

Preparado por

# IAGI

**INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEOSYNTHETIC  
INSTALLERS**

**(ASOCIACION INTERNACIONAL DE INSTALADORES DE  
GEOSINTETICOS)**

**ESPECIFICACION PARA LA INSTALACION DE  
GEOMEMBRANAS**

**International Association of Geosynthetic Installers**

**P.O. Box 18012**

**St. Paul, MN 55118**

**U.S.A.**

**Telefono: 651-554-1895**

**Fax: 651-450-6167**

**Email: [iaqi@iaqi.org](mailto:iaqi@iaqi.org)**

**Revision, Febrero 2000**

## PARTE 1 – GENERAL

### 1.01 Resumen

- A. Esta especificación incluye el suministro e instalación de geomembranas de PEAD con una densidad formulada del plano de 0.940 g/cm o mayor. Esto incluye geomembranas tanto lisas como texturizadas.

### 1.02 Referencias

#### A. American Society for Testing and Materials (ASTM)

1. D638 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
2. D751 Standard Test Methods for Coated Plastics
3. D792 Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement.
4. D1004 Standard Test Method for Initial Tear Resistance of Plastic Film and Sheeting
5. D1204 Standard Test Method for Linear Dimensional Changes of Non Rigid Thermoplastic Sheeting or Film
6. D1238, Standard Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer
7. D1505, Standard Test Method for Density of Plastics by Density-Gradient Technique.
8. D1603, Standard test Method of Carbon Black Content in Olefin Plastics.
9. D3895, Standard Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefins by Thermal Analysis.
10. D4218, Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds by the Muffle-Furnace Technique.
11. D 4437, Standard Practice for Determining the Integrity of Field Seams Used in Joining Flexible Polymeric Sheet Geomembranes.
12. D4833, Test Method for Index Puncture Resistance of Geotextiles, Geomembranes and Related Products.
13. D5199, Standard Test Method for Measuring Nominal Thickness of Smooth Geomembranes.
14. D5397, Standard Test Method for Evaluation of Stress Crack Resistance of Polyolefins using Notched constant Tensile Load Test.
15. D5596, Standard Practice for Microscopical Examination of Pigment Dispersion in Plastic compounds.
16. D5641, Standard Practice for Geomembrane Seam Evaluation by Vacuum Chamber.
17. D 5721, Practice for air-Oven Aging of Polyolefin Geomembranes.
18. D 5820, Test Method for Air Testing
19. D5885, Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefin Geosynthetics by High Pressure Differential Scanning Calorimetry.
20. D5994, Standard Test Method for Measuring Nominal thickness of Textured Geomembranes

21. D6365, Standard Practice for the Nondestructive Testing of Geomembrane Seams Using The Spark Test.

**B. Geosynthetic Research Institute (GRI)**

1. GRI GM 6, Pressurized Air Channel Test for Dual Seamed Geomembranes.
2. GRI GM 9, Cold Weather Seaming of Geomembranes
3. GRI GM 10, Specification for Stress Crack Resistance of HDPE Geomembrane Sheet
4. GRI GM13, Test Properties, Testing Frequency and Recommended Warranty for High Density Polyethylene (HDPE) Smooth and Textured Geomembranes.
5. GRI GM 14, Test Frequencies for Destructive Seam Testing.

**1.03 Presentaciones**

- A. Presentar bajo las provisiones de la Sección 01300, Sumisiones
- B. Someter la siguiente información al Ingeniero para su aprobación, dentro de un límite de tiempo razonable, con el propósito de poder expedir el embarque o instalación de la geomembrana:
  1. Documentación de las calificaciones del fabricante, de conformidad con lo que especifica en la sub-sección 1.04A de esta sección.
  2. Manual del programa de Control de Calidad del fabricante, o documentación descriptiva.
  3. Una hoja descriptiva de las propiedades del material, incluyendo como mínimo las propiedades especificadas bajo GRI GM13, incluyendo métodos de ensayo.
  4. Muestra del material
  5. Documentación de las especificaciones del instalador, de conformidad con lo que detalla más adelante y en la sub-sección 1.04B de esta sección:
    - a. Someter una lista de por lo menos diez obras completadas. Para cada instalación proveer: Nombre y tipo de obra, su ubicación, fecha de instalación, nombre y teléfono del contacto del cliente, tipo y espesor de la geomembrana, y área de superficie de geomembrana instalada.
    - b. Someter curriculum o calificaciones del Supervisor de Instalación, Jefe soldador, y técnicos que van a ser asignados a este proyecto.
    - c. Programa de Control de Calidad
  6. Ejemplos de garantía de calidad del material y garantía de calidad de Instalación, en cumplimiento con las sub-secciones 1.07 y 1.08 de esta sección.
  7. Nombre del proveedor de la Resina, identificación de la planta de producción de la resina, nombre de marca y número de la resina, fecha de producción de la resina, certificados de control de calidad del

fabricante de las resinas, y certificación de que las propiedades de la resina reúnen los requerimientos del proyecto.

