Protección de un monumento emblemático:

Refuerzo, rehabilitación y restauración de la Catedral de Manizales

Omar Darío Cardona Arboleda
Samuel Darío Prieto Ramírez (1949 - 2016)

Fotos: Cortesía Omar Darío Cardona Arboleda y Samuel Darío Prieto Ramírez

Foto 1. Catedral Basílica de Nuestra Señora del Rosario. Manizales.

La Catedral Basílica de Nuestra Señora del Rosario de Manizales, obra maestra de la arquitectura colombiana en concreto, cumplió en 2018 noventa años desde cuando se colocó la primera piedra. Durante ese lapso ha soportado sismos de importante intensidad (1938, 1961, 1962 y 1979) que han comprometido gravemente su estructura. El terremoto de 1962 produjo una destrucción parcial y el colapso de la torre noroeste y el de 1979 –aunque las torres esquineras ya habían sido reparadas con estructuras metálicas por el sismo anterior– sufrió graves daños en sus muros principales y presentó agrietamientos severos en diferentes áreas. El templo fue pensado originalmente como invulnerable, pero realmente no lo era y exigió nuevos refuerzos estructurales e intervenciones proyectadas para veinte años después, que se han ido realizando durante las dos siguientes décadas del nuevo milenio. Una nueva generación de manizaleños tendría que estudiar el caso a fondo y proponer para el templo de 113 metros de altura, una serie de intervenciones que incluyan reforzamiento sísmico, tratamiento de sus materiales y demás procedimientos necesarios para su protección de acuerdo con el avance del estado del arte de la ingeniería sísmica, el diseño y construcción de estructuras de concreto reforzado.

Emblema de una cultura sísmica local

La Catedral Basílica de Nuestra Señora del Rosario fue declarada Monumento Nacional en 1984 y es en la actualidad un bien de interés del ámbito nacional, símbolo de la cultura del paisaje cafetero. Sus antecedentes representan la evolución e innovación de la técnica, la ciencia y la cultura, inmersas en un contexto caracterizado por desastres y riesgo frente a eventos intensos. Aunque la madera rolliza y la guadua habían sido utilizadas por el pueblo Quimbaya y desde el neolítico en el período precolombino, la posibilidad de moldear paredes de tierra utilizando tapia y adobe como resultado del proceso de colonización y siguiendo el canon europeo procedente de España, entró a formar parte de las opciones constructivas. Lo flexible le dio paso a lo rígido y frágil en la búsqueda de estatus con el aumento del espesor de los muros. Así, entre 1854 y 1869 se construyó un templo de tapia pisada que reemplazó

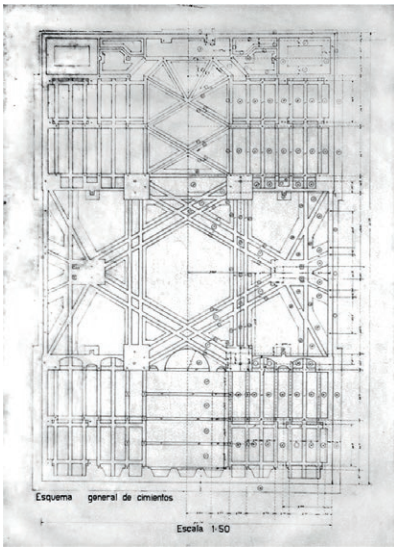

Foto 2. Planos originales de la Catedral restaurados y utilizados para la modelación estructural.

la primera capilla techada en paja. Después de la fundación de Manizales, la iglesia construida con el esplendor de este rígido material, dos torres laterales y un campanario central, significó el advenimiento de un nuevo, pero frágil paradigma constructivo ante la acción de los terremotos. En 1875 el fuerte sismo que destruyó a Cúcuta tuvo también efectos en la región cafetera. La iglesia se agrietó de manera importante, al igual que otras casas de tapia y adobe que se habían construido con la misma técnica. Posteriormente, estos daños se incrementaron a causa de los sismos que se presentaron en 1878, 1884 y 1885. El templo de tapia y adobe se reparó varias veces y, sin embargo, los últimos sismos afectaron gravemente su fachada. Resultado de la observación y la conciencia de los habitantes de la región sobre las posibles consecuencias de los sismos sobre las edificaciones de tapia y adobe, la comunidad no sólo tomó la decisión de demoler el templo, sino de explorar nuevas combinaciones y técnicas constructivas más apropiadas para la ciudad. Denominaron a estas técnicas constructivas "el estilo temblorero".

