

Un gigante de concreto

16



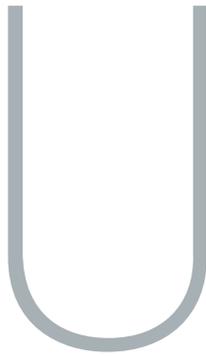
Gregorio B. Mendoza

 www.facebook.com/Cytimcyc

 [@Cement_concrete](https://twitter.com/Cement_concrete)

Fotografías: Cortesía VFO Arquitectos





Una de las torres más altas del Estado de Nuevo León y del país se encuentra en plena construcción, formará al finalizar su construcción parte esencial del conjunto urbano Valle Oriente de la Ciudad de Monterrey (VAO). Orgullo regiomontano por todo lo que su realización ha implicado, *Construcción y Tecnología en Concreto* brinda estas páginas para conocer los retos que hay detrás de este magno proyecto vertical que alcanzará una inversión de \$6,600.00 millones de pesos.

CRECIMIENTO ACELERADO

La pujante economía y actividad industrial del Estado de Nuevo León siempre ha ido de la mano de los retos arquitectónicos y constructivos del país, no es casualidad que justo ahí se encuentre el corazón de una de las empresas cementeras más importantes del mundo como lo es CEMEX. Arquitectos e ingenieros, han cosechado innumerables éxitos gracias a la mancuerna histórica con el concreto,



Datos
de interés

Diseño arquitectónico:

VFO Mexico.

Ingeniería estructural:

Thornton Tomasetti.

Estudios de viento:

Rowan Williams Davies & Irwin INC.

Asesoría en LEED:

Eco SYNC.

Ingeniería eléctrica:

Voltrak.

Ingeniería de aire:

Termo Control del Noreste.

Cliente:

Constructora DOCSA.

Obra:

Torre KOI.

llevándolo como materia prima a límites nunca antes imaginados. Ahora, de la mano de un ambicioso proyecto urbano denominado Conjunto VAO, el concreto se pone a prueba una vez más para consolidar el plan maestro que ha diseñado VFO Arquitectos, una empresa especializada en el diseño arquitectónico de clase mundial que ha construido su experiencia durante más de quince años combinando tres conceptos únicos en México: el diseño, la tecnología y la sustentabilidad.

Con la enorme experiencia de tener entre su historial profesional, la construcción de obras residenciales, oficinas, hoteles, hospitales, interiores corporativos; entre otros, VFO Arquitectos recibió la encomienda de diseñar un conjunto de cuatro torres para consolidar un innovador proyecto de usos mixtos con los más altos estándares de diseño y equipamiento para



brindar una experiencia única en la ciudad. El desarrollo se caracteriza por una plaza que articula todos estos edificios con entradas independientes que comparten un espacio urbano íntimo y privado, para uso de quienes habiten o visiten el conjunto.

El complejo tendrá a su término un área total construida de 184,866 m², un número revelador si se toma en cuenta que este proyecto se encuentra en un terreno de 31,500 m², y se compone de cuatro desarrollos interdependientes: un edificio ya en operación de oficinas rentables, dos edificios de apartamentos y la Torre KOI, éste último edificio insignia de usos múltiples que incorporará una zona comercial, oficinas, y residencias de gran lujo.

EL GIGANTE DE CONCRETO

El conjunto de la Torre KOI sumarán 218 departamentos y 18 penthouses –en 34 niveles- que van desde los 90 m² hasta 250 y 350 m² con bodega propia y un rango promedio de 2 a 4 cajones de estacionamiento. El equipamiento de este proyecto en específico incluye además: sala de visitas privadas, sala de cine, salón de juegos, salón de eventos para 100 personas, suites de huéspedes, gimnasio equipado, área para yoga, sauna y baños de vapor, solárium, alberca infinity semiolímpica con doble carril de nado, jacuzzi y un bar exterior.

La Torre KOI –la más alta del conjunto- alcanzará los 276 metros de altura y con el compromiso de un bajo impacto ambiental, el cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad, esta obra busca la certificación Plata en el esquema LEED por eficiencia energética. Por lo anterior, cuenta a nivel integral en su diseño con la más alta tecnología en software (Building Information Modeling -BIM), diseño de instalaciones, estructuras y pruebas de esfuerzo o viento y control logístico de gerencia de obra que garantiza seguridad a todos los trabajadores y una alta eficacia constructiva *in situ*.



