

Control 2. Universidad de Chile- Ingeniería Civil

Primavera 2022/ 17.11.2022

1. Cálculos breves y fundamentos (30%)

- a. Calcule los criterios de evaluación estadística para un G35(10) 40 18 para el método de media móvil o muestras consecutivas

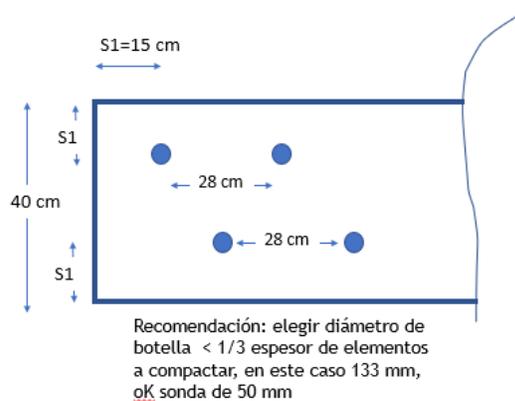
$f_i \geq f_o$, donde $f_o = 35 - 3,5 = 31,5$ MPa y $f_3 \geq 35$

- b. Indique 2 ejemplos de situaciones que pueden ser desviaciones a la norma y que podría restarle validez al ensayo de muestras de hormigón destinadas a evaluación estadística (aceptación de hormigón)

Acá hay varias, básicamente pueden ser las de tiempo, 2 horas de hormigón fresco, sacar la muestra del primer o último 10% de la carga, conservación de probetas en obra a condiciones de temperatura bajo 16 o sobre 27°C, estas fueron algunas de las conversadas en clases, revisar cada caso.

- c. Se tiene solicitado 100 m³ de hormigón durante un día laboral, considerando 8 m³/30 min. Indique cuántos vibradores sugiere tener operativos en la obra y haga un esquema considerando un diámetro de sonda de 50 mm en una viga de 60 cm de espesor. Fundamente debidamente su respuesta incorporando el procedimiento de cálculo para poder revisar.

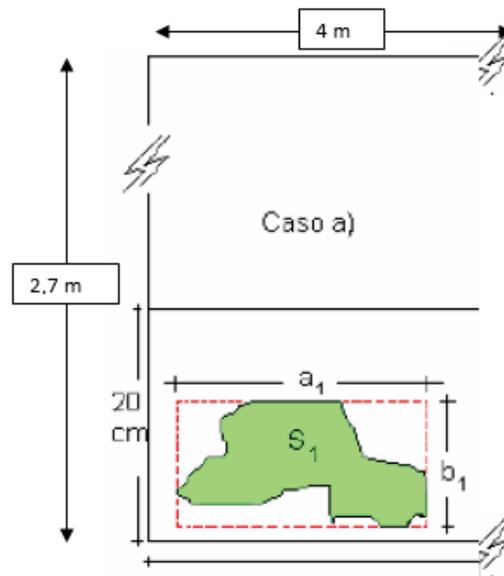
2 camiones de 8 m³ a la hora, dependerá del rendimiento considerado, por ejemplo si la sonda tiene un rendimiento de 7 m³/hora, son 3 vibradores de 50 mm. Para el esquema S1=3*50 mm; S=0,75 (8*50 mm)



- d. Frente a los siguientes hallazgos del ITO, indique cumplimiento/no cumplimiento; para Nidos en los 20 cm inferiores del elemento y burbujas, respalde el cálculo y fundamente su respuesta con el documento técnico respectivo, indicando las implicancias que tiene.

Defecto	Muro 1	Muro 2	Muro 3	Muro 4
Burbujas medidas a 5 m	4% Grado 3 y 4	2,5% Grado 1, 3 y 4	8% Grado 3 y 4	2% Grado 1, 3 y 4

Nidos 20 cm inferiores del elemento	a1: 60 cm; b1: 6,5 cm 4,9%	a1: 24 cm; b1: 5,5 cm 1,7%	a1: 30 cm; b1: 7,0 cm 2,6%	a1: 44 cm; b1: 3,5 cm 1,9%
-------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------



La altura de caída del hormigón es adecuada y además se puede establecer que para las burbujas se cumple tolerancias de grados de terminación 3 y 4 (la 2 no tiene tolerancia para este defecto)

Hormigonado en climas especiales (35%)

