

Cem-FIL®

Producción de GRC



**Guía para la Producción por
Proyección Simultánea**

www.d-y-d.com



El Copyright de este documento, que contiene información privada, pertenece a Vetrotex Cem-FIL Vetrotex Cem-FIL. Este manual se ha elaborado de buena fe y se ofrece como Guía y orientación al destinatario, en el entendimiento de que:

1. Este documento no se reproducirá ni total ni parcialmente, ni se comunicará ninguna información derivada del mismo a terceros sin el consentimiento previo y por escrito de Vetrotex Cem-FIL.
2. Dicha información se utilizará únicamente para los fines y propósitos aprobados por Vetrotex Cem-FIL.
3. Vetrotex Cem-FIL no asumirá ninguna responsabilidad, del tipo que fuere, por cualquier reclamación por parte del destinatario o de cualquier tercero, derivada de las consecuencias de la utilización de la información contenida en este documento o de cualquier consejo o asesoramiento proporcionado en relación con el mismo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. DISPOSICIÓN DEL TALLER	5
3. UTILIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	7
4. FORMULACIONES Y SECUENCIA DE MEZCLADO	9
5. DISPOSICIÓN DEL CONJUNTO DE PROYECCIÓN MANUAL	11
6. CALIBRACIÓN	14
7. TÉCNICAS BÁSICAS DE PROYECCIÓN	16
8. PROYECCIÓN AUTO/ROBOTICA	19
9. PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS	21
10. COMPACTACIÓN	28
11. PROCESO Y CONTROL DE CALIDAD	29
12. CURADO DE PRODUCTOS GRC	30
13. LIMPIEZA	31
14. LISTA DE VERIFICACIÓN	32

1. INTRODUCCIÓN

Esta Guía va destinada a las personas que participen o que quieran iniciarse en la elaboración de productos a base de Cemento Reforzado con Vidrio (GRC) Cem-FIL.

Abarca suficiente información básica como para permitir a un fabricante iniciar la producción de GRC de buena calidad.

No abarca el diseño (véase Manual de Datos Técnicos GRC Cem-FIL) y parte del supuesto de que se ha instalado todo el equipamiento necesario y que este ha sido manipulado y puesto en funcionamiento de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

Los usuarios de esta Guía deberán consultar el Manual de Datos Técnicos Cem-FIL, las fichas técnicas Cem-FIL y los Boletines Informativos, los cuales contienen información de interés, no incluida en esta Guía.

Esta Guía se ha elaborado sobre la base de las prácticas correctas actuales. No debería impedir que los fabricantes sigan desarrollando sus propias técnicas de producción por proyección utilizando los principios básicos contenidos en esta Guía.

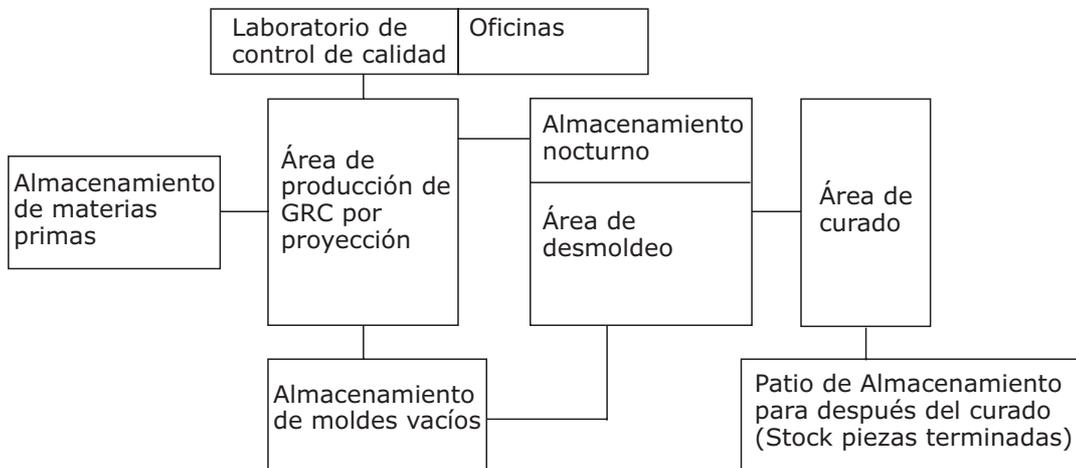
2. DISPOSICIÓN DEL TALLER

Reflexionando sobre la planificación y esquema del taller de fabricación GRC se podrán evitar numerosos problemas de producción futuros.

El consejo que se ofrece es de carácter general debido a que:

- se utilizan muchos tipos diferentes de talleres para producir GRC;
- se pueden elaborar numerosos productos diferentes utilizando el proceso de proyección directa.

Áreas del taller para la Producción de GRC



Almacenamiento de Materias Primas

Los niveles de stock necesarios dependerán del sistema de almacenamiento, de las necesidades, plazo de pedido/entrega (por ejemplo: silos, sacos). Partiendo de los niveles de stock se podrá calcular la superficie necesaria. Dicha superficie debería estar cerca, pero separada, del área de proyección y es importante mantener secos tanto el cemento como el hilo de vidrio Cem-FIL.

Área de proyección

Este área deberá incluir **todos** los equipamientos y servicios necesarios para la producción y medios para mantener el área limpia; es decir, conductos y canaletas de desagüe, fosas de decantación, áreas para la limpieza, etc. Los moldes situados a la altura correcta para la proyección sobre carros, placas giratorias o cintas transportadoras facilitan la proyección, aumentan la productividad y reducen las pérdidas por exceso de proyección. Si los moldes se sitúan sobre carros o sobre otro tipo de bancadas, fijos o móviles, se prestará especial atención a su nivelación.

Un dato orientativo, de carácter general, sobre el área de proyección, es que por cada unidad de bombeo son necesarios entre 80-100 m² de superficie.

Almacenamiento de Moldes

Las dimensiones de este área dependerán de la habilidad y facilidad para apilar los moldes. Si las formas de los mismos no son las habituales, o se acumulan stocks, puede ser necesario un espacio extra, posiblemente en un área o edificio del exterior. Los moldes en este área deberán estar fácilmente accesibles para una proyección inmediata.

Los moldes son caros y deberán estar protegidos de posibles daños.

Molde Completado – Almacenamiento Nocturno

Después de la proyección, las unidades deberán trasladarse hasta un espacio de almacenamiento nocturno donde se pueda completar el acabado. El acabado, es decir, el proceso de rematado mediante el proceso de llana o espátula, la eliminación de los materiales sobrantes, etc., resulta más fácil mientras el GRC está fresco y moldeable.

Luego, las unidades deberán taparse con un film de polietileno y, si es posible, apilarse para reducir el espacio. Si se están utilizando polímeros de curado al aire, la temperatura (ambiente) deberá ser suficiente para que el polímero reticule y polimerice (normalmente entre 10 °C y 25 °C, dependiendo del tipo de polímero). Para el uso de polímeros de este tipo es conveniente consultar al fabricante/suministrador para un correcto uso y transformación, así como disponer de las fichas técnicas, especificaciones y manuales generales y de aplicación.

Es muy importante evitar que esta zona se pueda ver sometida a heladas o a fuertes temperaturas.

Área de Desmoldeo

Esta área es importante y no deberá tratarse como algo puramente transitorio o circunstancial. Además del desmoldeo, este espacio deberá utilizarse para cualquier unidad que necesite correcciones, es decir, bordes, esquinas, etc. Las dimensiones de este espacio dependen del tamaño de la unidad, de la productividad y de la calidad de la mano de obra.

Area de Curado

Tras el desmoldeo, las unidades GRC Cem-FIL necesitan un área para que pueda continuar la hidratación y aumentar la resistencia. El tamaño del área depende del sistema de curado empleado.

1. Aditivos poliméricos para el curado por aire (es decir, Forton, Rhom & Heas, etc)

Se recomienda que el GRC polímero recién desmoldeado se proteja de condiciones climáticas extremas durante 24 horas más. De hecho, eso significa mantener el producto en el taller un día más después del desmoldeo. Durante el período que transcurre hasta el almacenamiento, es fundamental que la temperatura se mantenga por encima de las recomendaciones mínimas para la correcta polimerización correspondiente al tipo concreto de polímero utilizado, por lo general, entre 10 °C y 25 °C, dependiendo del tipo de polímero.

2. Sistemas de Tratamiento Húmedo (Mínimo 7 días)

Para este sistema se necesita un área en el que se controle tanto la temperatura como el grado de humedad. Unas buenas condiciones para este tipo de tratamiento son: una temperatura superior a 25 °C y una humedad relativa superior al 95%. La mejor forma de preparar este área es mediante un sistema de proyección o pulverización con agua en un entorno cubierto.

Se deberá prestar atención a los siguientes aspectos:

- a) Cómo se introducen los productos: individualmente o en pallets
- b) Qué transporte se va a utilizar: carretilla elevadora, puente grúa, sistema de cinta transportadora, etc...
- c) Cómo se van a colocar los productos: individualmente, apilados vertical u horizontalmente.

Conviene también recordar que los sistemas de tratamiento húmedo generan un exceso de agua que se deberá reciclar o eliminar de la forma adecuada.

Almacenamiento después del curado

Un dato orientativo sobre la superficie mínima de patio = Área de Tratamiento por número de semanas en stock.

Otras áreas que habrá que tomar en consideración e incluir en cualquier implantación de taller son:

Laboratorio de Control de Calidad
Espacio para Oficinas
Pasillos o Corredores.

Directrices sobre Área de Mano de Obra/Producción

Método de Producción	Mano de obra Típica (número de personas)	Prod. Diaria de GRC Cem-FIL		Espacio Factoría m ²
		Peso Toneladas GRC	Superficie m ² @ GRC 10 mm de Grosor	
(1) Unidad Proyección Manual	4	0,5 -1.0	25 - 50	500 - 1000
(2) Unidades Proyección Manual	8	0,5 -2.0	75 -125	500 - 2000
Proyección automática (sistemas mecánicos)	8 - 12	4 - 6	200 - 300	2000 - 5000
Proyección automática y Manipulación Mecánica	8 - 12	6 - 10	300 - 500	5000 - 8000

3. UTILIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Un cálculo realista de los costes de materias primas evita una fijación poco realista de precios y debería indicar las áreas en las que se pueden realizar ahorros sin que ello repercuta negativamente sobre la calidad del producto.

El diseño del producto determina el grosor del GRC, un deficiente control del grosor puede provocar que se utilice un exceso de materiales. Eso puede ser resultado o bien del proceso o bien de la complejidad del producto. Conviene señalar que en una correcta operación de proyección manual, se cuenta con una pérdida mínima que oscile entre el 15 % y el 20% de materias primas.