## **C. Planos y dibujos:**

1. Someter copias de dibujos y planos para la aprobación del Ingeniero, dentro de un plazo razonable de tiempo para no atrasar el inicio de la instalación de geomembrana. Los planos mostrarán la distribución de paños propuesta, identificando soldadura de unión y detalles. Las soldaduras de unión generalmente deben orientarse en la dirección del talud. Soldaduras de tipo "butt" (tope) o de final del rollo no deben ocurrir en un talud, a menos que hayan sido aprobados por el representante del dueño. Si se permiten soldaduras de tope "butt seams" en un talud, deben ser escalonados.

2. No se permitirá la instalación de geomembrana hasta que el representante del propietario ha recibido los planos y los haya aprobado.

## **D. Sumisiones adicionales: (Durante la obra, y al completarla)**

1. Garantía del fabricante (referir a sub-sección 1.07)
2. Garantía de Instalación de la geomembrana (referir a sub-sección 1.08)
3. Aceptación diaria por escrito de la superficie de la subrasante (referir a sub-sección 3.01C)
4. Procedimientos para soldadura a baja temperatura, si aplican (referir a sub-sección 3.03.C).
5. Muestras de prueba para precalificación (referir a sub-sección 3.05.A.6)
6. Resultados de ensayos de campo de soldadura no-destruccion (referir a sub-sección 3.05.B.1)
7. Resultados de ensayos destructivos de campo (referir a sub-sección 3.05.C.6.)
8. Informes diarios de instalación de campo (referir a sub-sección 3.05.G)
9. Planos de registro de instalación, de conformidad con lo discutido en la sub-sección 3.05.

## **1.04 Control de Calidad**

### **A. Calificaciones del fabricante:**

El fabricante de la geomembrana del tipo especificado o de un producto similar, tendrán por lo menos cinco años de experiencia en la manufactura de dicha geomembrana. Adicionalmente, el fabricante de la geomembrana habrá fabricado por lo menos 1,000,000 de mts<sup>2</sup> (10,000,000 de pies cuadrados) de la geomembrana especificada, o producto similar, durante los últimos cinco años.

### **B. Calificaciones del Instalador:**

1. El instalador de la geomembrana sera el fabricante, instalador aprobado por el fabricante, o un contratista aprobado por el representante del propietario para instalar la geomembrana.
2. El instalador de geomembrana tendran por lo menos tres años de experiencia en la instalación de la geomembrana especificada o similar. El instalador de geomembrana habrá instalado por lo menos 10 proyectos con un total de 500,000 mts<sup>2</sup> (5,000,000 de pies<sup>2</sup>) de la geomembrana especificada o similar, durante los últimos tres años.
3. La instalación se efectuará bajo la dirección de un Supervisor de de Campo de Instalación , el cual será el responsable de la distribución de paños, soldadura, parchado, pruebas y reparaciones, así como todas las demás actividades del instalador de geomembranas. El Supervisor de Instalación habrá instalado por lo menos 300,000 mts<sup>2</sup> (3,000,000 de pies<sup>2</sup>) de geomembrana del tipo especificado o similar, en 10 proyectos.
4. La soldadura para unión será llevada a cabo bajo la dirección de un Maestro soldador (quien a la vez podrá ser el Supervisor de Instalación de Campo o Encargado), quien habrán soldado por lo menos 300,000 metros<sup>2</sup> (3,000,000 de pies<sup>2</sup>) de geomembrana del tipo especificado o producto similar, utilizando el mismo tipo de aparatos de soldadura que se utilizarán en el presente proyecto. Este Maestro Soldador estará presente siempre que se estén efectuando trabajos de soldadura.
5. Todo trabajo de soldadura, parchado, u otra operación de soldar, así como los ensayos o pruebas, serán llevados a cabo por técnicos calificados empleados por el Instalador de Geomembranas.

### **1.05 Entrega, Almacenamiento y Manejo**

- A. Cada rollo de geomembrana entregado a la obra será rotulado claramente el nombre del fabricante, identificación de producto, espesor del material, número de rollo, dimensiones del rollo y peso del rollo.
- B. La geomembrana será protegida del fango, suciedad, polvo, ruptura, cortes, o cualquier otra condición que la dañe o deteriore.
- C. No se apilará a más de 3 rollos de altura.

### **1.06 Condiciones del Proyecto**

- A. No se instalará geomembrana en presencia de agua estancada, mientras llueva, durante vientos excesivos, o cuando la temperatura de los materiales esté fuera de los límites especificados en la sección 3.03

**1.07 Garantía del Material**

De acuerdo a la especificación, o de conformidad con lo requerido en GRI GM 13 (anexo A)

**1.08 Garantía de Instalación de la Geomembrana**

A. El instalador de geomembrana garantizará la instalación de la geomembrana, contra defectos de instalación y calidad de la obra realizada, por un período de un año a partir de la fecha de recepción final.

