

Revestimiento con Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio

**Artículo elaborado y facilitado por:
CIP Chile-Centro de Ingeniería de
Polímeros (www.cipchile.cl)**

El objetivo de este tipo de revestimiento es proveer una barrera monolítica que proteja la superficie del sustrato de acero o concreto (nuevo o usado) contra el ataque de un ambiente químico agresivo.

Para esto se usan resinas plásticas termoestables (poliéster, viniléster o epoxi) reforzadas con fibra de vidrio o modificadas con cargas minerales inertes.

Los revestimientos pueden aplicarse por método manual o spray up, adhiriéndose al sustrato estructural y permitiendo la utilización de las unidades protegidas por largo tiempo, sin requerir de una mantención excesiva.

La resina poliéster es usada para ambientes altamente agresivos: particularmente ácidos fuertes, soluciones básicas débiles y algunos solventes.

Como estos revestimientos son de espesores gruesos se debe prestar atención a los problemas originados producto de las diferencias de coeficiente de dilatación térmica entre sustrato y revestimiento, para así evitar posibles deslaminaciones. Para lo cual las resinas se utilizan mezcladas con cargas minerales inertes y fibras de vidrio.

Estas cargas cumplen el objetivo de:

- Reducir el coeficiente de dilatación térmica de la resina acercándolo al del concreto y/o acero.
- Disminuir la retracción del revestimiento de la cura de la resina.
- Proveer conductividad eléctrica al revestimiento.
- Reduce la permeabilidad.

Las fibras de fibra de vidrio pueden utilizarse como cargas, pero su función principal, es ser un material de refuerzo, proporcionándole buenas propiedades mecánicas a los revestimientos.

1.- SUSTRATO DE ACERO

Para revestir sustratos de acero se utilizan tejidos o mantas de fibras de vidrio. La cantidad, tipo y secuencia de las mantas (o tejidos) depende de la agresividad del medio al que se expondrá el revestimiento.

También se considera una barrera química (capa rica en resina hecha en base a un velo de superficie).

Debe colocarse una capa base entre el sustrato de acero y el revestimiento, constituida por cargas minerales y resina. La formulación se realiza de manera tal que se minimicen las diferencias de coeficientes de dilatación. En esta ocasión esta capa no ha sido considerada en el proceso propuesto por el fabricante del revestimiento.

Además esta capa sirve para nivelar irregularidades del sustrato y proveer una superficie de anclaje.

A continuación se indican los pasos básicos a seguir en la preparación del sustrato metálico a revestir:

1. Retiro revestimiento antiguo.
2. La superficie debe estar libre de:
 - Salpicaduras
 - Rebordes
 - Aristas vivas
 - Abolladuras
3. Granallado, a lo menos, a metal brillante
4. Soplado superficie
5. Inspección Superficie
6. Aplicación imprimante (primer)

APLICACIÓN DEL REVESTIMIENTO

1.- Acero Arenado: debe estar limpio y seco, con una rugosidad entre 0,04 – 0,08 mm. El arenado debe hacerse con arena seca y limpia, de una granulometría adecuada. También debe tenerse en consideración el porcentaje de humedad ambiental. Posteriormente debe aspirarse el polvo existente, y eliminar cualquier residuo de grasa, aceite y otros.

2.- Primer: Es una capa de resina (0,13 mm). Si la aplicación del revestimiento se realiza después de 8 hrs. de efectuado el granallado, debe colocarse esta capa de resina, debidamente catalizada y acelerada.

3.- Base: Es una capa compuesta por resina y cargas. Se requiere que la formulación permita la mayor proximidad entre los coeficientes de dilatación térmica del sustrato y revestimiento. Debe cuidarse la graduación de las cargas, el tipo, granulometría y viscosidad de la mezcla.

En este caso se utiliza, solo en las zonas donde se presentaron irregularidades del sustrato

4.- Capa Reforzada: Formada por 3 MAT 450 y 2 tejidos WR impregnadas en resina. Debe cuidarse que no queden burbujas de aire atrapadas. Esta estructuración depende de la aplicación donde se utilizará el revestimiento.

Una vez aplicada esta capa se debe realizar prueba de filtraciones con spark tester, y reparar si es necesario.

Apenas la capa base comience a exhibir señales de gelado se colocan las mantas (no debe ser antes, ni una vez curada totalmente la resina).

Al impregnar las fibras se debe asegurar que queden totalmente "mojadas" por la resina. Es aconsejable que la segunda manta se coloque una vez que la anterior haya disipado el calor liberado por la cura de la resina.

5.- Velo de superficie: Sirve para proveer una capa rica en resina, de espesor uniforme, para soportar directamente el ataque del ambiente corrosivo (0,2 mm).