También habrá que tomar en consideración los materiales no utilizados, es decir, las mezclas o combinaciones desperdiciadas, el exceso de producto proyectado, el calibrado y control de calidad.

A continuación describimos un método para calcular el grado de eficiencia de la utilización de materias primas y cómo se puede aplicar para calcular unos costes realistas.

FACTORES DE UTILIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

El principio es el de establecer primeramente la cantidad de materias primas necesarias para el producto y luego aplicar un factor de multiplicación a dicha cantidad para llegar a las probables necesidades reales de materias primas.

Un factor de 1.1 implica que, para cada 100 kg de GRC necesario, se utilizarán 110 kg de materias primas. A efectos de fijación de costes, es necesario utilizar dos factores.

$$\text{FACTOR DE MORTERO} = \frac{\text{Promedio de Mortero utilizado}}{\text{Mortero Calculado}}$$

$$\text{FACTOR DE VIDRIO} = \frac{\text{Promedio de Vidrio utilizado}}{\text{Vidrio Calculado}}$$

Si se comparan las cantidades reales de vidrio y mortero utilizados con las necesidades de diseño a lo largo de varias semanas de producción, se obtendrán factores que podrán aplicarse para calcular los auténticos costes de materias primas. Si se están elaborando, tanto productos estándar como no estándar, será conveniente contar con factores independientes para ambos tipos de producción.

En todos los casos, el factor de mortero deberá ser superior al factor de vidrio, es decir, debería producirse siempre un mayor desperdicio de mortero.

Utilización de Factores para Calcular los Costes de Materias Primas

Calcular el peso de GRC requerido por el diseño (Peso de Mezcla Húmeda)

Peso Mezcla Húmeda = Superficie GRC x Grosor de Diseño x Densidad Mezcla Húmeda

Peso hilo Cem-FIL = (Peso Mezcla Húmeda) x (Porcentaje Contenido hilo de Vidrio)

Peso de Mortero = (Peso Mezcla Húmeda) – (Peso de Vidrio)

Utilizando estas cifras:

CALCULO DE NECESIDADES TOTALES DE MATERIAS PRIMAS =

(PESO VIDRIO) X (FACTOR VIDRIO) + (PESO MORTERO) X (FACTOR MORTERO)

Este cálculo deberá ser más realista que otro basado simplemente en el área superficial y sólo en el grosor del diseño. Resulta de gran utilidad calcular a diario los factores de vidrio y mortero. Esto mostrará las tendencias y será útil para demostrar qué tipos de productos son menos eficientes en el empleo de materias primas.

Pesar los productos GRC es también un método útil de control

El coste de un control deficiente del grosor y de las técnicas de proyección puede ser elevado.

Un aumento de 2 mm del grosor por encima de los 10 mm, representa un aumento del 20% en los costes de materias primas.

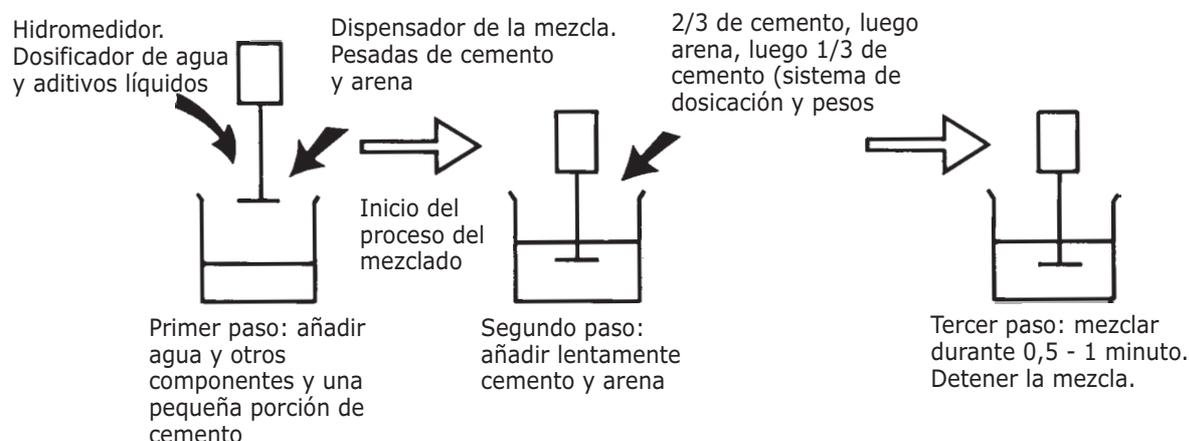
Factores Típicos	Factor Vidrio	Factor Mortero
Elevada Producción Semiautomática	1,02	1,06
Moldeo Habitual en Fábrica	1,1	1,1
Fabricación de Prototipos	1,3	2,0

Estas cifras son generales; se deberán calcular factores más exactos para cada producto

4. FORMULACIONES Y SECUENCIA DE MEZCLADO

La mejor mezcla es un mortero sin grumos. La forma más sencilla de obtenerla es mediante la utilización de una mezcladora de alto nivel de rendimiento y, para una mayor consistencia del producto, deberán utilizarse **hidromedidores** y **dispensadores** de mezcla.

Es importante el orden en el que se van añadiendo los ingredientes.



Para operaciones de proyección manual a gran escala y para sistemas de auto-proyección, se dispone de sistemas automáticos de pesado de lotes y dispositivos de mezcla continuos.

Las características del cemento y la arena varían de manera significativa en función de su fuente de aprovisionamiento. Debido a esto, es posible que haya que modificar ligeramente las proporciones de la mezcla con respecto a la composición habitual con el fin de conseguir una mezcla moldeable que ofrezca buenas características de proyección, con buenas propiedades mecánicas.

La proporción de agua:cemento deberá mantenerse lo más baja posible, permitiendo siempre unas características satisfactorias de proyección y la incorporación de hilo de vidrio Cem-FIL.

Si se aumenta la proporción agua:cemento, se produce una reducción en la resistencia. Para contribuir a la adaptabilidad y mantener la proporción agua:cemento lo más baja posible, se utilizan aditivos superplastificadores a las dosificaciones de adición recomendadas por los fabricantes.

Pueden realizarse pruebas de mezclas con materiales locales con facilidad de manera que determinemos los mejores ratios y dosificaciones de aditivos para la consecución de los mejores tiempos de trabajo y características de proyección. Esto es especialmente importante si se utiliza un aditivo en forma de POLIMERO para curado al aire del GRC.

Utilizar las siguientes mezclas como guía para las pruebas iniciales de mezcla con materias primas disponibles localmente

		CURADO HÚMEDO	CURADO AL AIRE
Cemento	kg	50	50
Arena	kg	50	50
Agua – litros	Bajo	16,0	13,5
	Alto	17,5	15,5
Superplastific.	kg	0,5	0,5
Polímero	kg	-	*

(*) De acuerdo con las Recomendaciones de los Fabricantes, normalmente entre un 3% y un 7% de sólidos de polímero por peso de cemento.

En países con una temperatura ambiente superior a los 30 °C se recomienda la utilización de agua fría o hielo.

En principio, el exceso de agua puede beneficiar a la adaptabilidad, pero, con el tiempo, terminará causando problemas relacionados con la exudación, la segregación y dar lugar a malas propiedades mecánicas y de durabilidad.

Prueba del Mortero - SLUMP TEST (EN 1170 - 1)

(Esta prueba no resulta siempre adecuada para mezclas con polímeros)

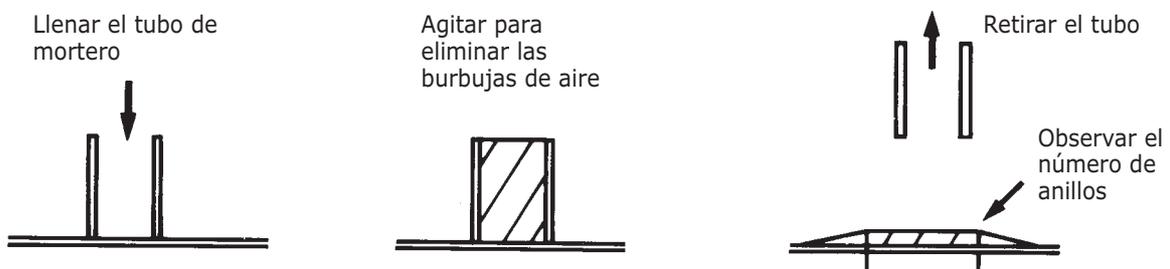
Se trata de una forma útil de comprobar la proyectabilidad de una mezcla. Es una prueba rápida y fácil de realizar. El equipo podrá obtenerse en los adecuados fabricantes de equipos GRC.

El tubo de plástico se sitúa en el centro de una placa de plexiglás y se llena de mortero. Si fuera necesario, se expulsarían las burbujas de aire agitando suavemente la mezcla. Luego se alisa la parte superior del mortero y se nivela con el borde superior del tubo con la ayuda de una espátula.

A continuación se eleva lentamente el tubo de la placa con un lento movimiento continuo permitiendo que el mortero ligero fluya sobre la superficie en forma de círculos concéntricos. Se calibra el mortero por el número de "anillos" cubiertos por el mortero. Para fórmulas estándar dadas, el número normal de anillos debe ser de entre 2 y 3, dependiendo de la temperatura ambiente en ese momento.

La consistencia de la mezcla puede afectar a las características de la proyección y, por tanto, a las presiones utilizadas en el proceso de atomización del mortero.

Mantener constante el mortero significa que la capacidad de proyección de la mezcla será también constante. Eso facilitará la proyección y deberá hacer que la compactación sea más eficiente. Secuencia del test:



La consistencia y calidad de la mezcla puede verse afectada por:

Edad y Tipo del cemento	Cemento frío – baja resistencia Cemento templado – sedimentaciones falsas.
Calidad de la arena	Utilizar la calidad correcta (limpia y seca) – una arena sucia o húmeda puede afectar a la adaptabilidad y a la resistencia.
Temperatura del agua	Demasiado fría – retardo en la sedimentación. Demasiado caliente – la mezcla puede sedimentarse rápidamente.
Superplastificantes	Busque los superplastificantes más adecuados para el cemento con el fin de obtener los menores valores posibles de formación de grumos.
Polímeros	Almacenarlos en las condiciones recomendadas por el proveedor.
Tiempo de mezcla	Aplicando un amperímetro a la mezcladora se podrá controlar mejor la potencia necesaria para mezclar la fórmula y se podrán obtener mezclas de viscosidad consistente y estables.

Cualquier cambio en el grado de consistencia durante el proceso de proyectado deberá comunicarse inmediatamente a la dirección y realizarse pruebas de producción y calidad del mortero.

