



CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA



✓ **ARQUITECTURA**

El arquitecto de las tres vidas 38

✓ **TECNOLOGÍA**

Aplicación de patrones de corte a la construcción 45

✓ **CONCEPTOS BÁSICOS**

Concreto reforzado 50



Para el concreto el **CIELO** es el límite



D

urante el siglo pasado, el concreto fabricado en base de cemento Pórtland desempeñó un papel fundamental en el desarrollo de la infraestructura de la sociedad contemporánea, la cual confió en este material por sus notorias cualidades de durabilidad y resistencia para la construcción de puentes de grandes claros, aeropuertos, instalaciones marítimas

portuarias y edificios altos.

Durante la XIII Asamblea General Ordinaria del ACI, de la Sección Centro y Sur de México, se visualizó al concreto como el material para el presente siglo y se hizo énfasis en los concretos de alta resistencia y alto desempeño, así como en los autocompactables.

No quedaron fuera los elementos de refuerzo, como los distintos tipos de fibras, el empleo de armaduras inoxidables y las mallas no metálicas de fibras de carbón.

Por otra parte, también se expuso el reforzamiento de la imagen del llamado concreto “verde” hecho con materiales reciclables, y como un reto a la imaginación, pero siempre dentro de lo posible, quedó el tema de los concretos de ultra alta resistencia, de $f'c = 2000 \text{ kg/cm}^2$, e incluso más.

Para el concreto todo es posible, pues si por ejemplo tomamos en cuenta que a inicio del siglo XX las resistencias alcanzadas eran

aproximadamente de $f'c = 50 \text{ kg/cm}^2$, en nuestros días no resultan extraños los concretos de 70 Mpa ($f'c = 710 \text{ kg/cm}^2$) usados en proyectos significativos en muchas partes del mundo. Por ejemplo, se ha utilizado concreto de alta resistencia para proyectos tan famosos como el edificio de Two Union Square, en Seattle, Washington, en 1988 (135 Mpa o $f'c = 1370 \text{ kg/cm}^2$); en las Torres Petronas, en Quala Lumpur, Malasia, en 1988 (80 Mpa o $f'c = 810 \text{ kg/cm}^2$); en el Puente Confederación, en Prince Eduard Island, Canadá, en 1997 (60 Mpa o $f'c = 610 \text{ kg/cm}^2$) y en la plataforma marina Hibernia, en Newfoundland, también en Canadá, en 1996 (69 Mpa o $f'c = 700 \text{ kg/cm}^2$).

Sin la disponibilidad de concreto de alta resistencia hubiera sido imposible la construcción de estas estructuras, por lo que bien podemos decir que para el concreto “el cielo es el límite”. ☺

“ Se expuso el reforzamiento de la imagen del llamado concreto “verde” hecho con materiales reciclables. ”

Los Editores



CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

IMCYC es miembro de:



FIP
Fédération Internationale
de la Précontrainte



El **IMCYC** es el Centro
Capacitador número
2 del Instituto
Panamericano
de Carreteras



ONNCCE
Organismo Nacional
de Normalización
y Certificación
de la Construcción
y la Edificación



PCI
Precast/Prestressed
Concrete Institute



PTI
Post-Tensioning Institute



SMIE
Sociedad Mexicana de
Ingeniería Estructural



ANALISEC
Asociación Nacional de
Laboratorios Independientes
al Servicio de la
Construcción

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

Editor

Ing. Raúl Huerta Martínez
rhuerta@mail.imcyc.com

Subeditora

Arq. Mireya Pérez Estañol
mperez@mail.imcyc.com

Arte y Diseño

Estudio Imagen y Letra
David Román Cerón, Inés López Martínez
Alejandro Morales

Colaboradores

Mayra A. Martínez, Mauro Barona, Enrique Chao,
Adriana Reyes, Raquel Ochoa, Adriana Valdés Krieg

Fotografía

Robert Campbell, Pedro Hiriart,
Guadalupe Velasco

Publicidad

Lic. Carlos Hernández Sánchez
chernandez@mail.imcyc.com
**Tels.: 01 5662 0606, 01 5662 1348
y 01 5662 3348**
Ext. 31
Lic. Eduardo Pérez Rodríguez
Ext. 16 publicidad@mail.imcyc.com



imcyc®

**INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

Ing. Héctor Velázquez Garza
Ing. Daniel Méndez de la Peña
Lic. Pedro Carranza Andresen
Ing. Máximo Dolman

Tesorero

Arq. Manuel Gutiérrez de Silva

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

Director General

Ing. José Lozano Ruy Sánchez

[c] Cartas

Un lector escéptico

Acabo de recibir el ejemplar de la revista de agosto y confieso que estoy un poco escéptico acerca de lo que pregonan en su editorial. Un millón de visitas, para mi gusto, son muchos *hits* para un solo sitio, pues ustedes necesitarían una amplia capacidad para responder a una demanda diaria de 33,333 consultas. También, en el editorial informan que los sitios de éxito tiene una promedio mensual de visitas de 10 millones, ¿son tantos los interesados en el concreto?, ¿qué temas son los que se consultan?, ¿han pensado en hacer una certificación notarial?

Perdón, pero no pude resistir escribir estas líneas. Por otra parte, quiero enviar una calurosa felicitación a los editores de la revista, he visto el cambio, y me gusta estar actualizado en el concreto de una manera amena y con un buen contenido visual.

*Ing. Gonzalo Obregón Mercado,
Obregón Mercado Consultores Asociados*

Estimado lector:

Agradecemos su carta y también el que nos haya exteriorizado sus dudas. Sabemos que es muy difícil creer que haya tantos interesados en el concreto, pero en efecto en el mundo de habla

hispana somos uno de los sitios más consultados. Ésto se debe, sin duda a la revista. Los temas que más se demandan curiosamente son desde luego tecnología del concreto, arquitectura e historia.

Respecto a tener un certificado notarial, le agradecemos la sugerencia y aunque ya lo habíamos comentado de manera interna. Su sugerencia nos apoya en tomar esta iniciativa, por otra parte para contar con más elementos con vistas a mejorar nuestro trabajo. Cordialmente.

Los Editores

Desde Perú

Felicitaciones por tan ilustre trabajo, realizado tanto en las páginas escritas de la revista IMCYC, como de la página electrónica. Los saluda,

*Manuel Alejandro Borja Suárez,
Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo,
Chiclayo-Perú*

Por la red

Sólo unas cuantas líneas para exteriorizar mi agradecimiento por el esfuerzo que hacen para subir a internet la revista *Construcción y Tecnología*. Cordialmente,

*Lorenzo del Ángel Tenorio,
Constructora Patmar, Tantoyuca,
Veracruz, México.*

II Encuentro Internacional de Concreto y Aditivos

En la ciudad de Monterrey, Nuevo León, el 8 y 9 de septiembre tuvo lugar el II Encuentro Internacional de Concreto y Aditivos organizado por el IMCYC, en conjunto con las firmas líderes del mercado Degussa, Euco (The Euclid Chemical Company USA), Grace, Retex y Sika.

Las conferencias presentadas tuvieron como objetivo divulgar la información técnica de punta, de cómo el dinámico desarrollo la industria química ha contribuido para mejorar el comportamiento del concreto y fueron presentadas en el siguiente orden el primer día: Introducción y Normatividad, a cargo del M. en C. Ing. Daniel Dámazo (IMCYC); Aditivos periféricos para la

solución de problemas mayores en los concretos modernos, por el Ing. Francisco Ortega (Retex); Aditivos para concreto autoconsolidable, por el Ing. José Luis Esparza Muñoz (Degussa); Aditivos para pisos basándose en morteros de alta resistencia y la problemática de agrietamiento, por el Ing. Francisco Ortega (Retex), así como

Aditivos para concreto y morteros para construcción y reparación en obras bajo el agua, a cargo del Ing. Fernando García Ayala (Degussa).

Durante el segundo día se impartieron Aditivos especiales para concreto de baja contracción, por el Ing. Carlos Uriel de la Rosa (Grace); Aditivos para concreto de alta resistencia inicial, por el Ing. Juan Carlos Cárcamo Ortega (Sika Mexicana); Fibras sintéticas estructurales, a cargo del Ing. Michael Mahoney (The Euclid Chemical Company USA); La tecnología de los materiales de baja resistencia controlada. Usos y



Acto inaugural del II Encuentro Internacional de Concreto y Aditivos.

Aplicaciones, por el Ing. Ricardo Villa Villalobos (Grace); Nueva tecnología para concreto lanzado, por el Ing. Roberto Carlo Rocha (Sika Mexicana) e Inhibidores de corrosión, a cargo de la Ing. Alma Reyes (The Euclid Chemical Company USA).

Al terminar las sesiones se presentaron cinco Tecnodemos, dos el primer día y tres en el segundo, en los que se pudo observar “en vivo y a todo color” las siguientes técnicas: Aplicación

práctica en pisos y morteros de alta resistencia (Retex); Demostración de concreto autoconsolidable y de un concreto con aditivo antideslave (Degussa); Resistencia al impacto de concreto para pisos industriales (Grace); Nuevas tecnologías para concreto lanzado (IMCYC) e Inhibidores de corrosión y fibras sintéticas estructurales (The Euclid Chemical Company México). 🌐



Dos días de intensa capacitación



ACI EN MÉXICO

LA XIII ASAMBLEA GENERAL Ordinaria de Socios de la Sección Centro y Sur de México del ACI se realizó el 25 de agosto en el auditorio Ing. Enrique Lona Valenzuela, del Colegio de Ingenieros Civiles de México, durante la cual se efectuó la instalación de la nueva mesa directiva estuvo integrada por el Ing. Jorge Pérez Montaña, presidente del Colegio de Ingenieros Civiles; el Ing. Luis García Chowell, presidente del 10° Consejo Directivo de la Sección; el Ing. José Antonio Rangel Jaramillo, presidente electo del 11° Consejo Directivo el Ing. Franz X. Wyss, invitado especial y el Ing. Claudio Calzado, presidente de Degussa.

En el orden del día se incluyeron los siguientes puntos: toma de la protesta reglamentaria al 11° Consejo Directivo presidido por el Ing. José Antonio Rangel Jaramillo; reconocimiento especial al Ing. Franz X. Wyss Kaech, por su destacada actuación en la industria de la construcción en México y Sudamérica, así como por su calidad humana y apoyo a la difusión del

conocimiento de la tecnología, y el reporte presentado por el Capítulo Estudiantil de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, donde se expuso las impresiones de la actividad de ACI Internacional y las experiencias obtenidas en los certámenes internacionales en los que han participado, manifestando la capacidad de México para destacar mundialmente.