2. Se presenta un problema aparentemente de retardo de fraguado de un hormigón G25(10) 40 10 vertido a moldaje metálico; después de 28 horas de la colocación aun no presenta desarrollo de resistencias (parcial o completamente) en los porcentajes expuestos, teniendo a la vista los antecedentes adjuntos donde se controlaron temperaturas ambiente desde la colocación del hormigón hasta 2 días siguientes. El volumen involucrado en el problema son 21 m³ (3 camiones). Las guías no registran observaciones. Se pide:
 - a) ¿Técnicamente el hormigonado corresponde a tiempo frio?, argumente
 - b) Indique Causas y Recomendaciones que le entregará a la empresa constructora para mejorar el proceso.
 - c) Si se repiten las condiciones ambientales del día de despacho y no se controla resistencia real adoptando recomendaciones de NCh170-2016, ¿Cuánto tiempo debería esperar para desmoldar los elementos que fueron hormigonados con este producto? Argumente normativamente.

NOTAS: Si tiene supuestos, indíquelos claramente. La constructora no tiene implementados procedimientos especiales de recepción de obra, solo los contemplados en la NCh1934.

Tabla temperatura ambiente para el día del despacho

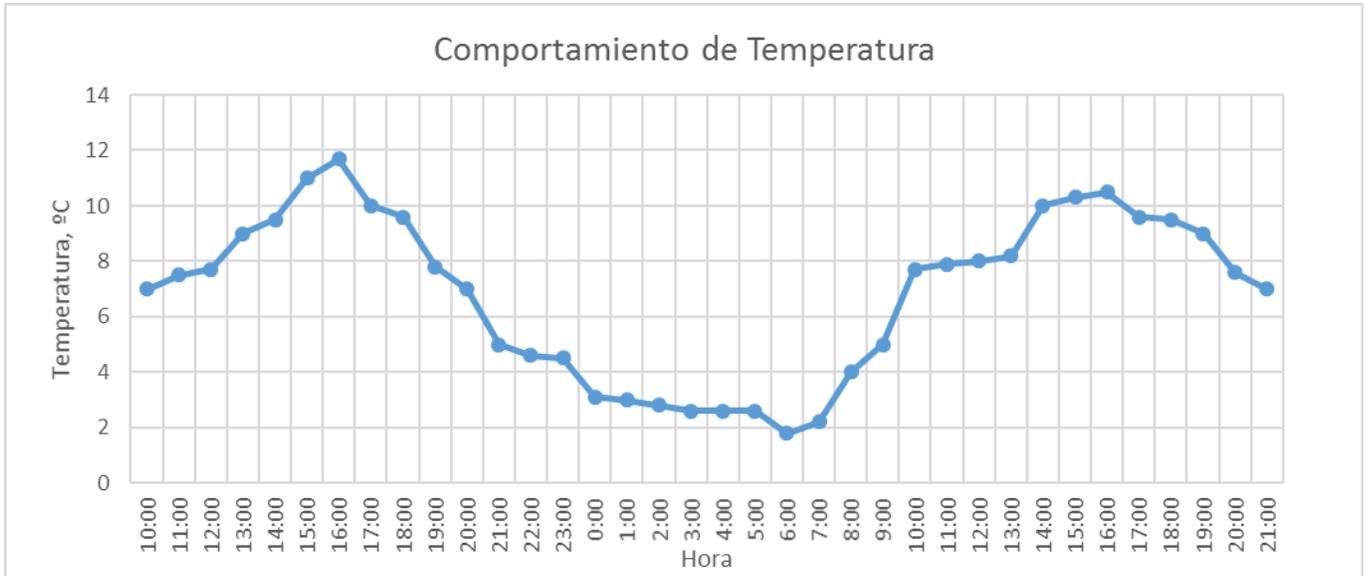


Tabla de datos de despacho

Camión	Elemento	Ubicación	% de compromiso con retardo	Hora entrega
1	Losa	Ejes 4-6	30%	10:00 hrs
2	Losa	Ejes A-B	60%	18:00 hrs
3	Losa	Ejes C-D	100%	20:00 hrs.

Solución pregunta 2

- a) Definición de tiempo frío.
 Se define como el período donde en más de 3 días consecutivos existan las siguientes condiciones:
- ✓ La temperatura promedio del aire es menor de 5°C.
 - ✓ La temperatura mayor del aire no es mayor a 10°C durante más de la mitad de un día completo.
- b) Se deben poner énfasis en la investigación de temperaturas ambientes, tiempos de operación, conos de obra y métodos de colocación, procesos de curado para resguardar el hormigón de las bajas temperaturas y guías de despacho en caso de adición de aditivos o agua, tiempos de espera, etc. Ubicación de los elementos comprometidos dentro de la obra, dosificaciones y carguíos. Porcentaje del hormigón comprometido en cada camión (si no es el 100% es poco probable problema de material, salvo que existan adiciones de componentes no controladas)

Causas

Las posibles causas estarán dadas por la baja temperatura ambiente durante las primeras horas desde la colocación. Posibles ajustes de cono en obra que puedan requerirse dependiendo de los métodos disponibles de colocación, uso de retardante para transporte

que pudiera potenciar el retardo ante bajas temperaturas ambientes. Horarios inadecuados de hormigonado.

