



¿Cómo **armar** un rompecabezas?

Isaura González Gottdiener

Fotos: Cortesía de Grupo Brozon

El sistema de prefabricados Tilt-up es ideal para ejecutar proyectos en el sector industrial, comercial o institucional.



La elección del sistema constructivo adecuado es fundamental para lograr la máxima eficiencia y calidad en la ejecución de las obras. En la construcción de tres naves de distintas dimensiones (mil 750, 2 mil 800 y 14 mil metros cuadrados respectivamente) que albergarán a maquiladoras de semáforos y tabletas electrónicas en la ciudad de Tecate, en Baja California, la empresa Grupo Brozon decidió utilizar el sistema de prefabricados Tilt-up, una técnica en la que se moldean los muros del proyecto en un piso totalmente nivelado para después ser levantados por medio de una grúa al sitio final. Este sistema da por resultados ahorros importantes de tiempo y costo ya que los paneles son fabricados en la obra.

En entrevista para *Construcción y Tecnología en Concreto*, el arquitecto Luis Brozon explica que dado que el piso sirve de cimbra, una vez nivelado el terreno, colada la cimentación (en este caso con base en zapatas corridas y zapatas aisladas porque el terreno es firme y está mejorado), y tendidos los ramales de las instalaciones, se procede a colar y pulir el piso perfectamente. Para lograr esto, la nivelación se hace

con rayo láser ya que cualquier imperfección quedará reflejada en los muros. Otro aspecto fundamental a considerar es que el piso debe ser calculado para recibir la carga de la grúa que posteriormente circulará sobre éste.

Armado e izado

Una vez listo el piso, sobre su superficie deben armarse los paneles de los muros justo frente a la posición final que tendrán para facilitar el izado. Como no en todos los casos alcanza la superficie de la losa de desplante para armar todos los paneles que conformarán los edificios, se tienen que colar pisos de sacrificio para completar la superficie requerida y los paneles que se cuelan en ellos después de ser izados por la grúa son llevados a su posición final.

Por su parte, el ing. Isidro Barbosa Zepeda, residente general de la obra en Tecate, explica que antes de armar los paneles, la superficie del piso debe cubrirse con un desencofrante para evitar que queden pegados una vez que el concreto logre fraguar. Posteriormente, con tablonés de madera se forma el perímetro del panel, así como los vanos de puertas y ventanas. Cabe decir que en la maquiladora de Tecate, los paneles tienen 17 cm de espesor, 4.98 m de ancho y de 10.30 a 10.70 m de altura. Entre cada panel quedan 2 cm de holgura que posteriormente es sellada con cinta de poliuretano.

Una vez delimitado el perímetro de los paneles es colocado el acero estructural y se procede al colado. Las ollas de concreto deben tener acceso directo a ellos para que pueda ser descargado el material directamente. La temperatura del concreto no puede superar los 36° C; si llega a sobrepasar este límite debe devolverse a la olla. El vibrado es una de las actividades más importantes para tener una buena compactación y calidad en el prefabricado.

Una vez colados, para proceder al izar los paneles el concreto tiene que alcanzar el 80% de su resistencia (120 kg/cm²), lo cual tarda aproximadamente tres



semanas. En este tiempo se realizan varias pruebas de laboratorio. Cuando se obtiene la resistencia esperada la grúa entra en acción. El peso de cada pieza oscila entre las 26 y 35 t. Para garantizar la estabilidad de los muros durante el movimiento, antes del izado se colocan vigas de sacrificio. Una vez levantados y colocados en su posición final son soldadas las placas que los unen a la cimentación y se apuntalan en lo que



