



Escuela Industrial Superior de Valparaíso
Especialidad de Construcción

4to Medio A
GUÍA N°2
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Aprendizaje Esperado	Contenido
AE3 Coloca el hormigón en elementos estructurales, como fundaciones, sobrecimientos, pilares, vigas, cadenas, losas, muros, de acuerdo a especificaciones técnicas y recomendaciones de organismos especializados, considerando sistemas de compactación, curado en obra y medidas de seguridad.	Comprender aspectos técnicos como definiciones, características, ventajas, desventajas y los elementos que conforman un hormigón.

Estimado estudiante:

Estamos en una situación en que para cuidar la salud que todos, se encuentra limitado el movimiento fuera de nuestros hogares. Sin embargo, no debemos olvidar nuestras responsabilidades y trabajar los contenidos que se tenían previstos para estas semanas.

Esta Guía es de carácter práctico, es decir que, una vez adquiridos los conocimientos entregados, el alumno comenzará a trabajar o a hacer uso de los distintos tipos de conocimientos respecto a los materiales de construcción (Hormigón) a partir de estos contrastarlos con otros antecedentes técnicos y actividades que permitirán conocer el nivel de logro a alcanzar.

Si después de apoyarte en esta Guía, todavía existen dudas, me puedes escribir al correo luis.ramirez@eiv.cl

Saludos Cordiales

Luis Ramírez

Profesor de Especialidad Construcción.

Pauta de revisión		
Actividades	Puntaje	obtenido
N°1	14 pts.	
N° 2	20 pts.	
N°3	24 pts.	
N°4	42 pts.	
Total	100 pts.	
Nivel		

Si usted obtuvo:

Puntaje	Nivel de Logro
100 a 86	Muy bien
85 a 71	Bien
70 a 60	Suficiente
59 a 0	Insuficiente



HORMIGÓN (H°)

1. Hormigón de cemento

El hormigón, según lo definido en la NCH 170 es un material que resulta de la mezcla de agua, arena, grava, cemento, eventualmente aditivos y adiciones, en proporciones adecuadas que, al fraguar y endurecer, adquiere resistencia.

En general el hormigón está conformado por dos materiales diferentes: hormigón y acero; unidos forman un cuerpo sólido monolítico y resistente que absorbe todo tipo de esfuerzos en que aparezcan zonas trabajando a la compresión y/o a la tracción. El hormigón es un elemento estructural que ofrece una resistencia importante a los esfuerzos de compresión, no así a los de tracción, es por ello que, si se colocan barras de acero en zonas de la estructura sometidas a tracción, se suple esta deficiencia y se tiene un elemento capaz de resistir estos esfuerzos. Otras de las propiedades del hormigón son la ductilidad, trabajabilidad, moldeabilidad, resistencia a los 28 días, durabilidad, permeabilidad y resistencia al fuego, aspectos que se profundizarán más adelante.

2. Cualidades

Ambos materiales, cemento y acero, tienen un buen comportamiento juntos, debido a que una vez fraguado el coeficiente de dilatación es muy similar, por lo tanto, las deformaciones son iguales en la superficie de contacto de ellos. Otra cualidad es su perfecta adherencia, lo que permite comportarse como una unidad monolítica y además protege al acero de la oxidación que se produce por la humedad del ambiente.

3. Ventajas

- **CONTINUIDAD Y MONOLITISMO:** Capacidad de ejecutar elementos continuos sin uniones y similar a una piedra natural, aumentando las posibilidades de diseño.

