

El Acueducto de Guadalupe, monumento histórico en riesgo

Horacio Ramírez de Alba*



Recepción: 14 de junio de 2012

Aceptación: 9 de abril de 2013

* Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Correo electrónico: hra@uaemex.mx

Se agradecen los comentarios de los árbitros de la revista.

Resumen. Mediante datos obtenidos directamente de la inspección en campo, se describe el estado actual del Acueducto de Guadalupe, considerado monumento nacional, construido de 1743 a 1751 para llevar agua al Santuario de Guadalupe a lo largo de 10 km aproximadamente. Se comparan los resultados con lo reportado en otras fuentes de información. Se establece que, a pesar de los programas de rescate que se han emprendido, su deterioro es mayor que en años anteriores. Se señalan componentes estructurales y de ornato ya desaparecidos. Se asientan características constructivas y estructurales como base para proponer procedimientos generales para lograr la estabilidad estructural. Se concluye que el monumento se encuentra en riesgo y su conservación es importante para la ciudad. Se propone realizar por lo menos un registro documental.

Palabras clave: acueducto, obra hidráulica colonial, arcos de mampostería, caja de agua.

The Guadalupe's Aqueduct: Historical Monument at Risk

Abstract. With data obtained directly on the site, the actual condition of the Guadalupe Aqueduct, constructed from 1743 to 1751, to carry water to the Guadalupe Sanctuary along approximately 10 km (6.7 miles) is described. The results are compared with the information reported in other sources. Despite rehabilitation programs carried out so far, the deterioration of this National monument is evident and far more advanced than that reported in past years. Structural and ornamental parts –that no longer exist– are pointed out. Finally, constructive and structural characteristics are established as a base to propose general procedures to ensure structural stability. It is concluded that the monument is at risk and its conservation is important for the city, at least a documental study shall be done.

Key words: aqueduct, colonial hydraulic work, masonry arches, cofferdam.

Introducción

El Acueducto de Guadalupe construido de 1743 a 1751 fue declarado monumento histórico el 7 de abril de 1982. Comenzaba en territorio actual del Estado de México, pues su fuente de agua era el río Tlalnepantla; el recorrido original según los datos de la época era de 12 900 varas (10 770 m). En el tramo inicial, el agua corría por una acequia a nivel superficial o subterráneo pero la mayor parte era elevada con el canal soportado sobre 2 287 arcos. En su origen casi todo el recorrido era despoblado, salvo al pasar por pequeños pueblos. En la actualidad el desarrollo del acueducto se encuentra en una zona urbana muy poblada del norte de la Ciudad de México.

La Ley Federal de Monumentos y Zonas Arqueológicas (INAH, 2003) establece en su artículo 2º: “Es de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos”. Sin embargo, en el caso que aquí se trata, como se demuestra más adelante, tal precepto no cumplió, ya que el monumento ha sufrido deterioro y mutilaciones crecientes, en ocasiones por las instancias de gobierno que deberían protegerlo.

El propósito principal de este trabajo es describir el estado actual de esta obra colonial, demostrar que más que su protección se ha propiciado su maltrato y proponer criterios generales para la conservación de lo que queda.

Manuel Romero de Terreros (1949) describe de forma magistral los acueductos coloniales en México que son más representativos, incluye datos de los constructores, las fechas de aprobación, inicio y término, así como del estado de conservación en ese momento, además de analizar los atributos arquitectónicos y artísticos de cada caso. Uno de los acueductos descritos de esta manera es el de Guadalupe concebido para llevar el agua al Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe. Reporta las mutilaciones y desperfectos que la obra tenía hace 64 años y se sabe que hubo periodos de abandono e inclusive el uso de materiales de construcción del acueducto para otras obras, hasta que en 2006 se rescató parcialmente del abandono.

Considerando la importancia de dicha información se establecen como metas específicas: *a)* reconocer lo que queda de la obra del acueducto; *b)* comparar lo que actualmente existe respecto a lo reportado en 1949; *c)* analizar las características constructivas y estructurales; *d)* establecer estimaciones sobre lo que ya no existe; *e)* proponer medidas generales para conservar lo existente, y *f)* presentar un análisis prospectivo.

Se muestra también que algunos trabajos de rehabilitación que se han hecho no cumplen con las disposiciones del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), así como su efectividad y extensión no corresponden a lo que se ha dado a conocer.

En el marco del entorno urbano actual por el que transcurre el acueducto, los métodos a los que recurrió fueron el estudio de antecedentes históricos, arquitectónicos y constructivos; el examen in situ de los restos existentes en cuanto a su estado de conservación, las técnicas constructivas y los materiales; el análisis de las características estructurales, y el examen de técnicas actuales para la rehabilitación estructural de construcciones antiguas.

Las obras coloniales, y en particular, los acueductos son ejemplos notables de la ingeniería hidráulica y de construcción desarrollada en el imperio romano; por lo tanto, representan una parte de la herencia latina: histórica, cultural y técnica, que distingue a una parte importante de los países de América. Romero de Terreros (1949) deja clara esta consideración al escribir:

Después de los romanos, fueron los españoles quienes mejor supieron construir obras sólidas, robustas y grandiosas. Esta afirmación, que puede parecer atrevida, no lo es, si se toma en consideración los edificios que se levantaron en México durante el virreinato: iglesias, monasterios, catedrales, palacios, fortalezas, acueductos.

