

# **Cem-FIL®**

## **Producción de GRC**

**Guía para la Producción por  
Premix**



El Copyright de este documento, que contiene información privada, pertenece a 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.

# Guia para la fabricación Premix

## ÍNDICE

Nº de sección.	Página Nº.
INTRODUCCIÓN	5
1. DISEÑO DE LA MEZCLA	6
1.1 Formulaciones típicas de Mezcla	6
1.2 Proceso Secundario	7
1.3 Tiempo de Fraguado	7
2. PROCEDIMIENTO DE MEZCLA	8
2.1 Proceso de Mezclado	8
2.2 Introducción del hilo de refuerzo en el Mortero	9
2.3 Longitudes de Hilos Cortados	9
3. COLADO-VIBRADO	11
3.1 Vibración del Molde	11
3.2 Rellenado del Molde	11
4. DISEÑO DEL MOLDE	14
5. DESMOLDEANTES	17
6. TRAS EL RELLENADO DEL MOLDE	17
7. DESMOLDEO	17
8. CURADO	18
9. CONTROL DE CALIDAD	18
10. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS TÍPICOS	19
APÉNDICE 1 DISEÑO GRC PREMIX	20

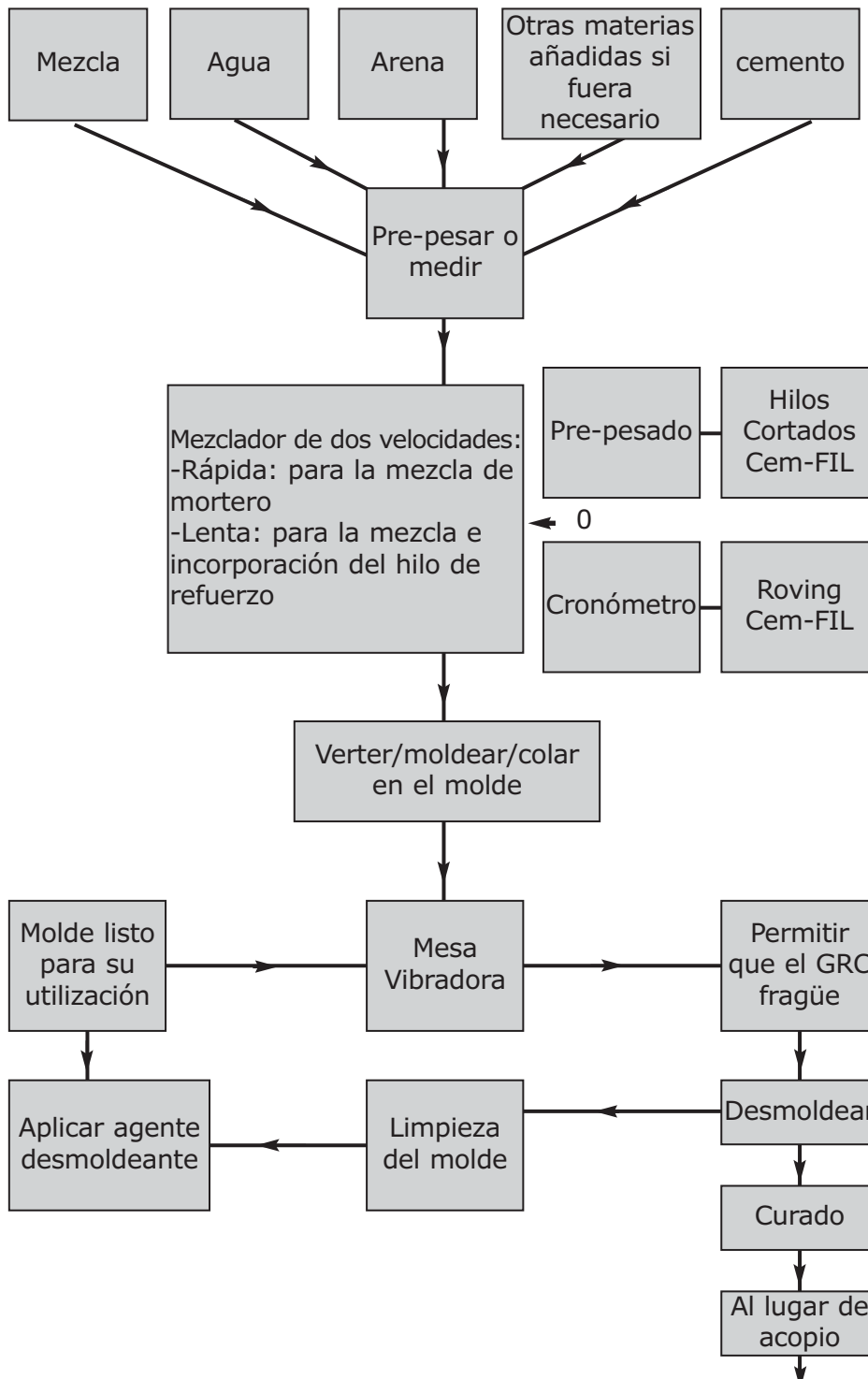
# INTRODUCCIÓN

El premix GRC se fabrica a partir de una mezcla de mortero a base de cemento e hilos cortados de vidrio Cem-FIL AR, que luego se cuela en un molde sometido a vibración.

El proceso de colado-vibrado ( también llamado en este sector como Premix) resulta relativamente sencillo de controlar y mecanizar. Se pueden obtener productos con un buen control dimensional y productos complejos con relativa facilidad.

Con un control exacto, y fácilmente reproducible del peso del producto, el proceso presenta pocas pérdidas de material.

Esta guía abarca las técnicas básicas para fabricar premix GRC mediante el proceso colado-vibrado, y ofrece las directrices a seguir para el diseño de la mezcla y el diseño del molde.



# 1. DISEÑO DE LA MEZCLA

## 1.1 Formulaciones típicas para la mezcla.

Sólo se pueden ofrecer diseños de carácter orientativo para la mezcla ya que para el premix GRC se utiliza una amplia variedad de materias primas y cada producto final GRC tiene sus propias exigencias.

Los criterios que se siguen para el diseño de la mezcla son:

- 1) Mantener el contenido de agua lo más bajo posible.** Utilizar aditivos. Si se añade más agua se reduce el grado de resistencia del GRC.
- 2) Usar el contenido de fibra adecuado.** Una dosificación inferior al 3% puede, dependiendo del tipo de hilo de refuerzo utilizado, no dar las prestaciones mecánicas adecuadas en el GRC.
- 3) No utilizar proporciones de arena:cemento inferiores al 0.67.** Un exceso de cemento provoca problemas de fisuración por retracción. Utilizar las mayores dosis de arena o filer que fueran practicables.

Existe una amplia gama de posibles formulaciones para el premix GRC.

Un producto o proceso GRC exige:

- un superplastificante para un mayor manejo a bajas proporciones de agua:cemento;
- mayor contenido de arena/filer para reducir la retracción;
- ayudas para un correcto uso y evitar segregación;
- empleo de polímeros acrílicos para curado al aire.

A partir de una fórmula general se puede adquirir rápidamente experiencia y se puede extraer una formulación específica para cada tipo de producto.

Formulación general: contiene 3.5% de hilos de refuerzo AR Cem-FIL (en peso).

