El Bow bajo control

por Vicki Speed

«The Bow», con un coste de construcción estimado de 115.000 millones de euros, será el mayor edificio de oficinas de Calgary y el edificio más alto de Canadá fuera de Toronto. Una estructura tan compleja pierde su posición perpendicular exacta durante los trabajos de construcción debido a dilataciones y la inclinación. Para poder realizar un concepto de edificio tan exigente e innovador, MMM Geomatics, Ledcor Construction y la empresa conjunta Supreme Walters, responsable de la fabricación y colocación de las vigas de acero, han creado una red innovadora y «neutral» para el control del edificio. Este sistema combina la más moderna tecnología, avanzados procedimientos geodésicos y estrictos controles de calidad, así como medidas para garantizar la calidad que permiten obtener datos precisos en tiempo real.

Antes de iniciar la obra, la empresa encargada de las mediciones para «The Bow», MMM, con el apoyo de su proveedor de muchos años de equipamiento para medición, Spatial Technologies Inc., escogió el equipamiento correcto para construir una amplia red de control horizontal y vertical que permitiera realizar mediciones precisas en la obra y su entorno.

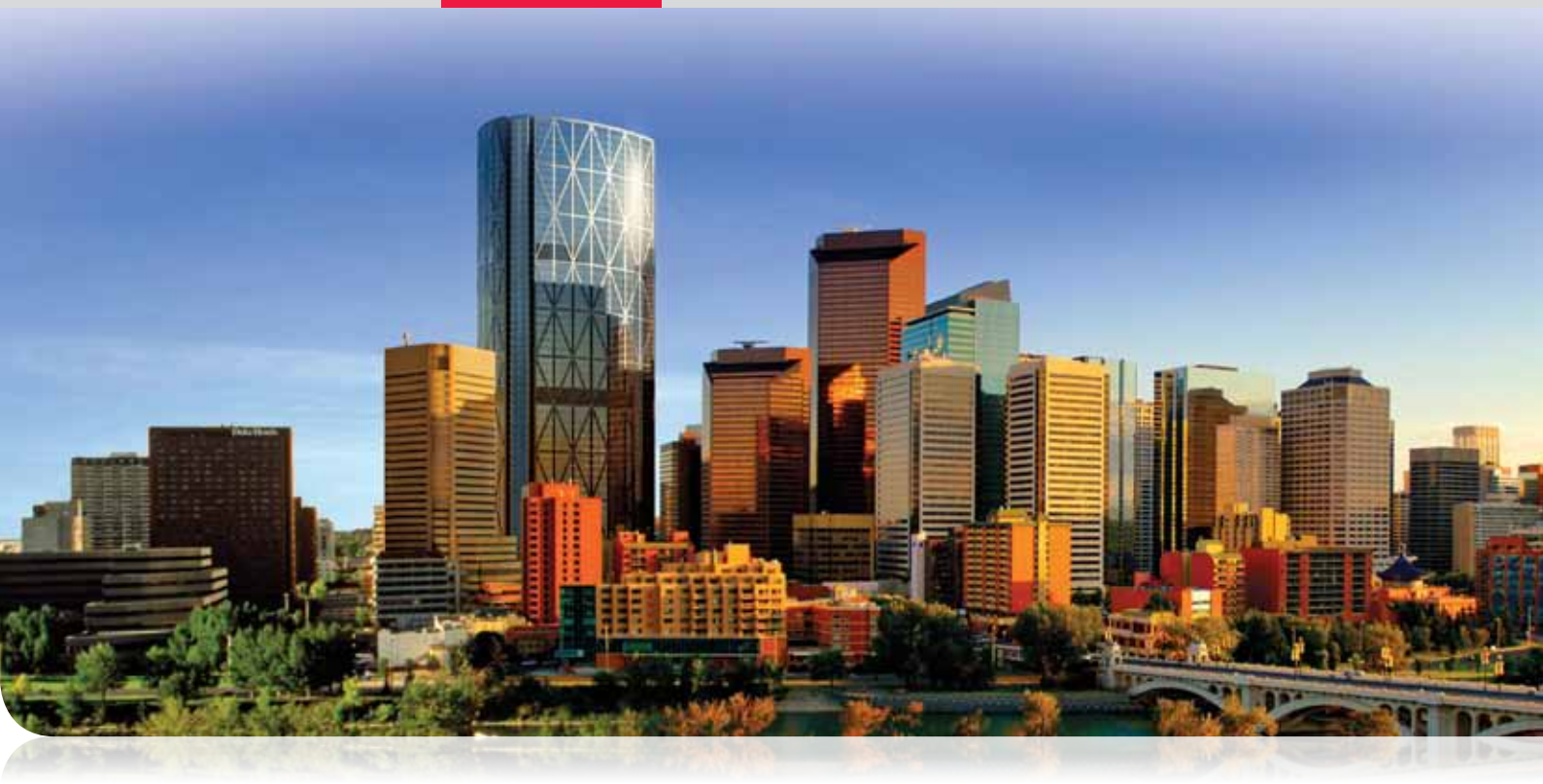
El control horizontal principal se componía de tres estaciones de control externas. Estas estaciones de referencia se colocaron en las proximidades sobre una base firme, por ej. sobre un estribo o contrafuerte. Se tuvo muy en cuenta mantener una distancia prudente con la obra para garantizar la máxima estabilidad posible. Para ello se recurrió a una combinación de métodos clásicos y procedimientos de supervisión GPS estáticos.

