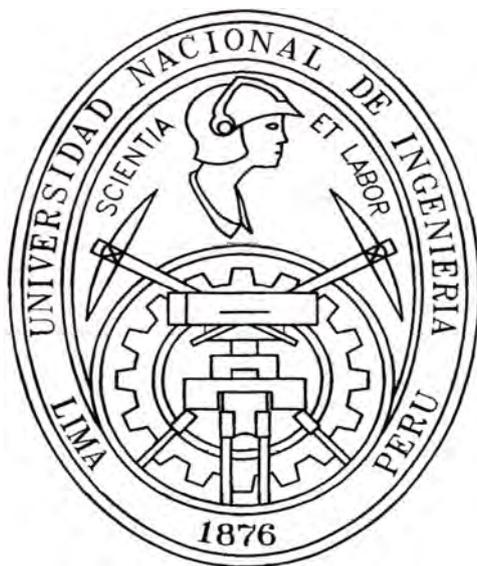


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil



**IMPERMEABILIZACIÓN DE RESERVORIOS DE AGUA CON
GEOMEMBRANAS
CONTROL DE CALIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE
GEOTEXTIL, GEOMEMBRANA Y TUBERÍA HDPE**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JANET JUSTINA ZÚÑIGA RIVAS

Lima- Perú

2007

ÍNDICE

ÍNDICE	02
RESUMEN	04
LISTA DE CUADROS	06
LISTA DE FIGURAS	07
INTRODUCCIÓN	08
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	09
1.1 Definiciones	09
1.1.1 Geosintéticos	09
1.1.2 Geomembrana	10
1.1.3 Geotextil	11
1.2 Marco Teórico	12
CAPÍTULO II: MEMORIA DESCRIPTIVA	14
2.1 Objeto	14
2.2 Generalidades	14
2.3 Ubicación del Terreno y Acceso	15
2.4 Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio	16
2.5 Descripción de los Trabajos	17
CAPÍTULO III: CONTROL DE CALIDAD EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE RESERVORIO DE AGUA	19
3.1 Control de la Superficie de Terreno	19
3.1.1 Zanja de Anclaje	20
3.2 Control de Calidad de Materiales	21
3.2.1 Geotextil Clase 2	21
3.2.2 Geomembrana HDPE 1.0 mm	23
3.2.3 Tuberías HDPE	25
3.3 Control de Calidad en la Instalación	28
3.3.1 Geotextil Clase 2	28
3.3.2 Geomembrana HDPE 1.0 mm	29
3.3.3 Sistemas de Tuberías HDPE	40

CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	45
Anexo I – Planos	
Anexo II – Presupuesto de Obra	
Anexo III – Cronograma de Obra	
Anexo IV – Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio	
Anexo V – Especificaciones Técnicas de los Geosintéticos	
Anexo VI – Formatos de Control de Calidad	
Anexo VII – Memoria Gráfica	

RESUMEN

El Plan de Control de Calidad realizado se basa en la inspección y seguimiento que se hace desde la fabricación de los materiales y su almacenamiento en las instalaciones del proveedor, siguiendo todos los procedimientos establecidos para que los materiales geosintéticos (en este caso geotextil no tejido NT2000 Clase 2 y geomembrana lisa HDPE e=1.0 mm y tubería HDPE 3"Ø) lleguen en óptimas condiciones a obra.

En obra se realiza una inspección visual al área en donde serán instalados los geosintéticos verificando que cumpla con los requerimientos que se exige para la instalación de este tipo de materiales y que entre éstos no existan materiales punzocortantes ni elementos angulares mayores a 2 "Ø.

En el proceso de instalación del geotextil se controla que el material no haya sufrido daños, como desgarres o punzonamientos durante el almacenamiento en obra o su manipuleo para la instalación, este control se realiza mediante la inspección visual. Paralelamente se va llenando un formato de los paneles instalados para identificar a futuro cualquier daño, asimismo se va controlando que el traslape entre paneles cumpla con el establecido en las especificaciones técnicas, siendo el mínimo 30 cm.

Para la geomembrana lisa HDPE se realiza un control de calidad más complejo, que comienza con la inspección visual al material en campo y continúa con la identificación de paneles mediante un formato de control de calidad, pruebas iniciales a los equipos de soldadura tanto de termofusión como de extrusión en donde se comprueba que falle el material antes que el cordón de soldadura, y finalmente verificaciones a los cordones de soldadura realizados en campo con diversos ensayos como son, entre otros, prueba de vacío, prueba de aire, prueba de la chispa eléctrica, dependiendo esta última de la forma y facilidades que presente el área para el uso de los equipos.

Durante el proyecto, se instaló finalmente la tubería de HDPE 3"Ø donde el control del aspecto superficial es muy importante en el cual se considera el aspecto externo de la tubería. Las superficies externas e internas deben estar lisas, limpias y libres de pliegues, ondulaciones y porosidades.

Las uniones de las tuberías HDPE 3"Ø se realizan bajo condiciones de terreno óptimo y de alineación de tuberías listas para ser termofusionadas.

LISTA DE CUADROS

- **CUADRO N° 1.1: Polímeros más comunes en la Fabricación de Geosintéticos.**
- **CUADRO N° 2.1: Datos del Proyecto.**
- **CUADRO N° 2.2: Ensayo de Granulometría (ASTM D422).**
- **CUADRO N° 2.3: Ensayo de Corte Diecto (ASTM 3080).**
- **CUADRO N° 2.4: Ensayo de Densidad Máxima, Mínima (ASTM D4254).**
- **CUADRO N° 2.5: Características Geométricas del Reservorio.**
- **CUADRO N° 3.1: Cantidad de Muestras a Extraer.**
- **CUADRO N° 3.2: Dimensiones de Tuberías HDPE (Norma ISO4427).**
- **CUADRO N° 3.3: Tensiones Aceptables en Soldaduras.**

LISTA DE FIGURAS

- **FIGURA N° 01: Esquema de Panel Layout.**
- **FIGURA N° 02: Esquema de Soldadura por Termofusión.**
- **FIGURA N° 03: Equipo de Soldadura por Termofusión**
- **FIGURA N° 04: Esquema de Soldadura por Extrusión.**
- **FIGURA N° 05: Equipo de Soldadura por Extrusión.**
- **FIGURA N° 06: Caja de Vacío.**

INTRODUCCIÓN

En cada etapa de la construcción de un proyecto de impermeabilidad en donde se requiere solucionar los problemas relacionados con la impermeabilización se debe de intervenir con personal profesional y técnico calificado en las áreas involucradas, cerciorándose de la calidad de los materiales, de la conformidad de las obras de excavación (gestión y seguimiento de las excavaciones y terraplenado, colocación de materiales naturales durante la construcción de los sistemas de impermeabilización) y de las obras de instalación de geosintéticos.

Los geosintéticos son materiales que necesitan una atención particular durante la colocación en la obra para asegurar la calidad y su óptimo funcionamiento. La etapa de instalación es por eso crítica. Efectivamente, ha sido claramente demostrado que sin la aplicación de un riguroso programa de control de calidad en obra y especialmente adaptado a materiales geosintéticos, se corre el riesgo de realizar una obra que no respete los objetivos de rendimiento deseados.

Con el control de calidad se desea asegurar el rendimiento hidráulico de la obra, reducir las pérdidas económicas y los riesgos ambientales del proyecto; para ello, se debe estar capacitado para manejar sus riesgos sabiendo evaluar y cuantificar los posibles problemas que pudiesen ocurrir durante y después de la construcción del proyecto.

Por lo tanto lograr aplicar un control de calidad para responder a las necesidades de la obra, en términos de objetivos de rendimiento, de costos y de gestión de riesgo, implica la presencia en la obra de ingenieros y técnicos de manera que permita garantizar la aplicación eficaz y rigurosa del control de calidad.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Definiciones.

Para explicar las bondades de los materiales llamados geomembrana y geotextil, las variedades que existen, sus propiedades y funciones; las ventajas que tienen estas en comparación con otros productos es necesario conocer su origen.

1.1.1 Geosintético

Es un producto que, por lo menos, uno de sus componentes es a base de 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, obras hidráulicas, sistemas de control de erosión, aplicaciones medioambientales, entre otras.

La fabricación de los geosintéticos comprende procedimientos principalmente de extrusión, tecnología textil y/o ambas tecnologías: textil y plástica.

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

Los tipos de geosintéticos más comunes y 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.

CUADRO 1.1

Polímeros más comunes en la Fabricación de Geosintéticos

<i>Resina</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1988</i>	<i>1989</i>	<i>1990</i>
HDPE	31,960	35,577	37,380	36,053	37,099
LDPE (Total)	39,618	42,715	46,266	43,142	49,608
LDPE	NA	NA	NA	29,258	32,284
LLDPE	NA	NA	NA	13,884	17,323
Nylon	2,069	2,256	2,528	2,532	2,483
Polipropileno	25,863	29,579	32,369	32,209	36,979
Poliestireno	19,891	21,271	23,082	22,712	22,343
PVC	32,289	35,470	37,157	37,727	40,481
Poliester	5,228	6,203	7,351	7,253	8,361
<i>Resina</i>	<i>1991</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>
HDPE	40,998	43,645	44,237	49,470	49,889
LDPE (Total)	49,609	53,030	53,698	56,070	57,342
LDPE	32,200	32,364	32,155	33,722	34,011
LLDPE	19,339	20,665	21,542	22,348	23,331
Nylon	2,563	2,972	3,417	4,196	4,539
Polipropileno	37,068	37,473	38,394	42,448	48,460
Poliestireno	22,045	22,677	23,949	26,023	25,169
PVC	40,779	44,451	45,643	52,118	54,712
Poliester	9,411	10,737	11,343	14,222	16,843

En millones de newtons.
Fuente: SPI [5]

1.1.2 Geomembrana.

Se define como un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado aplicado a la ingeniería de geotécnica para controlar la migración de fluidos. Es hecha a partir de hojas relativamente deshojadas de polímeros.

Valores normales de permeabilidad para una geomembrana medida para transmisión de agua y vapor están en un rango de 10^{-2} a 10^{-15} m/s, por esto las geomembranas son consideradas ser relativamente impermeables.

De acuerdo a la Norma ASTM D4439, la geomembrana se define como un revestimiento o barrera sintética de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado y aplicado a la ingeniería geotécnica con el propósito

de controlar la migración de fluidos en un proyecto, estructura o sistema construido por el hombre.

Según el GRI, la geomembrana son materiales de láminas muy delgadas "impermeable" de caucho o material plástico usados en primera instancia para recubrimientos y cubiertas de instalaciones de almacenamiento de sólidos líquidos. De esta manera la primordial función es siempre como una barrera para el líquido o el vapor. El rango de aplicaciones sin embargo es muy grande y al menos 30 aplicaciones individuales en trabajos de ingeniería civil han sido desarrolladas.

1.1.3 Geotextil

Dentro del grupo de los geosintéticos tenemos los geotextiles que se definen como "un material textil plano permeable polimérico (sintético natural) que puede ser No Tejido y Tejido o tricotado y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, piedras, etc.) u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas"

Geotextiles Tejidos, son aquellos formados por cintas entrecruzadas de tejer. 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 la 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 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.

Geotextiles No Tejidos, estaban formados por fibras o filamentos superpuestos en forma laminar, consolidándose esta estructura por distintos sistemas según el cual sea el sistema empleado para unir los filamentos o fibras. Los geotextiles No Tejidos se clasifican a su vez en: No Tejidos Ligados mecánicamente o punzonados por agujas, No Tejidos térmicamente o termosoldados, No Tejidos ligados químicamente o resinados.

- Clasificación de Geotextil

Según su composición, las fibras que más se emplean son las sintéticas, siendo por ello que siempre tendemos a asociar al geotextil con fibras o filamentos sintéticos. Sin embargo al existir gran diversidad de aplicaciones, también se fabrican con fibras naturales y artificiales.

Fibras Naturales, pueden ser origen animal (lana, seda, pelos, etc) vegetal (algodón, yute, coco, etc) que se utilizan para la fabricación de geotextiles biodegradables utilizados en la revegetación de taludes, por ejemplo, en márgenes de ríos, etc.

Fibras Artificiales, son las derivadas de la celulosa. Son el rayón, la viscosa y el acetano.

Fibras Sintéticas, cuando el geotextil se le exige durabilidad, se fabrica con fibra o filamentos obtenidos de polímeros sintéticos. Los geotextiles fabricados con estos polímeros son de gran durabilidad y resistentes a los ataques de microorganismos y bacterias. Los más empleados son el polipropileno, poliéster, polietileno y poliacrílico.

1.2 Marco Teórico.

Desde tiempos muy remotos se ha tenido la idea de impermeabilización, pero desde hace muy poco ha crecido con rapidez un nuevo producto que avanza en la ingeniería civil con gran rapidez, tal es así; que el uso de los geosintéticos en América Latina ha tenido en los últimos años un gran incremento respondiendo a una necesidad que cada vez se hace más crítica en los proyectos de ingeniería, la cual consiste en la ejecución de obras civiles con una alta calidad técnica, buscando un equilibrio económico y disminuyendo el impacto ambiental con productos o sistemas que promuevan la protección del medio ambiente.

La tecnología de los geosintéticos se ha convertido en una alternativa para solucionar los problemas tanto técnicos como económicos de los proyectos de

ingeniería y su implementación se ha hecho en la mayoría de los casos de forma empírica, retomando resultados de experiencias en proyectos anteriores.

Bajo este concepto, en muchas ocasiones los geosintéticos han sido una solución exitosa pero en algunos casos la falta de conocimiento y de una metodología de diseño que permita definir los requerimientos de estos materiales de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto, no ha permitido que los beneficios de esta tecnología sean aprovechados en su total magnitud.

Por lo expuesto anteriormente, es sin lugar a dudas, la importancia que la calidad adquiere en un trabajo de instalación de geosintéticos; el que éste se realice dentro de las normas de control de calidad que rigen estas labores asegura la correcta funcionalidad de la obra terminada.

Es indiscutible que se espera un servicio de primer nivel, lo que en definitiva constituye una carta de presentación para ganar prestigio y acceder a la adjudicación de futuros proyectos y obras.

El presente capítulo pretende normalizar la ejecución de las labores de control de calidad, designar responsabilidades y definir métodos de autocontrol, tendientes a desarrollar una cultura de calidad.

Se debe contar entonces, con estrictos procedimientos de control y aseguramiento de calidad, tanto para la fabricación como para la instalación de los geosintéticos. La instalación de éstos materiales es crítica y, por tanto, debe considerarse realizar los trabajos con personal de probada experiencia, para la provisión, instalación, y control de calidad respectivos.

El procedimiento de control de calidad debe seguir los estándares más exigentes acordes con las normativas en cuanto a calidad y número de pruebas, aprobación de líneas de soldadura, de equipos y técnicos, que asegura una instalación libre de problemas.

CAPÍTULO II: MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 Objeto.

El objeto de la Memoria Descriptiva es dar las pautas generales y los compromisos que se seguirán durante la ejecución del Proyecto denominado "Impermeabilización de Reservorio de Agua con Geomembrana", en cuanto a calidades, procedimientos y acabados durante su ejecución; como complemento de los planos, especificaciones técnicas y metrados; que constituyen el expediente técnico. Las descripciones de las partidas son referenciales y no limitativas siendo el objetivo principal la ejecución de las mismas bajo Normas, Estándares de Ingeniería Aplicables, Reglamento Nacional de Edificaciones y Especificaciones Técnicas; así como reglamentos y procedimientos constructivos; tanto para la ejecución como para el control de calidad.

2.2 Generalidades.

Durante el desarrollo de la obra se proyectó una organización general que contempló de manera global los diferentes aspectos del proyecto como son: elaboración de los planos del proyecto (Ver Anexo I); presupuesto detallado de obra (Ver Anexo II); programación de obra (Ver Anexo III), supervisión, residencia, supervisión durante la instalación de geosintéticos y un plan de control de calidad durante la ejecución de los trabajos.

De manera general se describe la organización del proyecto en el Cuadro N° 2.1 "Datos del Proyecto"

CUADRO Nº 2.1
DATOS DEL PROYECTO

Proyecto:	Impermeabilización de Reservoirio de Agua con Geomembrana
Ubicación:	Universidad Nacional de Ingeniería
Inicio de trabajos:	22 de Febrero de 2007
Fin de trabajos:	22 de Abril de 2007
Plazo de Obra:	60 días útiles.
Propietario:	Universidad Nacional de Ingeniería
Supervisión:	Bach. Ing. Civil Héctor Bossio Cruzado
Contratista:	Grupo Nº 9
Responsable de Obra:	Bach. Ing. Civil Manuel Quino Ordoñez
Jefe Instalación de Geotextil:	Bach. Ing. Civil Ofelia Alfaro Monteagudo
Jefe Instalación de Geomembrana:	Bach. Ing. Civil Débora Seclén Palacín
Jefe de Control de Calidad:	Bach. Ing. Civil Janet Zúñiga Rivas
Descripción de Insumos	Geomembrana de HDPE e = 1.00 mm
Empleados:	Geotextil No Tejido Clase 2 NT2000, de Amortiguamiento

2.3 Ubicación del Terreno y Acceso.

El área donde se desarrollarán los trabajos de impermeabilización del reservoirio se encuentra ubicado en terreno propiedad de la Universidad Nacional de Ingeniería, específicamente en la zona baja del Cerro Arrastre (cota 99.00 msnm); y en la parte posterior del C.E.I. “**Los Ingenieritos**”. Ver Plano P-01 “Ubicación”.

Se dispone de una vía de acceso asfaltada desde el ingreso a la Universidad Nacional de Ingeniería hasta la parte frontal del C.E.I.9 “Los Ingenieritos”, y hacia la parte lateral del nido la vía de acceso, está conformada por una superficie de rodadura de afirmado compactado y permite el tránsito de equipos livianos y pesados que transporten materiales para la ejecución del Proyecto.

2.4 Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio

Previo al inicio del proyecto se previó obtener algunos valores de campo, que son indispensables para el diseño.

Para el presente proyecto fueron necesarios realizar los siguientes Ensayos de Suelos:

- Ensayo de Granulometría – (ASTM – D422)
- Ensayo de Corte Directo – (ASTM – 3080)
- Ensayo de Densidad Máxima, Mínima - (ASTM - D4254)

Estos ensayos fueron realizados por el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, para realizar estos ensayos se tomaron muestras mediante la excavación de una calicata; según Reglamento Nacional de Edificaciones, considerando que el área a ejecutar es aprox. 24 m².

Los resultados de los ensayos de suelos se muestran en el Anexo IV.

- Resumen de los Resultado de Ensayos de Suelos

CUADRO N° 2.2	
Ensayo de Granulometría – (ASTM – D422)	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Límite Líquido (%) ASTM D4318	23.3
Límite Plástico (%) ASTM D4318	18.5
Índice de Plasticidad (%)	4.8
Clasificación SUCS	GP-GC

CUADRO N° 2.3	
Ensayo de Corte Directo – (ASTM – 3080)	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Ángulo de fricción interna:	33.9°
Cohesión (kg/cm ²):	1.71

CUADRO N° 2.4	
Ensayo de Densidad Máxima, Mínima - (ASTM - D4254)	
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Densidad máxima (gr/cm ³):	1.71
Densidad mínima (gr/cm ³):	1.45
Densidad natural – Cono 12" (gr/cm ³):	2.17
Clasificación SUCS	GP-GC

2.5 Descripción de los Trabajos

Se construirá un reservorio de almacenamiento de agua; el cual se usará para bombear el agua a otro reservorio superior con cota de fondo 114.00 msnm; desde el cual por gravedad se irrigará la ladera del cerro provista de cobertura vegetal con el propósito de controlar la erosión.

CUADRO N° 2.5	
Características Geométricas del Reservorio	
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
• Corona	6.00 x 8.00 m
• Base	2.00 x 4.00 m
• Profundidad neta	1.00 m
• Talud	2H : 1V
• Almacenamiento máximo	20.00 m³
• Almacenamiento útil	18.00 m³
• Altura de bombeo	15.00 m

El reservorio considera una impermeabilización con geomembrana del tipo HDPE de 1.0 mm obtenida según diseño, para evitar la percolación de las aguas almacenadas, además dadas las características del suelo (presenta partículas angulosas y punzocortantes) se instalará un geotextil No Tejido, para la protección de la geomembrana.

