesto sin Geotextil

Presupuesto

Presupuesto PROYECTO EXPERIMENTAL

Fecha 03/05/2007

Cliente FIC-UNI

Lugar LIMA · LIMA · RIMAC

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
0t	TRABAJOS PRELIMINARES				1,024.19
0t 0t	LIMPIEZA DE TERRENO TANUAL	m ²	55.00	2.27	124.85
0t 02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1.00	636.84	636.84
0t 03	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	210.00	1.25	262.50
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				911.24
02 0t	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL	m ³	35.46	8.80	312.05
02 02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m ²	35.8	3.92	141.88
02 04	ELIMINACION DE MATERIAL DE CORTE	m ³	1122	26.55	457.35
03	PAVIMENTOS				2,113.85
03 01	COLOCACION DE MAT. GRANULAR COMO SUPERF. DE RODADURA	m ²	30.60	69.08	2,113.85
04	VARIOS				550.00
04 01	ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS	gb	1.00	550.00	550.00
	Costo Directo				4,599.28
	Gastos Generales (10%)				459.93
	Sub total				5,059.21
	Igv (19%)				961.25
	Total presupuesto				6,020.46

SON: SEIS MIL VEINTE Y 46/100 NUEVOS SOLES

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **PROYECTO EXPERIMENTAL**

Fecha **0310512007**

Lugar **LIMA · LIMA · RIMAC**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
MANO DE OBRA					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	3 3847	14 27	48 30
0147010001	CAPATAZ	hh	0 2943	14 27	4 20
0147010002	OPERARIO	hh	1 1102	11 89	13 20
0147010003	OFICIAL	hh	18 0196	10 64	191 94
0147010004	PEON	hh	89 6679	9 61	861 71
					1,119.35
MATERIALES					
0202010022	CLAVOS C/CABEZA PI CONSTRUCCION O PROMIDIO	kg	0 7473	2 81	2 10
0205010000	AFIRMADO	m3	39 7800	18 00	716 04
0229060006	YESO EN BOLSAS DE 20 kg	bis	5 2066	8 47	44 10
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	5 7798	3 27	18 90
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	0 3999	31 51	12 60
					793.74
EQUIPOS					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%dMO			31 10
0337020037	WINCHA DE 30 m	u	0 0000	35 00	0 00
0337020045	JALONES	he	6 6667	0 63	4 20
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	4 0777	1 03	4 20
0337530073	CORDEL ROLLO DE 50m	pz	0 1549	13 56	2 10
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	lm	1, 4970	60 00	151 52
0349030073	RODILLO TANO EM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 1'1-15HP 2 5 4 ton	lm	16 3200	64 80	1 057 54
0349040009	CARGADOR SOBRE LLAN 1AS 125 tr 2 5 yd ³	lm	2 1331	120 00	259 93
0349880003	TEODOLITO	hin	3 1439	6 78	21 00
					2 136 19
SUBCONIRATOS					
0401010030	se M DE o PARA ENSAYOS DE MECANICA DE SUHOS	gila	1 ouou	560 00	560 00
					560 00
				Total	4,599 28

4.2.2 Metrados y Presupuesto con Geotextil

Presupuesto

Presupuesto PROYECTO EXPERIMENTAL

Fecha 03/05/2007

Ciente FIC-UNI

Lugar LIMA • LIMA • RIMAC

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,024.19
01 01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m ²	55.00	2.27	124.85
01 02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1.00	636.84	636.84
01 03	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	210.00	1.25	262.50
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				911.24
02 01	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO NORMAL	m ³	35.46	8.80	312.05
02 02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m ²	30.8	3.92	141.88
02 03	ELIMINACION DE MATERIAL DE CORTE	m ³	17.22	26.55	451.35
03	PAVIMENTOS				1,923.64
03 01	COLOCACION DE GEOTEXTIL TEJIDO COMO REFUERZO Y ESTABILIZACION	m ²	35.8	8.44	307.11
03 02	COLOCACION DE MAT. GRANULAR COMO SUPERF. DE RODADURA	m ³	23.40	69.03	1,615.41
04	VARIOS				550.00
04 01	ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS	gb	1.00	550.00	550.00
	Costo Directo				4,409.07
	Gastos Generales (10%)				440.91
	Sub total				4,849.98
	Igv (19%)				921.50
	Total presupuesto				5,771.48

SON: CINCO MIL SETECIENTOS SHENTIUNO Y 48/100 NUEVOS SOLES

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **PROYECTO EXPERIMENTAL**

Fecha **03/05/2007**

Lugar **LIMA - LIMA - RIMAC**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
014700032	TOPOGRAFO	hh	3 3847	14 27	48 30
0147010001	CAPATAZ	hh	03450	14 27	4 92
0147010002	OPERARIO	hh	16275	11 89	19 35
0147010003	OFICIAL	hh	14 2027	10 64	151 12
0147010004	PEON	hh	85 2009	9 61	828 39
					1.052.08
MATERIALES					
0202010022	CLAVOS C/CABEZA P/CONSTRUCCION D PROMEDIO	kg	07473	2 81	210
0205010000	AFIRMADO	m ³	30 4200	18 00	547 56
0229060006	YESO EN BOLSAS DE 20 kg	hs	5 2066	8 47	44 10
0243040000	MADERA TORNILLO	pz	5 7798	12 27	18 90
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	03999	31 51	12 60
0260030003	GEOTEXTIL TEJIDO	m ²	37 2730	7 95	296 32
					921.58
EQUIPOS					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	QdMO			29 76
0337020037	WINCHA DE 30 m	u	00000	35 00	0 00
0337020045	JALONES	he	6 6667	0 63	4 20
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	4 0777	10 3	4 20
0337530073	CORDEL ROLLO DE 50m	pz	0 1549	13 55	210
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140 210 Hr 6 mJ	hm	12 5920	60 00	755 57
0349030073	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 15-35HP 2 5 4 101	rm	12 4800	64 80	808 70
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 175 HP 2 y 3	hm	2 1661	120 00	259 93
0349880003	TEODOLITO	hm	14439	6 28	2100
					1.885 41
SUBCONTRATOS					
0401010030	SE M DE O PARA ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS	sh	1 0000	560 01	560 01
					560 01
Total				S/	4.409 07

4.2.3 Análisis Económico del Proyecto Experimental

Tabla IV - 1: Comparación Costo por m². de Vía Afirmada con Geotextil/ y sin Geotextil

VIA AFIRMADA	COSTO POR M ²
SIN GEOTEXTIL	SI. 166.40
CON GEOTEXTIL	SI. 159.52

Por lo tanto el ahorro que se tiene en la construcción del Proyecto Experimental utilizando Geotextil Tejido como refuerzo y estabilización, frente al método tradicional es de SI 6.88 por cada m² de vía afirmada. Dicho ahorro representa el 4.14 % del monto total de la obra del Proyecto Experimental.

Aplicando este mismo proyecto en zonas de la selva, donde los suelos son mayormente arcillosos con baja capacidad de soporte (CBR menores del 3%) y además el material granular resulta más costoso, por la ausencia de canteras cercanas al lugar de la obra; el ahorro que representaría el uso del geotextil tejido como refuerzo y estabilización, frente al método tradicional sería mucho mayor.

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA (PORCENTAJES DE AVANCE)

OBRA: TRAMO DE PRUEBA

LUGAR: LABOR. NACIONAL DE HIDRAULICA - AV. TUPAC AMARU PTA4 - RIMAC

PLAZO: 30D.C.

ITEM	PARTIDA	PARCIAL S/.	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1.00	Trabajos Preliminares	1,024.19	100.00			
2.00	Movimiento de Tierras	1,138.20		50.00	40.00	10.00
3.00	Pavimentos	1,861.47				100.00
4.00	Varios	571.04	10.00	20.00	40.00	30.00
	COSTO DIRECTO	4,594.90				

INSTITUCIÓN EJECUTORA DE OBRAS

INSTITUCIÓN EJECUTORA DE OBRAS

INSTITUCIÓN EJECUTORA DE OBRAS

INSTITUCIÓN EJECUTORA DE OBRAS

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA (DIAGRAMA DE BARRAS GANTT)

OBRA: TRAMO DE PRUEBA

LUGAR: LABOR: NACIONAL DE HIDRAULICA -AV. TUPAC AMARU PTA.4 - RIMAC

PLAZO: 30 D.C.

ITEM	DESCRIPCION	PARCIAL S/.	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1.00	Trabajos Preliminares	1,024.19	*****			
2.00	Movimiento de Tierras	1,138.20		*****		
3.00	Pavimentos	1,861.47	*****	*****	*****	
4.00	Varios	571 04		*****	*****	*****

4. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.
 2. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.
 1. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.
 3. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.

4. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.
 2. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.
 1. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.
 3. C. HOA O. V. S. GR. ORO. S. A. S.

CONCLUSIONES

- , Las referencias de mediciones y bases de pago de cada especificación se aplicará para el control de avance tanto para las obras de administración directa como para las obras por contrato; de las partidas consideradas dentro de un Expediente Técnico salvo que se trate de Especificaciones Especiales, que se rijan por especificaciones propias de un proyecto.
- , Para lograr una buena ejecución de la obra es conveniente tener reuniones técnicas frecuentes con la Constructora, la Supervisión y la Entidad propietaria para aclarar conceptos, unificar procedimientos de instalación, analizar problemas y errores del proyecto.
- , La investigación tecnológica sobre geotextiles ha encontrado que, cuando se coloca un geotextil entre la subrasante y las capas granulares, el material sintético desarrolla tres funciones básicas: separación, estabilización y distribución de cargas o refuerzo.
- , Para que el desempeño del Geotextil utilizado como refuerzo y estabilización sea el correcto durante la vida útil de la vía, deben seguirse todas las especificaciones técnicas de instalación y co11siderar los factores climáticos del sitio del proyecto que puedan afectar el proceso de instalación.
- , En general, por su uso contribuyen a reducir costos y mejoramiento de rendimiento de la obra con los beneficios correspondientes, llegando a colocar a los geotextiles y a los demás geosintéticos como materiales de una nueva generación.
- , Existen una variedad de productos geosintéticos que pueden utilizarse como refuerzo de la estructura de una vía. La elección acertada será aquella que cumpla correctamente la función para la cual ha sido diseñada, y que económicamente sea la más conveniente.

- ; Se determinó una metodología para disminuir el CBR de un suelo, que en el presente trabajo experimental presentaba un CBR mayor al 25% y mediante la metodología empleada se bajó la capacidad de soporte hasta un 0.7%.

- , En el proceso constructivo del tramo experimental de la vía afirmada reforzada con geotextil tejido se observó que al colocar la primera capa de material granular de 15 cm. de espesor sobre la subrasante de $\text{CBR} = 0.7\%$, no es posible compactar con equipo mecánico debido a la inestabilidad de la subrasante; en este caso esta primera capa se compactó con un pisón manual, limitando el grado de compactación a valores por debajo del 85% y posteriormente se continuó con la colocación de las siguientes capas, sobre las cuales si fue posible la compactación empleando equipo mecánico vibratorio, llegando a grados de compactación por encima del 95%.

- /// La Evaluación estructural mediante la viga Benkelman, ha reportado deflexiones que se encuentran dentro del rango máximo y mínimo de acuerdo a las condiciones de diseño, con lo cual se concluye un adecuado comportamiento estructural de la vía afirmada reforzada con geotextil tejido.

- Los resultados de las deflexiones Benkelman nos proporcionan valores de CBR de la subrasante entre 1% y 2%. Considerando que esta evaluación es referencial para vías no pavimentadas, dichos valores de CBR de la subrasante son compatibles con los hallados mediante ensayos de laboratorio.

- , Los ahuellamientos encontrados están en el orden de 2 mm. a 5 mm., siendo por lo tanto adecuado el comportamiento estructural.

RECOMENDACIONES

- ;- El proceso constructivo de toda obra debe realizarse siguiendo estrictamente las Especificaciones Técnicas del proyecto y todo aquello que no se especifique en dichas especificaciones, se normarán por el Reglamento Nacional de Construcciones vigente.
- ;- El uso de los geotextiles, reduce sustancialmente la explotación y el transporte de materiales naturales no renovables, disminuyendo así el impacto ambiental de la construcción; por lo que se recomienda su uso en suelos de subrasante de poca capacidad de soporte.
- ;- En posteriores trabajos de investigación se debería considerar el análisis del efecto de confinamiento que produce la poza a la estructura del pavimento (vía afirmada), ya que en el caso de nuestro proyecto experimental ha sido construido en la poza mencionada donde las condiciones de borde no son las típicas que se tienen normalmente en las obras de construcción de pavimentos.
- ;- Los geotextiles permiten la construcción de vías sobre suelos blandos y saturados, por lo tanto se debe incentivar su uso en la selva de nuestro país, donde para aumentar la capacidad de soporte del terreno de fundación (CBR), siguiendo los métodos tradicionales, tendríamos que colocar terraplenes de hasta más de dos metros de altura a lo largo de toda la vía.
- ;- Para que los geotextiles funcione correctamente en las estructuras de pavimento se requiere un adecuado proceso de instalación. Aunque las técnicas de instalación son simples, la mayoría de los problemas de la colocación de geotextiles en las vías ocurren por procesos incorrectos de instalación.
- ;- Los rollos de geotextiles deben cubrirse con empaques que los protejan de la acción de los rayos ultra violeta, de la humedad, del polvo / otros materiales que puedan afectar sus propiedades durante el transporte y almacenamiento antes de ser instalados en la obra.

- Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es que con la utilización de geotextiles y demás geosintéticos como parte de la estructura de pavimentos, se obtienen considerables ahorros en el mantenimiento de las carreteras, lo que se adecuaría a nuestra realidad, siendo una razón más para recomendar su uso.

BIBLIOGRAFIA

- Geotex. Manual de aplicación y sistemas de cálculo para geotextiles. Geoforte. Distribuidora Geotex del Perú SAC. Enero 1998, Perú.
- Koerner, Robert M. Designing with geosynthetics. Traducción IGS-PERU, Año 2002.
- MTC. Manual para Diseño de Caminos No Pavimentados de bajo Volumen de Tránsito. Lima. Junio 2003, Perú.
- Pavco - Amaneo. Manual de Diseño. Séptima edición. Octubre del 2006.

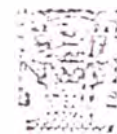
ANEXOS

ANEXO N° 01

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA ÁREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRÁULICA



LABORATORIO GEOTECNICO: J

PROYECTO: Aplicación de Geotextiles en Viaductos de 2 y 3 carriles.
SOLICITADO: Grupo 3 - Concurso de Titulación 2007 - FIC
UBICACION: Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
REALIZADO POR: L.R.A. N. U. F. N.