Información a tiempo real

El sistema incluía también dos estaciones de referencia GPS constantemente activas que servían de referencia para la supervisión externa de la estructura. Registraban continuamente datos cinemáticos a tiempo real y datos en bruto de código GPS y de fases para precisas aplicaciones post-procesamiento.

MMM también preparó una red externa de control para el tejado, compuesta por doce prismas de 360°, tres patas y soportes de Leica Geosystems, que se colocó en los edificios próximos a la obra. Sobre los prismas se colocaron antenas GPS que permitían la observación GPS estática de estas marcas de control. MMM realizó completas mediciones GPS estáticas durante tres meses. En la compensación de red, combinó además mediciones convencionales de ángulos y distancias y elementos de nivel con las diferencias de posición GPS. Después de cada medición se volvió a compensar la red y, en tanto en cuanto las hubiera, se transmitieron las actualizaciones de coordenadas con importancia estática.

Finalmente, MMM instaló durante la obra un sistema de supervisión propio en cada planta. Entre estos se incluían al menos seis estaciones para controles horizontales empleadas para delimitar todos los elementos del edificio en ese piso concreto, como la construcción de acero, el borde del techo, la fachada, la malla estructural y las cajas de los ascensores. Estas estaciones se posicionaron fijas sobre el suelo



de hormigón de la planta baja y se transfirieron verticalmente con una plomada láser a todos los pisos, donde se realizaron las comprobaciones empleando un complicado sistema de control de calidad de mediciones y datos y aplicando el método de mínimos cuadrados.

MMM utilizó dos estaciones totales motorizadas Leica TCRP1201 y una Leica TS30 0,5" para todas las tareas de delimitación en la obra. La Leica TS30 servía para aplicaciones de máxima precisión, entre ellas también el ajuste del sistema de supervisión de los pisos, empleado posteriormente por todos los trabajadores de la obra como referencia horizontal.

Desplazamientos y desviaciones

El procedimiento empleado, probablemente el más innovador en la construcción, fue utilizar una red con sensores de inclinación Leica Nivel220 para supervisar y corregir desviaciones de la posición de plomada neutral debidas a las fuerzas naturales o propias de la construcción.

Las fuerzas naturales que pueden afectar al edificio son el viento y la radiación solar. Las fuerzas propias de la construcción también pueden provocar diferentes decantaciones que, en ocasiones, provocan en conjunto una carga desequilibrada del edificio. El periodo durante el cual aparecen movimientos en el edificio varía y es el resultado de influencias a corto plazo, diarias y estacionales.

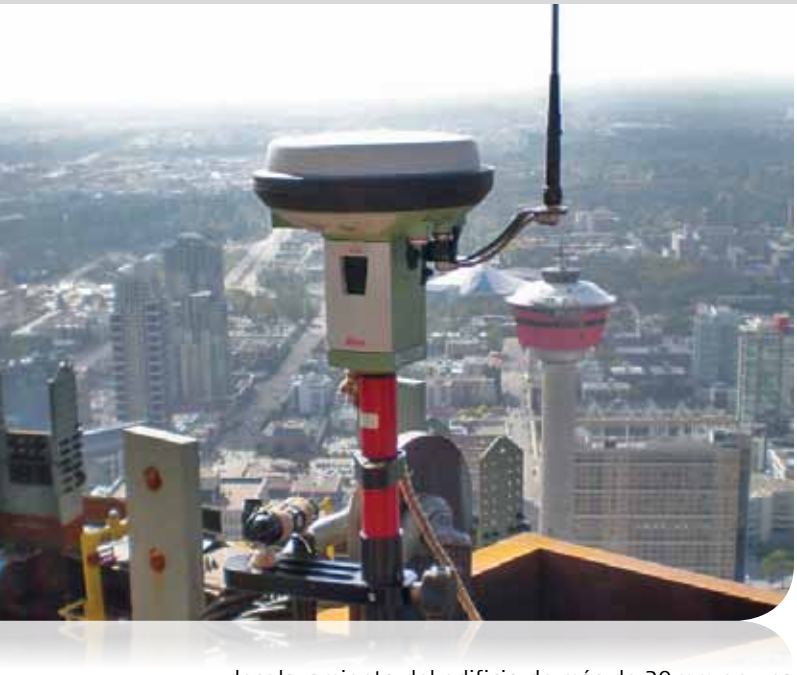
Los medidores de inclinación de máxima precisión ya se habían utilizado en algunas de las construcciones de rascacielos más innovadoras y complejas del mundo. Para la evaluación y el examen de la tecnología de nivel de Leica Geosystems, MMM ha colaborado estrechamente con Spatial Technologies Inc. y otros especialistas de Leica Geosystems. Cuando fue necesario, se realizaron cursos de formación para los técnicos de medición implicados en la obra.

