

Unidad de Aprendizaje N°1:

Obra Gruesa.

Aprendizajes Esperados

1. Ejecuta proyectos de obra gruesa con sistemas prefabricados, de acuerdo a las especificaciones del proyecto y del fabricante, fundamentando las decisiones tomadas.

1. OBJETIVOS.

El objetivo de esta actividad es:

- Ejecutar proyectos de obra gruesa, mediante sistemas prefabricados, de acuerdo a planos y especificaciones técnicas.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

La construcción de estructuras mediante sistemas prefabricados es tan antigua como la construcción misma, y se desarrolló antes para las construcciones en madera, en piedra, en acero y ahora en hormigón armado.

El desarrollo de los prefabricados se origina en forma masiva después de la segunda guerra mundial, con el objeto de reconstruir las ciudades de Europa. Este fue el continente líder en el desarrollo de la prefabricación en el mundo. Para construir viviendas, en primer lugar, y también industrias. En el área industrial se dio preferencia al hormigón, ya que el acero era un bien escaso en ese momento. En el área habitacional se busco un sistema que combinara la economía y la rapidez para reconstruir en poco tiempo una gran cantidad de viviendas destruidas.

En Chile, la prefabricación en hormigón se inició en la década del 50, con sistemas para viviendas de uno y dos pisos.

En la construcción de puentes, se comienza a utilizar durante esta época las vigas postensadas, como alternativa a las vigas tradicionales de acero.

En la actualidad en muchos países el uso de los elementos prefabricados es altamente utilizado no sólo en Obras Civiles, sino también en Obras de edificación en altura, como es el caso de China en el que se pretende construir un edificio en 15 días.

El hormigón premoldeado comienza a sustituir al hormigón tradicional colocado en obra debido a tres consideraciones generales, que son:

- Cuando las luces libres se agrandan: en efecto, para luces grandes las soluciones con hormigón premoldeado son mucho más livianas, en general, que las obtenidas con sistemas tradicionales, en consecuencia, utilizan menos materiales, lo que se traduce en costos inferiores.
- Adoptando una modulación regular: esto quiere decir, que se debe hacer repetir la mayor cantidad de veces el mismo elemento. Es la repetitividad de un elemento lo que justifica su producción a escala industrial. De ahí que los proyectos simples, regulares y racionales se adapten mejor a la prefabricación.
- Tiempo de ejecución: por ser elementos hechos con anterioridad, su tiempo ejecución en obra se limita sólo a su montaje, reduciendo así de forma considerable los plazos de ejecución de la obra en general.

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN PREFABRICADO VS EL TRADICIONAL:

- La consecuencia que se obtiene al producir materiales en forma de elementos acabados es elevar considerablemente las magnitudes de todas sus características físicas (resistencia mecánica, acabado de la superficie, adherencia, resistencia a la corrosión, etc.) y terminar con el “nivel de incertidumbre” asociado al hormigón armado tradicional, al incorporar el control de calidad y la precisión, propios, de la fabricación industrial.
- La “discontinuidad” es un rasgo fundamental del hormigón prefabricado, ya que una construcción prefabricada nunca será pieza única y la resolución de sus uniones será determinante para el comportamiento de sistema, lo que contrasta con el hormigón armado.
- Por ser un material fabricado por moldeo es capaz, en principio, de adoptar cualquier forma. La principal limitación, en cualquier material moldeado, se establece al considerar inevitablemente toda forma en hormigón prefabricado como un sistema de piezas repetidas y/o variables a partir de un patrón.

Ventajas del Prefabricado.

- Uso múltiple y repetitivo de encofrados o moldajes (gran economía en moldajes).
- Menor uso de hormigón y acero.
- Reducción de plazos de construcción.

- Organización similar a una fábrica, con mayor grado de mecanización, mano de obra estable y especializada, aprovechamiento de las ventajas de la normalización y producción en serie.
- Producción continua en cualquier época del año y almacenamiento para los momentos en que el producto se requiera.
- Mayor facilidad para un adecuado y mejor control de calidad.
- Reducción de las necesidades de obras falsas como andamios, alzaprimas, etc.
- Menor formación de juntas de hormigonado.
- Reducción del carácter estacional de las obras de construcción.
- Posibilidad de emplear secciones transversales más delgadas, estructuras más ligeras y mejor acabado superficial, reduciendo o eliminando los estucos o recubrimientos.
- Posibilidad de aplicar técnicas de pretensado, curado acelerado, etc.
- Se logra un rendimiento creciente con las repeticiones, que no es común en la construcción en sitio.
- Paralelismo de las actividades.
- Montaje y entrega simultánea.
- Uso del “pretensado”.
- Gastos Generales menores.
- Eliminación de terminaciones, que a su vez disminuye el costo y el peso de la estructura.
- Ciclos productivos más cortos

Desventajas del Pretensado.