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D -2216

MUESTRAS c: r r r cl a e saturacion

HORA	9:20.00 il.m.				
FECHA	15/05/07				
DESCRIPCIÓN	150	98	35	357	357
1. Peso recipiente + suelo húmedo	172.11	199.33	191.72	191.72	191.72
2. Peso recipiente + suelo seco	131.83	163.64	160.81	160.81	160.81
3. Peso de agua	40.28	35.79	33.66	33.66	33.66
4. Peso de recipiente	10.57	12.32	12.72	12.72	12.72
5. Peso de suelo seco	120.96	151.32	148.09	148.09	148.09
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	20.07	23.55	22.73	22.73

MUESTRAS

HORA	9:00 o.r.n.				
FECHA	15/05/07				
DESCRIPCIÓN	150	98	35	357	357
1. Peso recipiente + suelo húmedo	153.11	160.81	160.81	160.81	160.81
2. Peso recipiente + suelo seco	131.83	163.64	160.81	160.81	160.81
3. Peso de agua	21.28	35.79	33.66	33.66	33.66
4. Peso de recipiente	10.87	12.32	12.72	12.72	12.72
5. Peso de suelo seco	120.96	151.32	148.09	148.09	148.09
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	20.07	23.55	22.73	22.73

MUESTRAS

HORA	11:00 p.r.n.				
FECHA	15/05/07				
DESCRIPCIÓN	384	100	34	357	357
1. Peso recipiente + suelo húmedo	103.07	134.41	134.41	134.41	134.41
2. Peso recipiente + suelo seco	17.20	23.10	23.71	23.71	23.71
3. Peso de agua	85.87	111.31	110.70	110.70	110.70
4. Peso de recipiente	10.44	13.43	13.64	13.64	13.64
5. Peso de suelo seco	92.63	120.98	120.70	120.70	120.70
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	18.57	19.28	19.77	19.77



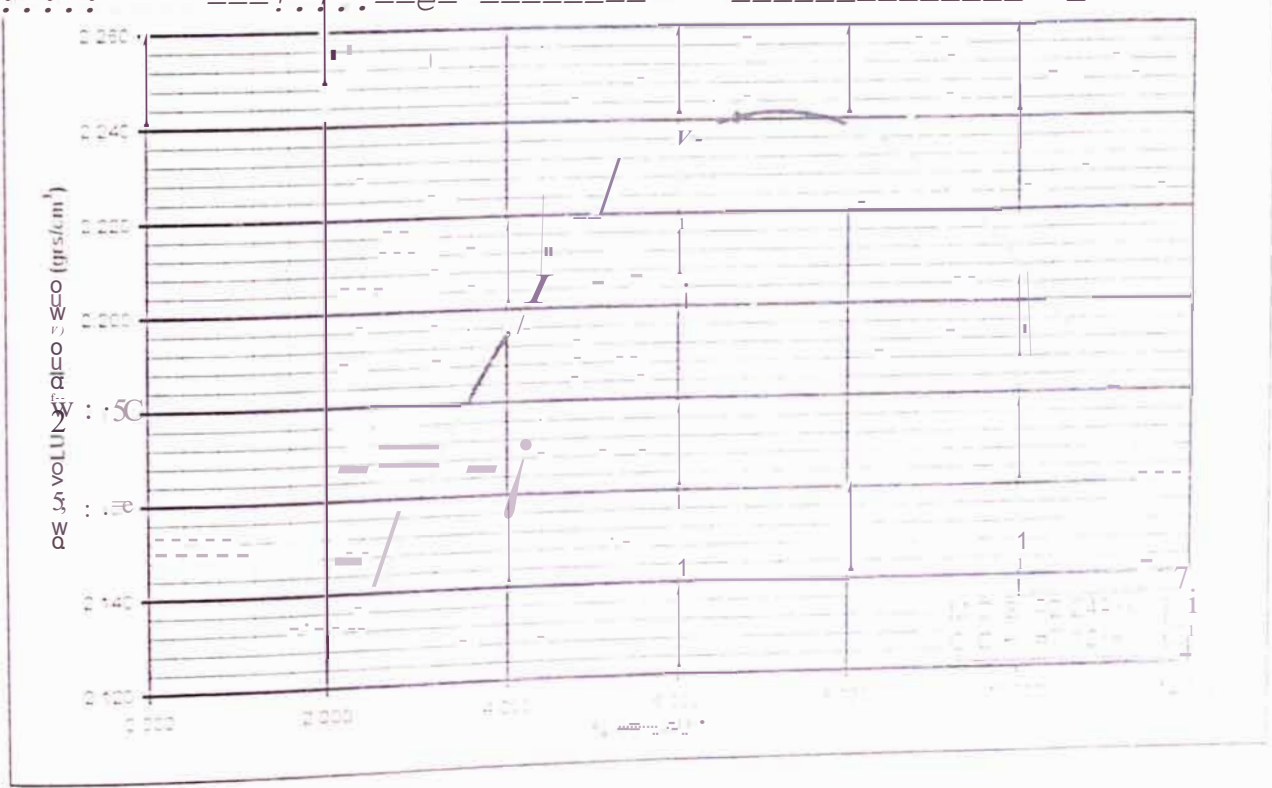
INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE HIDRAULICA AREA DE TECNOLOGIA APLICADA A LA HIDRAULICA



ESTUDIO DE IMPACTO (10%)
ACTIVIDAD 1

PROYECTO: MEJORAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIAS AFIRMADAS CON EL SISTEMA GEOWED
 UBICACION: BUENOS AIRES
 CLIENTE: MINISTERIO DE VIALIDAD
 FECHA: 15/05/2017

DESCRIPCION	W	e	VOLUMEN	W	e	VOLUMEN
Suelo + Tara	7884		8242	8384		8137
Molde	3366		3366	3366		3366
Suelo húmedo compactado	4618		4878			
Volumétrico húmedo	2200		2322	2390		2421
W, e (%)	19.2	2.7	30.9	3.43	3.19	3.75
Suelo húmedo + Tara	101.82	103.45	11.71	92.49	80.38	93.02
Suelo seco + Tara	99.62	103.88	76.72	88.87	74.72	81.11
Agua	11.65	11.70	11.48	12.33	10.76	11.91
Agua en suelo	2.20	2.57	3.19	3.62	4.38	5.02
Agua en suelo	87.97	92.18	66.28	76.62	63.40	77.26
Agua en agua	2.50	2.79	4.73	6.88	6.56	11.11
Agua promedio	2.644		4.609	6.365		11.103
Agua promedio			2.216	3.240		2.178



VERIFICACIONES

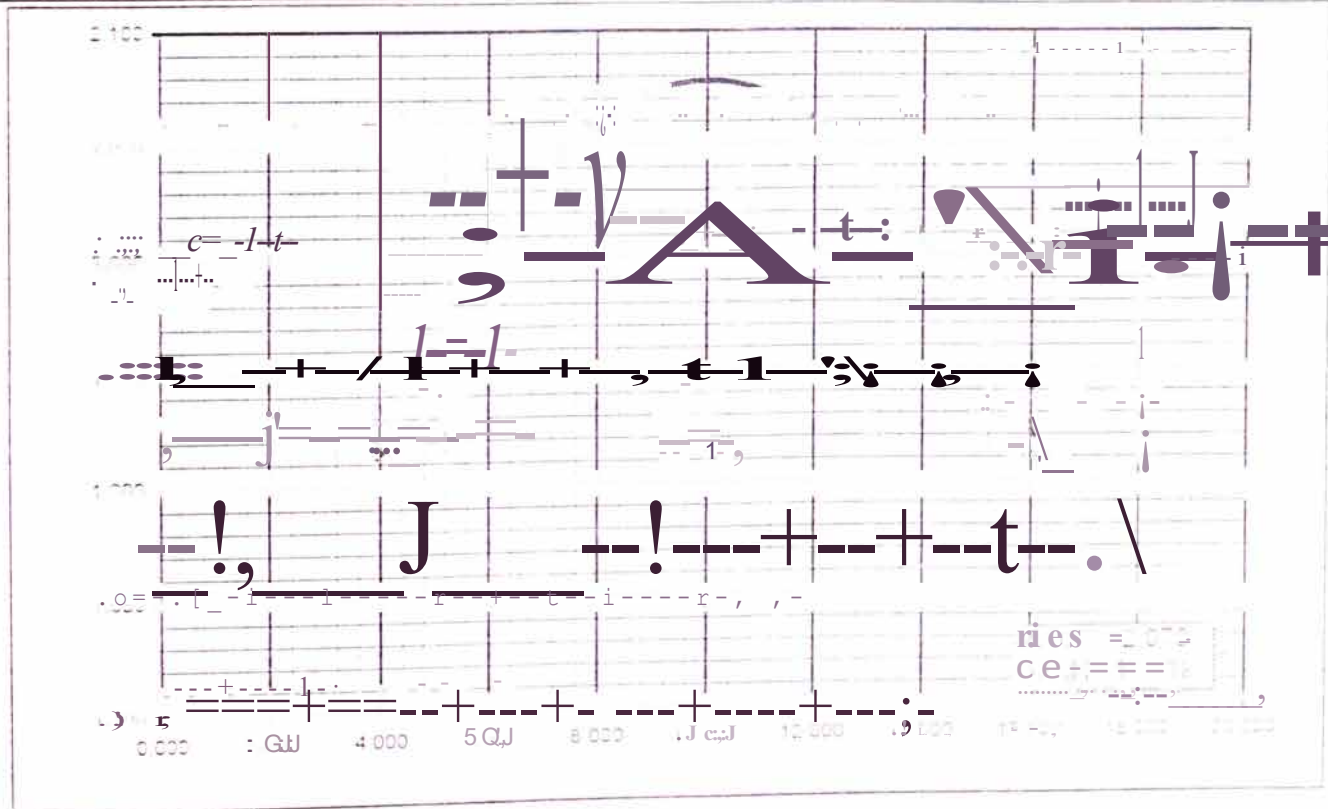
Ing. [Nombre] [Cargo]
 [Institución]
 [Dirección]
 [Teléfono]
 [Correo]



ENSAYO DE COMPACTACION
 ASTM D-1557

Objetivo: Aplicación de Geotextiles en Vías firmadas
 Curso de Formación 2006
 Operador: H.N/L.r.A.N. / J.C.S. / S.U.: S.L.N.T.E.

Método de Compactación	6		A		VOLUMEN		922.28 ce	
Peso suelo - rociado	1	2550	1	3770			3748	
Peso húmedo	1	1744					1744	
Peso suelo húmedo compactado	1836		1	2025			2004	
Peso suelo húmedo	1991		2196				2173	
Recipiente N°	224	369	327	1344	258	1310		
Peso suelo - Tara	94.22	94.30	1110.86	100.02	114.28			
Peso suelo seco - Tara	91.15	88.75	1103.77	91.18	99.94			
Tara	10.2	11.49	12.15	11.49	9.84			
W _c	3.07	5.55	6.89	8.9	10.36			
Peso suelo seco	80.93	77.25	91.22	79.69	89.1			
Contenido de agua	4.08	7.1g	7.50	11.10	23.22			
Humedad promedio	3.938		7.344		11.160			
Peso volumétrico seco	1.915		2.046		1.854			



OES = 3



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO: Ejecución de Geodésicos en Vías férreas
 SOLICITADO: G-03 - CISO de Ingeniería Civil
 Ejecutor: Laboratorio de Geotecnia - Universidad Nacional de Ingeniería
 FECHA: MAYO 2007

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM O - 2216

MUESTRAS Centro de selección

HORA	Es: 0:00 a m				
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	362	377	28	312
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	110.14	140.32	128.71	140.51
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	20.14	33.87	29.60	27.19
4. Peso de recipiente	grs	11.85	12.66	10.60	10.60
5. Contenido de humedad	(3) / (4) * 100 %	25.70	25.17	25.31	25.31

MUESTRAS 2000 pm

HORA	Es: 10:05 07				
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	304	363	30	305
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	160.98	195.98	205.16	175.57
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	143.02	167.92	104.84	129.93
4. Peso de recipiente	grs	11.85	10.25	10.15	10.15
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	149.13	185.73	195.01	165.42
6. Contenido de humedad	(3) / (5) * 100 %	25.70	25.98	20.32	25.45

MUESTRAS 2000 pm

HORA	Es: 10:00 pm				
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	317	383	337	316
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	75.34	135.54	80.85	90.17
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	12.67	22.49	18.40	14.45
4. Peso de recipiente	grs	11.11	11.05	11.12	11.15
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	64.23	124.49	69.73	79.02
6. Contenido de humedad	(3) / (5) * 100 %	25.70	25.07	23.51	25.95



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA
AREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRAULICA

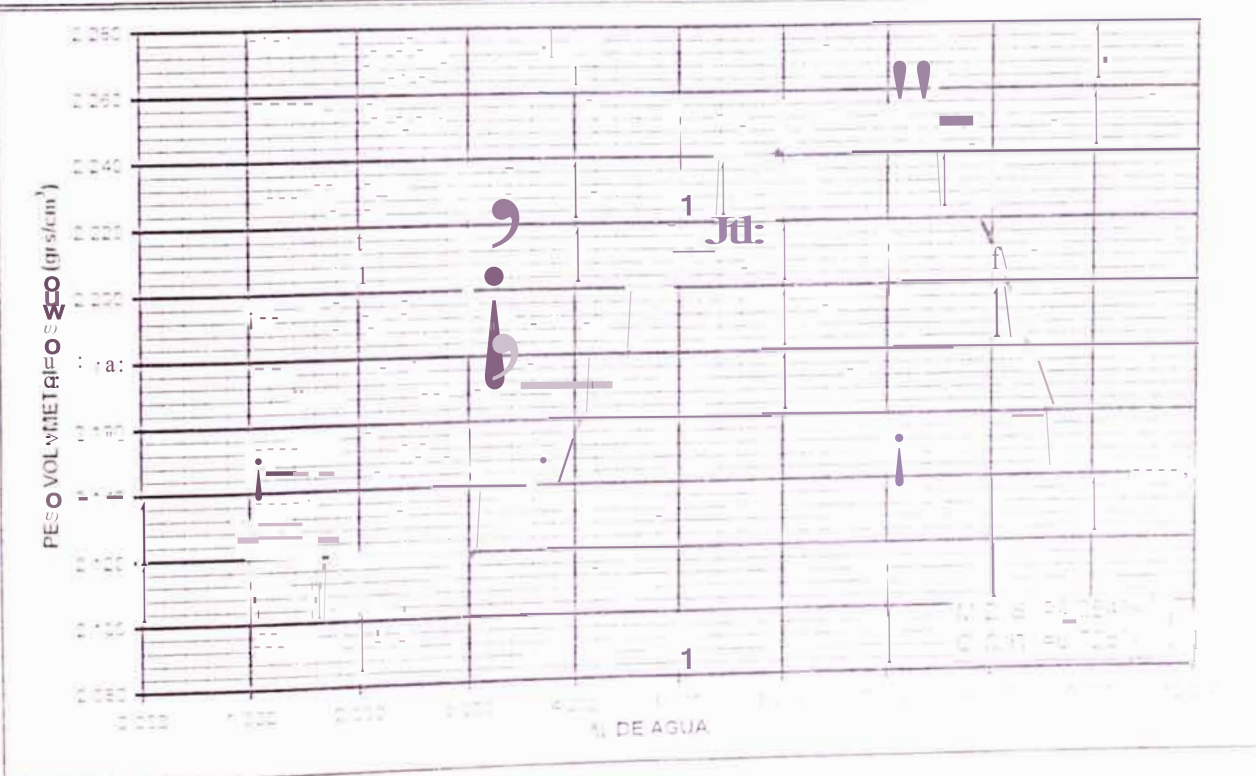


**ENSAYO DE COMPACTACION
ASTM 01**

OBJETO: CURSO DE TITULACION
 ESTADO: GIL, : : : C: 6 : 1 : 03/05/07
 M: M: Afirmado: PROF

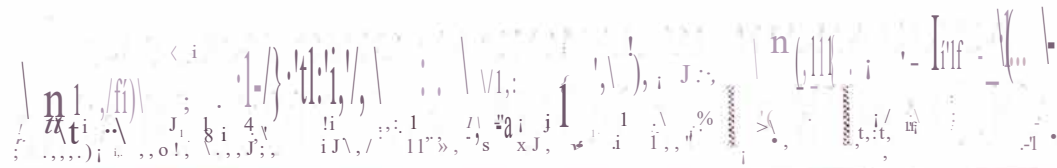
1.1.1: F
 T) O DE cor, i PACTACION C VOLUMEN 2099.54 cc

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso + Molde	7888	7892	8080	8402	8298					
Peso + Tara	3368	3368	3368	3368	3368					
Peso húmedo compactado	4502	4626	4824	5036	4892					
Volumétrico húmedo	2144	2202	2260	2318	2376					
Moisture (%)	310	334	355	372	388	397	402	405	408	412
Peso húmedo + Tara	7452	9106	8381	8071	7781	7587	7494	7388	7288	7188
Peso seco + Tara	7332	8965	8336	8004	7714	7520	7427	7321	7221	7121
Peso agua	120	141	145	167	167	167	167	167	167	167
% de agua	1.95	1.81	3.41	3.36	6.14	5.52	6.00	5.97	6.45	6.87
Peso promedio			3386	3241						
Volumétrico seco	2105	2131	2215	2253	2314					



CONCLUSIONES

A: Tutor Área Física
 B: Profesor Área Física
 C: Profesor Área Física
 D: Profesor Área Física
 E: Profesor Área Física



LABORATORIO GEOTECNICO =J

PROYECTO
SOLICITADO
UBICACIÓN
HECHO POR

Meloraamiento Estructural con Geotextiles
Grupo 1 - Curso de Titulación 2006 - FIC
Laboratorio N21uonal de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
Y.F.A.d.I.A.L.K.C.L.

FECHA: 26 de Agosto del 2007

DENSIDAD DE CAMPO
AFILLO

MUESTRAS

CALICATA	Substrato	Subrasante	Subrasante	Subrasante	Subrasante		
1	U 1	tl "	M 3	tl "	M 5		
2	32	78	2,10	29	342		
3	71	0					
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							

1. Nombre del Proyecto:
 2. Ubicación:
 3. Fecha:
 4. Escala:
 5. Autor:
 6. Revisor:
 7. Aprobado:
 8. Fecha de Aprobación:



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : Mejoramiento Estructural con Geotextiles
 SOLICITADO : Grupo 3 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN : Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 HECHO POR : Y.F.A.M.A.L./K.C.L.

