

Muros estructurales prefabricados Tilt-Up para naves industriales (Parte II)

**Raúl Jean Perrilliat
y Carlos Humberto
Huerta Carpizo**

El proceso constructivo de los muros Tilt-up es un trabajo especializado, que en apariencia podría considerarse sencillo; sin embargo, requiere que el personal encargado de llevarlo a cabo tenga experiencia y un buen nivel de capacitación en la realización de los diversos trabajos.

EN ESTA SEGUNDA PARTE SE PRESENTARÁ DE MANERA GENERAL EL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN E IZAJE DE LOS MUROS TILT-UP.

La elaboración de estos muros se puede dividir en varias etapas:

PRIMERA ETAPA:

Preparación de placas, chaflanes y molduras.

En esta etapa se reciben los planos autorizados para la construcción, debiéndose revisar las placas de conexión muro - cimentación (cimentación-muros), al igual que las placas de conexión entre muros (muro-muro) y las placas en donde se soportará la estructura de la techumbre (ménsulas para apoyar los largueros). Independientemente de sus dimensiones, existen dos tipos de placas, las que se conectan al armado del muro y las que quedan empotradas en el concreto.

Para poder realizar el izaje de los muros Tilt-up es necesario contar con unos elementos que permitan elevarlos, a los que se les conoce como insertos y pueden ser



Figura 1a



Fuente: Huerta y Jean, 2009.



Figura 1b



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

de dos tipos: de tipo COIL BOLT 3/4 X 4" BURKE (Fig. 1a) que sirve para atornillar el apuntalamiento y los del tipo SL III RING CLUTCH (Fig. 1b) que sirven para colocar los "grilletes", que permitirán el izaje del muro.



Es importante señalar que la posición y número de insertos se dará en función del proceso de montaje y de las acciones a las cuales estará sometido el muro durante la etapa de apuntalamiento.

Por último en esta primera etapa se deben revisar también los chaflanes y las molduras. Cabe aclarar que existen vanos que se dejarán para alojar puertas, ventanas, extractores, pasos de tuberías y otras aberturas; también existen aberturas para requerimientos futuros (knockout), los que se marcan con buñas y se cuelan sin armado.

SEGUNDA ETAPA:

Preparación del área de trabajo, cimbrado y armado.

La preparación del área consiste en adecuar una zona totalmente limpia, nivelada y con el acabado completamente pulido; es precisamente sobre esta área que se colará el muro Tilt-up, y su cara inferior será posteriormente la fachada, generalmente interior de la nave, razón por la cual es importante tener una superficie sin imperfecciones dado que en general esta área es el firme de la nave, de lo contrario se verá reflejado en la fachada.

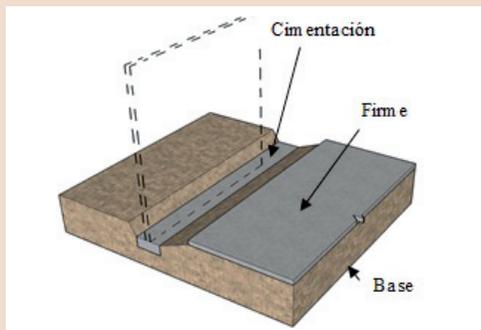
Esta área se coloca sobre la sub-base preparada; al mismo tiempo se construye la cimentación del perímetro sobre la cual se colocarán los muros. Por lo regular la cimentación consiste en una serie de zapatas corridas que deberán contar con las placas de conexión para unir los muros. Posteriormente, se construye el firme para formar la plataforma de colado quedando expuesto a la intemperie. Este proceso se retomará en la etapa final dado que es necesario complementar el firme perimetral y reparar las zonas de anclaje de los puntales y demás elementos (Fig. 2).

Los muros Tilt-up se pueden construir sobre el mismo piso ya colado de la nave, el cual se encuentra a nivel, sin imperfecciones y puede servir de base para el cimbrado y colado de los muros; esto tiene el inconveniente que durante la construcción del muro y al momento de su izaje se puede dañar el piso. Por otro lado, esto resulta ventajoso ya que se abate el costo al utilizar el piso final de la nave y no una superficie de colado independiente.



Figura 2

Cimentación típica de un muro Tilt-up (en trazo discontinuo).



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Figura 3



Habilitado de cimbras previo al colado de muros Tilt-up.



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Este tipo de muros se pueden colar sobre otra superficie fuera de la edificación (casting); esta es un área colada con las dimensiones del muro con un sobre ancho para poder colocar la cimbra del muro. Este proceso tiene la ventaja de ser un trabajo independiente a los que se realizan al interior de la nave y por consecuencia no se daña el firme de la nave.

En el habilitado de la cimbra para el colado del muro se deben de colocar fronteras en las zonas de aberturas de puertas y ventanas (Fig. 3). Con la finalidad de minimizar esfuerzos de succión durante el izaje, la superficie de colado deberá ser previamente preparada con un aditivo antiadherente, cuya calidad debe de ser previamente verificada.