- Los proyectos son más complicados, lo que se traduce en mayores costos en la generación del proyecto por requerir más horas de ingeniería.
- Se requiere transportar los elementos, por lo que se debe poner especial cuidado en los costos que esto pueda implicar.
- La continuidad entre los elementos de una estructura.

La prefabricación puede ser aplicada a elementos de hormigón simple, como soleras, tubos, bloques, pastelones; a elementos sencillos de hormigón armado como postes y cierros, y a sistemas constructivos más sofisticados, como columnas, vigas, losas, placas para muros, pueden llegar a ser de hormigón pretensado y curados en cámaras especiales.

Es posible abordar la prefabricación a un nivel simple, a partir de pequeñas instalaciones y algunos implementos básicos; o en plantas instaladas con un alto nivel de industrialización y/o

automatización. Entre ambos extremos existe una amplia variedad de alternativas con la posibilidad de ir avanzando progresivamente.

MOLDAJES

Durante la Prefabricación, los encofrados o moldes tienen un papel importante en la calidad y productividad del sistema.

Estos deben ser:

- Rígidos: para fabricar piezas con las medidas correctas y dentro de las tolerancias exigidas.
- Durables: para ser utilizados reiteradas veces, sin costos adicionales.
- Fáciles de manejar: para un montaje y desencofrado rápido, sin golpes que puedan dañar el hormigón.
- Estancos: con sistemas de cierre y ajuste adecuados, para evitar pérdida de lechada o mortero. En algunos casos se utilizan sellos o empaquetaduras que aseguren su hermeticidad.
- Lisos y de formas adecuadas: para evitar la adherencia del hormigón y permitir una fácil limpieza.
- Transportables.
- Versátiles: de preferencia adaptables a diversos perfiles.

Los encofrados pueden ser de acero, madera, hormigón o plástico.

COMPACTACIÓN

La compactación tiene por objeto lograr la acomodación del hormigón dentro de los moldes, para obtener las formas deseadas y eliminar el aire atrapado de modo de obtener la máxima compacidad y por consiguiente, resistencia e impermeabilidad.

La compactación del hormigón se puede realizar por métodos manuales o mecánicos.

- Métodos manuales: el hormigón se acomoda por gravedad, ayudado por varillas o pisonos. Debido a la energía relativamente baja que se aplica, se requiere de hormigones con mayor contenido de agua. El resultado general es inferior al que otorgan los medios mecánicos.
- Métodos mecánicos: pueden ser accionados con diferentes fuentes de energía como motores a explosión, eléctricos o de aire comprimido.

La elección de los equipos dependerá de la energía disponible, de su costo y facilidades de operación. Los más empleados en prefabricación son los de accionamiento eléctrico y, excepcionalmente, los de aire comprimido.

Entre los mecanismos de compactación se pueden distinguir los siguientes:

- Compactación por vibración (vibradores): es el método más utilizado en la actualidad,
- Barras apisonadoras: operadas mecánicamente, que se utilizan en algunos elementos prefabricados, como tubos, bloques, etc. en general, con mezclas duras o semi-secas.
- Compactadores de potencia: que actúan ejerciendo altas presiones estáticas sobre la superficie de los elementos.

La compactación por vibración puede ser aplicada de dos formas.

- Interna: en que el vibrador actúa sumergido en el hormigón mismo (vibradores de inmersión). Los vibradores de inmersión se usan preferentemente para la fabricación de piezas mayores, solas o combinadas con vibradores de moldaje como en vigas pre y post-tensadas.
- Externa: en que el vibrador está adosado a una superficie en contacto con el hormigón, ya sea una mesa donde esté apoyado el molde (mesa o vibradora) o una placa superficial solidaria a las paredes del molde mismo (vibrador de encofrado).

Losas Tralix.

Las losas son elementos estructurales planos que trabajan principalmente a la flexión.

Las losas de hormigón armado tradicional, como todo elemento sometido a flexión simple, se pueden sectorizar en dos zonas definidas a partir de un eje neutro, una zona superior sometida a la compresión y otra inferior sometida a la tracción.

