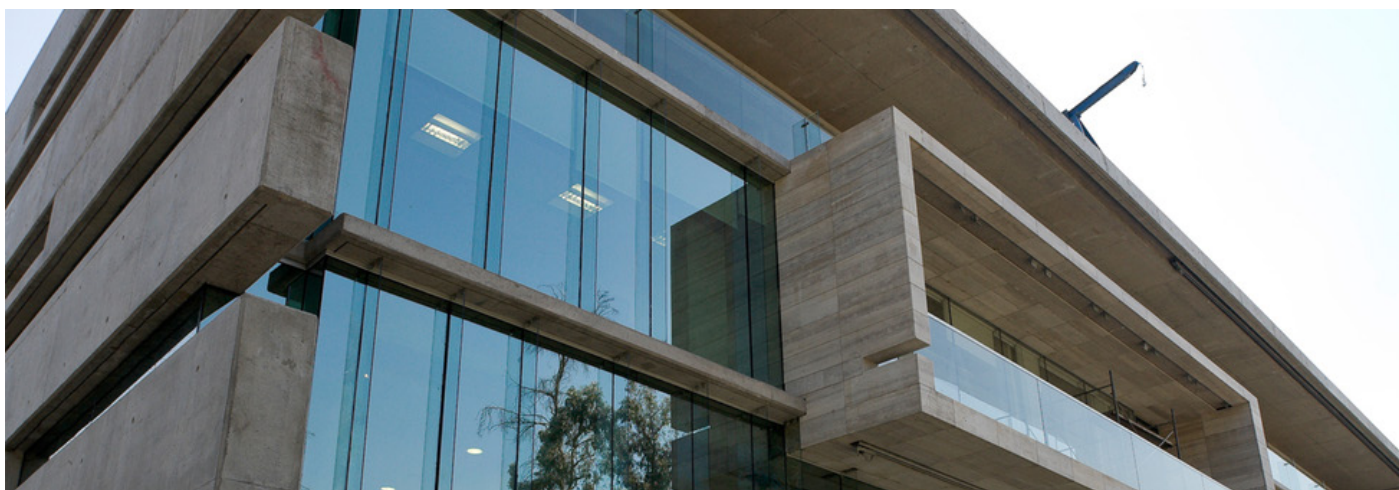




INNOVACIONES EN EL CURADO DEL HORMIGÓN



EMPRESAS PARTICIPANTES



La Corporación de Desarrollo Tecnológico agradece la colaboración de los siguientes profesionales en la participación de este documento técnico.

Documento desarrollado por:

Corporación de Desarrollo Tecnológico

Comité de redacción:

Manuel Brunet - Secretario Técnico CDT

Carlos López - CDT

Mariela Muñoz - CDT

Comité técnico:

Francisco Cerón - SELLENITE

Giocarlis Bracho - DEXIMA

Joaquín Urzúa - SIKA

Ricardo López - MAPEI

Asistente comercial:

Sandra Villalón

Diseño:

Paola Femenías

Fecha de publicación:

Mayo de 2020



ÍNDICE

Empresas participantes	6
Contenido técnico	
1. INTRODUCCIÓN	7
2. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA RELACIONADA	8
2.1. Normas chilenas	8
2.2. Normas internacionales y extranjeras	8
2.3. Reglamentos	8
3. CURADO DEL HORMIGÓN	9
4. PROCESOS DE CURADO	10
4.1. Procesos de velocidad normal	10
4.2. Procesos acelerados	11
5. FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN DEL PROCESO DE CURADO	12
5.1. Característica de la superficie a proteger	12
5.2. Recomendaciones en el uso de un determinado proceso	13
5.3. Seguridad del proceso	14
5.4. Aplicabilidad sobre la superficie según tratamiento previo y trabajos posteriores	15
5.5. Costos a considerar según el proceso de curado	16



ÍNDICE

6. MEMBRANA DE CURADO	17
6.1. Base de la membrana	17
6.2. Aplicación y duración del efecto	18
6.3. Duración del efecto	18
7. SELLADOR DE PAVIMENTO QUE ACTÚAN COMO MEMBRANA DE CURADO	19