**1.09 Reunion Pre-Construcción de Geomembrana**

A. Se llevará a cabo una reunión pre-construcción de la geomembrana en el sitio, previo a iniciar la instalación de la geomembrana. Por lo menos, en esta reunión participará el Instalador de Geomembrana, el Representante del Propietario (Ingeniero o empresa de CQA), y el Contratista de movimiento de tierras.

**B. Los Temas para esta reunión, incluirán:**

1. Responsabilidades de cada parte
2. Líneas de Autoridad y comunicación. Resolución sobre la ambigüedad de cualquier documento
3. Métodos de documentación, reporte y distribución de los documentos y reportes.
4. Procedimientos para el empaque y almacenamiento de muestras de archivo.
5. Revisión de los cronogramas de tiempo para la instalación y pruebas
6. Revisión de la distribución de paños y sistema de numeración de paños y soldaduras, incluyendo detalles de marcado sobre la geomembrana.
7. Procedimientos y Responsabilidades para la preparación y submisión de los planos de distribución de paños y soldaduras como quedaron contruidos.
8. Limitaciones de Temperatura y Meteorología. Procedimientos de instalación durante condiciones adversas de tiempo. Definición de condiciones aceptables de la subrasante, geomembrana, humedad ambiental y condiciones de temperatura para trabajar en la instalación de geomembrana.
9. Condiciones de la subrasante, responsabilidades por achicado de agua y plan para el mantenimiento de la subrasante.
10. Técnicas para el desbobinado, incluyendo condiciones permisibles de la subrasante.
11. Plan para controlar la expansión/contracción y arrugamiento de la geomembrana.
12. Cubrir la geomembrana y cubrir el suelo instalado.
13. Medidas y plazos para pago
14. Salud y seguridad

- C. La reunión se documentará por una persona designada al inicio de la misma, y se hará llegar la minuta a cada participante.

## **PARTE 2 – PRODUCTOS**

### **2.01 Control de calidad del fabricante**

1. Los métodos de prueba y frecuencia utilizada por el fabricante para el control de calidad y garantía de calidad de la geomembrana previo a su entrega, serán de acuerdo con GRI GM13, o modificaciones de acuerdo a requerimientos específicos del proyecto.
2. Las certificaciones de control de calidad del fabricante, incluyendo los resultados de pruebas de control de calidad de los productos, tal como se especifican en la subsección 2.01.A.3 de esta Sección, deben ser suministradas al representante del Propietario para verificar que los materiales suministrados con este proyecto cumplen con las especificaciones del producto o proyecto de esta sección. La certificación debe llevar la firma por un representante responsable por parte del fabricante, tal como el Gerente de QA/AC, el Gerente de Producción, o el Gerente de Servicios Técnicos. Las Certificaciones deben incluir el número de lote y número de rollo, así como la información relativa al embarque.
3. El fabricante proveerá Certificación que la geomembrana y varilla de soldar suministrados al proyecto, tienen la misma base de resina y las mismas propiedades físicas.

### **2.02 GEOMEMBRANA**

- A. La geomembrana consistirá de materiales nuevos de primera calidad, diseñados y manufacturados específicamente para el propósito de este trabajo, lo cual habrá sido previamente demostrado de manera satisfactoria, por medio de ensayos previos, de ser de calidad durable y adecuada para este propósito. Los rollos de geomembrana no tendrá costuras, y serán de Polietileno de Alta Densidad (HDPE – densidad > a 0.94 g/cm), que no contenga plastificantes, llenadores o extendedores, y estará libre de agujeros, ampollas o contaminantes, y 100% libre de fugas, comprobado por medio de ensayos lineales de chispas o equivalente. La geomembrana será suministrada como un lienzo continuo, sin uniones de fábrica en los rollos. La geomembrana conformará los requerimientos de calidad mostrados en la Tabla A (GRI GM13)
- B. Se harán ensayos de cumplimiento de calidad por el representante del Propietario, si esto fuera necesario, de acuerdo a las Especificaciones del proyecto.
- C. Las costuras de la geomembrana se harán de conformidad con los requerimientos mostrados en la Tabla 2 (Anexo B), o de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

### 2.03 Preparación de la Subrasante

- A. La subrasante será preparada de conformidad con los requerimientos del proyecto. La subrasante para la geomembrana será uniforme y libre de cualquier objeto filudo o con puntas que puedan dañar la geomembrana previo a la instalación de la geomembrana.
- B. El instalador de la geomembrana y el representante del Propietario inspeccionarán la superficie a ser cubierta con la geomembrana en un día, para asegurar que ésta es adecuada, previo a instalar la geomembrana.
- C. El instalador de la geomembrana y el representante del Propietario proveerán un reporte diario de aceptación de la superficie a ser cubierta con geomembrana durante ese día. La superficie será mantenida de tal manera, durante la instalación de la geomembrana, para asegurar la adecuación de la subrasante.
- D. Toda la subrasante dañada por equipo de construcción, y considerada inadecuada para la colocación de geomembrana, será reparada previo a instalar la geomembrana. Todas las reparaciones serán aprobadas por el representante del Propietario y el Instalador de Geomembranas. Este daño, su reparación y las responsabilidades del contratista y el instalador de la geomembrana, serán definidos durante la reunión previa a la construcción.

