



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA**

Facultad de Arquitectura
Instituto de Investigaciones Históricas
FES Aragón

**El valor patrimonial de las obras de infraestructura hidráulica
de la Ciudad de México del periodo 1903-1913: testigos de una
modernidad materializada. La Casa de Bombas no. 3 Nativitas**

Tesis que para optar por el grado de
MAESTRA EN ARQUITECTURA

En el campo de conocimiento de
RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

PRESENTA:
Rocío Bárbara Euroza Antúnez

TUTOR PRINCIPAL
Dr. Alejandro Leal Menegus
UNAM / Facultad de Arquitectura / CIAUP

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
Dra. Mónica Elena Silva Contreras
UI/DAUIC

Dr. Gerardo Guadalupe Sánchez Ruiz
Urbanismo FA UNAM/CyAD/UAM-A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

La posibilidad de cursar la Maestría en Restauración del Patrimonio Arquitectónico, realizar el trabajo de investigación y la redacción de esta tesis, fue gracias al apoyo moral y económico, de diversas instituciones y personas, por ello agradezco:

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de adquirir y consolidar conocimientos para disponerlos a la sociedad. A los docentes, investigadores y administrativos del Posgrado de la Maestría en Arquitectura, a la especialidad de Restauración del Patrimonio Arquitectónico y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología México por la beca otorgada durante dos años de estudio.

A los Miembros del Comité Tutor, agradezco la dedicación, la diversidad de perspectivas y el tiempo consentido para el progreso esta tesis: al Dr. Alejandro Leal Menegus por su adecuada y paciente dirección; a la Dra. Mónica Elena Silva Contreras por su guía para entender diversas posturas que favorecieron la argumentación y la reflexión, así como sus valiosas críticas; al Dr. Gerardo G. Sánchez Ruiz por su colaboración y perspectiva histórica para consolidar conocimientos multidisciplinarios. A las sinodales lectoras de tesis, Mtra. Yumari Pérez Ramos y la Mtra. Gabriela Vázquez por las recomendaciones, cuestionamientos prospectivos y consejos para concluir el trabajo realizado.

A mi familia que me acompaña en mis logros académicos y profesionales. A mis compañeros estudiantes y colegas, las personas de diversas bibliotecas, instituciones y dependencias públicas que de manera indirecta contribuyeron a la consolidación de este trabajo y que no menciono en este reconocimiento.

**El valor patrimonial de las obras de infraestructura hidráulica
de la Ciudad de México del periodo 1900-1917:
testigos de una modernidad materializada.
La Casa de Bombas no. 3 Nativitas**

CONTENIDO

Introducción	I
I. Las obras de aprovisionamiento de agua de la Ciudad de México en el periodo de 1900 a 1917	01
1.1 El papel del higienismo en la planeación y la reorganización moderna de la Ciudad de México	02
1.2 Los componentes de la infraestructura urbana: el saneamiento y el desagüe, así como las obras de aprovisionamiento de agua	09
1.3 Las obras de abastecimiento de agua de la Ciudad de México en el periodo de 1900 a 1917	12
1.4 La valoración patrimonial de las obras de aprovisionamiento de agua de la Ciudad de México	31
II. Las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa en el periodo de 1903 a 1913	35
2.1 La modernidad técnica y tecnológica materializada	36
2.2 El conjunto de las Casas de Bomba de Xochimilco	41
2.3 Las transformaciones de las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa	61
2.3.1 La relación del Xochimilco turístico dentro del emplazamiento	75
2.4 La valoración patrimonial de las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa	77

III. La Casa de Bombas no. 3 Nativitas en Xochimilco de 1905 a 1908	81
3.1 La estación de bombeo como ampliación del pozo brotante de Nativitas en Xochimilco.	82
3.2 Las transformaciones de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas y su emplazamiento inmediato	102
3.3 La valoración patrimonial de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas	116
3.3.1 La conservación activa como instrumento de intervención patrimonial	120
CONCLUSIONES	125
FUENTES	130
Primarias	
Archivos	
Secundarias	
Bibliografía	
ANEXOS	136

RESUMEN

La tecnificación ha jugado un papel capital en la provisión de agua de las ciudades; el caso de la Ciudad de México no ha sido diferente. En la historia de su abastecimiento se han superpuesto distintas tecnologías hidráulicas, incluidas las anteriores a su fundación en el periodo prehispánico, durante su desarrollo en el virreinato, en el fulgurante crecimiento de los siglos XIX y XX, hasta la actualidad.