6.- Terminación: Es una película fina de resina parafinada (agente S) que sirve como barrera contra la penetración de oxígeno contenido en el aire (0,13 mm).

2.- ARENADO DEL SUSTRATO

El sustrato debe ser arenado a metal blanco. Las condiciones del arenado dependen del estado en que se encuentre el sustrato.

Las líneas de soldadura del sustrato deben ser desbastadas para facilitar la adherencia del revestimiento, aunque no necesitan ser niveladas.

El arenado se realiza con arena seca, limpia y granulometría media, dotadas de aristas afiladas.

Una vez terminado el arenado la superficie debe ser aspirada y toda mancha aceitosa debe ser eliminada a través de uso de solventes adecuados.

3.- APLICACIÓN DEL "PRIMER"

Si la aplicación del revestimiento protector se inicia 8 horas o más después del arenado, se forma una película de óxido sobre la superficie metálica que perjudica la adherencia del revestimiento al sustrato. Por esta razón, se aísla aplicando una fina película de resina (0,13 mm.) a pincel, pistola o rodillo, debidamente catalizada y acelerada.

La aplicación de las capas subsecuentes del revestimiento deben ser iniciadas antes de que transcurran 9 días de la aplicación del Primer.

Si la humedad relativa es sobre 98% no se debe realizar el arenado.

4.- APLICACIÓN DE LA BASE

Por base se entiende una capa de resina (catalizada y acelerada) que contiene cargas minerales. El ideal sería que la cantidad de carga adicionada a la resina fuese tal que permitiese la igualación de los coeficientes de dilatación térmica entre el sustrato y la base.

La aplicación de esta capa base es muy importante porque además de permitir la eliminación de pequeñas irregularidades en la superficie del sustrato, controlar el coeficiente de dilatación térmica, y reducir el encogimiento en la cura, aumenta el espesor de revestimiento, por tanto disminuyen la permeabilidad de los vapores corrosivos a través del revestimiento hasta la estructura revestida.

En caso que la estructura o equipo trabaje a una temperatura menor a 30C^o, no es necesario aplicarla, pero se recomienda hacerlo en algunos de los siguientes casos:

- » Para llenar y nivelar pequeñas hendiduras debido a la corrosión.
- » Cubrir irregularidades o discontinuidades (aristas de planchas soldadas, protuberancias, etc.).
- » Rebajar cantos vivos donde la aplicación del laminado sería difícil.

5.- APLICACIÓN DE LAS MANTAS

Después de que la capa base exhiba las primeras señales de que se inició el gelificado, se comienza a aplicar las mantas de vidrio. Es importante que las mantas se apliquen después de la gelificación de la resina de la capa base, pues en caso contrario puede haber penetración de las fibras de vidrio o dentro de la base y haber variación en el espesor, debido a la presión ejercida en la compactación de las mantas para la disminución de las burbujas de aire.

Es aconsejable que la laminación no sea realizada después de la cura completa de la resina de la capa base para no perjudicar la adherencia. Si esta situación ocurre en la superficie de la base debe ser lijado o lavado con solvente.

En la aplicación, la capa base es bañada con resina catalizada y acelerada antes de la aplicación de la primera manta. Después de la colocación de la manta se inicia la operación de "ruleteado" o compactación de la manta con rodillos, este ruleteado tienen por objetivo garantizar una completa impregnación con resina de las fibras de vidrio. Es deseable que la resina moje las fibras de refuerzo para arriba, facilitando la remoción de burbujas de aire. Si la manta presenta regiones secas, use más resina hasta que todas las mantas estén completamente humectadas. Se debe continuar ruleteando hasta que todas las burbujas sean eliminadas.

La segunda manta no se debe colocar sobre la primera hasta no haber disipado el calor liberado por la cura de la resina. De esta forma se disminuye la exotermia, la retracción y las tensiones internas en el revestimiento. Con las mantas y tejidos sucesivos se debe proceder de igual forma. El contenido de vidrio debe estar entre 25 y 30% en peso.

La resina puede aplicarse a pistola, pincel o rodillo. En el revestimiento de paredes verticales si la resina presenta escurrimiento acentuado, es conveniente la adición de agente tixotrópico.

El revestimiento puede utilizarse con hilos picados por el proceso de spray up en sustitución de las mantas.

Después de la cura de la resina de la última capa se realiza la prueba de spark tester aplicando

3.000 volt/mm de espesor del revestimiento. Los defectos encontrados se deben reparar y repetir la prueba con el spark. Posteriormente se aplica el velo de superficie.