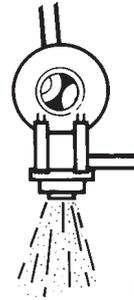
Nota: Si en la mezcladora se produce una "sedimentación en falso", vuelva a mezclar durante 30 segundos.

5. DISPOSICIÓN DEL CONJUNTO DE PROYECCIÓN MANUAL

Existen varios tipos de pistolas para cortar hilo de vidrio que pueden ser usadas con el hilo de vidrio Cem-FIL. La mayoría de los procesos utilizan la unidad de proyección concéntrica, esta proporciona tanto mortero como hilo de vidrio cortado a partir de un único punto de salida, reduciendo las pérdidas de hilo de vidrio.

Las ventajas de la pistola concéntrica sobre el antiguo sistema doble o gemelo, consisten en:

1. Menores pérdidas (en particular de hilo de vidrio Cem-FIL).
2. Mejor control de grosor.
3. Menos cansado de usar (menor peso. Empleo de una sola mano).
4. Exige menos habilidad por parte del operador.



Pistola de Proyección Concéntrica

Al utilizar una pistola de proyección concéntrica, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

1. El mortero preparado para la proyección se debe cribar cuando se vierte a la tolva dosificadora de la bomba con el fin de eliminar las partículas y los granulos de mayor tamaño que en caso de llegar a la tolva, obstruirían la pistola de proyección.
2. Las pistolas concéntricas disponen todas de un dispositivo de lavado mediante agua que se **debe** utilizar para limpiar la cámara de mortero siempre que se produzca una interrupción del proceso de proyección.
3. Los orificios de la pistola **deben** limpiarse concienzudamente al final de cualquier sesión de producción.

Cuando se utiliza un método de proyección con pistola concéntrica, la distancia y la proyección a 90° no son tan críticas como con el sistema de doble proyección, pero sigue siendo importante que la proyección sea suave y uniforme.

Conjunto Cortador de Hilo

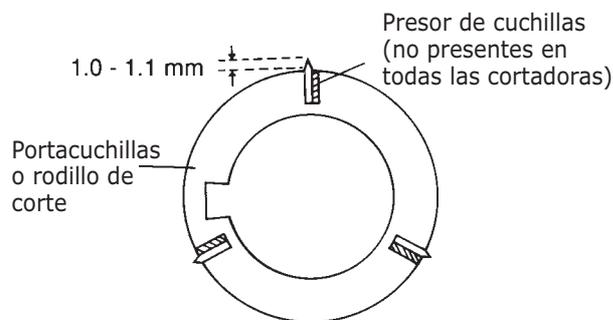
El diseño del dispositivo para el corte de hilo suele ser el mismo para todos los tipos de sistemas utilizados en la producción de GRC. A continuación, mostramos el esquema general del sistema de corte:

Disposición

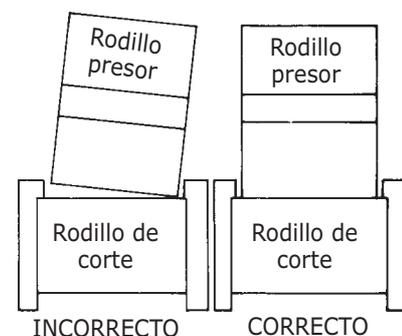
1. Cuchillas.

Las cuchillas deberían disponerse en el rodillo de corte, de manera que sobresalgan superiormente una distancia de entre 1,0 y 1,1 mm por encima del rodillo de corte.

Normalmente se utilizan 3 cuchillas, pero en caso de que se necesiten distintas longitudes de hilo, la mayoría de las ruedas pueden llegar a tener hasta 6 inserciones para aceptar una cuchilla en cada una.



Disposición de las cuchillas



Disposición del rodillo presor

2. Rodillo Presor

El rodillo presor debe "besar" lo suficiente el tambor del rodillo de corte como para poder ser transmitido el movimiento del motor. No debe rozar las aletas del rodillo de corte y tendrá que ir en paralelo con el movimiento.

3. Rodillo de corte

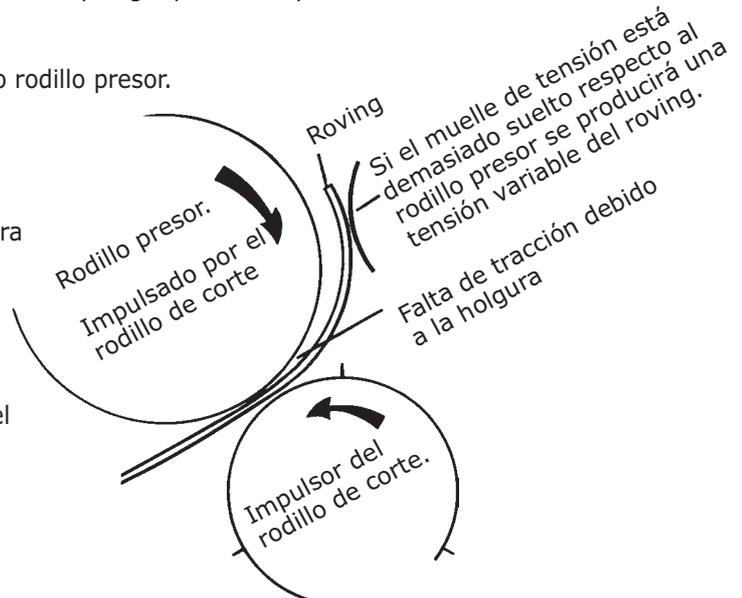
Cuando se hace girar el rodillo de corte con la presión del pulgar sobre su reborde externo deberá ser necesario sólo un pequeño esfuerzo para mover la cuchilla cuando pasa por el rodillo presor.

El tornillo "allen" avellanado, situado sobre el reborde del rodillo de corte, deberá apretarse bien para evitar que el extremo de la placa se suelte durante la producción y haga que se rompa la cuchilla.

4. Muelle de Rodillo presor

Deberá rozar **ligeramente**, e ir en paralelo al propio rodillo presor.

1. Demasiado suelto:
 - Hilos cortos.
 - La mecha del roving se saldrá de la pistola y se caerá cuando se para el proceso.
2. Demasiado apretado:
 - "Formación de mazos de hilos" en la entrada a la pistola proyectora.
 - Bucles y catenaria en la mecha del roving.
 - Efecto de frenado sobre el rodillo presor.



Disposición del Muelle del Rodillo Presor

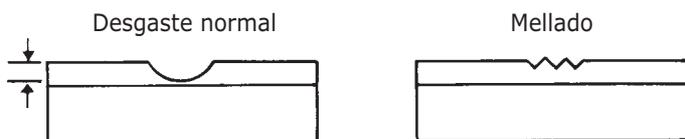
Mantenimiento

Cuchillas

Es una buena práctica cambiar las cuchillas antes de que se desgasten demasiado, de manera que no haya interrupciones durante la producción. Las cuchillas deberán revisarse a diario, preferiblemente al final de la jornada cuando haya cesado la producción. Por el desgaste en el centro de las cuchillas y la propia experiencia, sabremos si es necesario algún cambio en alguna de ellas.

Resulta también conveniente tener a mano pistolas cortadoras o rodillos de corte de repuesto para reducir los tiempos de espera durante la producción, en caso de necesidad de cambio de cuchillas o rodillos.

Desgaste y Mellado de las cuchillas



Esto puede deberse a cualquiera de los siguientes averías o fallos:

- Colocación incorrecta de las cuchillas en el portacuchillas (demasiado sobresalientes).
- Presión excesiva entre las cuchillas y el rodillo presor.
- Inadecuado grado de dureza en las cuchillas.
- Desgaste en el motor de aire, lo que hace que las cuchillas tengan un efecto de "martillo".
- Rodillo presor en posición excéntrica con respecto a su eje, lo que da como resultado la acción de "martillo".

Rodillo Presor

Cuando el rodillo presor está desgastado, es probable que se produzcan hilos cortados demasiado largos. En este caso se deberá volver a nivelar el rodillo o sustituirlo si fuera necesario.

Motor de aire

La tapa del filtro del aire deberá limpiarse periódicamente y hay que comprobar el nivel del aceite en el dispositivo de suministro de aire comprimido (esto último evitará que el motor de aire pueda llegar a "griparse").

Los orificios de escape pueden obstruirse por lo que deberán mantenerse limpios en todo momento.

Muelle del Rodillo presor

Hay que comprobar que el muelle del rodillo presor roza ligeramente al rodillo presor ya que se puede producir un desplazamiento a la hora de cambiar las cuchillas.

Conjunto de Atomización de Mortero

La frecuencia de la limpieza de este conjunto dependerá de la temperatura ambiente y de la productividad. Siempre se ha de usar un dispositivo de lavado con agua cuando se producen interrupciones intermitentes o paradas más largas como pueden ser la hora de comida o el final de una sesión de proyección. Los orificios individuales deberán limpiarse preferentemente con un cepillo metálico o con una herramienta especial similar ofrecida por algunos fabricantes de pistolas y equipos.

Identificación de Averías

Avería	Causa
Obstrucción de hilo en la pistola.	<ul style="list-style-type: none">- Colocación incorrecta del impulsor de aire para la salida de hilo.- Cuchillas rotas o desgastadas.- Mal alineamiento entre rodillos presor y de corte.- Suministro variable de aire.- Humedad o cemento dentro del dispositivo de corte.
Baja producción de hilo/elevado consumo de aire del compresor.	<ul style="list-style-type: none">- Cojinetes de motor desgastados.- Filtro de aire obstruido.- Orificios de escape sucios.- Recipiente de aceite vacío.
Hilos largos.	<ul style="list-style-type: none">- Cuchillas gastadas o melladas.- Rodillo presor desgastado.
Variación de longitud e hilos largos.	<ul style="list-style-type: none">- Tensión inadecuada del muelle.
"Apelotonamiento" de la entrada de roving.	<ul style="list-style-type: none">- Tensión excesiva del muelle.- Rodillo presor desgastado o deformado.- Muelle desgastado.
Variación de la entrada de vidrio.	<ul style="list-style-type: none">- Suministro de aire variable.- Defecto por exceso de tensión en el trayecto del hilo a la pistola.

Guía general para presiones de proyección para pistolas concéntricas

	Distribuidor de Aire		Atomizador	
	lb/pulg ²	kg/cm ²	lb/pulg ²	kg/cm ²
"K & C Downland"	35 – 45	2,5 – 3,1	50 – 60	3,5 – 4,2
SPRAYTECH	20 – 30	1,4 – 2,1	30 – 40	2,1 – 2,6

Asegurarse de que la línea de alimentación es adecuada para el volumen exigido

Asegurarse de que la calidad del mortero es buena y esté libre de grumos, es decir, que haya sido cribado (es necesario un vibrador para conseguir mayor velocidad en la realización de esta acción).