MEZCLA PARA FINES GENERALES	Kg	%
Cemento	50 (1 saco de cemento)	48.5
Arena	33	32.0
Agua	16	15.5
Plastificante	0.5	0.5
Hilos Cortados Cem-FIL	3.61	3.5

En el Apéndice 1 se ofrece una selección de diferentes diseños de mezcla.

## 1.2 Proceso secundario

Si el premix fabricado se somete a un proceso secundario, como es el bombeo, puede ser necesario modificar la mezcla para evitar la segregación, y para prevenir esto es, a veces, empleado un compuesto a base de celulosa. La más adecuada para este fin sería la de Hidroxi-Propil-Metil-Celulosa.

Una mezcla adecuada para evitar la segregación durante el proceso secundario podría ser:

Mezcla Bombeable	Kg.	%
Cemento	50	47.8
Arena	33	31.5
Plastificante	0.5	0.5
Celulosa (HPMC)	0.02	0.02
Hilos Cortados Cem-FIL	3.66	3.48
Agua	17.5	16.7

## 1.3 Tiempo de fraguado

Normalmente el premix GRC puede desmoldearse al cabo de unas 4 a 16 horas después del colado, dependiendo de la formulación de la mezcla, la temperatura ambiente y la forma del producto.

Se puede reducir el período global de tiempo para el moldeado recurriendo a la utilización de:

### 1.3.1 Cementos de fraguado regulado.

Debería permitir el desmoldeado en el plazo de treinta minutos, pero el período de trabajo es breve (5 minutos) y para facilitar la producción se añaden con frecuencia retardadores.

### 1.3.2 Aceleradores.

Se pueden utilizar los aceleradores normales a base de cloruro de calcio, estos deben permitir que el desmoldeado tenga lugar en el plazo de dos horas, dependiendo del tamaño del componente y de la temperatura ambiente. Muchos aceleradores son soluciones mezcladas con un plastificante. El contenido de agua de la mezcla debe ajustarse para mantener constante la proporción agua:cemento.

Accelerated Mix	Kg	%
Cemento	50.0	41.3
Arena	50.0	41.3
Agua	14.5	12.0
Cloruro de Calcio	2.25	1.9
Acelerador *	2.25	
Cem-FIL H/C	4.23	3.5

\* Un acelerador plastificado típico contiene aproximadamente el 34% de cloruro de calcio, tiene una densidad específica de 1.34 y un contenido de elementos sólidos de alrededor del 50%

### 1.3.3 Utilizando calor.

Resulta útil tratar el colado GRC en su molde a una temperatura que no exceda a los 50°C, lo que podrá acortar el tiempo de desmoldeo. Este recurso puede combinarse con el de la utilización de aceleradores.

Es importante que no se deje secar el GRC durante el ciclo de curado y para este fin puede utilizarse vapor u otro procedimiento húmedo de curado.

## 1.4 Nuevas fórmulas

Han sido desarrolladas nuevas fórmulas que contienen metacaolines especiales que ofrecen una mayor estabilidad a largo plazo para proyectos especializados. Las propiedades de resistencia, a impactos y a rotura, se ven reforzadas por la utilización de estas nuevas fórmulas Cem-FIL. Bajo solicitud, Vetrotex Cem-FIL puede proporcionar una información adicional más detallada.

## 2. PROCEDIMIENTO DE MEZCLA

### 2.1 proceso de mezclado.

El proceso de mezclado es un aspecto muy importante del premix por lo que hay que seguir las recomendaciones.

Un pequeño error puede tener repercusión en la trabajabilidad del GRC fresco y en las propiedades y aspecto final del composite.

**El mezclado premix GRC no debe llevarse a cabo de la misma manera que el mezclado de un hormigón.**

Para obtener un premix de calidad hace falta llevar a cabo la mezcla en dos fases. La primera está destinada a obtener un mortero de calidad, lo que es fundamental para la incorporación uniforme del refuerzo y para conseguir la necesaria trabajabilidad. La segunda consiste en la incorporación del refuerzo en forma de hilos cortados AR Cem-FIL al mortero.

Es conveniente llevar a cabo ambas fases en el mismo tipo de equipo, pero también se pueden utilizar mezcladoras separadas para cada fase.

#### Primera etapa.

**Preparación del mortero.** Este mortero debe tener una consistencia cremosa y debe estar libre de grumos. El mortero se prepara en una mezcladora especialmente diseñada con dos velocidades, en la posición de mayor velocidad. Al final del ciclo de mezclado es cuando deben añadirse los aditivos.

Cuando se utilice una mezcladora en la que se le añada agua a los elementos sólidos y secos previamente mezclados, los mejores morteros se obtienen añadiendo el agua en dos proporciones. Primero, para obtener un mortero rígido, se debe añadir aproximadamente el 75% del agua. Tras mezclar durante 45 segundos, este mortero debe diluirse añadiendo el 25% de agua restante. Para facilitar esta operación se puede utilizar un contador o medidor de agua. Normalmente el agua se añade durante períodos de 30 y 15 segundos. La mejor forma de dosificar los aditivos, en este caso son disueltos en el agua de amasado o tras la primera adición del 75 % del agua.

#### Segunda etapa.

**Añadir el hilo de refuerzo.** La mejor forma de llevar a cabo esta fase es a baja velocidad. El objetivo es conseguir una distribución uniforme de los hilos cortados dentro de la pasta sin daños ni perjuicios para estos. La incorporación del refuerzo al mortero se lleva a cabo a un ritmo lo suficientemente rápido como para evitar los daños al hilo cortado por el exceso de tiempo de mezclado y, a su vez, a una velocidad moderada para no provocar una distribución deficiente. La mejor forma de introducir el hilo AR Cem-FIL en la mezcla es dejando caer en cascada los hilos cortados desde un alimentador vibratorio o utilizando un cortador de hilos de vidrio de gran potencia para cortar, directamente en la mezcla, los hilos de las bobinas de Roving. En general, lo mejor es incorporar el hilo cortado a la mezcla en menos de 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> minutos. Un ritmo típico de alimentación de hilos cortados es de 3 Kg por minuto.

Una vez añadido el refuerzo, la mezcladora sólo debe funcionar durante el tiempo que tardan en incorporarse los hilos cortados al mortero(normalmente unos segundos).

Para preparar un lote de premix de 50 a 200 Kg el tiempo empleado suele ser de 6 a 10 minutos.

#### Notas sobre el mezclado.

- 1) Cuando hablamos de elementos GRC con un 3% de refuerzo (en peso), si se usa una mezcladora tipo hormigón para obtener el mortero y mezclar el hilo cortado, aunque se puede utilizar, lo más probable es que dé como resultado una mezcla con pocas posibilidades de trabajo, que provocará dificultades en la producción, y, por tanto, un producto de menor resistencia y peor aspecto.
- 2) El hilo cortado debe mezclarse con el mortero en una mezcladora que proporcione una buena distribución y que no provoque demasiados daños al hilo (desfibramiento o desfilamentación). Demasiados daños en el hilo reducen la trabajabilidad del mortero. Se debe evitar una deficiente distribución del refuerzo, fenómeno que se aprecia cuando aparecen hilos unidos entre sí formando grupos o montones secos.