6.- VELO DE SUPERFICIE

Los velos de superficie tienen la apariencia de una capa muy fina. Dependiendo de la naturaleza del ambiente químico se usan velos orgánicos (poliamida, acrílico, poliéster, etc.) o inorgánicos (tipo C y otros). El objetivo de los velos de superficie es proveer una capa rica en resina (90 % resina, 10% vidrio) de espesor uniforme para soportar directamente el ataque del ambiente corrosivo, disminuir la tendencia de las resinas a fragilizarse, disminuir la propagación de grietas y principalmente, los velos orgánicos aumentan la resistencia a la abrasión del revestimiento. Una vez terminado el laminado, se debe realizar el test de acetona para comprobar el grado de curado de la resina.

7.- TERMINACIÓN

La función de esta capa o película de terminación es proveer una barrera contra la penetración de oxígeno contenido en el aire hasta la resina catalizada en el velo de superficie. Esto se logra aplicando una capa de resina parafinada (agente S).

2. SUSTRATO DE CONCRETO

En el revestimiento de sustratos de concreto se siguen procedimientos similares a las utilizadas para revestir sustrato de acero, pero teniendo presente algunas condiciones especiales.

Debe tenerse en cuenta de que el concreto es hidrocópico. Si el contenido de humedad es mayor al 2%, no es conveniente la aplicación del "primer" de resina poliéster. En estas condiciones es mejor aplicar un primer de resina epoxi aún cuando el revestimiento sea realizado con poliéster. En casos extremos en que la humedad sea mayor que 23%, el sustrato debe ser secado.

Las propiedades mecánicas del concreto son mucho menores a las del acero, razón por la cual el coeficiente de dilatación térmica del revestimiento debe tomarse en cuenta para evitar deslaminaciones. Se recomienda el uso del tejido de fibra de vidrio (WR) principalmente si la estructura a revestir trabaja a altas temperaturas.

Las resinas reforzadas con tejidos de vidrio presentan coeficientes de dilatación térmica y retracción en la cura, es inferior a las presentadas por las mismas resinas reforzadas con mantas.

Los sustratos de concreto son más difíciles de proteger que los de acero, debido a las variaciones en su calidad. Concreto poroso absorbe la resina (líquida) dando origen a un revestimiento seco (pobre en resina) y con baja resistencia las tensiones térmicas. Por otro lado el concreto duro dificulta la limpieza mediante solución ácida y por tanto reduce la adherencia. Lo anterior se soluciona saturando el concreto poroso con "primer" y arenado en concreto duro. Es conveniente aguardar el curado del concreto 30 días por lo menos antes de aplicar el revestimiento.

EL SUSTRATO DE CONCRETO

El revestimiento debe aplicarse sobre concreto envejecido y que presente resistencia a la compresión mínima de (200 kg/cm²)

En primer lugar se realiza la limpieza del sustrato, eliminando cualquier traza de aceites, grasas, o suciedades, etc, empleando solventes. Posteriormente el solvente debe ser lavado y eliminado con agua.

Después de la neutralización de la superficie con solventes, esta debe lavarse una vez más con agua. Si el revestimiento no se aplica enseguida de la preparación del sustrato y este se contamina, debe repetirse la operación de limpieza. La limpieza se puede realizar con ácido o arenado, aunque los sustratos tratados con arenado exhiben mejor comportamiento.

Las grietas pequeñas en la superficie del concreto no constituyen un riesgo para el revestimiento, pero grietas mayores (grietas estructurales) y profundas requieren una atención especial.

El concreto removido (después del arenado y aplicación del primer) debe ser rellenado con mortero. Luego se recubre con un refuerzo de tejido de fibra (WR 800 g/m²) que cubra a lo menos 5 cm. del sustrato alrededor del perímetro de la cavidad y aplicar el WR de acuerdo a lo descrito anteriormente.

APLICACIÓN DEL PRIMER

Al igual que en el caso del sustrato de acero, por "primer" se entiende una capa de resina pura aplicada sobre la estructura a ser revestida. La función del primer es impregnar el concreto, impidiendo que absorba la resina de la laminación y mejorar la adherencia del revestimiento, y refuerza la base del sustrato disminuyendo la probabilidad de ruptura por esfuerzo de cizallamiento originados por la dilatación térmica y el encogimiento de la resina en el curado.

El concreto debe estar seco al aplicar el primer y alcanzar un espesor de 0,13 mm.

CAPA BASE

Las funciones así como la aplicación de la capa base es similar al caso del sustrato de acero. La aplicación se realiza con espátula o plana con un espesor aproximado 1,5 mm.

