



ESTRUCTURAS DE CONCRETO

# Tendencias y desafíos


“**LE CORBUSIER** dio forma y significado a la arquitectura en la era de la Revolución Industrial. Programemos ahora la hiperrealidad de la Revolución Digital, que es nuestra época”.


*Kas Oosterhuis\**

17



Adriana Valdés Krieg

 [www.facebook.com/Cyt\\_imcyc](https://www.facebook.com/Cyt_imcyc)

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

Fotografías: Shutterstock

Foto: Christina Aksamidova.



## Datos de interés

**Obra:** Centro Cultural Heydar Aliyev.  
**Arquitecto:** Zaha Hadid Architects, Zaha Hadid, Patrik Schumacher.  
**Arquitecto asociado:** Saffet Kaya Bekiroglu.  
**Fecha de construcción:** 2007-2012.  
**Altura del techo:** 74 m.  
**Largo:** 10,092 m.  
**Niveles:** 9 niveles.  
**Superficie del terreno:** 111, 292 m<sup>2</sup>  
**M<sup>3</sup> de concreto armado:** 121,000 m<sup>3</sup>  
**Cimbras utilizadas:** 194,000.  
**Base formada con paneles de fibra de vidrio reforzadas con poliéster o concreto:** 40,000 m<sup>2</sup>

En los siglos XIX y XX los grandes cambios tanto en la arquitectura como en la ingeniería eran producidos por la aparición de nuevos materiales y sistemas estructurales, a fines del siglo XX y principios del siglo XXI esta tendencia fue rebasada por el dinámico desarrollo de las tecnologías digitales.

Cuando en 1997 se inauguró el Museo Guggenheim Bilbao de Frank Gehry, la arquitectura cruzó las fronteras de la imaginación y entró en una nueva etapa. Gehry fue el primer arquitecto que, mediante la utilización de la computación, hizo posible la construcción de un edificio formalmente complejo, cuya edificación, en caso de haber carecido de la tecnología adecuada, habría sido imposible.

Dicha obra marcó el inicio formal de la era de la Arquitectura Digital, en la que la aparición de conceptos y métodos inéditos, como el modelado en 3D\*\*, obligaron a visualizar los nuevos paradigmas de la arquitectura, que hoy definen el lenguaje y el estilo arquitectónico de vanguardia.

Pero la influencia tecnológica va más allá de la creación, y actualmente es posible advertir que los procesos de cambio son cada vez más acelerados, y encontramos que las herramientas digitales que han permitido a los arquitectos construir lo antes inimaginable, también son valiosas auxiliares en la elaboración de la documentación y desarrollo de cualquier obra. De esta manera, algunos procesos que antes podían significar meses de trabajo, han sido reducidos a semanas o días, según el proyecto.

Así nos encontramos frente a una serie de cambios que traen consigo mayores o menores resultados formales y de administración en los que no hay marcha atrás, y al mismo tiempo, ponen tanto a ingenieros como arquitectos en las fronteras del desafío, de no solo tener que entender y resolver los procedimientos actuales, sino que a lo largo de sus carreras, deberán enfrentarse a los cambios que generan los nuevos procesos cibernéticos.





**USTED NECESITA POTENCIA  
Y VERSATILIDAD**

**PARA INCREMENTAR  
LA PRODUCTIVIDAD**

**YA SEA QUE SE TRATE DE MÁS ALTURA, MÁS ALCANCE O MÁS CAPACIDAD, JLG® LE OFRECE LA POTENCIA NECESARIA CUANDO Y DONDE LA NECESITE.** Seleccione entre elevadores de pluma telescópica y articulada, elevadores de tijera para terreno accidentado y eléctricos, así como elevadores de mástil vertical para diversos usos. Además, con el compromiso de JLG con el desempeño, la calidad y el valor, usted obtiene una herramienta de calidad, respaldada por un servicio y apoyo excepcionales.

Para mayor información, visite [www.jlg.com/es-mx/3](http://www.jlg.com/es-mx/3)

**JLG®**  
reachingout®

Foto: Humbille.