Recomendaciones

Protección del hormigón mediante frazadas o aplicación de calor, cuidados de los moldajes metálicos que favorecen el congelamiento de los hormigones a esas temperaturas ambientes, retrasos de las operaciones de desmolde y retiros de alzaprimas y puntales (sin solicitar los elementos a esfuerzos mecánicos). Cambio en horarios de hormigonado o solicitud de hormigón con cemento de alta resistencia o especificación a temprana edad. También se sugiere elevar temperatura del hormigón fresco.+ PROTOCOLO

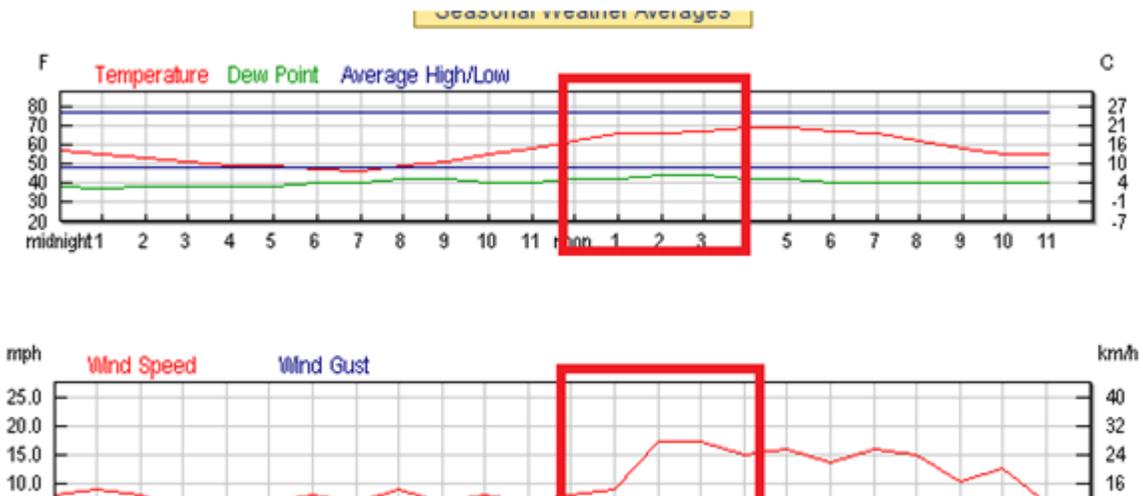
c) A menos que en el proyecto estructural se establezca algo diferente, los plazos mínimos de desmolde y 944 descimbre deben ser los indicados en 15.2.1 y 15.2.2.

15.2.2.2. Cuando el hormigón colocado alcance una resistencia mayor o igual a 13MPa se puede iniciar el desmolde. En condiciones normales esta resistencia se alcanza después de 4 días con temperaturas ambientes mayores a 10°C (Nota 2, Tabla 12, Si la temperatura ambiente media diaria es menor que 10°C y no se han adoptado medidas especiales de protección, puede ser necesario incrementar los plazos indicados en esta tabla hasta que el hormigón alcance la resistencia requerida.)

3. Detalle de despacho obra Pavimentos, CURACAVÍ para el producto G030(90)-40-06-R3, el día 26.11.2021. Detalle se expone en tabla 1 y tabla 2. Indique Causas de esta patología y explique las condiciones de colocación que debiera adoptar la obra para hormigonado en estas condiciones ambientales. Utilice el abaco de evaporación de agua si lo considera necesario. Total despachado: 38 m³. Espesor losa: 25 cm. (35%)

Tabla 1. Detalle de despacho

Fecha	Hora Programa	Guía	M ³	Camión	Hr sal planta	Hora Llegada obra	Inicio de descarga	Salida a obra
26.11.2021	12:05	xxx975	6,5	CM-978	10:49	12:20	12:30	12:50
26.11.2021	12:35	xxx996	6,5	CM-950	11:05	12:30	12:40	12:55
26.11.2021	12:50	xxx009	6,5	RI-3611	11:30	12:57	13:02	13:27
26.11.2021	13:15	xxx055	6,5	CM-914	11:38	13:15	13:30	13:50
26.11.2021	13:30	xxx062	6,0	OT-6402	11:58	13:23	14:16	14:47
26.11.2021	13:45	xxx077	6,0	RI3616	12:18	13:45	14:40	15:20