Productos relacionados

PAVICRET	21
SELLENITE - CURE SF	22

Contenido relacionado

3.1. DOCUMENTOS	24
3.2. LINKS	25



EMPRESAS PARTICIPANTES

PaviCret.
Hormigón para
Pavimentos Delgados

CBB

Web: www.cbb.cl

Teléfono: **+56 (2) 25607000**

+56 41 226 7000

Mail: <https://cbb.cl/contacto/>



SIKA

Web: <https://chl.sika.com/>

Teléfono: **+56 2 25106500**

+56 2 25106510

Mail: ventas.ordenes@cl.sika.com

SelleNite
www.sellenite.cl

SELLENITE

Web: www.sellenite.cl

Teléfono: **+56 2 2211 0563**

Mail: info@sellenite.cl

1. CONTENIDO TÉCNICO





1. INTRODUCCIÓN

El presente documento está orientado a entregar conceptos generales sobre el curado del hormigón y entregar factores a considerar en la elección del proceso a utilizar, también se mencionan las normas y reglamentos relacionados con esta materia. ►

2. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA RELACIONADA

2.1. Normas chilenas

NCh170:2016 Hormigón - Requisitos generales

CLÁUSULA 13 CURADO Y PROTECCIÓN

- 13.1 Generalidades.
- 13.2 Métodos y plazos de curado.
- 13.3 Protección.

NCh1017:2009 Hormigón - Confección en obra y curado de probetas para ensayos de compresión, tracción por flexión y por hendimiento.

CLÁUSULA 7 PROTECCIÓN, CURADO, DESMOLDE Y TRASLADO DE LAS PROBETAS.

- 7.1 Protección y curado inicial de las probetas en obra.
- 7.3 Curado de las probetas desmoldadas.
- 7.5 Curado en laboratorio.

2.2. Normas internacionales y extranjeras

- ACI308 R-01 Guide to Curing Concrete.
- ASTM C309:19 Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete.

2.3. Reglamentos

Manual de Carreteras - Capítulo 8 - Ministerio de Obras Públicas - Dirección de Vialidad.

- 8402.3 Hormigones: Método de ensaye para compuestos líquidos formadores de membrana de curado. ▶

NOTA: RECORDAMOS QUE NO ESTÁ PERMITIDO REPRODUCIR LAS NORMAS CHILENAS E INTERNACIONALES SIB LA AUTORIZACIÓN PERTINENTE.

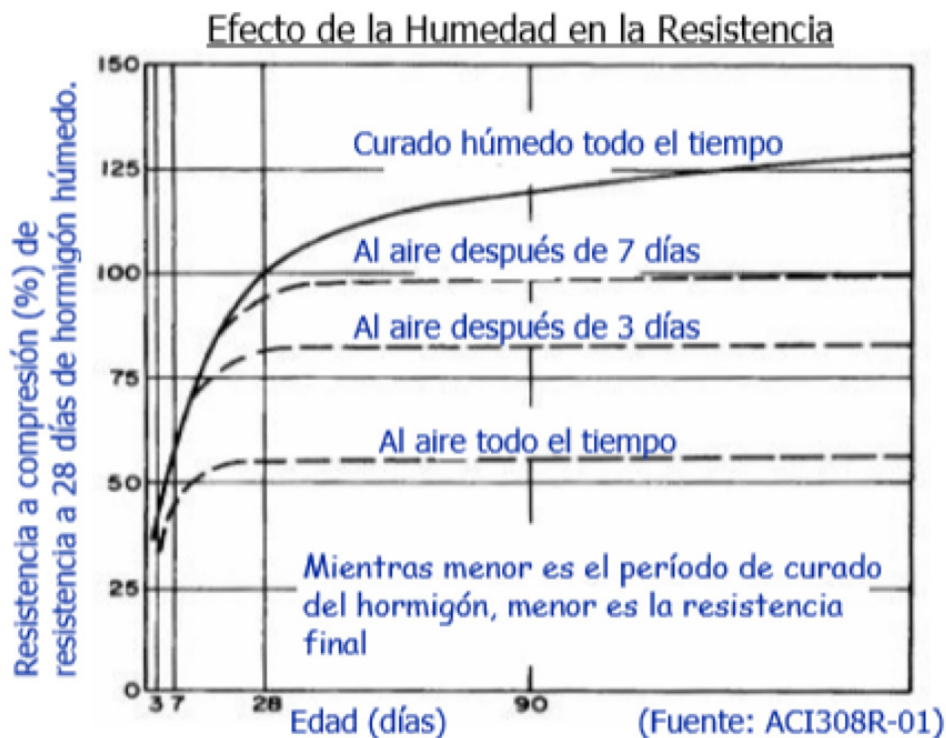
3. CURADO DEL HORMIGÓN

El curado del hormigón es un proceso que permite mantener un adecuado contenido de humedad y temperatura del hormigón después de su colocación de forma que permite al hormigón:

- Desarrollar la resistencia definida
- Evitar fisuras de retracción
- Evitar descascaramiento superficial
- Mejorar la impermeabilidad

Un proceso de curado debe:

- Mantener la humedad del hormigón, evitando la pérdida de agua que se pudiesen producir durante los primeros días después del hormigonado.
- Reducir la pérdida por evaporación superficial del agua de mezclado.
- Acelerar el desarrollo de resistencia suministrando calor y humedad al hormigón. ▶




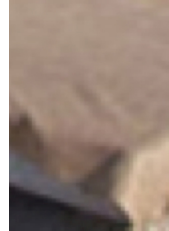

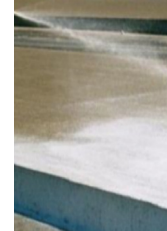


4. PROCESOS DE CURADO

El proceso de curado se debe iniciar inmediatamente después del término del acabado superficial en elementos horizontales, e inmediatamente después del descimbre en elementos verticales.

Los moldajes después de hormigonado el elemento constructivo hasta su descimbre, actúa como un protector de la superficie para evitar la pérdida de humedad.

4.1. Procesos de velocidad normal

AMBIENTE HÚMEDO			RETENCIÓN HUMEDAD INTERNA		
Inundación	Riego		Lamina permeable	Lámina impermeable	Compuesto de sellado
	Continuo	Periódico			
					



4.1.1. AMBIENTE HÚMEDO

Inundación: Consiste en mantener por un periodo, agua sobre la superficie de hormigón; este procedimiento es solo aplicable a superficies horizontales o de muy baja pendiente.

- **Riego Continuo:** Consiste en regar con aspersores de funcionamiento permanente que mantienen la humedad de la superficie expuesta.
- **Riego Periódico:** Consiste en regar aplicado a intervalos, cuando se observa que el hormigón comienza a secarse superficialmente.
- **Lámina o capa de material permeable:** Consiste en colocar una lámina o capa de material permeable que permite la retención de agua, como por ejemplo arpillera. Este procedimiento adicionalmente requiere de riego periódico.



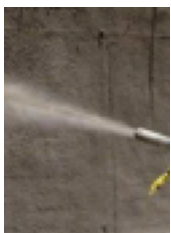

4.1.2. RETENCIÓN HUMEDAD INTERNA

- **Lámina Impermeable:** Consiste en colocar una lámina de material impermeable sobre la superficie de hormigón.
- **Compuesto de Sellado:** Consiste en la aplicación de ceras o resinas disueltas en un solvente líquido, este compuesto se aplica por pulverizado sobre la superficie de hormigón, preferentemente recién seca.

- **Vapor:** Consiste en el aumento de la temperatura mediante la aplicación de vapor, este proceso consta de 4 etapas.
- **Temperatura:** Consiste en aumentar la temperatura del hormigón mediante un método de calentamiento.
- **Carbonatación:** Consiste en lograr que el Ca(OH)_2 (hidróxido de calcio) formado como subproducto de hidratación del cemento se combine con el CO_2 (dióxido de carbono) presente en alta concentración en la cámara de curado para formar CaCO_3 (carbonato de calcio) que produce una leve contracción de la pasta cementicia y una mayor dureza. Este método solo es utilizable en hormigones sin armadura.
- **Secado:** Este método se puede utilizar en la producción de bloques con la finalidad de lograr que las piezas tengan rápidamente una baja humedad para que puedan ser comercializadas y utilizadas en obra.”

4.2. Procesos acelerados

Los procesos acelerados:

AMBIENTE HÚMEDO	OTROS PROCEDIMIENTOS		
Vapor	Por temperatura	Por carbonatación	Por secado
			

5. FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN DEL PROCESO DE CURADO

En la elección de un proceso de curado se debe considerar:

- Características de la superficie a proteger.
- Recomendaciones en el uso de un determinado proceso.
- Seguridad del proceso.
- Aplicabilidad sobre la superficie según tratamiento previo y trabajos posteriores.
- Costos.