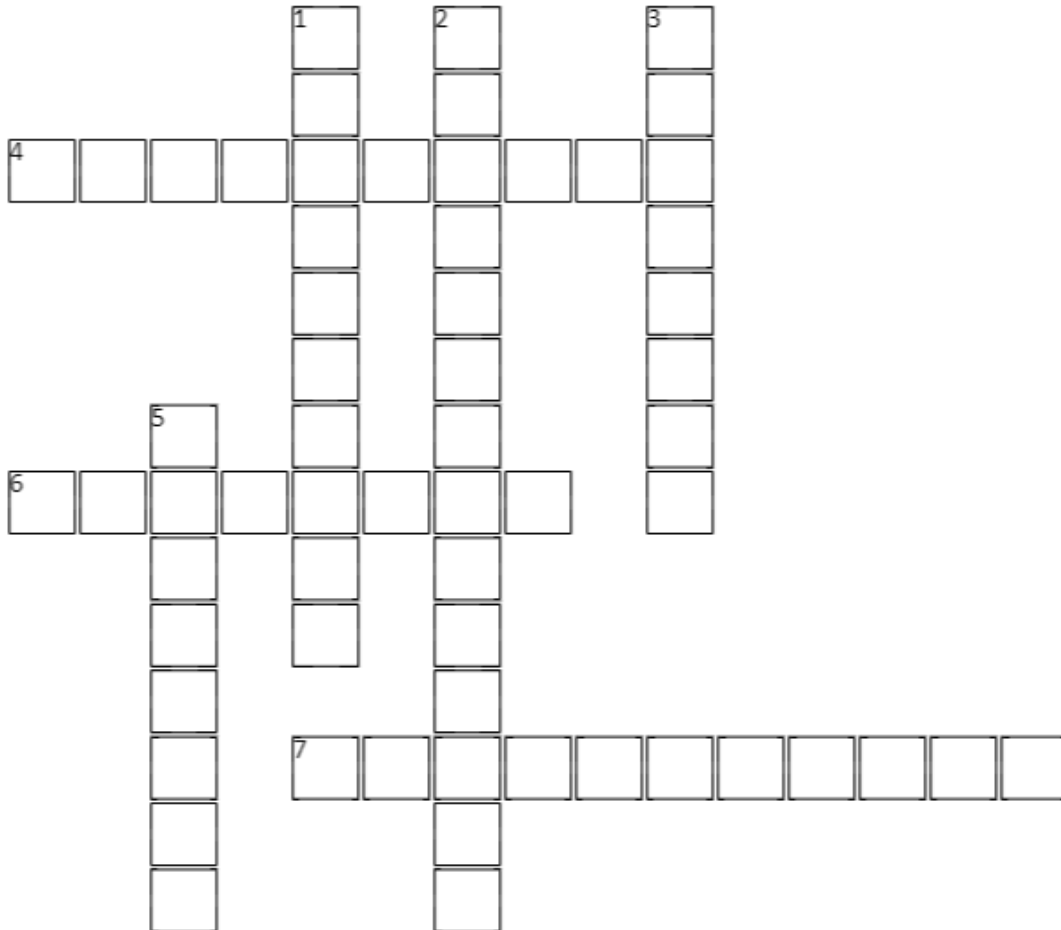
- **MOLDEABILIDAD O PLASTICIDAD:** El material toma la forma del envase que lo recibe en estado plástico (o fluido).
- **ECONOMÍA:** La combinación de ambos materiales perfectamente calculados permiten diseños que aprovechan la propiedad como sólido único, por lo tanto, el acero y el hormigón en forma aislada obligaría a ejecutar diseños de mayor costo para cumplir los mismos objetivos
- **RESISTENCIA MECÁNICA:** La resistencia se puede diseñar a voluntad dependiendo del tipo y la dosificación del cemento, la calidad del acero y el diseño estructural.
- **RESISTENCIA AL CLIMA:** Resiste sin precauciones especiales las variaciones climáticas.
- **RESISTENCIA AL FUEGO:** Es el material de más alta resistencia: es incombustible, ya que resiste sin afectar sus cualidades hasta unos 400°C. Sobre esa temperatura, puede afectarlo notoriamente, especialmente si quedan al descubierto las armaduras.