- 3) Para reducir los daños en el hilo, puede ser útil adaptar la posición de las palas de mezclado. Esto podría valer con la mezcladora de tipo cangilón y paleta, en la que las cuchillas se encuentran normalmente muy próximas al tambor. Se deben ajustar las cuchillas y situarlas a una distancia de entre 2 y 3 milímetros.
- 4) El premix húmedo GRC **no** debe dejarse en la mezcladora mientras se esté realizando otra mezcla.
- 5) Son necesarios los superplastificantes ya que reducen la proporción agua:cemento y mejoran la trabajabilidad de la mezcla.
- 6) En general, el mortero debe mezclarse hasta dotarlo de una consistencia que haga que cuando se vierta se nivele. Para mantener esta consistencia con distintas dosis de materias primas, hacen falta pequeñas variaciones en el contenido de agua.
- 7) No utilizar cemento pasado de fecha, ya que da lugar a una deficiente resistencia.
- 8) No utilizar arena/filer que tenga un exceso de finos, ya que esto aumenta la demanda de agua en la mezcla.
- 9) Es muy importante mantener limpias las cuchillas de la mezcladora. La acumulación de premix endurecido sobre las cuchillas reduce la eficiencia del amasado y resulta muy difícil de eliminar.
- 10) Si se usan arena/filer húmedos, no hay que olvidar que se debe corregir la dosis de agua que se añade a la mezcla. Un exceso de agua da como resultado una baja densidad y resistencia del producto.

## **2.2 Introducción de hilo de refuerzo en el mortero (figura 1).**

(Alimentación del refuerzo)

Se puede hacer de 3 maneras:

### **2.2.1 Alimentar a mano.**

Los lotes de hilos cortados, una vez pesados, se introducen en la mezcla espolvoreando el hilo en la mezcladora durante el amasado. Hay que evitar que caigan muchos de golpe ya que provocaría la formación de grumos en el premix.

### **2.2.2 Alimentar mediante vibrador.**

Los lotes de hilos cortados, previamente pesados, se introducen en la tolva de alimentador vibratorio. Para obtener mejores resultados se usan dos vibradores que operen de forma consecutiva, colocando el segundo a mayor velocidad que el primero. Esto reduce el amontonamiento de los hilos cortados.

### **2.2.3 Corte directo.**

El hilo de refuerzo en forma de Roving o carrete Cem-FIL se puede usar con una cortadora de alta resistencia para introducir directamente los hilos cortados en la mezcla. Para dirigir los hilos a la mezcla se usa un dispositivo de aire que opera a 0.7 bar (10 psi). Como la mecha de roving tiene un título (tex = gr/Km) conocido, resulta conveniente conectar el motor del cortador a un cronómetro de manera que los pesos de lotes de hilos cortados coincidan unos con otros en cada amasada.

Sea cual sea el método elegido, **NO SE DEBE AMASAR EN EXCESO** el hilo cortado.

## **2.3 Longitud de los hilos cortados.**

Las longitudes estándar de los hilos cortados Cem-FIL c/s son 12 mm y 24 mm.

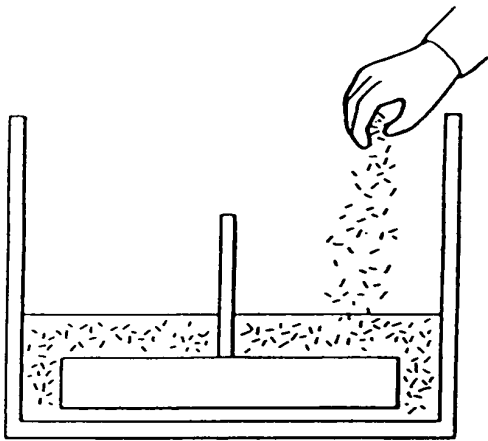
En teoría, los hilos de 24 mm deberían dar como resultado un producto más resistente, pero en la práctica, muchas veces, apenas apreciamos la diferencia, por lo que es preferible usar los de 12 mm ya que resultan más fáciles de incorporar y dan al premix húmedo GRC mayores posibilidades de trabajo.

Por lo general, los hilos cortados de 24 mm son adecuados para productos sencillos de sección abierta o gruesa, y los de 12 mm para productos complejos de sección torneada, estrecha y/o complicada.

Si se utiliza una cortadora de alta resistencia se pueden obtener hilos de 12, 18 o 24 mm con una simple modificación en la configuración de las cuchillas (distancia entre láminas de corte en el rodillo cortador).



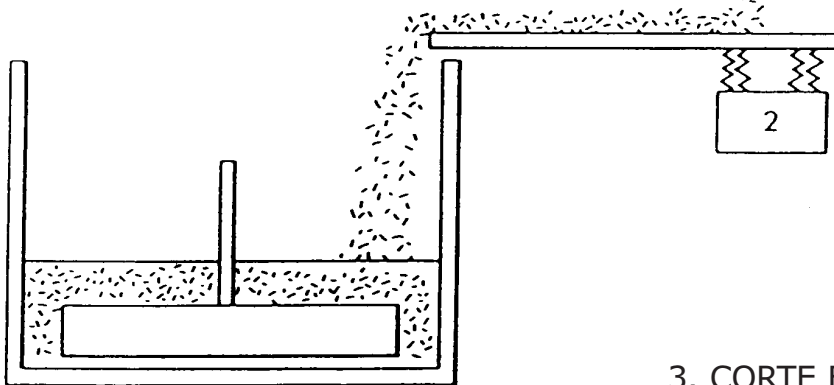
# Fig 1 TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN DE HILOS CORTADOS



## 1. ALIMENTACIÓN A MANO

Espolvorear el hilo de refuerzo en la mezcla paulatinamente

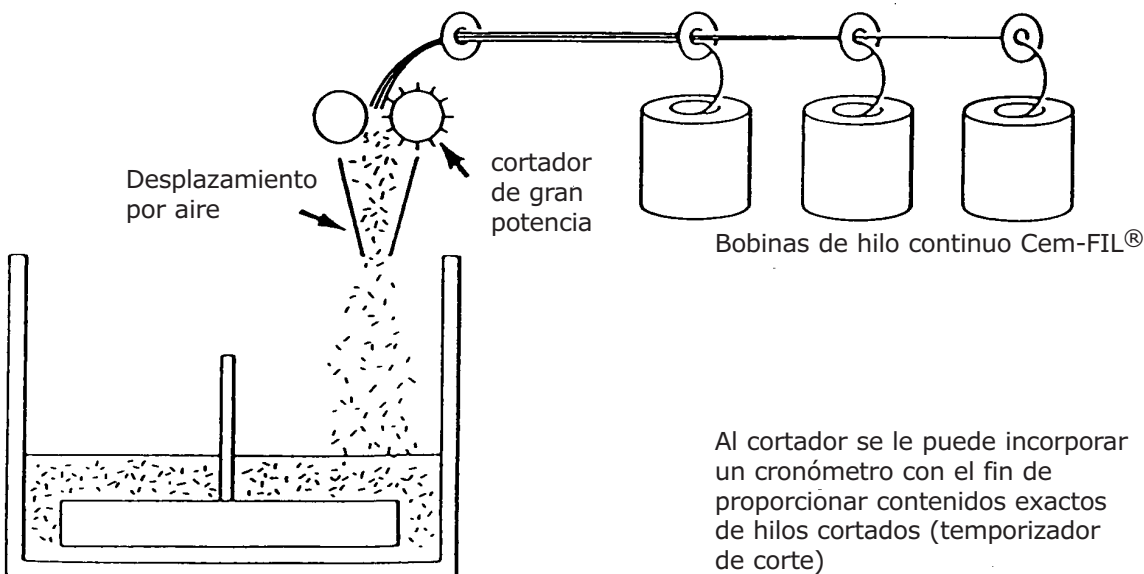
## 2. ALIMENTACIÓN POR VIBRADOR



lotes de hilos cortados previamente pesados

El vibrador dos debe regularse a mayor velocidad que el 1

## 3. CORTE EN PLANTA



Al cortador se le puede incorporar un cronómetro con el fin de proporcionar contenidos exactos de hilos cortados (temporizador de corte)

## 3. COLADO - VIBRADO

### 3.1 Vibración del molde

En este proceso el molde vibra según se va vertiendo en él premix GRC. La vibración tiene dos funciones:

- a) Permite al premix fluir y llenar el molde.
- b) Libera el aire atrapado y permite que se produzca la compactación.