1. Datos históricos

Después de varios intentos infructuosos y una construcción fallida por carecer de calidad (Fernández del Castillo, 1931), dio comienzo la construcción del acueducto el 22 de junio

de 1743 durante el gobierno del Virrey Conde de Fuenclara “en la solemnidad de mostraciones de religión y regocijo que demandaba tan útil como deseado beneficio” (García Gutiérrez, 1921), y se terminó el 30 de marzo de 1751 en tiempos del primer Conde de Revillagigedo. Se transcribe el siguiente párrafo que permite contar con una idea clara de las características generales del acueducto en su origen:

La atarjea por donde se conduce el agua es obra magnífica: consta de doce mil novecientas varas, por el rodeo que hace, buscando la firmeza en la raíz de los montes y huir lo salitroso del terreno que media en la línea de rectitud, y otros obstáculos que se pulsaron. Sin embargo de venir subterránea en algunas distancias, en la que se eleva sobre la superficie se enumeran dos mil doscientos ochenta y siete arcos, algunos tan capaces y elevados que parecen triunfales. Tienen muchas y muy costosas pozas y cajas de agua, y el todo de esta grande obra tuvo de costo veinte y nueve mil pesos (Carrillo y Pérez, 1797).

No todos los historiadores del Santuario de Guadalupe están de acuerdo en esas cifras que tomó Carrillo y Pérez de la inscripción que ostenta la caja de agua con la que termina el acueducto; Juan de la Torre (1777) quien, en su *Villa de Guadalupe Hidalgo*, asienta que los arcos fueron dos mil trescientos diez, y su costo “ciento veinte y cuatro mil pesos”.

Las principales características físicas de las partes del acueducto reportadas por Romero de Terreros (1949) eran (se escribe en tiempo presente como si nos trasladáramos al momento en que ese investigador hizo sus observaciones): Poza ‘Toma de agua’ en el río Tlalnepantla en el poblado de Santa María consiste en una caja abovedada, coronada con una ‘respiradera’, a manera de linternilla muy graciosa. En el lado opuesto del río se conserva una pila y una presa, una lápida con inscripción explica: “Esta pila y presa pertense (sic) a las haciendas nombradas S. Mateo Tulpan del Sr. Canonigo D. Nicolas Josef de Soria Villarroel que se reedifico por mandato y exectn.dla RI Audiencia de esta Corte Año de 1720” (anterior por tanto a la obra del acueducto). Poza del puente de Amialco, en el camino para Cuauhtepic, solamente queda el basamento, pero conserva, contiguo a un nicho de ladrillo, una pequeña estatua de San Francisco de Asís de piedra; y a pocos pasos, sobre el acueducto mismo, otra estatuita, también de piedra, pero en mejor estado de conservación, de la Virgen de Guadalupe, dentro de una graciosa hornacina en cuyo friso se lee: “Non Fecit Taliter Omni Natione, y abajo, arriba de la clave del arco, Puerta de Na. Sa. De Guadalupe”. Poza en el lugar llamado Huerta de San Rafael, que cuenta con una estatua del Salvador de excelente factura y una hornacina de composición clásica que la resguarda. A partir de la toma, recorre la atarjea, a veces a flor de tierra, a veces subterránea, hasta el pueblo de Santiaguato

Tilmolanco, más allá de Tenayuca, donde empieza la arquería propiamente dicha. El número de arcos, ‘ninguno de los cuales, por cierto, es capaz, ni elevado, ni mucho menos parece triunfal’ y de la longitud del acueducto, se deriva su valor estético de las pozas ‘o reposaderas, como se les llama en las inscripciones’, de las hornacinas y nichos, y de las cajas de agua y fuentes que de trecho en trecho, generalmente en los ángulos del acueducto interrumpen su monotonía. Pasando el novísimo puente de Ticoman las pozas se suceden con frecuencia, todas interesantes (no se señala el número de ellas), destaca la fuentecita de San Francisco, no lejos de la Iglesia de Santa Isabel Tola que es lo más original y lo más amable. La caja distribuidora con que termina el acueducto que se halla hoy en Paseo Morelos en la parte norte de la Villa de Guadalupe, muy maltratada y hundida más de un metro, no presenta las buenas proporciones que antaño tenía, pero se ve que fue obra de buen gusto, para su época y adecuado a su objeto. Cuenta con un escudo real de España esculpido, pero del cual solamente queda la corona, porque los castillos y leones fueron borrados a raíz de la Independencia.

Carrillo y Pérez (1797) menciona que el 7 de julio de 1751:

[...] se vió entrar y verterse el agua en la famosa fuente que estaba a prevención fabricada, en el centro de la plaza del santuario, de piedra de cantería de color rosa, de más de treinta pies de diámetro, y un elevado pirámide en el medio, con las cuatro partes del mundo talladas en relieves y otros adornos, y por remate y corona la Imagen de la Santísima Virgen de Guadalupe, tallada de la propia cantería, saliendo de su basa muy vistosos derrames.

La fuente existía por lo menos hasta 1949 pero en la actualidad ya no.

2. Otros datos

En la red informática se establece como dato curioso que en diciembre de 1815, José María Morelos, en camino hacia Ecatepec donde sería fusilado, hizo su último rezo en la Villa de Guadalupe y bebió agua de la fuente. Se establece que la longitud del acueducto es de 10 km desde los manantiales de los ríos Azcapotzalco y Tlalnepantla, que corría subterráneo hasta la actual avenida Acueducto de Tenayuca (límite del Distrito Federal y Tlalnepantla) y de ese punto al actual parque del Mestizaje (Indios Verdes) contaba con 2 300 arcos. Se menciona también que al frente del templo había una fuente para servicio público de unos 10 m de diámetro y en el centro se alzaba una columna con efigies que presentaban las cuatro partes del mundo y en la cúspide una imagen de la Virgen.

