COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON EL AGUA

Una obra del siglo XXI: Plaza Juárez

ADRIANA VALDÉS KRIEG
FOTOS: GUADALUPE VELASCO

El conjunto de la Plaza Juárez se encuentra frente a la Alameda Central, en la manzana ubicada entre Av. Juárez y las calles de Dolores, José María Marroquí, Independencia y Luis Moya, y alberga el edificio de la Secretaría de Relaciones Exteriores y el del Tribunal Superior de Justicia, ambos proyectados por el arquitecto Ricardo Legorreta. Este conjunto ocupará una superficie de 27 mil 300 m^2 y tendrá un uso mixto. Se construirán un hotel, oficinas, comercios, restaurantes y viviendas, centros comerciales, además de un espacio para el estacionamiento de dos mil vehículos. Estas obras se encuentran integradas a través del agua por una fuente monumental en base de pirámides diseñada por el escultor Vicente Rojo y erigida en la plaza de acceso.

La fuente monumental de Vicente Rojo construida en la Plaza Juárez es un ejemplo vivo del empleo del concreto y el agua para crear una obra de valor artístico, aprovechando las características de durabilidad y resistencia propias de este material en la elaboración de prefabricados. El 29 de mayo se inauguró la fuente central de la Plaza Juárez, cuyo tema es el agua , en la cual se localizan 1 034 pirámides elaboradas de concreto con cubiertas de baldosa color marrón. Ahí mismo y en coordinación con el INAH se restauró la antigua iglesia de Corpus Christi, sede del Acervo Histórico del Archivo de Notarías de la Ciudad de México.

"La concepción de las pirámides que integran la fuente de la Plaza Juárez implicó varios aspectos para su realización: el estudio del comportamiento y la

> El reto fue encontrar el procedimiento más adecuado, ya que es una fuente donde el agua cambia de nivel constantemente.

resistencia del concreto con el agua donde serían ubicadas estas estructuras, el lograr la tonalidad deseada, el conseguir la exactitud de sus aristas, la fragilidad de las pirámides, la construcción y el traslado de las mismas para evitar golpes y daños", comentó el arquitecto Heraclio Esqueda, presidente de la Asociación Nacional de Industriales del Presfuerzo y la Prefabricación, AC, y autor de estas estructuras.

El reto fue encontrar el procedimiento más adecuado, ya que es una fuente donde el agua cambia de nivel constantemente, lo que produce un efecto que se conoce como"*splash*, en el caso de estructuras de concreto y es similar al que se da en las columnas sumergidas en el agua. En el caso de concreto reforzado esto produce y surgen patologías de corrosión que tienden a reventar las piezas.

"Las pirámides tienen cuatro cm de espesor, son huecas y se montaron sobre otra pirámide que conforma la base donde se embrocaron. Para su elaboración se diseñaron moldes metálicos para colarlas invertidas, y desmoldarlas con gran cuidado para no dañar sus aristas, pues no tienen refuerzo. Se utilizó un concreto a base de cemento Pórtland, por lo que los agregados son de caliza en dimensiones pequeñas con un tamaño máximo de 10 mm, con granos de óxido de mármol color rojo óxido, que es el color que nos pidieron. Se reforzaron con fibras poliméricas para evitar el armado de acero, para evitar los problemas de oxidación. Los recubrimientos se hicieron con los mismos agregados, no obstante de que son huecas pesan alrededor de 25 kg cada una", comenta el Arq. Esqueda.

El concreto empleado en la elaboración de las pirámides tiene una resistencia de 350 kg/cm^2 y la relación agua/cemento es baja, de 0.45, por lo que tiene las siguientes ventajas en el caso de las pirámides que están en contacto con el agua y además sometidas a cambios constantes en su nivel:

- baja permeabilidad
- incrementa la durabilidad
- resistencia a los ciclos de humedad y secado
- resistencia a la lluvia ácida
- resistencia a climas estacionales
- resistencia al desgaste por abrasión hidráulica

de mantenimiento y pintura conservando sus características originales.

