



CUADERNO DE INSTRUCTOR

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA REPARACIÓN DE CALLES DE PRODUCCIÓN

PROGRAMA: OPERADOR DE FORTIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURA AVANZADO MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH
FUNDACIÓN CHILE

Contenido

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA REPARACIÓN DE CALLES DE PRODUCCIÓN	3
1. Conceptos fundamentales	3
1.1. Características y comportamiento del hormigón	4
1.2. Características y Propiedades del Hierro y Acero.....	11
1.3. Bloqueo de Acceso a Calles de Producción en Reparación	15
Actividad 1: Descripción de condiciones básicas de resguardo de materiales en calle de producción sujeta a reparación.....	18
2. Secuencia y Parámetros Operacionales	20
2.1. Secuencia de trabajo con el hormigón	20
Actividad 2: Descripción de condiciones de preparación de hormigón en reparación de pisos en calle de producción.	24
3. Compactación del Hormigón	26
3.1. Sistema de Compactación	27
Actividad 3: Uso de equipos de compactación en la reparación de calles de producción con hormigón.	31
4. Resultados de la Compactación.....	33
4.1 Las Variables en los Resultados de la Compactación.....	33
4.2 Medición de Consistencia del Hormigón	36
Actividad 4: Reconocimiento de consistencia del Hormigón, usando método del cono de Abrams.	39
Fuentes Referenciales:.....	41
.....	41

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA REPARACIÓN DE CALLES DE PRODUCCIÓN

1. Conceptos fundamentales

Aprendizaje esperado: Reconocer las actividades previas a la operación de reparación de calles según lo establece el procedimiento de trabajo.

Conceptos Claves

HORMIGÓN

Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

CALLES DE PRODUCCIÓN

Galería de tráfico y vaciado de mineral (Palas LHD).

BLOQUEOS

Dejar sin energías un equipo o instalación, asegurar el aislamiento, con un dispositivo propio al equipo o anexo, con el objetivo de que las energías de operación no puedan liberarse fuera del control del personal del personal que interviene.

Introducción

El hormigón o concreto convencional, normalmente usado en pavimentos, edificios y otras estructuras, tiene un peso específico (densidad, peso volumétrico, masa unitaria) que varía de 2200 hasta 2400 kg/m³ (137 hasta 150 libras/piés³). La densidad del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo del agregado influye en las cantidades de agua y cemento. Al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta la densidad. En el diseño del hormigón armado (reforzado), el peso unitario de la combinación del concreto con la armadura normalmente se considera 2400 kg/m³ (150 lb/ft³).

Dependiendo de las proporciones de cada uno de sus constituyentes existen varios tipos de hormigones. Se considera hormigón pesado aquel que posee una densidad de más de 3200 kg/m³, debido al empleo de agregados densos (empleado protección contra las radiaciones), el hormigón normal, empleado en estructuras, que posee una densidad de 2200 kg/m³, y el hormigón ligero, con densidades de 1800 kg/m³.

La principal característica estructural del hormigón es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), y por este motivo es habitual usarlo asociado a ciertas armaduras de acero, recibiendo en este caso la denominación de hormigón armado, o concreto pre reforzado en algunos lugares. Este conjunto se comporta muy favorablemente ante las diversas solicitaciones o esfuerzos mencionados anteriormente. Cuando se proyecta una estructura de hormigón armado se establecen las dimensiones de los elementos, el tipo de hormigón, los aditivos y el acero que hay que colocar en función de los esfuerzos que deberá soportar y de las condiciones ambientales a que estará expuesto.

1.1. Características y comportamiento del hormigón

El hormigón es el material resultante de unir áridos con la pasta que se obtiene al añadir agua a un conglomerante. El conglomerante puede ser cualquiera, pero cuando nos referimos a hormigón, generalmente es un cemento artificial. Los áridos proceden de la desintegración o trituración, natural o artificial de rocas y, según la naturaleza de las mismas, reciben el nombre de áridos silíceos, calizos, graníticos, etc. El árido cuyo tamaño sea superior a 5 mm se llama árido grueso o grava, mientras que el inferior a 5 mm se llama árido fino o arena. El tamaño de la grava influye en las propiedades mecánicas del hormigón.

La pasta formada por cemento y agua es la que confiere al hormigón su fraguado y endurecimiento, mientras que el árido es un material inerte sin participación directa en el fraguado y endurecimiento del hormigón. El cemento se hidrata en contacto con el agua, iniciándose diversas reacciones químicas de hidratación que lo convierten en una pasta maleable con buenas propiedades adherentes, que en el transcurso de unas horas, derivan en el fraguado y endurecimiento progresivo de la mezcla, obteniéndose un material de consistencia pétrea.

Una característica importante del hormigón es poder adoptar formas distintas, a voluntad del proyectista. Al colocarse en obra es una masa plástica que permite rellenar un molde, previamente construido con una forma establecida, que recibe el nombre de encofrado.

Características Mecánicas: La principal característica estructural del hormigón es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las solicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas. Para determinar la resistencia se preparan ensayos mecánicos (ensayos de rotura) sobre probetas de hormigón.

Para superar este inconveniente, se "arma" el hormigón introduciendo barras de acero, conocido como hormigón armado, o concreto reforzado, permitiendo soportar los esfuerzos cortantes y de tracción con las barras de acero. Es usual, además, disponer barras de acero reforzando zonas o elementos fundamentalmente comprimidos, como es el caso de los pilares.

Así, introduciendo antes del fraguado alambres de alta resistencia tensados en el hormigón, este queda comprimido al fraguar, con lo cual las tracciones que surgirían para resistir las acciones externas se convierten en descompresiones de las partes previamente comprimidas, resultando muy ventajoso en muchos casos. Para el pretensado se utilizan aceros de muy alto límite elástico, dado que el fenómeno denominado fluencia lenta anularía las ventajas del pretensado. Posteriormente se investigó la conveniencia de introducir tensiones en el acero de manera deliberada y previa al fraguado del hormigón de la pieza estructural, desarrollándose las técnicas del hormigón pretensado y el hormigón potenzado.

Los aditivos permiten obtener hormigones de alta resistencia; la inclusión de monómeros y adiciones para hormigón aportan múltiples mejoras en las propiedades del hormigón.

Cuando se proyecta un elemento de hormigón armado se establecen las dimensiones, el tipo de hormigón, la cantidad, calidad, aditivos, adiciones y disposición del acero que hay que aportar en función los esfuerzos que deberá resistir cada elemento. Un diseño racional, la adecuada dosificación, mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado, hacen del hormigón un material idóneo para ser utilizado en construcción, por ser resistente, durable, incombustible, casi impermeable, y requerir escaso mantenimiento. Como puede ser moldeado fácilmente en amplia variedad de formas y adquirir variadas texturas y colores, se utiliza en multitud de aplicaciones.

Características Físicas: Las principales características físicas del hormigón, en valores aproximados, son.

- 1 densidad: en torno a 2350 kg/m^3
- 2 Resistencia a compresión: de 150 a 500 kg/cm^2 (15 a 50 MPa) para el hormigón ordinario. Existen 3 hormigones especiales de alta resistencia que alcanzan hasta 2000 kg/cm^2 (200 MPa).
- 3 Resistencia a tracción: proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.
- 4 tiempo de fraguado: dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.
- 5 tiempo de endurecimiento: progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.

De 24 a 48 horas, adquiere la mitad de la resistencia máxima; en una semana $3/4$ partes, y en 4 semanas prácticamente la resistencia total de cálculo.

- 6 Dado que el hormigón se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues tienen parecido coeficiente de dilatación térmico, resulta muy útil su uso simultáneo en obras de construcción; además, el hormigón protege al acero de la oxidación al recubrirlo.

Fraguado y Endurecimiento: La pasta del hormigón se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los áridos. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua.

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del hormigón. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provoquen el endurecimiento de la masa y que se caractericen por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo.

Resistencia: En el proyecto previo de los elementos, la resistencia característica del hormigón es aquella que se adopta en todos los cálculos como resistencia a compresión del mismo, y dando por hecho que el hormigón que se ejecutará resistirá ese valor, se dimensionan las medidas de todos los elementos estructurales.

La resistencia característica de proyecto establece por tanto el límite inferior, debiendo cumplirse que cada amasada de hormigón colocada tenga esa resistencia como mínimo.

En la práctica, en la obra se realizan ensayos estadísticos de resistencias de los hormigones que se colocan y el 95 % de los mismos debe ser superior a la resistencia característica del proyecto.