Debe considerarse las diferentes etapas de ejecución como son: Trabajos Preliminares; comprende la movilización y desmovilización de equipos y herramientas; trazo, nivelación y replanteo del terreno; Trabajos Civiles: Movimiento de Tierras, que incluye excavación a máquina; refine y compactación a nivel del terreno; y eliminación de material excedente de la excavación; Instalación del Geosintéticos de Amortiguamiento: comprende la instalación de geotextil no tejido, Impermeabilización de Reservorio: instalación de geomembrana HDPE de $e = 1.0\text{mm}$.

CAPÍTULO III: CONTROL DE CALIDAD EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE RESERVORIO DE AGUA

3.1 Control de la Superficie de Terreno.

El Jefe de Control de Calidad y el Instalador verifica el estado de la superficie que estará en contacto con los geosintéticos (Geotextil y Geomembrana), la cual debe estar libre de irregularidades, protuberancias, vegetación, exceso de agua, material flojo, piedras, superficies suaves, y cualquier condición superficial que por su composición, fondo y tamaño puedan causar daños.

Si se presentara alguna de las condiciones superficiales descritas anteriormente, el Contratista deberá reparar la superficie hasta la conformidad de la misma.

Previo al inicio de los trabajos de revestimiento, el instalador, el control de calidad, el ingeniero y el supervisor verificarán su aceptación y firmarán el formato de aceptación de área inspeccionada asumiendo la responsabilidad del área aprobada.

Previo al inicio de la instalación, se presentará a la Supervisión un Panel Layout del área a desplegar para su aprobación correspondiente con el fin de programar la operación, tomar las medidas de seguridad para prevenir cualquier pérdida y desplegar de acuerdo al programa de producción establecido.

El Instalador no verifica ni se responsabiliza por los informes de inspección, de recepción, resultados de compactación requerida, etc. respecto a los trabajos de movimiento de tierras.

El Instalador NO instalará sobre terreno NO APROBADO según lo estipulado en las especificaciones técnicas para geosintéticos, para lo cual se dejará constancia en un Formulario de Aceptación de la Superficie.

3.1.1 Zanja de Anclaje

La zanja de anclaje será construida de acuerdo a Planos y Especificaciones Técnicas dadas previas al inicio de los trabajos, corresponderá la verificación de:

- La zanja de anclaje deberá ser construida con anticipación al despliegue de la geomembrana para asegurar su anclaje.
- La parte de la zanja de anclaje en contacto con la Geomembrana deberá estar libre de irregularidades, protuberancias, piedras filosas, clastos u otro elemento que pudiera dañar la geomembrana.
- El relleno de la zanja de anclaje se hará utilizando material adecuado según especificaciones, no obstante, se hará inspecciones al relleno para evitar que se produzcan daños a la geomembrana al momento del relleno.
- Durante el tiempo transcurrido entre el despliegue de la geomembrana y el relleno de la zanja de anclaje por parte del contratista, deberá colocar un anclaje temporal consistente en sacos con material y/o material de relleno a lo largo de la zanja de anclaje, para evitar que la geomembrana se desplace y cree problemas de excesivas arrugas.

Se recomienda que el relleno de la zanja de anclaje ocurra en momentos en que la geomembrana se encuentre en su estado de mayor contracción para evitar la formación de trampolines. Si esto no fuera posible, se deberá utilizar otra metodología tal como generar arrugas adicionales o colocar sacos con lastre con el fin de evitar que la geomembrana se levante.

3.2 Control de Calidad de Materiales.

3.2.1 Geotextil Clase 2.

Los geotextiles no tejidos son estructuras planas textiles que se emplean en obras de ingeniería, más específicamente en Geotecnia, obteniéndose de determinados materiales sintéticos fabricados según diferentes procedimientos de los cuales resultan una vasta selección de propiedades que les brindan los más diversos campos de aplicación.

Para el suministro de geotextiles se deberá adjuntar un certificado extendido por un Laboratorio Certificado para dar a conocer de esta manera las características de acuerdo a todos los procedimientos de ensayo que figuran en la presente instrucción (Ver Anexo V-Especificaciones Técnicas de los Geosintéticos). Este certificado incluirá:

- a. Nombre del fabricante
- b. Descripción del producto
- c. Resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras inspeccionadas.
- d. Fecha y firma del profesional legalmente autorizado certificando la información requerida.

En el momento de la recepción de los lotes y según las dimensiones de los mismos, deberán extraerse muestras al azar en base al siguiente cuadro:

CUADRO N° 3.1: Cantidad de Muestras a Extraer

Dimensión del lote (en m²)	N° de muestras
Hasta 2.000	1
de 2001 a 4000	2
de 4.001 a 8.000	3
de 8001 a 20.000	4
más de 20.000	5

El tamaño de las muestras será de 1,80 m x 6 m (mínimo) o el que indique el laboratorio correspondiente como sea necesario, sobre las que se indicará el sentido de fabricación.

Las mismas deberán enviarse inmediatamente a un laboratorio enrolladas y cuidadosamente protegidas mediante un embalaje adecuado a efectos de dar su conformidad respecto a las condiciones requeridas.

El objetivo es llegar a contar con los resultados de ensayo antes de su colocación en obra, para lo cual se deberá prever que la entrega de todo lote se realice con la suficiente antelación.

En caso de que no fuera posible contar con la totalidad de los resultados previo a la colocación del geotextil, se dará preferencia a los siguientes ensayos:

- Resistencia GRAB
- Peso
- Desgarro o corte trapezoidal
- Punzonado

Debiéndose luego continuar con el resto.

Embalaje y Requerimientos de identificación

Un rótulo u otro método de identificación será fijado a cada rollo envuelto indicando lo siguiente:

- 1) Fabricante o nombre del producto
- 2) Fecha de fabricación del manto
- 3) Número de identificación de rollo
- 4) Peso (g/m²) del manto y tipo de geotextil
- 5) Ancho del rollo
- 6) Largo del rollo.

Adicionalmente una tarjeta similar será fijada en el interior del rollo por un eventual deterioro del rótulo externo.

Cada rollo será envuelto individualmente y la cobertura de protección será la adecuada para mantenerse inalterable durante un período mínimo de dos años.

El Supervisor de Campo y el Jefe de Control de Calidad, inspeccionarán visualmente cada panel de geotextil, tan pronto como sea posible, para identificar, marcar y verificar el estado de éstos.

3.2.2 Geomembrana HDPE 1.0 mm.

Los proveedores fabrican el material de revestimiento HDPE (polietileno de alta densidad) en rollos para un proyecto en particular y los unen, al pie de obra, formando así los revestimientos acabados. Es imprescindible la documentación que acredite que el material cumple con las especificaciones requeridas.

Para el proyecto desarrollado se instaló una geomembrana lisa de HDPE $e=1.0$ mm (Ver Anexo V-Especificaciones Técnicas de los Geosintéticos).

Materia Prima

En la fabricación de la geomembrana se deberá emplear una resina de primera calidad. La resina se deberá diseñar y fabricar específicamente para el propósito con el que es creada. El fabricante de la resina deberá realizar las pruebas y facilitar los resultados. Una vez que la resina es entregada al fabricante de membranas, se deberán probar las siguientes propiedades para determinar si cumple con las especificaciones referidas.

Gravedad Específica	ASTM D1505 (Método A)	1/lote
Índice de Fusión	ASTM D1238 (Condición E)	1/lote

Los resultados obtenidos en las pruebas deberán quedar registrados de manera pertinente.

Láminas de Geomembrana

Para el material de HDPE, que tiene un punto cedente bien definido, se deberá realizar las siguientes pruebas:

Grosor de lámina	ASTM D1539	Mín. 25/rollo
Tensión a la Fluencia	ASTM D638	1/50 000 s.f.
Tensión en la ruptura	ASTM D638	1/50 000 s.f.
Elongación en la fluencia	ASTM D638	1/50 000 s.f.
Elongación en la ruptura	ASTM D638	1/50 000 s.f.
Negro de Humo	ASTM D1603	1/100 000 s.f.
Densidad	ASTM D792	1/100 000 s.f.
Índice de Fusión	ASTM D792	1/lote de resina.

Los resultados obtenidos en las pruebas se deberán registrar de manera pertinente.

Todos los rollos deberán tener etiquetas con la siguiente información:

- Número único de identificación
- Número de lote
- Tipo de revestimiento y
- Grosor del revestimiento.

Todos los resultados de la membrana se deberán asignar en el número de rollo pertinente.

Varilla del Producto Extruido

Todas las varillas de los productos extruidos se deberán hacer con el mismo tipo de resina que el de la lámina de la geomembrana. El fabricante deberá probar las siguientes propiedades de la resina.

Gravedad Específica	ASTM D792 (Método A)	1/lote
Índice de Fusión	ASTM D1238 (Condición E)	1/lote

Los resultados obtenidos se deberán registrar de manera pertinente.

3.2.3 Tuberías HDPE.

Todos los productos de HDPE son sometidos a rigurosas pruebas de control de calidad para determinar el estricto cumplimiento de las normas nacionales e internacionales. En la Tabla N° 2 Se muestran las características de la tubería de 3"Ø – SDR 17 instalada en el proyecto.

Materia prima

En la fabricación de tuberías y accesorios de HDPE se utilizan resinas de excelente calidad suministradas por proveedores certificados bajo normas de la serie ISO 9000. Las propiedades físicas y químicas de las resinas están garantizadas y certificadas por cada fabricante.

Las resinas son sometidas a diversas pruebas, orientadas a verificar algunos de los parámetros más importantes que deben cumplir, dentro de los cuales se destacan:

- Densidad.
- Índice de fluidez.

Una vez controlados los parámetros y certificada la calidad de la materia prima, recién comienza el proceso de fabricación de tuberías y accesorios de HDPE.

Tuberías

Las pruebas más comunes a que son sometidas las tuberías de HDPE son:

- Dimensiones y tolerancias, el primer control que se realiza consiste en verificar que nuestros productos cumplen con las exigencias y requerimientos dimensionales especificados en normas internacionales, tales como diámetro nominal, espesor de pared y sus tolerancias respectivas.
- Presión interna, la prueba de presión interna consiste en someter a altas presiones probetas de tuberías recién extruidas. Las tuberías deben resistir esta prueba sin romperse, agrietarse, deformarse o evidenciar pérdidas.

- Aspecto superficial, es un control importante en el cual se considera el aspecto externo de la tubería. Las superficies externas e internas deben ser lisas, limpias y libres de pliegues, ondulaciones y porosidades.
- Densidad, una vez fabricada la tubería, se procede nuevamente a medir la densidad del polietileno, para chequear si el proceso de extrusión provocó alguna variación en la densidad del material
- Stress cracking, esta prueba es uno de los parámetros para determinar la calidad del proceso de extrusión de la tubería. Consiste en someter una probeta a la acción de un material tenso activo que actúa en los puntos de concentración de tensiones del material, disminuyendo la fuerza de interacción de las moléculas y produciendo su separación. Una buena respuesta del material significa buena calidad tanto de la materia prima como del proceso de extrusión.
- Contracción longitudinal por efecto del calor, el ensayo de contracción longitudinal tiene como objetivo medir uno de los parámetros de calidad de extrusión, el enfriamiento. La contracción no puede ser mayor de un 3%.
- Tensión de fluencia y alargamiento a la rotura, el ensayo consiste en deformar una probeta, a lo largo de su eje mayor, a velocidad constante y aplicando una fuerza determinada, hasta que la probeta se rompa. Se determina la fuerza en el punto de fluencia, el alargamiento a la rotura y la fuerza en la rotura.
- Marca de las tuberías, la marca o identificación de las tuberías se realiza de acuerdo a las especificaciones de las normas internacionales pertinentes. El propósito es proporcionar la información adecuada para que cada producto sea identificado en forma rápida y precisa.

CUADRO N° 3.2

Dimensiones de Tuberías HDPE
Norma ISO 4427 ($\sigma_S = 63 \text{ Kg/cm}^2$).

DIÁMETRO NOMINAL D	DIÁMETRO NOMINAL EQUIVALENTE ¹⁾ D	RELACIÓN DIMENSIONAL ESTÁNDAR SDR ²⁾															
		SDR 41		SDR 33		SDR 21		SDR 17		SDR 13,6		SDR 11		SDR 9		SDR 7,4	
		PRESIÓN NOMINAL PN ³⁾															
		PN 3,2		PN 4		PN 6		PN 8		PN 10		PN 12,5		PN 16		PN 20	
mm	pulgadas	Espesor mínimo	Peso medio	Espesor mínimo	Peso medio	Espesor mínimo	Peso medio	Espesor mínimo	Peso medio	Espesor mínimo	Peso medio	Espesor mínimo	Peso medio	Espesor mínimo	Peso medio	Espesor mínimo	Peso medio
16	3/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,10	2,3	0,10
20	1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,13	2,8	0,16
25	3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,17	2,8	0,20	3,5	0,24
32	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	0,23	3,0	0,28	3,6	0,33	4,4	0,39
40	1 1/4	-	-	-	-	-	-	2,4	0,30	3,0	0,36	3,7	0,43	4,5	0,51	5,5	0,61
50	1 1/2	-	-	-	-	2,4	0,38	3,0	0,46	3,7	0,56	4,6	0,67	5,6	0,80	6,9	0,96
63	2	-	-	-	-	3,0	0,59	3,8	0,73	4,7	0,89	5,8	1,07	7,1	1,28	8,6	1,50
75	2 1/2	-	-	2,3	0,56	3,6	0,84	4,5	1,03	5,6	1,26	6,8	1,50	8,4	1,80	10,3	2,14
90	3	2,3	0,67	2,8	0,80	4,3	1,20	5,4	1,48	6,7	1,81	8,2	2,17	10,1	2,60	12,3	3,0
110	4	2,7	0,95	3,4	1,19	5,3	1,79	6,6	2,20	8,1	2,67	10,0	3,22	12,3	3,87	15,1	4,60
125	5	3,1	1,25	3,9	1,53	6,0	2,31	7,4	2,82	9,2	3,44	11,4	4,18	14,0	4,99	17,1	6,02
140	5 1/2	3,5	1,56	4,3	1,90	6,7	2,90	8,3	3,54	10,3	4,31	12,7	5,22	15,7	6,27	19,2	7,57
160	6	4,0	2,02	4,9	2,47	7,7	3,80	9,5	4,63	11,8	5,64	14,6	6,83	17,9	8,32	21,9	9,86
180	6	4,4	2,51	5,5	3,12	8,6	4,76	10,7	5,87	13,3	7,15	16,4	8,79	20,1	10,53	24,6	12,48
200	8	4,9	3,11	6,2	3,90	9,6	5,92	11,9	7,22	14,7	8,80	18,2	10,85	22,4	13,01	27,4	15,42
225	8	5,5	3,93	6,9	4,89	10,8	7,49	13,4	9,17	16,6	11,38	20,5	13,74	25,2	16,48	30,8	19,52
250	10	6,2	4,91	7,7	6,05	11,9	9,15	14,8	11,26	18,4	14,00	22,7	16,93	27,9	20,28	34,2	24,09
280	10	6,9	6,12	8,6	7,55	13,4	11,57	16,6	14,40	20,6	17,58	25,4	21,71	31,3	25,48	38,3	30,21
315	12	7,7	7,67	9,7	9,59	15,0	14,55	18,7	18,24	23,2	22,26	28,6	26,89	35,2	32,25	43,1	38,26
355	14	8,7	9,79	10,9	12,16	16,9	18,81	21,1	23,21	26,1	28,23	32,2	34,11	39,7	40,98	48,5	48,50
400	16	9,8	12,38	12,3	15,45	19,1	23,99	23,7	29,37	29,4	35,81	36,3	43,32	44,7	52,00	54,7	61,66
450	18	11,0	15,65	13,8	19,48	21,5	30,34	26,7	37,22	33,1	45,39	40,9	54,90	50,3	65,83	61,5	77,97
500	20	12,3	19,44	15,3	23,98	23,9	37,49	29,7	46,00	36,8	56,04	45,4	67,72	55,8	81,15	-	-
560	22	13,7	24,24	17,2	30,82	26,7	46,95	33,2	57,60	41,2	70,29	50,8	84,90	-	-	-	-
630	24	15,4	30,69	19,3	38,90	30,0	59,30	37,4	72,97	46,3	88,87	57,2	107,56	-	-	-	-
710	28	17,4	39,77	21,8	49,53	33,9	75,54	42,1	92,64	52,2	112,94	-	-	-	-	-	-
800	32	19,6	50,56	24,5	62,68	38,1	95,75	47,4	117,47	58,8	143,33	-	-	-	-	-	-
900	36	22,0	63,75	27,6	79,56	42,9	121,22	53,3	148,64	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	40	24,5	78,90	30,6	98,01	47,7	149,82	59,3	183,74	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	48	29,4	113,64	36,7	140,99	57,2	215,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	54	34,3	154,65	42,9	192,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600	64	39,2	201,97	49,0	250,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) Diámetro nominal equivalente en pulgadas, como referencia con la norma ASME B36.10.

2) La relación dimensional estándar SDR corresponde al cociente entre el diámetro externo y el espesor de pared de la tubería. Es adimensional.

3) La presión nominal PN corresponde a la máxima presión de operación admisible de la tubería a 20°C, en bar.

Esta tabla se basa en las normas ISO 4427 e ISO 4665.

Los pesos están calculados en base a valores medios de diámetro y espesor, según tolerancias especificadas en la norma ISO 11922-1.

3.3 Control de Calidad en la Instalación.

Durante la ejecución del proyecto, los ensayos realizados en campo forman parte del control de calidad, se ha supervisado la calidad de la superficie del terreno donde se colocarán los geosintéticos, se han tomado pruebas iniciales a los equipos de soldadura, y se han ensayado las soldaduras tanto de termofusión como de extrusión. Quedan establecidas las condiciones de los trabajos realizados en los formatos de Control de Calidad adjuntados en el Anexo VI

3.3.1 Geotextil Clase 2.

Durante la instalación del geotextil, el Técnico de Control de Calidad deberá efectuar en forma permanente una Inspección Visual a todos los elementos involucrados. En especial a la Superficie de apoyo, ya que de ésta depende mucho la calidad del trabajo final.

Inmediatamente después de desplegado el Geotextil, el Control de Calidad inspeccionará visualmente cada uno de los paneles. Principalmente, la función a desempeñar consistirá en:

- Verificar que los paneles de Geotextil no presenten arrugas, marcas profundas, salidas de rodillo, material fundido, quemaduras ni perforaciones y que el traslape sea el adecuado.
- Inspeccionar cada unión dentro del metro inicial, debajo del traslape en busca de pliegues, malos acomodamientos y/o áreas sin cobertura..
- En todo el panel, se deberá observar, marcar e informar al contratista de las perforaciones, deformaciones por piedras u otros, ralladuras, fallas de producción y/o cualquier otro detalle que sea susceptible de ser analizado (cambios de tonalidad en el geotextil, restos de material plástico adherido, etc.) para tomar la decisión de reemplazo total o parcial del panel para las posteriores reparaciones.