Suministro de aire. Necesidades de la bomba y Pistola Concéntrica.

El suministro de aire requerido por una unidad completa de proyección Downland es de 30 litros por segundo a 7 bares (60 pies cúbicos por minuto a 100 P.S.I).

6. CALIBRATION

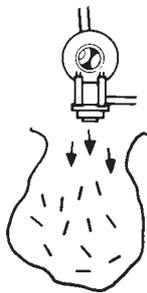
La resistencia de los compuestos GRC depende de su contenido en hilos de refuerzo Cem-FIL que, para todas las operaciones de proyección manual, deberá ser como mínimo del 5% en peso (respecto al peso total de la amasada, incluido el agua).

Antes de comenzar a proyectar, es necesario calibrar todos los caudales de mortero y de vidrio utilizando para ello las Pruebas de "Bolsa y Cubo".

Con el fin de mantener un mínimo del 5% de contenido de vidrio en el compuesto, se recomienda que el caudal de la cortadora de vidrio se calibre al 5,3% respecto al caudal de mortero. Para un caudal típico de mortero de 12 kg/mto, el caudal del cortador deberá ser de aproximadamente 670 gramos por minuto de hilos de vidrio.

1. Prueba de la Bolsa.

Se utiliza para fijar la correcta cantidad de hilos cortados desde el cortador de vidrio. Deberá llevarse a cabo en las condiciones reales de producción

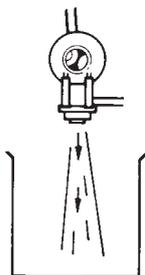


1. Pesar la bolsa vacía (W), gr (tara de la bolsa).
2. Cortar vidrio en la bolsa durante 15 segundos.
3. Pesar la bolsa y el hilo cortado (G), gr.
4. Restar el peso de la bolsa.
5. Salida de vidrio = $(G - W) \times 4$ gr/mto (esto nos calcula los gr/mto de vidrio).
6. Ajustar la presión del aire al cortador de vidrio hasta conseguir la producción exigida - anotar el valor de presión.

Una vez llevado a cabo el proceso de calibración, se realizarán tres mediciones. Si la variación es superior al 5% (aproximadamente), hay que comprobar si hay fluctuaciones en la línea de aire comprimido.

2. Prueba del Cubo

Se utiliza para medir el caudal de mortero. Deberá realizarse en condiciones reales de producción.



1. Pesar el cubo vacío (W, kg) (tara del cubo).
2. Proyectar o verter mortero en el cubo durante 30 segundos.
3. Pesar el cubo y el mortero (S kg).
4. Restar el peso del cubo
5. Producción de mortero = $(S - W) \times 2$ kg/mto (esto nos calcula los kg/mto de mortero).
6. Ajustar la producción de la bomba hasta conseguir la producción exigida - anotar disposición de la bomba.

TABLA DE CALIBRACIÓN (Para un contenido de vidrio del 5,3%)

PROD. VIDRIO	g/15 SEGS	Kg/MTO	PROD. MOR	Kg/MTO	Kg/30 SEGS
	140	0,56		10,0	5,0
	142,5	0,57		10,18	5,09
	145	0,58		10,36	5,18
	147,5	0,59		10,54	5,27
	150	0,60		10,72	5,36
	153	0,612		10,94	5,47
	155,5	0,622		11,11	5,56
	158	0,632		11,29	5,65
	160,5	0,642		11,47	5,74
	163	0,652		11,65	5,83
	165,5	0,662		11,83	5,92
PROD, NORMAL PARA PISTOLA CONCÉNTRICA	168	0,672		12,00	6,00
	170,5	0,682		12,18	6,09
	173	0,692		12,36	6,18
	175,5	0,702		12,54	6,27
	178	0,712		12,72	6,36
	180,5	0,722		12,94	6,47
	183	0,732		13,11	6,56
	185,5	0,742		13,29	6,65
	188	0,752		13,47	6,74
	190,5	0,762		13,65	6,83
	193	0,772		13,83	6,92
	195,5	0,782		14,00	7,00
	198	0,792		14,18	7,09
	200,5	0,802		14,36	7,18
	203	0,812		14,54	7,27
	205,5	0,822		14,72	7,36
	208	0,832		14,94	7,47
	210,5	0,842		15,11	7,56
	213	0,852		15,29	7,65
	215,5	0,862		15,47	7,74
	218	0,872		15,65	7,83
	220,5	0,882		15,83	7,92
	223	0,892		16,00	8,00

Ejemplos de Cálculo

$$a) \text{ Producción de Vidrio} = \frac{\text{Prod. Mortero (kg/mtn)} \times \text{Contenido Vidrio (\%)}}{100 - \text{Contenido de vidrio \%}} \text{ kg/mto}$$

Si el Contenido del Vidrio es inferior al 5,3% y la Salida de Mortero es de 12,6 kg/mto la Salida de Vidrio requerida debería ser:

$$\text{Salida de Vidrio} = \frac{12,6 \times 5,3}{94,7} = 0,705 \text{ kg/mto} = 176 \text{ g por 15 seg.}$$

$$b) \text{ Salida de Mortero} = \frac{\text{Prod. Vidrio (kg/mto)} \times (100 - \text{Contenido Vidrio (\%)})}{\text{Contenido Vidrio \%}} \text{ kg/mto}$$

Si la Salida de Vidrio es de 0,7 kg/mto y el Contenido de Vidrio es del 5,3% el Mortero debería ser

$$\text{Salida de Mortero} = \frac{0,7 \times 94,7}{5,3} = 12,5 \text{ kg/mto}$$

1. Los hilos cortados procedentes de la Prueba de "Bolsa" son restos que no resultan adecuados para una premezcla.
2. El mortero puede devolverse a la tolva de bombeo.
3. La Prueba de "Bolsa" y "Cubo" debería realizarse siempre que se produzca cualquier cambio en la mezcla, tanto si es deliberado como si es accidental y como mínimo una vez al día (normalmente al inicio del trabajo en la mañana).

PROCEDIMIENTO

1. Fijar en el nivel exigido mediante el calibre de presión de aire (manómetro) de la cortadora de vidrio.
2. Llevar a cabo la Prueba de "Bolsa" para el hilo de vidrio Cem-FIL.
3. Leer la Salida exigida de Mortero de la Tabla de la página anterior.
4. Fijar la Salida de Mortero utilizando la Prueba de "Cubo".

NOTA

Si el caudal del cortador baja cuando se utiliza la misma presión de aire, entonces el motor de corte por aire o el filtro de dicho motor necesitan una reparación o acción de mantenimiento o bien el recipiente del aceite que lubrica el motor de aire se ha vaciado.

7. TÉCNICAS DE PROYECCIÓN BÁSICA

Antes de Proyectar

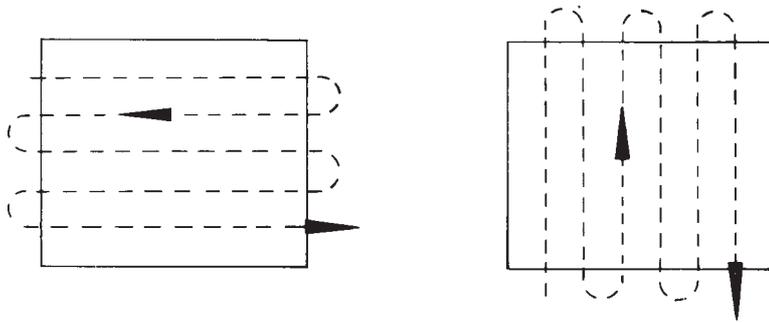
Comprobar:

- que el molde esté limpio y haya sido tratado con el desmoldeante adecuado.
- que los rodillos y llanas estén limpios y a mano, sumergidos en agua de idéntica calidad a la usada en el amasado del mortero.
- que en la tolva se encuentre la mezcla correcta (criba).
- que las presiones de proyección sean las correctas.
- que se haya llevado a cabo las pruebas de "Bolsa" y "Cubo"
- que la granulometría de la mezcla de proyección sea la correcta (no más de 1 mm). **Evitar capas excesivamente gruesas, no reforzadas, ya que podrían agrietarse.**

Durante la proyección

Se produce un GRC Cem-FIL de buena calidad cuando el aire ocluido en el interior es mínimo (bajas presiones, buena compactación) y cuando los hilos están bien distribuidas (porcentaje correcto y buena técnica de proyección).

1. Por lo general, la práctica correcta es la de proyectar por capas (de aproximadamente 3-4 mm de grosor) a una velocidad similar a un paso de vals.
2. Se deberá compactar cada capa antes de aplicar la capa siguiente.
3. Cada capa surge de una proyección en direcciones alternas.



La proyección en forma de cono forma una tira de GRC sobre el molde. La siguiente tira en forma de cono en dirección opuesta deberá solaparse al menos con el 50% de la tira anterior. La proyección deberá continuar de esta manera. Una unidad bien proyectada no debería mostrar ninguna línea discontinua de cemento o vidrio

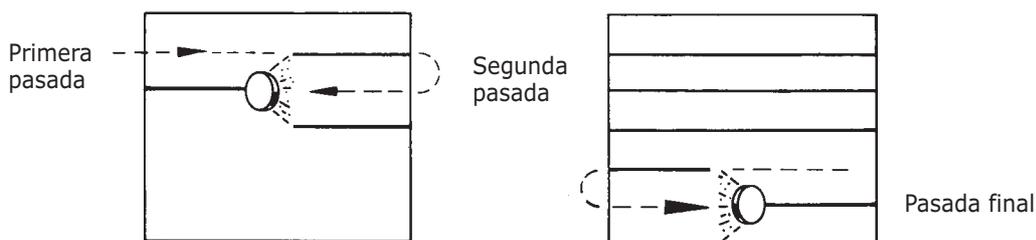


Ilustración esquemática mostrando el 50% de solapamiento en tiras y capas

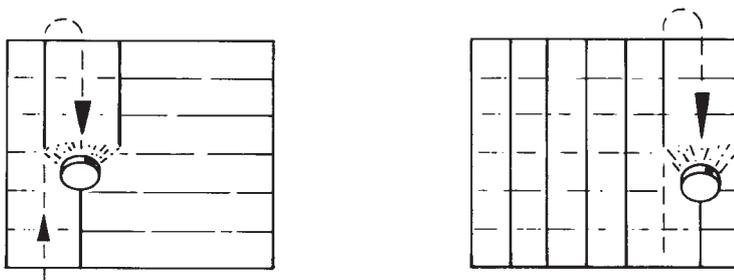


Ilustración esquemática mostrando el solapamiento de proyección entre tiras y capas

4. Es importante que no se permita el fraguado de ninguna capa de GRC antes de aplicar la siguiente. Si ocurre esto, se formará en el GRC un plano de discontinuidad, que provocará deslaminación.
5. Se pueden utilizar varios sistemas para controlar el grosor:

1. Indicadores de clavija
2. Placas de guía para puntos de referencia

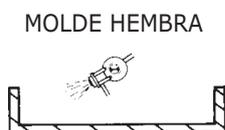
Después de la proyección

1. Cualquier trabajo que necesite realizarse en la unidad se hará de manera óptima mientras que el GRC esté todavía "fresco", es decir, la limpieza de cualquier material empleado en la proyección, inserciones, acoplamientos, recortes, etc.
2. Nivelar y alisar con la llana.
3. Una vez realizada la labor de llana, a pesar de que usen polímeros, se deberá cubrir el molde con un film de polietileno. La temperatura deberá mantenerse aproximadamente a 20 °C para contribuir al desarrollo de una pronta resistencia inicial. Por lo general, el proceso de desmoldeado tiene lugar entre 16 y 24 horas después de haber elaborado el producto.
4. Tras el desmoldeo, se podrán corregir/eliminar en el GRC las imperfecciones, rebordes, esquinas y otro tipo de defectos antes de ser colocado en la cámara de tratamiento.