5.1. Característica de la superficie a proteger

PROCESO DE VELOCIDAD NORMAL	
Indicado para	
Inundación	Solo superficies horizontales o elementos menores sumergidos.
Riego continuo	Superficies horizontales, inclinadas y verticales.
Riego periódico	Apto para superficies horizontales, inclinadas y verticales.
Lámina permeable	Superficies horizontales e inclinadas de muy baja pendiente.
Lámina impermeable	Superficies horizontales e inclinadas.
Membrana de curado	Superficies horizontales, inclinadas y verticales.
PROCESO ACELERADO	
Vapor	Solo elementos prefabricados o premoldeados en fábrica.
Temperatura	Elementos pequeños tratados en sala de curado.
Carbonatación	Elementos pequeños tratados en sala de curado.
Secado	Elementos pequeños tratados en sala de curado.



5.2. Recomendaciones en el uso de un determinado proceso

PROCESO DE VELOCIDAD NORMAL	
Indicado para	
Inundación	Confinamiento de la superficie, posibilidad de vaciado del agua.
Riego continuo	Controlar el escurrimiento del agua, el riego debe ser tipo neblina, temperatura del agua mayor a 10°C, inicio del riego inmediatamente posterior al término del trabajo superficial.
Riego periódico	Controlar el escurrimiento de agua, el riego debe ser tipo neblina, se debe estar atento al inicio del secado superficial para volver a regar, temperatura del agua mayor a 10°C, inicio del riego inmediatamente posterior al término del trabajo superficial.
Lámina o capa de material permeable	Evitar la colocación con el hormigón muy fresco para evitar que se marque la superficie, debe considerarse riego periódico, aunque menos frecuente que el directo por la capacidad de retención de la lámina, se debe considerar la posibilidad que la lámina o material utilizado puede manchar la superficie.
Lámina impermeable	Cuidar que quede pegada a la superficie sin ondulaciones que permita la circulación de aire, considerar elementos para que la lámina no se mueva por efecto del viento. Dejar traslapos de 15 cm.
Membrana de curado	Aplicar en forma homogénea y en la cantidad indicada en la ficha técnica del producto, considerar las condiciones de viento durante la aplicación, no aplicar en futuras juntas de construcción.
PROCESO ACELERADO	
Vapor	Controlar la temperatura para cumplir con las recomendaciones de aumento al inicio del proceso y disminución al final del proceso.
Temperatura	Controlar la temperatura.
Carbonatación	Tener las condiciones necesarias en la sala de curado.
Secado	Controlar



5.3. Seguridad del proceso

PROCESO DE VELOCIDAD NORMAL	
Indicado para	
Inundación	Proceso seguro desde el punto de vista de garantizar el cubrimiento de la superficie, no depende en lo principal de personas.
Riego continuo	Proceso seguro desde el punto de vista de mantener la humedad necesaria, el riesgo principal es un corte de agua, falla de bombas o corte de energía si el sistema esta conectado a una impulsión, falta de riego en algunos puntos por efecto de viento que desvíe el riego.
Riego periódico	Proceso que depende del criterio de la persona que lo ejecuta tanto en la aplicación del riego como en la oportunidad de realizarlo.
Lámina permeable	Proceso en el cual la mantención de la humedad depende del criterio de la persona que ejecuta el riego periódico.
Lámina impermeable	Proceso en el cual su efectividad depende de que no exista espacio entre la superficie y que la lámina se mantenga en su posición por el tiempo requerido.
Membrana de curado	Proceso que una vez aplicado no depende de personas, garantiza su efectividad por el tiempo necesario.
PROCESO ACELERADO	
Vapor	Proceso en el que la seguridad depende del equipo que genera el vapor en el recinto y su adecuado control.
Temperatura	Proceso en el que la seguridad depende del equipo que genera el calor en el recinto, del respaldo de energía que tenga y su adecuado control.
Carbonatación	Proceso en el que la seguridad depende del control de este.
Secado	Proceso en el que la seguridad depende del equipo que genera el calor en el recinto, del respaldo de energía que tenga y su adecuado control.