La resistencia del hormigón a compresión se obtiene en ensayos de rotura por compresión de probetas cilíndricas normalizadas realizados a los 28 días de edad y fabricadas con las mismas amasadas puestas en obra. Se recomienda utilizar la siguiente serie de resistencias características a compresión a 28 días (medidas en Newton/mm^2): 20; 25; 30, 35; 40; 45 y 50. Por ello, las plantas de fabricación de hormigón suministran habitualmente hormigones que garantizan estas resistencias.

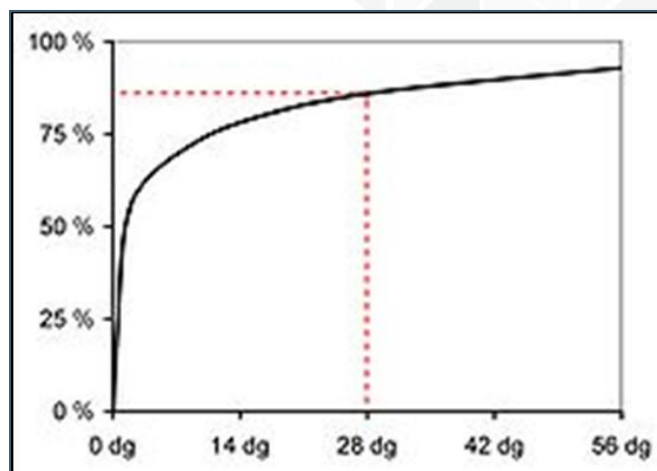


Diagrama indicativo de la resistencia (en %) que adquiere el hormigón a los 14, 28, 42 y 56 días.

Evolución de la Resistencia a compresión de un Hormigón					
Edad del hormigón en días	3	7	28	90	360
Resistencia a compresión	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35

Nota: Datos basados en Cemento Portland Normal

Consistencia del Hormigón: La consistencia es la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse y consiguientemente para ocupar todos los huecos del molde o encofrado. Influyen en ella distintos factores, especialmente la cantidad de agua de amasado, pero también el tamaño máximo del árido, la forma de los áridos y su granulometría.

La consistencia se fija antes de la puesta en obra, analizando cual es la más adecuada para la colocación según los medios que se dispone de compactación. Se trata de un parámetro fundamental en el hormigón fresco.

Entre los ensayos que existen para determinar la consistencia, el más empleado es el cono de Abrams. Consiste en llenar con hormigón fresco un molde troncocónico de 30 cm de altura. La pérdida de altura que se produce cuando se retira el molde, es la medida que define la consistencia.

Los hormigones se clasifican por su consistencia en secos, plásticos, blandos y fluidos tal como se indica en la tabla siguiente:

Consistencia de los Hormigones Frescos		
Consistencia	Asiento en cono de Abrams (cm)	Compactación
Seca	0-2	Vibrado
Plástica	3-5	Vibrado
Blanda	6-9	Picado con barra
Fluida	10-15	Picado con barra
Líquida	16-20	Picado con barra

Durabilidad del Hormigón: Se define como la capacidad para comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas y químicas agresivas a lo largo de la vida útil de la estructura protegiendo también las armaduras y elementos metálicos embebidos en su interior.

Por tanto, no solo hay que considerar los efectos provocados por las cargas y solicitaciones, sino también las condiciones físicas y químicas a las que se expone. Por ello se considera el tipo de ambiente en que se va a encontrar la estructura y que puede afectar a la corrosión de las armaduras, ambientes químicos agresivos, zonas afectadas por ciclos de hielo-deshielo, etc.

Para garantizar la durabilidad del hormigón y la protección de las armaduras frente a la corrosión es importante realizar un hormigón con una permeabilidad reducida, realizando una mezcla con una relación agua/cemento baja, una compactación idónea, un peso en cemento adecuado y la hidratación suficiente de éste añadiendo agua de curado para completarlo. De esta forma se consigue que haya los menos poros posibles y una red capilar interna poco comunicada y así se reducen los ataques al hormigón.

En los casos de existencia de sulfatos en el terreno o de agua de mar se deben emplear cementos especiales. Para prevenir la corrosión de armaduras hay que cuidar el recubrimiento mínimo de las mismas.

Tipos de Hormigón: Los hormigones están tipificados según el siguiente formato siendo necesario referirse de esta forma en los planos y demás documentos de proyecto, así como en la fabricación y puesta en obra.

- T:** Se denominará HM cuando sea hormigón en masa, HA cuando sea hormigón armado y HP cuando sea hormigón pretensado.
- R:** Resistencia característica del hormigón expresada en N/mm².
- C:** Letra inicial del tipo de consistencia: S Seca, P plástica, B Blanda, F Fluida y L Líquida.

TM: Tamaño máximo del árido expresado en milímetros.

A: Designación del ambiente a que estará expuesto el hormigón.

TIPOS DE HORMIGÓN	
Hormigón ordinario	También se suele referir a él denominándolo simplemente hormigón. Es el material obtenido al mezclar cemento portland, agua y áridos de varios tamaños, superiores e inferiores a 5 mm, es decir, con grava y arena.
Hormigón en masa	Es el hormigón que no contiene en su interior armaduras de acero. Este hormigón solo es apto para resistir esfuerzos de compresión.
Hormigón armado	Es el hormigón que en su interior tiene armaduras de acero, debidamente calculadas y situadas. Este hormigón es apto para resistir esfuerzos de compresión y tracción. Los esfuerzos de tracción los resisten las armaduras de acero. Es el hormigón más habitual.
Hormigón pretensado	Es el hormigón que tiene en su interior una armadura de acero especial tensionadas a la tracción posteriormente al vertido del hormigón. Puede ser pretensado si la armadura se ha tensado antes de colocar el hormigón fresco.
Hormigón potenzado	Es el hormigón que tiene en su interior una armadura de acero especial sometida a tracción. El tensado de la armadura es posterior al fraguado y endurecido del hormigón, anclando con posterioridad las armaduras al hormigón.
Hormigón autocompactante	Es el hormigón que como consecuencia de una dosificación estudiada y del empleo de aditivos superplastificantes específicos, se compacta por la acción de su propio peso, sin necesidad de energía de vibración ni de cualquier otro método de compactación. Se usa en hormigones a la vista, en elementos de geometría complicadas, espesores delgados o con armados densos, que dificultan el vibrado.

TIPOS DE HORMIGÓN (Continuación)	
Mortero	Es una mezcla de cemento, agua y arena (árido fino), es decir, un hormigón normal sin árido grueso.
Hormigón ciclópeo	Es el hormigón que tiene embebidos en su interior grandes piedras de dimensión no inferior a 30 cm.
Hormigón sin finos	Es aquel que solo tiene árido grueso, es decir, no tiene arena (árido menor de 5 mm).
Hormigón aireado o celular	Se obtiene incorporando a la mezcla aire u otros gases derivados de reacciones químicas, resultando un hormigón baja densidad.
Hormigón de alta densidad	Fabricados con áridos de densidades superiores a los habituales (normalmente barita, magnetita, hematita...) El hormigón pesado se utiliza para blindar estructuras y proteger frente a la radiación.

Componentes del Hormigón: El hormigón (del latín formica, 'moldeado, conformado') o, en América, concreto (del inglés concrete, a su vez del latín concrētus, 'agregado, condensado') es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por:

CEMENTO: Los cementos son productos que amasados con agua fraguan y endurecen formándose nuevos compuestos resultantes de reacciones de hidratación que son estables tanto al aire como sumergidos en agua. Hay varios tipos de cementos; las propiedades de cada uno de ellos están íntimamente asociadas a la composición química de sus componentes iniciales, que se expresa en forma de sus óxidos, y que según cuales sean formaran compuestos resultantes distintos en las reacciones de hidratación. Cada tipo de cemento está indicado para unos usos determinados; también las condiciones ambientales determinan el tipo y clase del cemento afectando a la durabilidad de los hormigones.

ÁRIDOS: Los áridos (Arena y Grava) deben poseer por lo menos la misma resistencia y durabilidad que se exija al hormigón. No se deben emplear calizas blandas, feldespatos, yesos, piritas o rocas friables o porosas. Para la durabilidad en medios agresivos serán mejores los áridos silíceos, los procedentes de la trituración de rocas volcánicas o los de calizas sanas y densas. El árido que tiene mayor responsabilidad en el conjunto es la arena. No es posible hacer un buen hormigón sin una buena arena. Las mejores arenas son las de río, que normalmente son cuarzo puro, por lo que aseguran su resistencia y durabilidad (Jiménez Montoya).