La demolición del templo de tapia pisada no fue una solución aislada frente al problema de vulnerabilidad sísmica. Observando el redescubrimiento de las técnicas empíricas sismorresistentes del "estilo temblorero" aplicadas en las fincas cafeteras y el centro urbano, el arquitecto bogotano Mariano Santamaría propuso un nuevo diseño para la iglesia que aprovecharía las ventajas del bahareque[1] de la región. La madera y la guadua de la zona serían las encargadas de adoptar las formas de un templo que se debía ajustar a las peculiaridades naturales de este nuevo paisaje, diseño que se llevó a la realidad con su construcción entre 1888 y 1897. En los años 20 del siglo pasado, la novedosa pero precaria red eléctrica fue la causa de cortos circuitos e incendios que en 1925 significaron la destrucción del centro de la ciudad, cuando decenas de manzanas fueron consumidas por el fuego, haciendo que el flexible bahareque cayera en desprestigio a causa de su vulnerabilidad frente al fuego. En 1926, la Catedral de madera y dos manzanas más, que no habían sido afectadas previamente, sufrieron la acción de un nuevo incendio, completándose así un escenario de desastre que ya no fue originado por fuerzas de la naturaleza.

Esta situación hizo preciso repensar sobre el riesgo latente, sus diferentes orígenes y la posibilidad de explorar nuevas alternativas basadas en la introducción mundial del entonces recientemente conocido cemento portland. En medio de la controversia acerca del nivel de protección ante los sismos y el fuego, el bahareque encementado terminó sustituyendo al antiguo bahareque y desterró definitivamente la tapia y el adobe de la ciudad. El paisaje cultural del bahareque rural evolucionó hacia un bahareque único y moderno a nivel urbano, resultado de la adaptación y la peculiar conciencia sobre el riesgo en Manizales. Bajo la denominación de cemento armado en ese momento, la tecnología del concreto se convirtió también en una atractiva innovación y una aparente alternativa legítima para construir la nueva Catedral de Manizales, que en principio debería ser inmune a los incendios y a los terremotos. Angelo Papio & Jean Carlo Bonarda, ingenieros italianos residentes de Manizales en aquella época, que serían los constructores del nuevo templo, describieron el sistema constructivo propuesto por el arquitecto francés Julien Auguste Polti, ganador del concurso internacional en París de la nueva Catedral de Manizales, de la siguiente forma:

"El tipo de construcción que utilizamos es el monolítico de cemento armado en toda su estructura, ya que ofrece absolutas garantías de resistencia sísmica y contra incendio. Este sistema es el adoptado en países donde los temblores son frecuentes, no sólo por la estructura, sino también debido a que las paredes entran a jugar un papel importante en la resistencia contra los esfuerzos y movimientos debidos al temblor. Este tipo de construcción conviene al suelo de Manizales perfectamente, más aún, siendo el más indicado".

La nueva Catedral Basílica de Manizales, en "cemento armado", se convirtió en el emblema de una cultura sísmica local, que se desarrolló con la curiosa evolución del "estilo temblorero" que sería la técnica predominante con la cual la ciudad desarrolló su "Arquitectura Republicana". La nueva Catedral significó, por sí misma, una peculiar innovación en ese singular proceso, al ser la primera edificación masiva de concreto reforzado que se construyó en la región del paisaje cultural cafetero y en el país.

1: Sistema de construcción de viviendas a partir de palos, cañas o bambú entretejidos y recubiertos de barro, tablas, zinc o cemento.

LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y

Foto 3. Modelación de la Catedral.