No obstante, en términos tecnológicos, un punto de inflexión sobresaliente sucedió a finales del siglo XIX cuando el abastecimiento de agua representó un reto técnico mayor. Este cobró importancia a medida que se urbanizó el medio natural y se consolidó el progreso urbano. Los medios planteados no solo encarnaron los adelantos científicos del periodo, sino que resultaron un cambio significativo respecto a las soluciones históricas anteriores. Su materialización simbolizó la idea de la modernidad de la época mediante el desarrollo e incorporación de distintas tecnologías urbanas, ambientales y constructivas, su integración pretendió el mejoramiento de las condiciones urbanas existentes.

Tal es el caso de la Casa de Bombas de Nativitas en Xochimilco, que fue parte del sistema de cuatro casas de abastecimiento construido en el periodo 1900-1917, reunió los ideales del positivismo, el higienismo y se materializó una idea de la modernidad. De forma específica, la arquitectura ecléctica del inmueble integró al concreto armado en su construcción, lo que representó un avance constructivo técnico. Se concibió simbólicamente como el hogar de un motor eléctrico, la *Casa de Bombas*, que correspondió al dominio hidráulico con el progreso tecnológico, de manera que reunió electricidad y mecanización en los procesos de extracción. La combinación de estos aspectos consolidó una alegoría a la modernidad que partió de la construcción de la envolvente arquitectónica de una máquina. Además, implicó nuevas formas de concebir y valorar a la arquitectura a partir de la racionalidad y la fabricación en serie tanto de elementos estructurales como de componentes estilísticos. Esta disposición proporcionó economía en los procesos constructivos y caracterizó a la gestante arquitectura técnica.

Con el paso del tiempo, la Casa de Bombas sumó modificaciones que alargaron su vida útil dentro del sistema de abastecimiento de agua. No obstante, quedó obsoleta en 1975 cuando la sobre explotación hídrica agotó el manantial. Este hecho causó la degradación del terreno y comenzó una etapa de deterioro acelerado. De manera particular, problemáticas en la cimentación se extendieron a la estructura y se acrecentaron con el sismo de septiembre del 2017, cuyas particularidades ruinosas y de abandono refieren su situación actual.

El emplazamiento urbano inmediato de la Casa de Bombas se define por el Bosque de Nativitas y el pueblo de Santa María Nativitas, de donde toma nombre. Incluye la memoria histórica del agua que brotaba de los manantiales Nativitas y Quetzalapa, que subsiste en el imaginario colectivo y los retoma nombrando inmuebles colindantes trascendentales ejemplo de arquitectura industrial como el restaurante *Los manantiales*, diseñado en 1957 por Joaquín Álvarez Ordoñez y Félix Candela. Igualmente, se relaciona con los canales remanentes de la vida lacustre de Xochimilco entre los que sobresale el denominado Nativitas Zacapa.¹

En ese sentido se plantea la valoración patrimonial de las obras de infraestructura hidráulica de la Ciudad de México del periodo de 1900 a 1917 a partir de la relación entre el entorno ecológico con el entorno urbano arquitectónico. Este nuevo entendimiento de las obras hidráulicas permite valorarlas de forma tripartita: parte del aspecto simbólico de modernidad que incorporaron las obras hidráulicas con el dominio mediante la técnica y tecnología moderna sobre el abastecimiento; relaciona la importancia de los componentes, incluida la Casa de Bombas no. 3 que se construyó a partir de una arquitectura técnica ecléctica de concreto; finalmente, y de forma paradójica, como testimonio de una proeza técnica monumental que inició un cambio ambiental con la transformación urbana y un problema ecológico emergente en el valle de México. Esta situación compleja actual concentrada en la zona de los manantiales de Nativitas propone la conservación patrimonial.

¹ Este conjunto de inmuebles se encuentra dentro del área de la UNESCO. La importancia de pertenecer a este perímetro es que el concepto de bien público global asocia la conservación de bienes y sitios naturales o edificados, de manera que la preservación del patrimonio arquitectónico se encuentra intrínsecamente ligado. Consultado en febrero de 2019. <https://sic.cultura.gob.mx/documentos/1831.pdf>

INTRODUCCIÓN

Esta investigación partió del cuestionamiento sobre las condiciones actuales de decadencia y abandono de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas en Xochimilco y la necesidad de revaloración patrimonial como elemento de las obras de aprovisionamiento hídrico de la Ciudad de México de principios del siglo XX.

Así, la hipótesis propone que, a finales del siglo XIX, se presentaron carencias de suministro hídrico debido a la descendiente cantidad y calidad de agua provistas por las fuentes contemporáneas. La Casa de Bombas Nativitas, permitió el abastecimiento en la infraestructura hidráulica de la Ciudad de México de principios del siglo XX. A lo largo del tiempo, la estación de bombeo quedó obsoleta cuando la sobreexplotación hídrica agotó el manantial. Posteriormente, el terreno se desconsolidó y comenzó la degradación del inmueble al integrar los daños acumulativos de sismos, el medio alterado y los sistemas constructivos como hechos causales del progresivo deterioro.