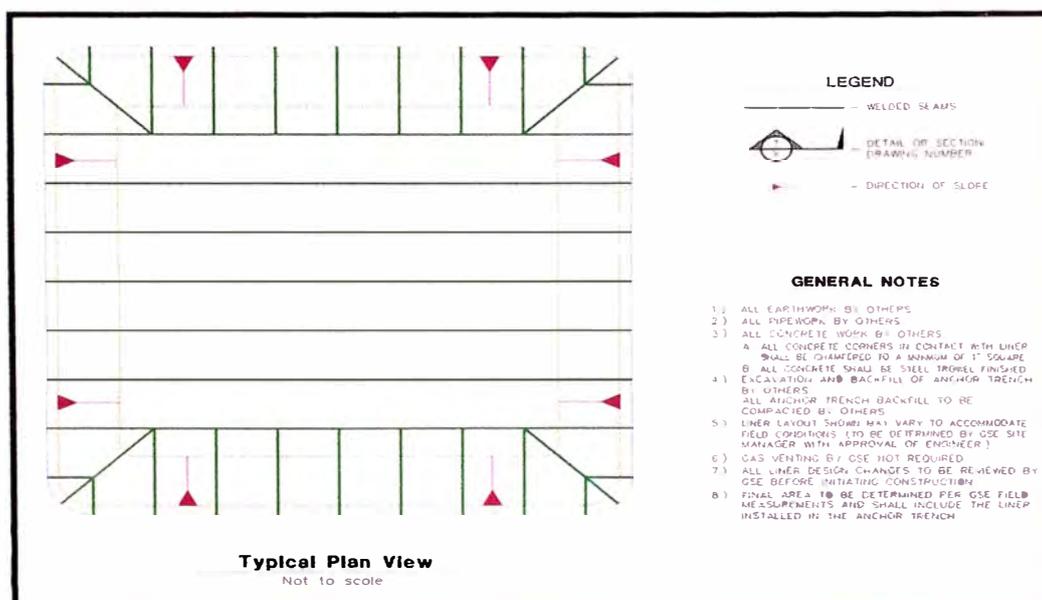
- No deberá de existir piedras rodantes con ángulos prominentes bajo el geotextil con el fin de evitar transmitir daños a la geomembrana. En caso de observar estas irregularidades durante la inspección visual del área se procederá a realizar retirar y/o reponer dicho material.
- Toda unión entre paneles debe ser inspeccionada visualmente, observando cuidadosamente cumplir con los requerimientos especificados en cuanto al traslape.

3.3.2 Geomembrana HDPE 1.0 mm.

En primer lugar, se deberá realizar una inspección visual de la rasante para determinar si es apta para ser revestida. La aceptación de la rasante por parte del Contratista deberá quedar registrada.

En seguida, las láminas se deberán extender de acuerdo con el panel layout previamente aprobado. A cada panel se le deberá asignar un número de identificación y de referencia en el dibujo del plano, más el número de identificación del rollo del fabricante y la fecha en que se dispuso.

FIGURA Nº 01 – Esquema de Panel Layout



A medida que el trabajo avanza, se deberán registrar los detalles de las dimensiones y el número del rollo del fabricante para cada panel en la forma de registro del panel. El número de rollo identifica el material en cada panel y permite rastrear los informes de pruebas de control de calidad realizados por el fabricante de láminas.

Cuando estén en posición, se deberá revisar que los paneles no presenten daños físicos producidos, ya sea durante la fabricación o durante la instalación que podrían afectar adversamente el rendimiento del revestimiento acabado. Se deberá eliminar y descartar cualquier daño en la capa externa de los rollos que podría afectar el rendimiento. Se deberán registrar todas las áreas reparadas del revestimiento acabado en el dibujo del plano del panel y se deberá informar acerca de los daños y de la reparación.

Costura de Montaje

Todas las costuras de HDPE se deberán soldar por extrusión o por fusión.

FIGURA N° 02 – Esquema de Soldadura por Termofusión

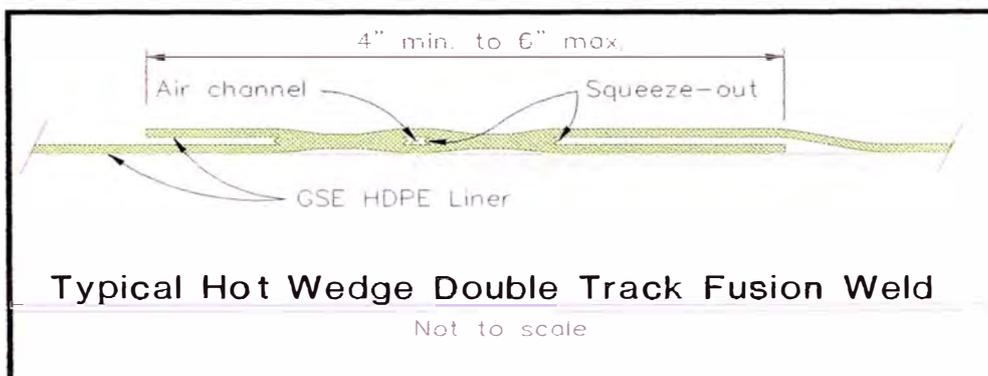


FIGURA N° 03 – Equipo de Soldadura por Termofusión

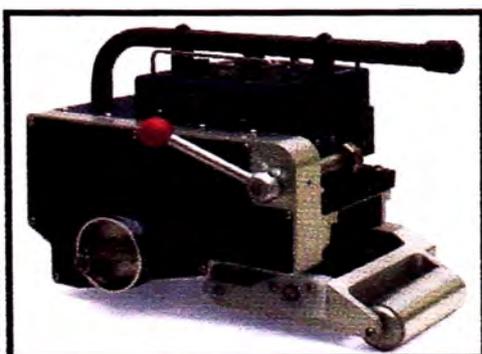


FIGURA N° 04 – Esquema de Soldadura por Extrusión

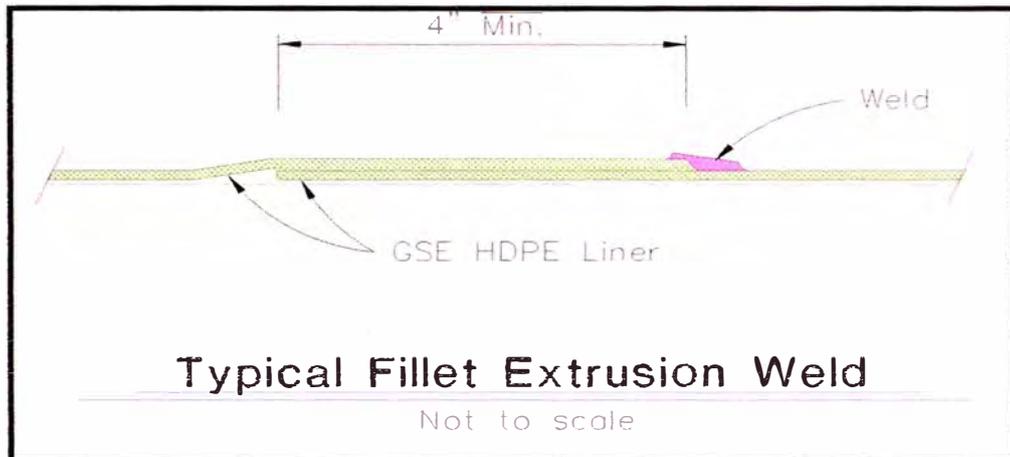


FIGURA N° 05 – Equipo de Soldadura por Extrusión



Prueba Inicial

Se deberá efectuar una tira de prueba por máquina de soldar al comenzar cada día de trabajo. La tira de prueba se deberá hacer al pie de la obra y bajo las mismas condiciones en que se hacen las costuras de los revestimientos. La tira de prueba deberá tener 1.2 m de largo por 0.30 m de ancho, con la costura centrada longitudinalmente. La muestra de prueba deberá tener tres muestras para ensayo de 0.40 m. Cortadas de ésta (una para ensayo del Contratista, la segunda para el asegurador de Control de Calidad y la tercera para el cliente).

La descripción de la prueba es la siguiente:

• **Prueba de Adherencia**

La parte sobrepuesta de la muestra para ensayo se deberá tirar 180° desde la parte superior de la misma. La muestra para ensayo se deberá realizar usando un tensiómetro. Un paso se define como una unión de rompimiento de la película (es decir, el material de la lámina se rompe sin dañar la soldadura); una falla se define como el efecto de adherencia de la costura.

El resto de las muestras iniciales se deberán enviar al laboratorio, pero no serán probadas. Estas muestras se deberán retener como referencia en caso que se produzca un problema en la soldadura al pie de la obra o que se requiera información adicional.

La siguiente información se deberá registrar, en forma previa a la soldadura del panel de geomembrana, de manera pertinente:

- Nombre del Soldador.
- Número de máquina de soldar.
- Soldadura Nueva o soldadura de reparación.
- Condiciones climáticas, tales como lluvia, viento, etc.
- Temperatura ambiente.
- Velocidad de la máquina.
- Fecha de la prueba.
- Hora de la prueba.

Los trabajos de soldadura no comenzarán si está lloviendo o hasta que se hayan aprobado todas las pruebas iniciales.

Nota: se deberá tener especial cuidado en que el cupón de muestra sea de 2.54 cm (1 plg) de ancho, medido en forma perpendicular a la costura. Esto es porque el esfuerzo a que será sometida la muestra se expresa en lb/plg, por lo que cualquier variación en el ancho de cupón alterará la resistencia al esfuerzo que será sometida.

Muestreo de las Pruebas Destructivas

A medida que los trabajos de soldadura del revestimiento avanzan, se deberán cortar muestras de prueba del revestimiento acabado. El cliente deberá determinar la ubicación de las muestras destructivas, con no menos de una muestra cada 150 m de costura. Estas muestras, denominadas muestras destructivas, deberán tener 0.90 m de largo por 0.45 m de ancho con la costura centrada longitudinalmente.

Los detalles relativos al lugar de donde se cortó la muestra de revestimiento se deberán registrar en el dibujo del plano del panel. Estas muestras se deberán cortar en tres secciones para permitir la realización de las pruebas de laboratorio independientemente de aseguramiento de calidad del cliente y de las pruebas de laboratorio efectuadas por el contratista.

Tanto las muestras destructivas como las muestras iniciales se deberán etiquetar, indicando la siguiente información.

- Muestra destructiva o prueba inicial.
- Nombre del proyecto y número.
- Fecha en la que la muestra se soldó.
- Grosor de la membrana.
- Número de la muestra o de la costura.
- Nombre del soldador.
- Número de la máquina de soldar.
- Temperatura de la máquina.
- Velocidad de la máquina.

Las muestras destructivas y las muestras iniciales se deberán entregar lo antes posible, de acuerdo a la distribución señalada (cliente, asegurador de calidad y contratista).

Prueba de Laboratorio de las Soldaduras de Montaje

La prueba de laboratorio consiste en probar el esfuerzo cortante y la adherencia (ASTM D4437) de las muestras para ensayo cortadas, ambas pruebas de

acuerdo a las modificaciones por NSF 54. La velocidad de separación de la mandíbula de la máquina de prueba deberá ser de 2 plg/min. Los criterios mínimos de prueba deberán ser según NSF 54 o según las especificaciones del proyecto (las que sean más severas).

- Procedimiento

Cortar muestras para ensayo (cupones) de 15 cm por 2.54 cm de ancho de la muestra de soldadura, de modo que cada muestra para ensayo tenga un ángulo de 90° hacia la soldadura y que ésta quede en el centro de la muestra para ensayo.

Probar el esfuerzo cortante de 5 muestras para ensayo y probar la adherencia de 5 muestras para ensayo.

Las pruebas de esfuerzo cortante, de acuerdo con la ASTM D4437, según las modificaciones por NSF 54 – Revestimientos de la membrana flexible. Para la prueba de Esfuerzo Cortante, inmovilizar la lámina superior de la muestra para ensayo de soldadura con un grupo de mandíbulas del tensiómetro y la lámina

inferior en el extremo opuesto de la muestra para ensayo en el otro grupo de mandíbulas. Tirar las dos láminas hasta que se separen y se produzca la fractura.

Las pruebas de adherencia de acuerdo con la ASTM D4437, según las modificaciones por NSF 54 – Revestimientos de la membrana flexible. Para la prueba de adherencia, inmovilizar la lámina superior de la muestra para ensayo de soldadura con un grupo de mandíbulas del tensiómetro y el extremo adyacente de la lámina inferior en el otro grupo de mandíbulas. Tirar las dos láminas hasta que se separen y se produzca la fractura.

Registrar los datos obtenidos de manera pertinente.

- Evaluación de los Resultados de Prueba

Todas las pruebas deberán exhibir un tipo de unión en el que el material de geomembrana se rompe antes de la soldadura. Se deberán probar al menos 5

muestras para ensayo por cada método de prueba. En todas las muestras de costura de cuña doble, se deberá probar la adherencia en ambas soldadura.

Los valores numéricos se usan para evaluar los resultados de las pruebas. Los valores de tensión mínima por pulgada de ancho para las soldaduras de montaje se basan en la resistencia a la tracción mínima especificada en el rendimiento del material base para el HDPE.

Para el HDPE (que tiene un punto cedente bien definido)

CUADRO N° 3.3				
Tensiones Aceptables en Soldaduras				
Tensión mínima aceptable (Lb/plg ancho)	40 mil	60 mil	80 mil	100 mil
Resistencia al esfuerzo cortante	86	126	171	216
Adhesión de la Película				
Soldadura de Cuña	57	84	114	144
Soldadura por Extrusión	48	70	95	120

- **Archivado de las Muestras**

Las muestras destructivas y las muestras para ensayo probadas se almacenan por un período indefinido junto con la copia de los resultados obtenidos en la prueba y toda información pertinente relativa a la muestra.

Las muestras iniciales se almacenan por un periodo de seis meses después de finalizado el proyecto.

Pruebas No Destructivas Aplicadas a las Costuras Soldadas

Una vez finalizadas las costuras soldadas, se someten a pruebas no destructivas.

La prueba no destructiva es un sistema de dos pares que determinan que no hayan orificios en las costuras, que la alineación de la soldadura sea correcta y que no hayan defectos obvios.

- **Costuras por fusión doble de prueba de presión de aire**

Las costuras dobles con un espacio de aire cerrado se prueban de la siguiente manera: El equipo consiste en una bomba de aire (manual o accionada por motor) equipada con un manómetro capaz de generar una presión de entre 25 y 30 psi. También son necesarias una manguera de goma con adaptadores, conexiones y una aguja hueca puntiaguada para producir presión en el espacio de aire.

- **Procedimiento de la Prueba.**

Sellar ambos extremos de las costuras, luego insertar la aguja hueca puntiaguada en el espacio de aire entre la soldadura de fusión.

Introducir aire en el espacio de aire al conectar la manguera de goma unida al compresor con los adaptadores en la aguja hueca y presurizar el espacio de aire a 30 psi.

Cerrar la válvula y mantener la presión entre 25 y 30 psi durante 5 minutos. Si la presión no se puede mantener, localizar el área defectuosa, marcarla y repararla.

- **Prueba de la caja de vacío**

La prueba de la caja de vacío se deberá utilizar para probar los orificios diminutos. La caja de vacío consiste en un armazón rígido con una ventana transparente para observar, ubicada en la parte superior y en una junta de neopreno suave unido al perímetro inferior. Una bomba de vacío está unida a la caja para obtener y mantener una presión negativa de 5 psi dentro de la caja. La caja de vacío está equipada con una válvula de extracción que libera la presión negativa y mueve la caja a medida que la prueba se realiza.

Procedimiento de la Prueba

- Hacer una solución de agua y jabón líquido.
- Humedecer una sección de aproximadamente 0.90 m de largo de la costura con la solución.
- Comprimir la caja de vacío sobre el área humedecida.

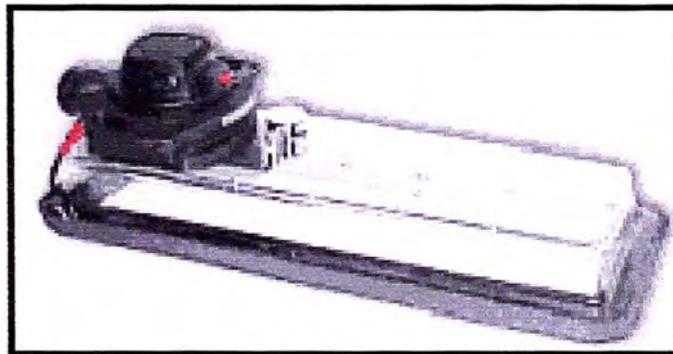
- Accionar la bomba para formar un sello alrededor del borde inferior de la caja de vacío.
- Examinar la costura, verificando que no pasen burbujas de jabón generadas o movidas por el aire a través de los orificios diminutos.
- Si no se detectan orificios, deberán ser marcados, registrados, reparados y, luego probados nuevamente.

La información que se deberá registrar al pie de la obra, será la siguiente:

Prueba de Vacío (PV) / OK

Fecha / Operador C.C. (OP, iniciales)

FIGURA N° 06 – Caja de Vacío



- **Prueba de descarga disruptiva**

En el caso de aquellas costuras soldadas por extrusión que no se pueden probar por medio de la caja de vacío, se deberá emplear el método de la Prueba de Descarga Disruptiva con un alambre de cobre con 24 de calibre ubicado 1/8” debajo de la lámina superior, y un detector Holiday que opera a 20.000voltios.

La información que se deberá registrar al pie de la obra, será la siguiente:

Prueba de Eléctrica (PE) / OK

Fecha / Operador C.C. (OP, iniciales)

Inspección Visual

La fase de inspección final deberá consistir en una inspección visual de la soldadura para verificar que no haya defectos y que esté alineada incorrectamente.

Todos los defectos y orificios que se encuentran deberán ser reparados y probados nuevamente. Por último, se deberán inspeccionar visualmente los paneles, las penetraciones, el perforado, el empernado y cualquier otro detalle.

Se deberán registrar los resultados de las pruebas no destructivas.

- **Reparaciones y Nuevos Exámenes**

Se deberán reparar todas las fallas de la soldadura y todo tipo de daño encontrado en los paneles de revestimiento. La información relativa a las reparaciones y a las pruebas de las reparaciones se deberá informar y mostrar en los dibujos según la construcción.

- **Fallas en las soldaduras y daños en los paneles**

Cualquier costura o área del revestimiento identificada durante la prueba o inspección como no concordante con las especificaciones deberá ser marcada claramente y reparada de manera oportuna de acuerdo con los procedimientos de reparación del contratista.

- **Formulario de control**

Los formularios de registro de información deberán ser llevados en cada proyecto, con toda la información que se señala, éstos deberán ser archivados y estar a disposición de quien desee verificar la información.

La información será registrada por una persona designada por la supervisión quien deberá tener amplios conocimientos en controles y registro de información de calidad; éstos deberán ser realizados diariamente, emitiendo las copias respectivas a la supervisión de obra y al cliente, respectivamente.

Los formularios serán guardados por espacio de seis meses acabado el proyecto, por cualquier información o registro que se desee o necesite verificar posteriormente a la ejecución de un trabajo de instalación de geomembrana.

- Procedimiento de revisión de geomembrana

Para realizar las reparaciones de geomembrana se deben ejecutar los siguientes pasos:

Al llegar al terreno, se debe inspeccionar cuidadosamente cada una de las geomembranas que se encuentran colocadas, en particular las uniones, que es el lugar donde se podrían detectar mayores problemas debido a una mala puesta en servicio de las máquinas o al excesivo polvo que en el momento del trabajo y que no fue limpiado oportunamente.

Al detectar una falla o alguna anomalía (rotura, rayadura o fisura) en la geomembrana se marcará con lápiz especial, que cumplirá la misión de destacar la reparación a realizar.

ROTURA.- Una rotura debe ser marcada como parche debido a que se detectó perforación de la geomembrana.

RAYADURA.- Se denomina rayadura o un daño superficial de la membrana, no habiendo perforación en la lámina.

ROCA.- Corresponde a una piedra que a quedado debajo de la geomembrana desplegada, en sectores que han sido fusionados y que requiere necesariamente cortar la lámina para su retiro; ésta área deberá ser marcada como parche.

FISURA.- La fisura es un quiebre en la geomembrana, producido por una mala disposición de la misma o por el excesivo viento que la levanta y deja caer en forma brusca, cuando no ha sido debidamente sujeta al terreno con bolsas de arena.

FALLAS DE MATERIAL.- Corresponde a fallas de fabricación que presentan los rollos de geomembranas y que son advertidos al momento de la instalación. Cada una de estas fallas deberá ser motivo de investigación para determinar los pasos a considerar en la reparación de tales fallas.