4. Desventajas

- **PESO Y VOLUMEN EXCESIVO:** Comparado con el acero, es entre 5 y 10 veces mayor en peso y significativamente mayor en volumen, constituido por el peso de la estructura.
- **PESO MUERTO:** Son las zonas del hormigón que no están sometidas a esfuerzos ya que estos los absorbe el acero.
- **CONTROL DE CALIDAD RIGUROSO:** Es de difícil control, por cuanto su ejecución depende de la combinación de varios materiales en correcta dosificación y colocación, de lo contrario sus cualidades se verán afectadas hasta perder sus ventajas relativas.
- **EJECUCIÓN LENTA:** Los plazos que se establecen para el fraguado del hormigón, hacen aumentar la duración de la obra en forma apreciable.



ACTIVIDAD N°1 (14 pts.) El Objetivo de la presente actividad es lograr que el alumno(a) identifique cualidades, ventajas y desventajas del hormigón en la siguiente Crucigrama (Comprender)



Horizontales

- 4 Son las zonas del hormigón que no están sometidas a esfuerzos ya que estos los absorbe el acero.
- 6 Materia que resulta de la mezcla de agua, cemento y agregados tales como ripio, arena, gravilla y eventualment
- 7 Capacidad de ejecutar elementos continuos sin uniones y similar a una piedra natural, aumentando las posibilid

Verticales

- 1 Esfuerzo que resiste muy bien el hormigón
- 2 Los plazos que se establecen para el fraguado del hormigón, hacen aumentar la duración de la obra en forma apr
- 3 La combinación de ambos materiales perfectamente calculados permiten diseños que aprovechan la propiedad como
- 5 Esfuerzo que resiste el acero

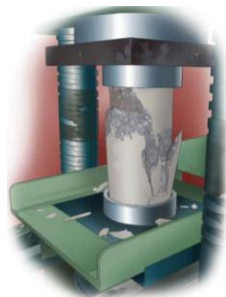


5.- Clasificación del Hormigón

SEGÚN RESISTENCIA MECÁNICA

Resistencia a la compresión: Nch 170 establece para el Hormigón grados según su resistencia específica a la ruptura por compresión. La que es ensayada en probetas cubicas o cilíndricas. Además, se establece una resistencia mínima a los 7 días 180 kg/cm² y a los 28 días 250 kg/cm² para cementos de grado corriente. Los que se designan con una letra H (Hormigón ensayado en probeta cubica) y su resistencia a la compresión expresada en Megapascales “Mpa”.

Tabla 1 : Clasificación de los Hormigones por Resistencia a la Compresión Cúbica (NCh170 Of.85)



Grado	Resistencia Especificada, f_c	
	MPa	kgf/cm ²
H5	5	50
H10	10	100
H15	15	150
H20	20	200
H25	25	250
H30	30	300
H35	35	350
H40	40	400
H45	45	450
H50	50	500

Resistencia al flexo tracción: Nch 170 establece para el Hormigón grados según su resistencia específica al flexo tracción a los 28 días en probetas prismáticas de 15x15 de sección y de 60 cm de longitud.

Tabla 2 : Clasificación de los Hormigones por Resistencia a la Flexotracción (NCh170 Of.85)

Grado de Flexotracción	Resistencia Especificada, f_t	
	MPa	kgf/cm ²
HF 3	3,0	30
HF 3,5	3,5	35
HF 4	4,0	40
HF 4,5	4,5	45
HF 5	5,0	50
HF 5,5	5,5	55
HF 6	6,0	60



Hormigones de alta resistencia: El empleo de aditivos especiales y la adición de micro sílice ha permitido obtener hormigones con resistencias en obra que a los 28 días alcanzan 700kg/cm².