"Por otra parte, si transportábamos unas pirámides macizas desde Toluca donde se encuentra la planta y las fabricamos hasta la Plaza Juárez corríamos el riesgo de la fractura de las mismas, sobre todo de sus aristas que son los puntos más frágiles de este tipo de estructuras", explicó el Arq. Esqueda.

Otro problema que se presentó en la construcción de la fuente es que hay bufamiento del terreno, es decir, que tiende a subir, por lo que fue necesario agregarle un refuerzo para evitar esta reacción, para lo que se utilizó concreto armado en la construcción de la base de la fuente.

Cemento Portland ordinario resistente a los sulfatos	NMX-C-414-ONNCCE-1999	El cemento Portland ordinario resistente a los sulfatos proporciona mayor resistencia química para concretos en contacto con aguas o suelos agresivos (aguas marinas, suelos con alto contenido de sulfatos o sales), recomendable para la construcción de presas, drenajes municipales y todo tipo de obras subterráneas.

DE COLORES...

Otro aspecto era lograr el color rojo intenso de acuerdo al proyecto del escultor Vicente Rojo, para lo que se utilizó grano de mármol para lograr la tonalidad, y evitar el cambio de color con el paso del tiempo. Como los colores empleados son de origen mineral, en este caso, óxido de fierro, se conservan con el tiempo, pues los pigmentos orgánicos pierden rápidamente su tono por lo rayos ultravioletas o luz natural.

Quizá puedan aparecer unos pequeños puntos, pero son de los álcalis del cemento o las sales del agua únicamente. El diseño de la fuente incluye una caída de agua desde el edificio Villagrán, integrante del Templo de Corpus Christi que hace que el agua esté en constante movimiento, lo cual evita la proliferación de algas. Las pirámides mantienen un acabado aparente que evita el problema

La colocación de las pirámides se realizó cuidando su alineamiento, su montaje y nivelación para respetar las características plásticas del proyecto. Asimismo, se diseñaron placas para los espacios entre las pirámides que también se denominan valles.

El proyecto de esta fuente comprende el empleo del concreto en espacios escultóricos con agua, y la problemática que implica, sobre todo en cuanto a la resistencia y durabilidad del concreto.

ASPECTOS TÉCNICOS

El uso del concreto en el caso de elementos estructurales que se encuentran en contacto con el agua o en zonas con altos índices de humedad implica las siguientes consideraciones:

Baja relación agua - cemento:

- se mejora la permeabilidad
- se incrementa la durabilidad

Comportamiento del concreto en relación con su porosidad

RESISTENCIA kg/cm²	Rel. AGUA-CEMENTO	COMPORTAMIENTO
100	0,80	Muy susceptible
150	0.75	Muy susceptible
200	0.70	Muy susceptible
1000	0.35	Muy durable
2000	0.30	Muy durable

- mayor resistencia al desgaste por abrasión
- mantener la tonalidad al estar expuesto a la intemperie o cambios estacionarios
- evitar los daños ocasionados por la lluvia ácida

Es importante señalar que en estos casos se recomienda utilizar concretos con una baja relación de agua/cemento y grava de un tamaño máximo de 10 mm para garantizar la durabilidad de las estructuras aunado a su resistencia.

Reglamento ACI 318-02

Requisitos para condiciones de exposición especial

Condiciones de exposición	Concreto de agregado de peso normal, relación máxima agua/materiales cementantes	Concreto de agregado normal o ligero *f'c* mínima (kg/cm²)
Concreto que se pretenda tenga baja permeabilidad en exposición al agua	0.50	280
Concreto expuesto a congelación y deshielo en condición húmeda o en descongelación por medio de químicos	0.45	315
Para proteger de la corrosión al refuerzo en concretos expuestos a cloruros de químicos, sales descongelantes, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	0.40	350

ALGO MÁS SOBRE LAS FACHADAS

La Plaza Juárez es considerada por el Fideicomiso del Centro Histórico como la puerta de entrada a la zona histórica de la ciudad de México, un espacio privilegiado que está reactivándose gracias a la suma de esfuerzos públicos y privados. En este cuadrante también se localizan lugares únicos de la ciudad de México como la Alameda Central y el ex templo de Corpus Christi. Este conjunto está asentado en la Avenida Juárez frente a la Alameda Central entre las calles de Independencia y Luis Moya.