AGUA: El agua de amasado interviene en las reacciones de hidratación del cemento. La cantidad de la misma debe ser la estricta necesaria, pues la sobrante que no interviene en la hidratación del cemento se evaporará y creará huecos en el hormigón disminuyendo la resistencia del mismo. Puede estimarse que cada litro de agua de amasado de exceso supone anular dos kilos de cemento en la mezcla.

Sin embargo, una reducción excesiva de agua originaría una mezcla seca, poco manejable y muy difícil de colocar en obra. Por ello es un dato muy importante fijar adecuadamente la cantidad de agua. Las características del agua para el hormigón deben ser evaluadas para que no produzca reacciones adversas en la mezcla, es por ello que se debe realizar análisis físico-químicos para garantizar su calidad. En la práctica un indicador simple es la potabilidad del agua, con ello podemos determinar si el agua es adecuada para su uso en la mezcla o no.

OTROS COMPONENTES: Los componentes básicos del hormigón son cemento, agua y áridos; otros componentes minoritarios que se pueden incorporar son: adiciones, aditivos, fibras, cargas y pigmentos. Pueden utilizarse como componentes del hormigón los aditivos (Por ejemplo, Acelerantes o Retardantes de Fraguado) y adiciones, siempre que, mediante los oportunos ensayos, se justifique que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin

perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de las armaduras.

1.2. Características y Propiedades del Hierro y Acero

El hierro o fierro es un elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe (del latín *fĕrrum*)¹ y tiene una masa atómica de 55,6.

Este metal de transición es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, entre los metales, solo el aluminio es más abundante; y es el primero más abundante en masa planetaria, debido a que el planeta en su núcleo, se concentra la mayor masa de hierro nativo equivalente a un 70 %. El núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel en forma metálica, generando al moverse un campo magnético. Ha sido históricamente muy importante, y un período de la historia recibe el nombre de Edad de Hierro.

Es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica. Es extremadamente duro y denso. Se encuentra en la naturaleza formando parte de numerosos minerales, entre ellos muchos óxidos, y raramente se encuentra libre. Para obtener hierro en estado elemental, los óxidos se reducen con carbono y luego es sometido a un proceso de refinado para eliminar las impurezas presentes.

El hierro es el metal duro más usado, con el 95 % en peso de la producción mundial de metal. El hierro puro (pureza a partir de 99,5 %) no tiene demasiadas aplicaciones, salvo excepciones para utilizar su potencial magnético. El hierro tiene su gran aplicación para formar los productos siderúrgicos, utilizando éste como elemento matriz para alojar otros elementos aleantes tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material. Se considera que una aleación de hierro es acero si contiene menos de un 2,1 % de carbono; si el porcentaje es mayor, recibe el nombre de fundición.

El acero es indispensable debido a su bajo precio y tenacidad, especialmente en automóviles, barcos y componentes estructurales de edificios y construcciones en general.

El hierro es uno de los materiales más utilizados en el mundo de la construcción, aunque, para obtenerlo, antes hay que refinarlo, fundirlo y darle forma. Otra posibilidad es alearlo con carbono, lo que nos da el acero. El proceso de aleación y venta de acero es similar al del hierro, un material muy polivalente.

Vigas, columnas, estribos, tubos, placas, chapas o láminas son algunos de los usos más habituales que podemos dar al hierro en la construcción. El hecho de encontrarnos ante un material tan maleable como el hierro nos permite disfrutar de diferentes objetos o herramientas, a los que se pueden dar diferentes formas y grados de dureza.

Otros de los usos más frecuentes del hierro, como material de construcción, son las aleaciones. En especial, los aceros estructurales. Estos aceros son unos elementos esenciales a la hora de levantar un edificio. Necesitarás una cantidad muy grande para construirlo y, a partir del hierro puro, se pueden desarrollar aleaciones como el acero. También se le pueden añadir cromo, níquel u otros minerales. Algunos de los usos del hierro en la construcción:

- 1 Vigas
- 2 Columnas
- 3 Placas
- 4 Estribos
- 5 Tubos
- 6 Chapas

Pero también se le da mucho uso en otros sectores como el de automóvil, el sector naval o para la construcción de aviones, ya que en estos sectores también se usa en grandes cantidades.

Las varillas de hierro son un tipo de hierro forjado utilizado en la construcción pesada, sobre todo en hormigón armado, aunque también son usadas en huertas para la sujeción a ellas de las plantas evitando su caída como los tomates.

Las varillas de hierro para la construcción de acero de sección redonda con superficie estriada que facilita su adherencia al concreto al utilizarse en la industria de la construcción. Se fabrican cumpliendo estrictamente las especificaciones que señalan el límite de fluencia, resistencia a la tracción y su alargamiento. También se señalan en las especificaciones las dimensiones y tolerancias.

Las varillas de hierro para construcción se identifican por su diámetro generalmente circular, que puede ir desde los 0,1 metros a los 12 metros de largo dándole la forma que el cliente desee.

Las varillas de hierro son usadas en la construcción de vigas, trabes, losas aligeradas de claros cortos, dalas, elementos prefabricados, postes de concreto, acero adicional para viguetas, estribos, refuerzo de muros y tubería de concreto.

La viga es un elemento central en gran parte de las construcciones, que ocupa muchas conversaciones de constructores y arquitectos. Conforman, junto a pilares y otros elementos, el esqueleto de las edificaciones. Su papel es sostener y repartir la carga entre diferentes apoyos, neutralizando empujes y posibles torsiones sobre los mismos.

Su función es clave: regular las cargas del edificio y soportar el peso tanto de los materiales como del generado por el uso (personas, mobiliario, etc.). La carga que reciben y reparten provoca tensiones que alcanzan los máximos en los puntos críticos estructurales, como puede ser la parte inferior de la construcción. Para evitar la torsión de las vigas es elemento es necesario que estas

cuenten con refuerzo extra o un buen comportamiento mecánico en puntos críticos como la unión viga-pilar. Es por esto que tradicionalmente se usan vigas de hierro o vigas de acero.

Los perfiles estructurales de hierro son perfectos cuando se va a generar una tensión alta debida a grandes cargas y, por tanto, se necesita un material con rigidez en su capacidad de carga, pero, a su vez, con cierta flexibilidad. Se utilizan no solo en vigas, también en pilares, paneles prefabricados y forjados.

- Perfil IPN:** También laminado en caliente, su sección es forma de doble T. Es muy usado para pilares, soportes y dinteles.
- Perfil UPN:** Lo más frecuente es utilizar este perfil para vigas y viguetas, columnas, cerchas y canales. Su sección tiene forma de U.
- Perfil IPE:** Laminado en caliente, su sección tiene forma de H. Se pueden considerar sus variantes el perfil IPN, el perfil IPE o los perfiles HE.
- Perfil HEB:** De alas anchas y largas laminadas en caliente, con sección en forma de H.
- Perfil HEA:** De más ligereza que el perfil HEB, sirven para refuerzos, pilares, soportes, estructuras para escaleras.
- Perfil HEM:** Es una versión pesada y reforzada de la anterior, también con sección en forma de H.

IPN	UPN	IPE	HEA	HEB	HEM
					

Figura1

HIERRO CONSTRUCCIÓN



Figura2

CORRUGADO	
Diámetro en mm	Peso K/m
6	0,23
8	0,41
10	0,64
12	0,92
16	1,63
20	2,55
25	3,98

TIPOS DE VIGAS DE HIERRO

Pilares: Son vigas que sostienen el peso superior de la edificación, pero también cimienta la parte inferior. Se perciben como columnas. Si quedan a la vista en la parte de fuera de la construcción interior, pasan a ser columnas.

Vigueta: Son las vigas que soportan el peso del techo y el suelo, sirviendo de cimiento para el piso superior. Se colocan muy cerca una de las otras, y suelen ubicarse en el exterior del edificio.

Dinteles: Su papel es sostener el vacío en puertas, ventanas o pórticos, por lo que se colocan en la parte superior de las aberturas de ciertas paredes.

Largueros: Son los cimientos de las construcciones como viaductos, acueductos o soterramientos. Su misión es soportar cargas concentradas en puntos aislados a lo largo de su longitud. También se conocen como travesaños.

Armaduras: Se les conoce también como puntales, se crean a partir de la unión de dos vigas. El ángulo suele ser de 90 grados, aunque puede cambiar.

Vigas de tímpano: Son las que soportan las paredes exteriores de un edificio y también arte del techo en el caso de los pasillos.

