

ANTES DE REPARAR, HAY QUE PREPARAR

Evite fallas antes de reparar concreto reforzado

Muchas fallas de reparación del concreto reforzado son causadas por no ejecutar adecuadamente los trabajos de preparación previos, a saber: la remoción de concreto, la limpieza de varillas y el acondicionamiento de superficies. Éstos se presentan aquí desglosados en una serie de pasos que se explican uno a uno.

Antes de comenzar a aplicar los materiales de reparación es preciso realizar una serie de tareas cruciales cuyo detalle se expone a continuación.

Exposición y socavación de varillas

Las instrucciones que siguen son aplicables a reparaciones en superficies horizontales, verticales y por encima de la cabeza. También son aplicables al remover concreto por hidrodemolición y mediante rompedores eléctricos, neumáticos o rompedores hidráulicos de impacto.

1. Remueva el concreto suelto o delaminado arriba del acero de refuerzo corroído.

2. Después de estas remociones iniciales, socave todas las varillas corroídas expuestas. La socavación proporciona espacio libre para limpiar el lado ciego de la varilla y dejará que el material de reparación encierre a manera de cápsula la varilla, asegurando estructuralmente la reparación. Deje al menos 0.6 cm de espacio libre entre las varillas expuestas y el concreto circundante o el espacio de diámetro más grande del agregado del material de reparación, el que sea mayor de los dos.

5. Si algún acero de refuerzo está suelto, asegúrelo en su lugar amarrándolo a otras varillas aseguradas o por otros métodos aprobados.

Limpieza del acero de refuerzo

6. Remueva toda la corrosión y el descascamiento de la varilla para promover la máxima adherencia del material de reparación. El sopleteado con un material abrasivo libre de aceite es el método preferido. Una ligera acumulación de herrumbre cohesionada con la superficie de la varilla no suele ir en detrimento de la adherencia. Sin embargo, si se va a aplicar un recubrimiento protector a la varilla, siga las recomendaciones del fabricante del recubrimiento para la preparación de ésta.

Reparación del acero de refuerzo a causa de pérdida de sección

7. Si el acero de refuerzo ha perdido sección transversal importante, se deberá consultar con un ingeniero en estructuras. Si es necesario hacer reparaciones al acero de refuerzo, la varilla puede ser reemplazada completamente o se puede colocar una varilla complementaria sobre la sección afectada (figura 1). Las varillas complementarias se pueden empalmar mecánicamente a las varillas antiguas o colocar en forma paralela a las varillas existentes, aproximadamente a 0.6 cm a partir de estas últimas. Las longitudes de traslape se determinarán de acuerdo con ACI 318. Se pueden hallar otras normas en el CRSI y en el manual AASHTO.

3. Continúe removiendo concreto a lo largo de las varillas corroídas hasta alcanzar los sitios libres de la corrosión que impide la adherencia, sitios en los que la varilla está bien adherida al concreto circundante.

4. Si el acero de refuerzo no corroído es expuesto durante el proceso de socavación, tenga cuidado de no dañar la adherencia de la varilla con el concreto circundante. Si tal adherencia se rompe, socave la varilla.

Acondicionamiento de borde de superficie

Los pasos siguientes son aplicables a superficies horizontales, verticales y por encima de la cabeza. También son aplicables al remover concreto por hidrodemolición y mediante rompedores de impacto, eléctricos, neumáticos o hidráulicos. No siga estas recomendaciones para aplicaciones de concreto lanzado; para reparaciones de este tipo de concreto consulte las Normas de Preparación de Borde ACI 506.

8. Después de la remoción del concreto delaminado y de la socavación del acero de refuerzo, remueva el concreto adicional tanto como sea necesario para proporcionar el espesor mínimo requerido del material de reparación.

9. En las ubicaciones de borde, proporcione cortes a ángulo estrecho respecto a la superficie de concreto con cualquiera de los métodos siguientes:

. Corte con sierra 0.6 cm o menos, según se requiera para evitar cortar acero de refuerzo.

. Utilice equipo mecánico, tal como hidrodemolición o rompedores de impacto. Evite bordes de bisel.

10. Las configuraciones con reparación se deberán mantener tan simples como sea posible, preferiblemente con esquinas a escuadra (figura 2).

11. Después de terminar las remociones y el acondicionamiento de bordes, remueva los materiales que impidan la adhesión, tales como suciedad, lechada de cemento y agregados adheridos sueltos, por medio de sopleteado con abrasivos o con chorro de agua de alta presión con o sin material

abrasivo. Revise las superficies de concreto después de la limpieza para asegurar que estén libres de agregados o delaminaciones sueltas adicionales.

12. Si se utiliza hidrodemolición, se deben remover de las superficies preparadas la lechada de cemento y las partículas antes de que se endurezca la lechada.

Reconocimiento

Este artículo está basado en la información de la "Guía para preparación de superficie para la reparación de concreto deteriorado que resulta por corrosión del acero de refuerzo".



¿PUEDE EL CONCRETO HACER FRENTE A LOS SISMOS?

CRÉDITO: Ingeniero Federico Garza Tamez

PRESENTACIÓN: Después del terremoto de 1985, el empleo del concreto se ha reducido en la denominada Zona del Lago de la ciudad de México. Sin embargo, este estudio demuestra que su utilización en estructuras de mediana altura podría ser aceptable y hasta ventajosa cuando fuera acompañada de un sistema de aislamiento basado en la acción pendular: el sistema GT-BIS de aislamiento sísmico.

(TEXTO DEL ARTÍCULO:)

El rápido crecimiento de la población en ciudades ubicadas en zonas sísmicas propició que se incrementara en las mismas la construcción de edificios de baja y mediana altura. Muchos de estos edificios, supuestamente preparados para resistir los efectos de los temblores, han sido dañados o destruidos por sismos ocurridos en las últimas décadas.

En la mayor parte de los edificios fijos en su base, la reducción de las fuerzas cortantes sísmicas se ha apoyado en la disipación histerética de energía, disipación basada en la ductilidad de los miembros de la estructura y en la formación en éstos de articulaciones plásticas. Sin embargo, cuando se presentan tales condiciones, la estructura sufre en muchos casos daños apreciables, por lo regular más severos si en la misma se ha utilizado concreto. Además, se presenta otra importante consecuencia: los usualmente grandes desplazamientos horizontales relativos entre pisos consecutivos dañan también a los elementos no estructurales y pueden provocar pánico entre los moradores

La rigidización de la estructura de un edificio se puede lograr mediante el empleo de contravientos o de muros de cortante; sin embargo, a veces los requerimientos del proyecto arquitectónico no permiten aplicar esta solución. En tales casos, la oposición a los desplazamientos relativos es proporcionada exclusivamente por los marcos rígidos de la estructura. El estudio que se describe a continuación se refiere a este último caso, por ser el más desfavorable para la restricción de los desplazamientos relativos.

Estudio comparativo de los desplazamientos relativos en dos estructuras integradas por marcos rígidos

Se diseñaron las estructuras de dos edificios, una de acero y la otra de concreto. Estos edificios son similares al prototipo del modelo probado en Champaign, Illinois, con excepción de su planta, la que se cambió de tal manera que ambos edificios tuvieron las mismas características en las dos direcciones ortogonales (figura 8). Se supuso su ubicación en la llamada Zona del Lago de la ciudad de México, en la que el 19 de septiembre de 1985 fueron destruidos, o seriamente dañados, numerosos edificios de mediana altura. Se estudió su comportamiento bajo la acción de la componente E-W del sismo antes citado, de acuerdo con el acelerograma registrado en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

de los edificios.

Una alternativa para reducir los efectos de los temblores es el empleo de sistemas de control estructural. Entre los conocidos como sistemas de aislamiento de base, los que se emplean con más frecuencia son aquellos que utilizan como aisladores dispositivos compuestos por capas de hule o de neopreno.

