



**GUIA PARA LA INSTALACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE
GEOMEMBRANAS DE HDPE Y LLDPE
Elaborado por el Comité de Geomembranas de IGS PERU**

PROCEDIMIENTO DE INSTALACION.

A) Superficie de Apoyo

La colocación de la geomembrana, se realizará sobre una superficie de apoyo que, en adición a los requerimientos del proyecto (dimensiones, pendiente, compactación, etc.), debe encontrarse completamente libre de elementos punzo-cortantes que pudieran dañar la geomembrana, eliminando o reduciendo su capacidad impermeabilizante.

B) Colocación de la Geomembrana

En primer lugar, se deberá realizar una inspección visual de la rasante para determinar si es apta para ser revestida

En seguida, las láminas se deberán extender de acuerdo con el panel layout. 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. Los paños tendidos son asegurados utilizando bolsas de arena y/o cualquier otro material de la zona a fin de evitar el levantamiento por acción del viento; dichos elementos permanecerán allí durante todo el tiempo necesario para la correcta fijación y anclaje de la geomembrana. Las zonas correspondientes al anclaje serán presentadas y fijadas temporalmente para realizar los cortes y traslapes necesarios.

Conforme el trabajo va progresando, se deberán registrar los detalles de las dimensiones y el número del rollo del fabricante para cada panel en el formato de registro. Cuando estén en posición, se deberá revisar que los paneles no presenten daños físicos que pudieran 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.

Los empalmes se realizarán longitudinalmente y en el sentido de la pendiente del talud. También se podrán realizar empalmes transversales o diagonales, siempre y cuando éstos no sean perpendiculares a la línea de máxima pendiente.

Las dimensiones y especificaciones de los anclajes especificados en el proyecto serán realizados con la mayor precisión posible, debiéndose realizar el control de calidad de los mismos, antes y durante la colocación del relleno.



C) Soldadura de la Geomembrana:

Las uniones mediante traslapes se realizarán una vez que los paños se encuentren plenamente ubicados. Los traslapes no deberán presentar una longitud inferior a 75 mm. Todas las costuras de HDPE se deberán soldar por extrusión o por fusión.

Al comenzar cada día de trabajo, se deberá efectuar una tira de prueba por máquina. 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; de ésta se obtienen los cupones de ensayo.

La descripción de la prueba de adherencia es la siguiente: La parte sobrepuesta del cupón se deberá tirar 180° desde la parte superior de la misma usando un tensiómetro. Un paso se define como una unión en la cual el material de lámina se rompe sin dañar la soldadura; una falla se define como un defecto de adherencia en la costura. Se deberá tener especial cuidado en que el cupón de muestra sea de 2,54 cm. (1") de ancho, medido en forma perpendicular a la costura. Esto es porque el esfuerzo a que será sometida la muestra se expresa en libras / pulgada lineal y cualquier variación en el ancho alterará dicho valor.

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

- a) Nombre del soldador.
- b) Número de la máquina de soldar.
- c) Soldadura nueva o soldadura de reparación.
- d) Condiciones climáticas, tales como lluvia, viento, etc.
- e) Temperatura ambiente.
- f) Velocidad de la máquina.
- g) Fecha de la prueba.
- h) Hora de la prueba.

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

Soldadura por cuña caliente (hot wedge): Este sistema se realiza mediante la aplicación de calor y la presión mecánica ejercida por un juego de rodillos, en la zona de traslape de ambas láminas. El trabajo se efectúa tomando como referencia dos puntos paralelos sobre el traslape generando en el centro una cavidad vacía (canal de prueba) que nos permitirá efectuar pruebas no destructivas mediante inyección de aire.



Soldadura por extrusión (extrusion welding): Es un sistema de soldadura efectuado por un cordón continuo de polietileno de alta densidad (ROD HDPE). La varilla de HDPE usada tiene un diámetro determinado y debe ser de la misma calidad de la geomembrana para lograr una fusión óptima. Para lograr una soldadura eficiente se debe realizar los siguientes trabajos previos:

- Pre- lijado de los paños a unir con los sopletes de aire caliente.
- Lijado de la zona utilizando lijas circulares para lograr minimizar la diferencia de relieve existente entre los paños en el punto de unir.



D) Control de calidad en campo

Pruebas no destructivas

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

La prueba no destructiva permitirá asegurar que no hayan orificios en las costuras, que la alineación de la soldadura sea correcta y que no hayan defectos obvios.