En cuanto a los motores de vibración hay que destacar tres parámetros importantes; frecuencia, amplitud y potencia. Normalmente se dispone de motores con frecuencias que oscilan entre las 3.000 RPM y las 12.000 RPM. En las altas frecuencias la amplitud es muy baja, esta necesita ser lo más elevada posible para obtener un relleno eficiente del molde. No obstante, la alta frecuencia es útil para consolidar las pequeñas partículas. Por lo general, la potencia se puede ajustar modificando la posición de las pesas excéntricas sobre los ejes del motor.

La mayoría de los vibradores y mesas vibratorias para fines generales, operan a 3.000 RPM.

La potencia de salida del motor depende de la construcción de la mesa y de los moldes a los que se hace vibrar. Como norma general, aproximadamente 500 Kg de potencia por m<sup>2</sup> de mesa deben ser suficientes para la mayoría de los trabajos.

Es necesario ajustar firmemente el molde a la mesa vibratoria para asegurar que la vibración se transmita de manera eficiente tanto al molde como al mortero del premix.

### 3.2 Rellenado del molde (figura 2).

La forma en la que se llena un molde es muy importante y afectará a la calidad del producto. Siempre que sea posible, el molde debe llenarse sólo desde UN punto.

Este método empuja el aire a la superficie del material y dota de consistencia y compactación a la mezcla aumentando la calidad del producto final.

Si el llenado se realiza desde puntos distintos, es probable que se produzca un solapamiento de los flujos de material. Los hilos de refuerzo no evitarán este solapamiento y se creará un plano de debilidad.

Si el premix se introduce rápidamente en una sección de molde profundo, quedará en su interior aire que, cuando se produzca la vibración, se desplazará hacia la superficie del molde, provocando defectos en el premix. Una forma de evitar esto, es dejar que el premix descienda por un plano inclinado montado sobre el molde. Para obtener una mayor densidad del producto, sobre esa placa, se puede dar el llamado "Desgaseado o Desaireado" del premix.

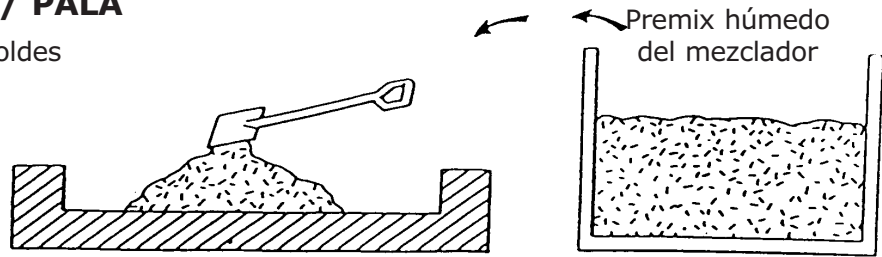
Otra forma de llenado, consiste en bombear el premix al molde. El tipo de bombeo adecuado para esta técnica es el llamado "peristáltico". Bombear el premix no sólo sirve para reducir el contenido de aire de la mezcla sino que también ofrece la posibilidad de controlar el uso del material. Para productos estándar se puede recurrir a una descarga cronometrada para obtener pesos constantes del producto. Cuando se fabriquen unidades más complicadas, como los llamados "parasoles" o "celosías arábicas", el premix puede introducirse en el molde a través de una manguera reduciéndose, de este modo, el esfuerzo físico necesario para trasladar el premix húmedo desde la mezcladora al molde.

Cuando se esté procediendo a llenar moldes profundos y estrechos, con frecuencia resulta útil usar una tolva secundaria situada por encima del molde. Esto proporciona un "punto de partida" para impulsar al GRC al molde y reduce los derrames.

# Fig 2 RELLENADO DEL MOLDE

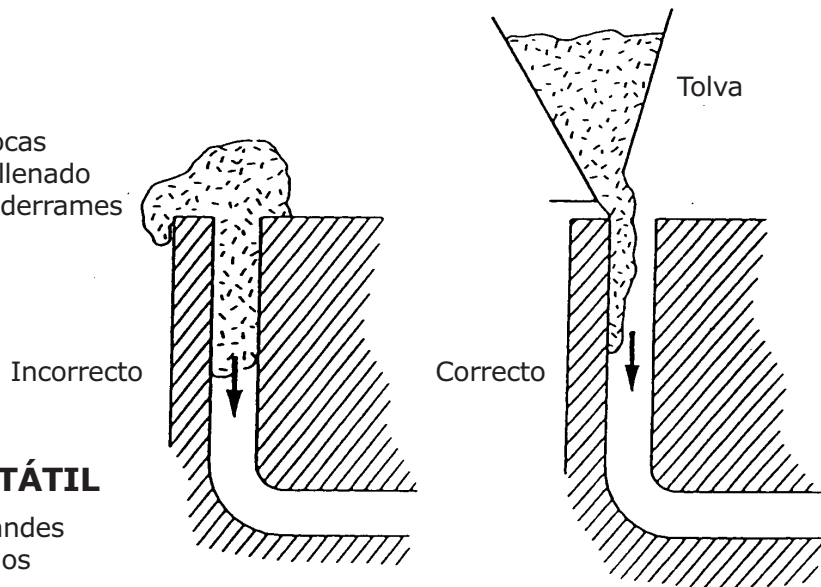
## 1. LLANA DE CARGA/ PALA

Sencilla, adecuada para moldes abiertos



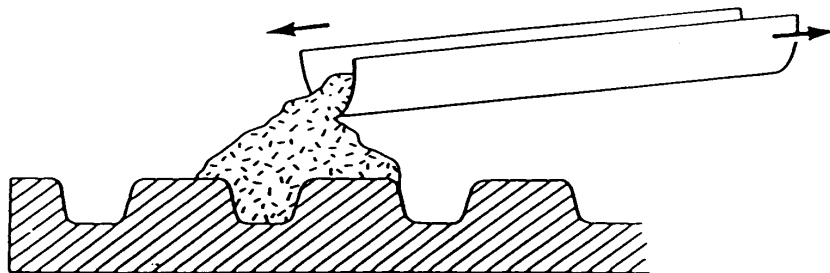
## 2. TOLVA

Útil para moldes con bocas estrechas, acelera el relleno del molde y reduce los derrames