El sistema GT-BIS de aislamiento sísmico

El autor de este artículo ideó hace tiempo un sistema de aislamiento que, complementado y perfeccionado en los últimos años, se ha denominado GT-BIS. Se compone de varios elementos, que en las figuras 1 y 2 se muestran en una de las varias formas en que se pueden aplicar en un edificio, a saber: a) aisladores basados en la acción pendular; b) dispositivos especiales de amortiguamiento hidráulico diseñados de manera de poder regular a voluntad la fuerza de oposición al desplazamiento relativo y, en caso necesario, evitar el giro relativo de la estructura aislada; c) elementos mecánicos que pueden utilizarse cuando en los aisladores se emplean cables, con los que se puede regular la longitud libre de dichos cables en los casos en que haya necesidad de anular los efectos de los asentamientos relativos de la cimentación; d) un perno restrictor de desplazamientos, que se utilizaría solamente en los casos en que se esperase un alto desplazamiento relativo de los aisladores ocasionado por las fuerzas de viento (este perno libera automáticamente la estructura al iniciarse un sismo).

Las pruebas realizadas en la mesa vibratoria

El Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Illinois efectuó un estudio del

(México 85, SCT), el mismo que fue utilizado en las pruebas del modelo en mesa vibratoria mencionadas anteriormente.

El diseño de las estructuras se desarrolló suponiéndolas con su base fija en el suelo, soportando las cargas verticales correspondientes al prototipo del mencionado modelo, y siguiendo las normas vigentes en la ciudad de México para la zona correspondiente a su supuesta ubicación (zona III). Se adoptó un factor reductivo $Q=4$, empleándose el análisis estático. Se eligió este último procedimiento dado el propósito principal del estudio: la evaluación de los desplazamientos entre pisos consecutivos de la estructura cuando se utiliza el sistema de aislamiento de base propuesto, sujetándolo a la acción del temblor México 85, SCT. Se empleó el programa STAAD - III para el análisis y diseño de las estructuras, así como para la evaluación de los desplazamientos relativos. Las características de los miembros de las dos estructuras se muestran en el cuadro 1.

En cambio, para la determinación de los desplazamientos relativos en las estructuras dotadas con el aislamiento de base se aplicaron las fuerzas sísmicas correspondientes a las aceleraciones máximas resultantes de las pruebas desarrolladas en Champaign, Illinois, para una longitud libre de los cables de los aisladores de 66 cm (26-1/8"), y bajo la excitación del temblor mencionado anteriormente. Estas aceleraciones se muestran en la figura 6 para los niveles 1, 4, 7 y 10; al ser muy parecidos sus valores, se determinaron los de los niveles restantes por interpolación (figura 8). Como las relaciones de escala entre el modelo y su prototipo eran de 1/8 para las longitudes y 1/1 para las aceleraciones, las arriba mencionadas son las que se registrarían en

sistema GT-BIS en la mesa vibratoria de los laboratorios de Investigación de Construcción e Ingeniería de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos (USACERL). El estudio consistió en el desarrollo de pruebas del modelo de un edificio de nueve pisos, modelo que, construido a una escala de 1:8 (figura 3), fue sujeto al efecto de varios sismos. Previamente, y dotado con aisladores de hule laminado, había sido estudiado en los laboratorios de la Universidad de California en Berkeley.

El modelo estudiado en Illinois se probó tanto estando fijo a la base, como provisto del sistema de aislamiento GT-BIS. Se desarrollaron pruebas de vibración libre, de excitación por ruido blando y por los efectos de cuatro acelerogramas: el Centro, el Parkfield, el Taff y el México 1985 SCT. Se utilizaron para las pruebas tres longitudes libres de los cables de los aisladores, de manera de obtener tres periodos fundamentales de oscilación.

Se instalaron amortiguadores de diseño especial que permiten variar a voluntad el amortiguamiento deseado y que evitan además un giro que pudiera incrementar desfavorablemente los desplazamientos lineales en los extremos de la estructura; esto último es conveniente cuando no se tiene mucho espacio entre los elementos unidos a la superestructura y los fijos al suelo.

Las conclusiones del estudio fueron sumamente favorables para el sistema probado. Entre los resultados más importantes están: a) su completa estabilidad; b) su ventajosa utilización para edificios de mediana altura, aun cuando estén ubicados en suelos sumamente suaves; c) la gran reducción de los efectos críticos de un sismo, reducción que puede llegar hasta 96 por ciento (figura 4);

las estructuras reales aisladas para una longitud equivalente de los cables de los aisladores de 5.30 m (8 x 26-1/8). De esta manera se obtendría un periodo fundamental igual al registrado para el modelo multiplicado por la relación escalar (1.6xV 8), igual a 4.53 segundos. Este periodo sobrepasa apreciablemente al dominante del suelo, aproximadamente 2 segundos. Se consideró en el sistema de aislamiento una fracción del amortiguamiento crítico de 0.06, que fue la que se aplicó en el sistema de aislamiento del modelo.

En el cuadro 2 se muestran los desplazamientos relativos con respecto a la base de la superestructura. En la figura 9 se muestra la relación desplazamiento lateral relativo/altura de entrepiso. Los desplazamientos totales correspondientes a las estructuras fijas al suelo son considerablemente superiores a los que resultan cuando se emplea el sistema de aislamiento. También lo son los de entrepiso, los que sobrepasan grandemente a los permitidos por las normas vigentes. Como se mencionó anteriormente, estos desplazamientos fueron calculados mediante un análisis estático, empleado por no ser su determinación el propósito principal de este estudio; podrían ser aún mayores los que resultarían de un análisis dinámico inelástico paso a paso que se basara en el acelerograma de la componente E-W del sismo México 85, SCT.

En cambio, los desplazamientos entre pisos consecutivos calculados para las estructuras aisladas se derivan de las pruebas físicas desarrolladas en la mesa vibratoria; son muy reducidos, con un promedio de 6.6 mm en la estructura de acero y de 2.4 mm en la de concreto. El desplazamiento máximo relativo entre el suelo y la base de los edificios (nivel

d) su apreciable ventaja sobre el sistema de aisladores de hule laminado y, de primordial interés, e) la minimización de los desplazamientos relativos entre pisos consecutivos, con lo que prácticamente se podría esperar la anulación de daños, aun durante sismos intensos.

Los resultados en la nave de prensa del periódico *Reforma*

La empresa editora CICSA decidió emplear el sistema GT-BIS para reducir los efectos sísmicos en la nave de impresión de su periódico Reforma, y también para aprovechar la ventaja de que con él se pudieran eliminar los efectos de los probables asentamientos diferenciales en la cimentación. Este último objetivo se estimaba necesario para cumplir con las especificaciones de los fabricantes de sus rotativas, las que limitan el desnivel entre las bases de dichos equipos a 0.003".

La edificación está ubicada en la llamada Zona de Transición del área del Lago, en México, D.F. La nave de impresión tiene aproximadamente en planta 45 x 9 m y una altura de 15 m (figura 5). Se obtuvo un periodo natural de oscilación cercano a los seis segundos, muy superior al dominante del suelo. Se instalaron ocho amortiguadores especiales (figura 6) para proporcionar el amortiguamiento calculado como óptimo.

Por los resultados de las pruebas físicas desarrolladas se espera eliminar al menos 90 por ciento de los efectos que en una instalación convencional podría producir un temblor, lo que ya se ha comprobado al registrarse algunos sismos de intensidad moderada.

1) sería de 28 cm, el que tendría lugar en el sistema de aislamiento de base.