Si se emplean tratamientos de curado húmedo o a base de polímeros, hay que asegurarse de que no se seque el GRC durante este período cubriéndolo con un film de polietileno.

SECUENCIA DE MOLDES DE PROYECCIÓN

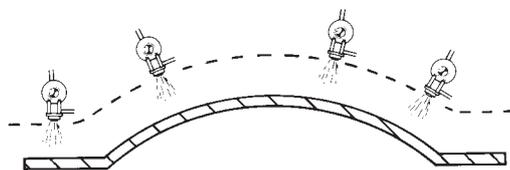
El orden y secuencia de la proyección de los moldes es importante y deberá decidirse antes de iniciar la proyección.



Proyectar primero los detalles del borde y el Borde de la Base.



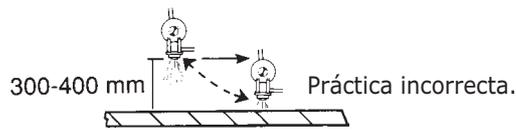
Proyectar primero el Fondo del Molde.



Mantener siempre el mortero en posición vertical con respecto a la superficie del molde y mantener la Altura Constante.



a) Si se mueve el dispositivo de proyección en forma de arco se obtiene un Material de Calidad deficiente y se aplica una Proyección Excesiva.



b) La incapacidad de mantener una Altura Constante provoca una Compactación deficiente y una Mala mezcla.

Siempre tendremos hilos cortados que se nos salgan del cono de proyección y que tienden a agruparse en las esquinas. Estas deben ser eliminadas antes de proceder a la proyección de estas áreas. Sobre estos hilos sueltos nunca debe proyectarse ya que aparecerían en la superficie de la pieza una vez ésta desmoldeada.

EN EL PLAZO DE 10 MINUTOS DESPUÉS DE HABER INICIADO LA PRODUCCIÓN SE DEBERÁ PROYECTAR UN TABLERO DE PRUEBA (CONTROL DE CALIDAD SOBRE LA PRODUCCIÓN).

8. AUTO/ROBOTIC SPRAYING

Proyección Mediante Máquina Cruceta (proyección automática)

La proyección mecánica de GRC, basada en un sistema transversal tipo cruceta, se utiliza en la fabricación de paneles (planos, de bajo perfil o de paneles "sandwich"). También se pueden usar en la fabricación de láminas, las cuales, cuando aún están "frescas", pueden plegarse y recibir forma gracias a moldes elásticos con cierres especiales.

Ventajas

Mano de obra reducida.

Una única pasada.

Buen control del grosor, reducción de pérdidas.

La aplicación de llana/compactación puede mecanizarse.

Se puede conseguir una producción en línea.

El material puede doblarse o plegarse cuando está todavía "fresco"

Inconvenientes

Coste de capital inicial en equipamiento.

No permite interrupciones ni descansos y debe procederse a una previa proyección manual (primera capa superficie vista normalmente sin hilos de refuerzo).

Los detalles del reborde profundo exigen moldes elásticos o una previa proyección manual.

La anchura transversal debe ser fácilmente ajustable para moldes de distintos anchos.

Anchura máxima de proyección en función de la luz del pórtico de la máquina.

Producción

Es necesario lograr una buena distribución de los hilos para conseguir buenas propiedades mecánicas. El objetivo es el de producir GRC con propiedades de resistencia similares en cualquier dirección tanto si las muestras se han sometido a prueba con las caras superiores o inferiores en tensión, como en direcciones longitudinales y transversales (material isótropo).

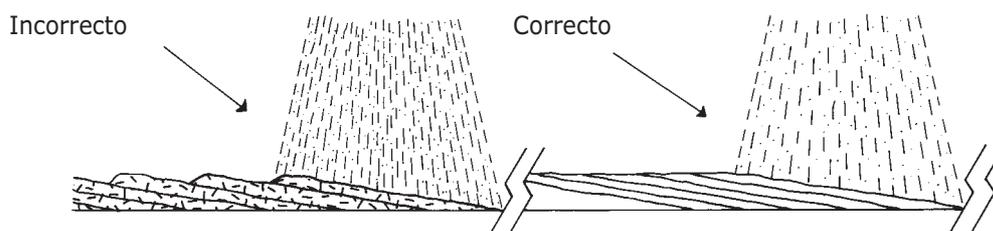
A pesar de que bajo la cabeza de proyección se pueden conseguir grosores de material de hasta 12 mm de una sola pasada, se debería mantener en el número máximo de oscilaciones (es decir, la velocidad de la propia cabeza transversal) de manera que el compuesto esté formado por una serie de finas capas GRC. Por lo general, cuanto mayor sea el caudal de mortero y más fino el producto, mayor será la velocidad de cadena transversal exigida.

El grosor del GRC depende del caudal de mortero, de la anchura del producto y de la velocidad de la cinta transportadora. Lo normal es mantener fijo el caudal de mortero y variar la velocidad de la cinta transportadora para que se adapte al producto que se esté elaborando.

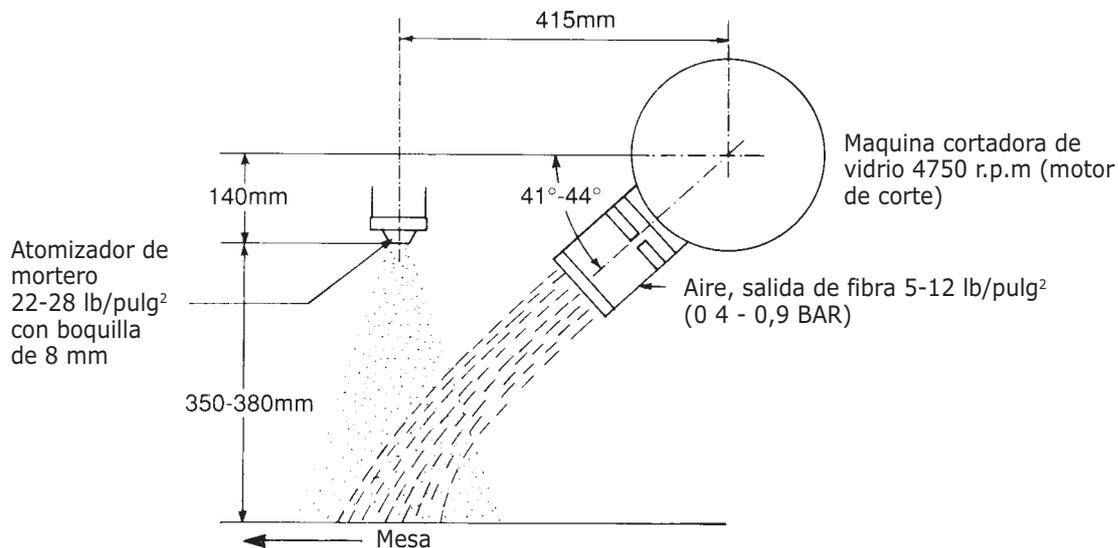
Velocidad del cabezal transversal

La velocidad del cabezal transversal normalmente oscila entre 0,75 y 1 m/seg.

SI la velocidad del cabezal transversal es demasiado baja en relación con la de la cinta transportadora, el caudal de mortero o el grosor del producto, entonces el grosor de GRC no será uniforme (ver diagrama)



Se pueden aplicar mayores velocidades al cabezal transversal cuando se estén elaborando productos de pequeño grosor a un alto caudal de mortero. Sin embargo, la inercia de la propia cabeza transversal hace que esto no resulte siempre posible. Debido a esto es necesario reducir la cantidad de mortero y la velocidad de la cinta transportadora para alcanzar el mismo resultado.



Disposición del Conjunto de Proyección con un único cortador

Se trata de la geometría básica para una única unidad con caudal de mortero de 18 kg/m² máximo.

Notas sobre la disposición

El ángulo del tubo de salida de hilo puede desplazarse para dirigir el hilo de manera que se consiga la mejor distribución. El ángulo se reduce según va aumentando el caudal de mortero. También se puede ajustar el impulsor de aire en sentido ascendente o descendente con respecto a una disposición "normal" de 8 lb/pulg.² (0,6 bar).

La presión de atomización del mortero controla el diámetro de la proyección. A medida que aumenta la presión, aumenta de diámetro de proyección lo que hará que el hilo se desvíe hacia un lado creando una gruesa capa de mortero sobre la superficie superior.

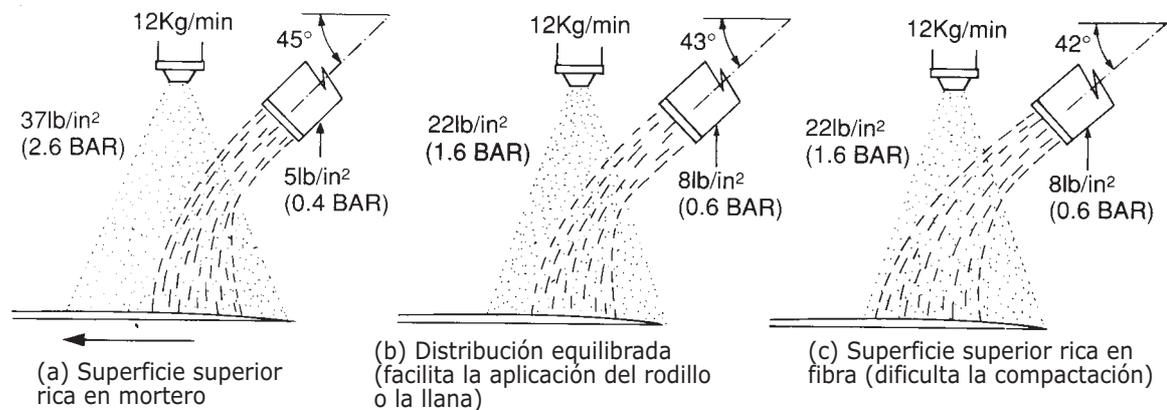


Ilustración del Efecto de Presión de Atomización y Ángulo de Deposición.