Una vez concluido el informe administrativo se dio paso a la presentación de la Conferencia Magna, cuyo tema fue “Futuro del Concreto con Color Integral” y su expositor el Ing. Rodrigo Elías Sánchez.

A las 20 horas culminó la Asamblea y se invitó por parte de la empresa Degussa y de los Consejos Directivos de la Sección, entrante y saliente, al brindis con motivo de la realización de la Asamblea, en el cual se disfrutó amigablemente de los bocadillos servidos y se conversó con todos los socios participantes. 🌐

EN TIJUANA, BAJA CALIFORNIA

EN LAS INSTALACIONES de la Universidad Iberoamericana Tijuana, (Universidad Jesuita en el Noroeste), el 25 de agosto el IMCYC impartió el curso Tecnología de Concreto, inaugurado por los arquitectos Javier Torres y Gabriel Martínez, director del área de comunicación y coordinador de la carrera de arquitectura, respectivamente, y por el Ing. Daniel Dámazo, gerente técnico del IMCYC.

El curso, que estuvo dirigido al personal de laboratorios técnicos de la industria del concreto premezclado, a compañías constructoras, empresas supervisoras, estudiantes de arquitectura e ingeniería civil y personal relacionado con la industria de la construcción, pudo realizarse gracias a la cooperación de la Arq. Lourdes Thomas T, a la sazón coordinadora de la carrera de arquitectura de dicha universidad. 🌐





GEO ABRE SUS PUERTAS EN EUROPA

EN SEPTIEMBRE, CORPORACIÓN GEO ingresó al mercado Latibex de empresas latinoamericanas que cotizan en Euros, de la Bolsa de Madrid. De este modo, con la desarrolladora de vivienda son 30 las empresas -de Argentina, Brasil, Chile, Perú, Panamá y México- que cotizan en dicho mercado, que le asignó el código de negociación XGEO para moverse en el sector bursátil de la capital española, en el que BBVA servirá como entidad de enlace.

En Madrid, los vicepresidentes de la compañía, Miguel Gómez Mont y Carlos García Vélez y Cortázar, hicieron la presentación de la corporación ante inversionistas y dieron el campanazo de inicio de operaciones que abrió en 2.35 Euros y alcanzó un máximo en la jornada de 2.40, cerrando en 2.39 Euros. El futuro en el mercado europeo se ve prometedor, y de acuerdo con Gómez Mont, la experiencia de Geo en la Bolsa Mexicana de Valores es contundente, pues el precio de cotización se ha incrementado nueve veces.

Geo se presenta como una opción viable para los inversionistas, y la compañía tiene el objetivo de cerrar 2005 con un crecimiento de entre 17 y 19%, y avanzar a las 37 mil viviendas para este año

en las 33 ciudades de los 19 estados de México donde opera. Geo pasó de construir ocho mil casas en 1994 a 37 mil en 2005, con ingresos de dos mil 340 millones de pesos (mdp) a 10 mil mdp. 85% de la actividad de Geo se centra en viviendas de interés social, mientras el resto está dividido en media y residencial.

Gómez Mont consideró que el sector de la vivienda en México tiene aún mucho futuro, tanto por la situación de déficit de más de cinco millones de casas, como por los datos de tasas de interés que para esta actividad son favorecedores. Recordó que el sector pasó por momentos difíciles al suspender en 1995 el crédito hipotecario por parte de entidades financieras, y apegarse en su mayoría a los que concede el Infonavit.

Además de Geo, las empresas mexicanas en Latibex son Grupo Modelo, Alfa, Elektra, TV Azteca, Telmex y América Móvil. La Bolsa de Madrid opera alrededor de ocho millones de cuentas, superando ampliamente las cerca de 900 mil cuentas inscritas en la Bolsa Mexicana de Valores. "Nos sentimos muy contentos con la incorporación de Geo en Latibex. Esta estrategia nos permitirá tener una mayor visibilidad a escala internacional", comentó Gómez Mont. 🌐

Adriana Reyes



Carlos García Vélez y Miguel Gómez Mont.



GEO inicia operaciones en España.

UN PUENTE SOBRE EL RÍO ORINOCO

RECIENTEMENTE SE CONSTRUYÓ SOBRE el río Orinoco, en territorio de Venezuela, la superestructura de un puente mixto dividida en tres tramos: el puente de acceso sur, el de acceso norte y el principal.

Dicha superestructura, formada por una sección mixta, consta de una viga cajón y voladizos con puntales inclinados en ambos lados, y una losa del tablero de concreto armado soportada por tirantes metálicos acoplados a las torres de concreto de 120 metros de altura, en sus tramos de navegación.

Para disminuir los movimientos oscilatorios causados

por la corriente del río de proporciones amazónicas, muy agresivo, con grandes variaciones en el caudal y nivel del agua, la cimentación en río se hizo con el uso de apoyos que sirvieron como plataformas de trabajo, donde se quedaron todas las herramientas y equipos utilizados para el montaje de los pilotes, los que fueron debidamente anclados en bloques de concreto posicionados al fondo del río o directamente en el lecho rocoso.

Así mismo, con la finalidad de disminuir el alto riesgo que significó la gran concentración de mano de obra trabajando en condiciones extremas en medio del río, se definió una compleja logística de apoyo que incluyó la industrialización de los procesos de construcción como el prehabilitar el acero de refuerzo y la prefabricaron de las losas de concreto, para luego hacer la transportación hacia el río y colocarla en el cabezal correspondiente, en el menor tiempo posible.



AGENDA

> **International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting**

Fecha: 21 al 23 de noviembre de 2005

Sede: Cape Town, South Africa

Organiza: University of Cape Town, University of the Witwatersrand, University of Leipzig

Descripción: Reparación y rehabilitación de estructuras de concreto, y la importancia económica que revisten estos trabajos para la economía mundial.

Contacto: Hans-Dieter Beushausen
Tel: (27) (21) 65551181
Fax: (27) (21) 6897471
E-Mail: ICRRRR@eng.uct.ac.za

> **6TH Asia_pacific Conference on Shock & Impact Loads on Structures**

Fecha: 7 al 9 de diciembre de 2005

Sede: Perth, Australia

Organiza: CI-Premier Conferences

Tel: (065) 67332922

Fax: (065) 62353530

E-Mail: cipremier@singnet.com.sg

> **Conference on Structural Condition Monitoring and Damage Identification**

Fecha: 12 al 14 de diciembre de 2005

Sede: Perth, Australia

Organiza: CI-Premier Conferences

Tel: (065) 67332922

Fax: (065) 62353530

E-Mail: cipremier@singnet.com.sg



Para levantar las pilas y torres de entre 42 y 120 metros de altura, respectivamente, se adoptó el proceso constructivo de avance continuo con cimbra deslizante. De este modo, se logró un avance vertical de hasta 20 cm por hora.

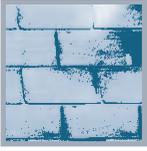
En este proceso, la cimbra se posicionó con gatos hidráulicos alejados cada uno 80 cm en el sentido vertical para facilitar los trabajos de colocación del acero de refuerzo, los cuales fueron desarrollados de forma simultánea con el deslizamiento de la cimbra. El sistema deslizante estuvo conformado por plataformas de trabajo dispuestas en tres niveles. La plataforma superior se destinó a los trabajos de colocación de las varillas, la intermedia a los vaciados y la inferior a los servicios de acabado, y a los aspersores de material para el curado químico.

El concreto se transportó en tolvas y fue elevado con grúas. La verificación de la cimbra

en relación con la verticalidad se efectuó con plomadas suspendidas por hilos que iban desde la cimbra hasta el piso debidamente demarcado. Después de concluidos los trabajos de vaciado, las hoquedades dejadas por las barras de los gatos se rellenaron con mortero de agua, arena y cemento, de abajo hacia arriba.

Finalmente, luego del deslizamiento, para garantizar el completo aislamiento del concreto con el medio ambiente y para evitar la pérdida de agua de la mezcla se realizó la aplicación del curado químico en la superficie del concreto con productos, de reconocida eficiencia, aplicados de modo uniforme y constante. 🌐





BLOQUES

Para colocar adoquines de concreto

LA COLOCACIÓN DE LOS ADOQUINES de concreto incluye las siguientes fases de ejecución. Los trabajos se inician tanto con la preparación de la superficie, como con los de la capa sub-base y la capa base. Posteriormente, se deben hacer los bordes de confinamiento, y proseguir con extender y nivelar la capa de arena, continuando con la colocación de los adoquines, y se concluye con el sellado y vibrado del pavimento.

Mientras, la arena se deberá almacenar de manera que se pueda manejar sin que se contamine y esté protegida de la lluvia para que el contenido de humedad sea uniforme. Antes de colocarla se revolverá lo suficiente para lograr su homogeneidad. Es aconsejable cribarla para que además de quedar suelta se le puedan retirar los elementos más gruesos.

Desde el cribado hasta la colocación de los adoquines sobre la capa de arena ya conformada, la arena no deberá sufrir ningún proceso de compactación para garantizar así la densidad uniforme de toda la capa.

En tanto se deberá delimitar el área de proyecto, limpiarla de vegetación y sustituir, si las hay, las zonas blandas, por el material adecuado.

Es conveniente que las capas sucesivas del firme sean de espesor constante, y en el terreno deberán preverse las pendientes análogas a las del firme terminado, como mínimo de 2%. De inmediato, se procederá a la extensión de la sub-base con el espesor y la composición similar a las utilizadas por lo general en la construcción de pavimentos convencionales. Las características de la sub-base están estrechamente ligadas al tipo de terreno, a su deformidad y también al tipo de cargas previstas.

Para su colocación se utilizarán tres reglas, dos a modo de rieles puestos directamente sobre la base y otra para enrasar la arena previamente distribuida entre los rieles. Las reglas serán de un material duro y estable, capaces de garantizar su rigidez.

La preparación de la capa base incluye la extensión y la compactación de todo el

material aplicado previamente y se efectuará de forma similar a la de sub-base, pero con un grado de compactación mayor, que alcanzará 98% de aguante en el caso del tráfico ligero y hasta 100% en el supuesto de tráfico pesado.

Por otra parte, los pavimentos de adoquines necesitan un elemento que los contenga lateralmente para evitar el desplazamiento de las piezas, la apertura de las juntas y la posible pérdida del ensamblaje entre éstos. Dicho elemento puede ser un borde, una canaleta o cualquier otra pieza similar y debe apoyarse al menos 15 cm por debajo de los adoquines para lograr la fijación adecuada.