Conclusiones

1. El estudio demuestra que el sistema de aislamiento de base GT-BIS es muy eficiente para la reducción de las fuerzas sísmicas y los desplazamientos relativos, tanto en la estructura de acero como en la de concreto.
2. Ambas estructuras estarían siempre dentro del rango lineal de respuestas y, dado lo reducido de los desplazamientos de entrepiso, no se justifica un análisis de segundo orden.
3. Dada la pequeña excentricidad que las fuerzas sísmicas causan en la base de los edificios, su cimentación podría ser diseñada para soportar solamente los efectos de las cargas verticales.
4. Los desplazamientos de entrepiso son muy pequeños en ambos edificios; los correspondientes a la estructura de concreto son aproximadamente un tercio de los de acero. Son tan reducidos (2.4 mm en promedio) que sus efectos podrían ser prácticamente ignorados.
5. Las normas de construcción vigentes para la zona III (Zona del Lago) de la ciudad de México no prohíben el uso de estructuras de concreto para edificios de más de seis pisos. Sin embargo, su empleo ha sido reducido durante la última década. Como se demuestra en este estudio, el empleo de concreto en estructuras de mediana altura, de más de seis pisos, podría ser aceptable y ventajoso.
6. En los casos de suelos altamente compresivos, como es el de la zona a que se refiere este estudio, se producen frecuentemente altos asentamientos

Para lograr los requerimientos de nivelación se implantó un sistema de monitoreo de niveles cuyos módulos se colocaron en la losa suspendida frente a cada una de las 12 columnas. Con ese equipo especial, diseñado por el autor, se detectan desniveles relativos menores de 0.001". Cuando las lecturas indican la necesidad de una corrección, los asentamientos de la cimentación se compensan rápidamente aplicando tuercas hidráulicas sobre los extremos superiores de los tirantes y efectuando enseguida el ajuste correspondiente de sus tuercas mecánicas (figura 7).

La aplicación en edificios de baja y mediana altura

La aplicación del GT-BIS en edificios de baja y mediana altura puede ser implementada con efectividad tanto en estructuras de acero como en estructuras de concreto. Al seleccionar una longitud apropiada para los cables o barras de tensión, se puede proporcionar un periodo fundamental que minimice la respuesta de aceleración. De igual forma, con el sistema especial de amortiguamiento se puede proporcionar el amortiguamiento óptimo. Así, para obtener una respuesta sísmica baja no se requiere descansar en la flexibilidad de la estructura ni en la disipación de la energía por medio de su ductilidad. Al contrario, es conveniente agregar rigidez a la estructura, con lo que, aunado a la muy baja respuesta sísmica, se reducen los desplazamientos relativos entre pisos consecutivos de tal manera que prácticamente se anulan los daños, tanto de la propia estructura como de los elementos no estructurales.

diferenciales en la cimentación de los edificios con estructuración convencional.

Por lo regular, estos asentamientos son corregidos mediante procedimientos complicados y costosos; sin embargo, las usualmente muy rígidas trabes de los niveles inferiores pueden haber sido permanentemente dañadas por los efectos de esos asentamientos. Estos daños pueden incrementar el riesgo de colapso de un edificio bajo los efectos de posteriores temblores. En el caso del empleo del sistema de aislamiento propuesto, los asentamientos diferenciales pueden ser limitados a fracciones de milímetro mediante un ajuste periódico de la longitud de los cables o tirantes de los aisladores.

7. Aunque un edificio con estructura de concreto esté localizado en una zona de alto riesgo sísmico, debido a lo reducido de los efectos de un temblor podría considerarse como localizado en una zona sísmica moderada cuando, por ejemplo, se sigue lo especificado en el capítulo 21 del Código ACI 318-89. De esta manera, solamente podría ser necesario cumplir con la sección 21.9.

8. Además de ser capaz de prevenir daños a los miembros estructurales de concreto, GT-BIS los evita también en los elementos no estructurales, tales como tabiques divisorios, fachadas, ventanales, cielos falsos, instalaciones, etcétera. Así, también se evitarían los gastos correspondientes y el tiempo necesario para la reparación de estos elementos.

Un análisis preliminar comparativo de costos mostró que para la ciudad de México, considerando exclusivamente las superestructuras, el costo de la de concreto es aproximadamente 50 por ciento menor que el de la de acero. Lógicamente, esta

estimación puede variar para otros casos y otras localizaciones.

El ingeniero Federico Garza Tamez es el presidente de GT Implementación Antisísmica, S.A. de C.V.



NUEVOS HORIZONTES PARA EL CONCRETO LANZADO

Ingeniero Raúl Bracamontes Jiménez

PRESENTACIÓN: La utilización de humo de sílice como material cementante constituye una tecnología que abre nuevos horizontes en el diseño y las aplicaciones del concreto lanzado. Así lo afirma el autor de este artículo, que muestra los logros obtenidos en nuestro país al aplicarla para la estabilización de roca en minería, tunelería y obras subterráneas.

Un poco de historia

La tecnología del concreto lanzado tuvo su origen a comienzos de siglo, cuando el doctor Cal Ethan Akeley, naturalista norteamericano, reparaba el museo abierto de ciencias naturales de Chicago. En esa ocasión, el científico inventó una máquina de doble cámara presurizada para proyectar mortero por vía seca, en la que el agua era acondicionada en la boquilla a fin de humedecer el material antes de su consolidación neumática en la superficie en que se aplicaba. Su finalidad era forrar las figuras de animales prehistóricos, ya que con el cimbrado convencional no podía lograr las formas irregulares de los músculos de estos animales. El proceso fue patentado por la Cement Gun en el año 1911 con el nombre de Gunita.

En los años que siguieron se introdujeron muchas marcas nuevas tales como Guncrete, Pneucrete, Blastcrete, Biocrete, Jetcrete, para describir procesos similares.

En la década de los treinta surgió el término Shotcrete, empleado por la American Raitway Engineering Association para describir el proceso de Gunita, aunque actualmente se lo

* Se utilizó fibra metálica de una pulgada en algunas partes del trabajo del lanzado para mejorar las propiedades del concreto.

La alta calidad del concreto lanzado requiere la correcta dosificación de acelerantes, humo de sílice, agregados, cemento y agua. Difícilmente se pueden conseguir las especificaciones si no se mantiene un correcto dosificado y mezclado de estos componentes.

Resultados obtenidos

Para medir los resultados a compresión a 28 días fue necesario lanzar concreto en unas charolas metálicas de las que se extrajeron posteriormente cuatro cubos de 5 × 5 cm (dos con humo de sílice y dos sin humo de sílice) para su prueba a compresión. Esta prueba se realizó de acuerdo con la norma ASTM 109-92.

Datos Sin humo de sílice Con humo de sílice

Peso (gr) 284 282 293 301

Área (cm²) 27.56 27.04 27.56 27.04

Carga (kg) 9 650 11 350 17 250 15 000

utiliza en Estados Unidos para referirse a morteros y concretos lanzados.

En los años cincuenta se creó en Estados Unidos la máquina de Rotor, sobre la base de una patente holandesa de 1929 que posteriormente se perfeccionó en Suiza y permitió la incorporación de agregado grueso en la mezcla. Este sistema es el que predomina en las máquinas actuales de colocación de concreto por vía seca debido a su alto rendimiento, solidez y facilidad de operación.

Las máquinas de concreto lanzado por vía húmeda se desarrollaron en los cuarenta. En este método, el agua y los aditivos (excepto acelerantes) son adicionados antes de que la mezcla sea transportada, y se inyecta aire adicional en la boquilla para incrementar la velocidad en función de su proyección contra la superficie, agregando el aditivo acelerante en la misma.

Hoy día, la tecnología del concreto lanzado continúa desarrollándose gracias a la creación de nuevos aditivos superplastificantes, el humo de sílice, fibras, materiales refractarios, máquinas de control remoto, etcétera. Responde así a nuevos y mayores retos ingenieriles, ampliando su uso para diversos tipos de obras.

(CUERPO DEL ARTÍCULO:)

Según el ACI 506 R, el concreto lanzado "es un mortero o concreto transportado por algún medio, vía húmeda o vía seca, a través de una manguera y proyectado neumáticamente

Esfuerzo (kg/cm^2) 350 420 626 555

Esfuerzo promedio 385 591

(kg/cm^2)

Al utilizar el humo de sílice en el concreto lanzado se obtuvieron diversas ventajas, entre las que se cuentan las siguientes:

En el concreto fresco

- . Disminución del rebote en 20 por ciento aproximadamente aún sobre cabeza, logrando una mayor economía al disminuir el desperdicio de material.