### 3.02 Instalación de Geomembrana

- A. Ninguna geomembrana será desplegada hasta que los certificados aplicables de control de calidad listados en la sección 1.03 de esta sección, hayan sido entregados a y aprobados por el representante del Propietario. En caso que se despliegue geomembrana previo a la aprobación del representante del Propietario, ésta será por único riesgo del Instalador de geomembrana y/o el Contratista. Si el material no cumple con las especificaciones del proyecto, será removido del área del trabajo, sin costo para el Propietario.
- B. La geomembrana será instalada dentro de los límites mostrados en los planos de construcción, y esencialmente tal y como se muestra en el plano de despliegue de paños.
- C. No se desenrollará ni desplegará ningún material de geomembrana, si las temperaturas del ambiente son menores de 0 grados C (32 grados F), a menos que esto haya sido aprobado por el representante de Propietario. La temperatura mínima especificada para el despliegue del material puede ser ajustada por el representante del Propietario basado en recomendaciones del fabricante. Los límites de temperatura serán definidos durante la reunión preconstructiva. Típicamente, únicamente la cantidad que pueda ser anclada y unida en un día, debería ser desplegada.
- D. No se permitirá tráfico vehicular sobre la geomembrana, con excepción de vehículos todo terreno de baja presión sobre el terreno, o equivalentes.

- E. Bolsas de lastrado con arena o materiales similares, serán utilizadas conforme se requiera, para lastrar temporalmente la geomembrana en el sitio, en previsión de condiciones de viento razonablemente previsibles. Las bolsas de lastrado serán de tejido suficientemente fino para permitir que los finos del suelo se salgan de las mismas y queden vertidos sobre la geomembrana.
- F. No se instalará geomembrana si la humedad previene la preparación adecuada del subsuelo, despliegue de paños o soldadura de los mismos. Los límites de humedad serán definidos durante la reunión preconstructiva.
- G. Paños dañados o porciones de paños dañados que han sido rechazados, deben ser marcados y removidos del área de trabajo.
- H. La geomembrana no debe “puentear” vacíos o áreas bajas en el subsuelo. En estas áreas, la geomembrana debe descansar en contacto íntimo con la subrasante.
- I. Arrugas causadas por el despliegue de los paños o por expansión térmica deben minimizarse de acuerdo con lo indicado en la sección 1.09 B11.
- J. Consideraciones sobre la geometría del sitio: En general, las uniones deben orientarse en forma paralela a la línea del talud máximo. En las esquinas, y en aquellas partes de forma irregular, el largo total de las uniones debe ser minimizado. No se harán uniones en puntos bajos en la subrasante a menos que la geometría lo exija, y siempre que lo apruebe el representante del Propietario.
- K. Traslapes: Los paños deben traslaparse previo a soldarlos, de la forma que sea necesaria para asegurar un buen trabajo de soldadura y permitir pruebas adecuadas. En ningún caso deberá este traslape ser menor a 75 mm (3”).

### 3.03 Procedimientos de Soldadura

- A. Las instalaciones en climas fríos, deben efectuarse de acuerdo con los lineamientos indicados en GRI GM9.
- B. No se deberán efectuar soldaduras de geomembrana cuando la temperatura sea menor de 0 grados C (32 grados F), a menos que se cumplan las siguientes condiciones:
  - 1. Soldadura de geomembrana a temperatura inferior a 0 grados C (32 grados F), se permite si el Instalador de Geomembrana puede demostrarle al representante del Propietario, utilizando soldaduras de prueba preestablecidas, que las condiciones de soldaduras de campo conforman con las especificaciones del proyecto, la seguridad de las cuadrillas está garantizada, y el material de la geomembrana puede ser fabricado (por ejemplo, botas, penetraciones, reparaciones, etc) en temperaturas bajo cero.
  - 2. El Instalador de Geomembrana someterá al representante del Propietario, procedimientos detallados para soldar a bajas temperaturas, posiblemente incluyendo los siguientes:

1. Precalentamiento de la geomembrana
  2. Provisionamiento de una tienda de campaña u otro dispositivo para prevenir la pérdida de calor durante la operación de soldadura y pérdidas rápidas de calor inmediatamente después de soldar.
  3. Número de ensayos de soldadura para determinar parámetros adecuados de soldadura.
- C. Ningún material de geomembrana debe ser soldado cuando la temperatura del paño será mayor de 75 grados C (170 grados F), medido con un termómetro infrarojo o termocopla de superficie, a menos que sea previamente aprobado por el representante del Propietario. Esta aprobación se basará en recomendaciones del fabricante, y en demostración en el campo por el Instalador de Geomembrana usando soldaduras de prueba para comprobar que las uniones cumplan con la especificación
- D. La soldadura se efectuará principalmente utilizando equipo automático y técnicas de soldadura a fusión. La soldadura con extrusión se utilizará únicamente cuando la soldadura por fusión no es posible, tal como en penetraciones de tubería, parches, reparaciones y soldaduras cortas (menores al ancho del rollo).
- E. Bocas de pescado y arrugas excesivas en las uniones de soldaduras, serán minimizadas, y cuando sea necesario, serán cortadas en la cresta de las arrugas de regreso al paño, a manera de lograr un traslape plano. El corte se terminará con un “keyhole” (nominal 10 mm (1/2”)), para minimizar la propagación de la rotura o grieta). El traslape debe ser posteriormente soldado. El corte tipo “keyhole” será posteriormente parchado con un parche redondo u ovalado del mismo material de geomembrana, extendiéndose un mínimo de 150 mm (6”) más allá del corte, en todas direcciones.