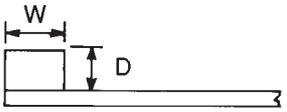
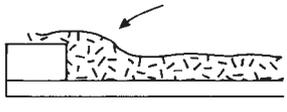
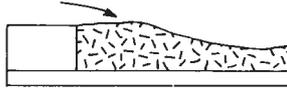
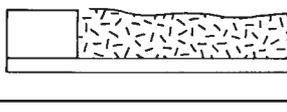
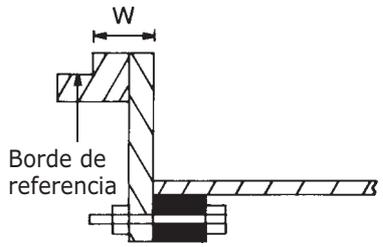
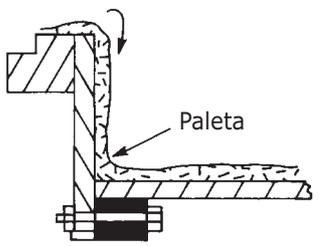
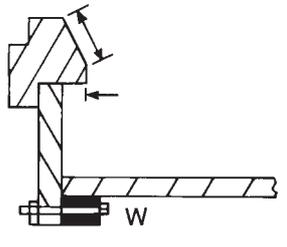
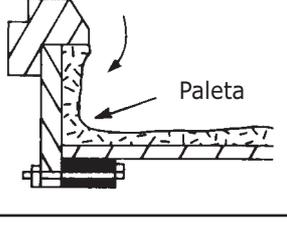
Utilizando el sistema ilustrado, resulta evidente que existen algunas limitaciones prácticas para una buena disposición cuando la proyección se sitúa por encima de los 18 kg/m². Un mayor volumen y un aumento de la presión de atomización reducen la penetración de hilo y, en consecuencia, crean un desequilibrio lo que hace que la superficie del molde resulte rica en hilo.

Para las tasas de deposición superiores a los 18 kg/m²., se dispone de sistemas tales como cortadoras de vidrio gemelas y proyectores concéntricos acelerados. Si fuesen altas las tasas de deposición, es aconsejable ponerse en contacto con los fabricantes de maquinaria o con Vetrotex Cem-FIL.

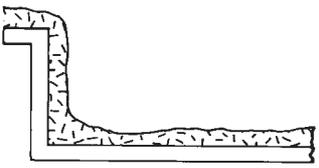
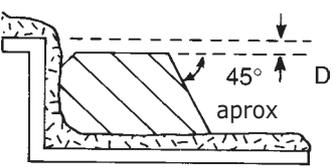
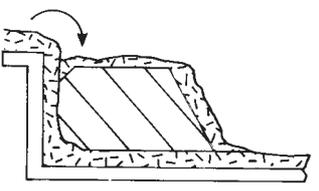
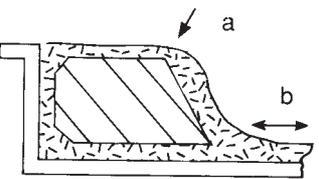
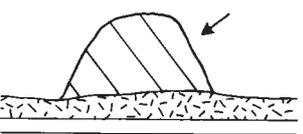
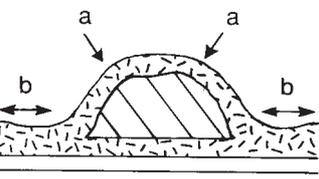
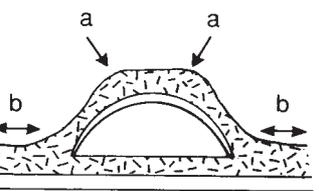
Proyección Robotizada

Se han desarrollado máquinas controladas por ordenador basadas en el principio de proyección concéntrica, estas son capaces de proyectar a intensidades de hasta 35 kg/m². Se pueden memorizar los perfiles para repetirlos con exactitud. El ordenador controla la velocidad de la cinta transportadora, la velocidad de bombeo de mortero y los dispositivos de control de la circulación de agua. Para más información consultar a Vetrotex Cem-FIL.

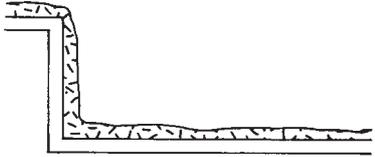
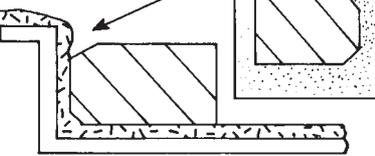
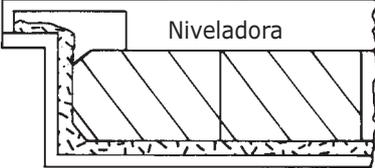
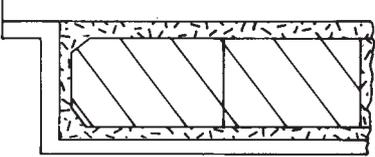
9. PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS (Nota: los dibujos no están a escala)

DETALLES	MÉTODO	DIAGRAMA
1. BORDES DE SUPERFICIES PLANAS	a) Añadir una tira o tope para impedir el acceso de la proyección al borde del molde con D = Grosor de diseño GRC W = al menos 50 mm	
	b) Proyectar en capas dejando exceso de producto proyectado como aparece en la figura. No proyectar la capa final. Empujar el material hasta la esquina con una llana o rodillo especial.	
	c) Distribuir el exceso de producto proyectado sobre la superficie del panel con ayuda de la llana.	
	d) Proyectar la capa final hasta alcanzar el grosor del diseño. Aplicar rodillo y llana para conseguir un borde liso y plano.	
2. BORDES DE RETORNO Y OTRAS SUPERFICIES VERTICALES. UTILIZANDO UN MOLDE CON LADO DESMONTABLE Y BORDE DE REFERENCIA	El tipo de molde debería ser el que aparece en la ilustración. El lado del molde se mantiene en su sitio mediante pernos, grapas o mordazas que se puedan soltar rápidamente. Esto hace más fácil el desmoldeo. Proyectar como en 1.	
	MÉTODO A Vuelva a distribuir el exceso de producto proyectado. Proyectar la capa final según el grosor del diseño y aplicar la llana para conseguir un borde del grosor correcto.	
MÉTODO B	El tipo de molde debería ser como el que aparece en la ilustración. Proyectar como en 1	
	Distribuir el exceso de producto proyectado Empujar el material hasta la esquina Proyectar según grosor del diseño D	

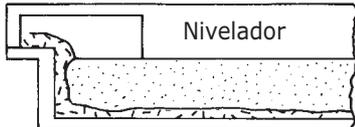
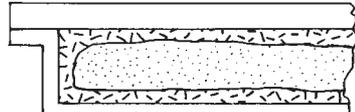
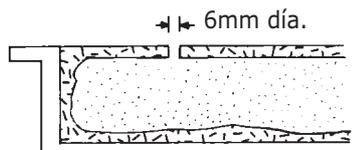
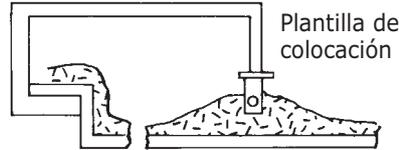
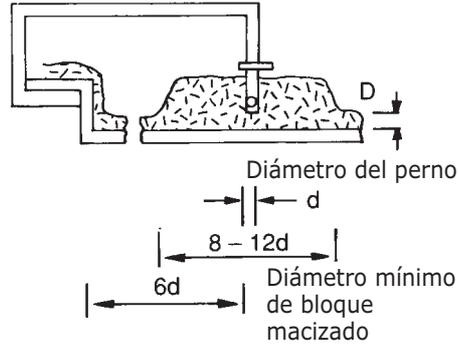
PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS (Continuación)

DETALLES	MÉTODO	DIAGRAMA
3. NERVADURAS LATERALES UTILIZANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO O ESPUMAS RÍGIDAS	a) Proyectar en capas. Compactar con el rodillo y comprobar que se da el grosor correcto en la pared lateral y la base.	
	b) Colocar poliestireno precortado con los bordes achaflanados tal como se muestra en esta ilustración. $D = \text{grosor de diseño} + 10\%$.	
	c) Proyectar entre exceso de producto proyectado y poliestireno y sobre el poliestireno.	
	d) Proyectar hasta lograr el grosor correcto. Prestar especial atención al grosor en (a) y asegurarse de que existe suficiente solapamiento entre el GRC nuevo y el originalmente proyectado en (b).	
4. NERVADURAS CENTRALES UTILIZANDO FORMADOR DE ESPUMA O POLIESTIRENO	a) Proyectar la cara delantera en capas. Comprobar el grosor y colocar luego el poliestireno asegurándose de que la parte superior se encuentra a la altura correcta.	Reforzar el corte o el pre-corte al semicírculo u otro perfil 
	b) Proyectar sobre la parte posterior y los costados del formador en capas. Comprobar que el grosor es el correcto, especialmente en los puntos (a). Achaflanar el grosor en (b).	
5. NERVADURA CENTRAL USANDO OTROS MATERIALES	Como en el apartado anterior, pero utilizando materiales de 3 - 5 mm de grosor. Esto no se considera como parte del grosor de diseño de la nervadura.	