FECHA: 26 de Abril del 2007

RENEGLAO OE C: PO
 ANEXO

MUESTRAS

	Subsante M-1	Subsante M-2	Subsante M-3	Subsante M-4	Subsante M-5		
1 Frasco de agua + suelo húmedo	325	78	200	29	342		
2 Frasco de agua + suelo seco	343.80	303.60	322.10	354.50	364.30		
3 Frasco de agua + suelo seco	341.60	299.80	317.90	351.80	362.00		
4 Frasco de agua	2.20	3.60	4.20	2.70	1.70		
5 Frasco de agua	172.90	144.70	138.90	167.50	173.40		
6 Frasco de agua	168.70	155.10	179.00	189.30	189.20		
7 Frasco de agua	1.20	2.45	2.35	1.43	0.90		
8 Frasco de agua	113.10	113.10	113.10	113.10	113.10		
9 Frasco de agua	1.00	1.37	1.58	1.07	1.64		
10 Frasco de agua	150.90	158.90	183.20	192.10	190.90		
11 Frasco de agua	1.61	1.40	1.62	1.00	1.60		

Av. Tupac Katari 4814
 Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería
 Tel: 001 191-1021000 ext: 3000 (001) 9622980
 e-mail: ingenieria@uningen.edu.pe



ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO 1

ASTM D 422

Aplicación de Geotextiles en Vias Afirnad;is
 <Grupo 3 - Curso dP. Titulación 2006 - r1c
 L.I. Ortono N;icnc, I de Hidrául0 - UHivelsidad Ncl01cl1 de Hyc11Pr1J
 M - 2 O 30-1 03
 Y r 11 M 11 L K C L r r e HA 1AR70 2007

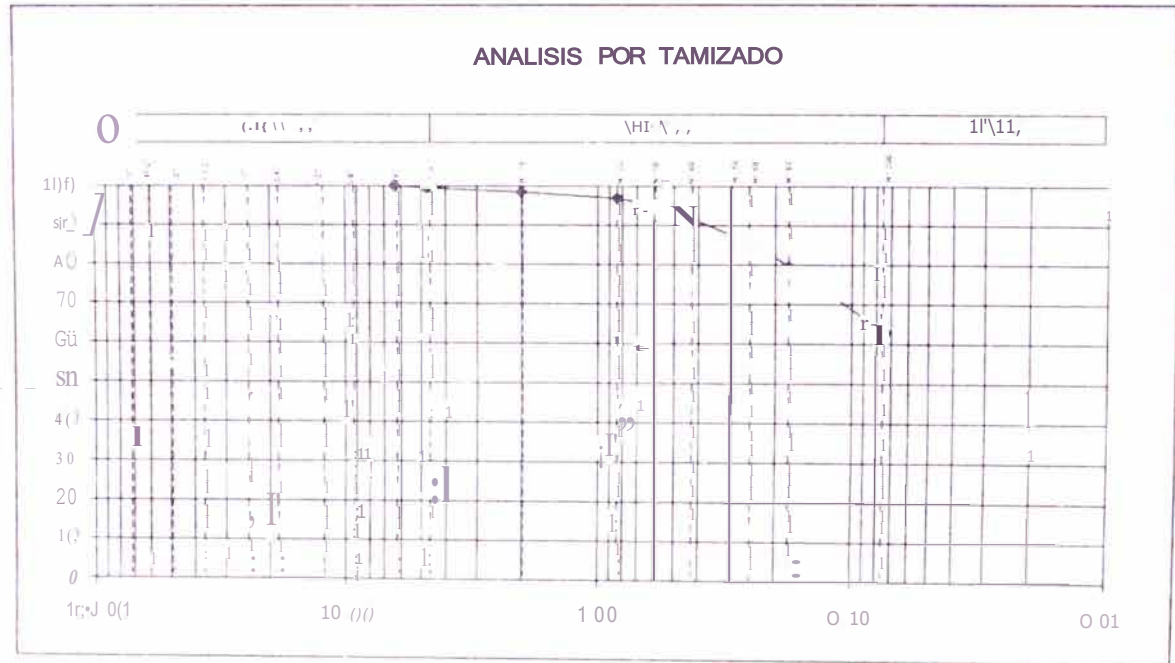
PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

Grav;is	0 53	Gruesa	0 00
		Frna	0 53
Arenas	36 59	Gruesa	1 02
		Medra	6 75
i-11los	62 89	Frna	28 82

1 011
00 001
11 1r11
11 111

Cu
Cc

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE ACUMULAO PASA 1%I
75	3.00		
150	1.18		
300	0.60		
600	0.30		
1250	0.15		
2500	0.075		
5000	0.0375		
10000	0.01875		
20000	0.009375		
40000	0.0046875		
80000	0.00234375		
150	0.60	2.40	97.60
300	0.60	3.00	94.60
600	0.30	3.00	91.60
1250	0.15	3.00	88.60
2500	0.075	3.00	85.60
5000	0.0375	3.00	82.60
10000	0.01875	3.00	79.60
20000	0.009375	3.00	76.60
40000	0.0046875	3.00	73.60
80000	0.00234375	3.00	70.60
150	0.60	3.00	67.60
300	0.60	3.00	64.60
600	0.30	3.00	61.60
1250	0.15	3.00	58.60
2500	0.075	3.00	55.60
5000	0.0375	3.00	52.60
10000	0.01875	3.00	49.60
20000	0.009375	3.00	46.60
40000	0.0046875	3.00	43.60
80000	0.00234375	3.00	40.60
150	0.60	3.00	37.60
300	0.60	3.00	34.60
600	0.30	3.00	31.60
1250	0.15	3.00	28.60
2500	0.075	3.00	25.60
5000	0.0375	3.00	22.60
10000	0.01875	3.00	19.60
20000	0.009375	3.00	16.60
40000	0.0046875	3.00	13.60
80000	0.00234375	3.00	10.60
150	0.60	3.00	7.60
300	0.60	3.00	4.60
600	0.30	3.00	1.60
1250	0.15	3.00	0.60
2500	0.075	3.00	0.00
5000	0.0375	3.00	0.00
10000	0.01875	3.00	0.00
20000	0.009375	3.00	0.00
40000	0.0046875	3.00	0.00
80000	0.00234375	3.00	0.00



Av T11;ncA1mnu L'ue11ii N 4
 11n11s ue 11 U11Yer0t dad N1c1011al r1e luyeme1 ia
 1elf 10 1 481-1070 iinexo 302 1:el 99912957 952421;88
 e-mii1 Jnhgeu<fl_i,1hoo r,o,u
 H 1111@1111 edu pe

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO 1

ASTM D 422

PRUEBA: Aplicación de Geotextiles en Vías Alimentadas
 Tipo: Grupo 3 - Cuis de Titulación 200G - FC
 Laboratorio: Laboratorio de Ingeniería de Materiales
 Fecha: 15/05/2024
 Usuario: YFAMAL KCL HCHA

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

Referencia: Norma ASTM D 422
 Método: Tamizado
 Estado: Finalizado
 Fecha de Emisión: 15/05/2024

L ₁
L ₂
L ₃
L ₄

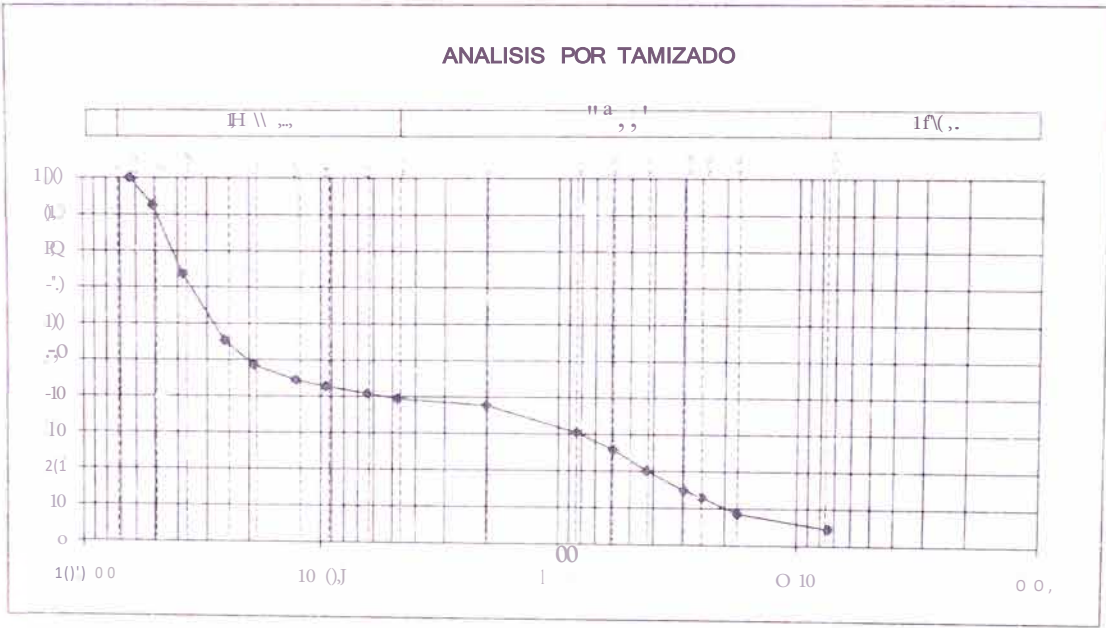


Dif. O	28.712
O:10	O:10
O:10	O:10
CL	178.97
Ce	O:10

Gr. 1 a 1	0.64
Arenas	31.77
F 1100	4.59

G:ues;i	Sl. 54
Fina	9.10
G:ues;i	1.68
M:G:ha	17.63
Fina	15.46

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
4	4.75	100.0	100.0
10	2.00	100.0	100.0
20	0.85	100.0	100.0
40	0.425	100.0	100.0
60	0.25	100.0	100.0
80	0.18	100.0	100.0
100	0.15	100.0	100.0
150	0.106	100.0	100.0
200	0.075	100.0	100.0
250	0.063	100.0	100.0
300	0.054	100.0	100.0
350	0.047	100.0	100.0
400	0.040	100.0	100.0
450	0.035	100.0	100.0
500	0.030	100.0	100.0
550	0.027	100.0	100.0
600	0.024	100.0	100.0
650	0.021	100.0	100.0
700	0.019	100.0	100.0
750	0.017	100.0	100.0
800	0.016	100.0	100.0
850	0.015	100.0	100.0
900	0.014	100.0	100.0
950	0.013	100.0	100.0
1000	0.012	100.0	100.0



Informe de Laboratorio de Ingeniería de Materiales
 Fecha: 15/05/2024
 Usuario: YFAMAL KCL HCHA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 INSTITUTO NACIONAL DE HIDRÁULICA



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : Aplicación de GeolP,xliles en Vías Afirmadas
 SOLICITADO : Grupo 3 - Curso de T1tulac1ón 2006 - FIC
 UBICACI3N : Laboratorio Nacional de H1draúlica - Un1vers1rlad Nacional de Ingenier1a
 HECHO POR : Y F AM A L FECH/1. : Marzo 2007

**DENSIDAD DE CAMPO
 ANILLO**

MUESTRAS									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tupac A. L. é: inP. Jerta J 4
 amh1)s Je la Universidad lac1011al de ln4en1er1a
 lelf 1011481-1070 anexo 302 Ce! 99912987 95242588
 e-mail! lnhgeo@yahoo com
 nh_uni@uni.edu.pe



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA ÁREA DE GEOTECNIA APLICADA A LA HIDRÁULICA



DENSIDADES MINIMA Y MAXIMA A.S.T.M. D-4253 y A.S.T.M. D-4254

F'f'f'f' EC' O : Ap'fac'bn de Geotextiles en V'las Afirrnadas
 C'f'f'f' 11:IT/NU : Grupo 3 - Curso de T'itul'ciu0n 200t'i - FIC
 Ul, l(: C'f'f'f' : Laboratorio Nac'ion;il de L'hr'raul'c,1 - U11vers'ic'1d Nacional de l'nye111Pria
 H'c'H' f'f'f' : Y.F.A/MAL, K.C.L., E.1 A MARZO 2007

w, m, lde : 12, 11 0 (1) : 01metro : 11 37 : Molde : F
 V'f'f'f' SP. : 26511 0ü : Altura : 11 (32)
 W1n-o : s91r'i no : Volu111en : 21'i :8

CALICATA								
MUESTRA	11 - 3							
MINIMAS								
V'f'f'f' (11)	1 • 11; 11' 1							
MAXIMAS								
w-111+1, 11	1 11350 00							
1)111j - 1j -	2 41							
i)m, 1- 11, 11)	2 52							
[oENS MINIMA	1 --	1-11						
[ENS MAXIMA	-r	3, r.)						

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO 1

ASTM O 422

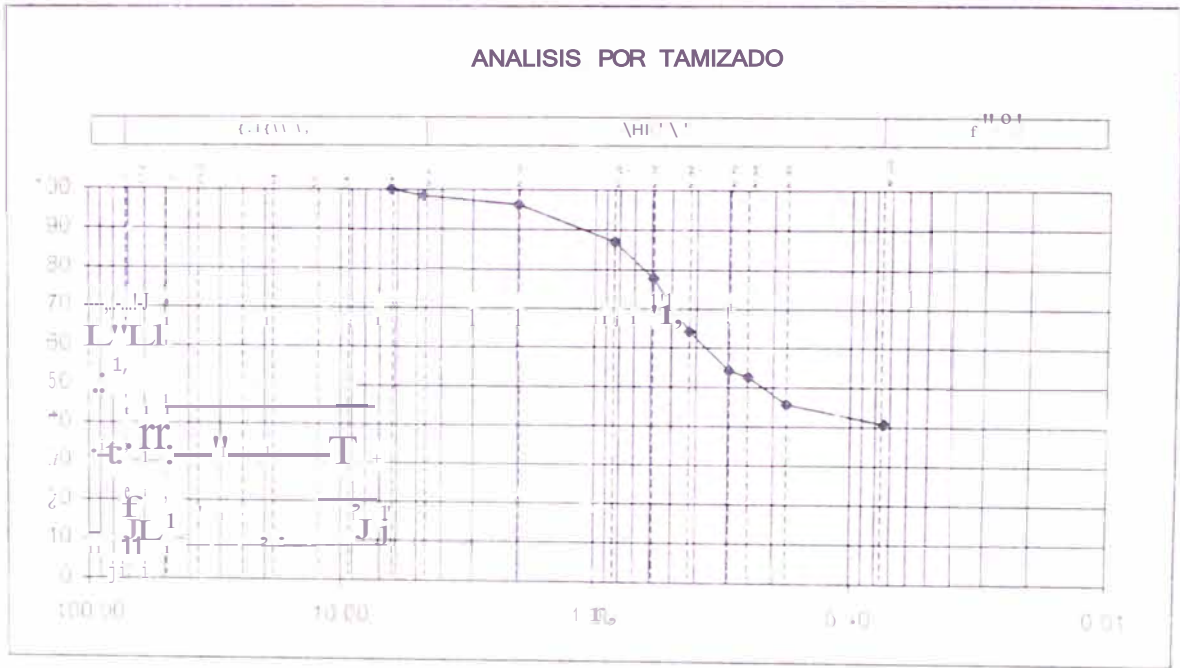
Aplicación de Geotextiles en vías Afirmadas
 Grupo 3 - Curso de Tutelacion 2006 - FIC
 Laboratorio de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 Alumno: NIMESH A. V. / Profesor: (n)
 Fecha: 17 de Julio del 2007

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

Peso de la muestra (g) 300
 Peso de la muestra retenida en el tamiz No. 425 (g) 160
 Peso de la muestra que pasa al tamiz No. 425 (g) 140

() 60 § 373	Gravas	160	Guesa	0 00
030	Arenas	57 15	Fma	1 60
DIJ -			GrJesa	2 15
Cu			1,1ecta	32 15
Ce			Fina	23 45
	Fmos	40 65		

TAMICES ASH	DESCRIPCION ASCPIUPO	1 PESO RE-ETENIDO	PORSEJTAJE 40U, 1ULADO >45
75	75		
100	100		
150	150		
200	200		
250	250		
300	300		
350	350		
400	400		
425	425	160	53.33
475	475	140	46.67
500	500	140	46.67
550	550	140	46.67
600	600	140	46.67
650	650	140	46.67
700	700	140	46.67
750	750	140	46.67
800	800	140	46.67
850	850	140	46.67
900	900	140	46.67
950	950	140	46.67
1000	1000	140	46.67



Análisis granulométrico por tamizado
 Laboratorio de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 Fecha: 17 de Julio del 2007

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO 1

ASTM D 422

r-pn,rc In /pilc;ic1611 ele Gedrxilf_se_1V.i.i.s\A\lrmadas
 Q#Hd; f.HH G,-upo3 - Curso de Titulaci611 2006 - FIC
 i,p, d 1(d) t.ihm;llor10 Nriion;il ele l'ldr;1uICé - Uiuver;idad Noci011;I dr t114-1110;rit
 C\lir;1 r -----,1uESTRA M-2 PROr fm)
 ndr pe;: NG J t\AR IINfi:Z 1EOJICO MAL K e L/Y FA rfCHA MARZO 2001

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

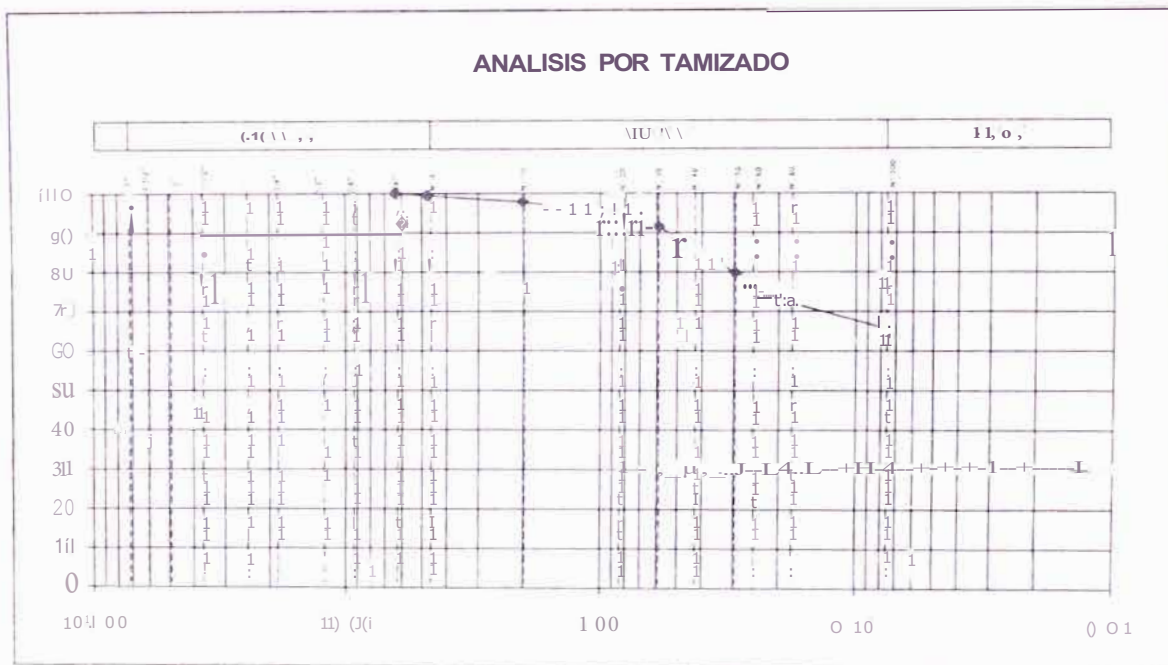
Gravas	O60	Gruesa	O00
		Fina	O60
Arenas	33 95	Gruesa	160
		Media	11 90
nos	65 45	Fma	20 45

♦!,V,,:♦"D' t*DEl (F l' 111CSTRA!*
 r (Jrr-); e: r;...♦...)rrr; krr
 re ,nr"= \r ,,,f) >qr.1 r; t, Lr, " crn\lD; t;)
 i; '(gr. f) i; J as. t r e: r y e s; l' i'!