### **3.04 Sistemas para sellado por penetración de tuberías y estructuras**

- A. Proveer un método para sellar penetraciones, de conformidad con los planos constructivos.
- B. Las Penetraciones se fabricarán con el material de la geomembrana de base, material plano, botas prefabricadas y accesorios tal y como se muestran en los Planos Constructivos del Proyecto. Los ensambles prefabricados o fabricados en el campo, serán soldados a la geomembrana en el campo, tal y como se muestra en los planos de obra, para prevenir filtraciones. Este ensamble debe ser probado tal como se indica en la sección 3.05B. Alternativamente, donde no se puedan efectuar pruebas de campo no-destructivas, se probarán estas penetraciones por medio de equipo de prueba de chispas eléctricas del tipo “holiday”, de conformidad con ASTM6365. Se harán pruebas con equipo de chispas eléctricas, donde no se puedan utilizar presión de aire o cámara de vacío.
  - a. El equipo para pruebas de chispas, consistirá pero no se limitará a.
    - a. Un aparato manual de chispas tipo HOLIDAY y una varilla conductiva que genere un voltaje alto.

- b. Las actividades de prueba se llevarán a cabo por el Instalador de Geomembrana, introduciendo un tape o alambre conductivo debajo de la unión previo a soldar la misma. Un tramo de prueba conteniendo un tramo no soldado, sera sometido a una prueba de calibración, para asegurar que este tipo de defecto (tramo sin soldar) pueda ser identificado con los parámetros de máquina y métodos utilizados. Una vez completada la soldadura, active el probador de chispa, y sostengalo aproximadamente a 25mm (1") por encima de la soldadura, moviéndolo lentamente sobre todo el largo de la soldadura de acuerdo con ASTM 6365. Si no se observa una chispa, la soldadura se considera libre de fugas.
- c. Una chispa indica fuga en la soldadura. La zona fallada debe ser localizada, reparada y vuelta a probar por el Instalador de Geomembrana.
- d. Debe tenerse cuidado si existen gases inflamables en el área de prueba.

### **3.05 CONTROL DE CALIDAD EN EL CAMPO**

El representante del Propietario será notificado previo a todo trabajo de prueba o precalificación de soldadura, o de acuerdo con lo acordado durante la reunión pre-constructiva.

#### **A. Soldaduras de prueba para precalificación**

1. Las soldaduras de prueba serán preparadas y probadas por el instalador de geomembrana para verificar que los parámetros de soldadura (velocidad, temperatura y presión del equipo de soldadura) son adecuados.
2. Soldaduras de prueba serán efectuadas por cada técnico en soldadura, y probadas de conformidad con ASTM D4437 al inicio de cada período de sellado. Las soldaduras de prueba se efectuarán bajo las mismas condiciones y con el mismo equipo y operador, como las soldaduras de producción. La soldadura de prueba tendrán un largo de aprox. 3.3 metros (10 pies) para soldadura de fusión, y 1 metro (3 pies) para soldadura de extrusión, con la soldadura centrada longitudinalmente. Como mínimo, se harán soldaduras de prueba por cada tecnico, una vez cada 4 a 6 horas; ensayos adicionales pueden requerirse si hay cambios significativos en las condiciones ambientales.
3. Dos especímenes de 25 mm (1") serán cortados con cortadora de cupones por el Instalador de geomembrana, de cada punta de la soldadura de prueba. Estos especímenes serán probados por el instalador de geomembrana usando un Tensiometro de campo, probando ambos rieles para prueba de pelado (peel) y tensión (shear). Cada espécimen fallará en el material mismo y no en la soldadura. "Film Tear Bond" (falla F.T.D).

- Una separación de soldadura igual a o mayor del 10% del ancho de riel, será considerada una soldadura fallada.
4. Los valores mínimos de resistencia aceptable para soldaduras obtenidas para todos los especímenes probados, se listan en la sub-sección 3.05.C.4 de esta sección. Los cuatro especímenes deben pasar para que la soldadura de prueba pase la prueba.
  5. Si una soldadura de prueba falla, una soldadura adicional será probada inmediatamente. Si la prueba adicional también falla, el aparato de prueba será rechazado y no utilizado durante pruebas de producción, hasta que las deficiencias hayan sido corregidas, y se haya efectuado una soldadura de prueba exitosa.
  6. Una muestra de cada soldadura de prueba será marcada. La marca indicará la fecha, temperatura de la geomembrana, número de soldadora, técnico que efectuó el ensayo y descripción de que paso o fallo.