Este comportamiento es el que aprovechan las losas nervadas, que eliminan parte del hormigón en la zona de tracción donde su resistencia es despreciable.

Los avances tecnológicos hicieron posible materializar la zona de tracción con elementos de hormigón armado, colocar elementos huecos en la zona de tracción los cuales reducen el peso de las losas, eliminan gran parte del hormigón utilizado con el sistema tradicional y además sirven de moldaje al hormigón complementario, que cumple con absorber los esfuerzos de compresión y materializar el vínculo entre la zona de compresión y de tracción.

La losa TRALIX es una losa de hormigón armada nervada constituida por viguetas estructura flexo rígida auto soportante prefabricada y bovedillas que es un elemento hueco de hormigón microvibrado o cerámico, más una sobrelosa de hormigón armado vaciada in situ.

Las viguetas son elementos estructurales que se montan en obra sobre un alzaprimado mínimo y apoyado sobre los moldajes de vigas y cadenas, estas viguetas quedan distribuidas de forma equidistantes entre si ya que entre ellas se dispondrá la instalación de las bovedillas.

La superficie que resulta de la interposición de las viguetas y bovedillas se cubre con una sobrelosa de hormigón armado la que está compuesta de una malla de acero electrosoldada, que evita la retracción, en conjunto con las viguetas forma una sección resistente absolutamente monolítica, permitiendo que la losa se comporte como un elemento o diafragma rígido.

Vigueta Tridimensional

Es una estructura flexo rígida, autosoportante que está compuesta por una armadura tridimensional de acero tipo AT 56-50H llamada "Terliz".

Según los requerimientos de diseño de cada proyecto las viguetas TRALIX se fabrican en dos alturas, de 12,5cm (tipo T) y 21,5cm (tipo A), dando origen a losas de 16cm y 24cm de espesor total. Su peso por metro lineal es de 16Kg.

La placa base de la vigueta puede ser fabricada de cerámica u hormigón, según los requisitos de cada proyecto.

La armadura tridimensional se compone básicamente de tres barras dispuestas longitudinalmente (uno superior y dos inferiores), enfierradura adicional si el cálculo así lo requiere y estribos diagonales con un paso de 20cm y sección de $\varnothing 4,2\text{mm}$, los cuales van soldados a los fierros longitudinales realizando un eficaz amarre y ofreciendo gran resistencia a los esfuerzos de corte. Debido a la inclinación de los estribos, y al hecho de estar soldados a la enfierradura longitudinal de la vigueta, se asegura el confinamiento del hormigón de la vigueta. La sección de la enfierradura longitudinal, como también la de la enfierradura adicional, se determinarán de acuerdo al cálculo específico de cada proyecto.

La placa base en la vigueta es un elemento estructural, que puede ser fabricado de cerámica u hormigón, el cual debido a la geometría que posee permite la ubicación y correcto posicionamiento del Terliz y enfierradura adicional sobre él, así como también asegura un correcto confinamiento del hormigón vertido y recubrimiento de la enfierradura.

Bobedilla.

La bovedilla Tralix es un elemento hueco de hormigón micro vibrado se fabrican en dos alturas, para losas de 16cm y 24cm de espesor total.

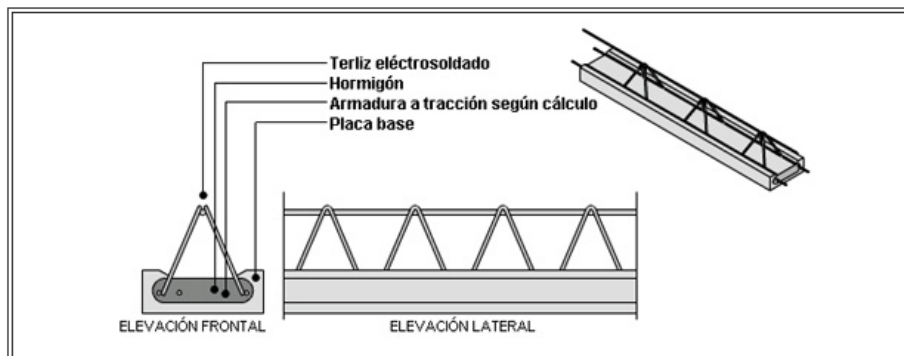
Las funciones básicas de las bovedillas son:

- Constituir un moldaje incorporado para permitir el vaciado del hormigón de sobrelosa.
- Aportar a las losas una extraordinaria propiedad de aislamiento termo acústica e inercia térmica, gracias a sus espacios de aire no ventilados.
- Reducir los tiempos empleados en la faena de hormigonado de losas

Sobrelosa

Este elemento se considera como un complemento para la losa nervada TRALIX, la finalidad de esta sobrelosa es la de absorber los esfuerzos de diafragma en el plano de la losa y además evitar los esfuerzos de retracción durante el fraguado. Es vaciada en obra y armada con una malla electrosoldada, la cual en conjunto con las viguetas forma una sección resistente absolutamente monolítica, permitiendo que la losa se comporte como un diafragma rígido.

El hormigón de sobrelosa actúa como un elemento en compresión, rellenando los espacios entre las viguetas y bovedillas y otorgando un acabado superficial plano. El tipo de hormigón que se utiliza es el según la norma NCh 170 of.86, el tipo de hormigón debe ser H-25 con un 90 % del nivel de confianza ($R_{28} \geq 250 \text{ Kg/cm}^2$) vaciado en obra.



Sistema TIL UP.

El sistema constructivo TILT-UP, llamado también TILT-WALL, se define como una técnica de construcción rápida y económica, compuesta por muros de hormigón armado, los cuales son vaciados horizontalmente en obra, cerca de su posición final, para luego ser levantados por una grúa, llevarlos a su posición vertical y conectarlos con el sistema de techo creando una estructura sumamente rígida y segura.

El método es básicamente de prefabricación en obra, los muros son vaciados utilizando el piso como encofrado.

Una vez el concreto de los paneles adquiere la resistencia mínima especificada son izados, utilizando grúas móviles y colocados en su posición final.

En los Estados Unidos este sistema se empezó a utilizar hace más de 40 años como una técnica novedosa para la construcción de muros de cerramiento de almacenes.

Hoy en día, estos muros son diseñados como muros de cargas que pueden proveer también la resistencia contra cargas horizontales (viento, sismo, etc.) por lo tanto, en la mayoría de los casos, se eliminan los pórticos perimetrales alrededor de la edificación, con la consiguiente economía.

Más de 100.000 edificaciones han sido construidas en USA hasta la fecha, totalizando un área aproximada de 270 millones de metros cuadrados y un estimado de 22 millones de metros cúbicos de concreto usados en la construcción de los muros.

Actualmente, en áreas como California, cerca del 100% de todas las construcciones industriales, son realizadas utilizando este sistema

Proceso Constructivo.

El proceso se inicia con la construcción de la losa de piso, la cual servirá como superficie para el encofrado y posterior vaciado de los paneles.

Paralelamente, son construidas las cimentaciones perimetrales donde se soportaran los paneles.

La construcción de los paneles comienza con el trazado de los mismos sobre el piso y la instalación del encofrado perimetral.

Con el encofrado perimetral en su sitio, se procede con la aplicación a la superficie del piso de un compuesto anti-adherente, el cual evita la unión del concreto fresco del panel con el concreto del piso.

Posteriormente, se encofran las puertas y ventanas, se colocan el refuerzo y todos los aditamentos que van embebidos en el panel, tales como los anclajes para el izaje.

Se vacía el concreto de los paneles, se le da terminación y se cura.

Sigue un período de espera de una semana, mientras el concreto alcanza la resistencia mínima requerida para el izaje.

El día del izaje, se conectan los cables a los aditamentos dejados embebidos en cada panel y la grúa levanta cada panel en secuencia y lo coloca sobre las cimentaciones, procediendo en una forma continua alrededor del perímetro de la edificación.

Antes de liberar cada panel de la grúa, se instalan los puntales temporales para arriostrar el panel al piso hasta que la estructura del techo le sea conectada.

Por último Se efectúan las conexiones entre paneles, se llenan las juntas y se retiran los puntales de los paneles, después de que hayan sido permanentemente conectados a la estructura de cubierta.

Ventajas del Sistema Til Up.

- ECONOMICAS

En la mayoría de los casos, las construcciones TILT-UP resultan con los más bajos costos, pues el sistema generalmente no requiere de la construcción de pórticos de concreto reforzado, ya que los paneles o muros, proporcionan la resistencia contra cargas verticales y contra cargas horizontales. Las superficies de los paneles son lisas y no requieren de terminaciones, en adición a que la velocidad de construcción puede llegar a ser hasta un 50 % del tiempo de construcción con el sistema tradicional.