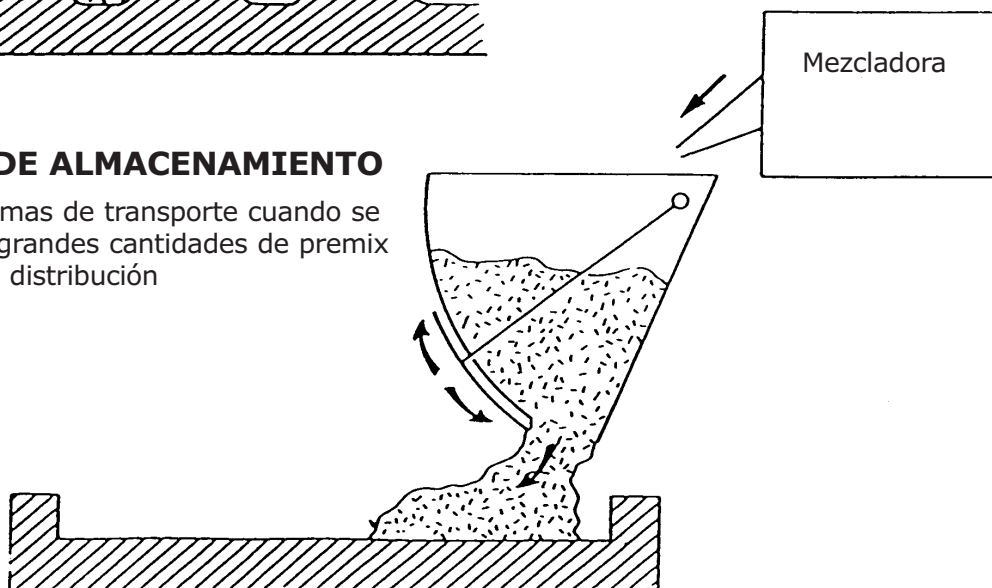
## 3. CANALÓN PORTÁTIL

Útil para moldes de grandes superficies tales como los "sunscreed" (celosías)



## 4. TOLVA DE ALMACENAMIENTO

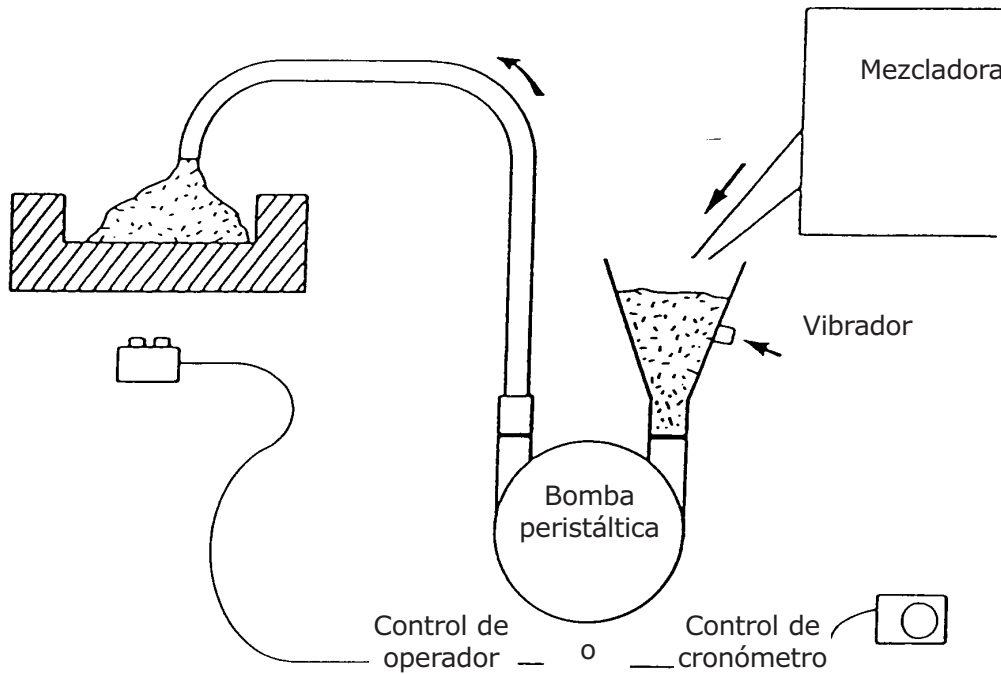
Útil para sistemas de transporte cuando se deban vaciar grandes cantidades de premix y controlar su distribución



# Fig 2 Continuación

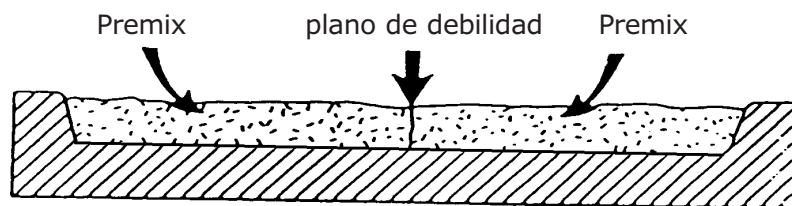
## 5. BOMBEO PERISTÁLTICO

Útil para rellenar moldes alejados de la mezcladora. Evita la utilización de carretillas. Puede utilizarse para medir la cantidad de premix en el molde con un cronómetro.

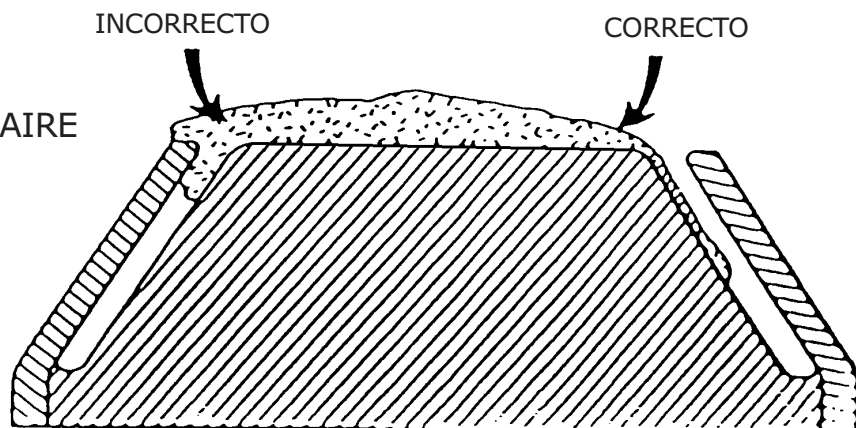


## PUNTOS GENERALES

### 1. EVITAR RELLENAR DESDE MÁS DE UN PUNTO



### 2. DEJAR SALIR EL AIRE



## 4. DISEÑO DEL MOLDE

### 4.1 Características del molde

El diseño del molde afectará a:

- a) La facilidad y velocidad del relleno.
- b) La facilidad y velocidad del desmoldeo.
- c) La calidad del producto.
- d) El aspecto de la superficie.

Un molde, correctamente diseñado y elaborado a partir del material adecuado, producirá fácilmente buenos productos y deberá tener una larga vida.