En una nota del periódico *El Universal* del 2 de agosto de

2006, se menciona que el 17 de julio de 2006 se concluyó la obra de rescate del acueducto en la que fueron rehabilitados 2 287 arcos a lo largo de siete kilómetros, que la obra consistió de “un saneamiento arco por arco desde su base estructural hasta la canaleta” y se menciona que por falta de presupuesto los tres kilómetros del Estado de México no se rescataron.

3. Estado actual

Con estos antecedentes se emprendió el recorrido y análisis de la obra en su estado actual. Por cuestiones prácticas se hizo en la dirección de aguas arriba; es decir, se inició en la Villa de Guadalupe. La decisión de recorrer el acueducto del fin al principio se explica también al considerar que los restos son más y mejor conservados al término que al inicio.

En primer lugar, cabe señalar que la fuente que se dice existió al frente de la antigua Basílica y que se alimentaba del acueducto ya no se encuentra; además no se pudo indagar, estando en el lugar, sobre su desaparición, sólo se pudo observar en el museo local un antiguo grabado que muestra claramente la fuente con dimensiones aparentemente exageradas.

La caja distribuidora que señala el término del acueducto sigue en su lugar, pero en peores condiciones de lo descrito antes, a pesar de que fue rehabilitada hace 42 años según se establece en una placa colocada discretamente en la parte posterior:

Esta caja de agua que estaba a punto de desaparecer fue restaurada en 1970 con motivo del LXXV Aniversario de la Coronación de la Virgen de Guadalupe siendo Abad el ilustrísimo Sr. Guillermo Schulenburg P. La obra estuvo bajo la dirección técnica del departamento de monumentos Coloniales del Instituto Nacional de Antropología e Historia en la persona del Lic. Gonzalo Obregón. Maestro cantero Sr. José de Jesús Salazar (Contenido de la placa, transcripción del autor).

Figura 1. Fuente de San Francisco cerca del antiguo pueblo de Santa Isabel Tola.



Fuente: fotografía del autor.

Al comparar con fotografías antiguas (Romero de Terreros, 1949), se puede establecer que ahora se encuentra más hundida, aproximadamente 2.5 m (1.0 m en 1949), además se le ve reducida en dimensiones pues ha perdido elementos de ornato y estructurales; los detalles arquitectónicos fueron bien restaurados y el escudo se encuentra liso como antes. La piedra de Tecali con la inscripción que da cuenta de las fechas y autores, longitud y número de arcos está en posición; sin embargo, es muy posible que no sea la original al comparar la escritura actual con la que se reporta Romero de Terreros (1949), ya que al examinar los textos de la losa y de la referencia se encuentran diferencias, sin saber si son errores de transcripción. El estado general es lamentable, pues muchas de las piedras están intemperizadas y se disgregan progresivamente. Se ha colocado una alta reja para impedir el paso de personas, pero ya se encuentra abierta en dos partes y, por consiguiente, el monumento no se salva de pintas y maltratos. Por cierto, la reja metálica actual es de perfiles muy delgados, a diferencia de la que se observa en un grabado antiguo (Rivera Cambas, 1985) que era más gruesa y ornamentada, así como sostenida por pilastras cubiertas de cantera que ya no están.

Los dos primeros arcos están terminados con dovelas y claves de cantera, pero ya se encuentran estos elementos muy deteriorados, salvo en los casos en que se cambiaron por piezas nuevas. Definitivamente, a pesar de que algunos tramos han sido objeto de reparación, el estado general del acueducto es lamentable por varias razones: *a)* los hundimientos del terreno han continuado, lo que se manifiesta visiblemente al ver el perfil del borde del canal que sigue caprichosas ondulaciones; como consecuencia varios arcos se encuentran rotos o con evidente desplomo, y en algunos casos con agrietamientos o caídas de material; *b)* la obra no ha sido debidamente cuidada y mantenida, salvo en algunos tramos; de hecho, existen tramos en estado ruinoso con riesgo de colapsar; *c)* se han mutilado

varios tramos para dar paso a vialidades, y *d)* por el maltrato de la gente que hace pintas en las obras que antaño causaban asombro y la mutilación intencional de los pocos elementos decorativos que quedan, aun de los símbolos religiosos. Al respecto de los cortes al acueducto, Romero de Terreros (1949) señala:

[...] el acueducto ha sido cortado en varios lugares, principalmente por el puente sobre el río de los Remedios, en el camino que conduce de Cuauhtepc a Zacatenco por un moderno sifón, construido en septiembre de 1938 para dar paso a la carretera de Laredo y finalmente, por una desdichada construcción moderna para Bombas, clara demostración de que en época no muy lejana, reinaba en los elementos oficiales no sólo el descuido, sino hasta desprecio por los monumentos coloniales.

Y las cosas en la actualidad empeoran, ya que además de los cortes mencionados, que por cierto se han hecho mucho más anchos por las necesidades del tráfico actual, el acueducto se ha cortado en otras siete partes, desde pasos peatonales y calles hasta grandes tramos en los que el acueducto ha desaparecido para dar lugar a obras actualmente en construcción. Es el caso del impresionante viaducto elevado por arriba de lo que fue el Río de los Remedios y las grandes obras viales e hidráulicas en lo que fue el río Tlalnepantla, que de hecho parecen ser las responsables de que los componentes del inicio del acueducto y el acueducto mismo hayan desaparecido. Aunado a lo anterior, se suman los efectos secundarios por los problemas sociales que afectan a la ciudad capital. Por ejemplo, varios de los arcos son ahora refugio de indigentes que, con culpa o sin ella, mutilan las obras que duraron tantos años.