### **B. Ensayo No-Destructivo para Soldadura de campo**

1. Todas las soldaduras de campo serán ensayadas de forma no-destructiva por el Instalador de Geomembrana sobre el largo completo de la soldadura antes que las soldaduras sean cubiertas. Cada soldadura será numerada o de alguna manera señalizada. La localización, fecha, unidad de prueba y el nombre del técnico que ejecuta las pruebas y los resultados de todas las pruebas no destructivas deben ser grabadas, y entregadas al representante del propietario.
2. Los ensayos deben efectuarse durante el desarrollo de los trabajos de soldadura de campo, y no al finalizar los trabajos, a menos que esta sea acordado previamente con el representante del Propietario. Todos los defectos encontrados durante los ensayos serán marcados y numerados inmediatamente. Todos los defectos encontrados deben ser reparados, re-ensayados y re-marcados para indicar que el defecto ha sido reparado adecuadamente.
3. Ensayos no-destructivos se harán utilizando cámara de vacío, equipo de presión de aire, o pruebas de chispa conductivas.
4. Ensayos no destructivos se realizarán por un técnico experimentado que conoce el uso del equipo mencionado. El instalador de geomembrana debe demostrarle al representante del propietario todos los métodos de ensayo para verificar que los procedimientos de ensayo sean válidos.
5. La soldadura de extrusión será probada por el instalador de geomembrana utilizando la cámara de vacío de conformidad con ASTM D 4437 y ASTM D 5641 con el siguiente equipo y procedimientos:

- a. El equipo para los ensayos de soldadura de extrusión incluirá pero no se limitará a: una unidad de cámara de vacío consistente en una caja rígida, una ventana visora transparente, un empaque suave de hule adherida a la base, un puerto de salida o una unidad de válvula y un manómetro de vacío; una unidad de bomba de vacío equipada con un regulador de presión y conexiones de tubería, una manguera de hule de presión/vacío con sus fittings y conexiones; un recipiente de plástico, una brocha ancha de pintura, y una solución con jabón líquido.
  - b. La bomba de vacío estará cargada y el tanque de presión será ajustado a aproximadamente 35 kPa (5 psig).
  - c. El instalador de geomembrana debe crear un sello libre de fugas entre el empaque y la superficie de la geomembrana, humedeciendo una tira de geomembrana de aproximadamente 0.3 m (12") por 1.2 m (48") (largo y ancho de la caja) con una solución jabonosa, colocando la caja sobre la superficie humedecida, y luego presionando la caja contra la membrana. El Instalador de Geomembrana entonces cerrará la válvula de sangrado, abrirá la válvula de vacío, y mantendrá la presión inicial de aproximadamente 35 kPa (5 psig) por aproximadamente 5 segundos. La geomembrana debe ser observada continuamente a través de la ventana visora, para detectar la presencia de burbujas de jabón, lo cual indica una fuga. Si no se ven burbujas después de 5 segundos, el área se considerará libre de fugas. La caja se despresurizará y se le moverá al siguiente área adyacente, con un traslape apropiado, y se repetirá el proceso.
  - d. Todas las áreas donde aparezcan burbujas de jabón, serán marcadas, reparadas y luego vueltas a probar.
  - e. En aquellas ubicaciones donde no se puedan efectuar pruebas destructivas, como en penetraciones de tubería, se sustituirán ensayos no-destructivos alternos de chispa (tal como se detalla en la sección 3.04.B o equivalente).
  - f. Todas las soldaduras que son probadas con cámara de vacío, serán marcadas con la fecha de prueba, nombre del técnico que efectuó la prueba, y los resultados de la misma.
6. Las soldaduras de doble fusión con un canal incluido, serán probadas por el instalador de geomembrana, por medio de

presión de aire, de acuerdo con ASTM D 5820 y ASTM D4437, así como el siguiente equipo y procedimientos:

- a. El equipo para pruebas de soldadura de doble fusión, consistir de, pero no se limitará a: una bomba de aire equipada con manómetro de presión, capaz de generar y sostener una presión de 210 kPa (30 psig), montada sobre una base acolchonada, para proteger la geomembrana; y un manómetro equipado con una aguja hueca y filuda, u otro dispositivo para alimentar presión.
- b. Las actividades de Pruebas, se efectuarán por el Instalador de Geomembranas. Ambos extremos de la soldadura a ser probada, serán sellados, y una aguja u otro dispositivo aprobado, será insertada en el túnel creado por la soldadura de doble fusión. La bomba de aire se ajustará a una presión de 210 kPa (30 psig), y la valvula cerrada. Se dejarán dos minutos para que el aire inyectado se equilibre dentro del túnel, y se mantendrá la presión durante 5 minutos. Si la pérdida de presión no excede 28 kPa (4 psig) después de este período de 5 minutos, se considerará que la soldadura está libre de fugas. Relajar presión del extremo opuesto, verificando la pérdida de presión en la aguja, para asegurar haber probado la soldadura completa. La aguja u otro dispositivo aprobado para alimentar presión, serán removidos y el agujero de alimentación será sellado.
- c. Si la pérdida de presión excede 28 kPa (4 psig) durante el período de prueba, o no se estabiliza la presión, el área defectiva será ubicado, reparado y vuelto a probar por el instalador de geomembrana.
- d. Los resultados de las pruebas de presión, se anotarán sobre la membrana en el punto de prueba así como en un récord de pruebas de presión.