Aunque cada producto tenga necesidades específicas de molde, existen unas pautas básicas para diseñarlos:

1. Evitar esquinas afiladas (ángulos vivos). Pueden dificultar el relleno del molde y resultan vulnerables en el producto acabado.
2. Para facilitar el desmoldeo, los moldes deben diseñarse con chaflanes. Por lo general basta con diseños de esquina en chaflán 5°.
3. Los moldes deben ser lo suficientemente firmes como para resistir la vibración y lo suficientemente rígidos como para resistir la presión hidráulica del premix. Esto es muy importante cuando se trata de componentes profundos. Si el molde es demasiado débil, las paredes se deformarán y podría resultar imposible el desmoldeo.
4. El molde debe ser fácil de desmontar, limpiar y volver a montar. Esto prolonga la duración del molde y reduce la mano de obra y el tiempo de ciclo global.
5. Se debe prestar atención a las juntas para impedir derrames durante el colado. Esto provoca la aparición, en el producto moldeado, de una desagradable marca o señal y puede hacer que la labor de desmoldeo resulte sumamente difícil, también puede exigir unos costosos trabajos para solucionar el problema en el producto.
6. El desmoldeo se puede acelerar diseñando puntos de elevación o puntos de localización para arietes o pistones de prensa hidráulica en el propio molde.
7. Cuando un producto tenga una superficie grande, el desmoldeo puede facilitarse incluyendo una válvula para la liberación de aire en la superficie del molde.
8. En componentes que puedan verse sometidos a tensión debido a la contención impuesta por el molde y derivada de la contracción del GRC, debe seleccionarse el material del molde para aliviar esas tensiones. Los moldes de caucho resultan muy útiles debido a que se adaptan a la contracción.

### 4.2 Materiales para el molde

#### 4.2.1 Madera

Muy útil para bajo número de puestas de producción. No obstante, esta superficie debe tratarse, unirse y sellarse correctamente, ya que de lo contrario, el desmoldeo podría resultar difícil.

#### 4.2.2 GRP/FRP Poliéster reforzado

Adecuado para elevado número de puestas de producción y bueno para productos contorneados.

Nota: la capa o recubrimiento mediante gel (gel-coat), debe estar hecha a base de resina resistente a los productos alcalinos. Las resinas para fines generales se deterioran rápidamente cuando se usan con cemento, provocando un deficiente acabado de la superficie de la pieza y dificultades en el desmoldeo.

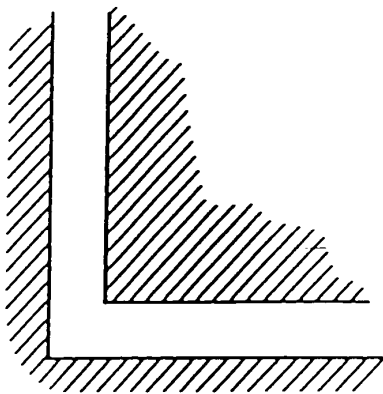
#### 4.2.3 Acero

Excelente para productos estándar y muy elevado número de puestas de producción.

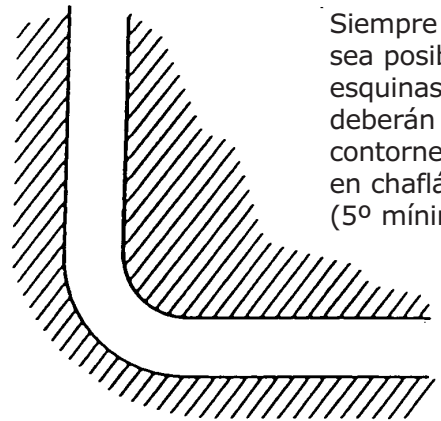
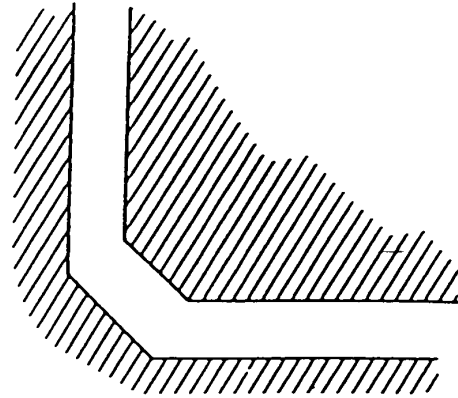
El peso del molde puede provocar problemas para su manejo y en ocasiones puede amortiguar las vibraciones en mesas de vibración de baja potencia.

# Fig 3 APUNTES SOBRE EL DISEÑO DEL MOLDE

## 1. EVITAR ESQUINAS AFILADAS (ángulos vivos)



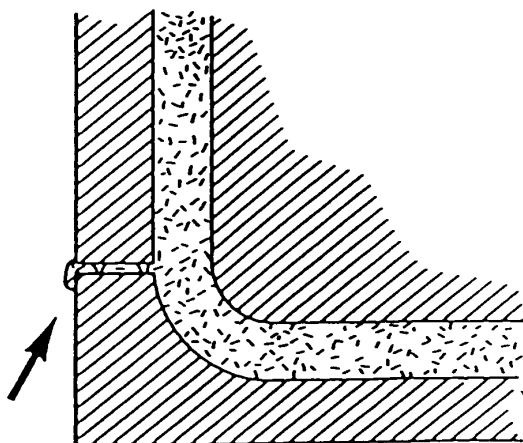
INCORRECTO



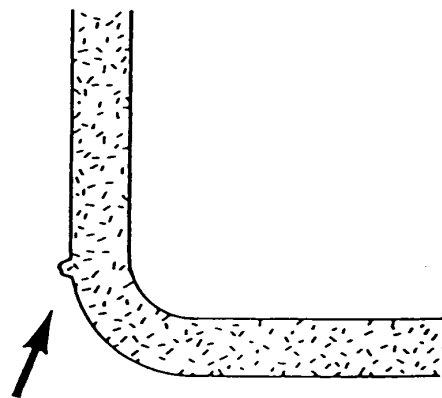
Siempre que sea posible las esquinas deberán ser contorneadas o en chaflán (5° mínimo)