Así mismo, conviene que la arena sea de buena calidad, sin arcillas, preferiblemente lavada y más bien gruesa. Por lo general, se comprobará su alineación, corrigiéndola si es necesario, y al mismo tiempo se cortarán las piezas precisas para rematar los laterales.

El tipo de trama a colocar la definirá el proyectista según criterios estéticos o prácticos; en general, sin embargo se recomienda la colocación en espiga para zonas de tráfico pesado o altas solicitaciones, en tanto en las zonas peatonales o de tráfico ligero prevalecerán más las razones estéticas. Una vez finalizada la colocación de los adoquines se compactarán ligeramente con una bandeja o rodillo vibrante.

Todo el material se extenderá de manera conveniente para conseguir una capa uniforme de tres a cinco cm de espesor, se nivelará cuidadosamente a uno o dos cm más de altura que su cota definitiva debido a la disminución que experimentará al colocar y vibrar el adoquín.

No debe pisarse la arena ya extendida o nivelada, pues la colocación de los adoquines se realiza pisando por encima de los ya instalados.

Por su parte, el sellado se hará extendiendo arena fina y seca sobre la superficie de los adoquines, barriando sucesivas veces para facilitar la penetración en el interior de las juntas entre pieza y pieza, y con posterioridad se efectuará un vibrado intenso con la bandeja o rodillo vibrante para asegurar el perfecto llenado de las juntas.

No debe terminarse la jornada sin completar el vibrado y sellado del pavimento



efectuado, pues en caso de lluvia podría dañarse. Una vez terminadas estas labores y si se cuenta con los bordes de confinamiento precisos, puede permitirse el paso de vehículos de forma inmediata.

Como una recomendación final es conveniente señalar que por ninguna razón se permitirá la colocación de los adoquines sobre una capa de arena extendida el día anterior, o después que haya llovido en la superficie ya preparada, en este caso se debe levantar la arena, devolverla a la zona de almacenamiento y reemplazarla por arena nueva o procesada, uniforme y suelta. ☺



Control de materiales antes del premezclado

PREMEZCLADOS

FRECUENTEMENTE ANTE LA necesidad de utilizar concreto premezclado en los elementos estructurales de una obra se presenta la disyuntiva de solicitar el premezclado o hacerlo en obra. Considerando que casi siempre sólo se toman en cuenta el costo directo de las materias primas, el equipo y el personal, y en algunas ocasiones la velocidad del colado o la urgencia, es conveniente recordar lo siguiente:

La ventaja más sobresaliente en la utilización del concreto premezclado es la garantía del producto en cuanto a las propiedades mecánicas del material que se entrega, que siempre está avalado por un cuidadoso control de calidad ejercido por el fabricante, no sólo por las pruebas realizadas al producto final, sino a cada uno de los ingredientes que intervienen en la fabricación del concreto, y el fabricante siempre tomará en cuenta el factor estadístico de estos ingredientes, el de los equipos y el del personal.

Para lograr estos estándares, el manejo y almacenamiento de los materiales se realiza con procedimientos adecuados para no alterar las propiedades físicas de los mismos. En lo referente al cemento, regularmente, se efectúan pruebas químicas que dan a conocer las variaciones de sus componentes y debido a que se maneja a granel, las empresas

disponen de silos de almacenamiento herméticos que evitan la alteración de sus propiedades físicas tales como la finura *blaine*, la resistencia, el peso específico, los tiempos de fraguado y la sanidad.

Por la rapidez y la facilidad de las pruebas físicas del cemento éstas se efectúan sobre varias muestras provenientes de diversas entregas hechas durante el día.

En cuanto a los aditivos, para determinar su estabilidad y peso específico, éstos son analizados en los laboratorios de las empresas premezcladoras, mediante pruebas comparativas realizadas entre mezclas de concreto con aditivos y mezclas de concreto testigo, con estas pruebas se pueden establecer sus ventajas, los efectos en el aumento de la manejabilidad y cohesión, la resistencia, y la reducción de agua, para así seleccionar el aditivo que mejor se adapte a las condiciones particulares de la obra y a los requerimientos del cliente por la relación de los agregados y el cemento.

Aunque el agua no es un elemento que en general cause variaciones en el concreto, también en el caso de duda se analiza químicamente o se procede a realizar pruebas comparativas teniendo en cuenta sólo la calidad del agua para conocer sus efectos en la calidad del concreto.

En cuanto a los agregados se analizan antes de usarlos en la fabricación del concreto y como tratándose del cemento generalmente se cuenta con más de un silo de almacenamiento, lo cual da la oportunidad de obtener la información necesaria antes de su utilización, al igual que respecto de los aditivos, se investigan con nuestras tomas de la planta del productor para su análisis y posteriormente, mediante el uso alternado de tanques de almacenamiento se tiene la oportunidad de verificar sus propiedades antes de su consumo. ☺



Tubos, ¿de plástico o de concreto?

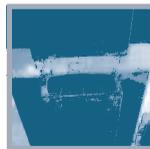
TUBOS

COMO ESTABLECIMOS EL COMPROMISO en la edición de septiembre hoy cerramos la serie que consta en su totalidad de cinco

partes y para ésto presentamos las conclusiones de la conveniencia de utilizar tubos de concreto, en cualquier circunstancia.

Las tuberías de concreto presentan:

- Hermeticidad
- Cuentan con amplia gama de accesorios
- La alta durabilidad del concreto confiere al tubo una muy larga vida útil, e históricamente se puede comprobar que tuberías en uso desde hace 90 ó 70 años están funcionando en la actualidad.
 - Por la rigidez del tubo, el relleno y la compactación no son críticos, es decir, no requiere de precauciones especiales cualquiera que sea la naturaleza del suelo, como sucede en las tuberías de otros materiales.
 - Su colocación es sencilla, y no exige de especialización, lo que abre un amplio espectro a la mano de obra.
 - El peso de la tubería no permite que la línea de conducción peligre por la flotabilidad.
 - Las tuberías de concreto son las más inocuas para la salud, tanto para quienes reciben el servicio como para quienes las instalan o les dan mantenimiento.
 - Son de fácil reparación.
 - Presenta precios altamente competitivos.
 - Son resistentes al fuego.
 - Incrementa su resistencia en proporción a su diámetro.
 - Las tuberías de concreto cumplen con los estándares de las normas mexicanas. 



Pilotes prefabricados

PREFABRICADOS

EN OCASIONES, CUANDO SE REALIZA la excavación para la ejecución de una obra se puede encontrar diversas dificultades para hallar el estrato resistente o firme donde cimentar, incluso, se presenta la necesidad de apoyar una carga aislada sobre un terreno sin firme o difícilmente accesible por métodos habituales, es aquí donde los pilotes prefabricados tienen una aplicación práctica.

Los pilotes según su forma de trabajo son:

- Pilotes rígidos de primer orden. Aquéllos

cuya punta llega hasta el firme transmitiéndole la carga aplicada a la cabeza. La acción lateral del terreno elimina el riesgo de pandeo.

- Pilotes flotantes. Aquéllos cuya punta no llega al firme, quedando hincado en el terreno suelto y resistiendo por adherencia. Su valor resistente responde a la función de la profundidad, diámetro y naturaleza del terreno. Se sitúan en superficies de resistencia media baja, y transmiten su carga por rozamiento, a través del fuste.
- Pilotes semi-rígidos. Aquéllos cuya punta llega hasta el firme, pero éste se encuentra tan profundo o es tan poco firme que el pilote resiste simultáneamente por punta y por adherencia.

SEGÚN SU FORMA DE EJECUCIÓN

Pilotes prefabricados. Se hincan en el terreno mediante unas máquinas a golpe de mazas, con martillo neumático y son prefabricados, constituidos en toda su longitud mediante tramos que se ensamblan. Son algo costosos, ya que están fuertemente armados para resistir los esfuerzos durante el transporte y el hincado en el terreno. Una vez hincado sobre éste, ejerce sobre el pilote y en toda su superficie lateral una fuerza de adherencia que aumenta al continuar clavando más pilotes en las proximidades, pudiendo conseguir mediante este procedimiento una consolidación del terreno. Cabe destacar que la operación de hincado del pilote debe de realizarse siempre de dentro hacia fuera.

SEGÚN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

- Pilotes prefabricados hincados o apisonados ejecutados en base de desplazamiento del terreno.
- Pilotes excavados o perforados ejecutados en base de la extracción de tierras y relleno de concreto armado.

SEGÚN EL DIÁMETRO DEL PILOTE

- a) Micropilotes: diámetro menor de 200 mm.
- b) Pilotes convencionales: de 300 a 600 mm.
- c) Pilotes de gran diámetro: mayor de 800 mm.
- d) Pilotes pantalla, de sección pseudo-rectangular.
- e) Pilotes de sección en forma de cruz.

Los pilotes pueden alcanzar profundidades superiores a los 40 metros con una sección transversal de dos a cuatro metros y puede gravitar sobre éstos una carga de dos mil toneladas. 

CONCRETO BLANCO

En el **CORAZÓN**
de **Bogotá**

[MAYRA A. MARTÍNEZ]

Una de las edificaciones internacionales galardonadas con el Premio Obras Cemex 2004 fue el Auditorio de la Biblioteca de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL), una construcción de gran magnitud erigida en pleno centro de la capital colombiana, en la que el concreto blanco desempeña tanto la función estructural como la arquitectónica.





El propósito básico de su diseñador consistió en manejar un material único en todo el edificio, el concreto blanco, explica en entrevista para *Construcción y Tecnología*

el Arq. Daniel Bermúdez Samper, quien cuenta con una amplia trayectoria, pues se desempeña como proyectista independiente desde 1975.

De este modo, se estableció un vínculo entre la universidad y el centro capitalino, y como acceso a la magna obra está la Plazoleta de la UJTL, la cual confirma el compromiso de la Universidad Jorge Tadeo Lozano con el centro de Bogotá y su voluntad por comunicar sus instalaciones originales con la avenida 3ª, vía principal del sector, mediante la creación un nuevo y generoso sistema de plaza y pasajes públicos.

Señala el Arq. Bermúdez Samper que «el edificio enmarca la plaza Jorge Tadeo Lozano y la conecta, a través de un callejón o paso peatonal sembrado de magnolias, con los estacionamientos que la universidad adecuó en sus predios de la 22 con 3ª. Así, la plaza se ha convertido en el sitio principal de estar y reunión de la comunidad estudiantil.