TRAMPOLÍN.- Corresponde a la contracción excesiva de la geomembrana en sectores específicos del área de instalación (bordes inferiores de taludes), lo que no permite que adopte la posición final y adecuada sobre la superficie.

Esta situación implica que se debe cortar al centro del “trampolín” y disponer de un suople de geomembrana que deberá ser fusionado.

Todas las fallas descritas deberán ser reparadas de acuerdo a los procedimientos y revisadas nuevamente con las pruebas de calidad correspondientes.

3.3.3 Sistemas de Tuberías HDPE.

Durante el tendido de los tramos de la tubería HDPE, el Técnico Control de Calidad deberá efectuar en forma permanente una Inspección Visual a todos los elementos involucrados. En especial a:

- Los equipos de soldadura que se encuentren limpios, regulados y que los controladores de temperatura estén operando satisfactoriamente.
- El Supervisor y el Contratista verificarán el funcionamiento de cada uno de los equipos de soldadura utilizados al inicio y durante el proyecto haciendo las recomendaciones y modificaciones necesarias para la correcta ejecución del trabajo.
- Si durante el proceso de soldadura se detecta algún defecto, o anomalía tales como: mala maniobra, corte de energía momentáneo el técnico está obligado a indicar el defecto en producido por tales incidentes para su posterior reparación.

Inmediatamente después de tendida y soldada la tubería de HDPE, Control de Calidad inspeccionará visualmente cada uno de los tramos, con el objeto de identificar y marcar las zonas que necesiten cambio y/o reparación. Principalmente, la función a desempeñar consistirá en:

- En las soldaduras de uniones por Extrusión, se deberá verificar que el cordón sea homogéneo. No presentando fallas de adhesión, burbujas por humedad ni exceso de esmerilado.
- En toda la longitud de la tubería, se deberá observar, marcar e informar al contratista de las perforaciones, deformaciones por piedras u otros, ralladuras, fallas de producción y/o cualquier otro detalle que sea susceptible de ser analizado para tomar la decisión de corte parcial o retiro total de la tubería.
- No deberá de existir piedras rodantes con ángulos prominentes bajo la tubería con el fin de evitar daños. En caso de observar estas irregularidades durante la inspección visual del área se procederá a levantar las observaciones.
- Toda soldadura entre tuberías, y/o tuberías y accesorios debe ser inspeccionada visualmente y anotada en el Formulario.

CONCLUSIONES

El procedimiento de control de calidad debe seguir los estándares más exigentes acordes con las normativas en cuanto a calidad y número de pruebas. Además debe tener la aprobación de líneas de soldadura, de equipos y personal calificado, que aseguren una instalación libre de problemas.

Una vez que han pasado el control de calidad los materiales a instalar como el área donde se instalarán, se controla el proceso de instalación de los geosintéticos.

En la instalación de la tubería de HDPE 3"Ø el control superficial es muy importante porque considera el aspecto externo de la tubería. Las superficies externas e internas deben estar lisas, limpias y libres de pliegues, ondulaciones y porosidades.

Las uniones de los tramos de las tuberías de HDPE 3"Ø se realizan bajo condiciones de terreno óptimo y de alineación de tuberías listas para ser termofusionadas.

RECOMENDACIONES

Para asegurar un óptimo resultado en el desempeño y comportamiento de los materiales geosintéticos utilizados en el proyecto se recomienda realizar un control de calidad global, el cual se inicia desde el proceso de fabricación de dichos materiales; la Ficha Técnica permite asegurar que los materiales cumplen con las especificaciones requeridas, debiendo siempre ser solicitada al proveedor de geosintéticos.

Durante el proceso de instalación y cuando se está realizando el control de calidad del avance diario de la soldadura por termofusión y extrusión se debe de controlar que los equipos utilizados para estos trabajos cuenten con un certificado de calibración y que cumplan con los parámetros normados.

Se recomienda que el uso de relleno de la zanja de anclaje se produzca en momentos en que la geomembrana se encuentre en su estado de mayor contracción para evitar la formación de trampolines. Si esto no fuera posible, se deberá utilizar otra metodología tal como generar arrugas adicionales o colocar sacos con lastre con el fin de evitar que la geomembrana se levante.

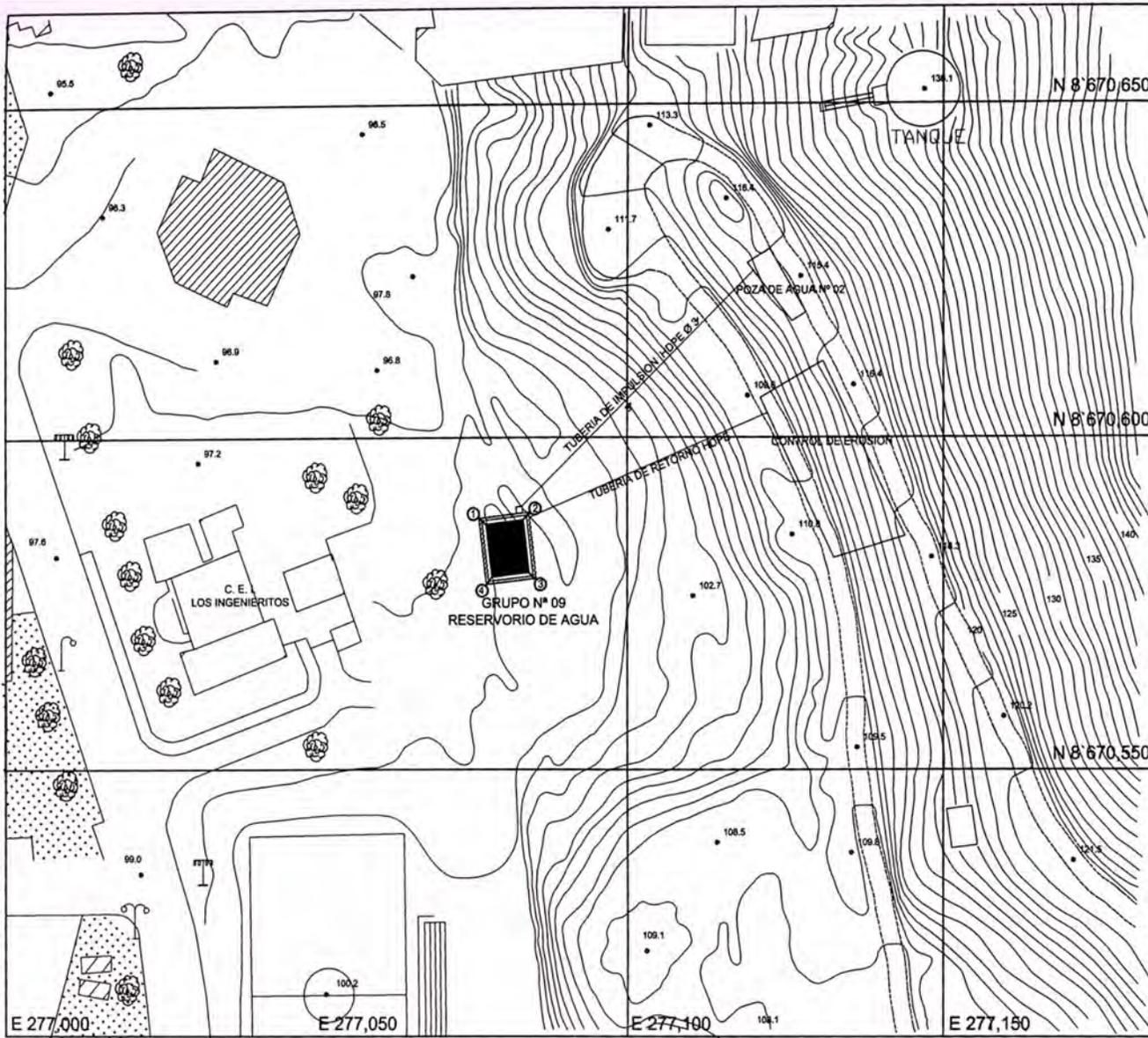
BIBLIOGRAFÍA

- Amanco, Manual de PAVCO, Colombia, 2004.
- Asociación Internacional de Instaladores de Geosintéticos, Especificación para la Instalación de Geomembranas, Estados Unidos de Norteamérica, 2000.
- KOERNER R.M., Designing with Geosynthetics, (5 ED), Estados Unidos de Norteamérica, 2005.
- Normas para geosintéticos
 - ASTM D 5199: Espesor nominal
 - ASTM D 5261: Masa por unidad de área
 - ASTM D 3776: Masa por unidad de área
 - ASTM D 4491: Permisividad
 - ASTM D 4632: Resistencia a la Tracción Grab
 - ASTM D 4595: Resistencia a la Tensión T. Ancha
 - ASTM D 4533: Resistencia al desgarre trapezoidal
 - ASTM D 3786: Resistencia al reventado
 - ASTM D 4833: Resistencia al punzonado
 - ASTM D 6241: Resistencia al punzonamiento CBR
 - ASTM D 4355: Resistencia a los rayos UV
 - ASTM D 4751: Tamaño de abertura aparente
 - ASTM D 4491: Tasa de flujo
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Perú, 2006.

ANEXOS

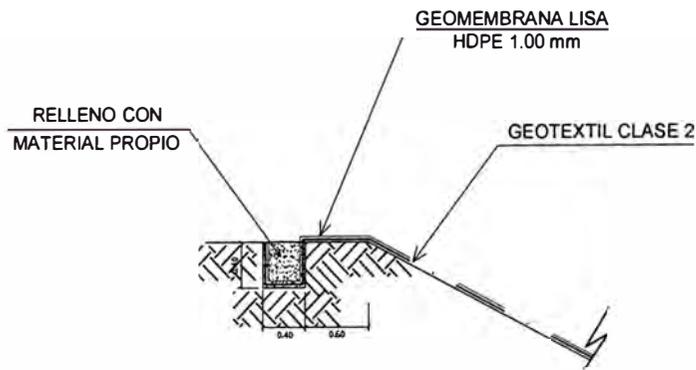
RELACION DE ANEXOS	
Planos	ANEXO I
Presupuesto de Obra	ANEXO II
Cronograma de Obra	ANEXO III
Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio	ANEXO IV
Especificaciones Técnicas de los Geosintéticos	ANEXO V
Formatos de Control de Calidad	ANEXO VI
Memoria Gráfica	ANEXO VII

ANEXO I: PLANOS

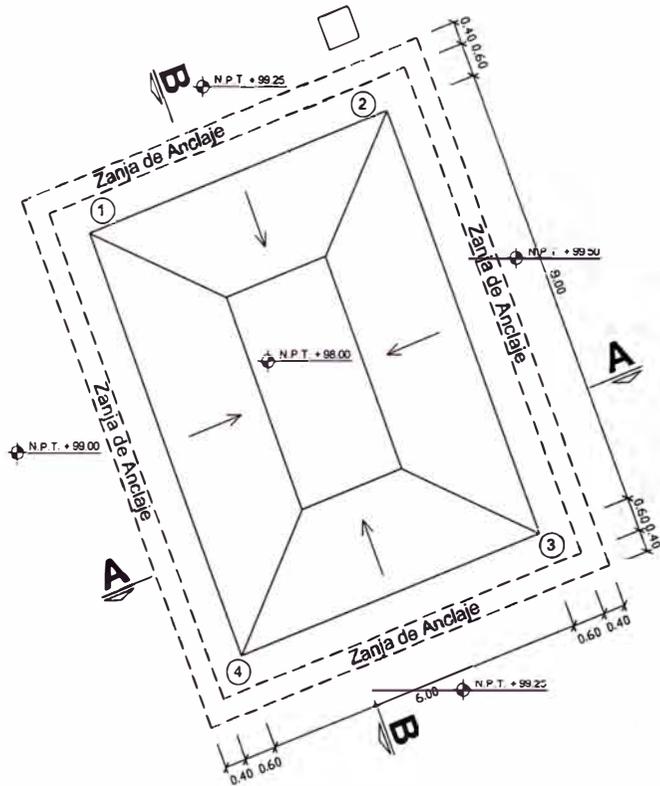


COORDENADAS DE UBICACION		
PUNTO	NORTE	ESTE
1	8'670,587.0003	277,077.5202
2	8'670,587.6935	277,083.4800
3	8'670,579.7471	277,084.4042
4	8'670,579.0539	277,078.4444

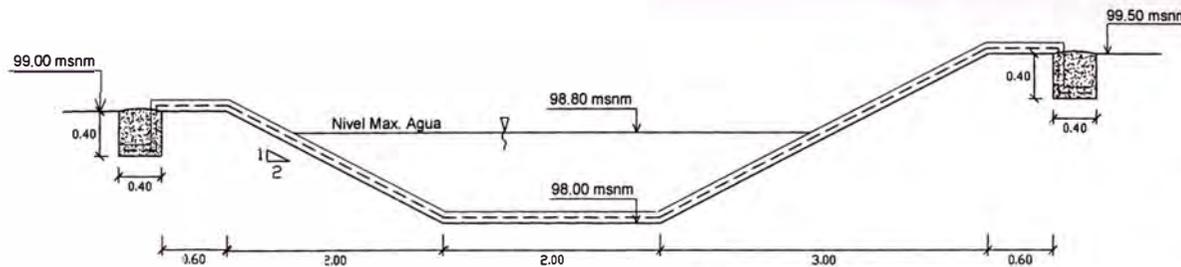
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		GRUPO N° 09	
Descripción:		UBICACION	
Proyecto:		<ul style="list-style-type: none"> - ALFARO MONTEAGUDO O. - QUINO ORDOÑEZ M. - SECLÉN PALACÍN D. - ZUÑIGA RIVAS J. 	
IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE		CURSO DE TITULACION APLICACION DE GEOSINTETICOS EN OBRAS DE INGENIERIA CIVIL	
Fecha ABRIL 2007	Escala 1/250	PLANO P-01	Ubicación C.E.I. INGENIERITOS - UNI



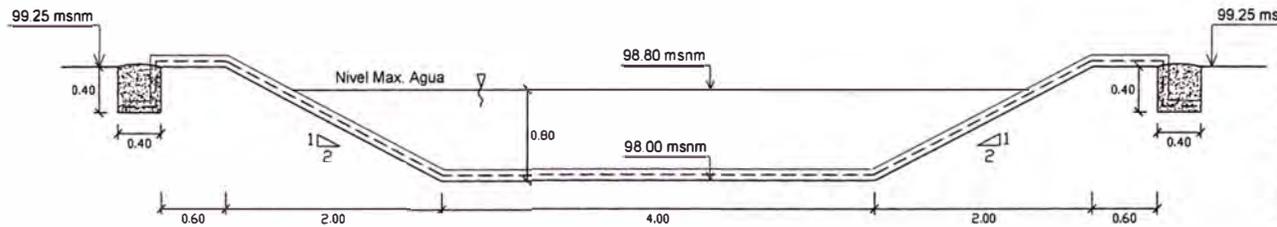
DETALLE TIPICO DE ZANJA DE ANCLAJE EN POZA
ESCALA 1 : 50



VISTA EN PLANTA
ESCALA 1 : 100



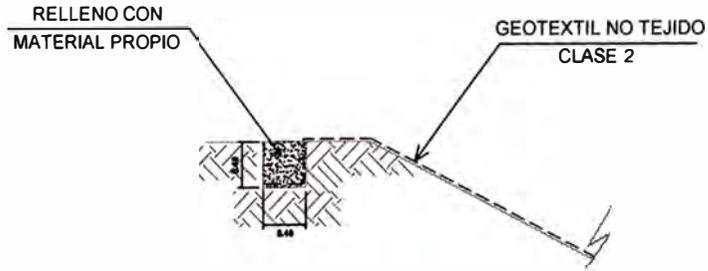
CORTE A - A
ESCALA 1 : 50



CORTE B - B
ESCALA 1 : 50

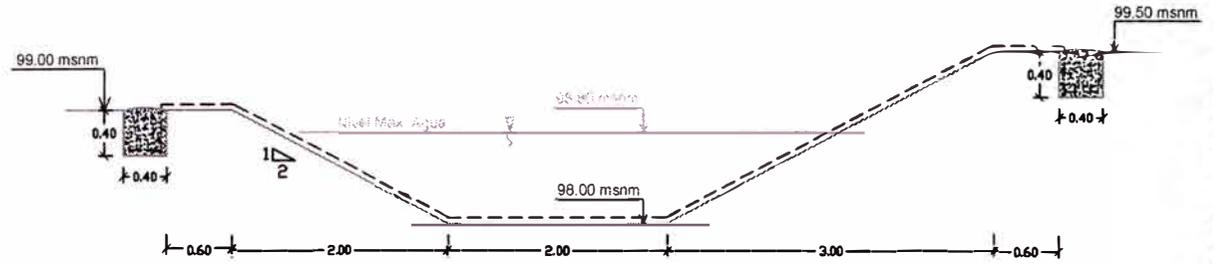
COORDENADAS DE UBICACION		
PUNTO	NORTE	ESTE
1	8'670,587.0003	277,077.5202
2	8'670,587.6935	277,083.4800
3	8'670,579.7471	277,084.4042
4	8'670,579.0539	277,078.4444

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		GRUPO N° 09	
Descripción: RESERVORIO : PLANTA Y CORTES		- ALFARO MONTEAGUDO O. - QUINO ORDOÑEZ M. - SECLÉN PALACIN D. - ZUÑIGA RIVAS J.	
Proyecto: IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE		CURSO DE TITULACION APLICACION DE GEOSINTETICOS EN OBRAS DE INGENIERIA CIVIL	
Fecha ABRIL2007	Escala 1/100	PLANO P-02	Ubicacion C.E.I. INGENIERITOS - UNI