E:Y
2)0 (xk)
E Q
\ (Q)

D30
 D10
 Cu
 Ce §

TAMICr; ASTM	DESCRIPCION ♦BERTURA (mm)	PESO RETENIDO\ lgr 1	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
	75		
	150		
	300		
	600		
	1200		
	2500		
	5000		
	10000		
	20000		
	40000		
	80000		
	160000		
	320000		
	640000		
	1280000		



Av Tupa; ;,r-1,nu Puerw N-1
 callwus de la U111ver51cJad l'-acional de lngeneriJ
 Tell w11 101-1010 a11e.xo 302 Cel 9♦91:957 95242588
 ;-PIJII tn1geo@.yall()J COP
 111_ u11(U*un, ed,J .Pe

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO 1

ASTM D 422

Aplicación de Geotextiles y Verificación Afirmando
 Grupo 3 - Curso de Ingeniería Civil 2006 - FIC
 Laboratorio de Geotecnia y Mecánica de Suelos - Universidad Nacional de Ingeniería
 Muestra: M-12 PQR / ml
 Tipo de Muestra: T1 / RT / Muestra: T1 / RT / Muestra: T1 / RT

PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

Gcasas FI

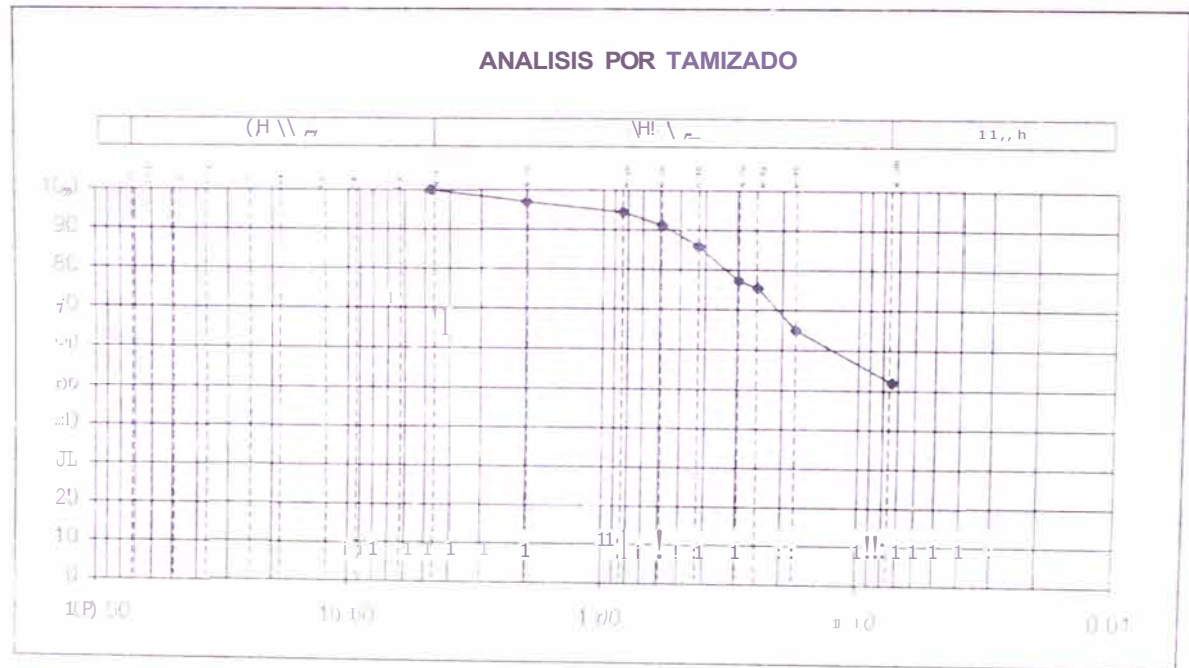
Arenas 48.12

Finos 51.88

Gruesa	0.00
Fina	0.00
Gruesa	3.05
Mediana	11.06
Fina	34.01

E=3

TAMICES ASTM	DESCRIPCION (Abertura / ϕ , m)	IPESCA PETENIDU (g)	PORCENTAJE ACUMULADO PASA (%)
10	2.00		
20	0.85		
40	0.425		
60	0.25		
80	0.18		
100	0.15		
150	0.10		
200	0.075		
250	0.06		
300	0.05		
350	0.045		
400	0.04		
450	0.037		
500	0.035		
550	0.032		
600	0.03		
650	0.028		
700	0.026		
750	0.025		
800	0.024		
850	0.023		
900	0.022		
950	0.021		
1000	0.02		
1050	0.019		
1100	0.018		
1150	0.017		
1200	0.016		
1250	0.015		
1300	0.014		
1350	0.013		
1400	0.012		
1450	0.011		
1500	0.01		
1550	0.009		
1600	0.008		
1650	0.007		
1700	0.006		
1750	0.005		
1800	0.004		
1850	0.003		
1900	0.002		
1950	0.001		
2000	0.000		



Informe de Análisis Granulométrico por Tamizado
 Muestra: M-12 PQR / ml
 Tipo de Muestra: T1 / RT / Muestra: T1 / RT / Muestra: T1 / RT
 Fecha: 11/06/2006



LABORATORIO NACIONAL DE MINERÍA ÁREA DE GEOTECNIA APLICADA - LA HIDRÁULICA



PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)
A.S.T.M. - 854

Proyecto : Asesoría y ejecución de trabajos de mantenimiento y reparación de la red de alcantarillado en el distrito de San Juan de Dios.
Solicitado: Empresa de Saneamiento Urbano - E.S.U. - Filial San Juan de Dios - FIL
Ubicación: Lote 1011, Nacional de Hidráulica - Versión Nacional de Ingeniería
Fecha: 15/03/2011

UBICACION						
MUESTRA		M1	M2			
PROFUNDIDAD						
NRO DEL FRASCO		2	5			
1	Posición de la muestra en el sitio de muestreo	1'2"	190 P			
2	Procedimiento de muestreo	qr	1'5"			
3	Características de la muestra	9,3"	1'5"			
4	Características de la muestra	40g	411'5"			
5	Procedimiento de muestreo	14g	145'2"			
6	Características de la muestra	3'3"	37'1"			
7	Características de la muestra	3'	26"			

Ing. Oscar A. Inaruna Puigruata N.º 1011
 Calle Ustue 1a Universidad Nacional de Ingeniería
 Idf. U.I. 481-107. Qarlexc. 302 Cel. 99912987_95242588
 e-rra1.1111qe;ofve1100coni
 h1.L. J111_eUJL1.Q



LABORATORIO NACIONAL DE HIDRÁULICA ÁREA DE GEOTECNIA APLICADA LA HIDRÁULICA



DENSIDADES MINIMA Y MAXIMA A.S.T.M. 0-4253 y A.S.T.M. 0-4254

PROYECTO : Aplicación de Geotextiles en Vías Afirmadas
 SOLICITADO : Grupo 3 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACIÓN : Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 HECHO POR : Y.F.A./M.A.L., K.C.L. FECHA : MARZO 2007

Wmolde	740.00	Díámetro	10.23	Molde	B
WU;ise	22(14.00)	Altura	11.01		
W11 ÷ i;	4004 Oil	Volumen	104.93		

CALICATA.								
MUESTRA	1 - 1	11 - 2						
MINIMAS								
V _{Jc+m-1} (1)	1282.00	1063.00						
MAXIMAS								
V _{s- 11Fil 11)}	5670.00	5606.00						
D _{minima} (1)	1.41	1.18						
D _{maxima} (1)	1.84	1.77						
DENS MINIMA	1.1	1.18						
DENS MAXIMA	1.19	1.77						

b, li.ill,ill;_ Cm³LU.Puerta N^o-1
 E n1w laJJ niv; ;1ctav bilU;1on;ir_duco 1er ja
 T flif ((1L41iJ-J071 317.QXJ)';;CJ;L92\112_07_B 2.E.25.fül
 e-mail: lnhgeo@yahoo.com
 lnh_uni@uni.edu.pe



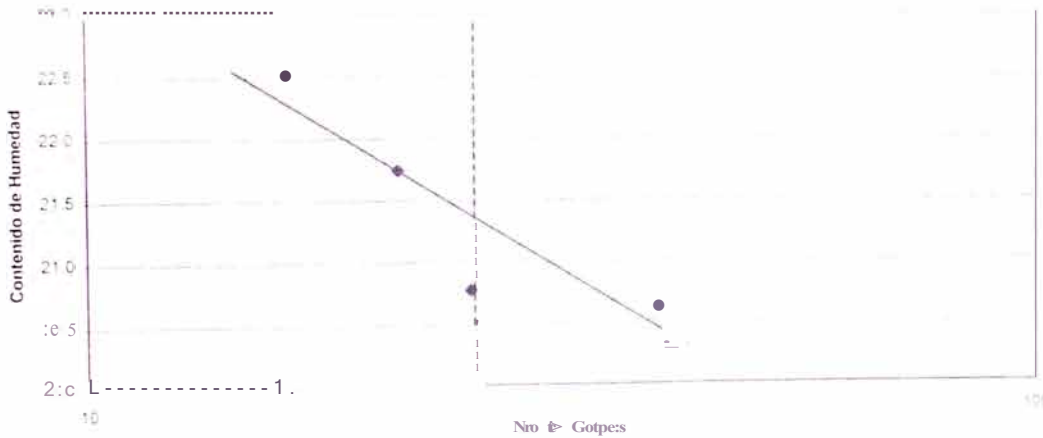
LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE	Grupo 3 · Curso de T1tulac10n 2006 · i:1c	FE<:HA	L1:ri:0206
PROYECTO	Aplicación de Geotextiles en Vías Afirmadas	[IJSt+YO	
LOCALIZACION	Laboratorio Nacional de H1drúlica . Un'·ers,dod Ncional de Ing	OPE♦A00R	1 : A 1 1 1 L K □ I
SONDAJE		REVISADO	ING J MARTIÑEZ
MUESTRA	M - 1 PROF tm) O00-0 18		

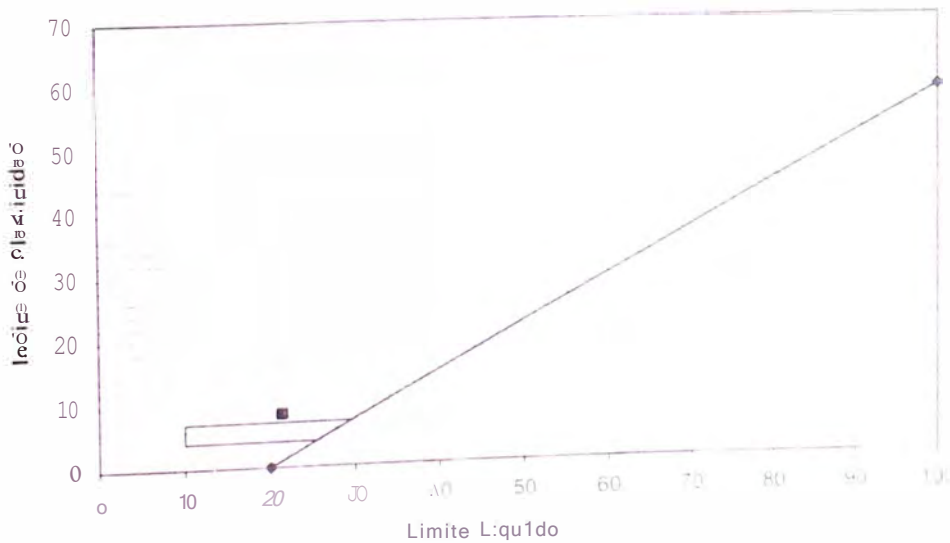
ENSAYO No	CAPSULAN	LIMITE PLASTICO (ASTM 0-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASH.1 0-4318)			
		1	2	1	2	3	4
		332	:119	35?	336	372	340
	NUMERO DE GOLPES			16	21	25	39
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	20 97	17 12	38 80	41 44	39 89	45 82
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	19 90	16 40	33 Ju	36 10	35 00	-10 10
3	PESO CAPSULA	12 0í	10 53	10 13	11 54	11 46	-2r
4	PESO AGUA (1:2)	1 07	0 72) 2n	5 31	4 80	5 72
5	PESO SUELO SECO (2:3)	7 83	5 87	;3 17	24 'iñ	2i 54	27 83
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (4 5· 100)	13 6/	12 27	7/ 40	21 7	20 +7	- 20 3i
		L.P. =	12.97		L.L. =	21.38	

IP = f. 41

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: Arcilla con Límite Líquido bajo (CL)
 Telf: (01) 481-1070 anexo 302 Cel: 99912967 - 95242588
 e-mail: inhgeo@yahoo.com
 inh_uni@uni.edu.pe



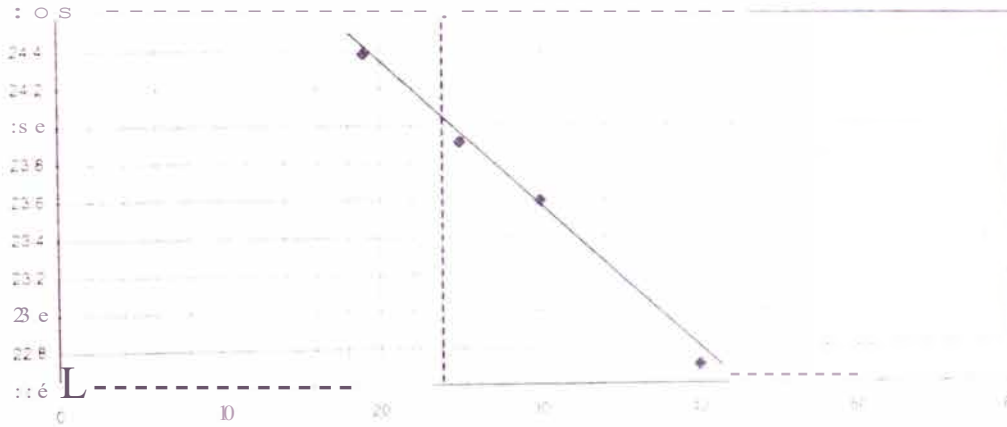
LIMITES DE ATTERBERG

SOLICITANTE	Grupo 3 - Curso de Titulación 2006 - FIC	REVISADO	...
PROYECTO	Aplicación de Geotextiles en Vías M11 niaclis	OPERADOR	...
LOCALIZACION	Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería	REVISADO	...
SONDAJE			
MUESTRA	M - 2 PROF (m) : O30-1 03		