Diagnóstico y diseño de las intervenciones[a]

La nueva Catedral Basílica de Manizales, construida en concreto reforzado y de estilo "ecléctico neogótico", se terminó en 1939. Enfrentó su primer terremoto en 1938, cuando aún no había sido construida su aguja central, y durante las siguientes décadas hasta terminar el siglo XX su estructura sufrió la acción de otros sismos que la afectaron notablemente. Aunque se le hicieron refuerzos, reparaciones y se reconstruyó la torre que había colapsado en 1962, anticipadamente se concluyó –como resultado de un estudio y una intervención preventiva y cuidadosa que preservara el monumento hacia el futuro– que su conservación dependía del grado de protección sismorresistente que se le pudiera suministrar. Los sismos de 1962 y 1979 habían causado graves daños, el estado de la catedral era crítico y su permanencia dependía de intervenciones acertadas y en el menor tiempo posible; incluso un sismo moderado, como los que ocurren con cierta frecuencia en la región, podía comprometer la estabilidad parcial o total del monumento. Por esta razón, y a solicitud de la Gobernación de Caldas, a medidos de la década de los 90 y con el apoyo de la Subdirección de Monumentos del Instituto Nacional de Vías (hoy Dirección de Patrimonio del Ministerio de Cultura), entre 1997 y 1999 se realizaron los estudios para la rehabilitación sismorresistente de la Catedral, con el fin de proteger este singular templo declarado Monumento Nacional en 1984. Dichos estudios fueron realizados por un amplio grupo de expertos, de acuerdo con el estado del arte, con el objetivo de realizar un diagnóstico detallado de las condiciones de vulnerabilidad sísmica estructural y de cómo se podía aportar mayor capacidad al monumento en términos de rigidez, resistencia y disipación de energía ante la acción sísmica.

El programa se inició con un levantamiento detallado y la elaboración del modelo virtual de la Catedral, con el fin de verificar los planos originales de Polti, varios de los cuales habían sido restaurados por el Fondo Cultural Cafetero (Foto 2). Los planos ofrecieron una base invaluable para la etapa de levantamiento geométrico, aunque la información allí contemplada no correspondiera exactamente con las dimensiones reales del edificio. Sobre el modelo virtual se hicieron la discretización tridimensional del templo y el análisis de su comportamiento estructural con el uso de programas de cómputo basados en elementos finitos. Teniendo en cuenta las propiedades dinámicas de los suelos, acelerogramas factibles y espectros de respuesta sísmica para diferentes períodos de vibración en el sitio, se modeló y evaluó la respuesta dinámica de la estructura, considerando las características y el estado de los materiales en cuanto a su resistencia y su patología. Para esto fue necesario tomar un amplio número de muestras que permitieron evaluar la vulnerabilidad sísmica estructural y diseñar el reforzamiento sismorresistente de tal forma que se pudiera verificar el beneficio que estos refuerzos tendrían en la estructura, evitando causar intervenciones invasivas excesivas y conservando la autenticidad del templo.

Inicialmente, y con la aplicación de un modelo de comportamiento elástico, la definición de un patrón de agrietamiento simulado por sismos previos y la obtención del análisis con vibraciones ambientales, se valoró el comportamiento inelástico de la estructura. Este análisis permitió determinar las principales deficiencias y debilidades del templo ante la acción sísmica, pudiendo determinar los esfuerzos en toda la estructura y, por lo tanto, en los sitios críticos o que podrían ser insuficientes para atender las acciones sísmicas más severas. Se llevó a cabo un estudio de interacción suelo-estructura con el fin de estimar cómo se ampliaría el período de vibración de la edificación y cómo se relajaría su comportamiento. Los resultados indicaron que los muros de la catedral se habían fisurado o agrietado en sismos anteriores debido a que actuaban, en la práctica, en forma desacoplada. Los agrietamientos se habían presentado precisamente porque no existía la capacidad en los muros de la estructura para moverse monolíticamente como un solo conjunto y en su mayoría por su insuficiencia para soportar esfuerzos de cortante. Por otro lado, dado que la cimentación era un sistema de nervaduras, algunas poco rígidas por sus acartelamientos, se podría generar ante la acción sísmica una rotación de los muros por falta de empotramiento. Este tipo de situación, muy desfavorable, explicaba el desacople de los muros y sus agrietamientos, exigiendo corrección inmediata. Por esta razón se concluyó que era fundamental reforzar la capacidad de los muros existentes con elementos estructurales competentes que mejoraran la resistencia y la capacidad de disipación de energía de la estructura

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CON

y realizar a la vez una nueva cimentación que garantizara su debido empotramiento en la base.