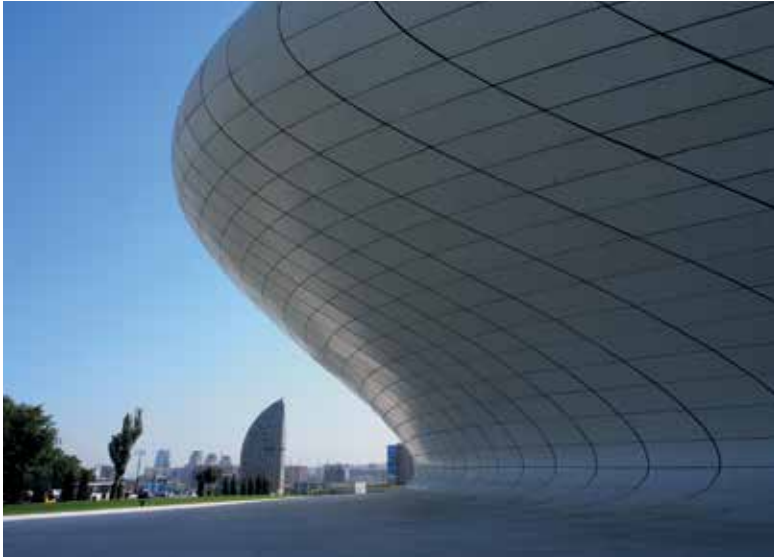


Foto: Nuriyev Sadi.

## LO POSIBLE DE LO IMPOSIBLE

Entre las firmas internacionales de arquitectura que siguen las directrices que impone la era digital se encuentra el despacho de la arquitecta británica-iraquí Zaha Hadid quien utiliza las últimas herramientas de software y de experimentación técnica en procesos constructivos y en la aplicación de materiales.

Sus diseños no sería posible concretarlos sin el modelado 3D gracias al cual se puede realizar con certeza la predicción de comportamiento estructural y morfológico de las audaces formas que hoy ostenta

su arquitectura. Es decir la construcción eficiente de las obras y la concreción de las superficies continuas y onduladas no se podrían construir sin el uso de las herramientas BIM (*Building Information Modelling*).

Para Zaha Hadid las técnicas de representación y diseño, los procesos constructivos y la tecnología asociada a la fabricación y uso de materiales han dejado de ser un condicionante y una limitación, y se han convertido en aliados y protagonistas de su expresión arquitectónica como queda demostrado en la obra del Centro Cultural Heydar Aliyev, ubicado en Baku, capital de Azerbaiyán.

## LA SUAVE PIEL DE LA ARQUITECTURA

Esta obra que paradójicamente, lleva el nombre de Heydar Aliyev, líder durante la era soviética de Azerbaiyán 1969-1982 y presidente del país entre octubre de 1993 octubre de 2003, por la suavidad de su perfil marca un rompimiento con la arquitectura soviética rígida y monumental que prevalece en Bakú.

El Centro Heydar Aliyev, con 57,519 m<sup>2</sup> de construcción es un conjunto de edificios que por la suavidad de las curvaturas de la envolvente que los contienen parece como si un gran pañuelo blanco de seda cayera sobre la monumental plaza, también pavimentada con concreto blanco, para fundirse en ella.

En respuesta a la topografía escarpada caída que antiguamente dividía el sitio en dos, el proyecto presenta un paisaje de



### Hadid en México

**En septiembre** de 2014 se dio a conocer el primer proyecto que la reconocida arquitecta Zaha Hadid hará en México, se trata de un desarrollo residencial de alta densidad en la ciudad de Monterrey. El proyecto denominado Esfera City Center, se localizará al sureste de Monterrey en el Cañón del Huajuco.

El proyecto contará con 981 departamentos de distintos tipos, desde lofts para una persona hasta la opción de cuatro dormitorios, dando un total de 137,000 m<sup>2</sup>. El diseño rehusó seguir el encargo original del cliente, quien pedía 12 torres residenciales, en su lugar se planteó una serie de bloques largos de baja altura que rodearían un parque público, brindando un enfoque comunitario al proyecto residencial.

El Plan Maestro de Esfera City Center, además de albergar esta zona residencial, contará con la participación de las oficinas mexicanas Sordo Madaleno Arquitectos, GLR Arquitectos y RDLP Arquitectos, e involucra el desarrollo de hoteles, oficinas y un centro comercial.





## Nuevos tiempos nuevos materiales

terrazas precisas que establecen conexiones y rutas alternativas entre la plaza pública, la construcción, y un estacionamiento subterráneo. Esta solución evita excavación y relleno adicional, y convierte con éxito una desventaja inicial del sitio en una característica clave del diseño. El complejo cultural consta de tres edificios, un centro de conferencias, un museo y una biblioteca, que se conectan a través de los espacios interiores y por la curva y "fluida" de la piel exterior que serpentea a través de toda la estructura.

El proyecto, que está destinado a desempeñar un papel integral en la vida intelectual de la ciudad alberga un centro de conferencias con auditorio, salas de conferencias, una biblioteca, un museo, un restaurante y un estacionamiento.