CORRECTO

## 2. ASEGURAR JUNTAS A PRUEBA DE FUGAS



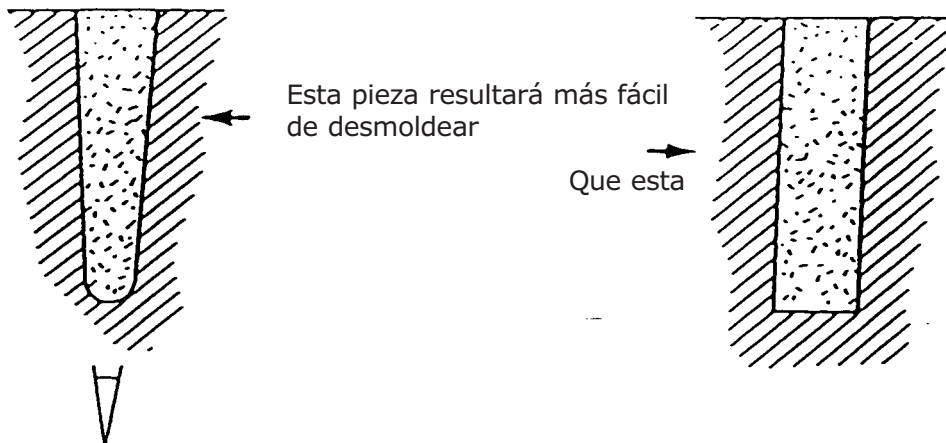
Fuga de mortero



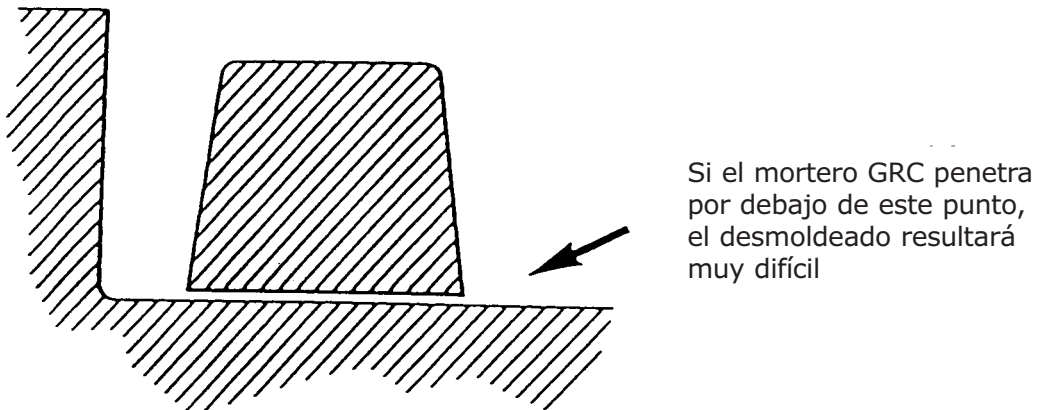
Señal o protuberancia y aparición de "sopladuras" y coqueteras en el producto

# Fig 3 Continuación

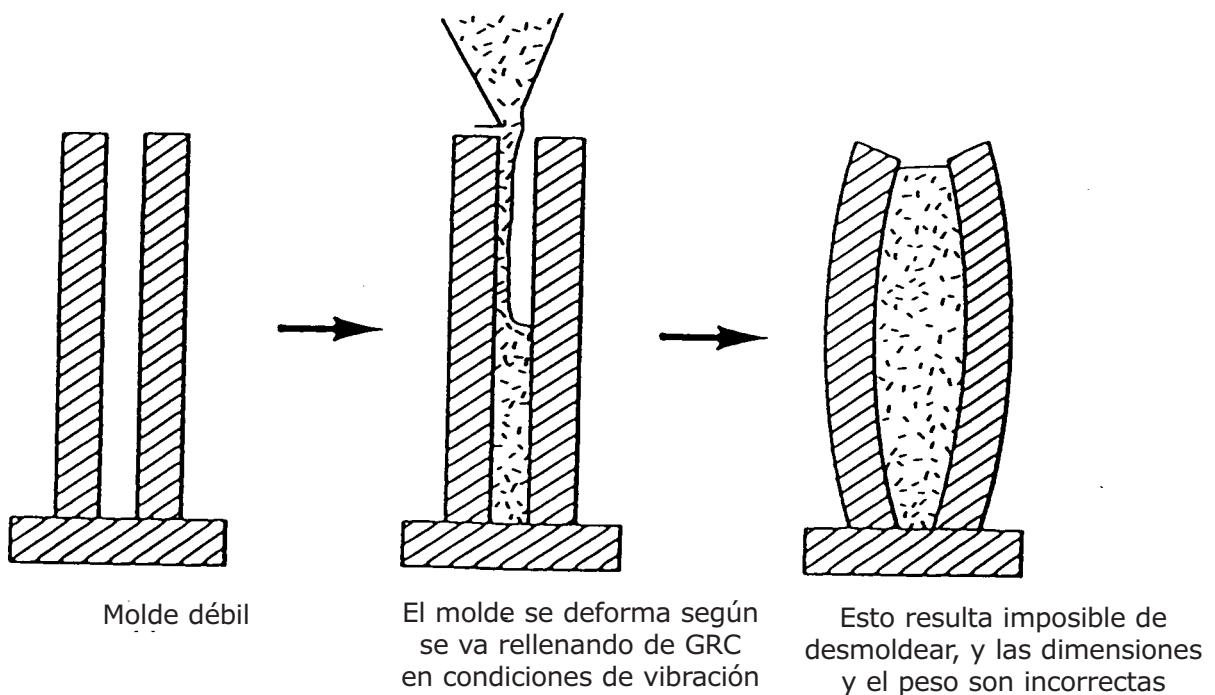
## 3. PERMITIR AL MENOS UN ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE 5°



## 4. ASEGURARSE DE SELLAR LOS INSERTOS



## 5. ASEGURESE DE QUE LOS COSTADOS DEL MOLDE SEAN SUFICIENTEMENTE RÍGIDOS



#### 4.2.4 Moldes de caucho

Los moldes de caucho son útiles para facilitar el desmoldeado de determinados productos. Esto se consigue utilizando las propiedades flexibles del caucho para permitir separar el molde del producto. Los moldes de cauchos son fundamentales si hay recortes en el molde, ya que de lo contrario sólo se podrían desmoldear mediante moldes extremadamente complicados e interconectados entre sí.

Los tipos más adecuados para esta aplicación son el poliuretano y la silicona. Sus componentes trabajan con sistemas de tratamiento en frío. Permiten el vertido y se adaptan al dibujo con el que entran en contacto. La facilidad de reproducción de detalles es impresionante.

Las principales ventajas de la utilización de moldes de caucho son: capacidad de reproducir detalles muy finos; no someten a tensión al producto y el desmoldeado se consigue simplemente separando el molde del producto aún en superficies fuertemente complejas y complicadas.

Siempre que se cuiden adecuadamente los moldes de caucho estos pueden llegar a usarse en más de 100 moldeados. Se prestará una atención importante al tipo de desmoldeante empleado, siguiendo las indicaciones del suministrador del material elastómero líquido o del molde terminado.

## 5. DESMOLDEANTES.

Cualquier agente DESMOLDEADOR adecuado para su utilización con hormigón premoldeado funcionará con el GRC. En general se prefieren los desmoldeantes químicos.

Se considera que lo mejor es utilizar la menor cantidad de desmoldeante posible. Sólo hace falta una fina película.

El exceso de desmoldeante depositado en el fondo del molde provocará decoloración y aparición de agujeritos en forma de picadura de aguja en el GRC.

Los desmoldeantes pueden aplicarse mediante spray o con esponjas/paños impregnados.

## 6. TRAS EL RELLENADO DEL MOLDE.

- 1) Eliminar cualquier GRC sobrante que pueda dificultar el desmoldeado cuando se haya asentado el GRC.
- 2) Llevar a cabo cualquier allanado final cuando el GRC esté todavía "fresco". Resulta más fácil hacerlo, para conseguir una superficie correctamente alisada, que lijar una vez que se haya asentado y endurecido el GRC.
- 3) Cubra los moldes rellenos con un film de polietileno para impedir que el GRC pierda agua durante la hidratación inicial del cemento. Recuerde que la hidratación inicial del cemento es una reacción exotérmica que tiende a evaporar el agua del amasado.

## 7. DESMOLDEO.

**Recuerde:** se necesita más tiempo para desmoldear, limpiar y volver a aplicar desmoldeante que para rellenar el molde.

- 1) Resulta más rápido y más eficiente aplicar una fuerza uniforme que dar golpes. También causa menos daños.
- 2) En el caso de un molde de doble capa, resulta conveniente extraer el núcleo lo antes posible después del moldeado. Esto impide que el GRC se contraiga sobre el núcleo y dificulte el desmoldeado.
- 3) Si un producto se ve sometido a excesiva tensión en el desmoldeado, posteriormente podría agrietarse. Por esta razón, el desmoldeado debe llevarse a cabo con cuidado.
- 4) No se debe dejar que los productos GRC se sequen después del desmoldeado ni antes de ser sometidos al curado.
- 5) Hay que limpiar el molde lo antes posible después del desmoldeado.