Ficha técnica

LOCALIZACIÓN

Ciudad: Bogotá

Dirección: Calle 22A # 3-37

FECHAS DEL PROYECTO

Inicio del proyecto: 2001

Comienzo de la obra: 2001

Fin de la construcción: diciembre de 2003

PROYECTO

Autor: Arq. Daniel Bermúdez Samper

Colaboradores: Arqs. Jaime Romero, Adolfo Sastre, Plinio Bernal, Mauricio Medina, Andrés Rodríguez y Henry González

Gerencia del proyecto: Payc Ltda

Presupuesto y programación: Payc Ltda

Estudio de suelos: Sáenz Ruiz Cadena & Cía., Ltda

Cálculos estructurales: Hernán Sandoval Arteaga y Cía Ltda.

Diseño eléctrico: Ing. Jaime Sánchez-SM&A, Ltda

Diseño hidráulico y sanitario: Ing. Álvaro Tapías

Proyecto de seguridad y cableado estructurado: Antonio García Roza y Cía., Ltda

Proyecto acústico: Construcciones Acústicas, Ltda.

Consultoría de iluminación:

Arq. María Teresa Sierra

Estudio de tráfico vertical:

Ing. Rafael Beltrán

Fotografías: Arq. Enrique Guzmán

Propietario: Universidad Jorge Tadeo Lozano

Constructora: Concreto, SA

Área del lote: 3 418 m²

Superficie construida: 9 704 m²

Comentarios sobre la obra

“Por tratarse de concreto arquitectónico, debía lograrse una calidad y apariencia muy pareja en toda la obra. El requisito primordial fue, por tanto, que la provisión de materiales se hiciera desde una sola fuente, una única veta, ya que la apariencia final del concreto arquitectónico depende en gran parte del color de las arenas.

Para el manejo del cemento se exigió que las “bachadas” se mantuvieran parejas, esto con el fin de que las proporciones manejadas fueran constantes.

Después de realizar pruebas con muretes levantados con coladas de concreto de relaciones diferentes de arena, agua y agregados, y de darle el acabado final a los 28 días de fraguado, se decidió, por ejemplo, que el tamaño del agregado no fuera muy grande ni muy pequeño, ya que, o podría segregarse o podría perder la capacidad de reflejar el color escogido. Así que en promedio se manejó una granulometría de 3/4". Sin embargo, el éxito del manejo del concreto en esta obra debe mucho a la experiencia previa del arquitecto y los técnicos en otras obras en concreto arquitectónico.

Fuente: Revista Noticreto No.69, Colombia.
Artículo "Construir en Concreto Blanco".

Se trata realmente ante un *campus* abierto, público y circulable que recupera y revitaliza una deteriorada zona que fue suburbio residencial e industrial en la Bogotá de finales del siglo XIX.

HABLANDO DEL EDIFICIO

Explica el entrevistado que está conformado por dos paralelepípedos de 40X40 m y 47X47 m, cuya superposición genera un



enorme alero perimetral que amplía y protege los andenes de la calle 22 y la carrera 4ª. Su altura total es de 30 m conformados por cuatro grandes pisos cuya altura libre oscila entre los 3.4 m y los 6.1 m.

«Se trata de un volumen en gran parte cerrado, con grandes ventanales únicamente hacia el nororiente, a través de los cuales se disfruta de la imponente presencia del Cerro de Monserrate, además de enmarcar la plaza. Esta apertura garantiza la vista de las principales dependencias del edificio hacia el cerro tutelar de Bogotá y permite la entrada del sol de la mañana, que benévolamente calienta el interior y se retira mientras avanza el día. El acceso al edificio, tanto desde la plazoleta Jorge Tadeo Lozano como desde el callejón que conduce a la calle 22, se realiza también a través de estas grandes aperturas. Las fachadas hacia el sur y el oriente son cerradas para proteger las instalaciones del incómodo sol de la tarde y del ruido de la esquina de la calle 22 con 4ª. Las visuales en estos sentidos, sobre deteriorados centros de manzana, no justificaban la colocación de ventanas importantes en estas fachadas.

«Con 9 700 m² de construcción -detalla el entrevistado- el edificio contiene en su primer nivel el vestíbulo general y el auditorio; en el segundo hay cinco salones especiales mientras en el tercero y cuarto está la biblioteca y en la cubierta se halla la zona protocolaria del rector y del consejo de la universidad».

SOBRE EL AUDITORIO Y LA BIBLIOTECA

Está ubicado en el primer nivel, y puede utilizarse para música sinfónica de 100 músicos y con capacidad para 540 espectadores, o para música de cámara y otros eventos, durante los cuales caben 608 puestos. Es un auditorio de acústica variable con sus interesantes deflectores contruidos en vidrio templado y con un sistema que permite incorporar volúmenes adicionales según el coeficiente de reverberación que se necesite.

Por otra parte, la biblioteca ocupa el tercer y cuarto piso, conectados entre si por una gran doble altura en la esquina nororiental, con la visual a Monserrate, donde está

la sala de lectura informal. El resto de las dependencias están en los dos pisos en un esquema de estantería abierta que permite una máxima flexibilidad para la modificación del programa bibliotecológico. En el primero de estos pisos, que es la entrada a la biblioteca están la administración, circulación y préstamo, así como la hemeroteca, la reprografía y la colección de referencia.

Advierte el entrevistado hay «diversos sistemas de iluminación cenital que definen las formas de la cubierta del edificio y permiten que los espacios de la biblioteca estén naturalmente iluminados durante el día sin que el sol directo afecte la actividad de lectura. Estos sistemas de iluminación, la protección solar y el aislamiento del ruido para generar mejores condiciones para la lectura son el tema principal del edificio y definen sus condiciones formales específicas».

ACERCA DE LA ESTRUCTURA

Puntualiza el Arq. Bermúdez Samper que «los 2 200 m² de cada una de las plantas altas están sostenidos por nueve columnas, con forma de escuadra de 3.60 m de lado, claros de cerca de 15 m y voladizos de 3.5 m. Estas grandes columnas contienen funciones diversas como salas de reunión, ductos mecánicos, cuartos técnicos, y adiciones volumétrico-acústicas en el auditorio, en tanto generan una condición espacial particular en las salas de lectura. Las vigas principales son de 1.30 m x un m, y las riostras, en cuadrículas de 3.60 m, son de 60 cm x 40 cm. El material de la estructura, el concreto blanco arquitectónico se convierte en único para todos muros interiores y exteriores, y así se crean enormes planos continuos que le dan gran fortaleza, contundencia y unidad al edificio».

CIMENTACIÓN Y ACABADOS

Señala el Arq. Bermúdez Samper que el tiempo de construcción de la obra fue de 27 meses de los cuales los preliminares se ejecutaron en dos meses, la cimentación y la estructura se ejecutaron en 15 meses y los acabados en 11. Estas dos últimas se traslaparon en el orden de tres meses.

Así mismo, explica que la cimentación consistió en la excavación y colado de pilotes de 17 m de profundidad y en diámetros que variaron entre 1.3 m y 2.5 m. Estos pilotes debieron profundizarse un metro dentro de la “Formación Bogotá”, o arcillolita cuaternaria. «En cuanto al proceso constructivo en sí no se presentaron limitaciones de excavaciones en vecindad debido a la lejanía de los pilotes por las grandes claros que se manejaron en el proyecto. En cuanto a la excavación de los pilotes se procedió de manera estándar excavando un metro de profundidad y protegiendo las paredes con anillos de concreto simple de 10 cm de espesor por un m de longitud hasta alcanzar el nivel de cimentación indicado por el ingeniero geotecnista.

«Así mismo, se manejó el concreto colado *in situ* y los prefabricados –comenta el entrevistado–. Éstos fueron especificados por el ingeniero calculista y el arquitecto.

“Además, cabe destacar que en la gran mayoría de los casos que para los elementos en concreto tanto estructurales como arquitectónicos eran fabricados y/o contruidos modelos que debían aprobarse por el arquitecto antes de proceder a su colado, en tanto al constructor y la compañía constructora sólo se le daban especificaciones de resistencia de los concretos,

Concreto al detalle

En obra se utilizaron concretos premezclados comunes de 140, 210, 280 y 350 kgf/cm², concretos premezclados impermeables de 280 kgf/cm² y concretos premezclados blancos de 350 kgf/cm².

CIMENTACIÓN

140 kgf/m² común: 33.48 m²
210 kgf/m² común: 2 086.53 m²
280 kgf/m² común: 1 201.12 m²
280 kgf/m² impermeable: 1 847.33 m²

ESTRUCTURA

280 kgf/m² común: 168.58 m²
280 kgf/m² impermeable: 4.48 m²
350 kgf/m² común: 3 613.68 m²
350 kgf/m² blanco: 2 808.35 m²

MUROS ARQUITECTÓNICOS

350 kgf/m² blanco: 1 764.06 m²

Daniel Bermúdez Samper Arquitecto (Universidad de los Andes-1973)**EXPERIENCIA PROFESIONAL:**

Arquitecto proyectista independiente desde 1975, con más de 470 mil m² de diseños arquitectónicos y más de 392 ha de diseños urbanísticos. Dentro de éstos sobresalen la Embajada de Francia; el Proyecto Urbanístico Ciudad Salitre (con otros profesionales); el edificio Alberto Lleras Camargo, edificio Bloque H, B y L de la Universidad de los Andes; Coliseo Cubierto, Auditorio y Parqueadero del Liceo Francés; Vicerectoría de Posgrados y Edificio Biblioteca y Auditorio de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, así como la Biblioteca Pública El Tintal.

EXPERIENCIA ACADÉMICA:

Vinculado a la docencia desde 1975, es profesor titular de la facultad de arquitectura de la Universidad de los Andes, donde dirige el taller de proyectos de grado.

DISTINCIONES Y RECONOCIMIENTOS: Conferencista invitado a múltiples eventos nacionales e internacionales y

jurado de varios concursos. Mención de honor IV Bienal de Arquitectura de Quito en 1984. Premio al mejor diseño arquitectónico XII Bienal de Arquitectura en 1992 con el edificio Alberto Lleras en la Universidad de los Andes. Premio al mejor diseño arquitectónico XVI Bienal de Arquitectura en 1998 con el edificio para la Vicerectoría de Postgrados de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Varios premios en concursos de arquitectura. Premio Excelencia en Concreto en 1998, por el Edificio para la Vicerectoría de Postgrados de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, en el 2002, por la Biblioteca Pública El Tintal, y en el 2004 por el Edificio Biblioteca y Auditorio de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, que también obtuvo el XIII Premio Obras Cemex 2004, en Monterrey, México, así como la 1a. Mención de Honor en la categoría Proyecto Arquitectónico en la XIX Bienal de Arquitectura de 2004. Mención de honor en la Categoría Recuperación del Patrimonio por el proyecto de Recuperación Bloques B y L, de la Universidad de los Andes, XIX Bienal de Arquitectura de 2004.

revenimiento y relación agua-cemento, y no se le especificaba ningún producto aditivo específico. Lo único a que se comprometían, fuera de cumplir los parámetros técnicos, era a que los elementos quedaran de la forma en que eran aprobadas las muestras. Igualmente, los prefabricados, las persianas en concreto y los parteluces fueron colados en obra y en la planta del constructor».