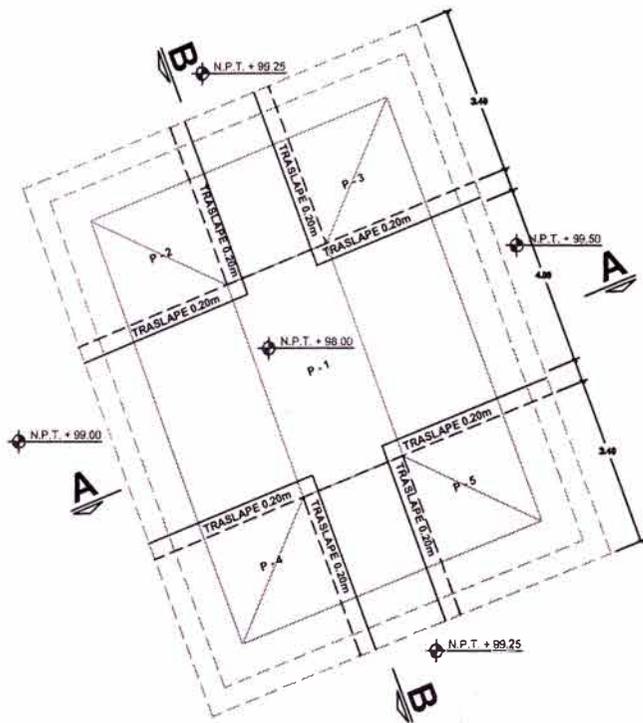
DETALLE TIPICO DE ZANJA DE ANCLAJE EN POZA

ESCALA 1 : 50



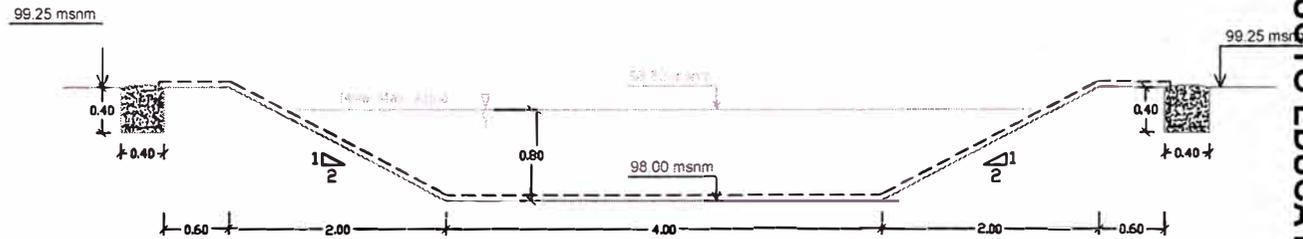
CORTE A - A

ESCALA 1 : 50



VISTA EN PLANTA

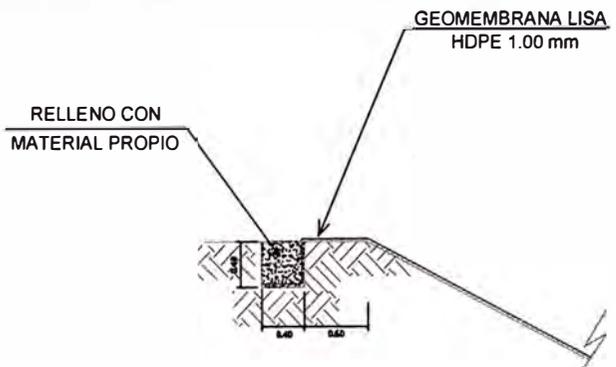
ESCALA 1 : 100



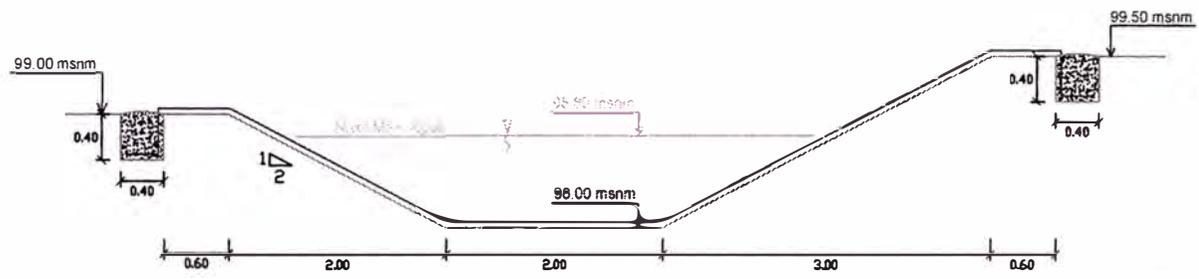
CORTE B - B

ESCALA 1 : 50

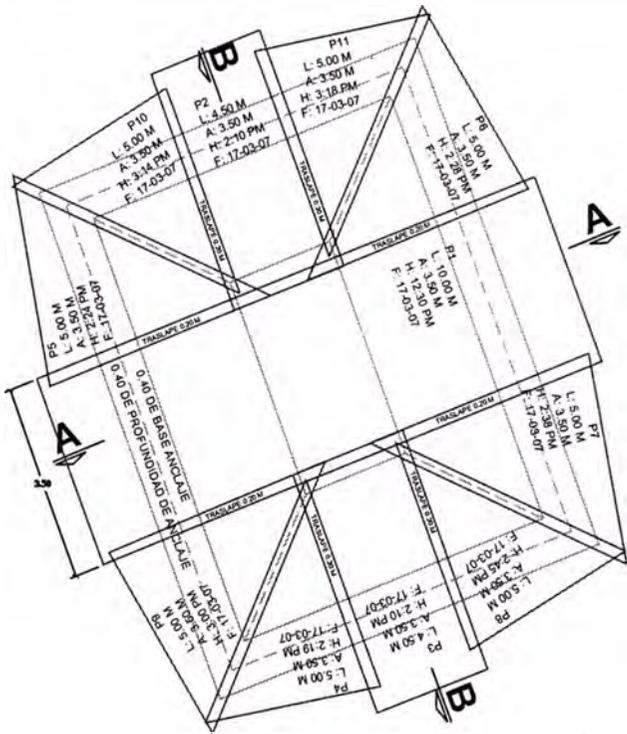
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			GRUPO N° 09	
Descripción:			- ALFARO MONTEAGUDO O. - QUINO ORDOÑEZ M. - SECLÉN PALACIN D. - ZUÑIGA RIVAS J.	
DETALLE DE INSTALACION DE GEOTEXTIL				
Proyecto:			CURSO DE TITULACION APLICACION DE GEOSINTETICOS EN OBRAS DE INGENIERIA CIVIL	
IMPERMEABILIZACION DE RESERVOIRIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE				
Fecha	Escala	PLANO	Ubicacion	
MARZO2007	1/100	P-03	C.E.I. INGENIERITOS - UNI	



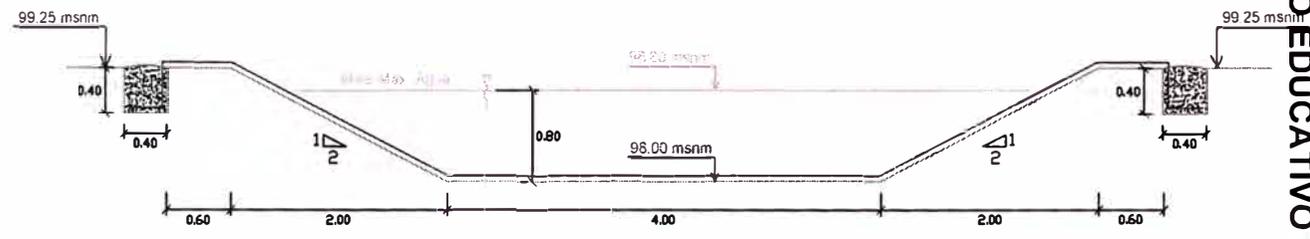
DETALLE TÍPICO DE ZANJA DE ANCLAJE EN POZA
ESCALA 1 : 50



CORTE A - A
ESCALA 1 : 50

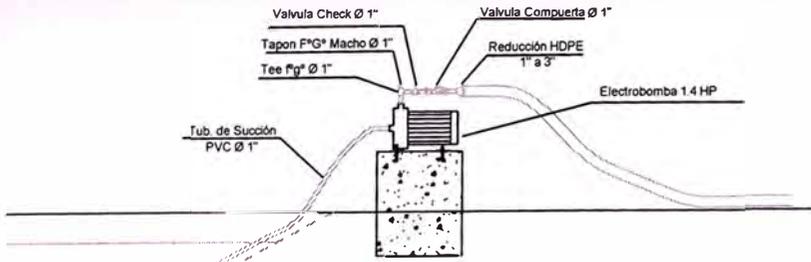


VISTA EN PLANTA
ESCALA 1 : 100



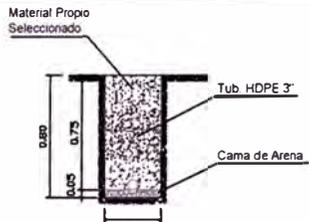
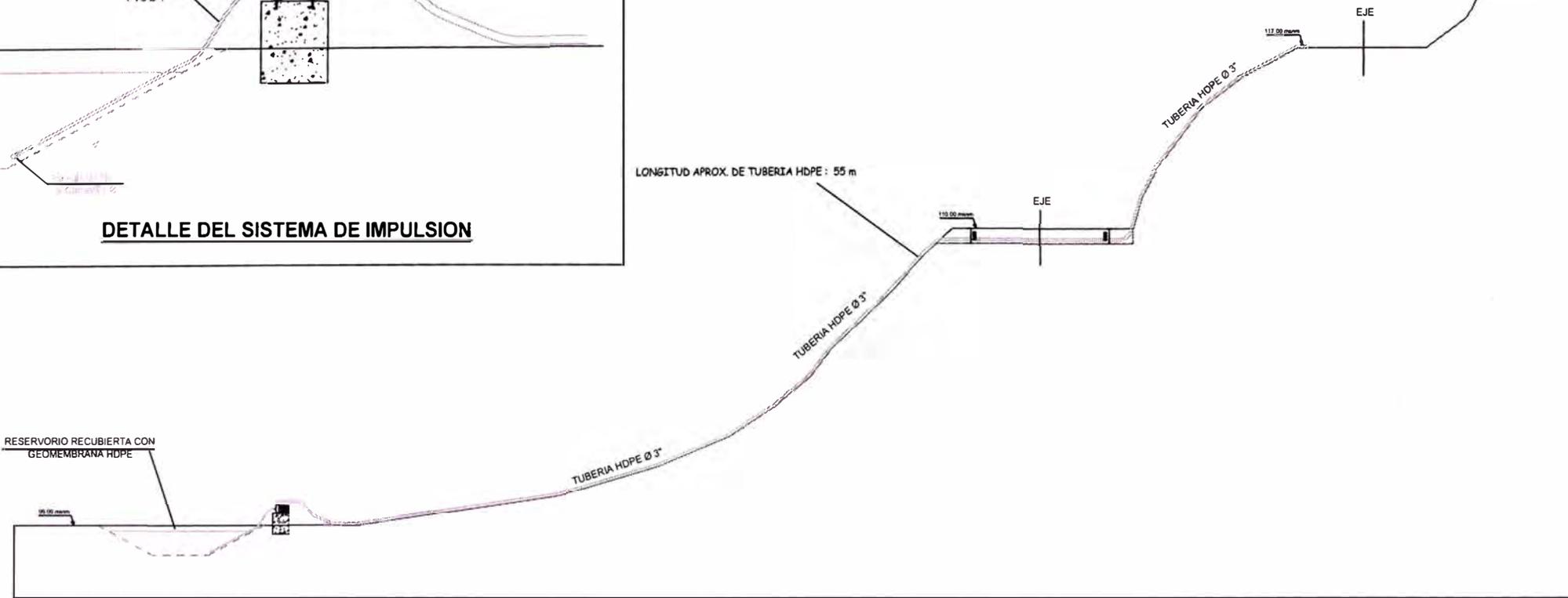
CORTE B - B
ESCALA 1 : 50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		GRUPO N° 09	
Descripción:		- ALFARO MONTEAGUDO O. - QUINO ORDOÑEZ M. - SECLÉN PALACÍN D. - ZUÑIGA RIVAS J.	
Proyecto:		IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE	
Fecha	Escala	PLANO	Ubicación
MARZO2007	1/100	P-04	C.E.I. INGENIERITOS - UNI

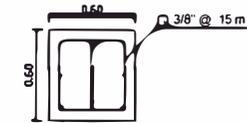


DETALLE DEL SISTEMA DE IMPULSION

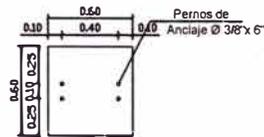
LONGITUD APROX. DE TUBERIA HDPE : 55 m



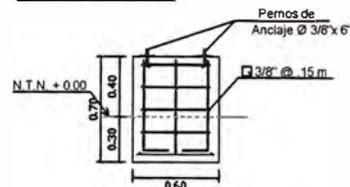
Detalle de Zanja



Detalle de Base para Electrobomba



Detalle de Pernos Anclaje



Elevación de Base para Electrobomba

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
Descripción: SISTEMA HIDRAULICO		
Proyecto: IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE		

GRUPO N° 09
<ul style="list-style-type: none"> - ALFARO MONTEAGUDO O. - QUINO ORDOÑEZ M. - SECLÉN PALACIN D. - ZUÑIGA RIVAS J.

CURSO DE TITULACION
APLICACION DE GEOSINTETICOS EN OBRAS DE INGENIERIA CIVIL

Fecha	Escala	PLANO	Ubicación
FERERO2007	1/100	P-05	C.E.I. INGENIERITOS - UNI

ANEXO II: PRESUPUESTO DE OBRA

Hoja resumen

Referencia	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
Obra	0801002	IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
Localización	150128	LIMA - LIMA - RIMAC
Fecha AI	24/02/2007	
Metrados	GRUPO N° 09	
Procesado	GRUPO N° 09	

Presupuesto base

001	TRABAJOS PRELIMINARES		178.88
002	TRABAJOS CIVILES		3,694.98
003	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS		999.12
		(CD)	U\$ 4,872.98
	COSTO DIRECTO		4,872.98
	GASTOS GENERALES 15.0001%		730.95
			=====
	SUBTOTAL		5,603.93
	IMPUESTO (IGV) 19.0000%		1,064.75
			=====
	TOTAL PRESUPUESTO		6,668.68

Descompuesto del costo directo

MANO DE OBRA	U\$		1,959.80
MATERIALES	U\$		1,741.34
EQUIPOS	U\$		1,171.84
SUBCONTRATOS	U\$		
Total descompuesto costo directo	U\$		4,872.98

Nota : Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes al : 24/02/2007

Los precios de los materiales fueron cotizados en la ciudad de : LIMA

**Presupuesto**

Presupuesto
 Cliente
 Lugar

0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LIMA - LIMA - RIMAC

Costo al

24/02/2007

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio U\$	Parcial U\$
01	TRABAJOS PRELIMINARES				178.88
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	vje	2.00	46.94	93.88
01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE TERRENO	m2	500.00	0.17	85.00
02	TRABAJOS CIVILES				3,694.98
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,158.08
02.01.01	RESERVORIO DE AGUA				423.28
02.01.01.01	EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDAD	m3	38.00	8.81	334.78
02.01.01.02	REFINE Y COMPACTACION A NIVEL	m2	118.00	0.75	88.50
02.01.02	SISTEMA DE TUBERIAS				434.20
02.01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA HASTA 1.00M PARA TUBERÍA HDPE 3"Ø	m	20.00	5.87	117.40
02.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERIA HDPE 3"Ø	m	20.00	2.88	57.60
02.01.02.03	RELLENO COMP.ZANJA TUB. HDPE 3"Ø HASTA 1.00 M	m	20.00	2.88	57.60
02.01.02.04	LIMPIEZA Y REFINE DE TERRENO PARA TENDIDO DE TUBERIA HDPE 3"Ø	m	70.00	2.88	201.60
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				300.60
02.01.03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	30.00	10.02	300.60
02.02	IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO				620.24
02.02.01	INSTALACION DE GEOTEXTIL CLASE 2 NT2000	m2	116.80	1.17	136.66
02.02.02	INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE 1.0MM EN RESERVORIO	m2	117.66	4.11	483.58
02.03	OBRAS DE CONCRETO				100.62
02.03.01	EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDAD	m3	0.70	8.81	6.17
02.03.02	SOLADOS CONCRETO $f_c=100 \text{ kg/cm}^2$ $h=2"$	m2	1.00	1.83	1.83
02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2.80	9.68	27.10
02.03.04	CONCRETO $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ PARA BASE DE BOMBA	m3	0.70	93.60	65.52
02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				854.00
02.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 3"Ø	m	70.00	12.20	854.00
02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS				622.54
02.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROBOMBA	u	1.00	622.54	622.54
02.06	INSTALACIONES ELECTRICAS				339.50
02.06.01	TUBERIAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA BOMBA	m	50.00	5.61	280.50
02.06.02	CABLE ELECTRICO TW AWG # 12	m	100.00	0.59	59.00
03	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS				999.12
03.01	LLENADO DE RESERVORIO CON CISTERNA	m3	20.00	22.01	440.20
03.02	CERCO PERIMETRICO	m	44.00	8.68	381.92
03.03	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	150.00	1.18	177.00
	COSTO DIRECTO				4,872.98
	GASTOS GENERALES 15.0001%				730.95
	SUBTOTAL				5,603.93
	IMPUESTO (IGV) 19.0000%				1,064.75
	TOTAL PRESUPUESTO				6,668.68

**Presupuesto**

Presupuesto
Subpresupuesto
Cliente
Lugar

0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
001 TRABAJOS PRELIMINARES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LIMA - LIMA - RIMAC

Costo al

24/02/2007

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio U\$	Parcial U\$
01	TRABAJOS PRELIMINARES				178.88
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	vje	2.00	46.94	93.88
01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE TERRENO	m2	500.00	0.17	85.00
	COSTO DIRECTO				178.88
	GASTOS GENERALES 15.0001%				26.83
					=====
	SUBTOTAL				205.71
	IMPUESTO (IGV) 19.0000%				39.08
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				244.79

SON : DOSCIENTOS CUARENTICUATRO Y 79/100 DOLARES AMERICANOS

**Presupuesto**

Presupuesto
Subpresupuesto
Cliente
Lugar

0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
002 TRABAJOS CIVILES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LIMA - LIMA - RIMAC

Costo al

24/02/2007

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio U\$	Parcial U\$
02	TRABAJOS CIVILES				3,694.98
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,158.08
02.01.01	RESERVORIO DE AGUA				423.28
02.01.01.01	EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDAD	m3	38.00	8.81	334.78
02.01.01.02	REFINE Y COMPACTACION A NIVEL	m2	118.00	0.75	88.50
02.01.02	SISTEMA DE TUBERIAS				434.20
02.01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA HASTA 1.00M PARA TUBERÍA HDPE 3"Ø	m	20.00	5.87	117.40
02.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERIA HDPE 3"Ø	m	20.00	2.88	57.60
02.01.02.03	RELLENO COMP.ZANJA TUB. HDPE 3"Ø HASTA 1.00 M	m	20.00	2.88	57.60
02.01.02.04	LIMPIEZA Y REFINE DE TERRENO PARA TENDIDO DE TUBERIA HDPE 3"Ø	m	70.00	2.88	201.60
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				300.60
02.01.03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	30.00	10.02	300.60
02.02	IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO				620.24
02.02.01	INSTALACION DE GEOTEXTIL CLASE 2 NT2000	m2	116.80	1.17	136.66
02.02.02	INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE 1.0MM EN RESERVORIO	m2	117.66	4.11	483.58
02.03	OBRAS DE CONCRETO				100.62
02.03.01	EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDAD	m3	0.70	8.81	6.17
02.03.02	SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"	m2	1.00	1.83	1.83
02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2.80	9.68	27.10
02.03.04	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 PARA BASE DE BOMBA	m3	0.70	93.60	65.52
02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				854.00
02.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 3"Ø	m	70.00	12.20	854.00
02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS				622.54
02.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROBOMBA	u	1.00	622.54	622.54
02.06	INSTALACIONES ELECTRICAS				339.50
02.06.01	TUBERIAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA BOMBA	m	50.00	5.61	280.50
02.06.02	CABLE ELECTRICO TW AWG # 12	m	100.00	0.59	59.00
	COSTO DIRECTO				3,694.98
	GASTOS GENERALES 15.0001%				554.25
					=====
	SUBTOTAL				4,249.23
	IMPUESTO (IGV) 19.0000%				807.35
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				5,056.58

SON : CINCO MIL CINCUENTISEIS Y 58/100 DOLARES AMERICANOS

**Presupuesto**

Presupuesto
Subpresupuesto
Cliente
Lugar

0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
003 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LIMA - LIMA - RIMAC

Costo al

24/02/2007

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio U\$	Parcial U\$
03	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS				999.12
03.01	LLENADO DE RESERVORIO CON CISTERNA	m3	20.00	22.01	440.20
03.02	CERCO PERIMETRICO	m	44.00	8.68	381.92
03.03	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	150.00	1.18	177.00
	COSTO DIRECTO				999.12
	GASTOS GENERALES 15.0001%				149.87
					=====
	SUBTOTAL				1,148.99
	IMPUESTO (IGV) 19.0000%				218.31
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				1,367.30

SON : UN MIL TRESCIENTOS SESENTISIETE Y 30/100 DOLARES AMERICANOS

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Subpresupuesto **001 TRABAJOS PRELIMINARES**

Fecha presupuesto **24/02/2007**Partida **01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**Rendimiento **vje/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : vje **46.94**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
014700007	CHOFER	hh	1.0000	8.0000	2.50	20.00
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	4.88	3.90
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	4.0000	4.01	16.04
39.94						
Materiales						
0239980004	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (DISTANCIA 15 KM)			0.2500	20.00	5.00
5.00						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	39.94	2.00
2.00						