5.4. Aplicabilidad sobre la superficie según tratamiento previo y trabajos posteriores

PROCESO DE VELOCIDAD NORMAL	
Indicado para	
Inundación	Sin restricción
Riego continuo	Sin restricción
Riego periódico	Sin restricción
Lámina permeable	Puede manchar o teñir la superficie, por lo tanto, no recomendable para hormigón a la vista
Lámina impermeable	Sin restricción
Membrana de curado	Verificar compatibilidad con desmoldantes y trabajos posteriores, como, por ejemplo, enchapes, pinturas, entre otros
PROCESO ACELERADO	
Vapor	Sin restricción
Temperatura	Sin restricción
Carbonatación	Sin restricción
Secado	Sin restricción



5.5. Costos a considerar según el proceso de curado

PROCESO DE VELOCIDAD NORMAL	
Indicado para	
Inundación	Agua, mano de obra y material para preparación del confinamiento, agua y mano de obra de relleno.
Riego continuo	Agua, mano de obra y materiales de sistema de riego y aspersores.
Riego periódico	Agua, mano de obra de regadío.
Lámina permeable	Lámina y mano de obra de instalación, posterior retiro, disposición final o almacenaje.
Lámina impermeable	Lámina y mano de obra de instalación, posterior retiro, disposición final o almacenaje.
Membrana de curado	Producto y mano de obra especializada de aplicación.
PROCESO ACELERADO	
Vapor	Amortización de equipo, energía, mano de obra para operación y control del proceso
Temperatura	Amortización de equipo, energía, mano de obra para operación y control del proceso
Carbonatación	Amortización de equipo, energía, mano de obra para operación y control del proceso
Secado	Amortización de equipo, energía, mano de obra para operación y control del proceso



6. MEMBRANA DE CURADO

6.1. Base de la membrana

Las membranas de curado son productos de una alta eficiencia en el curado de hormigones, su resultado depende de la selección adecuada del producto, de la oportuna y correcta aplicación, dejando que después de su colocación el resultado no dependa de personas.

- Acuosa.
- Resinas sintéticas polimerizadas disueltas en una mezcla de solventes alifáticos y aromáticos y pigmentos.
- Emulsión de ceras pigmentadas.

COMPARADO SEGÚN LA BASE DE LA MEMBRANA

	BASE ACUOSAS	BASE SOLVENTE	BASE ACUOSA - CERA
Solubles en agua	Si	No	No
Solventes volátiles	No contienen	Contienen	No
Inflamabilidad	No inflamable	Inflamable	No inflamable
Evaporación	Rápida	Lenta	Rápida
Condiciones de evaporación	Se recomienda uso en lugares de baja tasa de evaporación, ejemplo: recintos cerrados	Se puede utilizar en lugares de alta tasa de evaporación	
Tiempo de formación de la membrana	Lento (30 min)	Rápido (10 min)	Lento (30 min)
Remoción	Remoción mecánica y posterior lavado	Remoción mecánica y posterior lavado	Con removedores acuosos y posterior lavado



6.2. Aplicación y duración del efecto

Antes de la aplicación de estos productos se debe verificar su fecha de vencimiento y revisar la compatibilidad con los procesos previos y posteriores.

Las membranas se deben aplicar inmediatamente después de terminado el acabado superficial o inmediatamente después del descimbre del elemento de hormigón.

El consumo por m² para el cálculo de la cantidad de producto que se debe disponer se debe obtener de la Ficha Técnica del producto.

La aplicación se recomienda se haga con un equipo pulverizador, el que se debe lavar con agua caliente y detergente después de cada uso, o detenciones de más de 15 minutos.

LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD QUE SE DEBEN TOMAR DURANTE LA APLICACIÓN DE LA MEMBRANA Y LOS PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTES RELACIONADOS CON EL PRODUCTO SE ENCUENTRAN EN LA FICHA DE SEGURIDAD.

6.3. Duración del efecto

En general después de pocos minutos de la aplicación se forma la película que protege al hormigón del aire y evita la evaporación del agua incorporada en la preparación del hormigón.

Las membranas de curado pueden quedar expuestas a la lluvia en general después de 3 horas.

La efectividad de la membrana de curado es de tres a cuatro semanas según el producto.

LOS PLAZOS INDICADOS EN ESTE PUNTO SON REFERENCIALES. SE RECOMIENDA QUE PARA EL PRODUCTO A UTILIZAR SE VERIFIQUE LA INFORMACIÓN EN LA FICHA TÉCNICA.

7. SELLADOR DE PAVIMENTO QUE ACTÚAN COMO MEMBRANA DE CURADO

Existen productos cuya función principal es sellar superficies de hormigón que también cumplen la función de actuar como membrana de curado. Su ventaja es lograr dos resultados en una sola aplicación simple y rápida.