- . Aumento de la coesión de la mezcla al lograr espesores de capa mayores con una aplicación, lo cual evita la necesidad de varias capas subsecuentes para llegar al espesor requerido, reduciendo así el costo de la aplicación.

- . El incremento aproximado en el espesor fue el siguiente: sobre cabeza 80 por ciento y en vertical, 60 por ciento.

- . Reducción de la exudación o sangrado del concreto.

En el concreto endurecido

- . Mayor densidad

- . Incremento de las resistencias a compresión

- . Incremento en la impermeabilidad del concreto

- . Incremento en la resistencia a los sulfatos

a una gran velocidad contra una superficie". . Mayor durabilidad

En cuanto a su elaboración, utiliza los mismos ingredientes que el concreto convencional: . Mayor resistencia a la corrosión

agua, cemento y agregados. Se trata simplemente de un sistema de colocación de concreto cuyas principales diferencias con la forma tradicional son las siguientes:

Como se observa en los resultados obtenidos, el humo de sílice puede ser utilizado como material cementante sustituto de parte del cemento para obtener resultados especificados con menores cantidades de cemento.

a) Se coloca y compacta por impacto de manera simultánea, en vez de colocarse primero y luego compactarse por vibración, como es el caso del concreto tradicional.

El empleo de esta tecnología abre nuevos horizontes en cuanto al diseño y aplicaciones del concreto lanzado, ya que debido a la gran resistencia que desarrolla se pueden lograr menores espesores del concreto con función estructural. Además, se encuentra disponible en nuestro país para satisfacer las necesidades del constructor.

b) El tamaño máximo del agregado es de 3/8".

c) La relación agua/cemento es por lo regular baja (0.4), y la resistencia, cuando se coloca adecuadamente, es mayor.

d) Tiene mayor adherencia a diversos materiales.

Bibliografía

e) Requiere una cantidad mayor de cemento: de 360 a 500 kg/m³.

1. American Concrete Institute. ACI 506R-90. Guide to shotcrete.

f) Su composición es diferente de la que sale de la boquilla debido al rebote contra la superficie.

2. _____, ACI 506R-84. State of the art report on fiber reinforced shotcrete.

3. _____, ACI 506r-95. Specification for shotcrete.

El concreto lanzado ha demostrado tener muchas ventajas en trabajos subterráneos tales como túneles y obras de minería. Entre sus usos principales está el de servir como soporte o como protección: en el primer caso, la mezcla empareja la superficie para la aplicación posterior de un recubrimiento impermeable, y en el segundo, se la utiliza para recubrir, sujetar y proteger la impermeabilización.

4. De la Torre, Roberto L., "Concreto lanzado...¿húmedo o seco?", *Noticreto*, núm. 14, diciembre de 1989.

5. Morgan,, Dudley R., "Procedimientos y aplicaciones del concreto lanzado", Seminario Internacional de Concreto'96.

De todas sus aplicaciones, la más importante es la consolidación de roca mediante el

6. Schumperti, Ernesto, *Concreto del año 2000, nueva generación de aditivos*, Sika

soporte de la superficie excavada que se logra andina.
al rellenar sus irregularidades y generar un
revestimiento integral.

Concreto lanzado con humo de sílice

El humo de sílice es un subproducto de la industria metalúrgica que proviene de la reducción de cuarzo por carbón en hornos de arco eléctrico. Se obtiene al ser recuperado de los gases del horno que salen por la chimenea.

El humo de sílice se condensa en partículas esféricas microscópicas de 0.15 micrones promedio. En comparación con el cemento es cien veces más fino y su composición química tiene entre 85 y 98 por ciento de sílice (SiO_2). Es muy superior a otras puzolanas, por ejemplo el *fly ash*, cuyo contenido de sílice es de 40 a 60 por ciento. En el caso del cemento, este contenido alcanza de 17 a 25 por ciento.

Las puzolanas son materiales de sílice o sílice aluminio que por sí solos poseen poco o ningún valor cementante, pero que al estar finamente divididos y en presencia de humedad, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio formando compuestos con propiedades cementantes.

El hidróxido de calcio es un producto secundario de la reacción de hidratación del cemento; es el componente más soluble y frágil. Sin embargo, las puzolanas reaccionan con él formando silicatos hidratados que son la parte resistente e insoluble del concreto.

Al utilizarse humo de sílice, éste actúa de dos maneras principales; como *filler*, consigue una gran compacidad y aumenta por lo tanto las

7. Holland, Terence C., "Workingwith silica fume concrete", *Concrete Construction Magazine*, The Aberdeen Group, marzo de 1987.

8. Sika al día 9, *Hormigón proyectado*, Sika, Chile.

9. Sika información, *Sika in tunnels*.

10. Bracamontes, Raúl, "Los concretos de alto comportamiento", ponencia en Concreto'97.

11. ASTM C 618-95, Standard specification for fly ash and raw or calcines natural pozzolan for use as a mineral admixture in portland cement concrete.

El ingeniero Raúl Bracamontes Jiménez es ingeniero de producto en Sika Mexicana, S.A. de C.V.

resistencias y la permeabilidad, y como puzolana, se combina con el hidróxido de calcio formando silicatos hidratados, con lo cual disminuye la porosidad e incrementa las resistencias físicas y químicas.

Una aplicación a manera de ejemplo

En la mina Proaño del grupo Peñoles, en la ciudad de Fresnillo, Zacatecas, era necesario consolidar la roca para evitar derrumbes, sellar algunas filtraciones de agua, reforzar fallas geológicas y proteger la roca del intemperismo. Todo ello para lograr una mayor seguridad en los trabajos de minería con la protección del personal y el equipo.

Se utilizaron anclas incrustadas en la roca con mallas de acero de refuerzo y concreto lanzado vía seca para formar un anillo autotransportante, resistente a las condiciones del trabajo.

Se analizaron las propiedades físicas de los agregados y se obtuvieron los siguientes datos:

	Grava no triturada	Grava de río triturada	Arena triturada
--	--------------------	------------------------	-----------------

Tamaño máximo	3/8" ---		
---------------	----------	--	--

Densidad	2.41 kg/l	2.45 kg/l	
----------	-----------	-----------	--

Absorción	4.61 %	4.23 %	
-----------	--------	--------	--

Peso volumétrico suelto	1 198 kg/m ³	1 409 kg/m ³	
-------------------------	-------------------------	-------------------------	--

Peso volumétrico varillado 1 342 kg/m³ 1 562 kg/m³

Contaminación supra-tamaño 0.35 % ---

Contaminación infra-tamaño 0.26 % ---

Pérdida por lavado --- 4.29 %

Módulo de finura --- 2.84

Después de analizar las propiedades físicas de los agregados, se procedió a hacer un diseño de mezcla para un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, tomando en cuenta la curva granulométrica del ACI 506 R con la graduación número 2 para combinar los agregados. Se utilizaron inicialmente 400 kg de cemento portland tipo 1 y una dosificación de aditivo acelerante al 3 por ciento en relación con el peso del cemento, adicionándosele humo de sílice con una dosificación al 10 por ciento en relación con el peso del cemento.