Cabe destacar que 90% del concreto representa los acabados del edificio. Igualmente, se manejó concreto a la vista para los elementos no estructurales y una parte del mobiliario. «Así, no sólo los agregados y proporciones de los materiales fueron importantes -señala el autor de la obra-. También la elaboración de cimbras muy cuidadosas, y hubo especial atención y coordinación en los colados y descimbrados para rematar con un acabado muy especial, pues se usaron puntas y martillos escogidos con mucho detalle».

CONCRETO EN COLOMBIA

Al preguntarle sobre la importancia de la aplicación de este material en su país, el Arq. Bermúdez Samper nos remite a una opinión expresada en el libro "Concreto Colombia 1994-2004", publicado por Asocreto: "Este material tiene una larga trayectoria en Colombia debido a la dificultad inicial de producir o conseguir acero. Sin embargo, se puede decir que ha sido sólo en los últimos cinco a 10 años que el concreto ha pasado de ser un elemento netamente estructural a ser un elemento



a la vista, tanto en la estructura, como en fachadas y en elementos interiores y mobiliario en general. Esta ha sido la razón por la cual la tendencia más importante de este último período ha sido el enriquecimiento del material, al tratar de explorar distintas pigmentaciones a través de otros materiales y agregados. Igualmente han variado las proporciones manejadas de paños de concreto al poder realizar grandes piezas que se levantan, se cuelan en el sitio, se prefabrican en plantas, se transportan, se cuelan en cimbras que se deslizan...

La tendencia es que el concreto se maneje en proyectos de todas las escalas y de todos los usos, desde una pequeña capilla hasta plazas y mobiliario del espacio público, así como en obras civiles de gran magnitud.”

Por otra parte, advierte que en su experiencia particular destaca la construcción de varias obras en concreto arquitectónico, entre éstas, el edificio de Posgrados de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (1998), de seis mil m², el Bloque H, de la Universidad de los Andes (2001), de 1 350 m², y la Biblioteca El Tintal (2001), con 6 650 m², entre otras. Para todas estas obras se exploraron las ventajas de un material tan maleable y resistente como el concreto, a la vez que su belleza, al ser trabajado cuidadosamente, debido su



propósito particular de “recoger y dominar” la luz, elemento principal de su arquitectura, así como trabajar una arquitectura honesta que muestra su esqueleto, su interior y exterior, y las posibilidades estéticas del material.

Para concluir se refiere a sus obras en proceso, por lo que el entrevistado explica que casi finaliza la sede de la empresa Quala, SA, de Colombia, en Santo Domingo, República Dominicana, proyecto que consta de una planta de producción, bodegas de paso y almacenaje, un casino, un edificio de servicios industriales y un edificio administrativo, así como porterías, y zonas verdes para el aprovechamiento de los empleados y expansiones futuras. La obra es enteramente en concreto y maneja tanto gris como blanco. Para la planta de producción y bodegas se manejó un sistema constructivo rápido, económico y eficaz: el *tilt-up*, junto con algunos elementos colados *in situ* y otros prefabricados. Para los demás edificios se utilizó el sistema de construcción convencional, con elementos colados *in situ* y prefabricados. 🌱

➤ La tendencia es que el concreto se utilice en proyectos de todas las escalas y usos.

ACAPULCO, GUERRERO

Corporativo de OFICINAS

LOURDES CRUZ GONZÁLEZ FRANCO

Arquitectos

J. Francisco Serrano,
J. Pablo Serrano Orozco
y Susana García Fuertes
Realización: 1999-2001
Construcción: 6,900 m²

El informe que se presenta en esta edición sobre el concreto blanco consta de dos obras, una realizada por el Arq. Francisco Serrano -quien estará presente en

el Seminario Internacional “Construyendo con Concreto Blanco, Experiencias y Soluciones”, organizado por el IMCYC y Cemex-, profesionista mexicano de indiscutible prestigio, cuyas obras hablan por sí mismas, como es el caso del corporativo que a continuación reseñamos brevemente.

La otra es el Auditorio y Biblioteca de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, en Bogotá, Colombia, proyectada por el Arq. Daniel Bermúdez Samper, edificación galardonada en el Premio Obras Cemex 2004.

E

l corporativo se localiza en la principal avenida de Acapulco, la Costera Miguel Alemán y la calle de Tamarindos, en la parte posterior, en un terreno rectangular con ligera pendiente. Tres factores fundamentales determinaron la solución: el clima caluroso, la luminosidad de la ciudad y la vista hacia un campo de golf ubicado del otro lado de la Costera. Así, para lograr iluminación natural en sus cuatro lados y aislar el interior del intenso calor, se construyó un volumen dentro de otro. Es decir, los seis pisos que componen el edificio están separados de un muro perimetral en las colindancias y en la calle posterior formándose un espacio vacío entre ambos. Este muro de concreto blanco cincelado con agregados de mármol de la región tiene perforaciones circulares que funcionan como filtros de la luz solar que permiten, junto con las áreas vacías, controlar de manera natural la temperatura del edificio.

Hacia la avenida, un gran marco de concreto enfatiza el acceso y permite que las oficinas generales y las ejecutivas disfruten del panorama de la Costera y del campo de golf. Esta fachada se presenta como una gran abertura, donde resaltan



El concreto blanco

Actualmente el concreto blanco abre las posibilidades para realizar cualquier forma, textura y color, en respuesta a una nueva era arquitectónica de figuras y formas dinámicas, que llenan de color, y expresan la imaginación e innovación de sus diseñadores.

El concreto blanco se prepara con cemento blanco, que es fabricado a partir de materias primas seleccionadas, las cuales contienen una insignificante cantidad de óxidos de hierro y manganeso, pues estos últimos materiales dan una coloración gris.

Los diferentes cementos blancos tienen diferencias inherentes de color según su origen, y algunos cuentan con fondo azul, verde o crema. Por tanto, en la obra deben utilizarse de principio a fin los mismos materiales, es decir, cemento de similar tipo y marca, así como procedente del mismo molino, con el objeto de minimizar las variaciones de color.

El cemento blanco es realmente cemento Pórtland, de acuerdo con la norma ASTM C-150. Por lo general, se producen dos tipos de cemento blanco, el I y el III, conforme a la norma.

La selección de los agregados puede tener un considerable efecto en la coloración del concreto blanco, así que debe darse especial atención a la selección de los agregados para ayudar a prevenir variaciones en el color y en la intensidad de los tonos de los acabados de la superficie.

En el transcurso de una obra, en particular, deberá mantenerse la misma fuente de abastecimiento para los agregados finos y gruesos. El arquitecto puede especificar tamaño, clase, color y calidad de los agregados a emplear. Es recomendable la utilización de agregados claros para evitar la aparición de áreas con sombras o tonos diferentes; sin embargo, si se expondrán los agregados, pueden requerirse colores y clases especiales de agregados.

El tipo de arena usada en el concreto blanco afecta enormemente su color, pues las partículas finas de la arena actúan como pigmento en la pasta de cemento de tal forma que cuando se desee la máxima blancura deberá utilizarse arena blanca o amarillo claro. Cuando no se dispone del agregado fino apropiado, deberá obtenerse a partir de la trituración de piedra caliza de arena de cuarzita.

Así, para conseguir un concreto blanco uniforme, la mezcla deberá ser rica en cemento, con un alto contenido de arena fina y el agregado grueso deberá poseer una curva de graduación muy suave. La mezcla será considerablemente más rica de lo normal, para alcanzar la resistencia específica.

Y como es recomendable usar una alta proporción de arena, para reducir las variaciones en el color, también conviene usar una baja proporción de arena para prevenir los "agujeros de insectos" que resultan del aire atrapado.

las pérgolas, la escalera con el espejo de agua, el talud jardinado y las columnas que, en conjunto, integran el interior al contexto urbano.

El edificio se desplanta sobre un gran basamento que contiene los dos niveles de estacionamiento y las áreas de servicio y mantenimiento. Sobre esta notoria plataforma se localiza el vestíbulo y las áreas sociales, destacando al centro el gran vacío circular que recorre todos los pisos con elevadores panorámicos. En torno a este espacio se distribuyen las áreas de trabajo y a su vez permite, por la transparencia de su techumbre, que se filtre la luz al interior. En el último nivel destaca el



puente que lo atraviesa y la cubierta circular que protege a la sala de juntas que se intercala virtualmente con este gran vacío que es el punto central de la composición. Cabe resaltar el juego volumétrico logrado en la azotea para lograr una mayor iluminación natural en las oficinas, lo que propicia un ahorro de energía eléctrica.

El interior del edificio fue resuelto meticulosamente, porque tanto el plafón como los muros se diseñaron con una retícula de 6.10 x 6.10m para facilitar el acomodo del mobiliario y los accesorios seleccionados acorde con la personalidad y la forma de trabajo de los usuarios. Esta retícula también permite una distribución uniforme del aire acondicionado el cual sale indirectamente a través de unas rejillas que quedan ocultas; de igual forma la iluminación general de los interiores es indirecta con el uso de arbotantes.

El edificio en el contexto de la Costera destaca por su forma y se ha convertido en un hito urbano de Acapulco al inicio del siglo XXI.

2002 • Gran Premio Medalla de Oro en la Séptima Bial de Arquitectura Mexicana, en la ciudad de México.

Mención en la XIII Bial de Arquitectura de Quito BAQ 2002, Quito, Ecuador.

2004 • Premio Internazionale Dedalo Minosse, Segnalazione Camera Di Commercio Della Provincia Di Vicenza Acclaimed, Vicenza Italia. 🌐

SEMINARIO INTERNACIONAL: CONSTRUYENDO CON CONCRETO BLANCO

EXPERIENCIAS Y SOLUCIONES

3 • noviembre • 2005



LUGAR

Centro Asturiano,
Arquímedes 4 Polanco,
México, D.F.

PARTICIPANTES

Teck L. Chua

Presidente
Concrete Engineering, Inc.

José Luis Cortés Delgado

Director
Departamento de Arquitectura
Universidad Iberoamericana

Enrique Escalante

Director
PREDECON

J. Francisco Serrano

Arquitecto

Jay Shilstone

The Shilstone Companies, Inc.