Ventajas del sistema

- **Calidad:** Los edificios construidos con el sistema Tilt-up pueden incorporar las últimas tecnologías y la experiencia de diseños innovadores y construcciones nuevas.
- **Rapidez de construcción:** Los sistemas de ingeniería y productividad en serie permiten ahorro en tiempo y mano de obra.
- **Economía:** Tilt-up ofrece un excelente producto en términos de construcción, operación e inversión.
- **Libertad de diseño:** Cada proyecto es diseñado para satisfacer las especificaciones, necesidades y gustos del cliente.
- **Versatilidad:** Los paneles Tilt-up son fáciles de modificar para acomodar nuevas aberturas o ampliaciones del proyecto.
- **Financiamiento:** Por la duración natural del concreto, los proyectos Tilt-up son preferidos por instituciones bancarias.
- **Venta posterior:** Los edificios de concreto mantienen la apariencia, la integridad estructural y el valor.
- **Economía térmica:** Las propiedades térmicas del concreto y la ayuda de varios sistemas de aislamiento reducen al mínimo los costos de energía.
- **Factores de filtración:** Los edificios de concreto son impermeables al aire lo que reduce las oscilaciones de calor y frío, así como la dimensión de las unidades mecánicas.
- **Reducción de mantenimiento:** La durabilidad del concreto y el detalle en la construcción reducen los costos de mantenimiento.
- **Utilización del piso:** Los muros sin columnas permiten la libre localización de puertas y estantes.
- **Resistencia al fuego:** Los muros de concreto, que están reforzados con acero, ofrecen una barrera natural a las fuerzas destructivas del fuego interior o exterior.
- **Seguridad:** Los muros reforzados con acero presentan un obstáculo sólido al vandalismo y a la entrada ilegal.
- **Reducción del ruido:** Las propiedades de los muros de concreto hacen los proyectos "buenos vecinos".

Fuente: CyT, enero 2010.



termina de armarse todo el envolvente y se coloca la estructura que soporta el techo de las naves. En esta etapa es importante mantener limpia la obra para que no queden en el piso taquetes o clavos que puedan clavarse en las llantas de la grúa y retrasen la operación. Los tiempos de ejecución varían según las dimensiones de la nave. En el caso de la que tiene 2 mil 800 m² de superficie, se requirieron 12 horas de grúa para levantar y colocar todos los paneles.

Estructura metálica y cubierta

Al finalizar el izado del sistema Tilt-up se procede a colocar la estructura que soporta a la cubierta y los mezzanines (en este caso todas las naves tienen un mezzanine donde habrá oficinas). Primero se descubren las cimentaciones que quedaron cubiertas por el piso y que recibirán los elementos estructurales que en esta obra son metálicos y libran claros de 35 x 10 m. A diferencia del concreto, los elementos metálicos se fabricaron en taller y fueron llevados a la obra. Una vez colocados en su posición fueron fijados a las placas previamente colocadas en la cimentación y se atornillaron entre sí. La techumbre es de losacero, sin tragaluces debido a que el acrílico soporta poco los cambios de temperatura y en esta zona hay variaciones de hasta 20 grados en un solo día. Toda la iluminación natural entra por las ventanas de los paneles.

Una vez colocada la estructura de acero y la cubierta, se terminaron de fijar los paneles. La posición de





las placas de unión quedó definida desde el proyecto; éstas fueron colocadas durante las distintas etapas del proceso para después ser soldadas entre sí. El ing. Barbosa comentó que hay que cuidar el calor de la soldadura porque si se aplica el calor completo se calcina el concreto; entonces las piezas se van soldando gradualmente de cinco en cinco centímetros. Otro aspecto a cuidar desde el diseño estructural es que no debe darse una concentración de esfuerzos en las placas para que no se trueque el concreto en estos puntos. El esfuerzo empieza a los 50 cm de distancia. Al culminarse esta etapa se quitan los pies derechos de los prefabricados y son lavados con ácido muriático para retirar el desenfrante y poder recibir pintura. La cancelería es de aluminio y las ventanas son fijas por seguridad. En algunos vanos hay ventiladores.

Factores a considerar

Si bien este sistema ofrece numerosas ventajas, para que sea 100% exitoso hay que cuidar los detalles. En la obra de Tecate uno de ellos fue la variación del clima, en un solo día las temperaturas pueden oscilar de los 8 a los 35° C. Esto limita los horarios del colado el cual no puede hacerse hasta entrada la tarde terminando en la madrugada. El ing. Barbosa dice que en el verano incluso a las 2 de la mañana llega a haber una temperatura de 28° C.

La precisión del trazo es otro aspecto importante. Todo se deja marcado, desde los andenes hasta los marcos de las puertas. Entre panel y panel solo hay 2 cm de margen por lo que la precisión es clave. En esta obra todo se trazó con estación total; un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

El tendido de las instalaciones también lleva cuidado y detalle. Dado que se tiene que colar el piso completo para que la grúa se desplace con facilidad, las instalaciones quedan cubiertas. Una vez colocados los paneles se rompen los puntos donde es necesario descubrirlas como es el caso de los baños.

Finalmente, una buena planeación de la obra es fundamental. Por ejemplo, para optimizar al máximo los tiempos de la grúa, hay que planear cuidadosamente todas las maniobras. Así, desde que llega empiezan a levantarse los paneles para aprovechar el costo de la renta de esta maquinaria al máximo. **C**