La dosificación fue la siguiente:

Material	Sin humo de sílice	Con humo de sílice
----------	--------------------	--------------------

Cemento tipo 1	400 kg/m ³	400 kg/m ³
----------------	-----------------------	-----------------------

Humo de sílice	---	40 kg/m ³
----------------	-----	----------------------

Grava de 3/8 "	640 kg/m ³	640 kg/m ³
----------------	-----------------------	-----------------------

Arena	969 kg/m ³	969 kg/m ³
-------	-----------------------	-----------------------

Agua 180 kg/m³ 180 kg/m³

Acelerante si al 3% si al 3%

Fibra* 20 kg 20 kg



México es país difusor de los avances en ingeniería sísmica a Centro y Sudamérica

La realización en nuestro país el Primer Curso Internacional de Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes representa la consolidación del esfuerzo que desde hace más de siete años viene realizando el área de capacitación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) de manera conjunta con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Jica). Esto dijo al ser entrevistado el ingeniero Tomás Sánchez Pérez, subdirector de Capacitación Técnica del Cenapred. Señaló también que en reuniones de negociación para continuar con el respaldo del mencionado organismo japonés se seleccionó a México, y específicamente al Cenapred, para llevar adelante una gran difusión de conocimientos de ingeniería sísmica en Centroamérica, el Caribe y Sudamérica.

Consideró la realización del curso como una oportunidad muy valiosa por tener un programa diseñado para varios países que comparten el peligro sísmico. "El contar con especialistas en las áreas de Ingeniería y Arquitectura que provienen de otras latitudes es bueno para retroalimentarnos y saber qué están haciendo. Ello nos permitirá mejorar nuestros procedimientos de diseño y construcción".

Dijo que los países representados fueron 13, incluyendo a México, y 20 los profesionistas participantes, seleccionados entre más de 70 aspirantes. También se contó con la presencia de cuatro expertos de Japón, algunos dedicados a la investigación y otros provenientes de las empresas constructoras más grandes, que igualmente desarrollan investigación importante. El propósito, según

Al participar en el Foro sobre la Situación Actual de la Construcción en México, que tuvo lugar en la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra), el ingeniero César Buenrostro Hernández, secretario de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal, aseguró que, a pesar de la transición política en el centro del país y los perfiles de la situación económica mundial, no se detendrán los servicios y obras en la capital de la República.

Informó el funcionario que el presupuesto del gobierno del Distrito Federal asciende a 14 mil millones de pesos, de los cuales le corresponden ejercer a la Secretaría de Obras y Servicios un total de 8 mil millones. Dijo que el programa de infraestructura para el Distrito Federal se encuentra muy diversificado y señaló: "Tenemos instrucciones precisas del ingeniero Cárdenas de que por ningún motivo sean detenidos los servicios y las obras de la ciudad; en edificios se trabaja en el sector de seguridad y justicia, y en planes maestros individuales cuya ejecución servirá para remodelar reclusorios y el Tribunal Superior de Justicia".

Asimismo manifestó que se cuenta con financiamientos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), encauzados fundamentalmente a obra hidráulica, y que parte de los mismos serán transferidos a la Comisión Nacional del Agua. Comentó que también hay créditos provenientes de la OCFE japonesa por 3 mil 500 millones de pesos para el tratamiento de aguas residuales y la línea B del metro, la que se pretende terminar en el segundo semestre de 1999.

el ingeniero Sánchez Pérez, es mejorar en el nivel regional e internacional las prácticas del diseño y construcción en edificaciones sometidas a movimientos sísmicos:

"Pensamos que a partir del curso podremos obtener con sus integrantes un efecto multiplicador en sus países de origen. Es decir, que ellos sean los portadores del material de los nuevos programas de conocimientos que se tienen disponibles actualmente".

Al referirse a la situación de la pequeña y mediana empresa tanto en la industria de la construcción como en las que la abastecen de materiales y equipos, comentó que las mismas han resentido la prolongada crisis económica del país, y que uno de los enfoques del gobierno del Distrito Federal es privilegiar la capacidad mexicana de productividad mediante el apoyo de los colegios de ingenieros y arquitectos. Esas medidas, dijo, coadyuvarán al avance de obras tales como el drenaje profundo, al aquaférico, las plantas tratadoras de agua potable y la última parte del sistema Lerma-Cutzamala.

Por ningún motivo se detendrán las obras y servicios en la ciudad de México



Doblado de varilla en obra

Una forma sencilla de no verse en apuros al colar el concreto

Anne Balogh

Las dobladoras portátiles mecánicas o manuales son una inestimable ayuda para los contratistas, pues les permiten producir en el sitio mismo de la obra los ganchos o estribos necesarios, en el momento, cantidad y tipo que se requiera.

Su cuadrilla tiene casi todo el acero de refuerzo en el lugar y usted está listo para comenzar el colado del concreto. Entonces llegan las malas noticias: necesita varios ganchos más de 90 grados para terminar la obra, pero sólo le queda varilla sin habilitar en el sitio.

Este tipo de apuro es común en proyectos de construcción con concreto, pero no debe parar el trabajo. En algunas obras, los contratistas confían en equipo portátil de doblar en el sitio –en lugar de acero doblado de fábrica– para asegurar que tendrán la cantidad exacta de varilla doblada requerida. Hasta en obras en que las varillas o los estribos con gancho son abastecidos por fabricantes, tener equipo de doblar en el sitio permite a los contratistas adaptarse puntualmente cuando ocurren deficiencias, equivocaciones o cambio de directivas.

Existe una variedad de dobladoras para varilla, mecánicas y manuales, que van desde herramientas sostenidas a mano hasta máquinas montadas en ruedas. Muchas dobladoras también están provistas de cuchillas cortadoras que permiten a los operarios cortar varilla de varios tamaños.

Casi todas las dobladoras mecánicas portátiles están también provistas con cuchillas de acero para corte que pueden cortar varilla en segundos. Una máquina, por ejemplo, puede cortar varillas del núm. 3 al núm. 8, y hasta ser capaz de cortar múltiples varillas del núm. 3 al núm. 5 por golpe. Comúnmente, las cuchillas para cortar de estas máquinas tienen más de un filo de corte, de manera que se pueden alternar para obtener mayor duración de las cuchillas.

Dobladora mecánica de mano. Existen dobladoras de mano con una variedad de cabezales intercambiables para doblar y cortar varilla. La herramienta electromecánica, similar en perfil a un taladro mecánico de mano, tiene un control de gatillo y un motor de 110 / 120 voltios.

El intercambio de los varios cabezales es tan simple como destornillar y reapretar dos pernos. Se cuenta con varios cabezales para doblar. Los modelos más simples prensan la varilla alrededor de un dado y pueden realizar ángulos de doblez de un máximo de 100 grados. El cabezal para doblar más adaptable tiene dos brazos que agarran la varilla y la oprimen para hacer el doblez. Esta unidad, conveniente para varillas del núm. 3 al núm. 8, permite al trabajador fijar previamente el ángulo de doblez desde 45 hasta 90 grados. Cuando se ha logrado el ángulo requerido, la operación de doblar se detiene automáticamente. Los varios cabezales de corte de la herramienta tienen diferente capacidad, y los usuarios pueden escoger desde modelos que cortan varillas del núm. 4,

A causa de la amplia variedad de dobladoras disponibles para uso en el sitio, los

contratistas deberían analizar cuidadosamente las necesidades de la obra antes de escoger un modelo particular. Los factores que deben tomarse en cuenta incluyen las capacidades de doblar y cortar de la máquina, los requerimientos de energía, la portabilidad, la facilidad de uso, la rapidez de operación y el costo.

Operadoras manuales

Las dobladoras de varilla más simples son herramientas manuales que requieren que el trabajador proporcione la fuerza para doblar, habitualmente accionando hacia abajo una palanca larga. A medida que se empuja la palanca, la varilla recta es prensada alrededor de un dado de doblar de hierro colado hasta que se alcanza el doblez deseado. Casi todas las dobladoras manuales pueden manejar tamaños de varilla hasta del número 6. Sin embargo, hay fabricantes que ofrecen una herramienta con dados para diferentes diámetros que alojan varillas hasta del número 10.