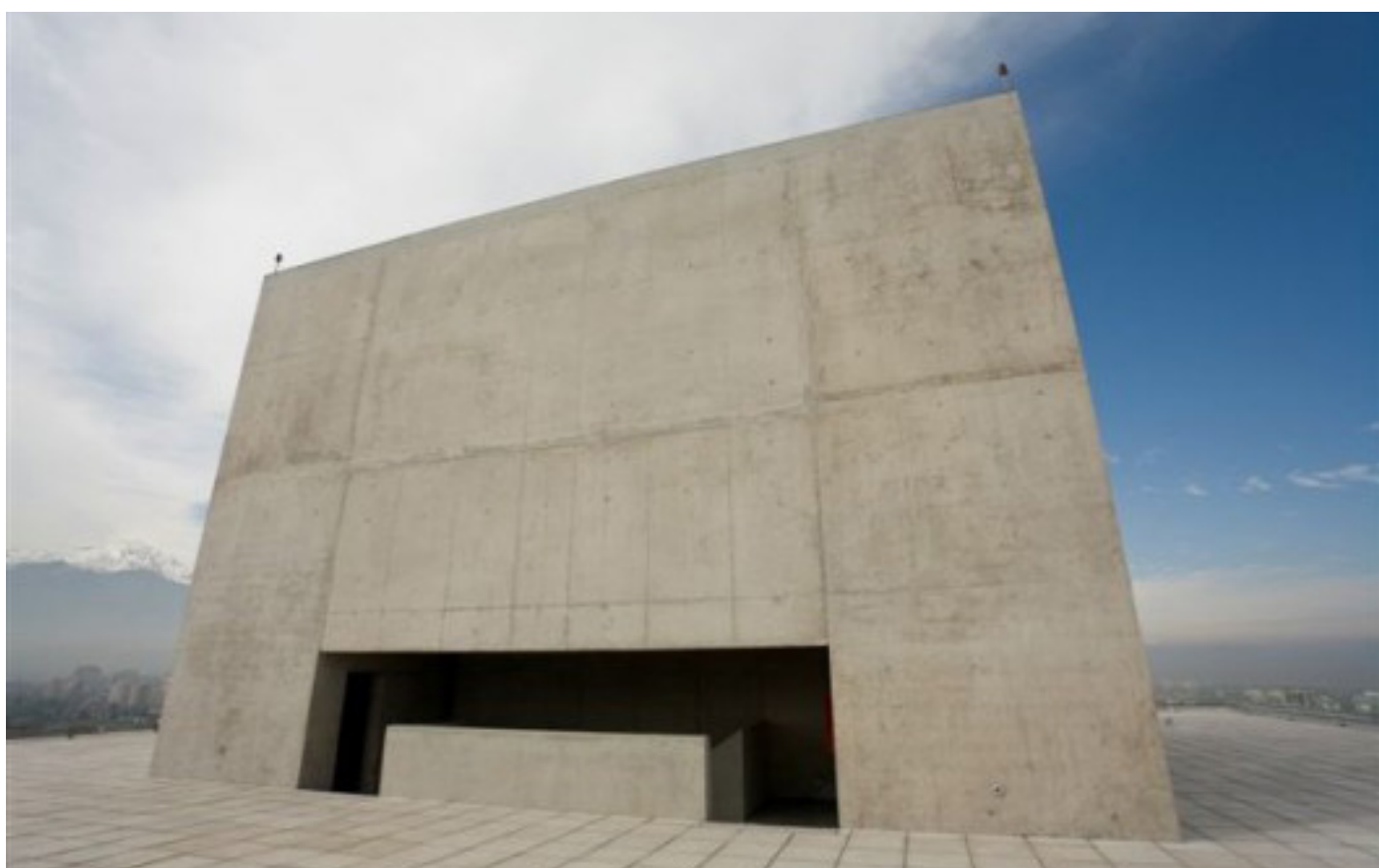
Esta particularidad (sellado y membrana al mismo tiempo) debe indicarse en la Ficha Técnica. Esta debe hacer mención, a que dicho producto cumple con los requisitos establecidos en la norma ASTM C-309 en relación con el control de evaporación del agua del hormigón.

Estos productos no se pueden mezclar con membranas de curado tradicionales.