Pruebas de presión de aire en costuras por fusión de doble línea

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 se necesita una manguera de goma con adaptadores, conexiones y una aguja hueca puntiaguda para introducir presión en el espacio de aire. Las costuras dobles con un espacio de aire cerrado se prueban de la siguiente manera: Se sellan ambos extremos de las costuras y, luego, se inserta la aguja hueca puntiaguda en el espacio de aire entre la soldadura de fusión. Se introduce aire en el canal, mediante la aguja, conectada a un compresor mediante la manguera de goma, hasta llegar a una presión de 30 psi. Se cierra la válvula y se mantiene la presión entre 25 y 30 psi durante 5 minutos. Si la presión no se puede mantener, localizar el área defectuosa, marcarla y repararla. La información que se deberá registrar al pie de la obra, será la siguiente:

HR Inicio (HI) / PSI Inicio (PI)
HR Final (HF) / PSI Final (PF)
Fecha : / Operador CC (OP, iniciales)



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 junta de neopreno suave unido al perímetro inferior y una ventana transparente para poder observar desde arriba. 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 un válvula de extracción que libera la presión negativa y mueve la caja a medida que la prueba se realiza.

La prueba consiste en lo siguiente: Se hace una solución de agua y jabón líquido y se humedece una sección de aproximadamente 0,90 m. de longitud de costura con la solución. Se comprime la caja de vacío sobre el área humedecida y se acciona la bomba para formar un sello alrededor del borde inferior. Se examina 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, se libera el vacío y se pasa a la siguiente sección de la costura, manteniendo una superposición de 12 cm. como mínimo, con relación al área probada. Si se detectan orificios, éstos 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 CC (OP, iniciales)



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 este método haciendo uso de un alambre de cobre de calibre 24 ubicado 1/8" debajo de la superposición de la lámina superior, y un detector Holiday que opera a 20.000 voltios. La información que se deberá registrar al pie de la obra, será la siguiente:

Prueba Eléctrica (PE) / OK
Fecha / Operador CC (OP, iniciales)



Inspección visual

La fase final consistirá en una inspección visual de la soldadura para verificar que no hayan defectos y que esté alineada correctamente. Todos los defectos y orificios que se encuentren deberán ser reparados y probados nuevamente. Por último, se deberán inspeccionar visualmente los paneles, las penetraciones, el perforado, el empernado y cualquier otro detalle.

Reparaciones y nuevos ensayos

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. Se realizarán ensayos de presión de aire a las soldaduras por fusión y, ensayo de caja de vacío para las soldaduras de extrusión y las realizadas en la reparación.

Muestreo para 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 y 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

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

- a) Muestra destructiva o prueba inicial
- b) Nombre del proyecto y número
- c) Fecha en que la muestra se soldó
- d) Grosor de la membrana.
- e) Número de la muestra o de la costura
- f) Nombre del soldador
- g) Número de la máquina de soldar
- h) Temperatura de la máquina
- i) Velocidad de la máquina

Prueba de laboratorio de las soldaduras

La prueba de laboratorio consiste en probar el esfuerzo cortante y la adherencia de los especímenes obtenidos de las muestras de campo. La velocidad de separación de la mandíbula de la máquina de prueba deberá ser de 2 pulgadas por minuto.



Procedimiento

a) 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 forme un ángulo de 90° con la soldadura y que ésta quede en el centro de la muestra para ensayo.

b) Probar el esfuerzo cortante de 5 muestras y la adherencia de otras 5 muestras de ensayo.

Para la prueba de esfuerzo cortante, se debe inmovilizar la lámina superior del espécimen con un grupo de mandíbulas del tensiómetro y la lámina inferior, en el extremo opuesto, con el otro grupo de mandíbulas. Se debe tirar las dos láminas hasta que se separen y se produzca la fractura.

Para la prueba de adherencia, se inmoviliza la lámina superior del espécimen con un grupo de mandíbulas del tensiómetro y el extremo adyacente de la lámina inferior, con el otro grupo de mandíbulas. Se tira las dos láminas hasta que se separen y se produzca la fractura.

c) Registrar los datos obtenidos en la prueba de manera pertinente.

Evaluación de los resultados

a) Todas las pruebas deberán exhibir un tipo de unión en el que el material de geomembrana se rompe antes de la soldadura. En todas las muestras de costura de cuña doble, se deberá probar la adherencia en ambas soldaduras.

b) Los valores numéricos se usan para evaluar los resultados de las pruebas. Los valores de tensión mínima por pulgada de ancho para las soldaduras se basan en la resistencia a la tracción mínima especificada en el rendimiento del material base para el HDPE y LLDPE, cuyos mínimos son los siguientes:

Tensión mínima aceptable (libras / pulgada ancho)

GEOMEMBRANA HDPE	40 mil.	60 mil.	80 mil	100 mil.
Resistencia al esfuerzo cortante	76	113	151	189
Adhesión de la película				
Soldadura de cuña	55	82	109	136
Soldadura por extrusión	50	76	101	126

Tensión mínima aceptable (libras / pulgada ancho)

GEOMEMBRANA LLDPE	40 mil.	60 mil.	80 mil	100 mil.
Resistencia al esfuerzo cortante	46	68	91	114
Adhesión de la película				
Soldadura de cuña	38	57	76	95
Soldadura por extrusión	38	57	76	95