Además de la caja distribuidora ya referida, se conservan doce cajas de agua o reposaderas y dos fuentes. Tres de las reposaderas tienen una cúpula y de éstas una sola conserva la linternilla, aunque ya muy deteriorada. Las cúpulas han sido recubiertas con mortero o concreto, lo que supone mayor resistencia a los agentes externos y al vandalismo, pero les ha quitado su fisonomía original, pues se supone estuvieron estas bóvedas recubiertas de ladrillo; las losas con inscripciones o los nichos que antaño existieron se encuentran desaparecidos o seriamente mutilados. Las otras reposaderas están ahora cubiertas por losas de concreto reforzado y, a favor, se puede decir conservan la hornacina y nicho que las coronan, pero ya no la escultura religiosa que alguna vez tuvieron. Una de ellas se encuentra alterada; aparentemente los vecinos, con buena voluntad, pintaron las piedras de las paredes y colocaron un ventanal de cristal para contener, en el antiguo nicho, una imagen reciente. La hornacina misma fue recubierta de un acabado de yeso o mortero y pintado con colores llamativos; estas acciones alteran la obra original,

Figura 2. Caja de agua y parte del acueducto que muestra maltrato y abandono.



Fuente: fotografía del autor.

pero por lo menos la preservan. En otro tramo, los vecinos han hecho jardines confinados con malla de alambre a un lado de los arcos y esta acción incluye a una de las cajas de agua cuyas paredes, y hasta la alta hornacina, se encuentran cubiertas por plantas de enredadera con flores azules y amarillas. Ciertamente la vista es atractiva, pero es de esperarse que tanta vegetación termine por causar mayor deterioro a la obra.

Atendiendo posiblemente a criterios prácticos y hasta sentimientos de culpa, se han agregado algunos elementos de construcción reciente, como en el tramo desaparecido para dar paso a la prolongación de la avenida Insurgentes Norte (por arriba la ostentosa obra del paso de la autopista a Pachuca). Se han colocado en ambos extremos estructuras que recrean las antiguas fuentes coloniales tomando posiblemente como modelo la fuente del Salto del Agua e inclusive en la del lado oriente se labró sobre la cantera una inscripción con datos del acueducto obtenidos de la lápida de la caja de agua donde termina el acueducto y que ya se mencionó antes. El remate del lado poniente tiene también una inscripción que a manera de explicación o justificación establece:

Estos remates fueron construidos en septiembre del año 1938 (el número se encuentra mutilado y puede ser 1939) al tenerse que cortar el acueducto para dar paso a la Carretera N-1 Laredo-México las esculturas que se encuentran a corta distancia del lugar se colocaron el mismo año (Contenido de la placa, transcripción del autor).

Ya no se localizaron esas esculturas así reportadas. Posiblemente fueron trasladadas a otro lugar.

Aproximadamente 900 m adelante se encuentra un monumento sobre lo que fue el acueducto que recrea dos de los arcos que sirven de pedestal al escudo o símbolo de la demarcación política en que se encuentra; a unos 700 m del punto anterior se encuentra un arco de gran claro para dar paso a la gente, pero se resolvió con una moderna losa de concreto armado que, no obstante, ya muestra signos de falla y deterioro. Resulta curioso ver que después de este arco supuestamente reforzado, se encuentra una zona colapsada donde han desaparecido por lo menos cuatro arcos.

La autoridad del Distrito Federal, en efecto, ha mejorado muchos arcos, pero no desde sus cimientos como se presume, sino que en algunos casos se agregaron en las bases de los arcos algunas piedras para sustituir a las que ya estaban erosionadas y en otros casos mediante una aplicación en el arranque con piedras pequeñas embebidas en mezcla de mortero a manera de concreto ciclópeo. Otros tramos han quedado totalmente desprotegidos; por ejemplo, en un tramo pasando el cruce con el Río de Los Remedios, aproximada-

mente 60 arcos muestran la base totalmente erosionada con una reducción del área resistente de más de 50%, haciéndolos inestables y con riesgo de colapsar; en esta zona también se encuentran varios arcos cegados con piedras o ladrillos sobrepuestos, o bien escombros y hasta neumáticos usados para formar jardines o viviendas precarias.

Después de pasar la zona devastada por las obras viales e hidráulicas cercanas al río Tlalnepantla (carretera Río Tlalnepantla) se presenta un tramo largo, como de 1 800 m de longitud y 417 arcos en que el acueducto se vuelve monótono, por lo recto de la trayectoria y la uniformidad de los arcos; por el arreglo que tiene a manera de parque recreativo resulta agradable. A lo largo de este tramo se ha construido una calzada cubierta con piedra triturada de tezontle que la gente usa para correr y caminar, así como zonas ajardinadas con plantas de ornato y árboles conformando el tramo de mayor atractivo visual. Muchos de los arcos han sido bien restaurados y su apariencia es sólida; sin embargo, algunas partes tienen arcos agrietados e inclinados debido a que del otro lado del andador pasa la carretera Río Tlalnepantla que lleva tránsito muy pesado y además se encuentra a un nivel más alto ocasionando que el terraplén que se forma invada parcialmente los arcos provocando un empuje lateral sobre ellos. Paradójicamente, en este tramo no existen cajas de agua y, por lo tanto, tampoco hornacinas con imágenes religiosas, tan descuidadas en donde sí las hay, pero en este tramo se han improvisado algunos humilladeros o ermitas, uno de estos casos en honor de Juan Pablo II donde mucha gente se acerca a orar y meditar así como a ofrecer flores.