El acero corrugado, varilla corrugada o tetracero es una clase de acero laminado diseñado especialmente para construir elementos estructurales de hormigón armado. Se trata de barras de acero que presentan resaltos o corrugas que mejoran la adherencia con el hormigón, y poseen una gran ductilidad, la cual permite que las barras se puedan cortar y doblar con mayor facilidad.

Se llama armadura a un conjunto de barras de acero corrugado que forman un conjunto funcionalmente homogéneo, es decir, que trabajan conjuntamente para resistir cierto tipo de esfuerzo en combinación con el hormigón. Las armaduras también pueden cumplir una función de montaje o constructiva, y también se utilizan para evitar la figuración del hormigón.

1.3. Bloqueo de Acceso a Calles de Producción en Reparación

Durante las operaciones de reparación de calles de producción se requiere que el área este despejada, limpia y con todos sus accesos controlados de manera que sólo acceda personal y equipo que está siendo utilizado en la reparación. Tanto el personal como los equipos de trabajo e instalaciones, requieren que se controle el peligro a los que se está expuesto, debido al posible evento por los numerosos riesgos asociados.

Por esta razón, es vital adoptar las medidas adecuadas para garantizar un entorno laboral seguro para los trabajadores encargados de realizar dichas tareas, así como para el resto de las personas afectadas en el área de trabajo, con el fin de minimizar los accidentes laborales. Existen diversos métodos de protección y procedimientos para la realización de los trabajos, por lo que se deben considerar los siguientes aspectos:

- 1 Bloqueo de Energía en Equipos Considerados acorde a procedimiento de Aislamiento y bloqueo, específico por Energía y Equipo involucrado.
- 2 Bloqueos Perimetrales en labores de acceso a áreas en reparación.

Resguardos y almacenamiento temporal (transito) de insumos y materiales: El trabajo en el interior del estrato rocoso a profundidad requiere un tipo de infraestructura especial: una red de pozos, galerías y cámaras conectados con la superficie que permitan el movimiento de los trabajadores, las máquinas y el mineral dentro de la mina. Las labores de acceso hacia el interior y las galerías laterales que conectan con la frente de explotación (Rampa interna y galerías que conecta los niveles subterráneos a distintas cotas o profundidades). Las galerías deben disponer de servicios tales como ventilación y aire fresco, electricidad, agua y aire comprimido, desagües y bombas para el agua subterránea que se deben retirar para realizar los procesos de producción sin que estas afecten las labores adyacentes.

Por tanto, el área de resguardo de los elementos de trabajo debe contar con los servicios adecuados u plataformas que permitan disponer de materiales en tránsito que no sean afectados por el entorno ambiental, debidamente separados para un fácil acceso y manipulación. Se debe considerar

los espacios necesarios incluida disposición de los equipos requeridos, en relación con la preparación del hormigón.

Control de Energías: En la actualidad, se utilizan muchos tipos de energía según la tecnología utilizada, entre otras podemos encontrar: hidráulica, eólica, química, térmica, neumática, eléctrica, mecánica, gravitacional, potencial y nuclear. Estas son casi siempre la fuente principal para los procesos, pero en dichos procesos se pueden transformar en: energía potencial, eléctrica, cinética, mecánica, neumática, calórica, luminosa etc. El principal riesgo con la energía es que no la vemos excepto cuando se transforma o cuando hacemos parte de ella. Al liberarse esa energía y de forma no controlada, es cuando se producen los accidentes y sus consecuencias varían según la capacidad de esta en ese preciso momento.

Es por lo anterior es necesario que, para trabajos con energías peligrosas, se requiere de pautas y criterios para que se puedan identificar, evaluar y controlar los riesgos, además administrar de forma proactiva y eficaz la prevención de accidentes con todo tipo de energías. Busca, además de controlar las pérdidas y reducir las lesiones causadas por liberación de energías acumuladas, promover actitudes positivas de seguridad y de salud, estimulando la cooperación y participación de todos los trabajadores implicados en este tipo de actividades. Para esto es necesario plantearse lo siguiente:

- 1 Comprender los conceptos de trabajo con energías peligrosas.
- 2 Identificar las tareas, los lugares y equipos, donde se requieren de este tipo de prácticas seguras.
- 3 Describir los procedimientos de un programa de seguridad para trabajo con energías peligrosas.
- 4 Analizar y aplicar el procedimiento de aislamiento de energía, bloqueo y etiquetado en los procedimientos en los cuales se requiere.
- 5 Verificar que los requerimientos se cumplan totalmente.

De acuerdo con el tipo de energía involucrada es necesario considerar lo siguiente:

Aislar: Es la acción de dejar sin energías un equipo o instalación, antes de que este sea bloqueado para ser intervenido en forma segura. Esta debe hacerse efectiva en la(s) fuente(s) y/o aguas arriba del equipo o sistema a controlar asegurando su aislamiento energético total.

Bloquear: Es la acción de asegurar el aislamiento, con un dispositivo propio al equipo o anexo a éste, con el objetivo de que las energías de operación y/o residuales no puedan liberarse fuera del control del personal que efectúa la revisión, mantención y/o reparación del equipo o instalación.

Energía Residual: Los equipos luego de ser aislados de su fuente pueden contener energía almacenada y esta se debe controlar para evitar su liberación accidentalmente. Pueden liberarse (durante los trabajos) sin control, produciendo daño a las personas. Estas pueden ser energías:

- 1 eléctrica.
- 2 Cinética.

- 3 Hidráulica.
- 4 Neumática.
- 5 Química.
- 6 Térmica.
- 7 Radiante.

Bloqueo Mecánico: Dispositivo a ser usado en equipos con sistemas de rodado y tracción automotor, susceptible de movimiento, de desplazamiento y/o giro, independiente de su sistema de energización. Estos requieren de uso de sistemas de acuñamiento y/o inmovilización con soportes, pasadores o barras.

Cierre Perimetral: Dispositivos usado para evitar acceso a personas u equipos ajenos a la operación que se realiza, usando loros vivos (control por personal con medio reflexivos y señalizadores para impedir acceso de personas o equipos) o muertos (Barreras y/o Conos apoyados con señalización, dispuesto para no permitir el acceso al área de trabajo).

Repaso de Conceptos Claves

HORMIGÓN

Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

CALLES DE PRODUCCIÓN

Galería de tráfico y vaciado de mineral (Palas LHD).

BLOQUEOS

Dejar sin energías un equipo o instalación, asegurar el aislamiento, con un dispositivo propio al equipo o anexo, con el objetivo de que las energías de operación no puedan liberarse fuera del control del personal del personal que interviene.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



Actividad 1: Descripción de condiciones básicas de resguardo de materiales en calle de producción sujeta a reparación.

- **Estrategia Metodológica**
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo de taller	

1. Objetivo

Describe como se resguardan los materiales antes de ser hormigonados para reparar calles según procedimiento.

2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Ficha de Trabajo.
- Apoyo con video.
- Imágenes.



3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realizan lo siguiente: Identificar las mejores condiciones para almacenamiento de elementos, accesorios y medios de protección en el trabajo de Hormigonado de Pilares de Calles de Producción.</p> <p>Forman grupos de trabajo, con el número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p>Explicar y señalar los requerimientos de materiales en sector de Calles de Producción y de las medidas de protección necesarias en su desarrollo.</p> <p>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Leer y comentar ficha descriptiva, consensuar e indicar primero las características de Área y sus condiciones de protección para los materiales a almacenar en el periodo de trabajo. b) Listar en Hoja de Trabajo, las características necesarias del área seleccionada para el almacenamiento temporal de materiales e insumos. c) Listar en Hoja de Trabajo, las medidas de precaución respecto de la disposición de los elementos. <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participantes entregan sus observaciones respecto de los listados requeridos.
Duración	45 minutos

4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas. Actividad de cierre y reflexión final en relación con los resultados obtenidos:

2. Secuencia y Parámetros Operacionales

Aprendizaje esperado: Comprender el comportamiento de hormigón en reparación de calles según procedimiento.

Conceptos Claves

DOSIBILIDAD

Es la facilidad del hormigón fresco para ser transportado, colocado y compactado sin que se produzca segregación.

SEGREGACIÓN

Separación de los componentes del hormigón ya amasados, pierde uniformidad.

EXUDACIÓN

Parte del agua de amasado tiende a subir a la superficie del hormigón ya colocado y compactado, debido a la sedimentación de los gruesos.