SEGÚN SU DENSIDAD

Hormigones livianos o ligeros: Tiene una densidad menor al corriente variando entre 300 y 1000 kg/m³. Es un tipo de H^o que posee un alto porcentaje de huecos o aire incorporado, ya sea a través de agregados especiales o con la producción especial de células de aire. Presentan una serie de ventajas con respecto al H^o corriente, por ejemplo, menor peso, baja conductividad calórica, fabricación rápida y costos menores. Algunos tipos de hormigones livianos y ligeros son: H^o con agregados especiales: H^o sin agregados fino, H^o de agregados livianos sin fino, H^o con agregados livianos, H^o celulares producidos por agentes químicos, H^o celulares por acción de espuma

H^o pesados: Estos poseen una gran densidad obtenida por la incorporación a la mezcla de áridos pesados constituidos por rocas con contenido mineral o también trozos de fierro, a pesar de su mayor densidad no poseen una mayor resistencia que el hormigón convencional.



ACTIVIDAD N°2 (25 pts.)

Lee detenidamente cada una de las preguntas y responde marcando una X sobre la alternativa correcta.
(Comprender)

PREGUNTA N° 1. La resistencia mínima a la compresión de un cemento corriente, está comprendida entre:

- a) A los 7 días 180 kg/cm² y a los 28 días 250 kg/cm²
- b) A los 7 días 250 kg/cm² y a los 350 días kg/cm²
- c) A los 7 días 35 kg/cm² y a los 28 días 45 kg/cm²
- d) A los 7 días 45 kg/cm² y a los 28 días 55 kg/cm².
- e) A los 7 días 180 kg/cm² y a los 28 días 350 kg/cm²

PREGUNTA N° 2. Para el ensayo de rotura del hormigón a la compresión, se utilizan probetas denominadas:

- a) Prismáticas
- b) Cúbicas o cilíndricas
- c) Cónicas
- d) Esféricas
- e) Todas las anteriores.

PREGUNTA N°3. Las propiedades del hormigón según la NCh170 son:

- a) El curado, asentamiento, relación agua cemento.
- b) Sedimentación, carbonatación, falso fraguado
- c) Segregación, Exudación.
- d) Resistente al agua y al fuego.
- e) Docilidad, trabajabilidad, moldeabilidad, resistencia a los 28 días, durabilidad, permeabilidad y resistencia al fuego.

PREGUNTA N°4. Los grados de resistencia a la compresión a los 28 días se indican de acuerdo a la siguiente nomenclatura de acuerdo a la NCh170 para hormigones controlados por esta norma.

- a) H8, H9, H11.
- b) FH5, HF12, HF17.
- c) H5, H10, H15, H20, H25, H30, H35...
- d) H70 y H80.
- e) Todas las anteriores.

PREGUNTA N°5. Según la NCh170, ¿Cuál es la definición de hormigón?

- a) Material que resulta de la mezcla de agua, grava, cemento, eventualmente aditivos y adiciones, en proporciones adecuadas que, al endurecer, adquiere resistencia calculada.
- b) Material orgánico que resulta de la mezcla de arena, grava, cemento, eventualmente aditivos y adiciones, en proporciones adecuadas que, al fraguar y endurecer, adquiere resistencia.
- c) Material que resulta de la mezcla de agua, arena, grava, cemento, eventualmente aditivos y adiciones, en proporciones adecuadas que, al fraguar y endurecer, adquiere resistencia.
- d) Mezcla que resulta de la mezcla de agua, arena, cemento, eventualmente aditivos y adiciones, en proporciones adecuadas que, al fraguar y endurecer, adquiere resistencia.
- e) Ninguna de las anteriores



6.- Componentes del Hormigón

CEMENTO

Polvo fino que, mezclado con agua, forma una pasta que endurece tanto con y bajo el agua. En general es definido como el aglomerante hidráulico. Su materia prima es la caliza y la arcilla. Se endurece en agua y aire. Los tipos de cemento que existen en el mercado se presentan a continuación.

a. CEMENTO PORTLAND: Cemento que contiene 95% Clinker y 5% yeso. El cemento Portland es un tipo de cemento hidráulico que, al mezclar con áridos, agua, produce una masa duradera y resistente, denominada hormigón.

b. PUZOLÁNICO: Es un cemento que posee puzolanas, lo que permite tener buenas propiedades de resistencia química e impermeabilidad. Tienen bajo calor de hidratación, lo que puede ser una ventaja en algunos casos, como ocurre en la construcción de grandes masas de hormigón. Estas propiedades son debido a la incorporación de "puzolana" que es un mineral compuesto, de origen volcánico. Además de ser utilizado en construcción de estructuras de hormigón, está presente en la fabricación de planchas de fibrocemento, hormigón liviano o celular (con aire, con polvos de aluminio).