Partida **01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE TERRENO**Rendimiento **m2/DIA** MO. **1,500.0000** EQ. **1,500.0000** Costo unitario directo por : m2 **0.17**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0053	4.01	0.02
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	4.88	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0107	3.25	0.03
0147040012	AYUDANTE DE TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0053	3.59	0.02
0.07						
Materiales						
0229060005	YESO DE 28 Kg	bis		0.0100	5.34	0.05
0230990080	WINCHA	u		0.0030	3.50	0.01
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		0.0200	0.70	0.01
0.07						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.07	
0349190005	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE Y MIRA	hm	1.0000	0.0053	1.48	0.01
0349880020	TEODOLITO CON TRIPODE Y MIRA	hm	1.0000	0.0053	3.71	0.02
0.03						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVOIRIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Subpresupuesto **002 TRABAJOS CIVILES**

Fecha presupuesto **24/02/2007**Partida **02.01.01.01 EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDAD**Rendimiento **m3/DIA** MO. **3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : m3 **8.81**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	4.88	1.12
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.2857	3.25	7.43
8.55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.55	0.26
0.26						

Partida **02.01.01.02 REFINE Y COMPACTACION A NIVEL**Rendimiento **m2/DIA** MO. **120.0000** EQ. **120.0000** Costo unitario directo por : m2 **0.75**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	4.88	0.03
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	4.01	0.27
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	3.25	0.43
0.73						
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.0050	2.97	0.01
0.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.73	0.01
0.01						

Partida **02.01.02.01 EXCAVACION MANUAL DE ZANJA HASTA 1.00M PARA TUBERÍA HDPE 3"Ø**Rendimiento **m/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m **5.87**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	4.88	0.39
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.6000	3.25	5.20
5.59						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.59	0.28
0.28						

Partida **02.01.02.02 REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERIA HDPE 3"Ø**Rendimiento **m/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m **2.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	4.88	0.20
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.8000	3.25	2.60
2.80						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.80	0.08
0.08						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Subpresupuesto **002 TRABAJOS CIVILES** Fecha presupuesto **24/02/2007**

Partida **02.01.02.03 RELLENO COMP.ZANJA TUB. HDPE 3"Ø HASTA 1.00 M**

Rendimiento **m/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m **2.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	4.88	0.20
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.8000	3.25	2.60
2.80						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.80	0.08
0.08						

Partida **02.01.02.04 LIMPIEZA Y REFINE DE TERRENO PARA TENDIDO DE TUBERIA HDPE 3"Ø**

Rendimiento **m/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m **2.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	4.88	0.20
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.8000	3.25	2.60
2.80						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.80	0.08
0.08						

Partida **02.01.03.01 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **36.0000** EQ. **36.0000** Costo unitario directo por : m3 **10.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0222	4.88	0.11
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.8889	3.25	2.89
3.00						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.00	0.15
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	1.0000	0.2222	30.90	6.87
7.02						

Partida **02.02.01 INSTALACION DE GEOTEXTIL CLASE 2 NT2000**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **2,500.0000** EQ. **2,500.0000** Costo unitario directo por : m2 **1.17**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147000007	CHOFER	hh	0.5000	0.0016	2.50	
0147010102	RESPONSABLES DE OBRA	hh	0.5000	0.0016	6.25	0.01
0147010108	JEFE TENDIDO DE GEOTEXTIL	hh	1.0000	0.0032	5.00	0.02
0147040011	AYUDANTE	hh	10.0000	0.0320	1.25	0.04
0.07						
Materiales						
0230700086	GEOTEXTIL CLASE 2 NT 2000	m2		1.0500	1.00	1.05
0253000003	DIESEL 2	gal		0.0100	4.50	0.05
1.10						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.07	
0348100007	CAMIONETA 4 X 2	hm	0.5000	0.0016	1.88	
0.00						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Subpresupuesto **002 TRABAJOS CIVILES**

Fecha presupuesto **24/02/2007**

Partida **02.02.02 INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE 1.0MM EN RESERVORIO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **2,000.0000** EQ. **2,000.0000** Costo unitario directo por : m2 **4.11**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
014700007	CHOFER	hh	0.5000	0.0020	2.50	0.01
014701012	RESPONSABLES DE OBRA	hh	0.5000	0.0020	6.25	0.01
014701013	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	hh	0.5000	0.0020	5.00	0.01
014701014	JEFE TENDIDO DE GEOMEMBRANA	hh	0.5000	0.0020	5.00	0.01
014701015	TECNICO DE CUÑA	hh	1.0000	0.0040	3.75	0.02
014701016	TECNICO DE EXTRUSORA	hh	1.0000	0.0040	3.75	0.02
014701017	TECNICO DE CONTROL DE CALIDAD	hh	1.0000	0.0040	3.75	0.02
0147040011	AYUDANTE	hh	10.0000	0.0400	1.25	0.05
						0.15
Materiales						
0230700084	GEOMEMBRANA HDPE 1.0MM	m2		1.0500	3.00	3.15
0230700089	SOLDADURA HDPE (D=5.0mm)	kg		0.0400	16.00	0.64
0239900100	MATERIALES VARIOS (ALCOHOL, TRAPO INDUSTRIAL, ETC)	glb		0.0001	20.00	
0253000003	DIESEL 2	gal		0.0100	4.50	0.05
						3.84
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.15	0.01
0348100007	CAMIONETA 4 X 2	hm	0.5000	0.0020	1.88	
0348210066	EQUIPO DE CUÑA	hm	1.0000	0.0040	7.50	0.03
0348210067	EQUIPO DE EXTRUSION	hm	1.0000	0.0040	7.50	0.03
0348210068	TENSIOMETRO	hm	0.5000	0.0020	10.00	0.02
0348210069	VACUUM BOX	hm	0.5000	0.0020	3.75	0.01
0348210070	EQUIPO DE PRUEBA DE AIRE	hm	0.5000	0.0020	3.75	0.01
0349150100	GRUPO ELECTROGENO 25 KW	hm	0.5000	0.0020	5.00	0.01
						0.12

Partida **02.03.01 EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDAD**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : m3 **8.81**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	4.88	1.12
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.2857	3.25	7.43
						8.55
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.55	0.26
						0.26

Partida **02.03.02 SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h=2"**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **120.0000** EQ. **120.0000** Costo unitario directo por : m2 **1.83**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	4.88	0.03
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	4.01	0.27
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	3.25	0.43
						0.73
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.0300	5.35	0.16
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0900	5.21	0.47
						0.63
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.73	0.02
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.0667	6.75	0.45
						0.47

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Subpresupuesto **002 TRABAJOS CIVILES**

Fecha presupuesto **24/02/2007**Partida **02.03.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **9.68**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	4.88	0.33
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	4.01	2.67
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	3.59	2.39
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.3333	3.25	1.08
6.47						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	1.05	0.27
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1600	1.07	0.17
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	0.77	2.58
3.02						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.47	0.19
0.19						

Partida **02.03.04 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 PARA BASE DE BOMBA**Rendimiento **m3/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m3 **93.60**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	4.88	0.39
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	4.01	3.21
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	3.59	5.74
0147010004	PEON	hh	6.0000	4.8000	3.25	15.60
0147030055	OPERARIO EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.8000	4.01	3.21
28.15						
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7500	9.36	7.02
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5100	5.21	2.66
0221000011	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bls		8.0000	5.80	46.40
0239050000	AGUA	m3		0.1900	2.97	0.56
56.64						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	28.15	1.41
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1.0000	0.8000	2.50	2.00
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8000	6.75	5.40
8.81						

Partida **02.04.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 3"Ø**Rendimiento **m/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m **12.20**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	4.88	0.20
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	4.01	1.60
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	3.59	1.44
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	3.25	1.30
4.54						
Materiales						
0230700088	SOLDADURA POR TERMOFUSION HDPE 3"Ø	u		0.0125	20.00	0.25
0272000109	TUBERIA HDPE 3"Ø	m		1.0250	7.00	7.18
7.43						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.54	0.23
0.23						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Subpresupuesto **002 TRABAJOS CIVILES** Fecha presupuesto **24/02/2007**

Partida **02.05.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROBOMBA**

Rendimiento **u/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : u **622.54**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	4.88	3.90
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	4.01	32.08
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	3.59	28.72
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	3.25	52.00
116.70						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	116.70	5.84
0348820006	ELECTROBOMBA PARA AGUA DE 5.7 HP	u		1.0000	500.00	500.00
505.84						

Partida **02.06.01 TUBERIAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA BOMBA**

Rendimiento **m/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000** Costo unitario directo por : m **5.61**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	4.88	0.08
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.3200	3.59	1.15
1.23						
Materiales						
0206500051	CONECTOR A CAJA PVC DE 3/4"	pza		0.1600	2.50	0.40
0212090030	CAJA RECTANGULAR GALVANIZADA PESADA 4" X 2 1/8" X 2 1/8"	u		0.1600	3.00	0.48
0274010019	TUBERIA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4" X 3m	u		0.3500	9.00	3.15
0274020022	CURVA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4"	u		0.3200	0.90	0.29
4.32						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.23	0.06
0.06						

Partida **02.06.02 CABLE ELECTRICO TW AWG # 12**

Rendimiento **m/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : m **0.59**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Materiales						
0207000003	ALAMBRE TW # 12 AWG	m		1.0500	0.56	0.59
0.59						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Subpresupuesto **003 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**

Fecha presupuesto **24/02/2007**Partida **03.01 LLENADO DE RESERVORIO CON CISTERNA**Rendimiento **m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000** Costo unitario directo por : m3 **22.01**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	4.88	0.20
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	3.25	1.30
1.50						
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		1.0000	2.97	2.97
2.97						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.50	0.05
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.4000	43.73	17.49
17.54						

Partida **03.02 CERCO PERIMETRICO**Rendimiento **m/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000** Costo unitario directo por : m **8.68**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	4.88	0.16
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	4.01	1.28
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	3.59	1.15
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.3200	3.25	1.04
3.63						
Materiales						
0202940004	TUBO DE ACERO 1 1/4" X 6 m	pza		0.1000	35.00	3.50
0230470003	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg		0.0800	3.25	0.26
0239020031	SOGA DE MANILA DE 1 1/4"	m		1.0500	1.00	1.05
4.81						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.63	0.18
0348070000	SOLDADORA ELECTRICA MONOFASICA ALTERNA 225 A	hm	0.0200	0.0064	9.12	0.06
0.24						

Partida **03.03 LIMPIEZA FINAL DE OBRA**Rendimiento **m2/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000** Costo unitario directo por : m2 **1.18**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	4.88	0.08
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3200	3.25	1.04
1.12						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.12	0.06
0.06						

Gastos generales

Presupuesto **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Fecha **24/02/2007**
 Moneda **02 DOLARES AMERICANOS**

GASTOS VARIABLES **560.00**

PERSONAL PROFESIONAL Y AUXILIAR

Código	Descripción	Unidad	Personas	%Particip.	Tiempo	Sueldo/Jornal	Parcial
01013	Responsables de Obra	mes	4.00	100.00	2.00	70.00	560.00
Subtotal							560.00

GASTOS FIJOS **170.95**

ENSAYOS DE LABORATORIO

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
07008	Ensayo de Soldadura en Geomembrana	u	2.00	33.84	67.68
07009	Ensayo de Densidad de suelo	u	1.00	5.50	5.50
07010	Ensayo de Granulometria de suelo	u	1.00	7.00	7.00
07011	Ensayo de Corte Directo	u	1.00	33.00	33.00
Subtotal					113.18

VARIOS

Código	Descripción	Unidad	Parcial
08004	Planos de replanteo	est	19.77
Subtotal			19.77

SEÑALIZACION

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
12001	Bloques de concreto	u	4.00	8.00	32.00
12002	Cinta señalizadora (Unid de 100 ml)	u	1.00	6.00	6.00
Subtotal					38.00

Total gastos generales **730.95**

**Precios y cantidades de recursos requeridos**

Obra **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
 Fecha **01/03/2007**
 Lugar **150128 LIMA - LIMA - RIMAC**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	Presupuestado U\$
MANO DE OBRA						
014700007	CHOFER	hh	16.4200	2.50	41.06	41.18
0147000032	TOPOGRAFO	hh	4.0000	4.01	16.04	15.00
0147010001	CAPATAZ	hh	26.7800	4.88	130.69	130.07
0147010002	OPERARIO	hh	61.3200	4.01	245.91	245.84
0147010003	OFICIAL	hh	61.7100	3.59	221.53	221.94
0147010004	PEON	hh	368.7500	3.25	1,198.45	1,197.15
0147010102	RESPONSABLES DE OBRA	hh	0.4200	6.25	2.64	2.35
0147010103	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	hh	0.2400	5.00	1.18	1.18
0147010104	JEFE TENDIDO DE GEOMEMBRANA	hh	0.2400	5.00	1.18	1.18
0147010105	TECNICO DE CUÑA	hh	0.4700	3.75	1.76	2.35
0147010106	TECNICO DE EXTRUSORA	hh	0.4700	3.75	1.76	2.35
0147010107	TECNICO DE CONTROL DE CALIDAD	hh	0.4700	3.75	1.76	2.35
0147010108	JEFE TENDIDO DE GEOTEXTIL	hh	0.3700	5.00	1.87	2.34
0147030055	OPERARIO EQUIPO LIVIANO	hh	0.3200	4.01	1.28	1.28
0147040011	AYUDANTE	hh	8.4400	1.25	10.56	10.55
0147040012	AYUDANTE DE TOPOGRAFO	hh	4.0000	3.59	14.36	15.00
					1,892.02	1,892.11
MATERIALES						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kq	0.4200	1.05	0.44	0.43
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kq	0.2600	1.07	0.27	0.27
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	0.3000	9.36	2.81	2.81
0205010004	ARENA GRUESA	m3	0.2000	5.21	1.06	1.06
0206500051	CONECTOR A CAJA PVC DE 3/4"	pza	8.0000	2.50	20.00	20.00
0207000003	ALAMBRE TW # 12 AWG	m	105.0000	0.56	58.80	59.00
0212090030	CAJA RECTANGULAR GALVANIZADA PESADA 4" X 2 1/8" X 2 1/8	u	8.0000	3.00	24.00	24.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	0.0300	5.35	0.16	0.16
0221000011	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bls	3.2000	5.80	18.56	18.56
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls	5.0000	5.34	26.70	25.00
0230700084	GEOMEMBRANA HDPE 1.0MM	m2	123.5400	3.00	370.63	370.63
0230700086	GEOTEXTIL CLASE 2 NT 2000	m2	122.6400	1.00	122.64	122.64
0230700087	SOLDADURA DE HDPE (D=5.0mm)	kq	0.4700	16.00	7.53	7.06
0230700088	SOLDADURA POR TERMOFUSION HDPE 3"Ø	u	1.0000	20.00	20.00	20.00
0230990080	WINCHA	u	1.5000	3.50	5.25	5.00
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	0.0900	5.21	0.47	0.47
0239050000	AGUA	m3	20.6700	2.97	61.38	60.80
0239900100	MATERIALES VARIOS (ALCOHOL, TRAPO INDUSTRIAL, ETC)	qib	0.0100	20.00	0.24	0.00
0239980004	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (DISTANCIA 15 KM)	t	100.0000	20.00	2,000.00	2,000.00
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	5.3600	0.77	4.13	4.13
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2	10.0000	0.70	7.00	5.00
0253000003	DIESEL 2	gal	2.3400	4.50	10.55	11.72
0272000109	TUBERIA HDPE 3"Ø	m	92.2500	7.00	645.75	646.20
0274010019	TUBERIA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4" X 3m	u	17.5000	9.00	157.50	157.50
0274020022	CURVA PVC SEL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4"	u	16.0000	0.90	14.40	14.50
					3,580.26	3,576.94
EQUIPOS						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			80.66	80.66
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	8.0000	43.73	349.84	349.80
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	6.6700	30.90	205.98	206.10
0348100007	CAMIONETA 4 X 2	hm	0.4200	1.88	0.79	0.00
0348210066	EQUIPO DE CUÑA	hm	0.4700	7.50	3.53	3.53
0348210067	EQUIPO DE EXTRUSION	hm	0.4700	7.50	3.53	3.53
0348210068	TENSIOMETRO	hm	0.2400	10.00	2.35	2.35
0348210069	VACUUM BOX	hm	0.2400	3.75	0.88	1.18
0348210070	EQUIPO DE PRUEBA DE AIRE	hm	0.2400	3.75	0.88	1.18
0348820006	ELECTROBOMBA PARA AGUA DE 5.7 HP	u	1.0000	500.00	500.00	500.00
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	0.3200	2.50	0.80	0.80

**Precios y cantidades de recursos requeridos**

Obra **0801002 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE**
Fecha **01/03/2007**
Lugar **150128 LIMA - LIMA - RIMAC**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	Presupuestado U\$
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0.3900	6.75	2.61	2.61
0349150100	GRUPO ELECTROGENO 25 KW	hm	0.2400	5.00	1.18	1.18
0349190005	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE Y MIRA	hm	4.0000	1.48	5.92	5.00
0349880020	TEODOLITO CON TRIPODE Y MIRA	hm	4.0000	3.71	14.84	15.00
					1,173.80	1,172.92
				TOTAL U\$	6,646.08	6,641.97
				U\$		6,641.97

La columna parcial es el producto del precio por la cantidad requerida; y en la última columna se muestra el Monto Real que se está utilizando

ANEXO III: CRONOGRAMA DE OBRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIOS DE AGUA CON GEOMEMBRANAS

Id	Descripción Partida	Duración	Inicio	Fin	21 febrero		01 marzo		11 marzo		21 marzo		01 abril		11 abril		21 abril			
					18/02	25/02	04/03	11/03	18/03	25/03	01/04	08/04	15/04	22/04						
1	PLAZO DE EJECUCION	60 días	jue 22/02/07	dom 22/04/07	[Barra negra de inicio a fin]															
2	INICIO DE OBRA	0 días	jue 22/02/07	jue 22/02/07	[Hito negro]															
3	TRABAJOS PRELIMINARES	2 días	jue 22/02/07	vie 23/02/07	[Barra negra]															
4	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIE	1 día	jue 22/02/07	jue 22/02/07	[Barra azul]															
5	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE TERRENO	1 día	vie 23/02/07	vie 23/02/07	[Barra azul]															
6	TRABAJOS CIVILES	56 días	sáb 24/02/07	vie 20/04/07	[Barra negra]															
7	MOVIMIENTO DE TIERRAS	56 días	sáb 24/02/07	vie 20/04/07	[Barra negra]															
8	RESERVORIO DE AGUA	21 días	sáb 24/02/07	vie 16/03/07	[Barra negra]															
9	EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDA	5 días	sáb 24/02/07	mié 28/02/07	[Barra azul]															
10	REFINE Y COMPACTACION A NIVEL	5 días	lun 12/03/07	vie 16/03/07	[Barra azul]															
11	SISTEMA DE TUBERIAS	25 días	lun 19/03/07	jue 12/04/07	[Barra negra]															
12	EXCAVACION MANUAL DE ZANJA HASTA 1.00M PARA	3 días	lun 26/03/07	mié 28/03/07	[Barra azul]															
13	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA TUBERIA HDPI	10 días	jue 29/03/07	sáb 07/04/07	[Barra azul]															
14	RELLENO COMP.ZANJA TUB. HDPE 3Ø HASTA 1.00 M	5 días	dom 08/04/07	jue 12/04/07	[Barra azul]															
15	LIMPIEZA Y REFINE DE TERRENO PARA TENDIDO DE	7 días	lun 19/03/07	dom 25/03/07	[Barra azul]															
16	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	2 días	jue 19/04/07	vie 20/04/07	[Barra azul]															
17	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	2 días	jue 19/04/07	vie 20/04/07	[Barra azul]															
18	IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO	2 días	sáb 17/03/07	dom 18/03/07	[Barra negra]															
19	INSTALACION DE GEOTEXTIL CLASE 2 NT2000	1 día	sáb 17/03/07	sáb 17/03/07	[Barra azul]															
20	INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE 1.0MM EN RESER'	1 día	dom 18/03/07	dom 18/03/07	[Barra azul]															
21	OBRAS DE CONCRETO	4 días	sáb 14/04/07	mar 17/04/07	[Barra azul]															
22	EXCAVACION MANUAL HASTA 1.00 M DE PROFUNDIDAD	1 día	sáb 14/04/07	sáb 14/04/07	[Barra azul]															
23	SOLIDOS CONCRETO f _c =100 kg/cm ²	1 día	dom 15/04/07	dom 15/04/07	[Barra azul]															
24	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	1 día	lun 16/04/07	lun 16/04/07	[Barra azul]															
25	CONCRETO f _c =175Kg/cm ² PARA BASE DE BOMBA	1 día	mar 17/04/07	mar 17/04/07	[Barra azul]															
26	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS	15 días	dom 18/03/07	dom 01/04/07	[Barra azul]															
27	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA HDPE 3Ø	15 días	dom 18/03/07	dom 01/04/07	[Barra azul]															
28	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	1 día	mié 18/04/07	mié 18/04/07	[Barra azul]															
29	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROBOMBA	1 día	mié 18/04/07	mié 18/04/07	[Barra azul]															
30	INSTALACIONES ELECTRICAS	1 día	mié 18/04/07	mié 18/04/07	[Barra azul]															
31	TUBERIAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA BOM	1 día	mié 18/04/07	mié 18/04/07	[Barra azul]															
32	CABLE ELECTRICO TW AWG # 12	1 día	mié 18/04/07	mié 18/04/07	[Barra azul]															
33	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	4 días	jue 19/04/07	dom 22/04/07	[Barra azul]															
34	LLENADO DE RESERVORIO CON CISTERNA	1 día	jue 19/04/07	jue 19/04/07	[Barra azul]															
35	PRUEBA DE BOMBEO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADC	2 días	vie 20/04/07	sáb 21/04/07	[Barra azul]															
36	CERCO PERIMETRICO	1 día	vie 20/04/07	vie 20/04/07	[Barra azul]															
37	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	1 día	dom 22/04/07	dom 22/04/07	[Barra azul]															
38	FIN DE OBRA	0 días	dom 22/04/07	dom 22/04/07	[Hito negro]															