Este proyecto, que integra la construcción del edificio de la Secretaría de Relaciones Exteriores y el del Tribunal Superior de Justicia, ocupará una superficie de 27 mil 300 m². Estará integrado por áreas abiertas y jardinadas, centros comerciales y otros servicios. Además, el Templo de Corpus Christi, que forma parte de este conjunto, y el cual recibirá el acervo histórico del Archivo de Notarías de la ciudad de México.

En la construcción de la Secretaría de Relaciones Exteriores y del Tribunal se privilegió el uso de prefabricados de concreto para abatir costos y reducir los tiempos de la obra. En el caso de las facha-

Al igual que el edificio de Tribunales, la ingeniería, fabricación, transporte y montaje se han apegado a las normas y especificaciones del PCI.

das, su elaboración estuvo a cargo de la empresa PRETECSA, con el reto de conjuntar los procedimientos modernos de paneles prefabricados de concreto logrando una gran calidad estética.

De acuerdo con el proyecto ejecutivo y ante la necesidad de construir con rapidez y calidad los edificios de tribunales familiares y la Plaza Juárez, se determinó que se instalaran fachadas de concreto arquitectónico.

EDIFICIO DEL TRIBUNAL SUPERIOR DE JUSTICIA

Para el Tribunal Superior de Justicia se diseñaron páneles de concreto armado nervado en 0.15 m, de color rojo con acabado exterior martelinado e interior lavado especial. Los colores obtenidos son a base de agregados naturales.

La superficie de la fachada es de aproximadamente 12 200 m², lo cual además generó la fabricación de unas 1 070 piezas.

La ingeniería, fabricación, transporte y montaje de los páneles de fachada se apegó a las normas y especificaciones establecidas por el PCI (Precast / Prestressed Concrete Institute), organismo mundial de la prefabricación en concreto, del cual PRETECSA es miembro activo, garantizando con ello un óptimo control de calidad.

EDIFICIO DE LA SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES

En el caso de la Secretaría de Relaciones Exteriores, la fachada se fabricó con páneles de concreto armado de 0.10 y 0.15 m de espesor con acabado martelinado en el exterior color naranja. La superficie de la fachada es de aproximadamente 11 800 m² con piezas de diferentes dimensiones.

Al igual que el edificio de Tribunales, la ingeniería, fabricación, transporte y montaje, se han apegado a las normas y especificaciones del PCI.

En ambos edificios el montaje se ha realizado en forma horizontal, es decir, cerrando piso por piso para agilizar en su interior la colocación de instalaciones y acabados.

El efecto visual que se logra con las fachadas de concreto arquitectónico es producto de la variedad de colores y texturas que armonizan con otros materiales tal y como acontece en este proyecto, logrando los objetivos de abatir costos y reducir el tiempo de ejecución.

VICENTE ROJO

Nació en 1932 en Barcelona, ciudad en la que cursó escultura y cerámica. En 1949 llegó a México, donde estudió pintura y tipografía. Ha desarrollado durante más de 40 años una extensa obra como pintor, escultor y diseñador gráfico. Ha colaborado además en la fundación de editoriales, suplementos culturales y otras publicaciones. Se han montado exposiciones retrospectivas de su obra en el Museo Universitario de Ciencias y Arte (México, 1973); Universidad de Texas (Austin, 1978); Museo de Arte Moderno (México, 1981); Biblioteca Nacional (Madrid, 1985); Museo de Arte Carrillo Gil (México, 1990); Klingspor Museum (Frankfurt, 1992); Museo Casa de la Moneda (Madrid, 1996); Museo Nacional Reina Sofía (Madrid, 1997); Tecla Sala (Barcelona, 1997) y Círculo de Bellas Artes (Madrid, 1997).