También a nivel específico lo hacen sobresalir sus conceptos implementados en la iluminación y ventilación natural para volver realidad el ahorro en consumo eléctrico y de aire acondicionado, sin demeritar el confort interno; el bajo costo de mantenimiento que se proyecta a lo largo de toda la vida útil del edificio; una planta de tratamiento de agua para reciclar el volumen empleado y mantenerlo en un proceso de reciclamiento controlado, y finalmente



En la opinión del Dr. Roberto Stark

El reto más importante a nivel estructural que supone un proyecto vertical como Torre KOI es principalmente su originalidad, no hay proyectos similares ya que es imposible contar con un comparativo previo de las particulares del sitio en donde será construido. De este modo el concreto juega un papel primordial para llegar a una solución estructural viable ya que al ubicarse en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, las características más demandantes presentes en la edificación recaen en las fuerzas laterales (viento). Por lo anterior, no hay mejor solución que diseñarlo en concreto debido a que las propiedades de este material nos permiten reducir las fuerzas dinámicas producidas por el viento.

El sistema estructural planteado en la torre funciona a base de un núcleo central de concreto el cuál se rigidiza mediante dos niveles de vigas de transferencia y losas planas postensadas. Cada uno de los elementos de la estructura, son de concreto. La losa de cimentación –soportada por una serie de pilas cortas- da una continuidad y apoyo a los elementos estructurales de la superestructura. Es una losa de 4 metros de espesor que fue colada en forma continua durante aproximadamente 30 horas, hasta el momento de los colados más grandes para un sólo evento.

La gran aportación de este proyecto a la industria de la construcción es que rompe con los mitos acerca de que los edificios altos deben ser de acero: este edificio será una gran enseñanza en México como en su momento lo fueron las Torres Petronas (Malasia) debido a que hace evidente que la tecnología existe para poder hacer un edificio en concreto en forma económica. No puede perderse de vista que para lograrlo, se están utilizando concretos de alta resistencia que superan a los que se utilizan normalmente y se han implementado controles especiales que nos sirven para regular durante la construcción su comportamiento.

la instalación en fachada de 45,000 m² de vidrio de alta eficiencia energética que formará parte de un sistema de doble cristal de 12 y 6 mm de capa 'low-e', con lo que se reduce la ganancia térmica al interior de la construcción.

DISEÑO A TODA PRUEBA

A decir de los arquitectos los principales retos del edificio son sin duda alguna la altura y la seguridad. Por lo mismo, la ingeniería es uno de los puntos focales de este proyecto tanto como los procesos constructivos y su materia prima, en este caso el concreto: en la subestructura de la torre se ha construido una losa de cimentación de 52 m de largo por 36 m de ancho con un espesor variable de aproximadamente 4 m, se trata de una superficie de 1,872 m² que es sostenida por 72 pilas que alcanzan los 7 m de profundidad. De esta losa, a nivel de calle, continúan una serie de muros estructurales de 1.10 m de espesor que conforman el núcleo de la torre (core) y de ahí se le integran 22 columnas perimetrales que definen la superestructura en conjunto con losas de entrepiso del mismo material en espesores de 25 cm.

De acuerdo con Rowan Williams Davies & Irwin INC, quienes realizaron el diseño estructural, la torre podrá soportar un factor de viento de hasta 350 km/h, comprobado en el túnel de viento de laboratorio.

Realizar la cimentación fue uno de los procesos más demandantes de toda la obra. Para lograr este inmenso colado in situ fue necesario implementar un plan detallado a nivel de logística para coordinar todos los frentes de obra involucrados. El ingeniero Eugenio Luján Rodríguez, Director de Proyectos Verticales de la empresa Internacional de Inversiones, comentó a *Construcción y Tecnología en Concreto* que el colado del concreto empezó el día sábado 21 de diciembre a las 8:30 am y concluyó el día domingo 22 de diciembre: "se instalaron cerca de 7,100 m³ de concreto a lo largo de 26 horas y 17 minutos de colado continuo, teniendo una producción de 270 m³/hora".

Para lograr tan ardua tarea se emplearon siete plantas de concreto (1 adicional de reserva), 98 unidades revolvedoras, siete bombas de concreto con una cuadrilla de trabajadores respectivamente, personal de seguridad así como una cuadrilla de primeros auxilios y el apoyo de dos patrullas de tránsito durante todo el colado para facilitar los 1,010 viajes que se realizaron a la obra. Es hasta el momento, el colado masivo más grande realizado en México en una zona urbana. A la fecha no ha habido otro con estos volúmenes, indica Luján Rodríguez.