El Leica Nivel220 es un sensor de inclinación de dos ejes muy preciso con una resolución de 0,001 miliradianes. El aparato trabaja según un principio optoelectrónico para medir con precisión inclinación, dirección y temperatura a tiempo real, y permite el registro constante de los datos. La inclinación se mide partiendo de la superficie horizontal exacta, a lo largo de los dos ejes en ángulo recto.

El equipo de medición de MMM supervisó, comprobó y contrastó las desviaciones del edificio registradas con el medidor de inclinación con los resultados de los sistemas de supervisión fijos externos, registrados mediante procedimientos de medición habituales.

Mayores desafíos

La supervisión constante del edificio con ayuda de los prismas del tejado y la red principal demostró que los movimientos dignos de mención del rascacielos empezaban aproximadamente a partir de la construcción del piso 36. En cuanto se constató un



desplazamiento del edificio de más de 20 mm en una dirección, se adaptaron consecuentemente los valores de replanteo.

Para un posicionamiento exacto a plomo de los pilares por encima del piso 36, se aplicaron procedimientos RTK-GPS. Un factor condicionante y gran fuente de error en el trabajo con sistemas GPS en la ciudad son las interferencias de señal y los efectos multitrayecto procedentes de la edificación colindante. Sin embargo, a medida que se ganaba en altura estos problemas disminuían, ya que «The Bow» pronto superó la altura de los demás edificios del entorno. Por ello, se ha demostrado que el trabajo con procedimientos RTK-GPS para el replanteo resulta extremadamente práctico y preciso.

Como la estructura del edificio se desviaba constantemente de la posición de plomada debido a fuerzas naturales y de construcción, fue necesario tener en cuenta y corregir dichas desviaciones. En ocasiones se llegaron a constatar desviaciones del edificio de más de 50 mm con respecto al valor teórico. La red con los medidores de inclinación de gran precisión permitió corregir estas desviaciones.

Los procedimientos de medición GPS empleados para posicionar los pilares de acero incluyeron también la medición del punto central de todos los pilares con un periodo regular de observación RTK de dos minutos. Al mismo tiempo, se determinó la desviación del edificio con respecto a la posición neutral de plomada mediante los datos de la red procedentes de los medidores de inclinación. Estas desviaciones constatadas durante las mediciones GPS de dos minutos realizadas con los medidores de inclinación se aplicaron después a las posiciones GPS para determinar el movimiento real de cada pilar y constatar la desviación del edificio con respecto a la vertical. ■

Sobre la autora:
Vicki Speed es periodista autónoma y vive en Littleton, Colorado (EE.UU.). (vickispeed1@comcast.net)

The Bow

Con 58 plantas y una altura de 236 metros, «The Bow» en el centro de Calgary, provincia canadiense de Alberta, es uno de los rascacielos más altos y significativos de Canadá. El edificio alcanzará una altura de dos bloques y cuenta con una superficie de 180.000 m² para oficinas y comercios. Esta es la primera vez que se empleará una estructura de red triangular para crear un plano falciforme en un rascacielos de Norteamérica. El marco de acero diagonal y vertical con placas triangulares permite disminuir el peso total del acero, el número y tamaño de pilares en el edificio y el grosor de las paredes de las cajas de los ascensores.

«The Bow» será la sede de EnCana Corporation, el segundo productor de gas más grande de Norteamérica. El rascacielos ha sido diseñado por el afamado estudio de arquitectura Foster + Partners es H&R REIT. El promotor de las obras es Matthews Development (Alberta). Ledcor Construction Ltd es responsable de la obra.

Más información: www.the-bow.com