También se detectó que la aguja central inducía esfuerzos notables en su base cuando vibraba ante la acción de un sismo. Dado que existía un lugar cerca de su base donde la placa plegada que conforma la torre se apoyaba en un grupo de pilares cuyo refuerzo era insuficiente para absorber los esfuerzos de tracción, se consideró que esta era una zona crítica y tendría que ser reforzada. Finalmente, se pudo ratificar que las torres o agujas esquineras que habían sido reforzadas después del sismo de 1962 con una estructura metálica interior no estaban debidamente ancladas y ofrecían alta posibilidad de inestabilidad en caso de un sismo severo. Por esta razón se consideró pertinente llevar a cabo una intervención que garantizara mayor estabilidad y anclaje a la cimentación. Una descripción resumida de este análisis de vulnerabilidad y diseño del reforzamiento estructural fue publicada en la edición 55 de Noticreto (abril-junio de 2000)[2].

Refuerzo estructural sismorresistente[b]

En síntesis, los estudios de diagnóstico y diseño habían propuesto la realización de varios muros estructurales nuevos y adosados en puntos estratégicos, así como la intervención en la base de la aguja central y el control de la estabilidad de las cuatro torres o agujas esquineras para mejorar la respuesta sísmica y el comportamiento general de la estructura. A principios de la década del 2000 se constituyó la Fundación Amor por la Catedral Basílica de Manizales, desde donde se obtuvieron recursos de la ciudadanía, del Municipio de Manizales y FINDETER[3]. Con una singular coordinación técnica entre junio de 2002 y agosto de 2004, estos recursos lograron realizar, mediante la administración directa de la Fundación y través de varios contratistas[4], las obras de refuerzo sismorresistente propuestas.

Para mejorar el comportamiento ante las cargas laterales se había establecido que era necesario reforzar la estructura mediante ocho muros estructurales ortogonales nuevos ubicados en la periferia, donde eran considerados de mayor eficiencia para efectos estructurales sin que causaran mayores cambios en la arquitectura original del edificio; dichos muros podrían reemplazar paredes existentes. Sin embargo, debido a las dificultades que esto acarreaba para la construcción, se estableció que dichos muros se construyeran adosados mediante anclajes a las paredes existentes. Aunque modificaba en menor proporción la fachada, esta situación era preferible dado que las cargas verticales seguían siendo trasladadas a la cimentación por las paredes o muros existentes.

Por otra parte, se evitaron grandes dificultades y riesgos en el proceso constructivo, pues en caso contrario habría sido necesario sostener temporalmente grandes cargas tanto verticales como de empuje de los arcos que allí convergen. Estos nuevos muros debían contar con elementos de borde capaces de soportar los momentos que se generan en caso de sismo y que deben llegar a la cimentación apoyándose sobre una nueva viga de cimentación alta, ubicada debajo de la existente, que a su vez debía construirse apoyada sobre caissons que garantizaran el empotramiento de los nuevos muros. Los nuevos muros estructurales contaron con vigas en diferentes niveles y en su parte superior para asegurar que pudieran ser conectados mediante un entramado de nuevas vigas que conformarían un anillo a nivel del diafragma existente entre los 24 m y 27 m de altura con el fin de aportar un sistema idóneo para absorber esfuerzos de tracción cuando se moviera la estructura por un sismo. Las vigas se construyeron utilizando platinas metálicas adosadas y pernadas a las nervaduras altas de las bóvedas que llegan a las cabezas de los muros y que se conectan con la cúpula debajo de la torre central, logrando la conexión y transmisión de esfuerzos, así como el efecto de diafragma con los nuevos muros estructurales en forma de L que finalmente se construyeron adosados interior y exteriormente a las paredes de la estructura (Foto 4).