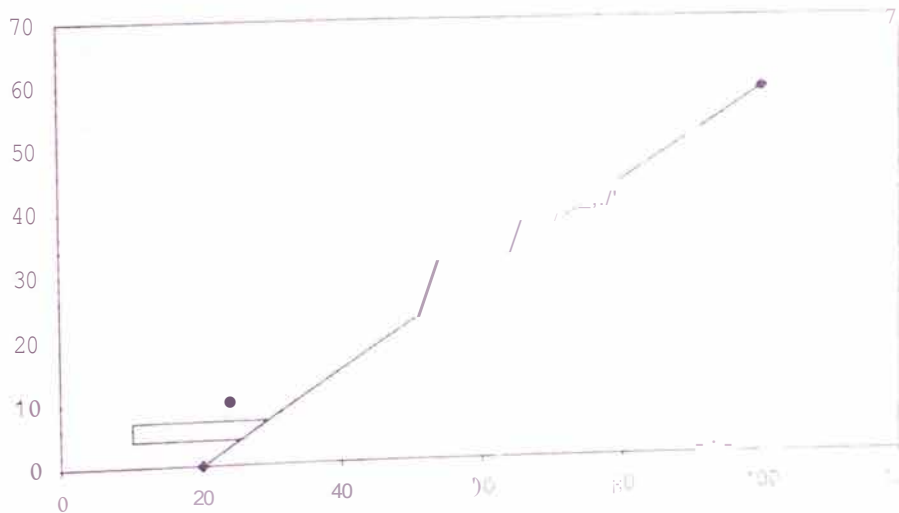
ENSAYO No	LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318)		LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318)			
	1	2	1	2	3	4
CAPSULA N	341	367	320	357	31	306
NUMERO DE GOLPES			19	27	30	30
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	18 70	18 34	35 01	38 79	31 18	36 91
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	17 90	17 30	31 10	33 70	33 20	33 70
3 PESO CAPSULA	12 30	10 73	9 84	12 11	10 33	10 73
4 PESO AGUA (1-2)	0 80	1 04	4 94	5 00	3 98	5 21
5 PESO SUELO SECO (2-3)	5 55	6 57	7 21	21 29	17 01	17 95
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4 5 100)	14 11	15 83	24 38	23 91	43 50	22 10
	L.P. = 15.12		L.L. = 23.65			

U = 22

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD





LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : Aplicación de Geotextiles en Vías Asfaltadas
 SOLICITADO : Grupo 3 - Curso de Titulación 2006 - FIC
 UBICACION : Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
 FECHO POR : MAUK CLAYFA Er:HA 11 MARZO 2007

CONTENIDO DE INFORMACION

ASTM O - 2216

MUESTRAS

CALICATA					
MUESTRA N°		M-1	M-2		
PROFUNDIDAD (m)					
FRASCO No		320	358		
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	97.70	110.80		
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	95.20	104.80		
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	2.50	6.00		
4. Peso de recipiente	grs	9.84	11.00		
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	85.36	93.80		
6. Contenido de humedad	(3) / (5) * 100 %	2.93	6.43		

MUESTRAS

CALICATA					
MUESTRA N°					
PROFUNDIDAD (m)					
FRASCO No					
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs				
2. Peso recipiente + suelo seco	grs				
3. Peso de agua	(1) - (2) grs				
4. Peso de recipiente	grs				
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs				
6. Contenido de humedad	(3) / (5) * 100 %				

MUESTRAS

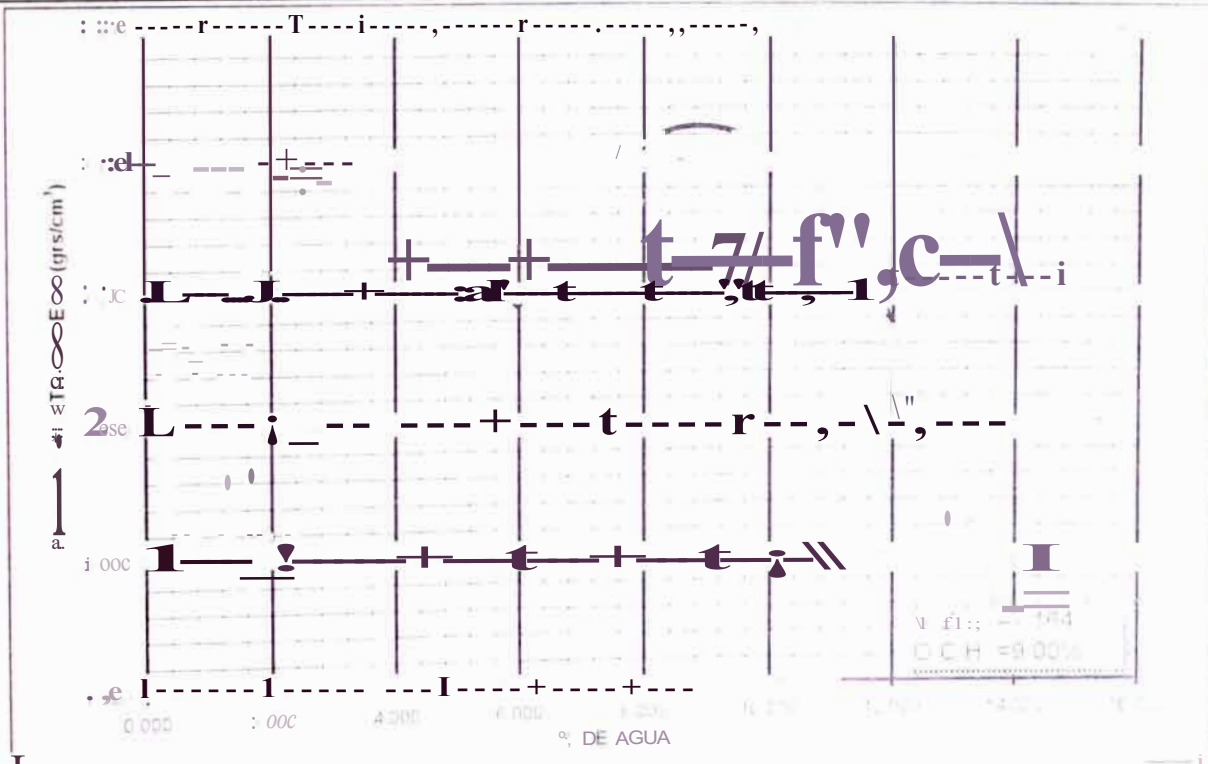
CALICATA					
MUESTRA N°					
PROFUNDIDAD (m)					
FRASCO No					
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs				
2. Peso recipiente + suelo seco	grs				
3. Peso de agua	(1) - (2) grs				
4. Peso de recipiente	grs				
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs				
6. Contenido de humedad	(3) / (5) * 100 %				



**ENSAYO DE COMPACTACION
 ASTM D1557**

PROYECTO Pavimento
 SOLICITADO CursodeTulacón
 OPERADOR MA L Y FA CI LICATA MUESTRA FECHÚ Marzo 2007 PROF

MOLDEN° :	B		A		VOLUMEN		863 94 ce
Peso suelo + Molde	3666		3792		3690		
Peso Molde	1746		1746		1746		
Peso suelo húmedo compactado	1920		2046		1934		
Peso volumétrico hurnedo	2 222		2 368		2 239		
Recipiente N°	321	339	358	304	324	329	
Peso suelo húmedo - Tara	88 47	105 05	95 69	81 39	135 30	131 2	
Peso suelo seco + tara	84 01	99 88	88 24	80 04	120 10	116 48	
Tara	10 83	11 91	11 49	11 73	10 2	10 14	
Peso de agua	4 46	5 17	7 45	7 45	15 30	14 75	
Peso de suelo seco	73 18	87 97	75 75	68 31	109 8	106 34	
Contenido de agua	6 09	5 88	9 71	9 87	13 94	13 90	
humedad promedio	5 986		9 801		13 917		
Peso volumétrico seco	2 097		2 75		1 955		



CONSERVACIONES



LABORATORIO GEOTECNICO

PROYECTO : PAVIMENTO
SOLICITADO : GRUPO N° 3.4 Y 6
UBICACIÓN : LABORATORIO NACIONAL DE HIDRAULICA - UNI
HECHO POR : M.A.I.K.C.L

FECHA: MARZO 2007

DENSIDAD DE CAMPO
ANILLO

UESTRA

Table with 10 columns and 10 rows containing density data for various soil samples. Columns include sample ID and density values in g/cm³.

... Mapa Alhala Fuerte 1° 4
... la ulivelsidcd faetona de ligenlella
E-L : -10il] anexo 302 Cel 9991298;+ 95242588
P rmail lnhueo@vah00 co, l
lll_ullt(fiuul edu oe

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO 1

ASTM D 422

PPI), Ir 10 / Apilcacc1611 de Geotextiles en Vias Alinnadas
 (%A(11,00) Grupo 3 - Curso de Titulacion 2006 - FIC
 iq, \ t i(i) L1tmr;itono Nac1on;il dP Hldr;uic.1 Un1P1s1daci 1,;k1011;il d0 lngcn1Pria
 (/): tQ\!A ◆tur;ro11 C- 1 CBR opor (m l
 ins- prep. IIIIG J IA/IRIINii TECNICO K E L I M A L Y I R I A r E C H A f i j i z o 2(107

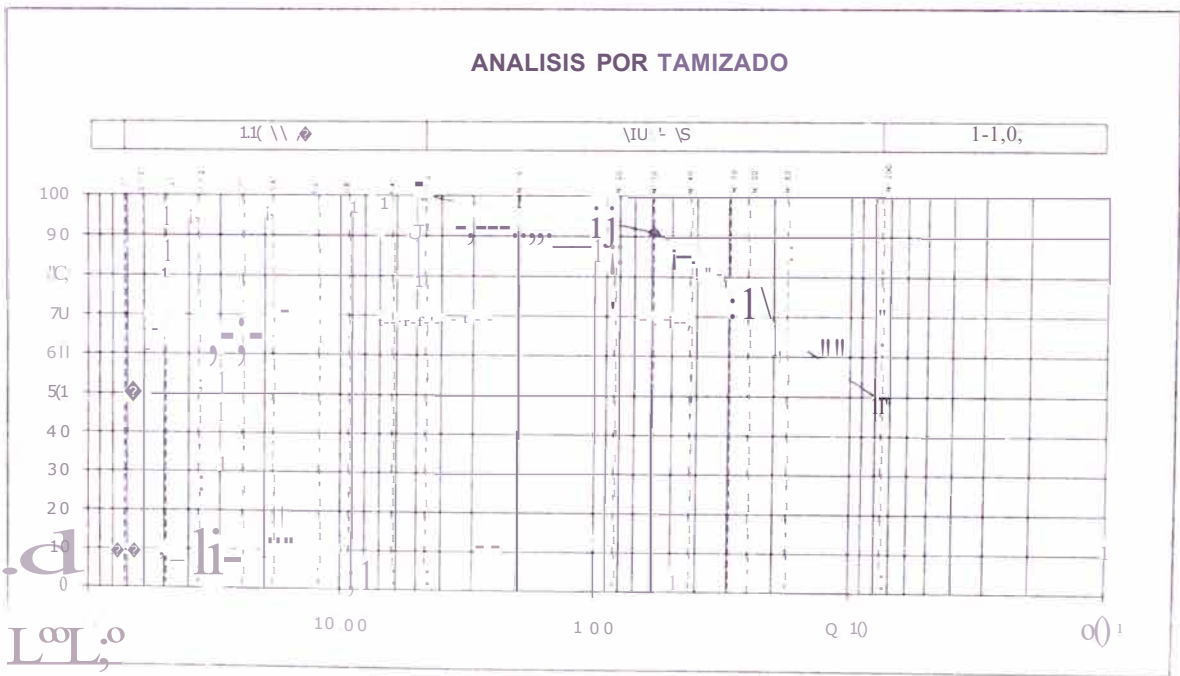
PARAMETROS DE GRANULOMETRIA

Gravéls	0 00	Gruesa	0 00
		Fina	0 00
\renas	51 32	Gruesa	4 61
		Media	8 66
Finos	48 68	F,na	38 06

1 Interpr. L. 1(p.1 3.r Ins:1.0.510;1; 1
 PERO: f... e... P; c... i...
 t... e... t... t... t...
 T... DE...

030
 U 10
 Ce

1AMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m)	PESO RETENIDO iq, 1	PORCENTAJE ACUMULADO PASA(%i)



A... fuert, r...
 C'nnpus de 12 Uniy...
 leH... 131-11...
 (-... f...
 ...



LABORATORIO GEOTÉCNICO

PROYECTO Aplicación de Geotextiles en Vías Afirmadas
SOLICITADO Grupo 3 - Curso de Titulación 2006 - FIC
UBICACIÓN Laboratorio Nacional de Hidráulica - Universidad Nacional de Ingeniería
HECHO POR Y.FA/M.A U.K.C.L.

FEC 11 MARZO 2007

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

MUESTRAS

CALICATA				
MUESTRA	M - 1	M - 2	M - 3	
PROFUNDIDAD (m)	0.10-0.18	0.30-1.03	0.70-0.92	
FRASCO No	339	321	358	
1. Peso recipiente + suelo húmedo	105.80	83.20	132.51	
2. Peso recipiente + suelo seco	106.04	80.51	129.71	
3. Peso de agua	1.76	2.27	2.74	
4. Peso de recipiente	11.91	10.83	11.40	
5. Peso de suelo seco	94.13	70.10	118.31	
6. Contenido de humedad	3.59	3.24	2.31	

MUESTRAS

CALICATA				
MUESTRA				
PROFUNDIDAD (m)				
FRASCO No				
1. Peso recipiente + suelo húmedo				
2. Peso recipiente + suelo seco				
3. Peso de agua				
4. Peso de recipiente				
5. Peso de suelo seco				
6. Contenido de humedad				

MUESTRAS

CALICATA				
MUESTRA				
PROFUNDIDAD (m)				
FRASCO No				
1. Peso recipiente + suelo húmedo				
2. Peso recipiente + suelo seco				
3. Peso de agua				
4. Peso de recipiente				
5. Peso de suelo seco				
6. Contenido de humedad				

ANEXO N° 02

ENSAYO CON LA VIGA BENKELMAN

Nº 102575

PESAJE TOTALMENTE ELECTRONICO

BALANZA

UNIVERSITARIA

AV UNIVERSITARIA NORTE 5331.- URB. SANTA /SOL/NA
COMAS - PERÚ (Alt. Cruce Av. Universitaria con Pan. Norte)
Telf.: 5251049 / Fax: 5253389

TICKET DE BALANZA

ID VEHICULO
PLACA
BRUTO



Material ARENA GRUESA

Chofer VIRREY CASIMIRO ALVAREZ
PLACA VOLQUETE: W I 3174

UNA VEZ PESADO EL VEHICULO NO HAY LUGAR A RECLAMO

ANALISIS ELASTICO CON EL MODELO DE HOGG
VIGA BENKELMAN

Calcula "E"

Datos de Ensayo de Campo

N°	Progr. (km)	Lado	Deflexiones (0.01 mm.)			
			D ₀	D _{2s}	D ₅₀	D _{1s}
1	3.6	LD	14	74	38	18
2	5.6	LD	18	93	37	12
3	7.9	LD	14	68	58	17
4						
5	3	LD	145	125	84	39
6	5.3	LD	107	81	51	25
7	7.3	LD	132	102	66	30

Parametros de Evaluación

DR/0 ₀	R ₅	L ₀	So/S	E ₀	HE	ω	E*	E*/E ₀	CBR(¾)
(cm)	(cm)	(cm)		(kg/cm ²)	(cm)	(cm)	(kg/cm ²)		
0.333	35.5	17.3	0.8	398.0	44.5	0.1	626.2	1.6	3.6
0.313	34.0	16.4	0.7	397.2	43.2	0.1	571.1	1.4	3.6
0.509	51.0	27.0	0.9	290.8	56.0	0.1	911.3	3.1	2.6
0.580	59.7	32.3	0.9	196.7	63.2	0.1	885.4	4.5	1.8
0.476	47.5	24.8	0.8	331.2	53.6	0.1	910.4	2.7	1.0
0.500	50.0	26.4	0.9	255.1	55.3	0.1	769.0	1.0	2.3

Promedio	121.8	90.4	55.7	23.5
Deflexión Característica	122.0	90.8	56.0	23.7
Desv. Estándar	14.3	20.9	18.0	9.9
Coef. Variación	11.7	23.1	32.2	42.1
Máximo	145.3	125.0	84.3	38.6
Mínimo	106.7	68.1	37.1	11.7

0.5	46.3	24.0	0.8	311.5	52.6	0.1214	778.9	2.7	2.8
0.1	9.9	6.1	0.1	80.0	7.6	0.0142	150.2	1.1	0.7
2.34	21.3	25.4	7.3	25.7	14.4	117403	19.3	41.3	25.7
0.6	59.7	32.3	0.9	398.0	63.2	0.1444	911.3	4.5	3.6
0.3	34.0	16.4	0.7	196.7	43.2	0.1057	571.1	1.4	1.8

ANEXO N° 03

PANEL FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO EXPERIMENTAL

1.- Limpieza del terreno.