- a) Indique las posibles causas de las fisuras vistas en los pavimentos
- b) Indique las posibles soluciones para que se no vuelva a repetir esta problemática.

a) Causas:

En tabla 2 se observan los tiempos de espera, para los 2 últimos móviles se observan tiempos de espera en obra antes de la descarga de 53 y 55 min, respectivamente. Del mismo modo los tiempos totales desde salida de planta a fin de descarga son en promedio de 2 horas 18 min. En este contexto la NCh 1934 (8.1.1) indica “el tiempo de transporte y entrega, contado desde la hora de carga y hasta la hora de fin de descarga, no debe exceder de dos horas, salvo que las partes pacten otros tiempos y se adopten las medidas técnicas para asegurar las propiedades del hormigón”. En este sentido los tiempos de espera para la descarga son incidentes en los excesos de los tiempos considerados.

En cuanto a las condiciones ambientales presentes en la zona se puede indicar que tanto la temperatura como la velocidad del viento influyen en la aparición de fisuras. La temperatura entre las 12:00 y las 15:30 hrs es cercana a 20 °C y una velocidad del viento cercana a 30 km/H.

En cuanto a los factores que pueden inducir una evaporación igual o mayor que 1 kg de agua por m² por hora, valor que se establece como riesgoso para la aparición de fisuras en la NCh170 Anexo E. Recomendaciones Hormigonado en tiempo seco y caluroso, están las temperaturas del hormigón y ambiente, la velocidad del viento y la humedad del ambiente.

Considerando los tiempos de espera y y condiciones de obra reinantes en zona para fecha del despacho, se puede presumir una temperatura del hormigón entre 25° y 30°C, la humedad relativa ambiente promedio de 50% y según información meteorológica una velocidad de viento de 28 km/h (Nota 1).

Con lo anterior e ingresando al ábaco adjunto (figura 1) que se entrega en la NCh170.Of1985 se puede establecer una tasa estimada cercana a los 1.8 kg de agua por m² por hora y que permite establecer la causa de la aparición de fisuras en los pavimentos inspeccionados.

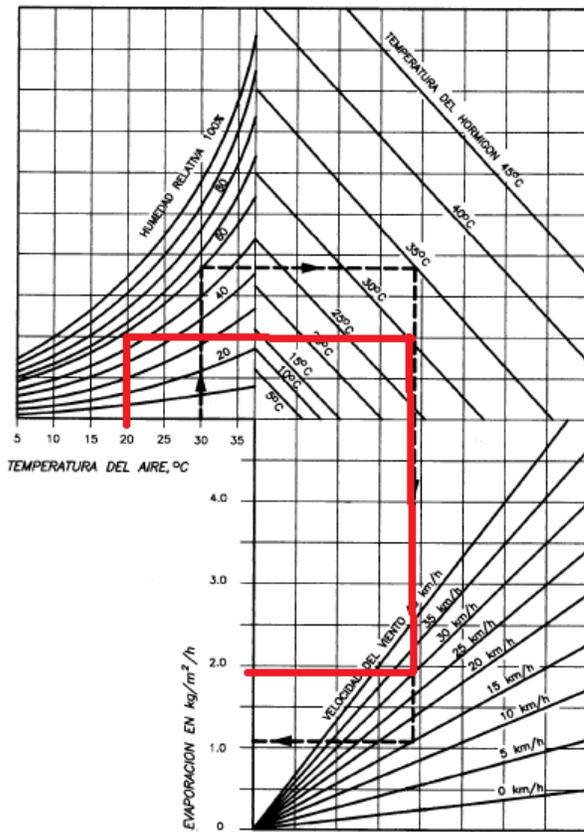
- b) Solución para las futuras faenas de hormigonado. Consideraciones de hormigonado para tiempo caluroso

Programar la obra para que la faena de hormigonado sea lo más rápida posible.

Evitar programar las faenas de hormigonado en horas de mucho calor.

Apurar los sistemas de curado con el fin de reducir al máximo la evaporación de agua.

Producir sombra a la mezcla como a los elementos ya hormigonados para disminuir la temperatura.



Al calcular tasa de evaporación indica un valor cercano a 2 kg/m²/h

Figura 1 - Efecto de la temperatura del aire y del hormigón, la humedad relativa y la velocidad del viento sobre la evaporación en el hormigón