Ya en el interior, el centro se caracteriza por las superficies continuas cuyos pisos giran y ascienden hasta transformarse en las paredes, techos y rampas para luego seguir girando y avanzar fuera de la vista, formando paisajes blancos sin fin.

En lo referente a la estructura el edificio consta principalmente de dos sistemas que colaboran: una estructura de concreto combinada con un sistema de estructura espacial. Con el fin de lograr espacios libres de columnas a gran escala que permitan al

**Entre los materiales** que permiten la realización de las sinuosas cubiertas que requiere la obra arquitectónica digitalizada se encuentra el GFRC y PRFV. El GRC es un composite o material compuesto: las fibras de vidrio se proyectan sobre una base de mortero de cemento en varias capas, creando un material final que reúne las cualidades de ambos. Debido a que la finalidad de las piezas de GRC es la creación de paneles de cara vista, en el mortero se suele emplear concreto blanco. También admite el empleo de colorantes en la mezcla. Se ha descubierto que la fibra de vidrio reacciona con los álcalis del concreto, por lo que se prefiere un concreto de baja alcalinidad, y se emplea un tipo de fibra de vidrio resistente a los álcalis.

El plástico reforzado con vidrio o plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), GRP (Glass Reinforced Plastic), es un material compuesto, formado por una matriz de plástico o resina reforzada con fibras de vidrio. No es inusual denominar informalmente a este material simplemente como "fibra de vidrio". Se trata de un material ligero, resistente y muy fácil de moldear, por lo que es muy usado en la elaboración de piezas de formas suaves y complejas. En la construcción se utiliza como envoltivo o fachada en edificios singulares con formas de curvatura irregular.

Fuentes: [http://es.wikipedia.org/wiki/Concreto\\_reforzado\\_con\\_vidrio](http://es.wikipedia.org/wiki/Concreto_reforzado_con_vidrio)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico\\_reforzado\\_con\\_vidrio](http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico_reforzado_con_vidrio)

Foto: Phil Russell

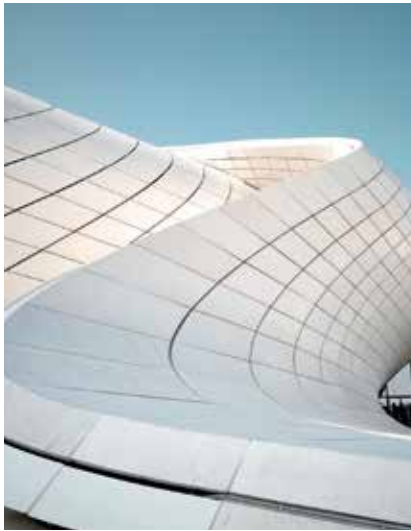


Foto: Nakanishi





## Retos concretos

**Actualmente el** diseño del concreto como material indispensable en todas las áreas de la construcción, va mucho más allá del rendimiento técnico y la durabilidad; hoy se suma la condición indispensable de la sustentabilidad, misma que engloba las siguientes condiciones:

- **Calidad y capacitación:** Esta inicia desde la selección de los materiales, con procedimientos de diseño y construcción bien planeados, organizados y llevados a buen término. Los productores de concreto y los constructores cada vez aceptan más los modernos sistemas de control de calidad, como el ISO 9000 o los propuestos por el ACI, pero aun hay un camino por recorrer. También es deseable que se haga un monitoreo continuo de las estructuras para observar sus propiedades físico-químicas, y aprender de sus comportamientos. Una clave fundamental de la calidad es la capacitación de los profesionales que construyen con concreto, tanto de aquellos que realizan el proyecto y las especificaciones, como de quienes están en la obra, también es importante capacitar al personal que está en las plantas de premezclado, aquellos que realizan o evalúan las pruebas y reciben los resultados del laboratorio de materiales.
- **Economía de recursos:** Las sequías en algunos países ha mostrado que el agua no es inagotable, las compañías de cemento se han percatado de que las canteras no se amplían constantemente, y de que para obtener agregados de buena calidad se tienen que recorrer distancias cada vez más largas, lo que eleva tanto el tiempo como el costo. En este punto la eficiencia y el reciclaje, ofrecen una posible respuesta.
- **Reducción del impacto ambiental.** Las estructuras de concreto normalmente se diseñan con una vida de servicio de 50 años, dependiendo del tipo de ambientes. Para tener una mejor preservación del medio ambiente, los especialistas en la materia han sugerido que la vida de diseño de las estructuras se incremente hasta 100 o 120 años, y al menos a 150 años de vida útil en el caso de la infraestructura.
- **Programas de mantenimiento:** Los programas de inspección y mantenimiento deben ser considerados desde el principio, ya que algunos problemas pueden detenerse a tiempo si se identifican y tratan adecuadamente, antes de que se extiendan.