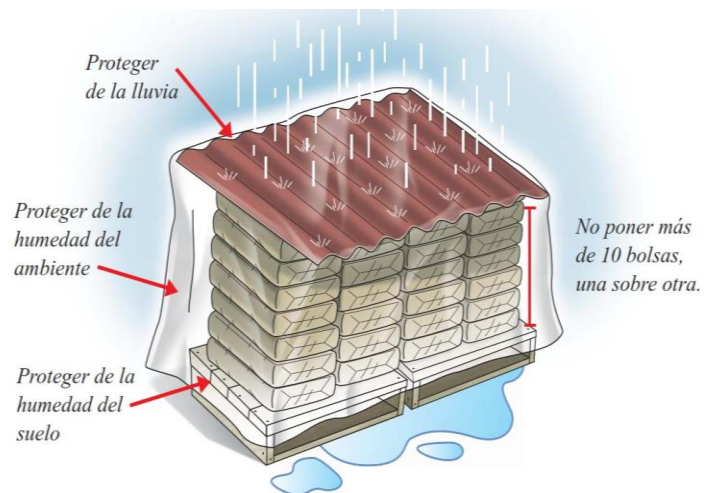
c. SIDERÚRGICO: Las propiedades de los cementos siderúrgicos son similares en general a la de los cementos puzolánicos, aunque varían en intensidad. En general la escoria da más resistencia que la puzolana y es algo menos su beneficio en cuanto a resistencia a ataques químicos. Las resistencias iniciales son menores que otros cementos, aunque a mayor plazo igualan o superan al portland. Tiene alta estabilidad volumétrica. Su tiempo de fraguado es normal. Son afectados por las bajas temperaturas. Su uso es para obras civiles.

Clasificación de los Cementos Nacionales			
Denominación: Cemento	Proporción de los Componentes		
	Clínquer + yeso	Puzolana	Escoria alto horno
Portland	100 %	---	---
Portland puzolánico	≥ 70 %	< 30 %	---
Portland siderúrgico	≥ 70 %	---	< 30 %
Puzolánico	50 - 70	30 - 50 %	---
Siderúrgico	25 - 70	---	30 - 75%

CUIDADOS CON EL CEMENTO EN OBRA

a. ALMACENAMIENTO Y CONSERVACIÓN

- ✓ Las bodegas deben ser ventiladas para impedir la acumulación de humedad.
- ✓ Los pisos pueden ser radieres de hormigón, embaldosados o entablados. En este último caso el piso debe quedar por lo menos a 10 cm. del suelo.
- ✓ No se debe apilar más de 10 sacos para evitar la compactación del cemento, y estar separadas entre sí, para facilitar su manejo y ventilación.
- ✓ El cemento se debe usar por estricto orden de llegada a la obra, para evitar que algunas partidas permanezcan mucho tiempo en ella.





ARIDOS

Es un material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estables, y corresponde entre el 65% al 80% del volumen del hormigón. Lo mejor es clasificarlos según tamaños y procedencia. Deben ser bien graduados, con granulometría variable, con proporciones adecuadas, todo esto con el objeto de llenar los huecos en la forma más densa posible, pues de sus características dependerá la docilidad, resistencia, durabilidad y economía de las mezclas.