- VELOCIDAD DE CONSTRUCCION

Los paneles son encofrados y vaciados en la obra. Con la ayuda de grúas móviles de gran capacidad, estos pueden ser rápidamente levantados, colocados en su sitio y apuntalados. Paneles de 35 a 45 metros cuadrados son izados en forma consecutiva en períodos de 10 a 15 minutos. En un trabajo bien planteado y con una buena distribución, no es difícil de erigir todos los paneles de una construcción de 6000 metros cuadrados en dos días.

- MANTENIMIENTO MINIMO

Las superficies de concreto pueden incluso dejarse sin pintar y no son afectadas por la humedad o el clima. Los paneles resisten el contacto diario, son impenetrables para los roedores (especialmente importante en plantas de procesamiento de alimentos) y fáciles de limpiar.

- APARIENCIA ARQUITECTONICA

Ilimitadas posibilidades son proporcionadas por el uso de texturas, relieves y colores. Pequeños cambios en la forma de los paneles o en los vacíos de ventanas (los cuales pueden fácilmente construirse de cualquier forma, circular, triangular, etc.) pueden mejorar la apariencia de toda la edificación.

- **SEGURIDAD**

La alta resistencia de los muros de concreto, elimina o desestimula el vandalismo y robo por perforaciones en los muros. Adicionalmente, los muros de concreto proporcionan una alta resistencia contra atentados terroristas y son resistentes al fuego.



3. DESARROLLO

Desarrollar la ejecución de un muro prefabricado a escala mediante el sistema TIL UP.

Procedimiento.

- 1- Construir un molde de 1,3 m por 1,3 m interior, con piezas de madera cepillada de 3" x 2" y 3,2 m de longitud.
- 2- Colocar barras de acero de 8 mm en ambas direcciones, separadas a 20 cm, dejando un excedente de 10 cm, por fuera del molde.
- 3- Colocar sobre el terreno una capa de polietileno como barrera de humedad.
- 4- Diseñar un hormigón H 25, 90, 20 ,6.
- 5- Cubicar el volumen de hormigón necesario.
- 6- Colocar el hormigón.
- 7- Compactar con cercha vibradora o regla vibradora.
- 8- Terminar con platacho.
- 9- Realizar el curado con una barrera de polietileno.

4. INSUMOS

Materiales.	Unidad.	Cantidad.	# Alumnos.
Cemento.	Sacos.	2	20
Gravilla.	Kg	160	20
Arena.	Kg	164	20
Wipe.	Kg	3	20
Piso cepillado seco 3x2x3,2 m	u	4	20
Clavos 4"	Kg	0,5	20
Manga de Polietileno 1mm	m	4	20
Desmoldante para madera	L	1	20
Barra de acero A440-280 H 8 mm 3 m	u	8	20
Alambre # 18	Kg	0,5	20

5. EQUIPAMIENTO

Equipos.	CANTIDAD	N° MAX ALUMNOS
Betonera, eje inclinado 120 L.	1	20
Cono de Abrams completo.	5	20
Balanza Digital 100 Kg	1	20
Carretillas.	3	20
Pailas metálicas. 17 "	12	20
Varilla Pisón.	4	20
Vibrador de inmersión.	1	20
Platacho	4	20
Regla de aluminio	1	20
Recipientes para medición.	5	20
Regla vibradora	1	20
Taladro.	2	20
Broca para madera 10 mm	2	20
Alicate Enfierrador	8	20

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Solminhact, Hernán Thenouxz, Guillermo Procesos y Técnicas de Construcción, Santiago, ediciones Universidad Católica de Chile, 1998.
- Heinrich Schmitt; Andreas Heene, Tratado de Construcción, Gustavo Gili, 2002
- Guzmán, Euclides, Curso Elemental de Edificación, Curso de Construcción General. Santiago, Facultad de Arquitectura de la Universidad de Chile, 1996.
- <http://studio21arquitecturaengenharia.blogspot.com/2012/08/sistema-tilt-up.html>
- <http://www.tralix.cl/>
- http://www.registrocdt.cl/fichas%20especificas/listado_fichas/fichas/c04/TRALIX_losas_p_refabricadas/paginas/galeria/4.htm
- http://www.registrocdt.cl/fichas%20especificas/listado_fichas/fichas/c04/TRALIX_losas_p_refabricadas/descargas/pdf/TRALIX%20Losas%20Prefabricadas.pdf