Jorge Tamés y Bata

Director
Facultad de Arquitectura UNAM



● INFORMES E INSCRIPCIONES

Blanca Molina
bmolina@mail.imcyc.com
Claudia Morales
cursos@mail.imcyc.com
0155- 5662-0606 Ext. 30 y 11
Fax. 01 (55) 5661-7159
www.imcyc.com





Si hubo un promotor extraordinario del concreto este fue el arquitecto Louis Isadore Kahn (1901-1974), de quien se decía que

El arquitecto de las

ENRIQUE CHAO

hablaba con los materiales. Uno de sus contemporáneos, Isamu Noguchi se refirió a Kahn como “un filósofo entre arquitectos”, y otros lo calificaron como un “poeta de la luz”.

UITS

tres vidas

“H

ace 30 treinta años, el 17 de marzo de 1974, un hombre murió de un ataque cardíaco en los baños de la Estación Central de Nueva York. Su pasaporte tenía borrones y no se podía leer la dirección, por lo que

su cuerpo acabó en un depósito de cadáveres de la ciudad. Pasaron tres días antes de que fuera identificado y reclamado. Se trataba del cuerpo de uno de los más memorables constructores del siglo pasado, Louis Kahn, un arquitecto de origen estonio que marcó alternativas para la arquitectura de su tiempo y dio muestras de una independencia cercana a la insolencia.

Como su muerte, la vida y obra de Louis Kahn es extraordinaria, fuera de serie. Su gusto personalísimo se impuso en cada ángulo y detalle de los pocos y bien armados proyectos que llevó a cabo (se mencionan alrededor de 200 proyectos, aunque la colección de



Si quiere saber más sobre Louis Kahn

Lea la novela *El Manantial (The Fountainhead)*, de Ayn Rand. En 1935 empezó a escribir (El manantial), para la que se documentó con ideas del arquitecto de origen estonio para vestir a su personaje Howard Roark, el protagonista de *El manantial*; un hombre como "puede y debe ser un hombre", quien consigue triunfar imponiendo su propia concepción de la arquitectura.

**Louis Kahn, *Conversaciones con estudiantes (Gustavo Gili)*. El arquitecto mantuvo unas charlas con los estudiantes de la Rice School of Architecture en la primavera de 1968. Un año más tarde, estas conversaciones se reunieron en un libro que ya existe en lengua castellana. No perderse el texto: *Luz blanca, sombra negra*, ni el ensayo, *El diseño conduce a una forma de presencia*.

- *Louis Kahn*, de Elizabeth A. T. Smith. Un libro (noviembre 1991), Rizzoli.

- Además, no debe perderse la película de su hijo. Para más datos, acudir a la página <http://www.myarchitectfilm.com/>

- En internet puede consultar: http://www.greatbuildings.com/architects/Louis_I._Kahn.html

Celebrando a Kahn en su centenario (Honoring Kahn at his centennial; photographs) (<http://www.upenn.edu/almanac/v47/n22/Kahn100.html>)

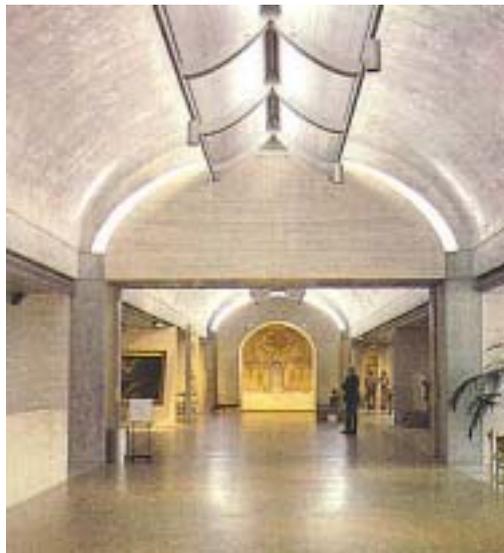
**El Archivo de Louis Kahn (The Louis Kahn Archive)*, University of Pennsylvania (<http://www.design.upenn.edu/archives/majorcollections/kahn/likidxname.html>)

- *El espacio es el lugar (Space is the place)*: Una colección de fotografías de su vida y obra (<http://www.naquib.com/kahnpics>)



sus dibujos en el archivo de la Universidad de Pennsylvania, registra 6,363 dibujos, infinidad de desarrollos de obra y trabajos formales de su despacho, e incluye 100 modelos, fotografías, fotos y 50 metros lineales de correspondencia*).

Kahn, como se sabe, le dio la espalda al movimiento arquitectónico llamado



“Estilo Internacional” que prevalecía por entonces, porque creía que a la arquitectura modernista le faltaba monumentalidad y misterio. Como todo el mundo puede reconocer su obra halló con sabiduría esas cualidades.

También, el arquitecto de origen estonio se empeñó en buscar la luz natural y colarla en todas sus construcciones. Además, sus materiales predilectos fueron, sobre todos, el concreto, el ladrillo y la piedra, a los que trataba con benevolencia. Hay quien dice que se comunicaba con ellos.

UNA VIDA AZAROSA

Louis Kahn nació en la isla de Saaremaa, en Estonia, y creció en Filadelfia, Estados Unidos. El inmigrante estonio llegó a América a la edad de tres años. Cuando niño, su cara y sus manos habían sido cicatrizadas por un carbón ardiente, lo que le dio un aspecto fiero.

Como muchos descendientes de europeos se educó en la rigurosa tradición de las Bellas Artes, que daba énfasis al dibujo. Acudió a la Universidad de Pensilvania, a



la que estaría ligado casi toda su vida. Al terminar sus estudios, en 1924, emprendió una larga gira por las capitales europeas. Pero, en vez de quedarse en las ciudades modernas, donde el modernismo pugnaba por imponerse al clasicismo, con multitud de ejemplos en edificios y monumentos, Kahn se instaló por una larga temporada en una villa de la Edad Media, en la ciudad amurallada de Carcassone, al sudeste de Toulouse, en Francia, un sitio en donde el tiempo se detuvo.

Las construcciones masivas y los resquicios de luz lo habían cautivado. Y en 1925, Kahn se convirtió en el diseñador en jefe del 150° aniversario de la Independencia de

EU. De los alegres años 20 a la Segunda Guerra Mundial trabajó en numerosos proyectos de viviendas, incluida la Carver Court, en Coatesville, Filadelfia, en 1944.

En la posguerra, en 1953, concibió su primer encargo de gran envergadura, y su primera obra de arte, la Galería de Arte de la Universidad de Yale, la cual abundó con innovaciones técnicas, como los pisos removibles para acceder a los sistemas mecánicos o la apariencia “brutalista” del edificio en el contexto neogótico de Yale.

El edificio de la American Federation of Labor Medical, de Filadelfia, ratificó la habilidad y estética de las obras de Kahn. Pero, fue con la creación de los Laboratorios

“ Se empeñó en buscar la luz natural y colarla en todas sus construcciones. ”

“ Evitó a propósito la apariencia **ligera** de los edificios al estilo internacional, lo que comparaba como caja de cristal ”

Richards Medical Research, de la Universidad de Pennsylvania, en 1958, cuando fue universalmente aclamado como gran arquitecto. En ese edificio consiguió una nueva y dinámica integración formal de elementos funcionales, ingeniosamente relacionados con servicios mecánicos de la arquitectura total.

Kahn evitó a propósito la apariencia ligera de los edificios al estilo internacional, lo que comparaba como caja de cristal, que prevalecía en la época, y se distinguió más bien por la creación de edificios masivos, con estructuras sólidas de piedra y concreto.

Algunas de sus obras más notables, por el tratamiento del concreto, son el Salk Institute, en 1965, en la Jolla, California, que abre espacios destinados a la contemplación y al paso sosegado de la luz. Como telón de fondo está la perspectiva del océano.

La planta de la empresa Olivetti-Underwood, en 1969, en Harrisburg, Filadelfia, y el Museo de Arte Kimbell, en 1972, en Fort Worth, Texas, ya en la madurez de su arte, resultaron obras de excepcional belleza. Pero la más señalada, y que dejó inconclusa, fue la que construyó para el complejo de edificios en Dhaka, en Bangladesh, la cual fue terminada póstumamente, en

1983. Todas éstas son obras que se han quedado impresas en la memoria colectiva.

Sus trabajos, en general, fueron aclamados por la crítica, señalándolo como uno de los más importantes arquitectos de nuestra era. De hecho, Kahn influyó en las siguientes generaciones de arquitectos y no sólo en las aulas, como maestro de muchos de ellos, sino por sus inspiradas creaciones y reflexiones acerca de las mismas, que dieron tanto de qué hablar. Desde 1947, Kahn ya era uno de los maestros mejor recordados de la Universidad de Yale, donde pasó más de 10 años. Entre sus seguidores y alumnos pueden contarse algunas celebridades, como Moshe Safdie y Robert Venturi.

UNA VIDA DIVIDIDA LA CONMOVEDORA PELÍCULA

My architect es un documental que narra la vida de Louis Kahn. Dirigida por Nathaniel



Kahn, su hijo ilegítimo, la cinta sigue las huellas de su padre a través de sus obras y de los personajes que lo conocieron. Por cierto, un puñado de titanes de la arquitectura, Frank Gehry, Philip Johnson, I. M. Pei y Robert Stern, quienes ofrecen su visión personal de este maravilloso creador.

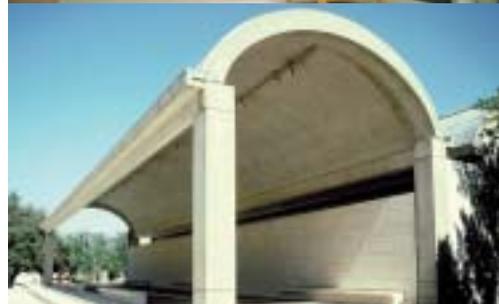
“ La cinta intenta quitar las telarañas que cubrieron algunos hechos de la vida y la muerte del misterioso arquitecto ”



La cinta intenta quitar las telarañas que cubrieron algunos hechos de la vida y la muerte del misterioso arquitecto; Nathaniel viaja para averiguarlo y se lanza en un periplo de cinco años, en los que recorre de cabo a rabo los edificios inolvidables de Kahn.

Nathaniel confesó a la prensa que “el filme fue como conjurar, traerlo de vuelta de la muerte por dos horas. Mientras fui pequeño nunca entendí el mundo de mi padre, sólo una parte a través de la cerradura. Pero, lo que miré fue fascinante”.

El hijo de Kahn llega a Bangladesh, a la costa de Nueva Inglaterra, a Jerusalén y a los subterráneos de la Estación Central... cargando millares de imágenes.