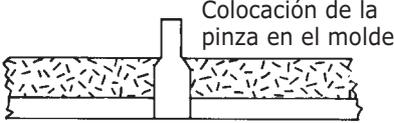
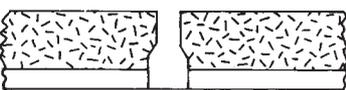
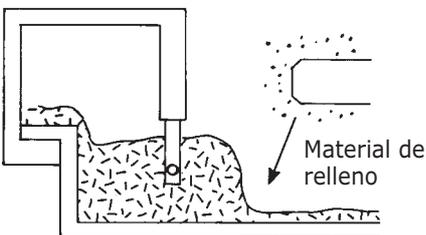
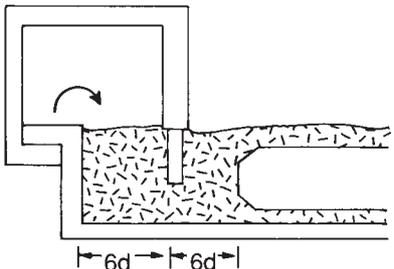
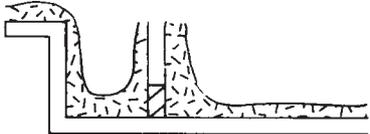
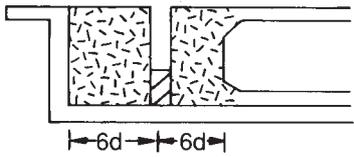
PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS (Continuación)

DETALLES	MÉTODO	DIAGRAMA
6. PANELES EN FORMA DE SANDWICH UTILIZANDO NÚCLEO DE ESPUMA ORGÁNICA (POLIESTIRENO EXPANDIDO O ESPUMAS RÍGIDAS)	a) Proyectar y compactar la cara y los costados del molde formando capas múltiples como en el ejemplo (2). Comprobar el grosor.	
	b) Precortes en bloques de espuma (de unos 500 mm ²) para rellenar el molde con un encaje de bloques sueltos entre sí. Recubrir los costados y la base de los bloques con mortero y un agente sellador (por ejemplo, Aconal). Primero colocar en el molde los bloques del costado achaflanado, asegurándose de que el bloque queda asentado sobre la base y no arrastra materiales fuera de las paredes.	Ejemplo mostrando la aplicación del agente sellador 
	c) Comprobar que la superficie superior se encuentra a la altura correcta utilizando una niveladora tal como se muestra en la ilustración. Proyectar primero una capa de 3 mm encima de los bloques y luego plegar el exceso de producto proyectado sobre esa capa y compactar.	Niveladora 
	d) Terminar de proyectar la superficie superior de espuma compacta. Compruebe el grosor. Acabar la cara posterior con la llana, etc., utilizando un borde llano para comprobar el nivel.	Borde recto 

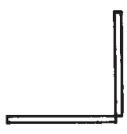
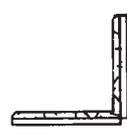
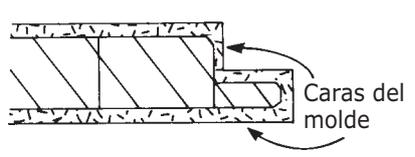
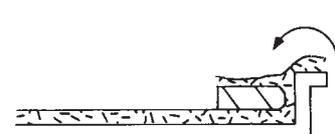
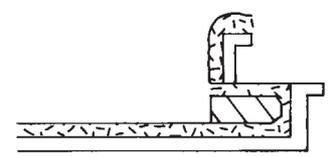
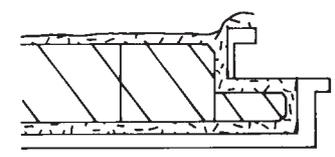
PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS (Continuación)

DETALLES	METODO	DIAGRAMA
7. PANELES EN FORMA DE SANDWICH UTILIZANDO NÚCLEO DE HORMIGÓN CON POLIESTIRENO	a) Completar la fase (a) del ejemplo (7).	
	b) Rellenar el molde con mezcla de hormigón y poliestireno. Sacudir/vibrar para eliminar burbujas de aire. Utilizar un nivelador para comprobar la horizontalidad. Aplicar la primera capa. Distribuir la proyección en exceso y aplicar rodillo.	
	c) Proyectar la capa de cierre sobre el núcleo.	
	d) El aire atrapado en el hormigón con poliestireno puede expandirse durante el tratamiento. Hay que dejar varios orificios de respiración de 6 mm en la superficie superior. Luego podrán volver a taparse al cabo de 24 horas. Los orificios pueden crearse utilizando pequeños trozos de tubo de plástico.	
FIJACIÓN PARA PANELES DE CAPA ÚNICA (PANELES CÁSCARA) 8. FIJACIÓN MEDIANTE MANGUITO DE SUJECCIÓN SUSPENDIDO	a) Proyectar la base del panel. Lograr el grosor deseado del material bajo el punto de fijación pero sin la fijación en su posición.	
	b) Suspender la fijación de la plantilla de colocación y presionar en el material proyectado.	
	c) Completar la proyección hasta alcanzar la profundidad correcta, compactar el material en torno a la fijación. Nota: La fijación debería ir contenida en un bloque de material bien compacto (macizado). D debería tener, como mínimo, el grosor del diseño	

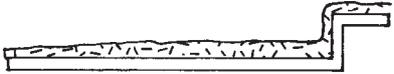
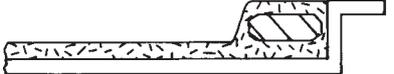
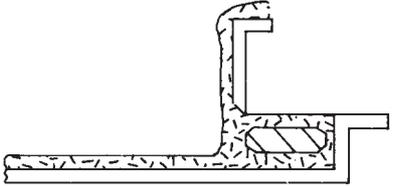
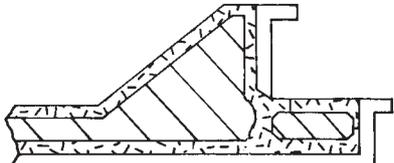
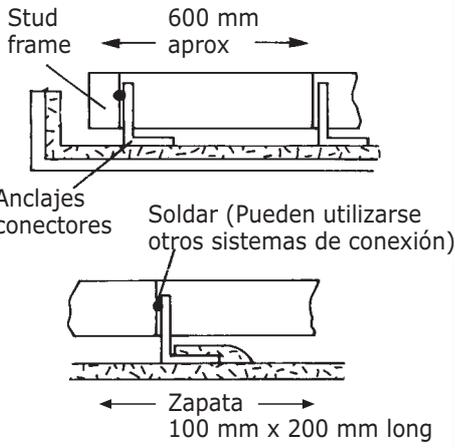
PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS (Continuación)

DETALLES	METODO	DIAGRAMA
9. ARANDELA DE ACERO ANCLAJE INTERNO	a) Proyectar y compactar la primera capa hasta hombro de anclaje.	
	b) Colocar una arandela de acero perforado sobre el pasador y proyectar o compactar hasta el grosor de diseño. Nota: La parte superior del pasador puede utilizarse como calibre de grosor.	
FIJACIÓN PARA PANELES DE SANDWICH 10. CASQUILLO DE ACERO	Proceder como en los puntos 7 y 9. a) Acumular grosor por debajo del punto de fijación. Colocar la fijación. Proyectar sobre la fijación y sobre la base. Colocar el material del nucleo	Plantilla de colocación 
	b) Proyectar cuidadosamente en torno al orificio de relleno del casquillo (con compactación frecuente). Girar proyectando y terminar de proyectar la capa superior. d = diámetro del perno	
11. MANGUITO DE ACERO	a) Proceder como en el apartado 10 (a) pero con el manguito en su sitio.	
	b) Proyectar cuidadosamente en torno al orificio de relleno del manguito (con compactación frecuente). Girar proyectando y terminar de proyectar la capa superior. d = diámetro del manguito	

PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS (Continuación)

DETALLES	METODO	DIAGRAMA
12. UTILIZACIÓN DE MOLDES ELÁSTICOS (TIPO CHARNELA)	La utilización típica es para detalles de bordes elevados – se muestra ejemplo	 <p style="text-align: right;">Charnela de Polipropileno</p>
	a) Con el molde de charnela hacia un lado, proyectar capas de la forma habitual y compactar.	 <p style="text-align: center;">charnela</p>
	b) Plegar el costado del molde, aplicar rodillo o llana en el área de la charnela (zona curva).	 <p style="text-align: right;">charnela</p>
UTILIZACIÓN DE AUXILIARES DE ELEVACIÓN 13. DETALLES DEL PRIMER EJEMPLO	Un ejemplo típico es el que aparece en la ilustración.	 <p style="text-align: right;">Caras del molde</p>
	a) Proyectar la base del molde en la forma estándar. Colocar el material núcleo de de nervadura (si la hubiese).	
	b) Proyectar sobre el núcleo y plegar el exceso de proyección. Compactar y aplicar la llana de forma habitual.	
	c) Colocar el auxiliar de elevación y proyectar de forma habitual.	
	d) Colocar el corazón interior principal y completar el panel como en el apartado 7.	

PROYECCIÓN DE DETALLES TÍPICOS (Continuación)

DETALLES	METODO	DIAGRAMA
UTILIZACIÓN DE AUXILIARES DE ELAVACIÓN 14. DETALLES NIB	a) Proyectar la base del panel de forma normal.	
	b) Colocar el núcleo de la nervadura del panel. Proyectar por encima y compactar de forma habitual.	
	c) Colocar auxiliar de elevación y proyectar la cara vertical.	
	d) Plegar el exceso de producto proyectado, colocar el núcleo principal. Proyectar sobre el núcleo hasta alcanzar el grosor exigido. Compactar mediante la aplicación de rodillo y llana hasta completar el panel de forma habitual.	
15. BASTIDORES METÁLICOS UNIDOS A PANELES DE CAPA ÚNICA (PANEL CÁSCARA EN STUD FRAME)	<p>a) Proyectar y compactar la base y los costados del molde.</p> <p>b) Colocar y apoyar el bastidor metálico de manera que los anclajes de conexión rocen la superficie del GRC.</p> <p>c) Rociar una capa de GRC sobre el conector y compactar, asegurándose de que la esquina del radio está totalmente libre de GRC.</p> <p>Alternativamente, podrá colocar una "bola de nieve" de GRC encima del anclaje. Asegurarse de que la esquina del radio está libre de GRG.</p> <p>Para más información, ponerse en contacto con Vetrotex Cem-FIL.</p>	 <p>Stud frame ← 600 mm aprox →</p> <p>Anclajes conectores</p> <p>Soldar (Pueden utilizarse otros sistemas de conexión)</p> <p>Zapata ← 100 mm x 200 mm long →</p> <p>Dimensiones típicas</p>

10. COMPACTACIÓN

Rodillos y Llanas de Compactación

1. Los rodillos de compactación suelen ser de tipo muelle y deben mantenerse limpios durante su utilización introduciéndolos en un cubo con agua.
2. Una brocha rígida resulta de gran utilidad para los ángulos internos y para los moldes que tengan una forma inusual o compleja.
3. Las llanas vibratorias pueden ser de gran efectividad y con ellas se puede prescindir de compactar a intervalos de 3 mm. Resultan realmente útiles para grandes superficies planas de proyección.
4. Los rodillos y las llanas son baratos. Resulta eficiente y económico fabricar herramientas especiales para fines específicos.
5. Es aconsejable mantener los rodillos y las llanas en agua durante toda la producción. Esto impide que el mortero se seque sobre su superficie reduciendo de este modo su efectividad.