GRUPO Nº 09

Tarea		Resumen		Progreso resumido		Agrupar por síntesis	
Tarea crítica		Tarea resumida		División		Fecha límite	
Progreso		Tarea crítica resumida		Tareas externas			
Hito		Hito resumido		Resumen del proyecto			

ANEXO IV: MECÁNICA DE SUELOS ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S07 - 120

SOLICITADO : GRUPO N°08 DEL CURSO DE TITULACION APLICACIÓN DE GEOSINTETICOS EN OBRAS DE ING.
PROYECTO : IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
UBICACIÓN : Zona de Ingenieros - Campus UNI
FECHA : 09, Marzo del 2007

ENSAYOS ESTÁNDAR

I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - D422

Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 3.00

Malla	(%) Acumulado que pasa
3"	100.0
2"	80.7
1 1/2"	80.7
1"	72.8
3/4"	64.0
1/2"	50.1
3/8"	41.6
1/4"	33.7
N°4	32.7
N°10	23.0
N°20	19.1
N°30	18.2
N°40	17.1
N°60	15.1
N°100	12.2
N°200	9.7
% de Grava	67.3
% de Arena	23.0
% de Finos	9.7

LIMITE LIQUIDO (%) : 23.3
ASTM D4318
LIMITE PLASTICO (%) : 18.5
ASTM D4318
INDICE DE PLASTICIDAD (%) : 4.8

CLASIFICACION SUCS : GP - GC

NILTONSON NOREÑA VALVERDE.
BACH. ING. RESPONSABLE DE AREA
Lab. de Mecánica de Suelos UNI

VºBº JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
ING. JEFE DEL LABORATORIO
Lab. de Mecánica de Suelos UNI

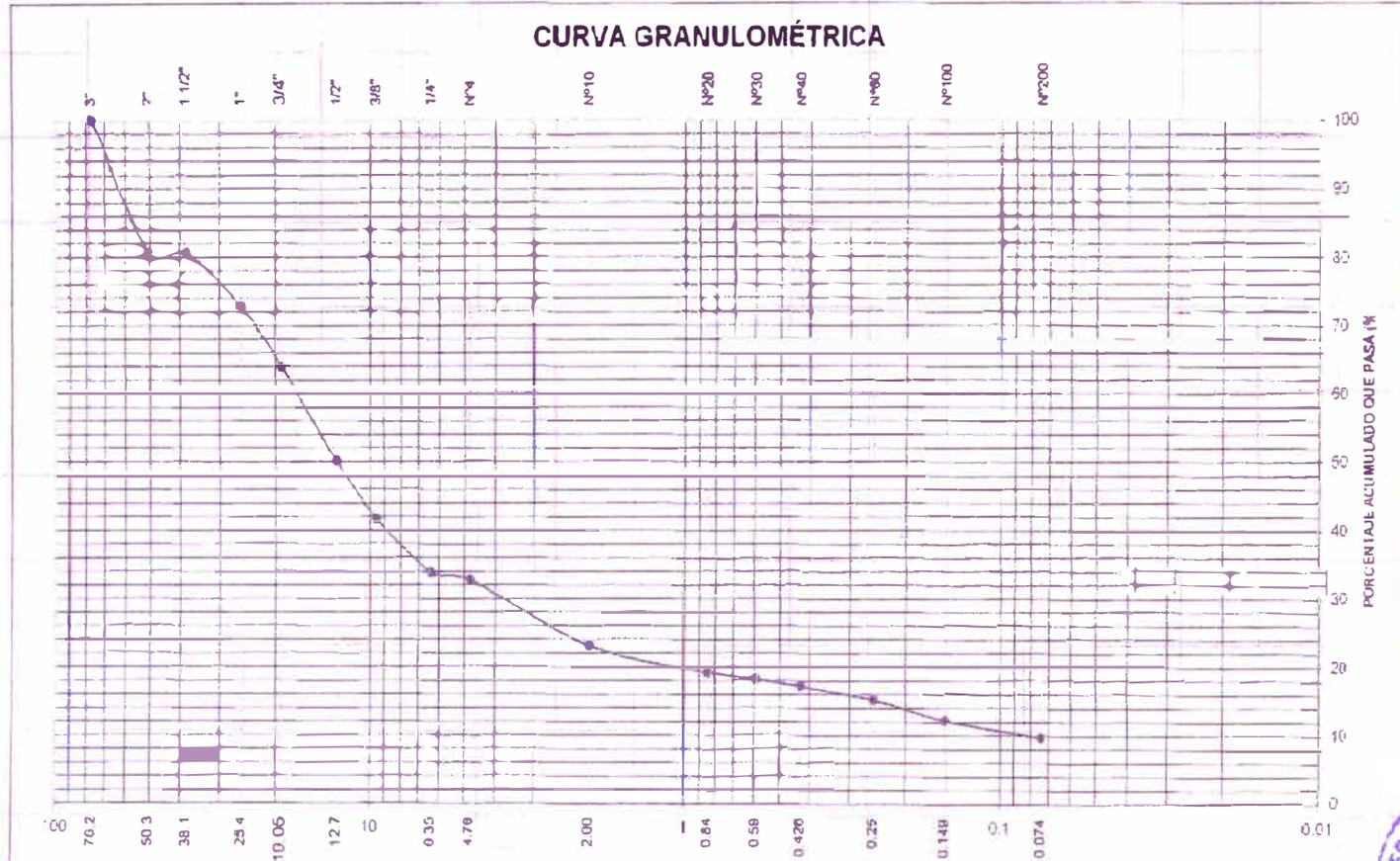




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422	INFORME N° S07 - 120
---	-----------------------------

Calicata : C-1	Solicitado : GRUPO N°08 DEL CURSO DE TITULACION APLICACIÓN DE GEOSINTETICOS EN OBRAS DE ING.
Muestra : M-1	Proyecto : IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
Prof. (m) : 3.00	Ubicación : Zona de Ingenieritos - Campus UNI
	Fecha : 09, Marzo del 2007

Tamiz	Abertura (mm)	(%) acumulado que pasa
3"	76.200	100.0
2"	50.300	80.7
1 1/2"	38.100	80.7
1"	25.400	72.8
3/4"	19.050	64.0
1/2"	12.700	50.1
3/8"	9.525	41.6
1/4"	6.350	33.7
N°4	4.760	32.7
N°10	2.000	23.0
N°20	0.840	19.1
N°30	0.590	18.2
N°40	0.426	17.1
N°60	0.250	15.1
N°100	0.149	12.2
N°200	0.074	9.7





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

Viene de informe N° :

S07 - 120

II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM 3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Muestra : M-1
Calicata : C-1
Prof. (m) : 3.00

Especimen N°	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Altura Inicial de muestra (cm)	2.00	2.00	2.00
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.560	1.560	1.560
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.472	1.472	1.472
Cont. de humedad inicial (%)	5.9	5.9	5.9
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.953	1.861	1.808
Altura final de muestra (cm)	1.954	1.831	1.736
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	1.774	1.876	1.955
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.507	1.608	1.696
Cont. de humedad final (%)	17.7	16.6	15.3
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.424	0.760	1.096

Angulo de friccion interna : **33.9 °**
Cohesion (kg/cm²) : **0.09**

III DENSIDAD MAXIMA Y DENSIDAD MINIMA ASTM D-4254

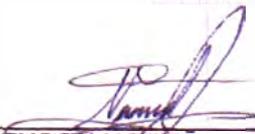
Densidad maxima (gr/cm³) : 1.45
Densidad minima (gr/cm³) : 1.71

Densidad natural (cono 12") (gr/cm³) 2.17

Muestras remitidas o identificadas por el solicitante

Realizado por: Tec. Jorge Chávez U.

Revisado por: Bach Ing N Noreña V


NILTHSON NOREÑA VALVERDE.
BACH. ING. RESPONSABLE DE AREA
Lab. de Mecanica de Suelos UNI


V°B° **JOSÉ WILFREDO GUTIERREZ LAZARES**
ING. JEFE DEL LABORATORIO
Lab. de Mecanica de Suelos UNI





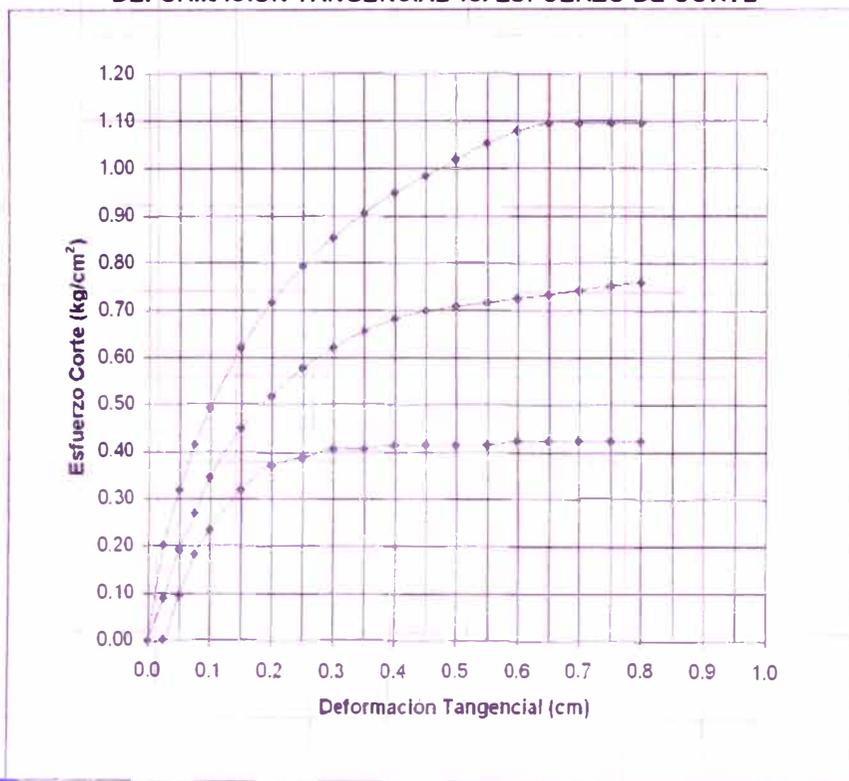
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

INFORME N° S07 - 120

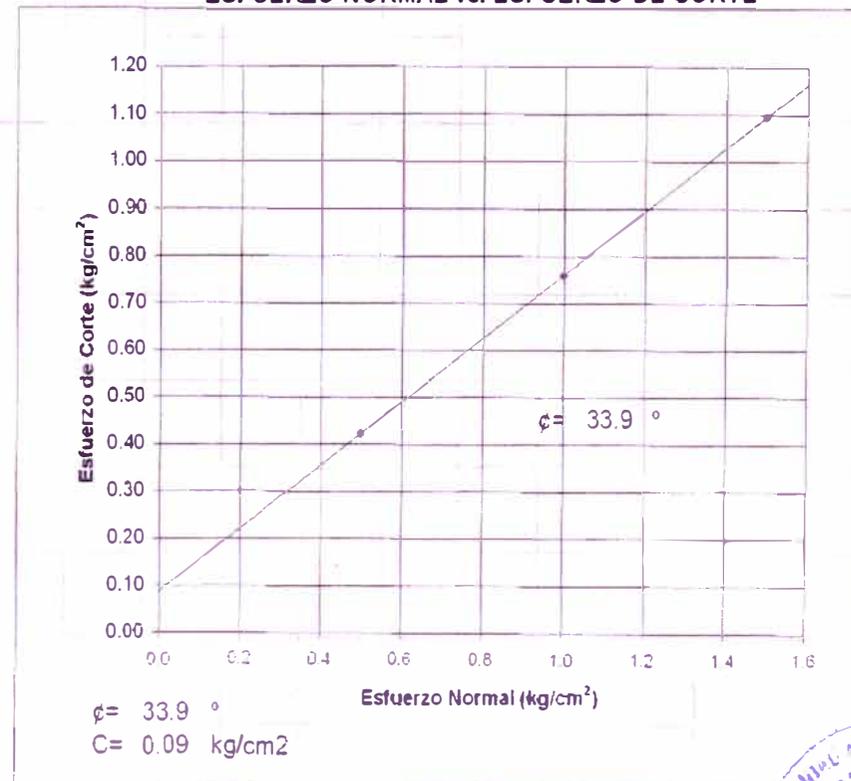
Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Muestra : M-1
Calicata : C-1
Prof. (m) : 3.00

SOLICITADO : GRUPO N°08 DEL CURSO DE TITULACION APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN OBRAS DE ING.
PROYECTO : IMPERMEABILIZACION DE RESERVOIRIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA HDPE
UBICACIÓN : Zona de Ingenieritos - Campus UNI
FECHA : 09, Marzo del 2007

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ANEXO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS GEOSINTÉTICOS

ESPECIFICACIÓN INTERNACIONAL GEOTEXTIL PAVCO NT 2000

Es un Geotextil No Tejido de polipropileno, conformado por un sistema de fibras, punzonado por agujas. Este Geotextil se produce en una de las plantas de PAVCO S.A., bajo un Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo con los requerimientos de la Norma de Calidad ISO 9001:2000 y un Sistema de Gestión Ambiental bajo la Norma Internacional ISO 14001. Es altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos. Los valores de las propiedades que aparecen en esta especificación¹ son obtenidos en el Laboratorio de Control de Calidad de Geotextiles PAVCO S.A., acreditado dentro del Sistema de Normalización, Certificación y Metrología de la S.I.C., según resolución 35707.

	PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	VALOR MARV ²
MECÁNICAS	Método Grab Resistencia a la Tensión Elongación	ASTM D- 4632	N (LB) %	560 (126) >50
	Resistencia al Punzonamiento	ASTM D- 4833	N(lb)	320 (72)
	Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D- 4533	N(lb)	215 (48)
	Método Mullen Burst Resistencia al Estallido	ASTM D- 3786	Kpa (psi)	1656 (240)
	Método de la Tira Ancha Resistencia a la Tensión Elongación Máxima	ASTM D- 4595	kN/m %	9.0 52
	Resistencia al Punzonamiento CBR	ASTM D- 6241	kN	1.9
HIDRAULICAS	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D- 4751	Mm (No. Tamiz)	0.150 (100)
	Permeabilidad	ASTM D- 4491	Cm/s	30 x 10 ⁻²
	Permitividad	ASTM D- 4491	s-1	2.0
	Tasa de Flujo	ASTM D- 4491	l/min/m ²	5700
FÍSICAS	Espesor	ASTM D- 5261	mm	1.5
	Rollo Ancho	Medido	m	3.5 – 3.8 – 4.0
	Rollo Largo	Medido	m	130
	Rollo Area	Calculado	m ²	455 – 494 - 520
RESISTENCIA	Resistencia UV (% retenido @ 500 h)	ASTM D- 4355	%	>70

NOTAS

- Los valores de las propiedades de esta especificación son vigentes a partir de Nov - 05 y están sujetas a modificaciones sin previo aviso.
- Los valores publicados corresponden al sentido más desfavorable del Geotextil. Los valores MARV corresponden al valor resultante de: Valor Típico - 2 veces desviación estándar de todos los datos históricos.

PAVCO se reserva el derecho de introducir las modificaciones de especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos. La información aquí contenida se ofrece gratis y es, a nuestro leal saber y entender, cierta y exacta; no obstante, todas las recomendaciones y sugerencias están hechas sin garantía, puesto que las condiciones de usos están fuera de nuestro control.



Productos Estándar de GSE

Hoja de Información del Producto

GSE HDPE

GSE HDPE es una geomembrana de polietileno lisa de alta densidad (HDPE) y elevada calidad, fabricada exclusivamente con resina de polietileno virgen y específicamente diseñada para la producción de geomembranas flexibles. Está compuesta aproximadamente por un 97.5% de polietileno, 2.5% de negro de humo además de antioxidantes y termo-estabilizadores; no se emplean otros aditivos, ni rellenos ni plastificantes. La geomembrana GSE HDPE tiene excelentes propiedades mecánicas, resistencia química, resistencia al agrietamiento ambiental, estabilidad dimensional, resistencia al envejecimiento por temperatura y resistencia a la radiación UV por lo que es adecuada para aplicaciones expuestas a la intemperie. *Estas especificaciones exceden GRI GM 13.*

Especificaciones del Producto, HDPE Liso.

PROPIEDADES ENSAYADAS	METODO DE ENSAYO	FRECUENCIA	VALOR MINIMO/RANGO ADMISIBLE					
			HDS 075G00T	HDS 100G00T	HDS 150G00T	HDS 200G00T	HDS 250G00T	
Código del Producto								
Espesor Promedio Mínimo, mm Espesor Mínimo (menor de 10 lecturas), mm	ASTM D 5199	Cada Rollo	0.75 0.68	1.00 0.90	1.50 1.35	2.00 1.80	2.50 2.25	
Densidad, g/cm ³	ASTM D 1505	90,000 kg	>0.94	>0.94	>0.94	>0.94	>0.94	
Resistencia a la Tracción (cada dirección) Resistencia a la Rotura, N/mm (lb/in) Resistencia a la fluencia, N/mm (lb/in) Elongación a la Rotura, % Elongación a la fluencia, %	ASTM D 6693, Tipo IV Dumbell, 2 ipm G.L. 2.0 in (51 mm) G.L. 1.3 in (33 mm)	9,000 kg	20 (114) 11 (63) 700 12	27 (152) 15 (84) 700 12	40 (228) 22 (126) 700 12	53 (304) 29 (168) 700 12	67 (380) 37 (210) 700 12	
Resistencia al Desgarro, N (lb)	ASTM D 1004	18,000 kg	93 (21)	125 (28)	187 (42)	249 (56)	311 (70)	
Resistencia al Punzonamiento, N (lb)	ASTM D 4833	18,000 kg	240 (54)	320 (72)	480 (108)	640 (144)	800 (180)	
Contenido de Negro de Humo (Rango), %	ASTM D 1603	9,000 kg	2.0-30	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	2.0-3.0	
Dispersión de Negro de Humo	ASTM D 5596	18,000 kg	+Nota 1	+Nota 1	+Nota 1	+Nota 1	+Nota 1	
Resistencia al agrietamiento (NCTL), horas	ASTM D 5397, Apend.	90,000 kg	300	300	300	300	300	
Tiempo de Inducción a la Oxidación, minutos	ASTM D 3895, 200°C	90,000 kg	>100	>100	>100	>100	>100	
Envejecimiento al Horno 85°C, 90 días OIT retenido %	ASTM D 5721 ASTM D 3895	Fórmula	>55	>55	>55	>55	>55	
Envejecimiento Ultra Violeta, 1600 hrs OIT retenido %	GM11 ASTM D5885	Fórmula	>50	>50	>50	>50	>50	
DIMENSIONES								
Longitud del Rollo (aproximado), m	Dimensiones para Contenedor de 40'		410	310	210	155	120	
Ancho del Rollo, m			7.01	7.01	7.01	7.01	7.01	
Area del Rollo, m ²			2,874	2,173	1,472	1,087	841	

NOTAS:

- + Nota 1: La dispersión sólo es aplicable a aglomerados esféricos o semejantes. 9 de 10 vistas deben ser Categoría 1 o 2. No puede haber más de 1 vista en la Categoría 3.
- GSE HDPE está disponible en rollos que pesan cerca de 2.070 kg.
- Todas las geomembranas GSE tienen una estabilidad dimensional de ±2% según el ensayo ASTM D 1204, y Fragilidad a baja temperatura menor a -77° C según el ensayo ASTM D 746.