El tamaño de los áridos a usar se determinará de acuerdo al tipo, características y armadura de la estructura a Hormigonar. En términos generales, un buen árido debe cumplir con las siguientes condiciones:

- ✓ Buena granulometría
- ✓ Bajo contenido de granos muy finos
- ✓ Buena forma de los granos, es decir, lo más cúbica o esférica posible
- ✓ Buena resistencia propia
- ✓ Inalterabilidad química
- ✓ Estabilidad física

Al recibir los áridos en obra estos materiales se depositan en canchas pavimentadas con hormigón pobre o reemplazando una capa de terreno natural por ripio compactado o suelo cemento. Colóquelos uniformemente en superficies inclinadas y acopie en montones de forma piramidal, separados los distintos materiales grava, ripio, arena etc. Al vaciar los materiales o al apilarlos EVITE que rueden por pendientes fuertes, ya que esto los segrega.

AGUA

El agua desempeña un papel importante como componente del hormigón:

- Hace posible el proceso de hidratación del cemento.
- Otorga la trabajabilidad necesaria al hormigón, para su colocación en obra.

Es un componente esencial del hormigón por cuanto su presencia condiciona las propiedades de éste, en su estado fresco y en la etapa de endurecimiento.

Para su utilización, el agua debe tener ciertas características de calidad, éstas se pueden resumir en lo siguiente:

- El agua potable está permitida, no requiere verificación de su calidad.
- El agua de mar sólo puede utilizarse en hormigones de resistencia especificada inferiores a H15 (150 kg/cm²).
- No se pueden emplear aguas que contengan azúcares, en forma de glucosa o sacarosa.
- Las aguas de origen desconocido se deben someter a ensayos para verificar su calidad.

El agua puede presentar algunos compuestos nocivos, en la zona norte es posible la presencia de sales disueltas y, en la zona central y sur, materia orgánica.

Como se puede apreciar, el agua tiene un papel fundamental en la confección del hormigón, pero su incorporación debe ser controlada; un exceso de ella puede perjudicar en forma importante sus resistencias y con ello la durabilidad del hormigón en obra.

El agua debe almacenarse en estanques o depósitos limpios y protegidos de forma que se evite su contaminación.



ADITIVOS

Son sustancias que se utilizan para introducir cambios en las propiedades normales del Hormigón sin variar sus proporciones o sus otros componentes.

Su empleo es de acuerdo a recomendaciones y tolerancias establecidas por el fabricante, pues su uso inapropiado puede cambiar las características del Hormigón. Las propiedades de estas sustancias son:

- ✓ Aceleradores: Incrementan el desarrollo de la resistencia a temprana edad y disminuye el tiempo de fraguado.
- ✓ Retardadores: Retrasa el fraguado, prolongando la trabajabilidad.
- ✓ Plastificantes: Aumentan la trabajabilidad (docilidad) y disminuyen la cantidad de agua.
- ✓ Expansores: Usado en socalzados, producen una ligera expansión del Hormigón.
- ✓ Impermeabilizantes: Generalmente con partículas, las cuales obstruyen poros impidiendo principalmente la penetración del agua.
- ✓ Superplastificantes: Aumentan fuertemente la trabajabilidad y produce una fuerte reducción del agua.

En general, los aditivos deben emplearse después de un análisis de las cualidades que requieren el hormigón, tanto en su estado fresco como endurecido. Hay que tener presente que los aditivos no mejoran un hormigón de mala calidad, como, por ejemplo, mal dosificados, cantidad insuficiente de cemento, etc.

Otra precaución que conviene considerar es la de colocar la dosis exacta, generalmente indicada por el fabricante del producto.

CUIDADOS EN OBRA



Al recibir los áridos en obra estos materiales nunca se depositan sobre el terreno natural, principalmente para evitar su contaminación.



Para preparar hormigón se debe utilizar agua potable la cual será obtenida desde la red sanitaria o depósitos como tambores, los cuales deben estar limpios y sin residuos. De existir alguna duda de la procedencia del agua, se le debe realizar un análisis químico.



