

El hormigón puede sufrir daños permanentes cuando su resistencia es baja (< 5-7 MPa) y simultáneamente las temperaturas bajan en su interior (no temperatura ambiente) por debajo de -2 °C a -3 °C de forma rápida. Esto ocurre en las primeras edades. Estas resistencias para H° convencionales H-21 o H-25, para temperaturas de 10 °C en el período de protección, suelen lograrse al día 3 - 4 del colado; mientras que **para hormigones H-30 se logran a los 2 - 3 días y con categorías superiores con proteger una sola noche suele ser suficiente.**

Desde el punto de vista reglamentario (CIRSOC) **se define como tiempo frío cuando en las jornadas posteriores del colado la temperatura media será igual o menor a 5 °C durante tres o más días consecutivos.** Con lo cual, es fácil para tomar previsiones días anteriores a la colada y conseguir medios de protección eficaces. **En caso que no se cumplan las temperaturas medias diarias anteriores no sería necesario tomar medidas de protección,** si se retrasa naturalmente el fragüe y endurecimiento. *Por ejemplo, el día del colado hay pronosticado de Máx. / Mín. de 7°C / -1°C y los dos días posteriores 11°C / 1°C y 12°C / 0°C; en dos de los días posteriores la media diaria es mayor a 5°C, con lo cual no se considera tiempo frío.*

La nueva norma IRAM 1666:2020 establece una temperatura mínima de 10 °C del hormigón elaborado en obra, siendo el proveedor el responsable de tal medida; siempre se protejan luego las estructuras.

Claro está que puede hormigonarse con temperaturas menores a 4 °C e incluso menores a 0 °C si se toman las medidas de protección adecuadas, además de tener en obra un hormigón con temperatura inicial de al menos 10 °C. **Con previsibilidad de condiciones de tiempo frío,** deben protegerse durante los primeros días y noches como se indicó anteriormente, **de alguna de las dos siguientes alternativas conceptuales:**

1) Protección ACTIVA: No es recomendable salvo casos puntuales y consiste en crear un microclima (con quemadores, turbos, calefactores, dragones, etc.) sin que el calor incida directamente en la superficie del hormigón. La temperatura en las inmediaciones del hormigón debe ser algo superior a 10 °C. Esta medida requiere mucha energía, control y puede promover riesgo de fisuras en ciertos hormigones a edad temprana.

2) Protección PASIVA: Es la más recomendable y consiste en una vez hormigonado y próximo al inicio del fragüe del hormigón, aplicar materiales aislantes sobre la superficie del hormigón (*polietileno de burbujas de embalaje llamado pluribol, isolant, mantas térmicas, lana de vidrio, telgopor*) con lámina plástica intercalada. La supervisión es medir la temperatura entre la superficie del hormigón y bajo el aislante que se mantenga durante las primeras jornadas al menos a 10 °C. Esto mantiene la temperatura inicial y suma el calor de hidratación.

Además de elegir una de las dos alternativas anteriores, se dan recomendaciones generales:

- Es recomendable elevar las categorías resistentes del hormigón (mayor temperatura, menos protección)
- No se recomienda el uso de ningún acelerante, hidrófugo, anticongelante u otros aditivos.
- No trabajar sobre bases congeladas, debiendo calentarlas o esperar que se derrita el hielo
- Elegir los mejores horarios del día para hormigonar si son elementos a la intemperie a partir de las 9 am, independientemente de la temperatura ambiente. Para elementos interiores (como pisos), a veces comenzar a las 7 am puede ser lo más propicio para tener tiempo de completar tareas de llaneado y aserrado.
- Los encofrados de madera salvo condiciones extremas u H° masivos, son buena protección durante las primeras noches, sin necesidad de calor. Para encofrados metálicos, pueden recubrirse con poliuretano.
- Para hormigones sometidos en su vida útil a ciclos de congelación y deshielo, debe usarse aire incorporado
- Pueden realizarse ensayos de probetas moldeadas y curadas al lado de la estructura y/o seguimiento de temperatura y madurez para estimar plazos óptimos de desencofrado y retiro de protecciones
- Para temperaturas medias inferiores a -5 a -7 °C muy probablemente sean necesarios otros cuidados

Todas las medidas deberán ser dispuestas y avaladas por los profesionales de obra

EJEMPLOS DE PROTECCIÓN PASIVA (sin aporte de calor, medida más recomendable)



Fotografías de colado en alta montaña – Protección con triple pliegue de polietileno de burbujas



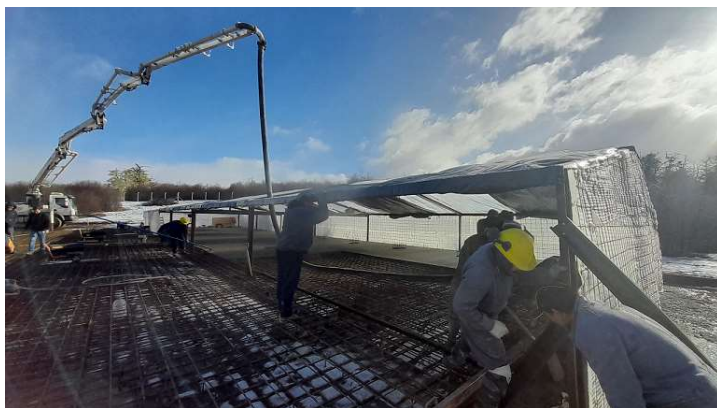
Fotografías de colado < 0 °C en pavimentos de alto tránsito y plateas – Protección con pluribol e aislant



Fotografías de colado en condiciones de tiempo frío de viviendas – Protección de vigas de fundación y losas



Fotografías de grandes presas – Protección de encofrados con poliuretano y mantas térmicas en losas
EJEMPLOS DE PROTECCIÓN ACTIVA (Con “carpas”, microclimas y aporte de calor)



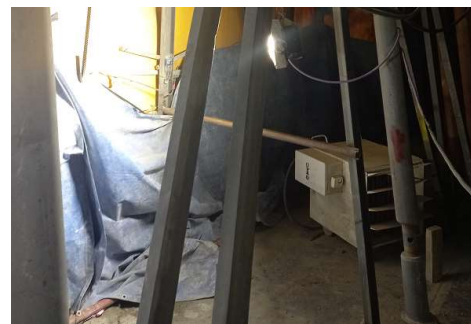
Fotografías de obras en la Patagonia generando "carpas" y luego dando temperaturas propicias



Fotografías de obras en la Patagonia aportando calor con generadores



Fotografías de antena Aeroespacial con protección de carpas y calor perimetral



Fotografías de protección con carpas y calefacción en zonas de temperaturas bajas mantenidas

EJEMPLOS DE ENSAYOS ESPECÍFICOS EN TIEMPO FRÍO

Los ensayos serán especificados e interpretados por los profesionales de obra



Fotografías de toma de temperatura y contenido de aire del hormigón fresco



Protección específica de probetas de las bajas temperaturas (primeras 24 hs y luego curado)



Moldeo de probetas y curado a un costado de la estructura (mismas condiciones)



Ensayos no destructivos para medir el grado de endurecimiento de hormigones en tiempo frío