LE RECORDAMOS QUE SIEMPRE SE DEBE CONSULTAR LA FICHA DE PRODUCTO REALIZADA POR EL FABRICANTE.



2. PRODUCTOS RELACIONADOS





PaviCret[®]
Hormigón para
Pavimentos Delgados

PAVICRET

CBB

Web: www.cbb.cl

Teléfono: **+56 (2) 25607000**
+56 41 226 7000

Mail: <https://cbb.cl/contacto/>

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO



Los hormigones PaviCret de Cbb ReadyMix son aquellos que debido a su formulación y propiedades especiales pueden ser utilizados en losas de pavimento optimizadas diseñadas por medio de la tecnología TCPavements, permitiendo generar soluciones de pavimento de alto estándar, durables y a menor costo.

BENEFICIOS PARA LOS USUARIOS:

- Mejor aprovechamiento de la luz.
- Mayor visibilidad nocturna.
- Mitiga la generación de altas temperaturas.
- Aporta al ahorro de combustible.

BENEFICIOS PARA LA OBRA:

- Menor costo por losas de geometría optimizada.
- Menores costos de mantención.
- Mayor vida útil.
- Mayor serviciabilidad.

2. INFORMACIÓN TÉCNICA



PaviCret está desarrollado para satisfacer las propiedades requeridas en la solución de pavimento de hormigón bajo el concepto de geometría optimizada de la tecnología TCPavements.

USOS

Especialmente para Obras de:

- Urbanización.
- Pavimentos urbanos (calles y pasajes).
- Conservación y reconstrucción de pavimentos viales.
- Pavimentos interurbanos.
- Pavimentos de estacionamientos.
- Patios de tránsito en centros de distribución.

3. DESCARGA DE DOCUMENTOS





SELLENITE-CURE SF

SelleNite
www.sellenite.cl

SELLENITE

Web: www.sellenite.cl

Teléfono: +56 2 2211 0563

Mail: info@sellenite.cl

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SELLENITE-CURE SF es una membrana de curado del tipo skin free, impermeable, que se forma in situ.

De consistencia líquida, formulado en base a polímeros, es de baja viscosidad y altamente resistente a substratos alcalinos. SELLENITE-CURE SF migra en el agua libre del hormigón fresco, instalándose en la cara superficial tratada, con lo que impide la evaporación rápida y la acción del viento.

BENEFICIOS:

- Membrana de curado para hormigones y estucos.
- No requiere ser removido.
- Efectivo contra la erosión eólica.
- Baja la permeabilidad de las superficies.
- Genera adherencia (Ej. Losa con sobrelosa, sobrelosa con porcelanatos, etc.).
- No genera compuestos orgánicos volátiles (VOC) en su instalación.

2. INFORMACIÓN TÉCNICA



SELLENITE-CURE SF debe ser aplicado tan pronto haya desaparecido el agua de exudación. Se puede instalar utilizando pulverizador mecánico, manual o rodillo sobre la superficie.