Una dobladora manual que comúnmente se monta en una tabla de madera laminada de 5 × 20 cm puede ser llevada fácilmente a cualquier parte de la obra por un trabajador. Casi todos los modelos pesan 32 kg o menos, incluida la tabla de montaje. Algunas dobladoras manuales están también proyectadas para cortar varilla mediante el empleo de cuchillas ubicadas dentro del mecanismo de doblar o en dispositivos separados para corte adyacentes a él. Una vez que la varilla se inserta en el cortador, el trabajador empuja la palanca para hacer el corte.

Aunque las dobladoras manuales son

6 u 8 como máximo.

Según el cabezal de doblar o de cortar que se utilice, el peso de la herramienta varía entre 6 y 13 kg. Cuenta con batería opcional que permite el empleo en sitios remotos.

Mesas rotatorias

Con pesos que varían desde 90 hasta más de 1,360 kg, las dobladoras de mesa rotatorias son unidades estacionarias proyectadas para uso en el taller. Sin embargo, algunos fabricantes montan estas máquinas de alta producción sobre remolques y las arrastran hasta los lugares donde proyectos de concreto reforzado requieren grandes cantidades de acero doblado, como es el caso de las centrales de energía y las instalaciones de tratamiento de agua.

Por su alto costo, las mesas rotatorias de mayor tamaño son efectivas para obras grandes, a menos que el proveedor ofrezca la opción de alquilar el equipo. Para proyectos de concreto reforzado de menor demanda, existen mesas rotatorias más pequeñas que cuestan menos.

Las mesas rotatorias pueden generar fuerzas de doblar mayores que las dobladoras mecánicas portátiles y son más eficientes en la fabricación de varilla de diámetro más grande. La mayor parte de los modelos pueden manejar fácilmente acero del número 11 (grado 60), y algunos modelos hasta pueden doblar varillas de los números 14 y 18. Casi todas las mesas rotatorias pueden también doblar varillas múltiples simultáneamente: se puede, por ejemplo, fabricar cuatro varillas del número 3, tres del número 4 o dos del número 5 o 6 en una sola

considerablemente menos costosas que las de modelo mecánico, tienen algunas limitaciones. Casi todos los modelos pueden doblar y cortar sólo una varilla por vez, y algunas de estas herramientas trabajan mejor sobre acero de grado inferior, que se dobla más fácilmente. Hay fabricantes que recomiendan emplear su herramienta sólo para doblar varilla de grado 30 o 40. Las herramientas también trabajan mejor doblando varilla a 90 o 180 grados. Un empuje de palanca hace un doblado de 90 grados, dos empujes, un doblado de 180 grados. Cuando se requieren otros ángulos de doblado, el trabajador debe estimar la cantidad de movimiento de palanca que se necesita para realizar el doblado.

Dobladoras mecánicas

Considerablemente más pesadas y más costosas que las herramientas manuales para doblar, las dobladoras mecánicas proyectadas para uso en el sitio varían en peso desde 80 hasta más de 360 kg. Las máquinas más ligeras tienen comúnmente mangos para levantar, de manera que dos trabajadores puedan transportarlas dentro de la obra. Las unidades portátiles que pesan 136 kg o más se montan por lo regular sobre carritos para su movilidad en la obra. Algunos modelos también tienen argollas para levantar, a fin de que se puedan izar mediante una grúa.

Casi todas las dobladoras mecánicas son electrohidráulicas (un motor eléctrico da energía a una bomba hidráulica) que funcionan con una fuente de energía monofásica de 110/120 V o de 220/240 V. Sin embargo, algunos fabricantes tienen disponibles unidades con motor de gasolina, ideales para sitios de obras donde no se cuenta con la

operación.

Los ángulos de doblado en mesas rotatorias son infinitamente variables hasta los 185 grados, y se pueden fijar previamente por cuadrante o, en algunas máquinas, por un programa de control automático. Una dobladora programable permite al trabajador fijar previamente una serie de ángulos de doblado, una característica que es especialmente útil cuando se requiere fabricación rápida y uniforme de estribos.

Después de registrar los requerimientos de doblado dentro de la mesa rotatoria, el operario coloca la varilla en la mesa rotatoria de la máquina, la cual la hace girar alrededor de un dado o una serie de dados, según la necesidad de configuración de doblado. La operación de la mesa giratoria es activada por control de pedal con el pie. Cuando se terminan los doblados preseleccionados, la mesa giratoria se detiene automáticamente y regresa a su posición inicial.

La mayor parte de las mesas rotatorias son electrohidráulicas. Las unidades más pequeñas se conectan generalmente a una toma de 110 V; los modelos más grandes con frecuencia requieren energía de tres fases de 220 o de 440 V. Sin embargo, algunos fabricantes ofrecen mesas rotatorias accionadas con motor diesel.

Precauciones al doblar varilla

Para evitar fractura y excesiva presión de varilla sobre el concreto dentro de un doblado, el reglamento ACI 318-95, "Reglamento para concreto reforzado", recomienda diámetros de doblado internos mínimos (medidos en el lado interno de la varilla) para varios tamaños de

energía eléctrica.

Igual que las dobladoras manuales, las dobladoras mecánicas portátiles también prensan varilla alrededor de un dado. Pero las dobladoras mecánicas vuelven automático el proceso, lo que permite dobleces con varilla de grado 60 en segundos, con sólo oprimir un botón o accionar un pedal. Además de su rapidez de doblado, las dobladoras mecánicas también permiten que el trabajador fije previamente el ángulo de doblez, por medio de un cuadrante de control de ajuste. Una vez que se fija el ángulo, todos los dobleces serán idénticos hasta que el control se ajuste otra vez. Esta característica es útil cuando se necesitan grandes cantidades de un tipo de gancho.

El doblez se ejecuta comúnmente en estas máquinas mediante un sistema de "tres puntos": dos poleas o rodillos, uno a cada lado del dado para doblar, prensan la varilla alrededor del dado. Muchas dobladoras mecánicas tienen dos o más tamaños de dados de doblar para alojar varillas de diferente diámetro. En algunas unidades se cuenta con un dado intercambiable en forma de medialuna con radio tanto de 5 como de 15 cm. El dado de 5 cm se recomienda sólo para uso con los diámetros de varilla menores (núms. 3, 4 y 5), mientras que el dado de 15 cm se puede emplear en varillas tanto de menor como de mayor diámetro (núms. del 3 hasta el 11 inclusive). Algunas dobladoras mecánicas pueden doblar dos varillas simultáneamente, pero por lo regular esto sólo es posible con las varillas de diámetro menor que el de los núms. 3 y 4.

El ángulo máximo para doblar que se puede realizar en estas máquinas varía, lo que depende de las capacidades de la unidad y del diámetro de varilla que se está trabajando. Por

varilla:

- . del número 3 al número 8 inclusive: $6 d_b$
- . los números 9, 10 y 11: $8 d_b$
- . los números 14 y 18: $10 d_b$

El diámetro de doblez terminado se expresa como un múltiplo del diámetro nominal de la varilla (d_b). La relación de diámetro de doblez respecto al diámetro de varilla no es constante: se vuelve más grande conforme aumenta el diámetro de varilla.

El doblez de varilla hecho en la fábrica se efectúa normalmente en equipo con control de computadora programado para producir dobleces de acuerdo con estos diámetros internos mínimos. Cuando la varilla se dobla en la obra, es importante utilizar el equipo y los procedimientos apropiados para evitar dañar las varillas. Doblar una varilla a un diámetro interno de menos que el mínimo recomendado puede producir esfuerzos en la zona de doblez que pueden dar por resultado el debilitamiento o la falla.