Los comentarios realizados para el sustrato de acero siguen siendo válidos, a excepción de que se recomienda el empleo de tejidos (WR) en vez de mantas y como presentan una adherencia más difícil, es necesario que el refuerzo sea aplicado inmediatamente después del inicio de la gelificación resina en la capa base, para evitar problemas de deslaminación entre la capa base y el tejido de vidrio.

CAPA DE REFUERZO (Con Tejido)

Luego que la gelificación de la capa base se ha iniciado se aplica la primera capa de tejido, cuidando de aplicar en primer lugar una mano de resina para que las fibras sean impregnadas (de abajo hacia arriba) para facilitar la remoción de las burbujas de aire. Las operaciones de ruleteado o de "burbujeado", son ejecutados siguiendo el mismo procedimiento que en caso del sustrato de acero.

Antes de colocar la segunda capa de tejido es conveniente colocar una manta (225 g/m²) sobre el tejido ya colocado. Esto facilita la adherencia entre las dos capas de tejido, porque al aplicar directamente una sobre otra pueden deslaminarse.

En algunas aplicaciones no es necesario la colocación de dos tejidos (WR) siendo suficiente una y después la aplicación de velo de superficie.

Para las resinas poliéster o viniléster el tejido recomendado es del tipo WR 800 g/m². Cada capa aporta en espesor de aproximadamente 0,9 mm al revestimiento.

- 1- El concreto arenado (o lavado con ácido), limpio y seco.
- 2- "Primer" constituido por una capa fina (0,13 mm) de resina, aplicada con pincel, rodillo o pistola. Para el concreto esta capa es imprescindible porque además de reforzar la superficie del sustrato, permite la obtención de un buen anclaje para el revestimiento.
- 3- "Base" constituida de resina y cargas, se debe aplicar a espátula en espesor de 1,5 mm.
- 4- Capa reforzada, constituida por tejidos de vidrio (dos o mas según estructuración). Los tejidos se aplican manualmente, y la resina con rodillos o pistola.
- 5- Velo de superficie (orgánico o inorgánico) impregnado con resina adecuada.
- 6- Terminación, constituido por una película fina de resina parafinada.

En la tabla que se adjunta se presentan diversos tipos de tejidos aplicados en revestimientos de acero o concreto, de acuerdo a las temperaturas máximas de uso.

Temperaturas Máximas de uso para Tejidos Aplicados a Revestimientos

Revestimiento	Sustrato Máximo	Temperatura
epoxi-silicio tejido de vidrio	concreto acero	71°C 93°C
epoxi carbono tejido de vidrio	concreto acero	71°C 93°C
Poliéster reforzado con tejido de vidrio con carga de sílice o carbono	concreto	71°C
Poliéster reforzado con manta, con carga de sílice o carbono	acero	71°C

INSPECCION

Terminada la colocación del revestimiento y después de la cura de la resina, el instalador debe verificar los siguientes puntos antes de colocarlo en uso:

- » Test de Spark aplicando 3000 volt/mm de espesor.
- » Test de sensibilidad a la acetona (raspar y mojar la superficie del revestimiento. No debe observarse pegajosidad).
- » Test de grado de la resina, este test debe ser realizado con durómetro Barcol, los valores medidos deben ser a lo menos el 70% del valor especificado por el fabricante de la resina.

La estructura puede ser usada 7 días después de la aplicación del revestimiento. No debe condensar agua u otro líquido.

- » Determinación del espesor del laminado.
- » Prueba de adherencia al sustrato.

REPARACIONES

Las reparaciones se efectúan de la siguiente manera considerando el tipo de defecto detectado:

Burbujas

- Marcar zona a reparar
- Rebajar con esmeril de plato hasta dejar zona en buen estado
- Aplicar imprimante (si corresponde)
- Preparar fibra de vidrio
- Formular resina
- Aplicar estructura de laminación
- Repetir inspección

Poros y/o discontinuidades

- Marcar zona a reparar
- Lijar para conseguir adherencia adecuada
- Preparar fibra de vidrio
- Formular resina
- Aplicar estructura de laminación cubriendo 1 m² de superficie
- Repetir inspección

Curado

- Marcar zona a reparar
- En caso de no alcanzar la dureza requerida
- Retirar el laminado
- Preparar sustrato
- Preparar fibra de vidrio
- Formular resina
- Reponer estructura de laminación
- Traslapar a lo menos 30 cms hacia cada lado de la reparación
- Dejar curado
- Repetir inspección

Espesor

- Marcar zona a reparar donde se ha detectado un espesor inferior al requerido
- Lijar para conseguir una adherencia adecuada
- Aplicar estructura de acuerdo a cantidad faltante
- Preparar fibra de vidrio
- Formular resina
- Aplicar estructura de laminación
- Traslapar a lo menos 30 cms hacia cada lado de la reparación
- Repetir inspección