### **C. Pruebas destructivas de campo.**

1. Una muestra para prueba destructiva por 150 mts lineales (500 pies lineales) de largo de soldadura, u otro largo de predeterminado de acuerdo con GRI GM 14, será tomada por el Instalador de Geomembrana de la ubicación determinada por el representante del Propietario. El Instalador de geomembrana será notificado por adelantado, sobre la ubicación de la muestra. Con el propósito de obtener resultados de pruebas previo a completar la instalación de la geomembrana, se tomarán muestras por el instalador de geomembranas conforme avanzan los trabajos de soldadura, y de conformidad con instrucciones emitidas por el representante del propietario.

2. Todas las muestras de campo serán marcadas con su número de muestra y número de soldadura. Se registrará el número de muestra, fecha, hora, ubicación y número de soldadura. El instalador de geomembrana reparará todos aquellos agujeros en la geomembrana, que resulten de obtener muestras de soldadura. Todos los parches serán probados con cámara de vacío o con ensayos de chispa. Si un parche no pudiera ser instalado en forma permanente sobre un agujero de prueba durante el mismo día en que se efectuó la prueba, se instalará un parche por medio de soldadura puntual o soldadura con aire caliente sobre el agujero, hasta que se pueda instalar un parche permanente.
3. La muestra destructiva tendrá 300 mm (12") de ancho por 1.00 metro (36") de largo, con la soldadura centrada longitudinalmente. La muestra será cortada en tres secciones iguales y distribuida como sigue: Una sección se entregará al representante del propietario como muestra de archivo; Una sección al representante del propietario para muestreo de laboratorio de conformidad con lo especificado en el párrafo 5 que sigue abajo; una sección será retenida por el instalador de geomembrana para ensayos de campo según como se especifica e en el párrafo 4 abajo.
4. Para pruebas de campo, el instalador de geomembranas cortará 10 especímenes idénticos de 25 mm (1") de su muestra. El instalador de geomembranas probará cinco especímenes para hacer pruebas de resistencia a tensión de soldadura y cinco especímenes para pruebas de resistencia a pelado de soldadura. Las pruebas de pelado se efectuarán tanto en la porción interior como la porción exterior de la soldadura. Para que sea aceptable, 4 de 5 especímenes deben pasar los criterios establecidos en la sección 2.02 con menos de 10% de separación. Si 4 de 5 especímenes pasan, la muestra califica para ser probada por un laboratorio de pruebas si fuera requerido.
5. Si las especificaciones requieren de pruebas independientes de soldadura, estas se efectuarán de acuerdo con ASTM 5820 o ASTM D4437.
6. Reportes sobre los exámenes y pruebas serán preparados, y entregados al representante del propietario.
7. Para soldaduras de campo, si falla una prueba de laboratorio, esto se considerará como un indicador de la posible insuficiencia del tramo completo de soldadura del cual se obtuvo la muestra. Tramos de ensayos destructivos adicionales serán tomados por el instalador de geomembrana en ubicaciones indicadas por el Ingeniero, típicamente 3.0 m (10 pies) a cada lado de la muestra fallada, y se practicarán pruebas de soldadura en laboratorio. Si estas pruebas pasan, se considerará como un indicador de soldadura adecuada. Si las pruebas no pasan, se considerará como un indicador de soldadura inadecuada, y todas las soldaduras representadas por el punto de prueba destructiva serán reparados por un tramo cobertor de soldadura con soldadura de extrusión en todos los lados del área cubierta.

Todas las soldaduras del tramo de cubierta serán probados con prueba de cámara de vacío, hasta que se compruebe la adecuación de las soldaduras. Tramos cobertores que excedan 50 metros de largo (150 pies), serán probados destructivamente.

### D. Identificación de Defectos:

1. Los paños y soldaduras serán inspeccionados por el Instalador y el representante del propietario durante y después de su despliegue, para identificar todos los defectos, incluyendo agujeros, ampollas, materia prima no diseminada y señales de contaminación por materias extrañas.

### E. Evaluación de Defectos:

Cada punto sospechoso de la membrana (tanto áreas soldadas como no soldadas), serán probadas por métodos no-destructivos utilizando uno de los métodos descritos en la Sección 3.05.B. Cada punto que no pase las pruebas no-destructivas, será marcado, numerado, medido y notificado diariamente en los planos de "instalación", y subsiguientemente reparado.