2.- Trazo y Replanteo.



3.- Excavación masiva en terreno natural.





4.- Refine y nivelación del fondo y paredes de la caja de corte.



5.- Colocación del plástico para impermeabilizar el fondo y paredes de la caja de corte y relleno de la misma con material seleccionado para la conformación de la subrasante degradada.





- 6.- **Saturación del material seleccionado de relleno en la caja de corte para completar el proceso de degradación de la subrasante.**



- 7.- **Ensayo de Campo para determinar el CBR de la subrasante degradada.**



8.- Colocación del geotextil sobre la subrasante degradada.



9.- Relleno y compactación de la primera capa de afirmado sobre el geotextil.



10.- Control de compactación de la primera capa de afirmado.



11.- Relleno y compactación de la segunda capa de afirmado (0.15 cm.).





12.- Control de compactación de la segunda capa de afirmado.



13.- Relleno compactación y control de la compactación de la tercera capa de afirmado (0.20cm).



14.- Relleno y compactación de la cuarta y última capa de afirmado (0.15 cm.)





15.- Obra terminada



16.- Deflexiones medidas con la viga Benkelman





ANEXO N° 04

PROPIEDADES DE LOS GEOTEXTILES

SEPTIEMBRE 2005

PROPIEDADES		1	2	3	4	5	6	7	8
PROPIEDADES MECÁNICAS	Método Grab Resistencia a la Tensión Elongación	ASTM 0-4632	N (lb) %	630(142) 19	960(216) 18	108 (46)	1360(306) 21	159 (358)	250 (562)
	Método Tira Ancha Sentido Longitudinal Elongación	ASTM 0-4595	kN/m %	14 12	24 20	24 16	30 21	35 23	64 27
	Sentido Transversal Elongación	ASTM 0-4595	kN/m %	18 13	25 14	29 16	35 17	41 18	64 18
	Resistencia al Punzonamiento CBR	ASTM 0-6241	kN	2.5	3.7	3.9	5.3	5.9	9.5
	Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM 0-4533	N(lb)	260(58)	301(68)	400(91)	470(106)	550(124)	800(180)
	Método Mullen Burst Resistencia al Estallido	ASTM D-3786	kPa (psi)	2276(330)	3381(490)	3585(520)	4485(650)	5175(750)	8206(1190)
	Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	N(lb)	420(95)	590(133)	640(144)	760(171)	860(194)	1330(299)
Res. UV %Ret.@500Horas	ASTM D-4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	
PROPIEDADES FÍSICAS	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM 0-4751	mm (No. Tamiz)	0.425(40)	0.425(40)	0.6(60)	0.600(60)	0.600(60)	0.300(50)
	Permeabilidad	ASTM 0-4491	cm/s	0.4 X 10 ⁷	1.8 X 10 ⁷	1.4 X 10 ⁷	8.0 X 10 ⁷	8.0 X 10 ⁷	4.5 X 10 ⁷
	Permeabilidad	ASTM D-4491	s ⁻¹	0.1	0.3	0.2	0.8	0.8	0.5
	Espesor	ASTM D-5199	mm	0.4	0.6	0.7	1.0	1.0	1.3
PROPIEDADES QUÍMICAS	Tipo de Polímero	Fabricante		PP	PP	PP	PP	PP	PP
	Resistencia a la Rotura	Módulo	m	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
	Resistencia a la Tracción	Velocidad	m	200	160	120	100	100	100
	Resistencia a la Tracción	Calculada	m ⁷	770	616	462	385	385	383
PROPIEDADES DE ALMACENAMIENTO	Resistencia			■	■	■	■	■	■
	Estabilidad			■	■	■	■	■	■
	Resistencia			■	■	■	■	■	■

CONVENCIONES

PP : Polipropileno
ASTM : American Society for Testing and Materials
N.A. : No Aplica

NOTAS

PAVCO S.A. se reserva el derecho de modificar las especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos.


Los valores enunciados corresponden a los promedios estadísticos de los lotes de producción. Valores TÍPICOS.

Los geotextiles son productos fotodegradables, no biodegradables, no deben ser incinerados y se deben disponer en forma adecuada.

Para asesoría en diseño, procesos constructivos e instalación, favor contactar al Departamento de Ingeniería de PAVCO S.A.

Estos productos han sido manufacturados bajo los controles establecidos por un Sistema de Gestión de Calidad que cumple con los requisitos de ISO 9001:2000. El sistema ha sido certificado por BVOL

Miembro Corporativo




PAVCO S.A. - Calle 111 - Sector 11 - San José, Costa Rica - Tel: (506) 2211-1111 - Fax: (506) 2211-1112 - Email: info@pavco.com

AN O

PROPiedades MEdicas NO TEJIDOS

USU: JfJle-IJ [05

P V«

∴e>

SEPTIEMBRE 2005

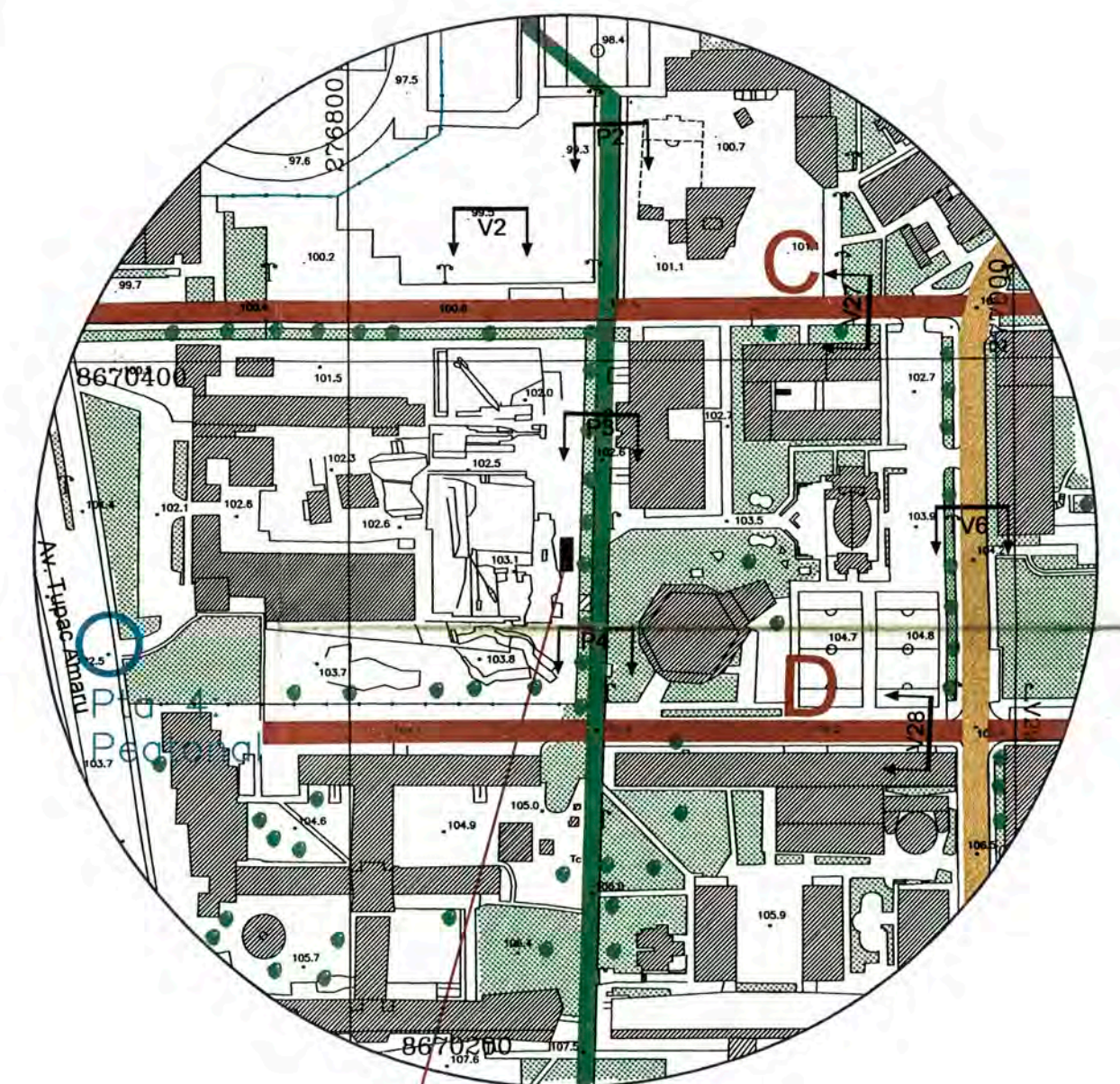
PROPIEDADES			1;	2;	3;	4;	5;	6;	7;	8;	9;	10;	11;	12;
PROPIEDADES MECANICAS	Método Grab Resistencia a la Tensión Elongación	ASTM D-4632	N(lb) %	450(102) >50	535(120) >50	615(138) >50	730(164) >50	780(176) >50	1040(234) >50	1230(277) >50	1430(322) >50	1720(387) >50	510(115) >50	580(131) >50
	Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	N(lb)	250(56)	290(65)	350(79)	390(88)	430(97)	590(133)	680(153)	790(178)	950(214)	290(65)	340(76)
	Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D-4533	N(lb)	190(43)	220(50)	255(57)	300(68)	320(72)	390(88)	430(97)	520(117)	570(128)	210(47)	230(52)
	Método Mullen Burst Res,ster,c;a al Estall,do	ASTM D-3786	kPa (psi)	1310(190)	1517(220)	1758(255)	2000(290)	2208(320)	2827(410)	3172(460)	3861(560)	4551(660)	1449(210)	1689(245)
	Res UV %Ret @500Horas	ASTM D-4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
PROPIEDADES FÍSICAS	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D-4751	mm (No. Tamiz)	0.180(80)	0.150(100)	0.150(100)	0.150(100)	0.125(120)	0.106(140)	0.106(140)	0.106(140)	0.09(170)	N.A.	N.A.
	Permeabilidad	ASTM D-4491	cm/s	42 X 10 ²	36 X 10 ²	37 X 10 ²	36 X 10 ²	36x10 ⁻²	3 X 10 ⁻²	3 X 10 ⁻²	30 x 10 ⁻²	27 X 10 ⁻²	N.A.	N.A.
	Permittividad	ASTM D-4491	sl	3.0	2.4	2.2	2.0	1.8	1.3	1.4	1.0	0.8	N.A.	N.A.
	Espesor	ASTM D-5199	mm	14	1.5	1.7	1.8	2.0	2.4	2.5	3.0	3.3	1.3	1.5
	Retención de Asfalto	ASTM D-6140	l/m ²	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.0	1.1
PROPIEDADES DE FABRICACIÓN	Tipo de Polímero	Fabricante		pp	pp	pp	pp	pp	pp	pp	pp	pp	pp	FF
	Rollo Ancho	Vl,2do	m	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	3.8
			m	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	-	-
			m	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	-	-
	Rollo Largo	Mea,ric	m	160	150	130	120	120	130	120	100	80	180	150
	Rollo Área	Cakt.,ladc	m ²	560	520	455	420	420	455	420	350	280	684	570
			m ²	608	570	494	456	456	494	456	380	304	-	-
	Rollo Ancho Máx,mc	M¿,d,do	m	640	600	520	480	480	520	480	400	320	-	-
		m	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	-	-	



Carretera Principal km 11, Sta. Fe, Bogotá - Colombia. Tel: +57 1 731 3681. Fax: +57 1 731 5011
 Servicio al Cliente: E3-1234. E-mail: info@ft.com.co
 Calle 123 No. 456 - Bogotá, Colombia. Tel: +57 1 234 5678. Fax: +57 1 234 5678

ANEXO N° 05

PLANOS

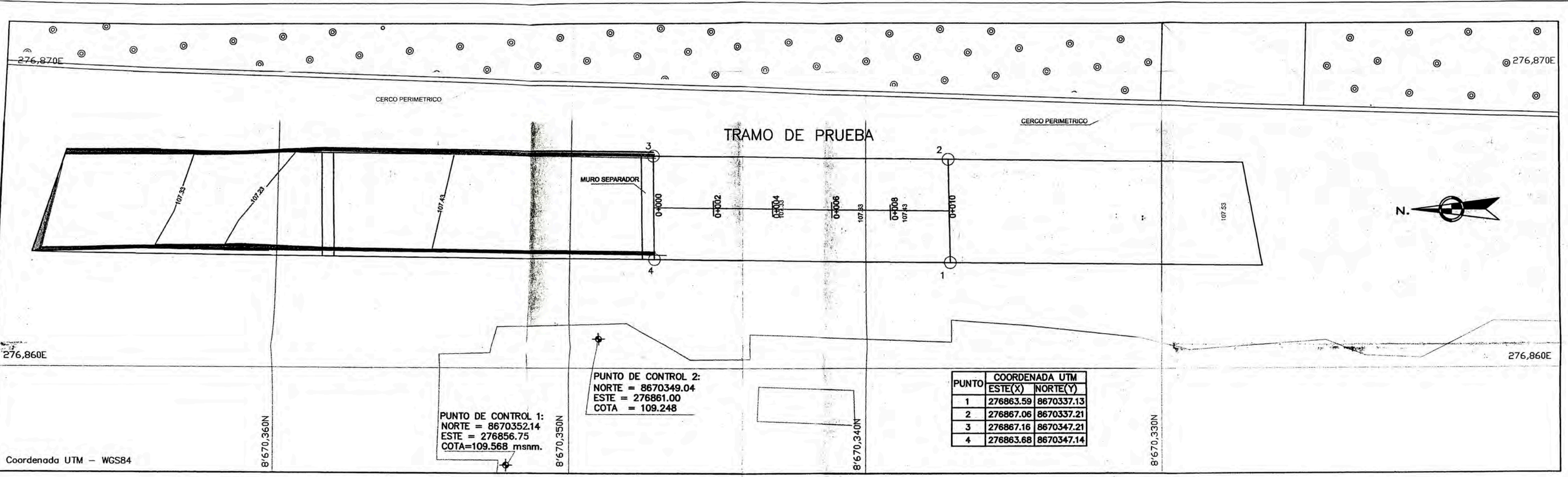


LOCALIZACION
ESCALA 1/2,000

PUNTO	COORDENADA UTM	
	ESTE(X)	NORTE(Y)
1	276863.59	8670337.13
2	276867.06	8670337.21
3	276867.16	8670347.21
4	276863.68	8670347.14

UBICACION
ESCALA 1/250

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS		
PROYECTO: APLICACION DE GEOTEXILES TEJIDOS EN VIAS AFIRMADAS		
INTEGRANTES: Luis Osorio Lucio Juan Carlos Huaranga Raymundo Cesar Pedro Arteaga Fretel Carlos Jaime Silva Tello	REVISADO:	
PLANO: UBICACION — LOCALIZACION		PLANO N° UL-01
UBICACION: Lab. Nacional de Hidraulica Av. Tupac Amaru s/n DISTRITO : RIMAC PROV.: LIMA DPTO.: LIMA	DIBUJO: Jose Aponte FECHA: MARZO 2007	GRUPO DE TRABAJO: Grupo N°3 ESCALA: INDICADO