Terminando el tramo antes referido, se encuentra otra parte mutilada para dar paso a la amplia vialidad que corresponde a la prolongación del Eje Central Lázaro Cárdenas con varios pasos a desnivel. Pasada esa zona, el acueducto continúa siguiendo prácticamente el límite del Distrito Federal y el municipio de Tlalnepantla del Estado de México, formado por la Avenida Acueducto de Tenayuca, pero quedan ya pocos restos que ahora tienen la función de servir como muro de contención a uno de los bordes de la carretera. Debieron existir arcos, pero por los hundimientos y las obras viales quedaron enterrados al grado de que son apenas unos cuantos los que se reconocen al sobresalir algo de las dovelas superiores. Se puede suponer que esta parte corresponde a la que según los datos históricos corría el acueducto, a veces a flor de tierra y a veces subterránea. Al ver las características de la obra se puede establecer que cuando se hace referencia a "subterránea" no se debe entender como un túnel, ni mucho menos, sino que debió ser una cepa profunda por la pendiente que demandaba el curso del agua con una cubierta de bóveda de cañón, como se observa en otros tramos del acueducto. El caso es que, por

estas características y la proximidad de la ancha y transitada vialidad, este tramo se encuentra muy cortado con la mayor parte, ahora sí, subterránea. En algunos sitios visibles los responsables de la transitada vialidad han colocado algunas fuentes modernas de piedra de cantera como mero elemento visual, pues no tienen agua, seguramente para contar con elementos que recuerden al desaparecido acueducto o para tratar de cubrir cargos de conciencia.

Más adelante se encuentra el canal de drenaje que antes fue el río Tlalnepantla que sigue a cielo abierto hasta las proximidades de la ciudad de Tlalnepantla, donde se pierde en una bóveda subterránea. El crecimiento urbano tan marcado de la zona ha demandado grandes obras hidráulicas y de vialidad. A consecuencia desaparecieron las obras de la parte alta del acueducto. Ya no se pudo encontrar ningún resto ni nadie que de razón de su posible existencia. Así, de las obras que menciona Romero de Terreros (1949), desaparecieron las siguientes: *a*) la toma de agua en el río Tlalnepantla; *b*) la pila y la presa que contaba con una lápida con inscripción; *c*) la poza del puente de Amialco, en el camino para Cuauhtepic, y *d*) la poza en el lugar llamado Huerta de San Rafael. Un aspecto que no se pudo aclarar fue la razón de haber tomado el agua del Río Tlalnepantla y no del Río de Los Remedios, que se encuentra más próximo al Santuario de la Virgen de Guadalupe; pudo ser que del segundo se tuviera ya comprometido su caudal o no resultaba suficiente, o bien, que ya desde entonces haya estado contaminado. Otra posibilidad es que la Merced de Agua original haya obedecido a consideraciones políticas y no técnicas.

4. Aspectos constructivos y estructurales

Los arcos del acueducto son de poca altura y en algunos casos apenas y sobresalen del terreno. Es posible que algunos tramos hayan perdido altura por los hundimientos que responden al comportamiento hidráulico de todo el valle y acelerado en últimos tiempos por la extracción de agua del subsuelo. La parte superior resulta desproporcionalmente gruesa, más o menos del mismo orden que la altura de los arcos y el grosor de aproximadamente 1.5 m. Por lo tanto, se trata de una estructura muy robusta. Los materiales para la construcción no fueron los mismos en los diferentes tramos, se supone que obedeciendo a la disponibilidad de ellos en las diferentes zonas por donde pasó la obra. En los primeros cuatro kilómetros la mayoría de los arcos son de mampostería de tercera o de limosna; se combinan piedras de diferente tamaño, algunas de ellas labradas, con ladrillo ya entero o en pedazos, el mortero de cal y arena de consistencia débil. En otro tramo se usaron piedras irregulares con juntas de mortero pobre o inclusive de lodo. Este es el caso del tramo

que se reportó como riesgoso. En la parte bien conservada se aprecian piedras duras, algunas de ellas labradas y con juntas de mortero de consistencia fuerte, supuestamente producto de los trabajos de reparación. La mayoría de los arcos son de aproximadamente dos metros de claro sin rebasar 2.50 m, pero se observaron tres arcos de mayor claro entre siete y ocho metros con terminado de cantera y mejor trabajados, dos de ellos se encuentran a unos 700 m de la caja distribuidora y el otro 500 m más adelante. Se ignora cuál fue el motivo de su construcción pero es de suponerse que fueron estos casos los que motivaron se les juzgara como capaces y elevados que parecen triunfales (Carrillo y Pérez, 1797). En cuanto a los cimientos, sólo se pudieron observar en algunos casos en donde practicaron excavaciones para formar los pasos deprimidos para personas y en pocos casos para vehículos. Los cimientos originales sólo profundizan entre 30 y 50 cm. Su construcción se hizo con piedras planas de grandes dimensiones sin labrar, unidas con mortero de cal pobre o con lodo. Se presume que la poca profundidad de los cimientos propició que muchos tramos del acueducto se hundieran y sigan haciéndolo, ya que el terreno de sustento próximo a los antiguos lagos no es firme, como se constata al observar las fuertes inclinaciones de la antigua Basílica de Guadalupe que, dicho sea de paso, pudo salvarse del colapso solamente por las costosas obras para su recimentación.

El canal de conducción, donde es visible, cuenta con una cubeta (zona por donde pasa el agua) hecha de ladrillo formando una sección trapecial. El canal en algunos tramos se encontraba abierto, pero en otros cubierto con losas de piedra o una pequeña bóveda de cañón hecha con piedra de tezontle unida con mortero. El canal tiene profundidad variable, en algunos casos no más de 0.50 m y en otros hasta 1.50 m. Se puede suponer que esto obedeció a la pendiente del canal que se reflejaba en la velocidad del agua, también puede ser por las adaptaciones que sufrió el acueducto por los hundimientos, pues existen evidencias de que el acueducto todavía funcionaba en la primera mitad del siglo xx; por ejemplo, los restos del sifón que Romero de Terreros (1949) juzga como “moderno”.