Al doblar varillas en el sitio se deben tomar las siguientes precauciones:

- . No usar dispositivos provisionales, tales como tubos, para doblar las varillas. Es difícil controlar el diámetro de doblez interno, y las orillas agudas del tubo pueden hacer muesca en la varilla, debilitándola en el área de doblez.
- . Al emplear equipo para doblar, debe seguirse el Reglamento ACI 318, recomendaciones para diámetros de doblez internos mínimos para varios tamaños de varilla. No hay que tratar de doblar tamaños o grados de varilla para cuyo manejo la herramienta o la máquina no está

ejemplo, una máquina puede doblar varillas del proyectada.

núm. 3 al núm. 7 inclusive a varios ángulos, hasta de 180 grados , y varillas del núm. 8 al núm. 10 inclusive, a ángulos hasta de 135 grados. Algunas unidades cuentan con un dispositivo que permite la ubicación automática y uniforme de localizaciones de doblez. Este accesorio es especialmente útil al fabricar estribos rectangulares normales de cinco dobleces.

. Debe evitarse utilizar golpes de impacto para ayudar al doblez. Emplear un mango de martillo, por ejemplo, puede dar por resultado un doblez excesivo y dañar la superficie de la varilla.

. Doblar la varilla galvanizada puede causar escamado del recubrimiento galvanizado en el área de doblez. Se puede reparar todo recubrimiento dañado aplicando una pintura rica en zinc.

. Se requieren precauciones especiales al doblar varilla con recubrimiento epóxico para prevenir daño en el mismo. El doblado se deberá efectuar sólo alrededor de un dado sin material abrasivo y liso, para evitar dañar el recubrimiento epóxico. Si éste se frota en algunos puntos, tales áreas se deben reparar. Es preciso obtener la aprobación de parte del ingeniero del proyecto antes de intentar doblar varillas con recubrimiento epóxico.

(Textos para pies de fotos:)

(Foto 1:) Con un peso de sólo 23 kg y sin requerir fuente de energía, esta dobladora manual es altamente portátil y de fácil operación. Sólo hay que agarrar la palanca y empujar para hacer dobleces exactos de 90 o de 180 grados en varilla del núm. 6 o menor.

(Foto 2:) Esta máquina de 82 kg, impulsada por energía eléctrica, puede doblar ganchos en cuatro segundos y estribos normales de cinco dobleces en 30 segundos. Un control de pedal con el pie deja libres las manos del trabajador. Lo mismo que casi todas las dobladoras mecánicas, esta unidad también tiene cuchillas para cortar varillas.

(Foto 3:) Esta dobladora accionada con gas y montada sobre ruedas es ideal para sitios de obra alejados que no cuentan con energía eléctrica. La máquina, de 290 kg, tiene dos dados dobladores intercambiables para alojar varillas del núm. 3 hasta el 11 inclusive.

(Foto 4:) Con el empleo de dos brazos que agarran y aprietan la varilla, esta dobladora única de mano de acción mecánica puede realizar dobleces con ángulos prefijados de 45 a 90 grados. La herramienta electrónica con control de gatillo está también disponible con cabezales cortadores para aplicaciones de cortar.

* Este artículo fue publicado en *Concrete Construction* en el mes de agosto de 1995.



ARQUITECTURA DECO EN MÉXICO

Bajo el título *ART DÉCO. Un país nacionalista. Un México cosmopolita*, el Museo Nacional de Arte (Munal), en coordinación con el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CNCA) y el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA), viene presentando una exposición que muestra, de manera muy completa e ilustrativa, diferentes aspectos de esta corriente artística que dominó, desde los inicios de la segunda década de este siglo hasta los años cuarenta, prácticamente todos los aspectos del quehacer plástico en buena parte del mundo y, por supuesto, en el México de la época.

La muestra, que permanecerá abierta al público hasta el día 28 de junio, incluye no sólo aspectos tradicionales tales como pintura, escultura, arquitectura, gráfica y fotografía, sino también productos de las industrias del mueble y automotriz, además de la presencia de la publicidad, el deporte, la radio, el cine y el teatro, como testimonios de la dinámica social imperante entonces en México.

Por el interés que tiene para nuestros lectores, presentaremos, divididos en dos artículos, extractos del capítulo correspondiente a la arquitectura del ensayo *"El déco en México: Arte de coyuntura"* de Enrique X. de Anda Alanís que da cuerpo al catálogo de la exposición.

Queremos agradecer a las autoridades del Munal su valiosa ayuda y autorización para la obtención y utilización del material gráfico y escrito de estos artículos.

Creo que resulta saludable dejar de ver la arquitectura *déco* de manera excluyente y como devaneo trasnochado. Frente a ella había una sociedad posrevolucionaria que demandaba una identidad congruente con la actualidad de la transformación, que buscaba "metropolisarse" porque contaba con la voluntad, con los recursos económicos y con la claridad de una imagen que se dibujaba con trazos tomados del exterior. Queda claro que la línea neocolonial fue insuficiente para convertirse en la verdadera aportadora de la imagen de identidad, fue más bien un acto de fe que cumplió con un objetivo a corto plazo, pero que desde sus inicios no ocultó las profundas contradicciones que nunca pudieron ser resueltas. Hacer por otra parte arquitectura funcionalista, la pregonada por O'Gorman y Legarreta, respondía a la necesidad de dotación masiva de vivienda que la gran población mexicana demandaba; ésta era la posición de "vanguardia". Sin embargo, fue una arquitectura que eliminó de su discurso el contenido estético, logrado mediante la composición y el uso de los materiales de la historia y de la tradición vernácula; esta fue en los años cuarenta la gran arquitectura nacionalista que se ufanó de haber construido el México moderno. Esta alternativa de "vanguardia" pronto entró en crisis, al percatarse de que había abandonado recursos arquitectónicos necesarios también para la satisfacción de la emotividad del usuario.

Los fraccionamientos habitacionales de los años veinte

LA ARQUITECTURA DÉCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En México, los primeros ejemplos de arquitectura con elementos compositivos propios del *déco* surgieron en la capital del país en los inicios del segundo lustro de los años veinte; dos paradigmas de esta etapa inicial son el edificio de la Alianza de Ferrocarrileros Mexicanos, de Vicente Mendiola, et al., inaugurado en 1926, y el orfanatorio San Antonio y Santa Isabel, cuya autoría oficial es del arquitecto Manuel Cortina, pero en el que, según mi hipótesis, hubo una notable intervención en el diseño por parte del arquitecto Juan Segura G. (de quien sí se sabe, intervino como ayudante en la edificación). A partir de estos años se inició la construcción de un número creciente de edificios y casas aplicando los temas del léxico *déco*, razón que nos hace suponer que el nuevo estilo, en efecto, resolvió temas arquitectónicos que otras tendencias, por distintas razones, no alcanzaron a satisfacer. Baste citar algunos de los que considero más significativos: implantó nuevas formas de diseño que fueron concomitantes con la idea de "novedad arquitectónica"; respondió al llamado a la *sinceridad arquitectónica*, que ya desde finales del siglo XIX había cuestionado al historicismo; solicitó sin mayor estridencia propagandística la participación de artistas y artesanos de alta calidad; observó y puso en práctica, a su manera, el análisis del componente geométrico de las formas; construyó con solidez estructural no para experimentar con la futilidad de devaneos plásticos, sino con la seguridad de trascender el paso del tiempo. Con todo lo anterior dejó ejemplos de sus posibilidades compositivas en prácticamente todos los géneros arquitectónicos que la sociedad mexicana

El proceso de dispersión amplia de la modalidad *déco* coincidió con las urbanizaciones para vivienda de clase media que se iniciaron a mediados de los años veinte en el suroeste del centro de la ciudad de México. El caso más relevante es el de la colonia Hipódromo-Condesa, donde se inició la venta de lotes en 1927. El arquitecto José Luis Cuevas fue el autor del proyecto urbano y la arquitectura de mayor calidad se debió al trabajo de dos diseñadores: el arquitecto Juan Segura (asociado con el ingeniero Ricardo Dantan) y el ingeniero y arquitecto Francisco J. Serrano. Comercialmente, el fraccionamiento estuvo dirigido hacia un sector de la clase media integrado por jóvenes familias de profesionistas y burócratas. El acceso a los créditos hipotecarios para la adquisición de una casa ya construida le permitía, por un lado, no depender más de la oferta inmobiliaria del Centro Histórico –cuyas viviendas resultaban reducidas para el nuevo tipo de aspiraciones– y, por el otro, integrarse a un nuevo estatus social, lo cual significaba poder vivir en una zona moderna, con una arquitectura absolutamente distinta a la del centro de la ciudad y con la posibilidad de capitalizar sus ahorros. De esta manera, los fraccionadores, en combinación con los arquitectos, promovieron la ocupación de las nuevas colonias, y los usuarios accedieron a los barrios modernos, que no correspondían ni al historicismo porfiriano de colonias como la Roma, la San Rafael o la Santa María, ni a las limitaciones de servicios modernos (energía eléctrica, agua corriente, cocheras) del centro de la capital.