Coordenada UTM - WGS84

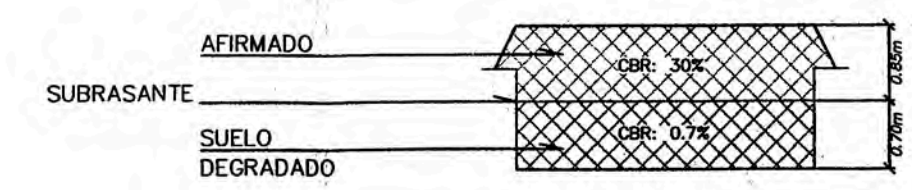
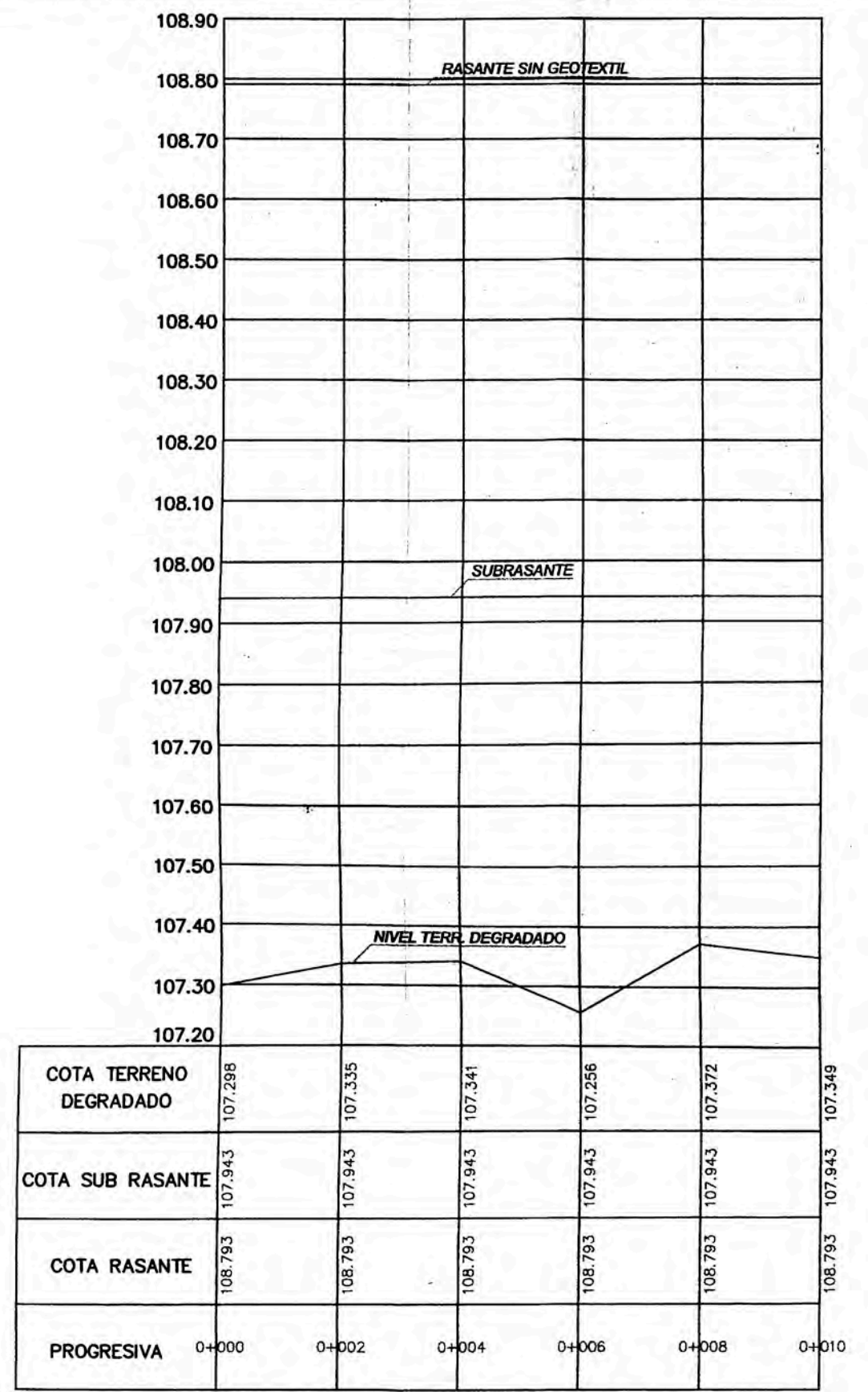
PUNTO DE CONTROL 1:
NORTE = 8670352.14
ESTE = 276856.75
COTA=109.568 msnm.

PUNTO DE CONTROL 2:
NORTE = 8670349.04
ESTE = 276861.00
COTA = 109.248

PUNTO	COORDENADA UTM	
	ESTE(X)	NORTE(Y)
1	276863.59	8670337.13
2	276867.06	8670337.21
3	276867.16	8670347.21
4	276863.68	8670347.14

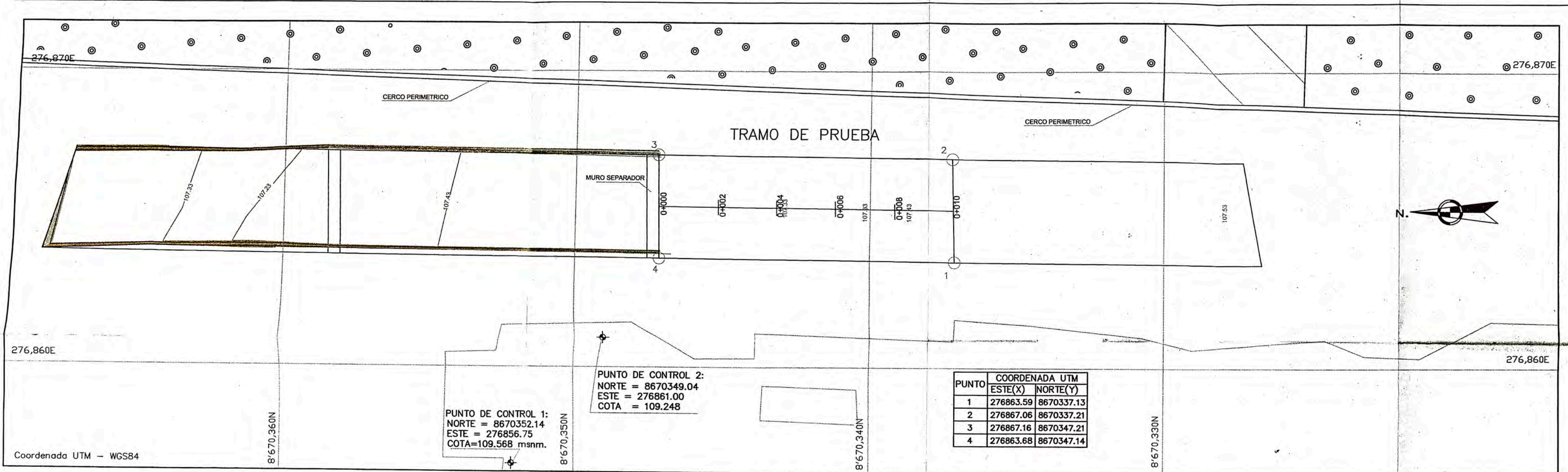
PLANTA
ESCALA 1/100

PERFIL LONGITUDINAL
ESC: H 1/100 - V 1/10

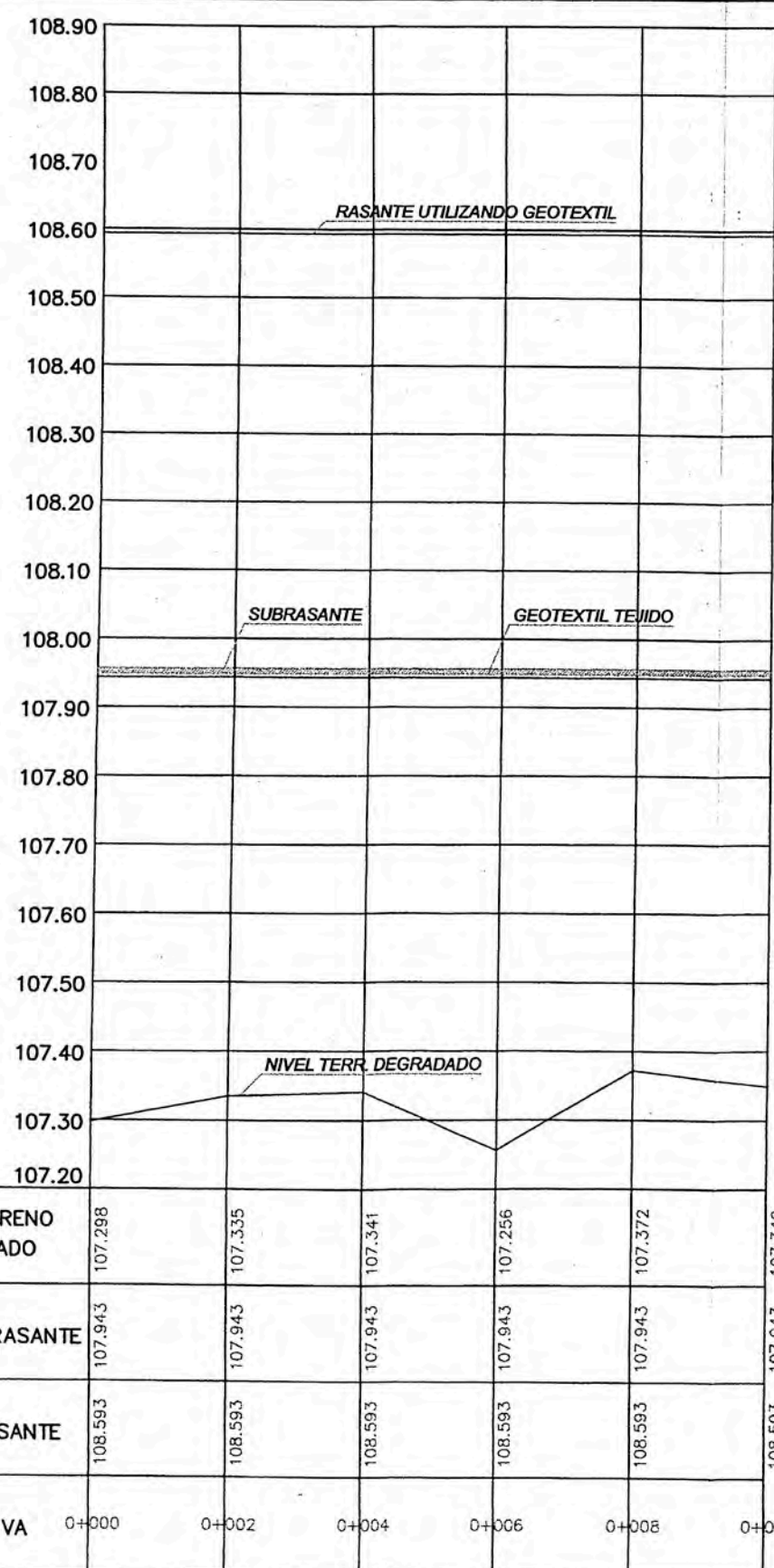


SECCION TIPICA
S/E

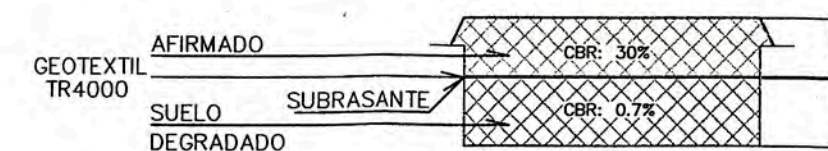
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS			
PROYECTO: APLICACION DE GEOTEXILES TEJIDOS EN VIAS AFIRMADAS			
INTEGRANTES: Luis Osorio Lucio Juan Carlos Huaranga Raymundo Cesar Pedro Arteaga Fretel Carlos Jaime Silva Tello		REVISADO:	
PLANO: PLANTA - PERFIL LONGITUDINAL			PLANO N° PP-01
UBICACION: Lab. Nacional de Hidraulica Av. Tupac Amaru s/n DISTRITO : RIMAC PROV.: LIMA DPTO.: LIMA	DIBUJO: FECHA: MARZO 2007	GRUPO DE TRABAJO: Grupo N°3 ESCALA: INDICADO	



PLANTA
ESCALA 1/100

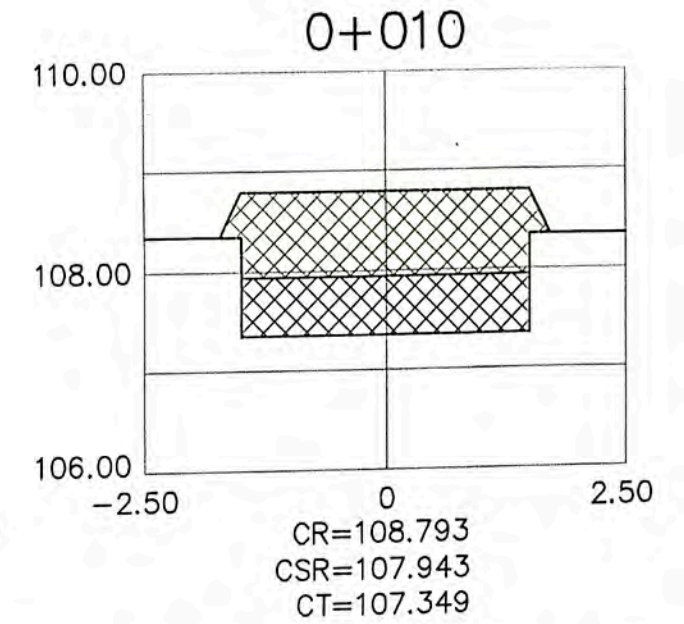
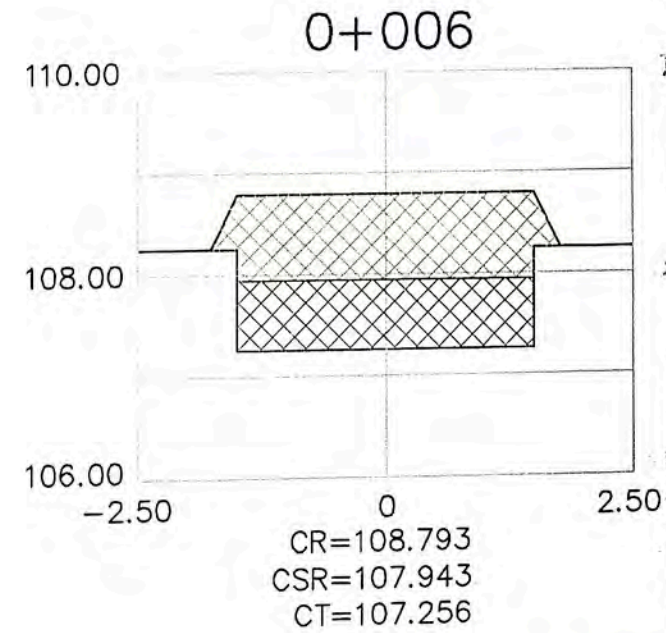
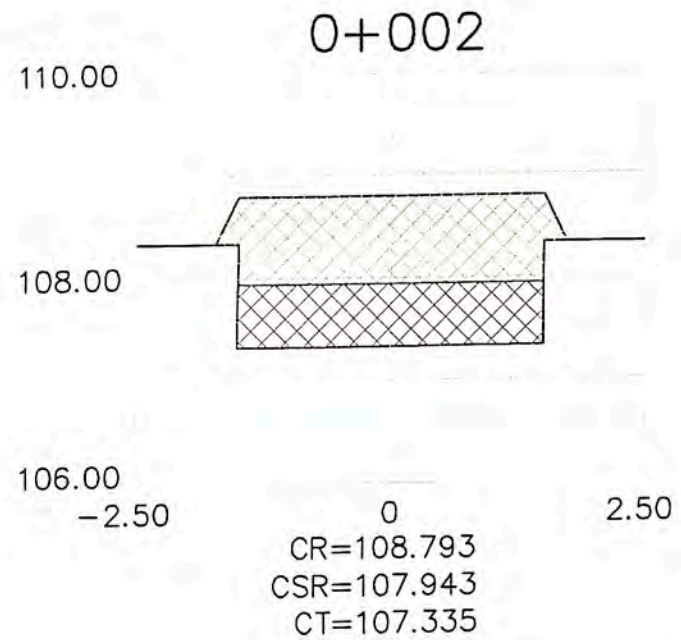
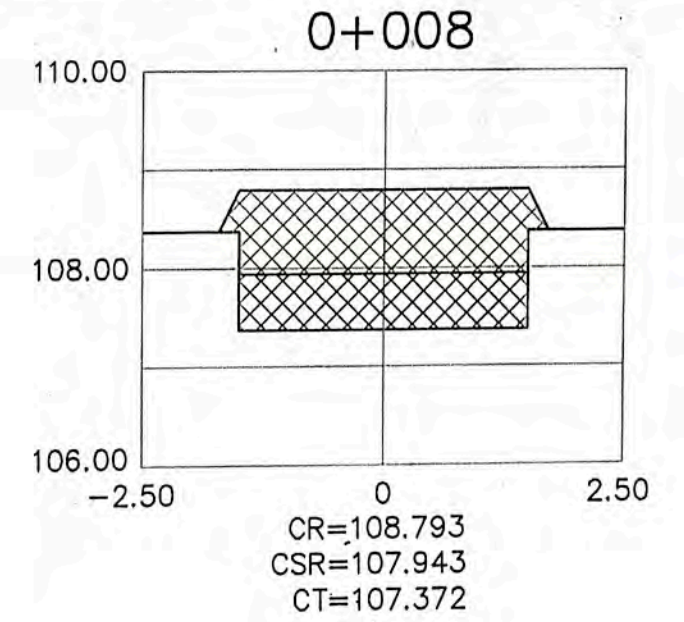
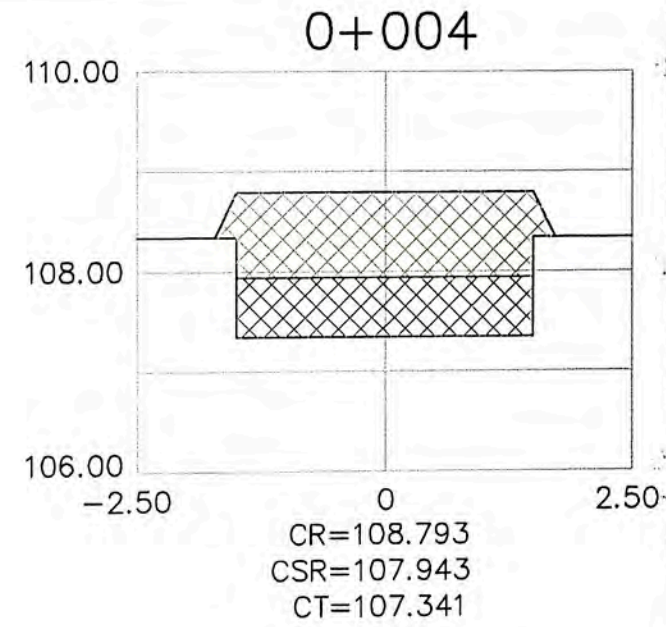
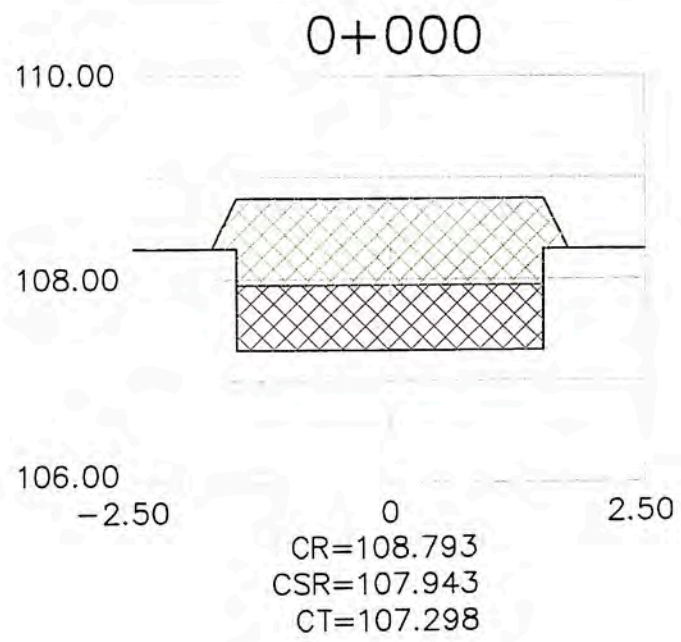