Solamente se conservan dos fuentes: la de San Francisco cerca de Santa Isabel Tola y la segunda 500 m después del canal del Río de los Remedios. La primera se restauró, pero se perdieron los detalles de piedra labrada y se colocó una pequeña escultura de San Francisco remedando la original, pero de material suave, de tal manera que se encuentra mutilada; alguien mal intencionado destruyó la cara al santo a base de golpes con algún objeto contundente. La segunda se encuentra deprimida como 1.50 m. Sólo conserva la base con algunas piedras nuevas y ya no conserva ningún elemento de ornato.

Por la forma en que transmiten las cargas, los arcos son elementos rígidos y resistentes, a menos que sus apoyos se muevan por asentamientos o por efectos sísmicos (Meli, 1988). Los romanos creyeron que el arco de medio punto sólo transmitía fuerzas verticales a sus apoyos. En cambio, hoy se sabe que también generan fuerzas horizontales que son tomadas por los tímpanos y el confinamiento que dan los apoyos (Harvey, 1986). Durante la colonia, generalmente se siguieron las reglas empíricas propuestas por los constructores romanos (Vitruvius, 1960). En este sentido, la relación esbeltez definida como el cociente del claro del arco y su peralte (altura de las dovelas) debería estar comprendida entre 10 y 20. Una relación de esbeltez menor de 10 significa que el arco es muy robusto con resistencia mayor a la requerida. Una relación de esbeltez mayor de 20 representa un arco muy esbelto que puede fallar con sobrecargas. En el presente caso, la mayoría de los arcos cuentan con una relación de esbeltez de 5, y solamente algunos con mayor claro de 12. Por esta razón, los arcos del acueducto de Guadalupe son, en su mayoría, robustos y las fallas de algunos arcos no se deben a las cargas, sino a los asentamientos de la cimentación. La regla para establecer la profundidad de la cimentación era un décimo de la altura en terreno firme y un quinto de la altura en terreno blando. En el caso presente, la profundidad de la cimentación debería ser por lo menos de un metro, aspecto que no se cumple, ya que, como se mencionó antes, la profundidad real de la cimentación se encuentra entre 30 y 50 cm. Esto explica en parte por qué el acueducto es inestable. Se concluye que la concepción estructural original no fue adecuada, ya que por un lado los arcos se encuentran sobrados, pero por otro la cimentación es escasa.

5. Breve inventario

Con las reservas de algún error menor, los restos existentes del Acueducto de Guadalupe son: *a)* Arcos: 1 584 de diferentes dimensiones, 80% de ellos de 2 a 2.5 m de claro, sólo tres con claros de 7 a 7.5 m; de estos arcos 887 se encuentran en buen estado de conservación, 369 con daños moderados y el resto, o sea 328, con daños severos o en estado ruinoso; se opina que el acueducto nunca contó con los 2 300 arcos que las referencias antiguas mencionan. *b)* Contrafuertes: 60 pares, de los cuales 32 se encuentran en buen estado, 24 con diferente grado de afectación y cuatro en estado ruinoso. *c)* Cajas de agua: 13, cuatro con cúpula, sólo una de ellas conserva la linternilla, ocho con cubierta plana y hornacinas, sólo dos cuentan con una escultura religiosa pero ya no son las originales. Sobresale la caja distribuidora al final del acueducto que fue restaurada en 1970. *d)* Fuentes: dos, la

de San Francisco en Santa Isabel Tola y otra a unos 300 m aguas arriba de la intersección con el Río de Los Remedios; ambas muy reformadas y sin su función original. *e)* Lápidas con inscripciones: tres, la única en buen estado es la de la caja distribuidora hecha de alabastro, las otras dos de cantera muy maltratadas y ya ilegibles. *f)* Estructuras agregadas: seis, dos remates en el cruce con la avenida Insurgentes Norte, un monumento simbólico, dos ermitas en el tramo paralelo a la Avenida Río de Tlalnepantla y un arco reforzado con losa de concreto ya con serias deficiencias estructurales.

6. Propuestas para la conservación

El Acueducto de Guadalupe, por haber quedado prácticamente en todo su trayecto dentro de la zona urbana, y de su valor como monumento histórico, resulta importante un componente del paisaje y un elemento urbano que podría ser integrador de las actividades sociales en la zona. Su potencial para mejorar la calidad de vida de los vecinos y de los visitantes es indiscutible, pero se hace urgente su protección y reparación. Un criterio general debe considerar los siguientes preceptos fundamentales: *a)* garantizar la estabilidad estructural; *b)* proteger el monumento para impedir la demolición de tramos, como hasta ahora ha sucedido pretextando las obras viales e hidráulicas que la ciudad demanda, y *c)* rescatar las mejoras que se han hecho y que se encuentran deterioradas o fuera de servicio.