ACTIVIDAD N°3: Lee detenidamente cada una de las preguntas y responde marcando una **X** sobre la alternativa correcta. (Comprender) (24pts)

PREGUNTA N° 1. El cemento que contiene un 60% Clinker + yeso y un 40% de puzolana es denominado:

- a) Cemento Portland Siderúrgico.
- b) Cemento Portland Puzolánico.
- c) Cemento Corriente y cemento alta resistencia
- d) Puzolanico
- e) Cemento con 30% de clinquer.

PREGUNTA N° 2. Producto que se obtiene mezclando un 95% del clinquer con adición de yeso alrededor de un 5% de su peso, corresponde a:

- a) Cemento Portland Siderúrgico
- b) Cemento Portland Puzolánico
- c) Cemento Siderúrgico
- d) Cemento Puzolánico
- e) Cemento Portland

PREGUNTA N° 3. La mejor definición para un árido es:

- a) Material pétreo procedente de yacimientos y que no ha sido sometido a tratamiento.
- b) Material pétreo que ha sido sometido a tratamiento de trituración
- c) Material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estables
- d) Material pétreo mezclados en proporción no definida
- e) Material pétreo resultante de la combinación de diferentes tamaños en proporciones definidas.

PREGUNTA N° 4. ¿Qué función cumple el agua en la mezcla de hormigón?

- a) Su única función es la hidratación del cemento
- b) Hidrata el cemento y aporta docilidad a la mezcla
- c) Aporta humedad a los áridos para que se lubriquen
- d) Su única función es aportar un medio húmedo para favorecer la homogenización
- e) Su función es diluir el cemento

PREGUNTA N° 5. ¿Cuándo se permite el uso de agua de mar en hormigones?

- a) En obras de hormigón armado de resistencia inferior a 15 MPa.
- b) Siempre que no haya otra fuente de agua cercana.
- c) En hormigones simples de resistencia a la compresión inferior a 15 MPa.
- d) En hormigones simples de resistencia a la compresión inferior a 5 MPa.
- e) En ninguno de los casos

PREGUNTA N° 6. ¿De qué modo se agregan los aditivos al hormigón?

- a) Se agregan de acuerdo a recomendaciones y tolerancias establecidas por el fabricante.
- b) Se hace una mezcla homogénea con una fracción de cemento y se agrega al final.
- c) Se agregan al final mezclados con un poco de agua adicional al agua de amasado.
- d) Se prepara la solución y se bañan los áridos con esta.
- e) No importa el momento, siempre tendrá el mismo efecto



ACTIVIDAD N°4 “ANÁLISIS DE CASO” (42 pts.)

Constructora ABC Ltd., es una empresa con vasta experiencia en remodelaciones y construcciones de viviendas unifamiliares la cual se adjudicó la construcción de un local comercial de 200 m². El sector es muy distante con respecto a la planta hormigonera y de muy difícil acceso, por lo que se decidió fabricar el hormigón en obra. El profesional responsable de administrar la obra dispuso el área de trabajo, determinando construir una bodega de madera con piso de tierra; utilizando planchas de OSB como paramentos y techumbre de zinc, donde guardaría el cemento; con acceso amplio para la correcta rotación del cemento. La bodega carece de ventanas y es totalmente cerrada. En el sector no se cuenta con agua potable, por lo que se extrae desde el pozo de la plantación y se deposita directamente en tambores de aceite reciclados. El árido fue dispuesto junto a la bodega, al costado del camino, sobre la tierra, separados por planchas de OSB.

PREGUNTA N° 1. ¿Cuáles son los dos errores cometidos en el almacenamiento del cemento? Indique cómo corrige estos errores

Error	Corrección

PREGUNTA N° 2. Indique dos errores cometidos en la obtención del agua y señale la forma de corregirlos.

Error	Corrección

PREGUNTA N° 3. ¿Cuál sería la forma de corregir los dos errores cometidos en el acopio de áridos? Mencione los dos errores

Error	Corrección