Posteriormente, sobre la cimbra colocada se realiza el habilitado y colocación del acero de refuerzo, que dependiendo del espesor y la altura del muro, deberá distribuirse en una o en dos caras. Adicionalmente, se debe de añadir acero en las zonas de mayor demanda de esfuerzos, como son las conexiones con otros muros y la zona de apoyo con la cimentación.

En este punto es importante visualizar cuantas camas de acero se van a requerir en cada muro así como las adicionales en aberturas, trabes, bajadas pluviales, ventanas (Fig. 4), cortinas, puertas, extractores y aberturas a futuro (knockout). Es importante mencionar que en algunos casos se debe de adicionar acero de refuerzo exclusivamente para el proceso de izaje; de ahí que es muy importante la revisión estructural detallada de esta etapa en particular, que dependerá de los puntos de izaje y de los refuerzos adicionales externos (vigas metálicas).

En esta etapa se procede a la colocación de placas embebidas e insertos para montaje, debiéndose verificar perfectamente su posición de acuerdo a lo especificado en el proyecto. Un aspecto de especial importancia es la preparación de pasos de instalaciones que atravesarán el muro, ya que las que se omitan deberán de realizarse cuando el muro ya esté montado lo que complica el trabajo y además induce al daño por agrietamiento en estas zonas.

TERCERA ETAPA:

Colado de muros.

Para realizar el colado de los muros Tilt-up es conveniente realizar trabajos previos de limpieza ya que durante la colocación de las molduras y del acero tienden a quedar residuos de la propia construcción, lo que merma la calidad de la superficie de los muros.



Figura 4



Reforzamiento adicional en zona de vano de ventana de un muro Tilt-up.

Fuente: Huerta y Jean, 2009.



Figura 5



Proceso de terminado de un muro Tilt-up.

Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Habiendo hecho todos los trabajos anteriores se procede al vaciado del concreto; durante este proceso es importante revisar que el concreto sea el correcto en cuanto a resistencia (f'_c), módulo elástico (E_c) y revenimiento ya que son aspectos muy importantes para el fraguado del concreto para su pulido. El vibrado del concreto debe ser el correcto para evitar oquedades y para disminuir las contracciones (Fig. 5) en el proceso de acabado de este tipo de muros.

Otro aspecto importante es que se cuide el concreto a edad temprana; pues al ser elementos planos, en donde el peralte es mucho menor a las dos restantes dimensiones (largo y alto), son muy propensos a agrietarse por el efecto de las contracciones; de ahí que es recomendable especificar el empleo de concretos de baja contracción.

CUARTA ETAPA:

Preparación para el izaje de muros Tilt-up.

En esta etapa, se procede a la ubicación de placas en la cimentación, siendo importante que se revise que las placas estén correctamente colocadas en la "corona" de la cimentación. Posteriormente, se deberá preparar el terreno por el cual se desplazará la grúa, debiéndose también ubicar la zona en donde ésta se colocará para el montaje de los muros.

Por último se deben colocar ménsulas que sirvan para soportar las armaduras principales de la cubierta (Fig. 7), para lo que se requiere de un topógrafo que proporcione los niveles correctos, evitándose así ajustes posteriores indeseados.

Es importante aclarar que debe dejarse una franja de piso sin colar, esto con la finalidad de realizar la conexión del muro con el piso, lo que se logra colocando un armado en el piso y ligándolo con preparaciones de varilla que se dejaron en el muro a nivel de piso.

QUINTA ETAPA:

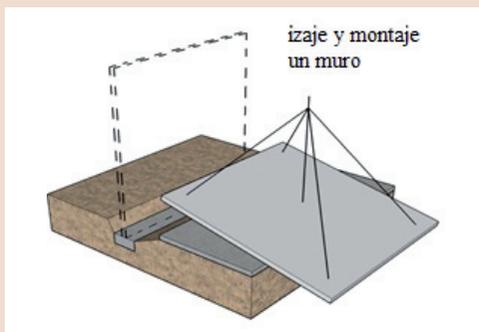
Colocación de apuntalamientos, cables e izaje de muros.

Una vez que se tengan ubicados los insertos previamente concebidos en la pieza se procede a la colocación del apuntalamiento, comúnmente con un ángulo de entre 45° y 60° , de acuerdo con los requerimientos de diseño. Es importante señalar que el apuntalamiento debe ser diseñado para las acciones a las cuales quedará sometida la estructura durante el proceso de construcción, generalmente viento, y en ocasiones sismo.



Figura 6a

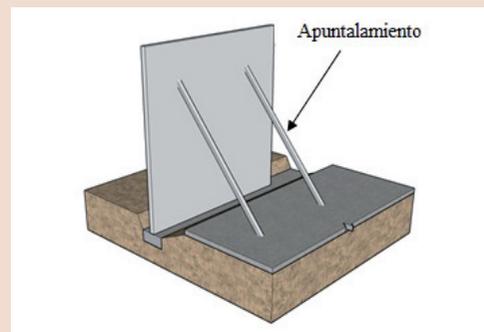
Proceso de izaje y de montaje de un muro "Tilt-up".