Por razones de espacio, en este trabajo se presentan propuestas generales relacionadas con la estabilidad estructural. De ser necesario se pueden desarrollar proyectos detallados que en su caso deberán ser aprobados por el INAH. Los arcos y contrafuertes con daño severo requieren de una recimentación, ya que la mera reparación de la base ha mostrado en la práctica que no es suficiente. Para lograrlo se recomienda el uso de micro-pilotes o la sustitución del terreno de sustentación con concreto ligero. En el primer caso, se hincan en el terreno elementos de confinamiento llamados micro-pilotes, que deben quedar lo más próximo posible a los soportes del acueducto y con separaciones no mayores de 0.50 m a fin de lograr un efecto confinante que impida asentamientos e inclinaciones. En el caso de sustitución del terreno, se debe excavar alrededor y por debajo del apoyo por tramos hasta llegar a un estrato resistente. El hueco se rellena con concreto ligero o concreto espumoso de consistencia fluida de tal manera que se cubra toda la superficie de contacto por efecto de la fuerza de gravedad (Das, 1999). En las zonas agrietadas o con pérdida de material se recomienda la inyección de mortero y la reposición del material débil o perdido; después de la inyección se deberán resanar las juntas deterioradas con mortero de cemento-cal-arena (Álvarez Buergo, 1994). En los

arcos cuyos soportes se han visto disminuidos por pérdida del material se propone además de la recimentación y previo apuntalamiento, retirar las piedras flojas y el material de las juntas deterioradas y reconstruir con mampostería de buena calidad. En las uniones de las partes nuevas con las antiguas se deberá usar mortero de baja retracción para prevenir agrietamiento (Calavera, 2005). En los tramos donde existen terraplenes recargados sobre la estructura del acueducto se recomienda construir muros de contención de concreto armado con una sólida base de sustentación, de tal manera aislar el monumento e impedir que el empuje de la tierra siga causando el desplomo de los arcos.

Análisis prospectivo

Por lo antes expuesto, se deduce que para 1949 el acueducto se había cortado en cuatro partes perdiendo aproximadamente 30 arcos; además, varios de sus componentes se encontraban deteriorados. Para el mes de abril de 2012 los cuatro cortes mencionados se ensancharon considerablemente y se realizaron otros siete cortes desde 10 hasta 300 m de longitud; a consecuencia, desaparecieron 716 arcos además de otras importantes obras. De esta manera, se puede calcular que desde la terminación de la obra hasta 1949, o sea 198 años, la obra del acueducto perdió aproximadamente 5% de su volumen. Pasados 63 años se ha perdido aproximadamente 30% más. De seguir esta tendencia en los próximos 30 años se podría perder más de la mitad de la obra y pudiera desaparecer en un escenario pesimista.

Si no se toman medidas efectivas para mantener en buen estado los restos existentes, se corre el riesgo de que se pierda este monumento como ocurrió con los acueductos de la Tlaxpana y el de los arcos de Belén, también llamado de Chapultepec, que durante gran parte de la época colonial llevaron agua a la Ciudad de México. El de la Tlaxpana fue puesto en servicio en 1620. Contaba con un millar de arcos de 7.0 m de claro y 5.0 m de altura y terminaba en una fuente ubicada en lo que hoy es la Av. Hidalgo atrás del Palacio de Bellas Artes. Según Villalobos (1623) era “obra poderosa, y no había maravilla romana, su semejante”. Notable también por llevar dos caños o atarjeas, la superior con el agua “delgada” (potable) de Santa Fe y la inferior con el agua “gorda” (salitrosa) de los manantiales de Chapultepec. Se demolió en diferentes etapas y para 1889 ya solamente quedaban dos arcos. En cuanto al acueducto Arcos de Belén, que inició servicio posiblemente en 1716, corría 4 kilómetros y contaba con 904 arcos de 2.65 m de claro y 4 metros de altura total todo construido de mampostería y ladrillo, terminaba en la Fuente del Salto del Agua. Para

1900 comenzó la demolición y sólo se respetaron 22 arcos que son los que existen en la actualidad. La fuente del Salto del Agua desapareció: se reconstruyó en 1940 por el escultor Guillermo Ruíz tomando como modelo un antiguo grabado.

La posible pérdida parcial o total del Acueducto de Guadalupe probablemente no tendría consecuencias tangibles, como tampoco lo tuvieron los casos mencionados, pero la pérdida de la herencia histórica y arquitectónica resultaría muy difícil de resarcir. Sería pues recomendable establecer un plan para su rescate y conservación y, si no se cuenta con recursos, por lo menos hacer el estudio documental que incluyera el levantamiento geométrico detallado, estudios arquitectónicos y constructivos, así como el reporte gráfico con un estudio fotográfico profesional y simulaciones gráficas tridimensionales usando programas de cómputo especializados.

La divulgación de los resultados de este estudio se asume de importancia para dar a conocer aspectos de esta obra que no se han reportado, para contar con un referente para estudios futuros y para buscar la sustentabilidad social en la zona, así como para tratar de que se tome conciencia de lo que ocurre o pueda ocurrir con otros monumentos inmuebles. Como ejemplos de la clase del estudiado y en una zona próxima, se mencionan los acueductos de Zempoala (también conocido como Arcos del Padre Tembleque), de Los Remedios, del Sitio y de Tepuxaco o Tepojaco (Ramírez, 1991). El de Zempoala es el más antiguo (1543-1560) pero el mejor conservado gracias a la solidez y buena calidad constructiva con que se hizo de principio (Valdés, 1945). El de Los Remedios resulta un caso singular, ya que las ruinas existentes corresponden a dos sistemas diferentes; el primero de 1616 consistía de un sifón del cual sólo se conservan las torres de oscilación que la voz popular les llama Los Caracoles y el segundo de 1764 consistente de una arcada de dos cuerpos del cual sólo se construyó el primero (García Gutiérrez, 1930). El estado de conservación es dudoso por la falta de mantenimiento y el maltrato de la gente. En todos los casos crece flora nociva en varias partes produciendo con el tiempo daños estructurales de consideración, que se supone relativamente fácil de remediar. Otro problema común son las pintas, asunto que es mucho más difícil de remediar, puesto que intervienen problemas políticos y sociales complejos. Los cercados y la vigilancia, a menos que fueran acciones permanentes, parece que no dan resultado a largo plazo y se tendría que pensar en acciones que ayuden a mejorar la zona al hacer participar a la sociedad mediante actividades culturales como turismo histórico y concursos de creatividad destinados principalmente a los jóvenes como certámenes de fotografía, acuarela y otras técnicas y hasta de *street art* en algunas partes del acueducto acondicionadas para tal efecto.