1. Si una muestra destructiva falla el ensayo del laboratorio de campo, el instalador de geomembrana reparará la soldadura entre las dos ubicaciones más cercanas que pasaron en ambos lados de la ubicación de la prueba destructiva que falló.
2. Soldaduras defectuosas, roturas o agujeros, serán reparados volviendo a efectuar la soldadura o aplicando una tira de parchado con soldadura de extrusión.
3. Volver a soldar puede consistir de:
  - a. Remover la zona con soldadura defectuosa y volver a soldar el material original utilizando el equipo de soldar original; o
  - b. Volver a soldar por extrusión a lo largo del traslape en la parte exterior del borde de la soldadura, dejado por el proceso de soldadura por fusión.
4. Ampollas, agujeros mayores, y contaminación por materia extraña, serán reparados por medio de parches y/o pegas de soldadura de extrusión. Cada parche se extenderá un mínimo de 150 mm (6") más allá de los bordes de los defectos.
5. Todas las reparaciones serán medidas, ubicadas y anotadas.

- F. Verificación de Reparaciones y Uniones: Cada reparación será probada por métodos no-destructivos utilizando cámara de vacío o métodos de chispa eléctrica. Las pruebas que pasan la prueba no-destructiva, serán consideradas como prueba de una reparación exitosa. Las pruebas que fallen, serán vueltas a soldar y a probar hasta que resulte una prueba que pasa. El número, fecha, ubicación, técnico y resultado de la prueba de cada parche, serán anotados.

G Informes Diarios de Instalacion: Al inicio de cada día de trabajo, el Instalador le proveerá al Ingeniero los reportes diarios de todo el trabajo efectuado el día anterior. Estos reportes incluirán lo siguiente:

6. Cantidad total y ubicación de la geomembrana instalada.
7. Largo total de las soldaduras completadas, nombre de los técnicos que efectuaron las soldaduras, y número de la unidad de soldar.
8. Dibujos representando la geomembrana instalado en el día anterior, mostrando número de paños, número de soldaduras, y ubicación de pruebas destructivas y no-destructivas efectuadas.
9. Resultados de soldaduras de prueba para pre-calificación.
10. Resultados de pruebas no-destructivas, y
11. Resultados de pruebas de vacío efectuadas en reparaciones.

H. Los resultados de pruebas destructivas serán reportados previo a que se cubra la membrana o dentro de un plazo de 48 horas.

### **3.06 ACEPTACION DEL LAINER (Geomembrana)**

A. La geomembrana será aceptada por el representante del propietario cuando:

1. Toda la instalacion este terminada o se haya terminado una parte de la misma previamente acordada.
2. Toda la documentación de Control de Calidad (QC) haya sido completada y entregada al propietario.
3. Se haya verificado la calidad de todas las soldaduras de campo y reparaciones, y se hayan completado todas las pruebas correspondientes

### **3.07 Trinchera de Anclaje**

A. Construir de acuerdo con los planos de construcción

### **3.08 Remoción de materiales de desecho**

A. Una vez completada la instalación, el Instalador de Geomembrana deberá colocar toda la basura y material sobrante en una ubicación aprobada por el Propietario, remover todo el equip utilizado en efectuar los trabajos motivo de este contrato, y dejar el sitio de la obra en condiciones nitidas y aceptables. Ningún material de desecho será dejado sobre la geomembrana.

**Preparado por: ASOCIACION INTERNACIONAL DE INSTALADORES DE GEOSINTETICOS (IAGI)**

**Revision, Febrero 2000**

PROPIEDADES MINIMAS PROMEDIO DE SOLDADURAS  
PARA  
GEOMEMBRANA LISA Y TEXTURIZADA HDPE

| Propiedad  | Metodo de Prueba | 30 mil | 40 mil | 50 mil | 60 mil | 80 mil | 100 mil | 120 mil |
|--|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Resistencia a Peladura (Fusion y Extrusion) lb/pulg <sup>2</sup> | ASTM 4437        | 39     | 52     | 65     | 78     | 104    | 130     | 156     |
| Resistencia al Corte (Fusion y Extrusion) lb/pulg <sup>2</sup>   | ASTM 4437        | 60     | 80     | 100    | 120    | 160    | 200     | 239     |

PROPIEDADES MINIMAS PROMEDIO DE  
SOLDADURAS PARA  
GEOMEMBRANA LISA Y TEXTURIZADA HDPE

| Propiedad  | Metodo de Prueba | 0.75 mm | 1.00 mm | 1.25 mm | 1.50 mm | 2.00 mml | 2.50 mm | 3.00 mm |
|--|------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| Resistencia a Peladura (Fusion y Extrusion) lb/pulg <sup>2</sup> | ASTM 4437        | 6.8     | 9.3     | 11.1    | 13.6    | 18.0     | 22.9    | 27.3    |
| Resistencia al Corte (Fusion y Extrusion) lb/pulg <sup>2</sup>   | ASTM 4437        | 10.5    | 14.3    | 17.1    | 20.9    | 27.6     | 35.1    | 41.8    |