Introducción

Se debe tener en cuenta que el hormigón en su condición plástica sufre deformaciones y desplazamientos, hasta destinarlo a su punto final. Un buen equilibrio entre la fuerza de inercia que tiende a separar los componentes del hormigón y las fuerzas que tratan de mantenerlos unidos se logra con una adecuada trabajabilidad, otorgándole al hormigón buena fluidez y consistencia, a través de una dosificación bien estudiada.

2.1. Secuencia de trabajo con el hormigón

Se deben tener en cuenta la Posibilidad, segregación y exudación durante todo el proceso de uso del hormigón, considerando lo siguiente:

- 1 almacenamiento de los materiales
- 2 fabricación del hormigón
- 3 transporte del hormigón
- 4 ejecución del hormigón
- 5 Curado del hormigón

Fabricación del Hormigón: En la etapa de fabricación del hormigón, se miden los materiales constituyentes y luego se mezclan hasta formar una masa homogénea.

Se debe dosificar, determinando las proporciones en que deben combinarse los materiales componentes, de manera de obtener las condiciones previstas para el hormigón, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- a) Tipo de Cemento.
- b) Razón Agua/Cemento.
- c) Tamaño máximo.
- d) Fluidez.
- e) Consistencia.
- f) Uso de aditivos.

El amasado del hormigón consiste en someter a un proceso de mezcla y homogeneidad, el cual se efectúa por amasado en una botonera (hormigonera), debiendo ser uniforme y dócil, para lo cual existen equipos de eje vertical, horizontal e inclinada, se diferencian por la inclinación de su eje de giro, capacidad y forma de vaciado.

Los 5 componentes básicos del hormigón se miden separadamente. Para asegurarse que estén combinados en una mezcla homogénea se requiere de esfuerzo y cuidado. La secuencia de carga de los ingredientes en la mezcladora representa un papel importante en la uniformidad del producto terminado. Sin embargo, se puede variar esa secuencia y aun así producir hormigón de calidad. Las diferentes secuencias requieren ajustes en el tiempo de adicionamiento de agua, en el número total de revoluciones del tambor de la mezcladora, y en la velocidad de revolución. El orden de carguío en la hormigonera es:

- 1 Mitad grava y 1/3 agua.
- 2 Gravilla, arena y cemento.
- 3 Mitad grava resto del agua.

La mejor práctica, recomienda:

- 1 $\frac{3}{4}$ partes de agua.
- 2 Grava, gravilla, cemento arena, en ese orden.
- 3 El resto del agua necesario para llegar a docilidad deseada, con los aditivos correspondientes.

Una vez incorporados todos los materiales se debe revolver como mínimo durante 1 ½ min. La betonera debe limpiarse al término de cada jornada de trabajo, y deben efectuarse revisiones periódicas en particular a las paletas. Otros factores importantes:

- a) Tamaño de la amasada en la relación al tamaño del tambor de la mezcladora.
- b) El tiempo transcurrido entre la medición de los componentes y el mezclado.
- c) El diseño, la configuración y el estado del tambor mezclador y las paletas.

Transporte del Hormigón: El hormigón elaborado debe ser transportado lo más velozmente posible desde la hormigonera a la obra. El transporte deberá efectuarse en el tiempo, con los equipos y procedimientos adecuados para mantener su homogeneidad y características, desde el lugar de fabricación hasta el lugar de colocación final, incluyendo su vaciado.

TIEMPO DE TRANSPORTE	
LUGAR	TIEMPO
En la Obra	½ Hora
Hormigón Pre Mezclado	2 Horas

Estos tiempos pueden aumentarse si se usan aditivos especiales, de tal forma que el hormigón mantenga la docilidad especificada sin agregar más agua.

Emplear medios de transporte que garanticen el abastecimiento necesario para la velocidad de hormigonado.

El hormigón podrá ser transportado en camión agitador o tipo tolva.

El hormigón transportado deberá protegerse adecuadamente del clima, lluvias, viento, heladas entiendo frío y tº elevadas a 30 °C.

Al llegar a la obra, se debe controlar el parte de entrega y la calidad al menos de las primeras cargas.

Si el hormigón es transportado por camión agitador, es necesario que éste sea mezclado al momento del arribo por 1-2 minutos antes de ser descargado, sobre todo cuando se trata de hormigones con aditivo incorporado de aire.

El agregar agua suplementaria debe ser evitado en la medida de lo posible, dado que ésta última está fuera de control y no se distribuye en modo óptimo.

De todos modos, si el responsable de los trabajos considera absolutamente necesario hacerlo, este hecho deberá ser mencionado en el remito de entrega.

El agregado de agua no se debe realizar bajo ningún punto de vista en vehículos no aptos para el mezclado.

Ejecución del hormigón: Comprende una serie de operaciones sucesivas que deben ser ejecutadas en el elemento a hormigonear.

- a) Preparación Previa
- b) Colocación del hormigón: tiempo de frío, caluroso y lluvioso
- c) Compactación del hormigón
- d) Tratamiento de la superficie final.

La preparación previa debe considerar:

- a) Verificar que todo el equipo sea el adecuado
- b) Limpiar y mojar el sitio de colocación
- c) Verificar la impermeabilidad de dicho sitio.

- d) Aplicar desmoldante en los moldajes.
- e) Controlar que armaduras y elementos afines estén de acuerdo a planos.
- f) Verificar moldajes.

En la colocación del hormigón se debe tener en cuenta:

- a) La colocación del hormigón debe ser con los equipos adecuados y mediante los procedimientos necesarios para mantener la homogeneidad del hormigón y asegurar el monolitismo de los elementos estructurales.
- b) El vaciado debe ser continuo y uniforme. Se deberá depositar tan cerca como sea posible de su posición final y a una velocidad tal que garantice siempre su estado plástico.
- c) El hormigón debe ser distribuido en forma ordenada y avanzando en capas de espesor compatible al equipo de compactación (no mayor a 50 cm), deben evitarse las “pegas frías”.
- d) La temperatura del hormigón deberá ser menor que 35 °C y menor que 16°C en elementos cuya menor dimensión sea mayor a 0.80 m.
- e) La temperatura del hormigón deberá ser mayor que 5°C.
- f) Para evitar la segregación, la altura de la caída no debería superar los 250 cm.

Repaso de Conceptos Claves

DOSIBILIDAD

Es la facilidad del hormigón fresco para ser transportado, colocado y compactado sin que se produzca segregación.

SEGREGACIÓN

Separación de los componentes del hormigón ya amasados, pierde uniformidad.

EXUDACIÓN

Parte del agua de amasado tiende a subir a la superficie del hormigón ya colocado y compactado, debido a la sedimentación de los gruesos.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad 2: Descripción de condiciones de preparación de hormigón en reparación de pisos en calle de producción.

- **Estrategia Metodológica**
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo de taller	

1 Objetivo

Identificar la secuencia en la preparación del hormigón para la reparación de Calles de Producción.

2 Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Video Explicativo de la secuencia de preparación del Hormigón.
- Ficha de trabajo para las observaciones y comentarios.

3 Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
-------	------------------

Inicio	<p>La actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realizan lo siguiente: Identificar las mejores condiciones para almacenamiento de elementos, accesorios y medios de protección en el trabajo de Hormigonado de Pilares de Calles de Producción.</p> <p>Forman grupos de trabajo, con el número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p>Explicar y señalar los requerimientos de materiales en sector de Calles de Producción y de las medidas de protección necesarias en su desarrollo.</p> <p>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Leer y comentar ficha descriptiva, consensuar e indicar primero las características de Área y sus condiciones de protección para los materiales a almacenar en el periodo de trabajo. b) Listar en Hoja de Trabajo, las características necesarias del área seleccionada para el almacenamiento temporal de materiales e insumos. c) Listar en Hoja de Trabajo, las medidas de precaución respecto de la disposición de los elementos. <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Término de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participantes entregan sus observaciones respecto de los listados requeridos.

4 Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

Actividad de cierre y reflexión final en relación con los resultados obtenidos:

3. Compactación del Hormigón

Aprendizaje esperado: Reconocer como se compacta el hormigón en la reparación de calles, según procedimiento.

Conceptos Claves

COMPACTACIÓN

Es el proceso mediante el cual se le elimina (aunque no totalmente) el contenido de burbujas de aire, con lo cual quedará una masa compacta.

CONSISTENCIA

La consistencia del hormigón fresco es el mayor o menor grado que tiene el hormigón fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los huecos del encofrado o molde donde se vierte.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN

Obtener la textura superficial especificada, la elección del sistema de compactación más adecuado depende de la docilidad del hormigón y de las condiciones particulares de la obra.