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Figura 6b

Apuntalamiento típico de un muro "Tilt-up".



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Previo al izaje, se deberá cuidar la colocación del balancín (conjunto de estrobos, poleas y grilletes) a la grúa para poder izar el muro; la elección de la capacidad de la grúa también se debe ver reflejada en la capacidad de carga del balancín, ya que es un punto muy importante para la seguridad del trabajo.

Una vez que el concreto adquiera la resistencia suficiente para soportar las maniobras de izaje del muro por medio de una grúa, se procederá al montaje teniendo sumo cuidado en el manejo de estos elementos para evitar esfuerzos que conduzcan a la formación de grietas y en casos extremos a la falla del panel (Fig. 6a y 6b).

Por último, una vez colocados los muros en su lugar, se realizan las conexiones que servirán para darle estabilidad al muro, dejándolos apuntalados hasta que se complete la construcción de la estructura interna de la nave, así como de la cimentación y de la conexión al piso.

Entre las conexiones que se realizan está la de la estructura, que se logra con la colocación de armaduras principales conectadas a las ménsulas localizadas en la parte superior de los muros y con el apoyo de los largueros soldados a las placas que se encuentran embebidas en los muros (Fig. 7).

Otras conexiones indispensables son las muro-cimentación (se encuentran en la parte inferior del muro y se conectan con las placas que se colocan previamente en la cimentación (Fig. 8), la muro-muro entre dos muros consecutivos (Fig. 9), y las del muro con el firme. Las dos primeras se conciben por medios de placas metálicas, cuyas dimensiones y características deberán ser definidas con base en los resultados de un análisis estructural elaborado para el fin.

Respecto a las conexiones del muro con el firme, son las que se generan al dejar una franja de piso sin colar para poder unir el armado de piso con las varillas ("barbas") que se dejan en el muro. Posteriormente se cuela la franja lográndose así la conexión con el muro (Fig. 10).

SEXTA ETAPA:

Retiro de puntales, resanes y pintura.

Esta última etapa comienza con el retiro de puntales una vez que la estructura del techo haya quedado unida de manera definitiva a los muros y la franja peri-



Figura 7



Figura 8

Rigidización del sistema al unir las armaduras principales de la techumbre a los muros Tilt-up.



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Conexión muro-muro de una nave a base de Tilt-up.



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Conexión muro-cimentación de una nave a base de Tilt-up.



Fuente: Huerta y Jean, 2009.

Conexión del muro con el firme.



Fuente: Huerta y Jean, 2009.



Figura 9

metral del firme se haya colado. En este momento se podrá proceder al resane de los lugares de conexión de los apuntalamientos así como de las zonas donde existan porosidades y/o errores de colado, así como al arreglo de las molduras, ya que algunas de estas pudieron desplazarse o desalinearse durante el proceso de colado de los muros.

Por último se aplica pintura sobre los muros; aunque previamente es recomendable lavar los muros, ya que por el propio proceso de construcción pueden quedar con polvo, grasa, o cualquier otro residuo, lo que puede traer como consecuencia que no exista una buena adherencia de la pintura al muro. Finalmente, se señala que los muros pueden quedar sin pintar, colocándoles solamente un sellador. **C**

Figura 10



REFERENCIAS:

1. Huerta Carpizo C., Jean Perrilliat R.; (2009); "Diseño de naves industriales con muros Tilt-up en zona sísmica"; Memorias del XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural, Puebla, Puebla.
2. Tilt-up Concrete Association, "Manual de diseño y construcción Tilt-up"; TCA; Segunda Edición; Estados Unidos.



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



TIERRA ARMADA
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



MURO ACUEDUCTO, QUERÉTARO

MUROS MECÁNICAMENTE ESTABILIZADOS

EL VALOR DE LA EXPERIENCIA

EMPRESAS DE  **SOLETANCHE FREYSSINET**

Gauss No. 9-102 Col. Anzures C.P. 11590 México D.F.
Teléfono: (55)52.50.70.00 Fax: (55)52.55.01.65
www.freyssinet.com.mx freyssinet@freyssinet.com.mx

Sistemas Constructivos

Puentes Atirantados
Puentes Empujados
Puentes Doble Volado
Puentes Lanzados
Trabes Prefabricadas
Losas Postensadas

Obras Especiales

Silos y Tanques
Compactación Dinámica
Manejo de Grandes Cargas
TechSpan®:
Bóveda - Tubo - Marco - Cajón

Reparación, Reforzamiento
y Protección

Métodos de Reparación
Inspección Monitoreo e
Instrumentación

Geotecnia

Anclas al Terreno
Micropilotes
Concreto Lanzado

Muros Mecánicamente
Estabilizados

Tierra Armada
Freyssisol
GeoMega
TerraTrel
TerraNail
Muro Verde