El desarrollo tecnológico del concreto es indispensable y se enriquece de los adelantos de otras disciplinas como la química, que ha aportado el concreto polimérico, las resinas epóxicas, el látex, y los desmoldantes de cimbra que prolongan la vida de ésta y son biodegradables, los aditivos de concreto mejorados y el desarrollo de otros más potentes pueden mejorar las propiedades químicas del propio cemento y del concreto. Incluso también destacan los avances logrados con las investigaciones con el grafeno y su compatibilidad con el concreto.

La microbiología y la nanotecnología son otras ramas científicas que apenas anuncian su entrada para apoyar a la tecnología del concreto. Siempre es tentador hacer grandes predicciones sobre las direcciones y los desafíos que en cualquier área presenta el futuro. No obstante, de lo único a que podemos estar seguros es de que los materiales estructurales, las formas y diseños revolucionaron en pocos años gracias a los avances en las capacidades computacionales, por las interacciones que esta misma disciplina permitió con otras ramas de la ingeniería y la ciencia, y por la aplicación de miles de mentes talentosas que contribuyen a dar soluciones a los problemas que actualmente enfrenta la sociedad global.

visitante experimentar la fluidez del interior, los elementos estructurales verticales se ocultaron en las paredes y el sistema de muro cortina. El edificio, cuya suave rejilla distorsionada de paneles de poliéster con fibra de vidrio reforzado no tiene conexiones visibles, se ve menos "como construido" y más como "si aterrizara".

## SE HIZO LA LUZ

La iluminación se diseñó con estrategia para que se diferenciara la lectura del día y de la noche del edificio. Durante el día, el volumen del edificio refleja la luz, alterando constantemente la apariencia del Centro de acuerdo con la hora del día y la perspectiva de visualización. El uso del vidrio semi-reflectante da vislumbres del interior, despertando la curiosidad sin revelar la trayectoria del fluido de los espacios interiores. Por la noche, la construcción se transforma poco a poco a través de la iluminación del interior en las superficies exteriores, desarrollándose la composición formal para revelar su contenido y mantener la fluidez entre el interior y el exterior. **C**



Foto: Dan N.

\*Arquitecto neerlandés destacado por su investigación sobre las nuevas tecnologías digitales aplicadas a la arquitectura y la construcción.

\*\* El modelado 3D es el proceso de desarrollar una representación matemática de cualquier objeto tridimensional (ya sea inanimado o vivo) a través de un software especializado. Al producto se le llama modelo 3D. Se puede visualizar como una imagen bidimensional mediante un proceso llamado renderizado. El modelo también se puede crear físicamente usando dispositivos de impresión 3D.



Centro de Actualización Profesional  
e Innovación Tecnológica del CICM

# ESPECIALIDADES

Un enfoque interdisciplinario  
para profesionistas con visión

El CAPIT es una institución educativa de primer nivel creada por el Colegio de Ingenieros Civiles de México que ofrece cursos, seminarios, diplomados y especialidades a los profesionales de carreras relacionadas con la planeación, construcción, operación y administración de proyectos de infraestructura.



## Valuación de Inmuebles

RVOE SEP No. 2005369, 17 junio 2005, REGISTRO DGP 625728

Especialidad dirigida a ingenieros civiles, arquitectos, actuarios, economistas, contadores, administradores y todos aquellos profesionales interesados en la valuación de propiedades comerciales, industriales y habitacionales. El egresado será capaz de ejercer en el mercado inmobiliario.



## Valuación de Negocios en Marcha

RVOE SEP No. 2005370, 17 junio 2005 Registro DGP 625753

El egresado conocerá los procesos y técnicas aceptadas para determinar el valor de las empresas para fines de administración y comercialización. La especialidad está dirigida a ingenieros civiles, arquitectos, contadores, economistas, administradores y todo aquel profesional interesado en la valuación industrial.



## Administración de Proyectos de Infraestructura

RVOE SEP No. 2005371, 17 junio 2005, Registro DGP 625754

Especialidad diseñada para ingenieros civiles, arquitectos, administradores y todos los profesionales interesados en el conocimiento necesario para administrar procesos, manejar recursos humanos y ejercer el liderazgo en los proyectos de infraestructura.

## Inscripciones abiertas-Cupo limitado

Inicio de clases agosto de 2015

Reconocimiento con validez oficial de estudios SEP

Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.  
Camino a Santa Teresa 187, Col. Parques del Pedregal 14010 Delegación Tlalpan, México D.F.  
www.cicm.org.mx      www.capit.org.mx      Teléfono (55) 56062323 Ext. 121