DS005SPHD R04/B/06

Esta información se suministra sólo como referencia y no corresponde en lo absoluto a garantía alguna. GSE no asume ninguna responsabilidad legal relacionada con el uso de esta información. Por favor verifique con GSE las normas mínimas del aseguramiento de calidad, las especificaciones y procedimientos.

GSE y otras marcas utilizadas en este documento son marcas registradas y marcas de servicio de GSE Lining Technology, Inc., algunas de las cuales están registradas en los Estados Unidos y otros países.

America del Norte
América del Sur
Asia/Pacífico
Europa/Africa
Medio Oriente

GSE Lining Technology, Inc. Houston, Texas
GSE Lining Technology, Chile S. A. Santiago, Chile
GSE Lining Technology Company Ltda. Bangkok, Thailand
GSE Lining Technology GmbH. Hamburg, Germany
GSE Lining Technology Egypt The 6th of October City Egypt

Phone: 281-4438564 Fax: 281-230-8650
Phone: 56-2 595 4210 Fax: 56-2-595 4290
Phone: 66-2-9370091 Fax: 66-2-937-0097
Phone: 49-40-767420 Fax: 49-40-7674233
Phone: 202-2-828 8888 Fax: 202-2-828 8889

GSE Lining Technology Chile S.A.

Certified ISO 9001 : 2000 by



ANEXO VI: FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD



CONTROL DE EXCAVACIONES

OBRA: IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO DE AGUA CON GEOMEMBRANA
LUGAR: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROPIETARIO: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CONTRATISTA: GRUPO N° 9
FECHA: 03/03/2007

Excavación para Reservoirio de Agua

Descripción	FECHA	Volumen (m3)	Tipo
EXCAVACIÓN DE RESERVORIO	24/02/2007	6.00	Manual
	25/02/2007	7.50	Manual
	26/02/2007	8.00	Manual
	27/02/2007	8.50	Manual
	28/02/2007	8.00	Manual
	Totales	38.00	m3

OBSERVACIONES:

Héctor Bossio Cruzado
Supervisor de Obra

Manuel Quino Ordoñez
Residente de Obra



ACEPTACIÓN DE LA SUPERFICIE

Proyecto: Impermeabilización de reservorios de agua con geomembranas	Ubicación: Universidad Nacional de Ingeniería
Cliente: Facultad de Ingeniería Civil - UNI	Sector: C.E. Ingenieritos
Contratista: Grupo 9 S.A.	Reportado por: Janet Zuñiga Rivas
Contrato N° 009-03-07	Fecha: 08/03/2007

El Representante debidamente autorizado por Amanco del Perú S.A. certifica que bajo inspección visual el suelo encuentra las características para la instalación de 117.66 y 116.80 metros cuadrados(m²) de geotextil NT 2000 y geomembrana HDPE respectivamente.

Bajo las firmas, Amanco del Perú S.A. no se responsabiliza por el diseño del subsuelo, grado de compactación, integridad, elevaciones, o mantenimiento en cualquiera de sus formas del subsuelo.

Tamaño aproximado del área: 80 m²

Descripción del Area:

El área del proyecto está compuesto por material gravoso mal gradado y gravoso arcilloso, el área del reservorio en en el fondo tiene una inclinación de 0% y en la superficie de 1.5%; las dimensiones de área del reserorio de agua son de 6.00 m de ancho y 8.00 m de largo, con una pendiente de 1V:2H y una profundidad de 1.00 m.



Nº 1 de Latinoamérica en Tubosistemas

Representante de Amanco S.A
Ing. Cesar Carvalho Niquen

Propietario/Contratista
Grupo 9 S.A.

Supervisor



ACEPTACION DE CONDICIONES : SUPERFICIE DE APOYO GEOMEMBRANAS

Proyecto: Impermeabilización de reservorios de agua con geomembranas	Ubicación: Av. Tupac Amaru 210 - Rímac
Cliente: Facultad de Ingeniería Civil - UNI	Sector: C.E. Ingenieritos
Contratista: Grupo 9 S.A.	Reportado por: Janet Zuñiga Rivas
Contrato N° 009-03-07	Fecha: 17/03/2007

SUBCONTRATISTA: AMANCO S.A.
AREA DE UBICACIÓN: C.E. Ingenieritos
AREA A SER APROBADA: Superficie del reservorio protegido con Geotextil No Tejido

El abajo firmante, representante autorizado del instalador, acepta las condiciones de la superficie y será responsable de mantener la integridad y adaptabilidad de dicha superficie de acuerdo a las especificaciones, desde esta fecha hasta completar la instalación. El instalador no se hace responsable por las condiciones del subsuelo bajo la camada.



Nº 1 de Latinoamérica en Tubosistemas

Empresa Instaladora

Control de Calidad

Título

Janet Zuñiga Rivas

Firma

17/03/2007

Fecha



ACEPTACION DE PREPARACION DE TERRENO PARA INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA

NOMBRE DE PROYECTO: Impermeabilización de reservorios de agua con geomembranas

USUARIO: Grupo 9 S.A.

NUMERO DE PROYECTO: 009-03-07

FECHA: 17/03/2007

LOCACION: Universidad Nacional de Ingeniería - C.E. Ingenieritos

Este documento solo se aplica para la aceptación de la condición del terreno para la instalación de Geosintéticos.

AMANCO DEL PERU no acepta la responsabilidad por la compactación, elevación, contenido o condición del mantenimiento del terreno durante el trabajo.

La estructura integrada de preparación y mantenimiento del terreno es responsabilidad del dueño o ejecutor de la obra.

Por AMANCO DEL PERU:

Ing. Cesar Carvalho Ñiquen

POR EJECUTOR:



Número de Aceptación: 009-03-07

Area Aceptada: 80.0m²

Total Area aceptada a la fecha: 80.0m²



ORDEN DE SERVICIO / ORDEN DE COMPRA

Orden de Servicio
 Orden de Compra

Proyecto:	Impermeabilización de reservorios de agua con geomembranas	Ubicación:	Universidad Nacional de Ingeniería
Cliente:	Facultad de Ingeniería Civil - UNI	Sector:	C.E. Ingenieritos
Contratista:	Grupo 9 S.A.	Reportado por:	Janet Zúñiga Rivas
Contrato N°	009-03-07	Fecha:	08/03/2007

Cambio en diseño / Especificaciones Stand By / Desmovilización
 Trabajo Extra Requerido por dueño / Ingeniero Requisición de Material
 Instalación

DESCRIPCION DEL TRABAJO

Instalacion de geotextil NT 2000
 Instalación de geomembrana HDPE 1mm

Autorización para proseguir

Ing. Cesar Carvalho Ñiquen
 Representante

Jefe División Minera
 Título

NINGUN TRABAJO SE HARA SIN FIRMA DEL CLIENTE

ITEM	MATERIALES	CANTIDAD
1.0	Geotextil NT 2000	117.66 m2
2.0	Geomembrana HDPE 1mm	116.8 m2

PERSONAL 2 TITULO DEL PERSONAL Tecnicos Instaladores

HORAS 2

Precio Total 620.24 Dolares Americanos
 # de días 2
 Fecha: 17/03/07 - 18/03/07

NOTA: Su firma no indica que el acuerdo estipulado no está costeadado o cubierto en el contrato original y será aceptado y considerado como pago adicional por trabajo extra realizado por AMANCO DEL PERU



AMANCO DEL PERU

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FIC

DUENO

Janet Zúñiga Rivas

INSPECCION



**PROTOCOLO DE ENSAYOS
NO DESTRUCTIVOS**

Proyecto:	Impermeabilización de reservorios de agua con geomembranas	Ubicación:	Universidad Nacional de Ingeniería
Cliente:	Facultad de Ingeniería Civil - UNI	Sector:	C.E. Ingenieritos
Contratista:	Grupo 9 S.A.	Reportado por:	Janet Zuñiga Rivas
Contrato N°	009-03-07	Fecha:	17/03/2007

Geosintético:				Tipo:				Zona:					
WELDF DATA							TEST DATA						
Weldf Date	Seam N°	Time	Operator Name	Maquina			Amb Temp °C	Test Date	Test Type	Air Pressure (psi)		Reslts P/F	Notes
				N°	Temp °C	Speed				IN	OUT		
17-Mar	14	09:35:00 a.m	Idelso Torres				26	17-Mar	Aire	30	30	30	Panel 2/ Panel 1



Nº 1 de Latinoamérica en Tubosistemas

Empresa a Cargo de Ensayos

Janet Zuñiga Rivas

Encargado de Control de Calidad

Fecha: 17/03/2007

Fecha: 17/03/2007

ANEXO VII: MEMORIA GRÁFICA

Foto N° 1



Foto N° 1: Estado inicial de terreno donde fue ejecutado el proyecto

Foto N° 2



Foto N° 2: Cercado de perímetro con cinta de seguridad y trazo de reservorio

Foto N° 3



Foto N° 3: Excavación de Reservorio

Foto N° 4



Foto N° 4: Toma de muestras para Ensayos de Suelos

Foto N° 5



Foto N° 5: Pesaje de Muestras

Foto N° 6



Foto N° 6: Trazo de Línea de Impulsión

Foto N° 7



Foto N° 7: Conformación y Refine de fondo y paredes de reservorio de agua

Foto N° 8



Foto N° 8: Transporte de materiales y equipos necesarios para la obra

Foto N° 9



Foto N° 9: Instalación de Geotextil

Foto N° 10



Foto N° 10: Verificando el traslape entre paños

Foto N° 11



Foto N° 11: Sellado por calor de uniones entre paños de geotextil

Foto N° 12



Foto N° 12: Vista general de tendido de geotextil en Reservorio de Agua

Foto N° 13



Foto N° 13: Control de Traslapes en paneles de Geotextil

Foto N° 14



Foto N° 14: Corte de paneles de geomembrana en zona adyacente para facilitar su instalación

Foto N° 15



Foto N° 15: Toma de pruebas iniciales a cupones de geomembrana soldados

Foto N° 16

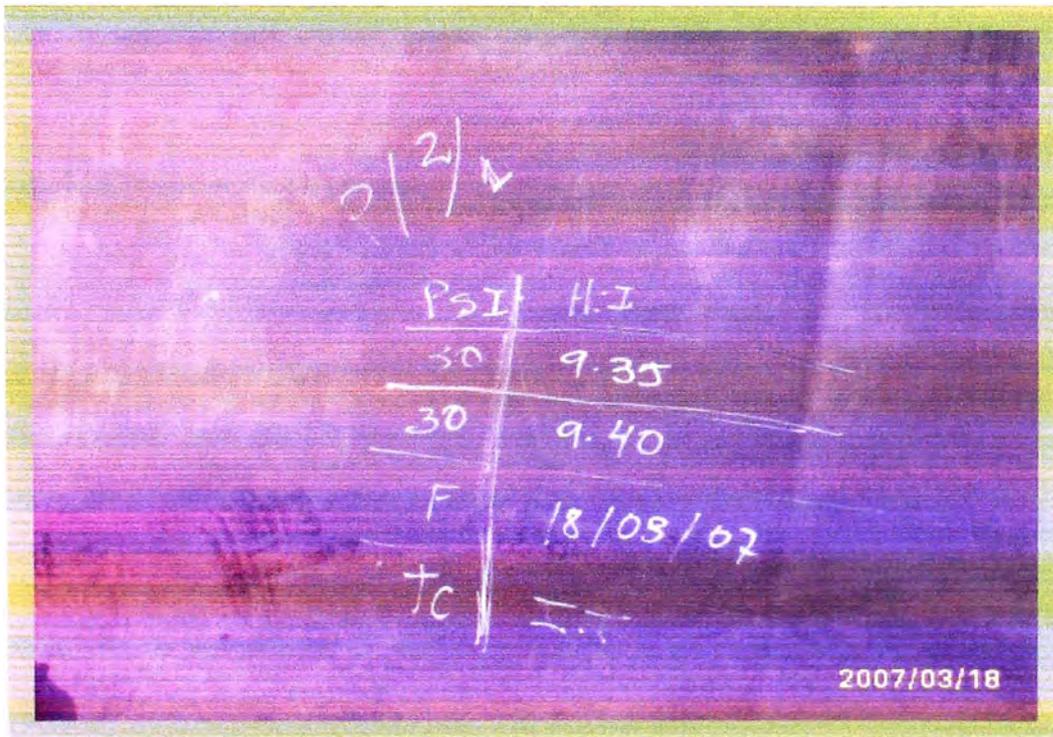


Foto N° 16: Identificación de Paneles de Geomembrana

Foto N° 17



Foto N° 17: Colocación de paneles de geomembrana HDPE 1.0 mm de espesor

Foto N° 18



Foto N° 18: Soldadura por termofusión entre paneles de geomembrana para asegurar la impermeabilidad del reservorio

Foto N° 19



Foto N° 19: Control de Calidad durante la ejecución del proyecto, verificando la soldadura y marcando zonas de reparaciones

Foto N° 20



Foto N° 20: Prueba de Aire en Soldadura por Termofusión

Foto N° 21



Foto N° 21: Vista general de Reservorio impermeabilizado con geomembrana

Foto N° 22

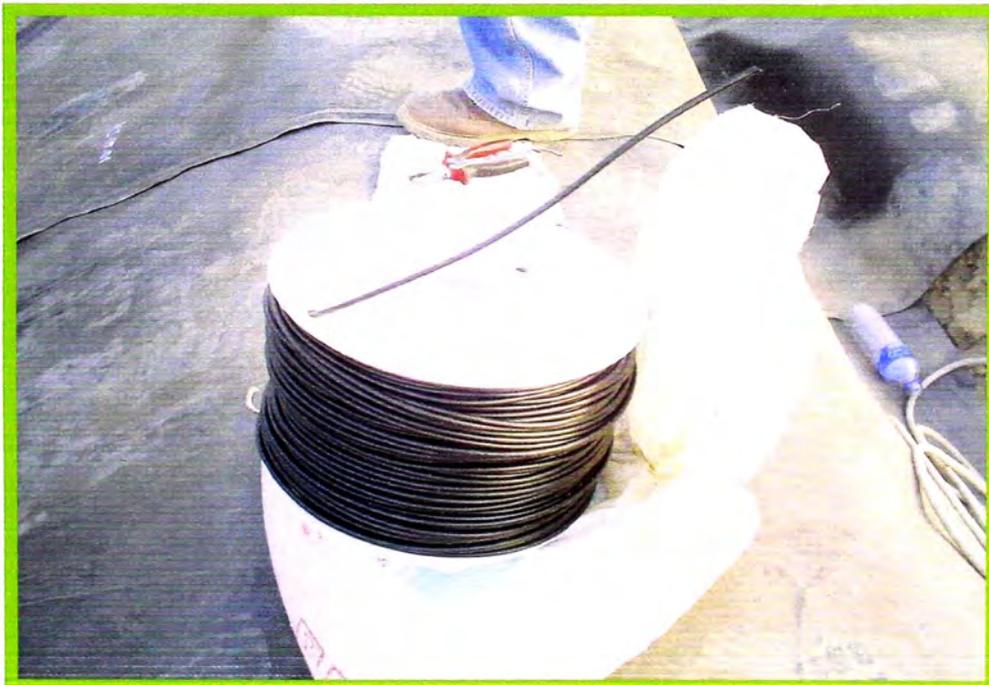


Foto N° 22: Soldadura para geomembrana por el Sistema de Extrusión

Foto N° 23



Foto N° 23: Pruebas iniciales a la soldadura por extrusión

Foto N° 24

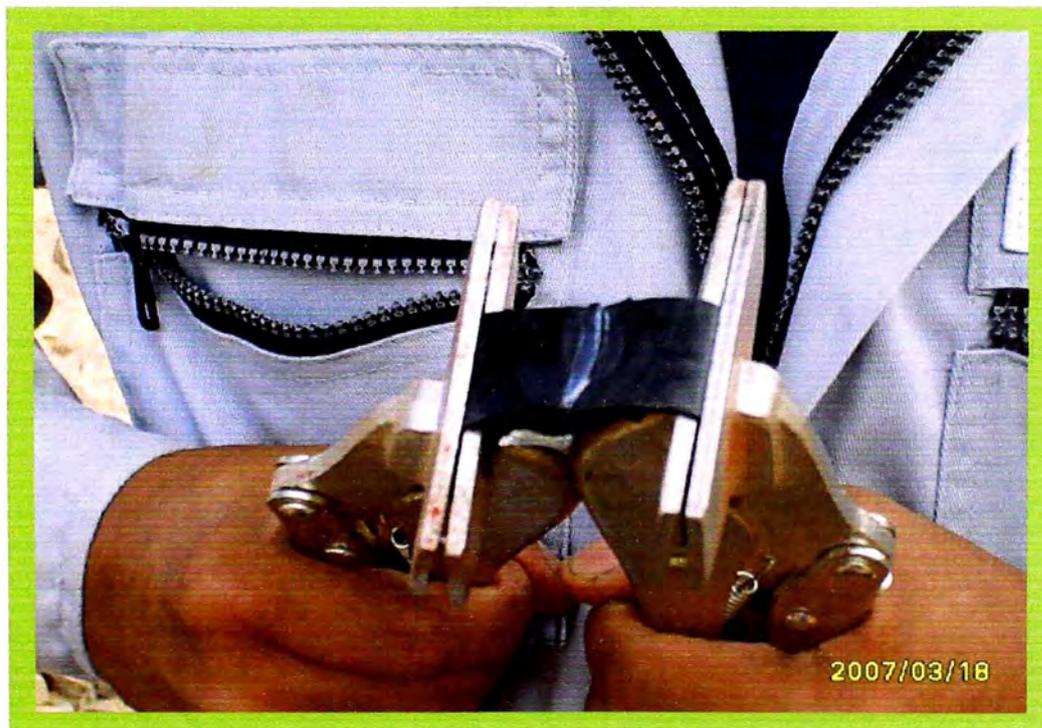


Foto N° 24: Pruebas de desgarre a la soldadura por extrusión

Foto N° 25



Foto N° 25: Control de parches, soldadura por extrusión

Foto N° 26



Foto N° 26: Llenado de Reservorio para prueba de impulsión hacia el Reservorio N°2

Foto N° 27



Foto N° 27: Reservorio N°2 en la parte superior, punto de llegada de la línea de impulsión, inicio de llenado de reservorio

Foto N° 28



Foto N° 28: Llenando el Reservorio de Agua N°2

Foto N° 29



Foto N° 29: Reservorio de Agua N°2, ciclo de impulsión finalizado

Foto N° 30



Foto N° 30: Nivel final de Reservorio N° 1, en la parte inferior, se observa la línea de succión con válvula de pie y canastilla para evitar ingreso de material sólido al sistema.

© 2007, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados.
"El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos."

Correo: webmaster@uni.edu.pe Teléfono: 481-1070