De esta manera, mediante un proceso de amplia extensión, el *déco* (la arquitectura *moderna* de aquel entonces) se dispersó, recalando así que ésta era la posibilidad para vivir con el confort y la imagen que correspondía a la modernidad. La morfología,

demandaba para su vida cotidiana: de la casa-habitación al edificio de un ministerio del gobierno federal, del rascacielos de una institución financiera a la organización de ambientes urbanos de robusta identidad, cuyo significativo espacial sigue vigente en la actualidad.

La historia misma pudo, mediante ingeniosas soluciones arquitectónicas, ubicarse dentro de la composición del conjunto, pero no en forma de añadidos a posteriori, sino como parte inherente del edificio. El *déco* fue capaz de descubrir el modo de ser, los símbolos y la identidad de una sociedad que, habiendo vivido una revolución, demandaba cambios totales de contenido y continente. Con todo esto, el insistir en que el *déco* es sólo puente entre hitos supone, a mi modo de ver, una mirada ahistórica, en la cual se vería, en un extremo, una cultura sólida producida por la rica sociedad porfiriana, con sus palacios diseñados por arquitectos europeos y una academia que ejercitaba a sus alumnos en el dibujo de los grandes estilos de la historia, y, por el otro, treinta años después, un México en pleno ingreso a la industrialización haciendo arquitectura internacionalista, heredera en gran medida de la arquitectura racionalista europea. Y, ¿en medio?. ¿El tiempo suspendido de una sociedad que no sabe lo que quiere y no tiene idea de cómo dibujarse a sí misma? Todo lo contrario, esta sociedad mexicana sí sabía hacia dónde marchaba y cómo quería vivir, tanto en su entorno urbano como en la privacidad de su casa. A esta voluntad de vida cotidiana, alejada del dogmatismo estilístico nacional e internacional, fue a la que dio respuesta la arquitectura *déco*.

El estilo sigue siendo criticado, entre otras cosas, por no haber contado con un proyecto teórico y por su proclividad al ornato; a cambio

sobre todo en los edificios departamentales, dio lugar a un modelo que en sí mismo se convirtió en *esquema de significación*: fachadas con amplios paños, ventanería rectangular, acceso remetido y con sombreado profundo provocado por una marquesina; en los interiores, un ambiente de elegancia logrado con pisos de mosaico formando dibujos geométricos, aplicaciones de herrería con diseños lineales, iluminación eléctrica proveniente de lámparas y de focos en cornisas, mobiliario con soportes tubulares cromados, revestimientos de tela afelpada y trabajos en madera con un cuidadoso tratamiento de vetas y tonalidades.

La composición arquitectónica

A mi modo de ver, hay tres elementos que son claves para la comprensión de los principios constitutivos del estilo: *su relación con la tecnología del cemento, el concepto de organización espacial expresado en la disposición de plantas y la composición de fachadas.*

La mercadotecnia del cemento. La tecnología constructiva del concreto armado [...] fue un factor muy importante para que la arquitectura del siglo XX explorara y consolidara una vasta cantidad de posibilidades estructurales insospechadas hace apenas cien años. México, por supuesto, no se mantuvo ajeno a este proceso, y los primeros casos de empleo de este material coinciden con el inicio de este siglo. El interés por incorporar el tema del cemento en este ensayo sobre el *déco* no supone darle al material una condición excluyente respecto a las otras modalidades constructivas, sino proviene del programa de mercadotecnia empleado por los fabricantes de cemento, quienes para demostrar el cómo

de ello, dispersó por las más importantes ciudades del país (Monterrey, Puebla, Torreón, Mérida, etc.) construcciones excepcionales. Me atrevería a afirmar que del centro de la República al norte, la gran mayoría de las ciudades económicamente importantes durante este periodo cuenta con alguna prenda *déco*. Frente a esta objeción podría cuestionarse: ¿cuántas teorías han existido y existen, incluso en la actualidad, *sin arquitectura*?

y el porqué del uso del material impulsaron la circulación de imágenes y de ideas que, paulatinamente, fueron dando lugar a las formas que, con el paso del tiempo, constituyeron el estilo *déco*.

La penetración propagandística más importante se dio a través de la revista *Cemento*, fundada en 1925. El tiraje mensual en sus primeros números fue colosal: 8 mil ejemplares. El objetivo fundamental de la revista era promover la venta del cemento, y la estrategia seguida por su editor, Federico Sánchez Fogarty, fue utilizar un argumento que incidió directamente en una de las *tensiones culturales* del momento: *usar cemento, en su forma de concreto armado o como mezcla de recubrimiento en fachadas, garantizaba* (así se deja sentir en el contenido de los artículos) *que la obra tendría las cualidades de la arquitectura moderna*. A este respecto, hay que insistir en la precisión de los términos empleados en la época, puesto que no se hablaba de arquitectura historicista, académica o neocolonial (el funcionalismo todavía tardaría cinco años más en aparecer en escena), sino de la arquitectura que en Europa era considerada como moderna y de la cual se mostraban fotografías en la revista. Las formas, en su mayoría, adoptaban las generalidades de composición cúbica y masiva, con ornamentos moldeados dentro de la misma volumetría. Si consideramos la magnitud del tiraje editorial, la vehemencia de los mensajes que relacionaban tecnología con modernidad y la ilustración de lo que podía hacerse siguiendo este camino, no resulta difícil suponer que todo ello haya apoyado en su momento las ideas y los deseos de experimentación a que ya me he referido.

Otro elemento que conviene apuntar respecto de la red de circunstancias que se fue tejiendo para prohijar el estilo *déco* es que, hasta

donde tengo visto, fue la revista *Cemento* la primera que presentó fotografías de la exposición de París de 1925, acompañadas de artículos descriptivos en torno a las cualidades de los productos expuestos en ella. El primero de estos artículos –publicado originalmente en la revista norteamericana *The Architectural Record*– apareció en el número 8-9 de agosto y septiembre de 1925 con el título "Interiores de París", firmado por W. Francklyn/Paris. En este artículo llama la atención que el tema relevante haya sido la decoración interior y no la arquitectura de la exposición. Esto por supuesto tiene gran coherencia con lo que sabemos fue realmente el *déco*. Cito fragmentos del escrito: "[los decoradores franceses] sin ser menos temerarios que los arquitectos, han eludido las excentricidades e ineptitudes patentes en la mayoría de los exteriores [de los pabellones] presentados [...]. [Las nuevas formas las atribuyen] a la reacción sobrevenida al estímulo de dos ideas que son fundamentales: la idea de la rapidez y la idea de la función [...] vivimos en los días en que impera, o decimos que impera, la razón y estamos desechando todo lo aparatoso quizá porque hemos descubierto que en ello generalmente se refugian y esconden las mentalidades mediocres" Rapidez, función, eliminación de objetos antiguos (lo aparatoso), fueron conceptos que se convirtieron en los esquemas de *significación* del *déco* mexicano. Por último, cabe mencionar que la persistencia propagandística también invitó a especular sobre la posibilidad de moldear novedades decorativas, como claramente lo deja ver la colección de dibujos que Vicente Mendiola preparó para el concurso de usos del cemento, al cual se hará referencia más adelante.