Cabe recordar que Louis Kahn, como se supo después de su muerte, tuvo tres diferentes familias con tres mujeres diferentes. Su esposa Esther, su asistente Anne Tyng y Harriet Pattison, la madre del director de la cinta, quienes vivían, sin conocerse entre sí, en una misma zona de la ciudad. La primera vez que se encontraron las tres familias fue durante el entierro de Kahn.

El creador de muchos de los edificios más emblemáticos del siglo pasado fue protagonista de una vida digna de novela. De hecho, Ayn Rand, en *El Manantial*, así lo prefigura con el personaje principal.

Para Nathaniel su padre fue un arquitecto que se hacía preguntas de esta naturaleza: ¿cómo se verá mi edificio cuando llueva? ¿Cómo se sentirá el cuarto si me siento en la esquina? “Aunque sigue siendo enigmático y misterioso, ya no es un personaje semi-mitológico”, dijo. 🌐

OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES MEDIANTE PATRONES DE CORTE EFICIENTE

Aplicación a la **INDUSTRIA** de la construcción¹

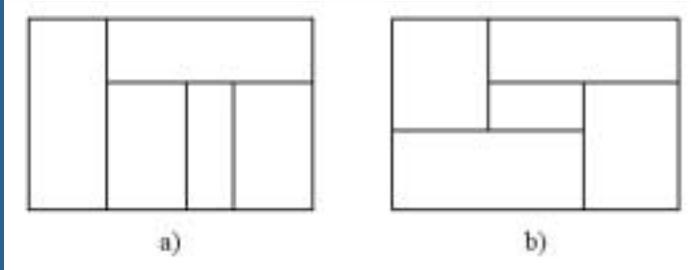
El presente estudio propone el uso de un algoritmo comúnmente utilizado en la rama de investigación de operaciones, en conjunto con la programación dinámica, para minimizar el desperdicio de materiales. Para este fin es necesario optimizar los cortes en el material mediante patrones de corte eficientes. Se aplica la metodología propuesta con un ejemplo de cortes de varilla que minimice el desperdicio, y en consecuencia, el costo directo por materiales.

En la industria resulta común encontrar que diversos materiales como lo son papel, tela, plástico, madera, tubos, láminas de metal o varillas, etc., empleados como materia prima para distintos fines, y por lo general, producidos por un fabricante el cual más tarde proveerá de dichos artículos a una gama de clientes



FRANCISCO J. RVERO ANGELES*
EDUARDO GÓMEZ RAMÍREZ**
Y ALEJANDRO FLORES MÉNDEZ**

Figura 1 Cortes en forma de guillotina



con requerimientos específicos sobre el producto.

Uno de tales requerimientos es la dimensión del material a necesitarse, por lo cual no es raro que el fabricante o proveedor cuente con maquinaria o moldes que le permitan producir materiales con distintas variaciones sobre sus dimensiones. Sin embargo, a pesar de las diversas variaciones que el proveedor de materia prima puede brindar, múltiples necesidades del cliente difieren de todas éstas. De tal forma, el productor se ve obligado a cortar para darle alguna variación sobre

su producto con el fin de satisfacer los pedidos. Dichos cortes son efectuados comúnmente por cuchillas rectas que rebanan la materia prima por sus distintos lados para obtener así las dimensiones estipuladas.

Por lo antes expuesto resulta claro que la decisión sobre la variación del corte y la forma de hacerlo provocará un desperdicio del material en mayor o menor medida, reflejándose esto directamente en el costo de fabricación. El objetivo entonces es satisfacer el pedido de un cliente haciendo todo de la manera más eficiente, a lo que se le conoce como el problema de Corte de Guillotina, que fue una de las primeras aplicaciones de los métodos de Investigación de Operaciones. En 1939, Kantorovich (1960) dio una formulación utilizando Programación Lineal para solucionar el Problema de Corte de Guillotina. El primero y más significativo avance para su resolución en el caso unidimensional se centró en el trabajo realizado por Gilmore y Gomory (1961), quienes utilizaron el método de Generación de Columnas.

A partir de ese momento, el método se ha explotado ampliamente para resolver diversas instancias de dicho problema, teniendo particular impacto en una gran variedad de procesos industriales. Una aplicación importante se da en la industria de la construcción, pues el desperdicio puede ser un factor importante en el costo directo de la obra.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los fabricantes y proveedores tienen la necesidad de cortar los materiales en piezas de distintos tamaños para satisfacer la demanda de sus clientes. El Problema de Corte de Guillotina (PCG) consiste entonces en hallar una forma eficiente para efectuar dichos cortes.

La estructura de un PCG contiene los datos de un conjunto L , cuyos elementos definen cuerpos geométricos en n -dimensiones y que se asocian con la materia prima. Asimismo, hay otro conjunto D de parejas ordenadas, las cuales se refieren a la lista de pedidos o demanda donde para



toda pareja (b, l) , b indica la cantidad de elementos requeridos y l sus dimensiones. Finalmente, todo PCG necesita identificar la forma en que se harán los cortes sobre la materia prima. El proceso de corte se inicia en uno de los extremos del material en forma de cortes de guillotina (fig. 1).

En la figura 1 el elemento A muestra un ejemplo de cortes de guillotina en dos dimensiones, mientras que los cortes de la figura B no son cortes de guillotina.

En el caso de un Problema de Corte de Guillotina Unidimensional (PCGU) la materia prima está arreglada en rollos, tableros, láminas o barras, y el cliente señala el largo con la que dicha materia prima debe de cortarse.

A la forma específica en que el fabricante decide recortar alguna variación de la materia prima para conseguir las dimensiones estipuladas se le conoce como un patrón de corte (o simplemente patrón). A la cantidad del patrón de corte no empleada para satisfacer una demanda se le conoce como desperdicio.

Un patrón de corte eficiente es aquél cuyo desperdicio es menor a la longitud más pequeña de los elementos en el pedido. Por tanto, el PCG de manera formal se refiere a identificar el conjunto de patrones de corte y variaciones sobre las medidas de la materia prima que permitan cumplir con la demanda mientras se responde al objetivo de minimizar el desperdicio. En otras palabras, consiste en minimizar el costo total para responder a la demanda. El costo total se calcula como el número de unidades usadas de cada variación original de la materia prima por el costo unitario de cada una de éstas.

Considérese el siguiente ejemplo: suponga que se cuenta con una cantidad infinita de tubos de cinco m de largo con un precio unitario de 10 pesos y que el cliente solicita un pedido por un total de 20 tubos de dos m de largo y 10 más de tres m. Es claro que una forma de satisfacer el pedido es tomar un patrón que seccione los tubos a los tres m y utilizarlo para cortar 20 tubos. Como resultado tendremos 20 tubos de tres m y 20 más de dos m; en otras palabras, hay un desperdicio de 30 m (10

tubos de tres m). Por otro lado, si se considera el costo total que implica satisfacer la demanda es de 200 pesos.

Evidentemente se satisface la demanda, pero debe resultar igualmente obvio que si el objetivo buscado es cubrir la demanda con el mínimo desperdicio, o con el mínimo costo total, ésta no es la mejor solución.

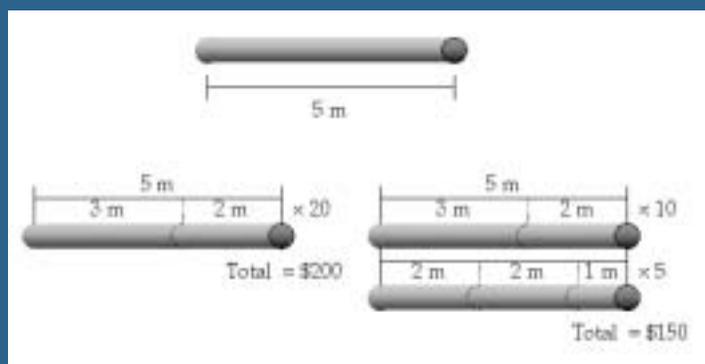
De hecho, la solución óptima para ambos objetivos se consigue al cortar 10 tubos a los tres m y cinco tubos más a los dos y a los cuatro m, o equivalentemente un patrón que corta la materia prima en dos tubos de dos m, con lo que de igual forma se cubre la demanda y se obtiene un desperdicio de sólo cinco m (cinco tubos de un m), con un costo total de sólo 150 pesos (fig. 2).

La figura dos expone conjuntos de patrones de corte diferentes que permiten satisfacer una demanda de 20 tubos de dos m y 10 de tres m a partir de una materia prima cuya dimensión es de cinco m. Obsérvese cómo el conjunto de patrones de la derecha permite responder a la demanda con cinco tubos menos que el conjunto de patrones (el patrón) de la izquierda.

Cabe advertir respecto a este ejemplo que si bien la solución óptima sólo hace uso de patrones eficientes, en general, esto no necesariamente es cierto, pues una solución para la demanda puede ser de 10 tubos de dos m y 12 más de tres m.

Otra observación es que cuando sólo hay una variación sobre las dimensiones

Figura 2 Conjunto de patrones





El desperdicio en los materiales es un costo directo que puede minimizarse si se utilizan patrones de corte eficientes.

originales de la materia prima, el PCG tiene la propiedad de que minimizar la cantidad de unidades de materia prima requeridas (costo total), lo que equivale a bajar al mínimo el desperdicio.

METODOLOGÍA

La heurística propuesta por Gilmore y Gomory (1961) es fundamentalmente una modificación al método Simplex, la cual emplea programación dinámica para determinar el nuevo patrón de corte a ingresar a la base. Esta modificación resulta sumamente útil pues en ningún

momento se hace necesario trabajar con el conjunto completo de patrones de corte, sólo se emplea un patrón de corte en caso de que éste forme parte de la solución o de un paso intermedio. Por limitantes de espacio se han excluido las ecuaciones en el presente trabajo, por ello se refiere al lector a la cita anterior para más detalles sobre el algoritmo y a la dirección de correo electrónico al principio del documento para obtener una versión completa del escrito.

Como ya se ha hecho mención, dentro de los pasos del algoritmo recursivo se debe introducir un nuevo patrón que mejore la solución del paso anterior. Para tal fin se puede encontrar el patrón de corte P mediante programación dinámica (Cormen, *et al.*, 1989). En el caso de no haber una solución para ninguna de las instancias del problema, entonces el patrón propuesto en ese paso es mínimo y éste se encuentra incluido en uno de los vectores construidos durante el proceso, siendo su primer elemento el costo y el resto de sus elementos el número de veces que fue elegido cada patrón para satisfacer la demanda. Finalmente, por eliminación Gaussiana se prescinde de uno de los patrones de la base y se agrega el último obtenido en el problema para iterar nuevamente, en caso de que el patrón final no haya sido el óptimo.