La torre central fue intervenida en su base mediante seis pantallas de refuerzo adosadas a la placa plegada que conforma la aguja. De esta manera se mejoró la capacidad de la estructura en la base de la torre para soportar esfuerzos de tracción cuando se viera sometida a fuerzas laterales causadas por sismo. Estas pantallas se construyeron internamente de manera que fuera imposible verlas desde el exterior. Sin embargo, por la acción de sismos recientes ya han presentado fisuración, demostrando que trabajan. Además, se aprovechó la intervención interna en la torre central para realizar una nueva escalera interior helicoidal metálica que permite a las personas subir hasta la punta de la aguja a un mirador conocido como "corredor polaco".

Foto 4. Vigas de acero (izquierda) conformando un diafragma que conecta las cabezas de los nuevos muros estructurales (derecha).

2: Noticreto 55. Pág. 59 a 65. "Protegiendo nuestro patrimonio. Estudios de vulnerabilidad y reforzamiento estructural. Catedral Basílica de Manizales".
3: FINDETER: Financiera de Desarrollo Territorial. Banca de Desarrollo de proyectos de infraestructura en Colombia.
4: Construcción del reforzamiento estructural sismorresistente (2002-2004).

Foto 6. Ocho varillas o tensores proveen estabilidad a las torres esquineras en caso de sismo.

Foto 5. Se construyeron pantallas de refuerzo adosadas internamente en la base de la torre central.

Finalmente, para efectos de mejorar la estabilidad de las agujas o torres esquineras, se dispuso una conexión mediante ocho varillas especiales de 7,5 cm de diámetro que conectan la base de la estructura metálica interna de refuerzo de cada torre a 11,20 m de altura, con una nueva viga localizada en la cimentación a la cual deben ir ancladas. Estas varillas actúan como tensores que impiden el volcamiento de las torres en caso de un sismo fuerte (Foto 6).

Tratamiento y protección del concreto[c, d]

Tratar el estado del concreto de la Catedral ha sido, junto a otras actividades de mantenimiento general, la última intervención que se ha realizado a la Catedral Basílica. Las recomendaciones del proyecto integral de diagnóstico y reforzamiento estructural en el año 2000 señalaron con especial énfasis el tratamiento y protección del concreto. En ese momento, cuando se evaluaron el estado de los materiales y de la patología del concreto, se concluyó que ya había un avance significativo de la carbonatación del concreto y que el fenómeno se agravaría si se dejaba correr mucho tiempo sin intervenirlo. Esto fue ratificado en un estudio más detallado que se realizó en 2013[5] y que derivó en la necesidad urgente de intervenir la "piel" de la Catedral, llevando a cabo también otras intervenciones relevantes relacionadas con la reparación de elementos decorativos y cornisas, la construcción de un nuevo y adecuado sistema de bajantes, la reconstrucción del alcantarillado y la intervención de las obras escultóricas e imágenes de las fachadas y torres[6]. Este mantenimiento, que debe ser una actividad periódica, se realizó en 2018 atendiendo las recomendaciones técnicas y de protección de la Dirección de Patrimonio del Ministerio de Cultura.

Se previeron dos fases para la ejecución del proyecto de mantenimiento; la primera incluyó las actividades más urgentes como el retiro y reemplazo de morteros de terrazas, canales y pasarelas para mejorar la adherencia, impermeabilización y resistencia morteros mecánica a tracción y flexión. El proceso se complementó aplicando un producto que redujo el agrietamiento, donde a la vez se hicieron refuerzos adicionales con malla electrosoldada en las zonas donde fue necesario. Las pendientes se orientaron hacia las rejillas que fueron proyectadas de acuerdo con las nuevas instalaciones hidráulicas que se definieron e instalaron. Se llevó a cabo el lavado y la desinfección de la fachada aplicando un inhibidor de corrosión y un hidrófugo. Se aplicó un biocida tipo con cloruro de benzalconio debidamente diluido y durante el tiempo mínimo recomendado, lo que se facilitó, además, con cepillos de cerdas plásticas que mejoran la acción del biocida en los diferentes estratos de las capas de suciedad, partículas contaminantes y biopelícula que se había formado con los años.