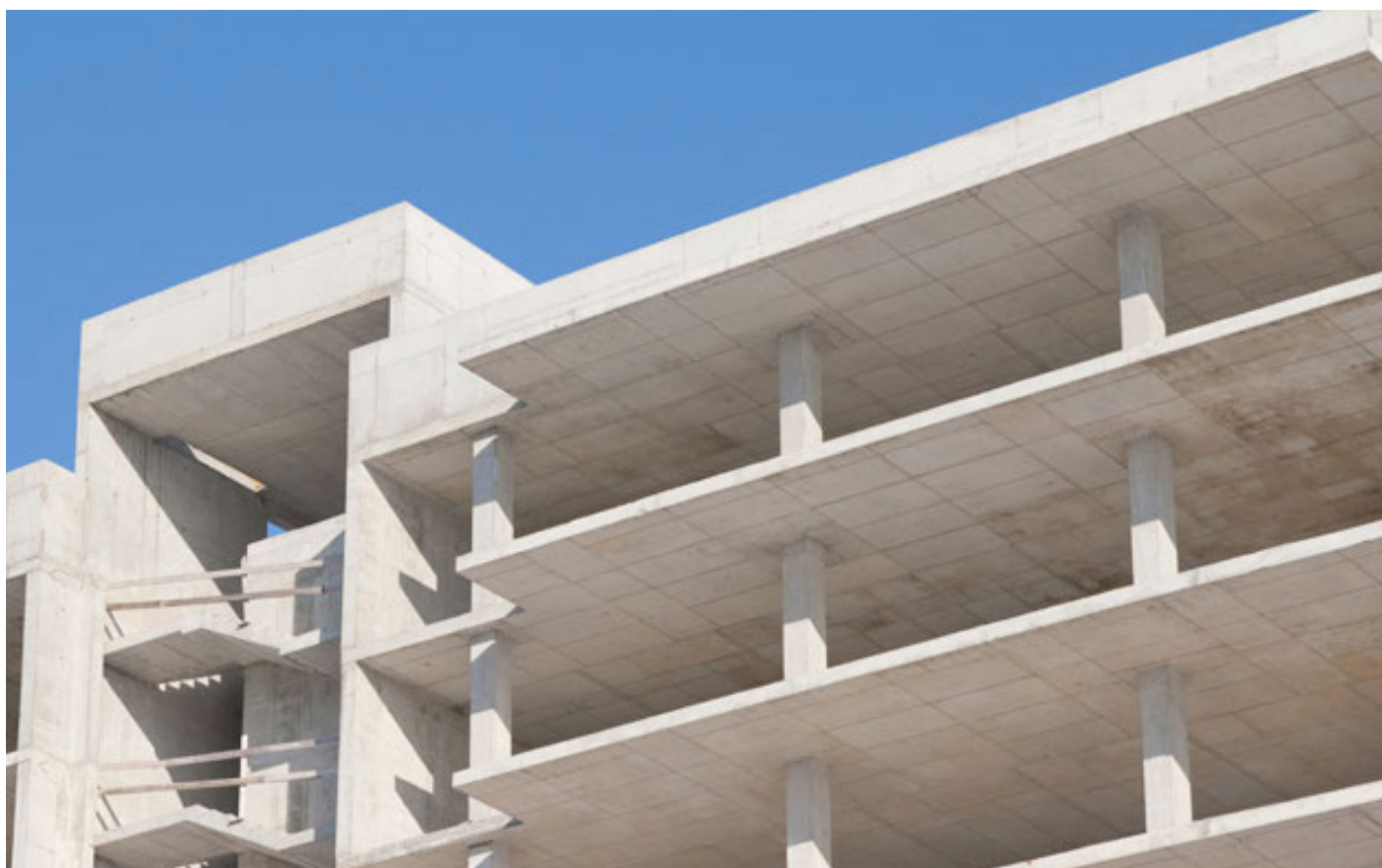
Su rendimiento es de 5m² por litro de SELLENITE-CURE SF. Cumple con el estándar americano ASTM C309 que impone un límite máximo de pérdida de agua de 0.55kg/mt² en 72 horas y su equivalente en la American Association of State Highway and Transportation (ex AASHTO-M148). SELLENITE-CURE SF se clasifica dentro de la ASTM C309 como del tipo 1D.

3. DESCARGA DE DOCUMENTOS




DOCUMENTO	DESCARGA
Ficha SelleNite Cure SF	

3. CONTENIDO RELACIONADO





3.1. DOCUMENTOS

DOCUMENTO	DESCARGA
Novedades en Hormigón: Avance concreto Referencia: Revista Bit, enero 2012	
La importancia del curado del hormigón y los distintos métodos para realizarlo adecuadamente Web: https://blog.structuralia.com/la-importancia-del-curado-del-hormigon-y-los-distintos-metodos-para-realizarlo-adecuadamente , visitado el 30-04-2020	
La verdadera importancia del curado de hormigón: por qué y cómo realizarlo www.diariodelaconstruccion.cl/la-verdadera-importancia-del-curado-de-hormigon-por-que-y-como-realizarlo , visitado el 30-04-2020	
Curado del hormigón, ¿práctica en retirada? www.mundodelaconstruccion.cl/curado-del-hormigon-practica-en-retirada , visitado el 30-04-2020	



ORGANIZACIÓN

CDT
Corporación de Desarrollo Tecnológico de la CChC
www.cdt.cl

MINVU
Ministerio de Vivienda y Urbanismo
www.minvu.cl

INN
Instituto Nacional de Normalización
www.inn.cl

ICH
Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile
<https://ich.cl>

MOP
Ministerio de Obras Públicas
www.mop.cl

www.cdt.cl

www.especificar.cl

especificar@cdt.cl



CDT[®]
SOMOS CCHC