Introducción

La compactación del hormigón es un proceso mediante el cual se le elimina (aunque totalmente es muy difícil) a la masa el contenido de burbujas de aire, con lo cual quedará una masa compacta. Es un proceso muy importante, ya que un hormigón sin compactar tendría aproximadamente un contenido en coqueas y poros elevado, pudiendo llegar al 20% de su volumen. Para ver la importancia de este aire ocluido, valga como ejemplo decir que un 5% de aire ocluido equivale a una pérdida de resistencia del 20%.

En los soportes o elementos análogos hormigonados verticalmente, la resistencia de cálculo del hormigón deberá reducirse en un 10% para tener en cuenta la disminución de resistencia que se produce por efecto de la forma de puesta en obra y compactación del hormigón.

Las ventajas de hacer un hormigón muy compacto son las siguientes:

- 1 Mayores resistencias mecánicas.
- 2 Mayor impermeabilidad.
- 3 Mayor resistencia a los ataques de agentes externos.

El proceso de compactación deberá prolongarse junto a los fondos, parámetros de encofrados y especialmente en vértices y aristas.

Una vez extendido el hormigón, bien se haga en una sola capa o en varias, hay que proceder a su consolidación, la cual puede realizarse mediante diversos procedimientos, siempre adecuándose a la consistencia de la masa, como puede ser el apisonado, picado con barra, vibrado, compresión simultaneada con vibrado, etc.

El proceso debe prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie (transporte de finos hacia arriba). Debe recordarse que cada medio de compactación requiere unos tiempos determinados.

3.1. Sistema de Compactación

Obtener la máxima compacidad del hormigón, reduciendo la cantidad de huecos y eliminando aire atrapado. Se debe rellenar completamente el moldaje sin deformarlo y sin producir nidos de piedra. Rodear en forma continua las armaduras.

Obtener la textura superficial especificada, la elección del sistema de compactación más adecuado depende de la docilidad del hormigón y de las condiciones particulares de la obra.

Existen tres sistemas de compactación: picado, apisonado y vibrado. Cada sistema es adecuado para un tipo de consistencia:

TIPO DE CONSISTENCIA

- | | |
|---|----------|
| 1 | Seca |
| 2 | Plástica |
| 3 | Blanda |
| 4 | Fluida |

SISTEMA DE COMPACTACION

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Vibrado enérgico. |
| 2 | Vibrado |
| 3 | Apisonado |
| 4 | Picado con barra |

Apisonado: Aplicable con consistencias blandas. Espesor de las tongadas de 15 a 20 cts. Golpe repetido con pisón (varios tipos). En elementos de poco espesor, muy superficiales. Consiste en golpear repetidamente con un pisón sobre el hormigón. Importa más el número de golpes que la intensidad de los mismos.

Vibrado: Aplicable con consistencias plásticas, blandas o secas. Espesor de las tongadas de 50 a 60 cts. Método más adecuado a las estructuras. Facilita hormigones resistentes. Son más espesos. Menos mano de obra y tiempo de desencofrado. Efectos de reducción de aire de un 20% sin compactar, a un 2- 3% compactado.

Hay varios tipos de frecuencia, la usual es de 6000 ciclos. Hay vibradores internos, externos, superficiales.

TIPOS DE VIBRADORES

El vibrado es el método de compactación más adecuado para las estructuras de hormigón armado, al permitir una mejor calidad con ahorro de cemento y mano de obra, así como un desencofrado más rápido como consecuencia de emplear menos cantidad de agua de amasado.

La acción de los vibradores depende, entre otros factores, de su frecuencia de vibración:

- 1 Las bajas frecuencias (1500-2000 ciclos/min.) ponen en movimiento los áridos gruesos y necesitan mucha energía.
- 2 Las medias frecuencias (3000-6000 ciclos/min.) ponen en movimiento los áridos finos y requieren menos energía.
- 3 Las altas frecuencias (12000-20000 ciclos/min.) afectan al mortero más fino y requieren poca energía. Con ellas el mortero se vuelve líquido y ejerce el papel de lubricante, facilitando la colocación de los áridos en posición de máxima densidad.

Internos:

- 1 Disponen de un elemento vibrante llamado aguja, que es un cilindro metálico de 35 a 125 mm. De diámetro (suele ser de 50 mm.).
- 2 La frecuencia varía entre 3000 y 12000 ciclos por minuto, aunque durante el trabajo no debe ser inferior a 6000 ciclos/ minuto.
- 3 Introducir verticalmente atravesando las tongadas con un movimiento enérgico y de una sola vez.
- 4 NO TOCAR LAS ARMADURAS: es un grave error pensar que debemos poner en contacto el vibrador con la armadura para aumentar la vibración. Si la armadura se pone en vibración, expulsará todo lo que la rodea, y eso es negativo, ya que la armadura debe estar rodeada de partículas. Es muy difícil no tocarla. Una vez tocada, despegarse de ella y seguir vibrando cerca, nunca sacar el vibrador de la masa.
- 5 No desplazar el vibrador horizontalmente.
- 6 Retirarlo lentamente, a unos 10 cms. por segundo.
- 7 Distribuir los puntos según el radio de acción del vibrador (1 y este) con objeto de conseguir en toda la superficie una humectación brillante. Suele ser cada 40-60 cms.
- 8 Es mejor hacer muchos puntos y vibrar poco tiempo (entre 1-1,5 minutos) que, al revés, ya que la vibración será más uniforme.
- 9 Vibrar bien cerca de los encofrados, ya que en estas zonas suele quedar bastante aire acumulado.
- 10 Un mal vibrado suele producir exudación (ascenso del mortero más fino).

Externos

- 1 se acoplan a los moldes que suelen ser metálicos y muy rígidos, y estos transmiten las vibraciones al hormigón. No tiene presencia directa en la obra.
- 2 En piezas de pequeñas dimensiones.

- 3 Actúan sobre moldes o encofrados, fijados rígidamente a ellos.
- 4 Normalmente en prefabricación con hormigones secos.
- 5 El nivel del hormigón será superior al del vibrador unos 20 cms.
- 6 Se hará una distribución adecuada de los puntos vibrados.

Superficiales:

- 1 Disponen de una bandeja a la que está sujeto el vibrador, la cual se mueve por la superficie del hormigón hasta conseguir una humectación brillante en toda ella. Otras veces se trata de una viga o plataforma, más o menos pesada, sobre la que se montan uno o varios vibradores, con lo que se combina la vibración con el peso del conjunto.
- 2 Se emplean en pavimentos y soleras de hormigones plásticos.
- 3 Para elementos estructurales suele emplearse en placas y losas de poco espesor (hasta 15 o 20 cms.)
- 4 La frecuencia de estos vibradores oscila entre 2000 y 5000 ciclos por minuto.
- 5 Se logra acabado superficial. Adecuados en carreteras.
- 6 Acabado y actuación con maza.
- 7 Reglas vibrantes para pavimentos.
- 8 Hay vibradores de mesa.

Métodos Especiales De Compactación

CONSOLIDACIÓN POR INYECCIÓN

- . Colocar el árido grueso (bien limpio) en el encofrado.
- . Inyectar el mortero (muy plástico) a través de un tubo ranurado de. 20 mm.
- . Compacidad del árido grueso máxima posible.
- . El mortero tiene una plasticidad especial (es muy plástico).
- . Menores retracciones (grano- grano).
- . Técnicas especiales.
- . Algunas patentes conocidas: (prepakt-concrete).

CONSOLIDACIÓN POR VACIO

- . En el propio taller.
- . Hormigón con agua, fácil colocación.
- . Posterior aspiración con ventosas.
- . Filtros y bombas de vacío.
- . Hormigón final de baja A/C.
- . Más compacto.
- . No se fabrica en obra.

CONSOLIDACIÓN POR CENTRIFUGADO

- . Es el usado para fabricar tuberías.
- . La fuerza centrífuga desplaza el árido grueso exterior.
- . Las caras interiores quedan ricas en finos.
- . Favorece la impermeabilidad.

- . Dosificaciones altas.
- . Se fabrica con mucha agua y luego se centrifuga, así conseguimos que sea más sellado por dentro que por fuera. Por dentro es prácticamente hermético. El agua quedará hacia dentro y se escurrirá por gravedad verticalmente.

LA REVIBRACIÓN (MÉTODO EXPERIMENTAL)

- . Experimentos de laboratorio.
- . Una re vibración de hasta 2 horas favorece la eliminación de agua.
- . Si se realiza demasiado tarde puede perjudicar.
- . Tiene un alto coste de mano de obra.
- . Es un tema en investigación.