El tiempo dedicado a la aplicación de rodillo y llana
REDUCE
el tiempo dedicado a conseguir un producto sólido
Y
produce un producto más resistente

Es necesaria la compactación para:

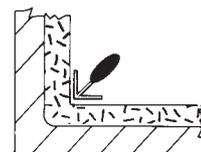
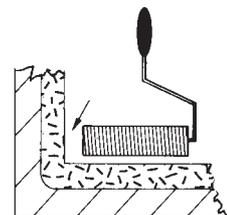
1. Amoldar el GRC a la forma y acabado del molde
2. Eliminar el aire atrapado, aumentando de ese modo la densidad de GRC, así como su resistencia.
3. Recubrir hasta la última hebra de hilo de vidrio de Cem-FIL en la matriz, proporcionando de ese modo una unión más resistente.

TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE RODILLO Y PALETA

1a. Esquinas Internas

Cuando se utiliza un rodillo estándar hay que tener mucho cuidado para no dañar el material de la pared interna (indicado en el diagrama mediante una flecha). Si se daña, no es adecuado ni produce un buen GRC el intentar volver a colocarlo en su sitio mediante la aplicación de la llana.

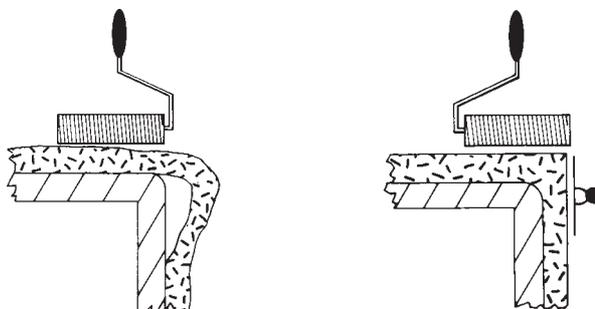
1b. Es conveniente utilizar una herramienta metálica en forma de ángulo en el caso de tener que prensar firmemente el material en una esquina.



TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE RODILLO Y LLANA

2a. Esquinas Externas:

Si no se pone un soporte, el material tenderá a separarse del molde dejando una bolsa de aire en la parte inferior del borde. También se producirá un adelgazamiento del GRC. Esto puede evitarse sujetando el costado del material proyectado con una llana.

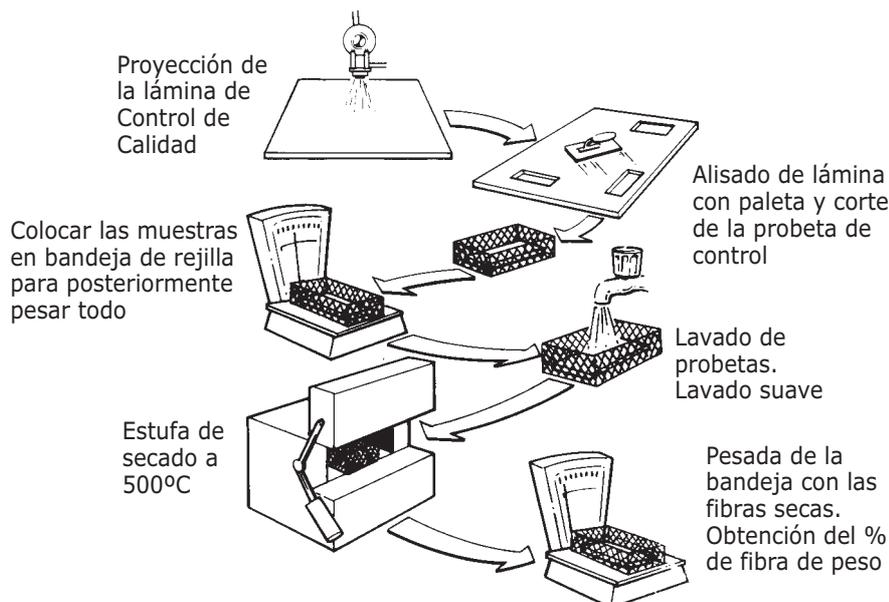


11. PROCESO Y CONTROL DE CALIDAD

Se han establecido procedimientos de Control de Calidad para el proceso de fabricación de GRC Cem-FIL, con el fin de asegurar que se consiguen las propiedades correctas del material y para evaluar el producto final. Estos procedimientos están definidos en las normas CEN siguientes (European Standards):

- EN - 1170 - 1 Medida de la consistencia de la Matriz.
Test de mortero. SLUMP TEST.
- EN - 1170 - 2 Medida del contenido en hilo del GRC en fresco.
Test de lavado. WASH OUT TEST.
- EN - 1170 - 3 Medida del contenido de hilo del GRC proyectado.
Ver diagrama inferior.

La producción del GRC se controla también mediante controles regulares sobre las materias primas usadas, el espesor del producto fabricado y sobre el peso final del material obtenido.



Procedimiento para la determinación del contenido de hilo de vidrio.

Control del producto GRC endurecido

Las probetas para el control del GRC, una vez ya endurecidas, se pueden extraer tanto de la pieza final como de la lámina de control fabricada del mismo tiempo que la pieza final.

Las normas que regulan estos tipos de test son:

- EN - 1170 - 4 Medida de la resistencia a flexión. Método simplificado.
- EN - 1170 - 5 Medida de la resistencia a flexión. Método completo.
- EN - 1170 - 6 Determinación de la absorción de agua por inmersión y determinación de la densidad en seco.
- EN - 1170 - 7 Medición de variaciones dimensionales debido al contenido de humedad.
- En - 1170 - 8 Modelo de ensayo de ciclos ambientales.

Inspección y Prueba de Componentes. Control general

Debe llevarse siempre a cabo una inspección del producto final para detectar posibles defectos en la superficie, color, acabado y dimensiones globales del producto. En determinadas circunstancias puede llegar a ser necesario someter a prueba mecánica al producto acabado.

12. CURADO DE PRODUCTOS GRC

Con GRC se emplean principalmente dos tipos de sistemas de curado: curado en húmedo y curado al aire.

Curado en Húmedo

Se emplea para productos GRC de sección delgada y bajas proporciones agua : cemento que pueden secarse con rapidez. Si esto ocurre antes de que se haya completado el proceso de hidratación del cemento y el GRC no llega a alcanzar nunca su grado completo de resistencia y las propiedades del GRC se ven negativamente afectadas.

Para asegurar una hidratación completa, es fundamental mantener los productos húmedos inmediatamente después de su fabricación y durante el período de curado. En la actualidad, se utilizan varios métodos para conseguirlo, incluyendo el almacenamiento en una cámara de humedad o vapor, el cierre del panel con film de polietileno, o su inmersión total en agua.

Como guía práctica de curado, podemos afirmar que los productos GRC alcanzarán una proporción sustancial de su resistencia última cuando el curado principal se lleve a cabo durante 7 días, con un grado de humedad superior al 95% HR y con una temperatura mínima de 20 °C. Un régimen adecuado de poscurado, permitirá alcanzar el resto del grado de resistencia. (Para más información, véase el "Manual de Datos Técnicos Cem-FIL").

Curado al aire

La incorporación de materiales polímeros en base acrílica a las fórmulas GRC permite la posibilidad del curado al aire. La fórmula a base de polímeros utilizada debe ser capaz de formar una capa o película alrededor de las partículas de la mezcla, permitiendo de este modo mantener en el interior el grado de humedad adecuado para que el GRC continúe la hidratación. Normalmente los materiales a base de polímeros se incorporan a tasas de entre un 3% a un 10% de sólidos polímeros por peso de cemento. Tras el curado inicial con polímeros y el desmoldeado, se puede dejar que el producto GRC se someta a un curado en condiciones atmosféricas normales, pero hay que tener cuidado de que la temperatura del aire sea superior a la mínima requerida para la formación de la capa o película de polímero mencionada. La incorporación de materiales a base de polímeros al GRC **puede** afectar a sus propiedades ignífugas.

Bibliografía adicional – Guía GRCA para la Utilización de Polímeros Acrílicos.

13. LIMPIEZA

Una causa bastante extendida de interrupciones en la producción de un GRC es la obstrucción de la bomba o la boquilla de proyección debido a una limpieza inadecuada.

Para poder producir GRC de buena calidad es esencial que el equipo esté en todo momento limpio.

La limpieza debe llevarse a cabo al final de cada jornada laboral o cuando se produzca una larga parada o interrupción en la producción.

1. Tolva y Criba

Vierta agua limpia en la tolva de la bomba y utilice una manguera para lavar los costados de la tolva mientras la bomba esté funcionando. La criba de la tolva debe limpiarse al mismo tiempo.

Nota: La criba debe enjuagarse cada vez que se hace pasar por ella una mezcla.

2. Bomba

Se utiliza un dispositivo de soltado rápido del pie o base de la bomba que permite extraer fácilmente ésta para una limpieza a fondo. La limpieza de la propia bomba es importante para evitar que en ella pueda acumularse cemento y comenzar a desprenderse en escamas al cabo de un día o dos, obstruyendo de ese modo la boquilla de proyección. El Conjunto Rotor/Estator tiene que desmontarse al final del período de producción para una limpieza a fondo.

3. Mangueras

Pueden limpiarse pasando una esponja circular de un diámetro superior al de la propia manguera mientras esté funcionando la bomba. La esponja deberá introducirse por el extremo de la manguera y no a través de la tolva.

4. Salidas de Proyección

Debe limpiarse con un cepillo de limpiar botellas o con un cepillo metálico y luego secarse a fondo para reducir la corrosión.

5. Rodillos y Llanas

Deben limpiarse concienzudamente con un cepillo duro para eliminar el cemento acumulado entre las inserciones y sobre las superficies.

14. LISTA DE VERIFICACIÓN

Recuerde

1. Aumentar la tasa de proyección no incrementa necesariamente la tasa de producción global y puede reducir la calidad en moldes del tipo más sencillo y plano.
2. Un buen trabajo en equipo significa una buena productividad.
3. Reducir el contenido de hilo equivale a un ahorro FALSO. Asegúrese siempre de conseguir las propiedades diseñadas.
4. No permita que se fragüe una capa de material proyectado antes de proyectar la capa siguiente ya que eso dará lugar a un producto deficiente. Este comentario es también válido para la proyección que cubre el conector en el caso de panel tipo Stud-Frame.
5. Para conseguir unas buenas propiedades mecánicas es necesario una buena compactación.

CONSEJOS

1. Mantener un stock de
 - cuchillas cortadoras
 - rodillos de presión.
2. Tener de repuesto, al menos, una pistola concéntrica de proyección.
3. Mantener siempre limpio el equipo de proyección.
4. Dedicar cierto tiempo, al final de cada turno, a labores de limpieza.
5. Formar al personal de producción.

Utilizar procedimientos de Control de Calidad y Proceso para conseguir un conocimiento exacto de las propiedades mecánicas del producto.