EJEMPLO DE APLICACIÓN A CORTES DE VARILLAS PARA MINIMIZAR EL DESPERDICIO

Supóngase que en una construcción los ingenieros han determinado que se requerirán 20 varillas de dos m, 10 de tres m y 20 más de cuatro m. Para satisfacer esta demanda los proveedores ofrecen tres distintos tipos de varillas: de cinco m con un precio de seis pesos, de seis m por siete pesos, y finalmente, de nueve m, cuyo costo es de 10 pesos. Al departamento de compras se le encomienda la tarea de determinar las cantidades y la forma de corte de dichos materiales para minimizar el costo total.

En el presente escrito no se reportan los pasos iterativos por cuestiones editoriales.

En la primera iteración se obtiene un costo total de 183.33. Cabe señalar que únicamente fueron necesarias cuatro iteraciones para converger al patrón de corte óptimo.

En este sentido, la solución óptima del problema se alcanza cuando se emplea un total de 20 varillas. Para determinar cuántas varillas y su forma de corte se observan los datos en las matrices A , x' y en c . En conjunción con el vector c , el vector x' establece que se deben utilizar cero varillas de siete pesos, 10 de 10 pesos y 10 de siete pesos.

La matriz A se formó con el vector $l=[2\ 3\ 4]^T$, entonces la primer fila se refiere a varillas cortadas en dos m, la segunda a varillas cortadas en tres m y la última fila a varillas cortadas en cuatro m.

Finalmente, del total de varillas y sus combinaciones, ninguna es de cinco m, 10 son de nueve m y 10 más de seis m. Las 10 varillas de nueve m se deben cortarse cada una en un tramo de dos m, uno de tres m y uno más de cuatro m. Por otro lado, las 10 varillas de seis m se cortan cada una en un tramo de dos m y uno de cuatro m. Lo anterior permite satisfacer la demanda de 20 varillas de dos m, 10 de tres m y 20 de cuatro m, todo con un costo mínimo de 170 pesos y no es necesario realizar alguna otra iteración.



CONCLUSIONES

El desperdicio en los materiales es un costo directo que puede minimizarse si se utilizan patrones de corte eficientes. El presente estudio propone el uso del algoritmo de Gilmore y Gomory, en conjunto con la programación dinámica de Cormen y colaboradores, para bajar al mínimo el desperdicio y por consiguiente el costo total de materiales. Vale la pena notar que la programación dinámica es necesaria para el proceso iterativo de minimización y la solución se obtiene rápidamente con la ayuda de una computadora personal.

En el presente escrito se presentaron los resultados para un ejemplo del corte de varillas y se observa en las iteraciones que el precio disminuye de 183.33 a 170.00, con un desperdicio nulo. La metodología puede utilizarse para otros materiales y formas de corte, por lo que se vislumbra un enorme potencial.

NOTA:

¹ Este texto es una versión corta del original. Los interesados en obtener el trabajo completo pueden solicitarlo al E-Mail: frivero@candeingenieros.com

* Gerente de Instrumentación Sísmica en la empresa de consultoría CANDE Ingenieros SA de CV. Profesor del Departamento de Ingeniería Civil en la Universidad Iberoamericana y del Departamento de Arquitectura, en el Centro Cultural Universitario Justo Sierra.

** Profesor e Investigador del Departamento de Posgrado e Investigación en la Universidad La Salle. Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Tecnología Aplicada (LIDETEA). 

REFERENCIAS

- Kantorovich, LV, "Mathematical Methods of Organizing and Planning Production", *Management Science* 6, No. 4 (1960), 363-422.
- Gilmore P.C., R. E. Gomory, "A Linear Programming Approach to the Cutting-Stock Problem", *Operations Research*, 8 (1961), 849-859.
- Cormen, TH, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, *Introduction to Algorithms*, MIT Press.

✓ Memorias del coloquio conmemorativo: la ingeniería geotécnica a 20 años del sismo

ESTE COLOQUIO, organizado para conmemorar los sismos ocurridos hace 20 años, estuvo conformado por la conferencia inaugural “El sismo de 1985: de lo aprendido a su puesta en práctica” y cuatro temas más, con lo que se cubrieron los aspectos más relevantes relativos a la ingeniería geotécnica.

El primero de dichos temas, la “Caracterización geotécnica”, incluyó la zonificación geotécnica de la



Editado por la Sociedad Mexicana de Suelos, AC.
Editores: Manuel J. Mendoza, Moisés Juárez y Miguel P. Romo, 2005

ciudad de México, el comportamiento dinámico de los suelos, los efectos de la extracción del agua del subsuelo en los movimientos sísmicos del terreno, y lo relativo a la interacción suelo-estructura.

El segundo tema comprendió las cimentaciones, el comportamiento de los pilotes de fricción, las cimentaciones profundas, la capacidad de carga dinámica y el papel de la instrumentación en el aprendizaje sobre el comportamiento de las cimentaciones.

El tercer tema abarcó las obras especiales, englobando experiencias sobre el comportamiento de estructuras diversas y lineales vitales, mejoramientos de suelos, puentes y laderas.

El cuarto y último tópico abordó las presas y mostró experiencias recientes sobre el comportamiento sísmico de estas estructuras, identificación de parámetros dinámicos de enrocamientos, apreciaciones sobre tipos de presas no convencionales y aspectos normativos de presas de jales. 🌐

➤ La vida dentro de la cementera

En las décadas de los 50 del siglo XX, el proceso de elaboración del cemento reclamaba 12 horas en su producción, para lo cual se habilitaron tres turnos: de siete am a tres pm; de cuatro de la tarde a 11 de la noche y desde esa hora a las siete de la mañana. Pero, a diferencia de otros centros fabriles los obreros buscaban cubrir las 12 horas de trabajo continuo bajo la modalidad del pago al tiempo extra, pues estaban bien remunerados y un trabajador que hacía 50 horas, aparte de la semana por aquellos años, se llevaba hasta tres mil pesos más.

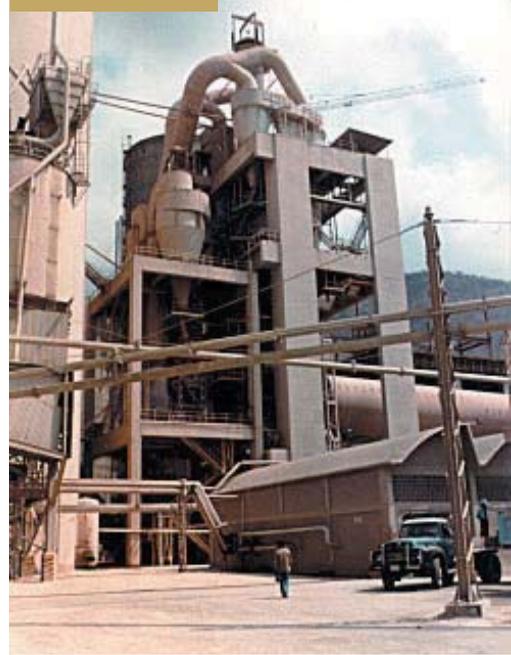
Otra importante prestación, dada por los dueños de la Tolteca, fue el otorgamiento de vivienda.

Esta dotación se inició con la compra de un terreno cercano a la fábrica, de 10 hectáreas, y los trabajadores se pudieron beneficiar de esta oportunidad pues gozaban de una participación, única en todo el territorio nacional, consistente en recibir un porcentaje del total de las ventas. Así, muchos pudieron saldar la cuenta sin tocar su salario base.

Una vez que los lotes fueron pagados en su totalidad, el gobierno del Departamento del Distrito Federal, en 1956, bajo la regencia de Ernesto Uruchurtu, mandó fraccionar y se introdujeron los servicios públicos, de agua, drenaje, luz y escuela.

A partir de 1970 la concentración de las industrias en San Pedro de los Pinos, como la de otras ubicadas en las delegaciones centrales, empezó a disminuir. En 1975, el DF continuó su declinación industrial decreciendo su participación industrial de 80.3 a 65.5%, mientras las delegaciones centrales vieron reducida su participación a 27.9% del total de la producción bruta total industrial, porcentaje que bajó a 22.5% en 1980.

Vista de La Tolteca



La tendencia en la delegación Benito Juárez fue similar, pues declinó su participación industrial de 3.3%, con 2895 establecimientos, a 2.2%, con 2729 establecimientos, para 1980.

La Tolteca trabajó en San Pedro de los Pinos desde 1931 hasta 1986, y su cierre se debió principalmente a razones ambientales, que en principio le exigió eliminar el polvo, para lo cual la empresa importó los equipos de aspiración más modernos, subió la torre de 20 a 100 metros. Sin embargo, todo fue inútil y el cierre inició en la década del 70 y se llevó a cabo en un contexto de negociaciones entre autoridades locales y empresarios. 🌐

➤ Índice de anunciantes

Henkel, Fester	2ª de forros	Maquirent	33
Cementos Moctezuma	3ª de forros	Expo MAV	35
The Euclid Chemical Company	4ª de forros	W.R. Meadows	37
Cemex Concretos	1	Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural	43
World of Concrete México 2006	3		
Thermotek	9		
Arktec	11	Construmercado	54 y 55
Colegio de Ingenieros Civiles de México	5	www.concreto.com	
Seminario Internacional: Construyendo con Concreto Blanco	19	Consorcio de Andamiaje	
Construmac	29	RAM International	
Sika	31	Equipo de Ensaye Controls	
		ICOPSA	
		IMCYC	

En la revista **Construcción y Tecnología** toda correspondencia debe dirigirse al editor. Bajo la absoluta responsabilidad de los autores, se respetan escrupulosamente las ideas, los puntos de vista y las especificaciones que éstos expresan. Por lo tanto, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., no asume responsabilidad de naturaleza alguna (incluyendo, pero no limitando, la que se derive de riesgos, calidad de materiales, métodos constructivos, etcétera) por la aplicación de principios o procedimientos incluidos en esta publicación. Las colaboraciones se publicarán a juicio del editor. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de esta revista sin previa autorización por escrito del editor. **Construcción y Tecnología**, ISSN 0187-7895, publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C., con certificado de licitud de título núm. 3383 y certificado de licitud de contenido núm. 2697 del 30 de septiembre de 1988. Publicación periódica. Registro núm. PP09-0249. Características 228351419. Insurgentes Sur 1846, colonia Florida, 01020, México D.F., teléfono 56 62 06 06, fax 56 61 32 82. Precio del ejemplar \$35.00 MN. Suscripción para el extranjero \$80.00 U.S.D. Números sueltos o atrasados \$45.00 MN. (\$4.50 U.S.D.). Tiraje: 10,000 ejemplares. Impresa en Litografía I.M. de México S.A. de C.V. Teléfono: 5689 7699.