Conceptos Claves

COMPACTACIÓN

Es el proceso mediante el cual se le elimina (aunque no totalmente) el contenido de burbujas de aire, con lo cual quedará una masa compacta.

CONSISTENCIA

La consistencia del hormigón fresco es el mayor o menor grado que tiene el hormigón fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los huecos del encofrado o molde donde se vierte.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN

Obtener la textura superficial especificada, la elección del sistema de compactación más adecuado depende de la docilidad del hormigón y de las condiciones particulares de la obra.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad 3: Uso de equipos de compactación en la reparación de calles de producción con hormigón.



- **Estrategia Metodológica**
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	
Otros (especificar)	✓

1. Objetivo

Reconocer los sistemas de soldaduras como diferentes procesos de unión de piezas o elementos aplicando variadas técnicas que permiten dar soluciones de reparaciones

2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Equipo Compactador.
- Encofrado preparado con hormigón para su compactación.



3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realizan lo siguiente: Uso de Equipo compactador de alta frecuencia en radier preparado acorde a uso en reparación de calles de producción.</p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p>Explica los sistemas de soldadura, aplicaciones y ventajas</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Explican las condiciones y uso de equipo compactador. b) Realizar demostración práctica previa a uso de herramienta compactadora. c) Indicar forma y secuencia de uso del equipo compactador. d) Disponer que todo el personal realice la Práctica de la actividad. <p>Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones</p> <p>Termino de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participante realizan orden y limpieza del sector.
Duración de la actividad	60 minutos

4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas. Actividad de cierre y reflexión final en relación a los resultados obtenidos

4. Resultados de la Compactación

Aprendizaje esperado: Identificar el resultado de compactación de hormigón, según procedimiento.

Conceptos Claves

COMPACTACIÓN

Es el proceso mediante el cual se le elimina (aunque no totalmente) el contenido de burbujas de aire, con lo cual quedará una masa compacta.

CONSISTENCIA

La consistencia del hormigón fresco es el mayor o menor grado que tiene el hormigón fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los huecos del encofrado o molde donde se vierte.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN

Obtener la textura superficial especificada, la elección del sistema de compactación más adecuado depende de la docilidad del hormigón y de las condiciones particulares de la obra.

4.1 Las Variables en los Resultados de la Compactación

La Compacidad: Se podría definir como la cantidad de material sólido contenida en el conjunto de volumen de hormigón. En general, al ser un pseudosólido es prácticamente imposible obtener un hormigón completamente compacto. Con dosificaciones adecuadas y una compactación idónea debiera llegarse a compacidades del 97-98%. La compacidad normalmente gira en torno al 90%. La compacidad está muy ligada al peso específico, además, incide directamente en:

- 1 La resistencia.
- 2 La durabilidad.
- 3 La impermeabilidad.

El Curado: Para conseguir un buen hormigón con las propiedades deseadas, hay que curarlo en un ambiente adecuado después de ponerlo en obra y al menos durante los primeros días de su vida. La resistencia, estabilidad de volumen y durabilidad de un buen hormigón solo se logran si este se cura adecuadamente. Si las condiciones ambientales de humedad y temperatura son favorables no se requiere tomar precauciones especiales de curado.

El curado del hormigón tiene por finalidad impedir la pérdida de agua y controlar la temperatura del mismo durante el proceso inicial de hidratación de los componentes activos del cemento.

- . Es muy importante.
- . Tiene una influencia decisiva.

- . Si no empleamos agua apta para amasar, lo negativo del agua entra de una sola vez, mientras que, si lo hacemos en el curado, entra continuamente.
- . Su duración está condicionada por la humedad y temperatura del ambiente.
- . En cualquier caso, siempre. 7 días (con cementos de Alta Resistencia.....50%).
- . Lo ideal es que se prolongue hasta que la masa haya alcanzado el 70% de su resistencia, prolongándose este periodo para tiempo caluroso en un 50%.
- . El regado es mejor a la mañana que al final de la tarde. Esto se debe a que por la noche ya pierde bastante calor la masa, mientras que por el día es necesario regarla para rebajar su temperatura.

Los problemas que surgen debido a la pérdida de agua son:

- . Se crea una red capilar muy abundante que disminuye las resistencias mecánicas y químicas del hormigón.
- . Se produce una mala hidratación del conglomerante, lo cual provoca bajas resistencias mecánicas, sobre todo a tracción.
- . Se favorece el fenómeno de la retracción.
- . Se forman fisuras de afogado y polvo en la superficie de los elementos hormigonados.

Para compensar estas pérdidas de agua y permitir que se desarrollen nuevos procesos de hidratación con aumento de resistencias, el hormigón debe regarse con abundante agua, pero no antes de que haya endurecido lo suficiente, para no arrastrar la pasta. También se puede proteger las superficies hormigonadas con arpilleras humedecidas o telas de plástico. O también emplear productos de curado.

Regado Del Hormigón:

- . En las primeras horas del endurecimiento debe regarse a las horas de más calor, para evitar fisuraciones por retracción (afogado).
- . En los primeros 7 días debe regarse mañana y tarde.
- . Del 7º al 15º día, solo puede regarse por la mañana.
- . Hasta los 28 días debe seguirse el proceso de curado por riego, aunque ya con menos intensidad y frecuencia.
- . Cuanto más se riegue un hormigón, mucho mejor. Por ello, en el caso extremo, el riego por inmersión en agua es el más efectivo y tanto más cuanto más calor haga.
- . Se comprobará que la velocidad del agua no sea superior a los 3 m/s., para así evitar arrastrar el árido fino.

Acabados Superficiales: Una vez que se hayan desencofrado, si la masa no queda muy bien, se puede:

- . Reparar las coqueras o imperfecciones, siempre con mortero de mayor resistencia.
- . Si hay defectos importantes en zonas críticas hay que plantearse si demoler.
- . Las aristas son zonas que no suelen quedar muy bien por lo que se recomienda biselarlas disponiendo listones triangulares de madera llamados berenjenas.

- . Las desviaciones permitidas son: vertical (desplome): 6mm. /3m. (6m. en elementos destacados).
- . Cuidar las juntas de hormigonado.

Hormigonado En Tiempo Caluroso: Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso se adoptarán las medidas oportunas, sobre todo durante el transporte del hormigón, para contrarrestar el fuerte calor, ya que este puede provocar la evaporación del agua de amasado (con la consiguiente pérdida de resistencias), aceleraciones del tiempo de fraguado y fuertes retracciones (cuarteos en el elemento), y para reducir la temperatura de la masa. Precauciones:

- . Mantener la relación A/C. Interesan relaciones altas.
- . Hormigonear a media tarde.
- . Almacenar los áridos, el cemento y los encofrados protegidos del sol.
- . Enfriar el agua de amasado con hielo, y enfriar los áridos.
- . Agregar retardadores del fraguado.
- . Proteger la superficie del hormigón del soleamiento (por ejemplo, con un plástico y por encima con una capa de arena saturada de agua).
- . No se debe hormigonear con temperaturas superiores a 35°C., y si la temperatura ronda este límite, se regará continuamente el hormigón durante, como mínimo, 10 días, o por lo menos, tomar otras precauciones especiales para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.
- . Tener en cuenta que las grandes superficies se verán muy afectadas.
- . Impedir la evaporación durante el transporte.

Hormigonado En Tiempo Frio: Las temperaturas muy bajas son muy peligrosas durante el proceso de fraguado del hormigón porque pueden alterarlo, haciendo el hormigón inservible. Pero una vez fraguado el hormigón, la helada solo produce el efecto de parar el proceso de endurecimiento, que vuelve a ponerse en marcha una vez la temperatura supere los 0 °C.

El efecto del frio es que hace disminuir la velocidad de hidratación de los componentes activos del cemento, o incluso, si el frio llega a ser tan intenso como para helar el agua de amasado, puede destruir las resistencias mecánicas de la masa de hormigón.

Experimentalmente se ha llegado a la conclusión de que si la temperatura a las 9 (hora solar) es inferior a 4°C. Se puede producir una helada a la mañana siguiente. La temperatura de la masa en el momento de verterla en el encofrado ha de ser como mínimo de 5°C. La temperatura de las armaduras y del molde o encofrado no puede ser inferior a 0 °C.

En general, se suspenderá el hormigonado cuando se prevea que dentro de las 48 horas siguientes la temperatura ambiente pueda ser inferior a los 0 °C. En el caso de que necesariamente debamos hormigonear tomaremos las siguientes precauciones:

- . Mantener la relación A/C del hormigón. Interesan relaciones bajas.
- . Hormigonear a media mañana.