## 8. CURADO

Con el GRC se aplican dos tipos de curado: curado húmedo y curado al aire.

### 8.1 Tratamiento húmedo.

En productos GRC de sección reducida con baja relación agua:cemento las proporciones de cemento pueden secarse rápidamente, si esto ocurre antes de que se haya completado la hidratación, el cemento no alcanzará nunca su plena resistencia y las propiedades del GRC se verán negativamente afectadas.

Para asegurar una hidratación completa, es fundamental mantener los productos húmedos inmediatamente después de su fabricación y durante su período de curado. Para esto se utilizan varios métodos para lograrlo, mediante el almacenamiento en una cámara de humedad o de "niebla", por el sellado con bolsas de polietileno o por la inmersión total en agua.

Como guía para los regímenes de curado práctico, podemos decir que los productos GRC alcanzarán una proporción sustancial de su resistencia definitiva cuando el curado principal se lleve a cabo durante siete días, con un grado de humedad del 95% RH y con una temperatura mínima de 20 °C. Un pos-curado adecuado permitirá alcanzar el resto de la resistencia.

### 8.1 Curado al aire.

La incorporación de materiales polímeros a base de sustancias acrílicas (polímeros acrílicos) a las formulaciones de GRC permite este tipo de curado. La formulación polimerizada utilizada, debe ser capaz de crear una película alrededor de las partículas de la mezcla, permitiendo de este modo conservar la humedad en el GRC y que continúe la hidratación (retención del agua del amasado). Normalmente, los polímeros se añaden a tasa que oscilan entre el 3 y el 10 % de sólidos acrílicos por peso de cemento. Tras el curado inicial bajo polietileno y el desmoldeado, se podrá continuar el curado del producto GRC en condiciones de atmósfera ambiente, pero se deberá tener cuidado de asegurar que la temperatura del aire sea superior a la temperatura mínima para la formación de la película de los materiales polímeros. La incorporación de polímeros al GRC puede afectar a las propiedades ignífugas del producto final (en todos los casos consultar siempre las indicaciones y las fichas técnicas del fabricante del polímero)

## 9. CONTROL DE CALIDAD.

Las propiedades mecánicas del premix GRC, dependen en gran medida de la Densidad y del Contenido de Vidrio de refuerzo.

Deben medirse de manera regular.

- 1) Contenido de Vidrio (Test de rotura). Seguir las indicaciones de la norma EN 1170-2.
- 2) Densidad. Seguir las indicaciones de la norma EN 1170-6.
- 3) Propiedades mecánicas. Estas pueden ser medidas por ensayos de probetas a flexión o en el caso de una determinada necesidad de prestación concreta por medio de pruebas mecánicas directamente realizadas sobre el producto final.

Las normas aplicables son:

BS 6432 : 1984 ( actualizada en normas europeas ).

EN 1170-4 ( Ensayo flexión simplificado ).

EN 1170-5 ( Ensayo flexión completo ).

Métodos de ensayo sobre GRC editados por la GRCA 50103

ASTM C 947-89. Norma para ensayo de flexión sobre GFRC de sección delgada.

Consultar el Manual de Datos Técnicos Cem-FIL® GRC para mayor información sobre la normativa en vigor.

# 10. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS TÍPICOS

## Problemas de mezclado.

<b>Problemas</b>	<b>Causa</b>	<b>Soluciones</b>
Deficiente trabajabilidad de la mezcla	Mezclado excesivo del hilo de vidrio	Mantener al mínimo el tiempo de mezclado del hilo cortado
	Ausencia de plastificante	Comprobar uso / tipo de plastificante
	Insuficiencia de agua	Comprobar la adición de agua
	Arena excesivamente fina	Utilizar arena del grosor adecuado
Aparición de grumos de hilos cortados en la mezcla	La mezcla se ha dejado demasiado tiempo antes de su utilización	Como referencia, utilizar la mezcla en el plazo de 20 minutos a partir del mezclado
	Deficiente alimentación de hilos de refuerzo	Utilizar alimentador vibratorio o cortador de Roving
Segregación de la mezcla	Cemento pasado de fecha	Utilizar cemento fresco
	Exceso de agua	Controlar el contenido de agua
	Mezclado deficiente	Seguir las recomendaciones para el mezclado

---

## Problemas del producto.

<b>Problemas</b>	<b>Causa</b>	<b>Soluciones</b>
Sopladuras (grandes coqueras)	Excesiva rapidez en el rellenado del molde	Véase "Rellenado del molde"
	Técnica incorrecta en el rellenado del molde	Véase "Rellenado del molde"
	Vibración inadecuada	Véase "Rellenado el molde"
Agujeritos (picaduras de agujas)	Deficiente trabajabilidad de la mezcla	Véase "Diseño de la Mezcla"
	Exceso de desmoldante	Véase "Diseño del molde"
	Desmoldeante de calidad deficiente	
Grietas en el momento de desmoldear	Molde rígido	
	Diseño deficiente del molde	Véase "Diseño del molde"
	Llenado desde más de una fuente	Véase "Rellenado del molde"
	Influencia del hilo de refuerzo	Véase "Diseño de la Mezcla"
	Mezcla demasiado húmeda	Utilizar superplastificante
	Desmoldeado antes de tiempo	Mayor plazo de tiempo para , el fraguado, calor, aceleradores
Aspecto irregular	Segregación debida a una mezcla deficiente	Puede ser necesario utilizar aditivación de celulosa
	Formulación de mezcla deficiente	
	Exceso de vibración	

# APÉNDICE 1 DISEÑO GRC PREMIX

Estas formulaciones son orientativas y pueden modificarse según el producto del que se trate y las materias primas locales, sobre todo en relación con el contenido de agua.

	CEMENTO KG	ARENA KG	PFA KG	AGUA KG	POLÍMERO (1)* KG	DOSIFICACIÓN (2)* KG	DOSIFICACIÓN (3)* KG	HILO DE REFUERZO CEM-FIL		
								CONTENIDO KG	%	LONGITUD (mm)
Fines Generales	50	33	-	16	-	0.5	-	3.61	3.5	(12)
Productos planos y pequeños	50	33	-	16.5	-	0.5	-	3	3	(24)
Baja contracción	50	50	-	17.5	-	0.5	-	4.17	3.5	(12)
Parasoles, Celosías generales	50	33	-	16	-	0.5	-	3.61	3.5	(12)
Mezcla de polímero	50	50	-	13	5	0.5	-	4.29	3.5	(12)
Acelerado	50	50	-	14.5	-	-	2.25 (3) *	4.23	3.5	(12)
Mezcla bombeable	50	33	-	17.5	-	0.5	20 gms (4)*	3.66	3.5	(12)
Mezcla conteniendo PFA	50	-	16.6	18.3	-	0.5	-	2.65	3	(12)

## NOTAS: (\*)

- (1) Polímero Acrílico
- (2) Superplastificante
- (3) Plastificante acelerador a base de cloruro de calcio
- (4) Hidroxi-Propil-Metil-Celulosa, por ejemplo Dow Chemical JS MS