5: Evaluación detallada de la patología del concreto (2013).
6: Reparación y mantenimiento, conservación y restitución de esculturas (2016-2017)

Posteriormente se realizó la limpieza con hidrolavadora a una presión menor de 750 psi, con chorro en abanico y a más de 30 cm de distancia entre la boquilla y el concreto para evitar daños al material. Una vez seca la superficie, para lo cual se requería al menos de tres días soleados, se aplicó el inhibidor o pasivador de corrosión al concreto reforzado en los sitios de mayor relevancia de las bases y torres. Esta operación generó contratiempos por los cambios de color en el concreto –que se corrigieron con enjuagues abundantes– y por la necesidad de que la superficie se secara, aspecto complejo debido las lluvias persistentes. En la etapa final se aplicó un hidrófugo con el fin de repeler el agua, evitar la corrosión y lograr un recubrimiento que evitara la reaparición de musgo. A medida que se aplicó este producto se intervinieron huecos y fisuras en fachadas y torres de arriba hacia abajo hasta el los 11,20 m de altura con otro material apropiado para este tipo de reparaciones; esta labor quedó por completarse en una nueva fase que permita continuar el tratamiento hasta la base del templo. Fue posible eliminar el aspecto oscuro que tenía el concreto debido a la suciedad y a la carbonatación que había sufrido durante muchos años.

Tabla 1. Relación de los ejecutores de las diferentes etapas.

Ejecutores de las diferentes etapas:
a. Proyecto Integral de Diagnóstico y Diseño del Reforzamiento Estructural (1997-1999)
Gobernación de Caldas, Subdirección de Monumentos INVIAS Consorcio conformado por: **Omar Darío Cardona A.** - INGENIAR Ltda., Dirección del proyecto **Luis Enrique García Reyes** - Proyectos y Diseños P&D Ltda. **Luis Guillermo Aycardi B.** - Proyectistas Civiles Asociados PCA Ltda. Colaboradores y asesores: **Jorge Enrique Esguerra L.**, Investigación histórica **Juan Gabriel Ocampo H.**, Levantamiento y modelación virtual **Jorge Zambrano**, **Carlos A. Arcila**, Diagnóstico de patología **Juan Francisco Correal**, Comportamiento dinámico **Juan Diego Jaramillo**, Instrumentación y análisis de vibraciones **Luis Eduardo Yamín L.**, Modelación sísmica del suelo **Aquaterra Ltda.**, Áreas Ltda., Perforaciones y apiques de suelo **Samuel Darío Prieto R.**, **Juan Manuel Sarmiento**, Interventoría
b. Construcción del reforzamiento estructural sismorresistente (2002-2004)
Fundación Amor por la Catedral Basílica de Manizales, Municipio de Manizales, FINDETER **Samuel Darío Prieto Ramírez**, Coordinación técnica Contratistas: **Aquaterra S.A.**, levantamiento topográfico **CASEVEN Ltda.**, cimentación, muros internos y exteriores parcialmente Administración directa, reforzamiento de torre central y muros exteriores **Jubal Estrada y Cía.**, Reforzamiento de torres laterales, remates y conexiones **Juan Bernardo Botero B.** (qepd), Instalaciones hidráulicas
c. Evaluación detallada de la patología del concreto (2013)
Carlos A. Arcila
d. Reparación y mantenimiento, conservación y restitución de esculturas (2016-2017)
Arquidiócesis de Manizales **Herman Estrada Mejía**, proyectista e interventor residente **José Ignacio Londoño Gómez**, administrador delegado y director de obra **José Fernando Muñoz Robledo**, asesor restaurador **Luis Guillermo Vallejo Vargas**, escultor **Efraín Mejía Restrepo**, asesor estructural **José María Bermúdez Atehortúa**, residente de obra **Diana Constanza Cárdenas Villamizar**, ingeniera ambiental **José Fabián Flórez Buitrago**, supervisor de contrato **DIPRECON SAS**, interventoría **Ministerio de Cultura**, Dirección de Patrimonio **Eugenia Serpa Isaza**, coordinadora **Carlos Ramiro Parra Guerra**, asesor