Tal como se mencionó, este procedimiento requirió un trabajo conjunto con autoridades de tránsito municipales que permitieron el cierre parcial de algunas vialidades para facilitar las maniobras y garantizar la seguridad de la población. Previo a esto, se efectuaron varias juntas de logística entre constructores, proyectistas, supervisores y autoridades, donde se definieron las calles por dónde entrarían los camiones y la secuencia de colocación de concreto en la losa de cimentación, siendo lo más complejo, sistematizar la recepción de los camiones, ya que se llegaría a tener



Características del concreto

- **Proveedor de Concretos:** CEMEX.
- **Resistencia a compresión:** F'c 400 kgf/cm².
- **Edad de garantía especificada:** 28 días.
- **Revenimiento:** 20 cm bombeable.
- **Agregado:** Caliza con tamaño máximo de 19 mm.
- **Temperatura:** En estado fresco máximo 23°C al llegar a obra.
- **Características de la losa de cimentación:** Largo 52 m, ancho 36 m, espesor variable de aproximadamente 4 m.



TORRE KOI en números

hasta 15 unidades ingresando al mismo tiempo a la obra y debía coordinarse a qué bomba se iba dirigir cada uno teniendo un espacio limitado de maniobra.

El concreto suministrado por parte de CEMEX (Resistencia a compresión: $f'c$ 400 kgf/cm²; edad de garantía especificada a 28 días; revenimiento: 20 cm bombeable y un agregado de caliza con tamaño máximo de 19 mm), contó con un control de calidad de alta exigencia que en todo momento fue vigilado para garantizar la homogeneidad y las exigencias solicitadas en términos estructurales pero también de sustentabilidad: se usaron retardantes de fraguado para mantener buena integración del concreto así como aditivos específicos solicitados para el proyecto.

Por parte de CEMEX, se contó con varias cuadrillas de personal capacitado y certificado en muestreo del concreto, así como personal LEED supervisando el cumplimiento, a lo largo de todo el colado de cada uno de los lineamientos de la certificación Plata que se pretende obtener. Algunas de las pruebas de control de calidad realizadas por CEMEX, recayeron en el revenimiento, masa unitaria, temperatura del concreto fresco, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, y un monitoreo de perfil térmico del elemento (losa de cimentación) con la finalidad de que se pudiera tomar precauciones para mantener un diferencial de temperatura adecuado, para lo cual se instalaron termopares en la parte superior, media e inferior del elemento para monitorear la temperatura interna y del medio ambiente.

Eugenio Luján Rodríguez, reitera que esta etapa constructiva fue un reto muy importante a nivel de proyecto y cons-

La construcción

- Inversión aproximada: \$ 6,600.00 millones de pesos.
- Altura: 276 metros.
- Área total construida: 184,866 m².
- Superficie del terreno: 31,500 m².
- 218 departamentos y 18 penthouses
- 45,000 m² de vidrio instalado en la fachada .
- Soportará hasta rachas de viento de 350 km/hora.
- Su cimentación se integra por una losa de 52 metros x 36 metros x 4 metros.
- 72 pilas a 7 m de profundidad sostienen su losa de cimentación.
- 22 columnas principales integran la superestructura.

El colado

- En la construcción de la losa de cimentación se requirió un volumen de concreto de 7,100 m³ ($f'c$ = 400 kg/cm²).
- Se emplearon 7 plantas de concreto y 1 de reserva.
- 26 horas y 17 minutos duró el colado continuo de este elemento estructural
- Producción promedio de concreto: 270 m³/hora.
- 98 unidades revolventoras.
- 7 bombas de concreto con una cuadrilla de colocación cada una.

trucción ya que se logró acortar el tiempo estimado del colado, de 32 a 26 horas aproximadamente. "Con la logística implementada y definida en juntas previas logramos estructurar un plan óptimo; encontramos la forma de mejorar la coordinación de las partes involucradas para evitar así el menor riesgo posible durante la ejecución del mismo, garantizando la calidad y manufactura proyectada", señaló.

MOTIVO DE ORGULLO

A punto de cumplir el primer lustro de su historia, el despacho VFO Arquitectos (conformado por un equipo de 35 personas) enfrentó el gran reto de mantenerse como un referente dentro del desarrollo de proyectos AAA. Este logro constructivo que está a meses de ser concluido es por lo tanto un motivo de consolidación de su trayectoria no sólo a nivel regional sino a nivel global y también –por qué no decirlo– motivo de orgullo nacional por lo que representa para toda la industria de la construcción. **C**