PERFIL LONGITUDINAL
ESC: H 1/100 - V 1/10



SECCION TIPICA
S/E

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS			
PROYECTO: APLICACION DE GEOTEXTILES TEJIDOS EN VIAS AFIRMADAS			
INTEGRANTES: Luis Osorio Lucio Juan Carlos Huaranga Raymundo Cesar Pedro Arteaga Fretel Carlos Jaime Silva Tello		REVISADO:	
PLANO: PLANTA - PERFIL LONGITUDINAL Diseño empleando geotextil tejido como refuerzo y estabilizacion			PLANO N° PP-02
UBICACION: Lab. Nacional de Hidraulica Av. Tupac Amaru s/n DISTRITO : RIMAC PROV.: LIMA DPTO.: LIMA		DIBUJO: FECHA: MARZO 2007	GRUPO DE TRABAJO: Grupo N°3 ESCALA: INDICADO

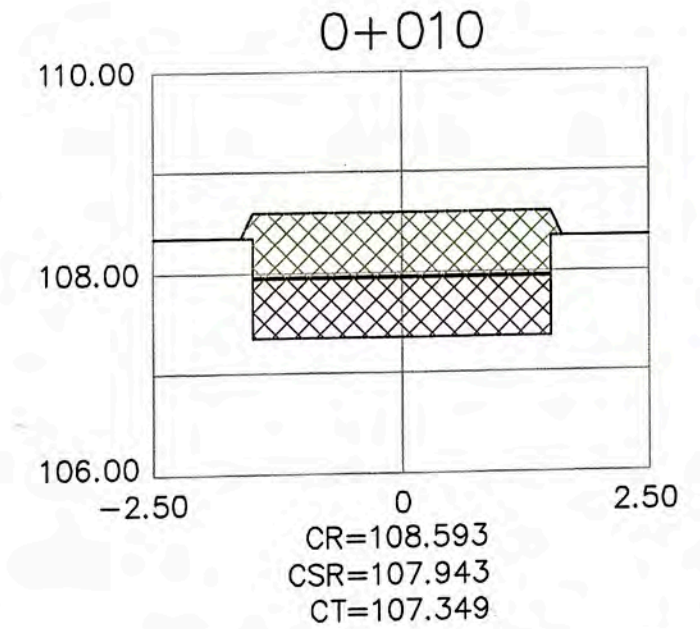
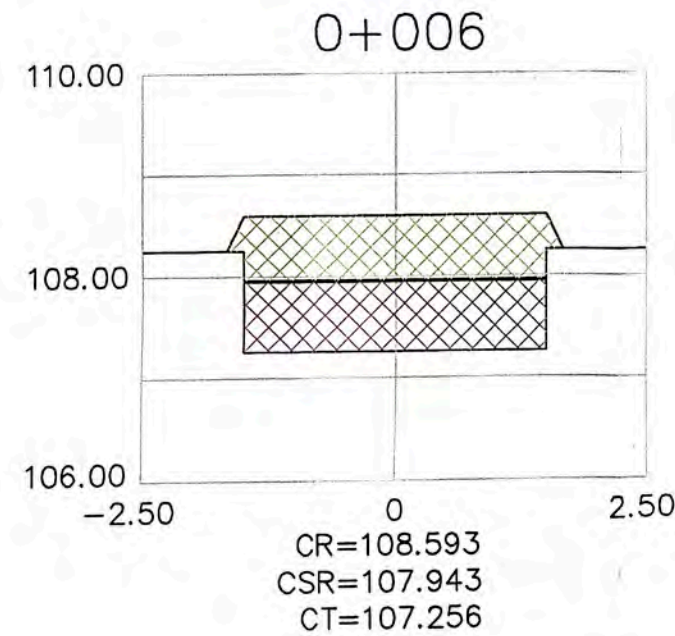
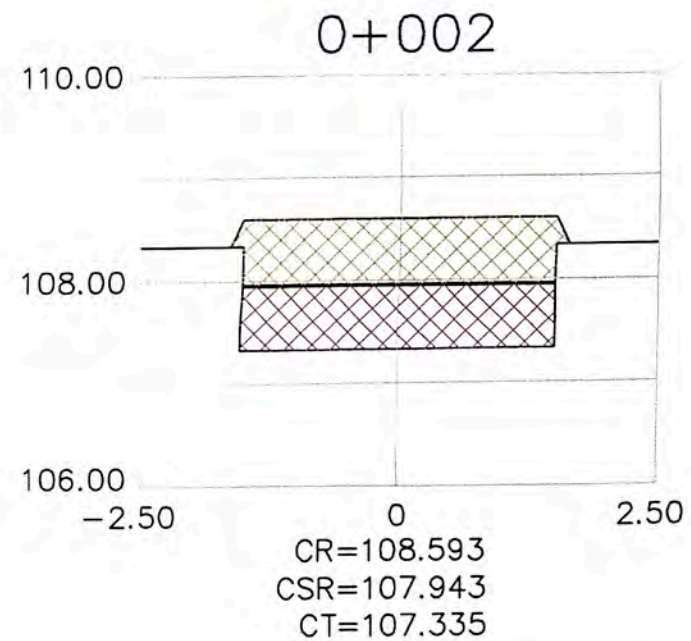
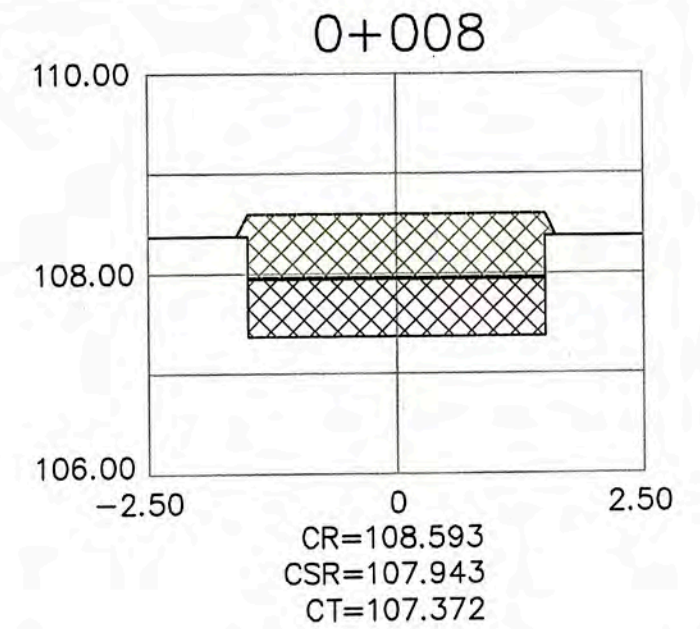
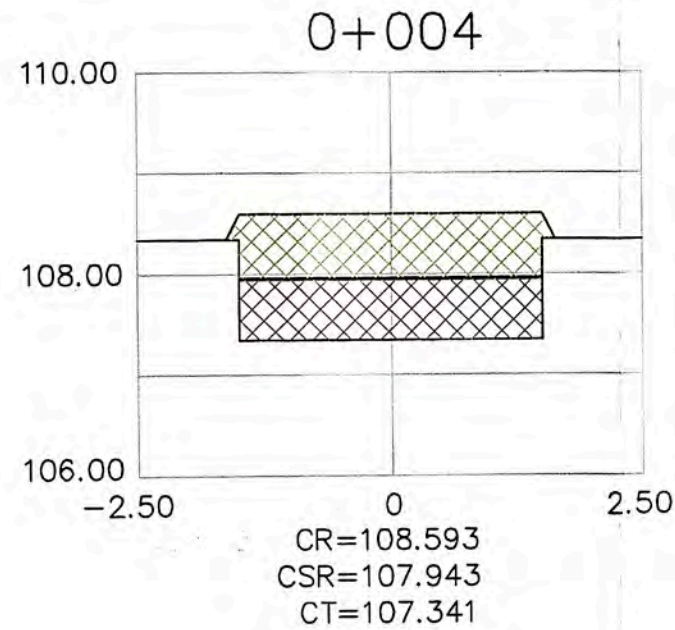
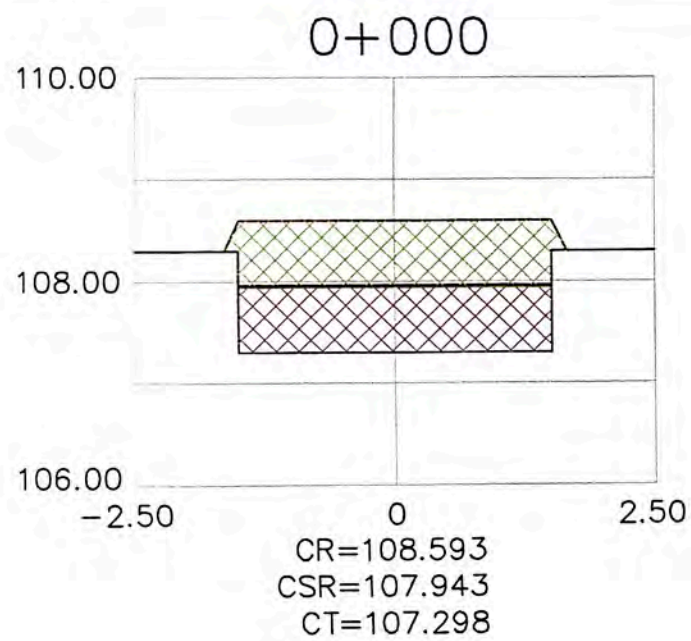


SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: 1/75

LEYENDA	
Rasante:	_____
Sub rasante:	_____
Nivel terreno degradado:	_____
Base:	
Suelo degradado:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS			
PROYECTO: APLICACION DE GEOTEXILES TEJIDOS EN VIAS AFIRMADAS			
INTEGRANTE: Cesar Pedro Arteaga Fretel		REVISADO:	
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES			PLANO N° ST-01
UBICACION: Lab. Nacional de Hidraulica Av. Tupac Amaru s/n DISTRITO : RIMAC PROV.: LIMA DPTO.: LIMA		DIBUJO: FECHA: MARZO 2007	GRUPO DE TRABAJO: Grupo N°3 ESCALA: 1/75



SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: 1/75

LEYENDA	
Rasante:	
Getotextil:	
Sub rasante:	
Nivel terreno degradado:	
Base:	
Suelo degradado:	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

PROYECTO:
APLICACION DE GEOTEXILES TEJIDOS EN VIAS AFIRMADAS

INTEGRANTES:
Cesar Pedro Arteaga Fretel

REVISADO:

PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES
Diseño empleando geotextil tejido como refuerzo y estabilizacion

PLANO N°

UBICACION:
Lab. Nacional de Hidraulica
Av. Tupac Amaru s/n
DISTRITO : RIMAC
PROV.: LIMA DPTO.: LIMA

DIBUJO:
FECHA:
MARZO 2007

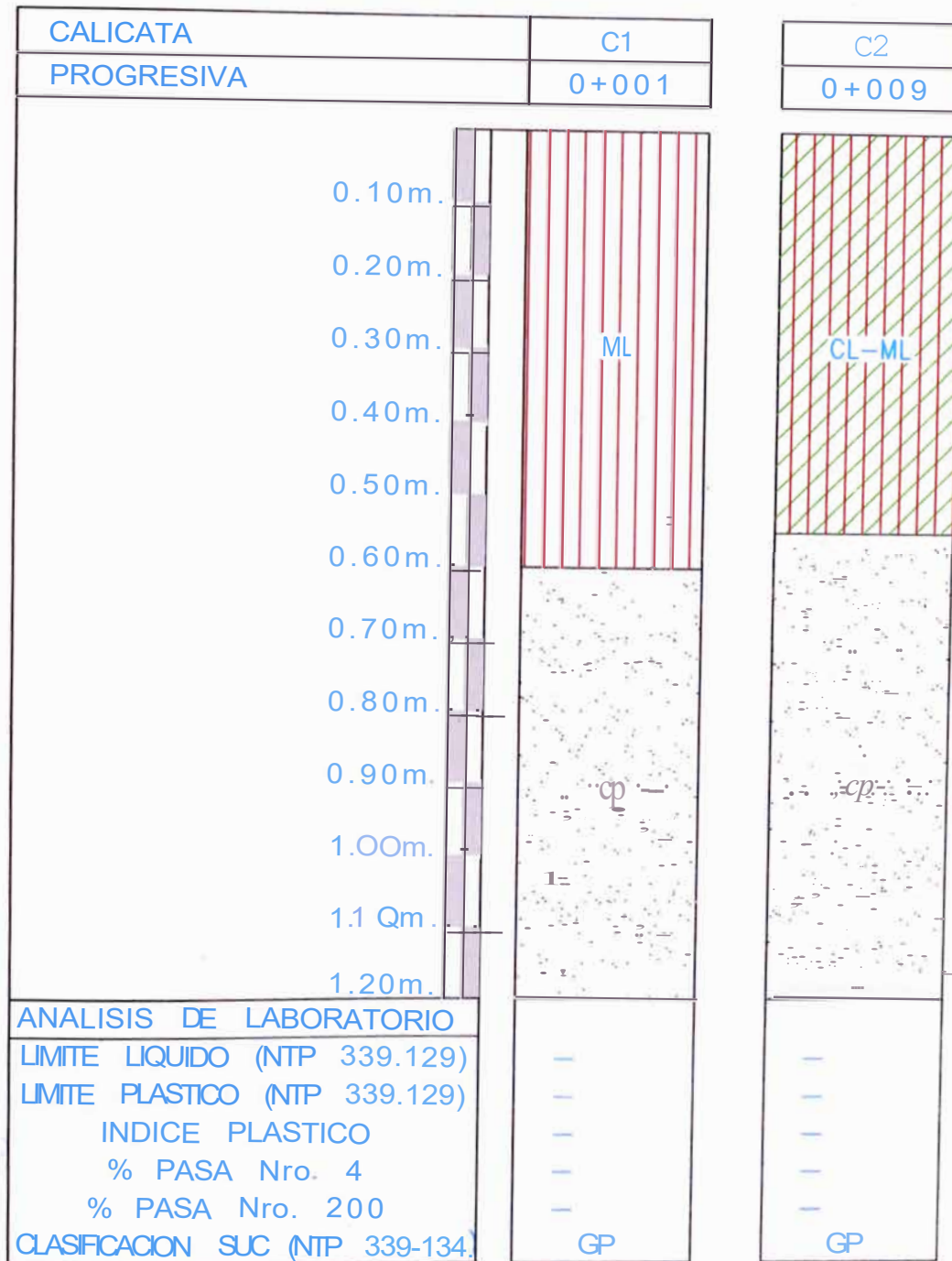
GRUPO DE TRABAJO:
Grupo N°3
ESCALA:
1/75

ST-02



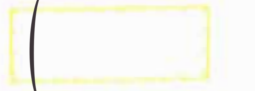
PERFIL ESTRATIGRAFICO

OBRA : TRAMO DE PRUEBA

UBICACION: L.N.H. AV. TUPAC AMARU PTA.4 - RIMAC



LEYENDA:

-  GRAVA POBREMEMENTE GRADADA
-  LIMO BAJA COMPRESIBILIDAD
-  ARCILLA BAJA COMPRESIBILIDAD