- . Calentar el agua de amasado (no más de 40°C.) y los áridos. Si se emplea agua caliente, conviene prolongar el tiempo de amasado para conseguir una buena homogeneidad de la masa, sin formación de grumos.
- . Agregar aceleradores de fraguado o anticongelantes o aireantes.
- . Proteger la superficie del hormigón cubriéndola con materiales aislantes. También podemos crear un ambiente externo artificial.
- . Prolongar el curado lo más posible.
- . No usar materiales helados.
- . Retrasar el desencofrado cuando este actúe como aislante.
- . Tratar de que el hormigonado se realice a una temperatura. 5°C. las primeras 72 horas.
- . Tal vez sea necesario sacar testigos.
- . Vigilar las piezas de pequeño espesor, ya que engendran poco calor al fraguar.

4.2 Medición de Consistencia del Hormigón

La medida de la consistencia de un hormigón fresco por medio del cono de Abrams es un ensayo muy sencillo de realizar en obra, no requiriendo equipo costoso ni personal especializado y proporcionando resultados satisfactorios, razones que han hecho que este ensayo sea universalmente empleado, aunque con ligeras variantes de unos países a otros. En este ensayo el hormigón se coloca en un molde metálico troncocónico de 30cm de altura y de 10 y 20 cm de diámetro, superior e inferior respectivamente.

Las muestras deben extraerse directamente de la canaleta de la hormigonera en el momento de la descarga y nunca del hormigón colocado en los encofrados o descargado en el suelo. Si el ensayo se realiza para determinar la aceptabilidad del hormigón, las muestras deberán tomarse después de haber descargado los primeros y antes de los últimos 250 litros (1/4 m³) del pastón.

Si el ensayo tiene por objeto verificar la uniformidad del hormigón o su densidad, la muestra debe tomarse aproximadamente en mitad de la carga y de cada uno de los tres pastones correspondientes a despachos diferentes. Cada muestra deberá tener una cantidad de hormigón de aproximadamente el doble del necesario para el ensayo, (no menos de un 40 % mayor) y antes de iniciarlo deberá remezclas a mano.



Toma de muestras: Las muestras se toman directamente de la canaleta de la hormigonera en el momento de la descarga y nunca del hormigón colocado en los encofrados o descargado en el suelo.

ente de la canaleta de la hormigonera en el momento de la descarga y nunca del hormigón colocado en los encofrados o descargado en el suelo.

descargado en el suelo. Si el ensayo se realiza para determinar la aceptabilidad del hormigón, las muestras deberán tomarse después de haber descargado los primeros y antes de los últimos 250 litros (1/4 m³) del pastón.

Si el ensayo tiene por objeto verificar la uniformidad del hormigón o su densidad, la muestra debe tomarse aproximadamente en mitad de la carga y de cada uno de los tres pastones correspondientes a despachos diferentes. Cada muestra deberá tener una cantidad de hormigón de aproximadamente el doble del necesario para el ensayo, (no menos de un 40 % mayor) y antes de iniciarlo deberá remezclas a mano.

Desarrollo del ensayo:

1º.- Colocar el Cono sobre una superficie plana, horizontal, firme, no absorbente y ligeramente humedecida. Se aconseja usar una chapa de metal cuya superficie sea varios centímetros mayores que la base grande del Cono. Colocar el Cono con la base mayor hacia abajo y pisar las aletas inferiores para que quede firmemente sujeto. Antes de llenar el molde es preciso humedecerlo interiormente para evitar el rozamiento del hormigón con la superficie del mismo.

2º.- Llenar el Cono en tres capas: Llénese hasta aproximadamente 1/3 de su volumen y compactar el hormigón con una barra de acero de 16 mm de diámetro terminada en una punta cónica rematada por un casquete esférico. La compactación se hace con 25 golpes de la varilla, con el extremo semiesférico impactando al hormigón. Los golpes deben repartirse uniformemente en toda la superficie y penetrando la varilla en el espesor de la capa, pero sin golpear la base de apoyo.

3º.- Llenar el Cono con una segunda capa hasta aproximadamente 2/3 del volumen del mismo y compáctese con otros 25 golpes de la varilla, siempre con la punta redondeada en contacto con el hormigón y repartiéndolos uniformemente por toda la superficie. Debe atravesarse la capa que se compacta y penetrar ligeramente (2 a 3cm.) en la capa inferior, pero sin golpear la base de ésta.

4º.- Llénese el volumen restante del cono agregando un ligero "copete" de hormigón y compáctese esta última capa con otros 25 golpes de la varilla, que debe penetrar ligeramente en la segunda capa.

5º.- Retirar el exceso del hormigón con una llana metálica, de modo que el Cono quede perfectamente lleno y enrasado. Quitar el hormigón que pueda haber caído alrededor de la base del Cono.

6º.- Sacar el molde con cuidado, levantándolo verticalmente en un movimiento continuo, sin golpes ni vibraciones y sin movimientos laterales o de torsión que puedan modificar la posición del hormigón.

7º.- Medida del asentamiento: A continuación, se coloca el Cono de Abrams al lado del formado por el hormigón y se mide la diferencia de altura entre ambos. Si la superficie del cono de hormigón no queda horizontal, debe medirse en un punto medio de la altura y nunca en el más bajo o en el más alto.



Conceptos Claves

COMPACTACIÓN

Es el proceso mediante el cual se le elimina (aunque no totalmente) el contenido de burbujas de aire, con lo cual quedará una masa compacta.

CONSISTENCIA

La consistencia del hormigón Fresco es el mayor o menor grado que tiene el hormigón fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los huecos del encofrado o molde donde se vierte.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN

Obtener la textura superficial especificada, la elección del sistema de compactación más adecuado depende de la docilidad del hormigón y de las condiciones particulares de la obra.



Actividad 4: Reconocimiento de consistencia del Hormigón, usando método del cono de Abrams.

- **Estrategia Metodológica**
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	
Trabajo en taller	✓

1. Objetivo

- Reconocer los aspectos que definen la consistencia de un hormigón, según dosificación usada.

2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- Hormigón Fresco.
- Cono de Abrams.
- Dispositivos de contención para prueba.

3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realizan lo siguiente: Reconocen la consistencia del hormigón a usar en la reparación de calles de producción, según especificaciones.</p> <p>Forman grupos de número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:</p> <p>En taller explica el procedimiento para la toma de muestra de hormigón a fin de verificar consistencia de este.</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y vela por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación con la actividad.</p> <p>Descripción a los participantes del paso a paso de la actividad</p> <ul style="list-style-type: none">a) Verifican su área de trabajo observando las instalaciones y equipos para detectar algunas condiciones inseguras.b) Tomar muestra de hormigón fresco de canal de descarga del hormigón.c) Las muestras deberán tomarse después de haber descargado los primeros y antes de los últimos 50 litros (1/4 m3) del pastón.d) Colocar en cono hormigón fresco sobre una superficie no absorbente y ligeramente húmeda (Aproximadamente 1/3 del volumen y compactar con barra de hierro con extremo redondeado, repetir con nueva dosificación al 2/3 del cono, compactar con varilla y llenar como para repetir compactación.e) Sacar el molde con cuidado levantándolo lentamente, en forma continua y sin golpes, vibraciones o torsión.f) Mida el asentamiento según indicaciones y figura en ficha de trabajo.g) Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	60 minutos

4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas. Actividad de cierre y reflexión final en relación con los resultados obtenidos.

Fuentes Referenciales:

ITEM	DETALLE	ESPECIFICACION
1	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	Hormigon Se especifican en las referencias de Articulos asociados. Wikipedia (Sitio WEB https://es.wikipedia.org/wiki/Hormigon)
2	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	Enciplopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo James R. Amstrong y Raji Menon, Hans Hamrin Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT Es. Capitulo 74, Modulo Tecnicas de Minería Subterranea.
3	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	Tareas de Alto Riesgo, Control de Energias Peligrosas Direccion Academica Fundacion de desarrollo Social (Guayaquil - Ecuador) Documento WEB
4	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	Hormigon Marcela Sanhueza R. Ministerio Obras Publicas
5	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	Compactacion de Hormigon ARQUBA Documento WEB (Sitio Desarrollo de Arquitectura)
6	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	Control de Calidad Marcela Sanhueza R. Ministerio de Obras Publicas
	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	Medicion de Consistencia www6.uniovi.es/usr/fblanco/MedidaConsistenciaHORMIGON.ConoABRAMS.pdf
	TITULO AUTOR INSTITUCION OTRO	

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