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

Esta también fue la oportunidad para reparar las cornisas, los elementos decorativos de la fachada y el recubrimiento de las bajantes utilizando una mezcla de morteros o concretos con ciertas dosificaciones de colorantes, realizando múltiples pruebas de ensayo y error en la búsqueda de imitar el color original del concreto de la catedral. Se tomaron 65 muestras y núcleos para verificar el estado de carbonatación del concreto, y pruebas de extracción de polvo que brindaron información química en el laboratorio sobre el estado de la pasta del concreto. Se limpiaron las bóvedas interiores de excrementos de aves, basuras e incluso fragmentos de madera que estaban presentes desde la construcción y no se habían retirado; igualmente, se colocaron mallas sintéticas para evitar que las aves ingresaran de nuevo a estos sitios. Para mejorar el precario manejo de aguas, se construyó un sistema de sifones, rejillas y bajantes, y además se reemplazó el alcantarillado de calles circundantes a causa de su muy mal estado.

Finalmente, por el deterioro agudo, se procedió a intervenir 22 esculturas de las cuatro torres del templo, algunas reemplazándolas por piezas nuevas y otras sometiéndolas a un proceso de reparación con resina epóxica resistente a la intemperie, lo que permitió conservar los íconos originales de la catedral. Se reemplazó la cruz existente en la torre central, valiéndole el nombre de Cristo Levitante, lo que exigió no solo un trabajo técnico cuidadoso en materiales, procesos constructivos, plataformas y andamios en altura, sino la destreza y capacidad artística de un reconocido escultor de la ciudad. Adicionalmente se realizó el mantenimiento a las esculturas de concreto ubicadas en las cubiertas, así como a las figuras de los ángeles custodios ubicados en la base de la torre central, donde el concreto fue lavado, desinfectado y protegido con el hidrófugo, como el resto de la estructura.

Conclusión

Se presentó una descripción resumida de las intervenciones de la estructura, condiciones del concreto, elementos decorativos y de esculturas que se han realizado a la Catedral Basílica de Manizales. Estas intervenciones fueron el resultado del Proyecto Integral de Diagnóstico y Diseño del Reforzamiento Estructural, que señalaba las obras de reforzamiento estructural y de amparo del monumento, que debían realizarse para proteger esta obra maestra de la arquitectura colombiana. Después del estudio que se realizó sobre el estado de los materiales, la modelación y evaluación de la respuesta sísmica, el diagnóstico de vulnerabilidad y el diseño del refuerzo estructural, la intervención sismorresistente se llevó a cabo entre 2002 y 2004 y el tratamiento del concreto y otras operaciones se realizaron entre 2016 y 2017.

Se hace evidente el esfuerzo necesario para obtener recursos económicos y profesionales precisos para llevar a cabo las obras de protección de un monumento patrimonial. Aunque todavía falta una segunda fase del mantenimiento –que en realidad debe ser permanente en una estructura como esta– se puede concluir que la decisión de profesionales comprometidos con estos esfuerzos, con su experticia y gestión, han sido el ingrediente fundamental para lograr que la Catedral Basílica de Nuestra Señora del Rosario haya sido protegida para su conservación futura, con el objetivo de que siga siendo una obra maestra emblemática de la cultura sísmica local de la ciudad de Manizales.

JBC®
REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

VIVIENDA - INDUSTRIA - INFRAESTRUCTURA

Reforzamiento Estructural
Pisos Industriales y Poliméricos
Reparación de Juntas
Protección de Tanques y Piscinas
Fijación de Anclaje de Equipos
Impermeabilización de Cubiertas

Soporte en U.S.A.
SIMPSON GUMPERTZ & HEGER
Engineering of Structures and Building Enclosures

Soporte en Alemania
INGENIEURBÜRO
SCHIESSL - GEHLEN - SODEIKAT

CERTIFICACIÓN CCS OHSAS 18001
CCS Consejo Colombiano de Seguridad | RUC® Registro Único de Proveedores
CERTIFICADO No. GS 907

57 1 670 4500 / 57 311 5141919 / BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA / JUAN.BETANCOURT@JJBT.COM.CO

www.jjbt.com.co