Otra propuesta que puede resultar positiva es trabajar en convenios de las instancias responsables, principalmente INAH y las instituciones de educación superior, para que equipos multidisciplinarios, principalmente arquitectura, ingeniería civil, urbanismo, turismo y ciencias sociales realicen estudios detallados de estos monumentos al elaborar un diagnóstico, establecer criterios de conservación y presentar propuestas alternativas e innovadoras para su rescate integral y posible utilización.

Discusión y conclusiones

El acueducto de Guadalupe sigue siendo una reliquia de primera importancia, catalogado como monumento inmueble nacional. A pesar de esfuerzos por mantener la obra en buen estado, supuestamente por falta de recursos y por el descuido y maltrato de la gente, se encuentra en condiciones de deterioro más severo que lo reportado en años anteriores, al grado de que algunos tramos se encuentran en riesgo de colapso. Son muchos los tramos desaparecidos para dar paso a obras modernas de vialidad. El acueducto y las obras complementarias en el tramo inicial han desaparecido por las obras urbanas realizadas, de manera que ya no existe ni la obra de la toma de agua ni la pila y presa correspondiente; también han desaparecido las dos primeras cajas de agua. El resto de las cajas de agua y dos fuentes originales siguen en pie, pero en muchos casos con mutilaciones y alteraciones, además, los trabajos de restauración sobre estos elementos han sido convencionales y prácticos sin cuidar los elementos

arquitectónicos que les daban valor. Las zonas ajardinadas, salvo en un tramo largo paralelo a la carretera Río Tlalnepantla, no han tenido el uso pretendido pues parece que no se ha contado con los recursos para mantener las obras en buen estado y los vecinos y los usuarios las descuidan y hasta las maltratan.

El futuro del acueducto es incierto porque siguen presentándose hundimientos del terreno de sustento, además de que la cimentación se hizo somera y débil de origen sin que se haya hecho algo efectivo al respecto. El problema se agrava al considerar que algunos tramos se encuentran ya muy dañados, en algunos casos, con riesgo de colapso. Por lo tanto, el rescate de esta obra requiere no sólo trabajos de mantenimiento y restauración, sino el reforzamiento de la cimentación y muchos de los arcos, así como de las cajas de agua. En este trabajo se presentaron criterios generales al respecto y se puede establecer que el rescate efectivo del acueducto demandará recursos cuantiosos y mucha voluntad.

Se fija como prioritario que exista un compromiso formal de los diferentes niveles de gobierno de, por lo menos, respetar los restos del acueducto y cesar las mutilaciones en aras de las obras urbanas (que siempre se podrán hacer sin destruir el monumento). Entre tanto, es recomendable emprender un trabajo técnico de mayor profundidad y detalle que el presente a fin de documentar con levantamientos, nivelaciones y estudios fotográficos el estado actual de lo que aún existe. De esta manera, por lo menos se lograría preservar la memoria de la existencia del Acueducto de Guadalupe.



Bibliografía

- Álvarez Buergo, B. M. (1994). *Restauración de edificios monumentales*. CEDEX. Ministerio de Obras Públicas. Madrid, España.
- Das, Braja M. (1999). *Principios de la ingeniería de cimentaciones*. Ciencias Thomson, España, Madrid.
- Calavera, J. (2005). *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado*. Tomo 1. 2ª edición. INTEMAC, España.
- Carrillo y Pérez, I. (1797). *Pensil americano*. Vol. 3, Núm. 2. México.
- El Universal* (2006). *Reportaje sobre las obras de rescate del acueducto de Guadalupe*. (2 de agosto, sección capital).
- Fernández del Castillo, F. (1931). *México y la Guadalupana cuatro siglos de culto a la Patrona de América*. México.
- García Gutiérrez, J. (1921). *El acueducto de Santa María de Guadalupe en la Rosa del Tepeyac*. México.
- García Gutiérrez, J. (1930). *Apuntamientos para la historia de la introducción del agua potable en los Remedios*. Boletín de la sociedad mexicana de geografía y estadística. México.
- Harvey, B. (1986). *Testing Times for Arches*, *New Scientist*. Vol. 2, Núm. 5. May-June.
- INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia) (2003). *Ley Federal de Monumentos y Zonas Arqueológicas*. Gobierno Federal, México.
- Meli, R. (1988). *Ingeniería estructural los monumentos históricos*. Fundación ICA. México.
- Ramírez, H. (1991). *La construcción en el Estado de México: estudio técnico con referencia histórica*. El Colegio Mexiquense, México.
- Rivera Cambas, M. (1985). *México pintoresco, artístico y monumental* (México 1880-1883). Tomo III. Editorial del Valle de México, México.
- Romero de Terreros, M. (1949). *Los Acueductos de México en la Historia y en el Arte*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Estéticas, México.
- Torre, J. de la (1777). *La villa de Guadalupe Hidalgo*. Imprenta de la Ciudad, México.
- Valdés, O. (1945). *El Padre Tembleque*. Biblioteca Enciclopedia del Estado de México, México.
- Villalobos, A. de (1623). *La fábrica de la Tlaxpana*. Centro de Historia Mercurio, México
- Vitruvius Pollio, M. (1960). *The Ten Books of Architecture*. Dover, New York.