La exploración aplicó el conocimiento transductivo² que situó a la Casa de Bombas no. 3 Nativitas dentro del extenso sistema de aprovisionamiento de aguas de la Ciudad de México durante la temporalidad de 1900 a 1917. Posteriormente el contenido desarrolló una doble perspectiva de los objetos arquitectónicos y urbanos,³ la visión histórica y la valoración actual. Posteriormente el inmueble histórico como universo documental particular permitió la conservación activa en la búsqueda de la legibilidad histórica. En ese sentido, el análisis arquitectónico y el emplazamiento urbano incluyeron los sistemas constructivos históricos y la situación actual de decadencia guiaron los criterios de intervención patrimonial.

El primer capítulo retomó la perspectiva histórica higienista de Sánchez Ruiz⁴ como medio de planeación y reorganización de la Ciudad de México a principios del siglo XX. Esta contextualización integró a la infraestructura y superestructura en las transformaciones urbanas, destacándose el aprovisionamiento de agua. El apartado se completó con las labores

² El descubrimiento inductivo implica la colección y reordenación de datos para llegar a una nueva categoría, concepto o generalización. El descubrimiento deductivo relaciona ideas generales, con el fin de llegar a enunciados específicos. En el pensamiento transductivo se relaciona este conocimiento entre analogías o correlaciones.

Bruner, J.S. *La importancia de la educación* (España: Paidós, 1987).

³ Koyre, Alexandre. *Estudios de historia del pensamiento científico* (México: Siglo veintiuno editores, 1977).

⁴ Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013).

de reorganización jurídica, administrativa y política del recurso hídrico. Posteriormente, los alcances de la construcción determinaron los estudios de factibilidad, las obras preliminares directrices y el funcionamiento general del sistema. La perspectiva actual partió de la teoría sistémica de Bunge⁵ que permitió dividir el funcionamiento general en dos conjuntos que trabajaron a lo largo de casi medio siglo: el abastecimiento y la distribución. El primero constituyó las fuentes abastecedoras de Xochimilco hacia la Condesa. El segundo consolidó la regulación y la distribución urbana de la Condesa a Chapultepec a la Ciudad de México.

El segundo capítulo particularizó al abastecimiento y la distribución resueltos con el dominio del agua desde la perspectiva técnica moderna. Así se presentó la materialización de las obras con el uso pionero del concreto en la arquitectura técnica y se describió la tecnología mecanizada mixta de la extracción hídrica. La trayectoria de la infraestructura hídrica extendió subconjuntos arquitectónicos singulares y redes subterráneas imperceptibles. Argumentó Marroquín y Rivera, que el gran condicionamiento fue la diferencia de alturas entre los lagos. Esto significó el recorrido de una pendiente diferenciada de 50 metros de altura entre las fuentes abastecedoras y la ciudad, así como la garantía de dotación urbana. La experiencia de las soluciones constructivas reflejó una cultura tecnificada según expresado por Leal et al.⁶ No obstante, a través de los años, este conjunto de innovaciones presentó diversas durabilidades, transformaciones y obsolescencias.⁷

En el tercer capítulo se apropió el patrimonio arquitectónico como instrumento de conservación mediante la valoración patrimonial de Françoise Choay,⁸ que integró a la arquitectura técnica en las estaciones de bombeo eclécticas construidas con concreto armado a lo largo del abastecimiento hídrico en Xochimilco. De esto resultó el análisis integral sobre la transformación de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas y de su emplazamiento inmediato. El inmueble se construyó en 1908 sobre un manantial, la solución constructiva más factible fue el uso del concreto debido al ambiente hídrico condicionante, de este se derivó el

⁵ Bunge, Mario. *Emergencia y convergencia* (Argentina: GEDISA Editorial, 2004) 25-32.

⁶ Leal, Castañeda, Falcón, Gutiérrez y Padilla. *El desarrollo de una cultura tecnológica, 1908-1935 Tres revistas de ingeniería de comienzos del siglo XX en México.* (México: Seminario de Cultura tecnológica I. FESA.UNAM, 2021).

⁷ Los primeros destacaron el funcionamiento mediante los cambios en las rutas de extracción (esto resaltó la sobreexplotación ecológica de los mantos acuíferos) en el abastecimiento urbano. Los segundos desarrollaron la intervención patrimonial de los inmuebles históricos.

⁸ Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio* (España: Gustavo Gili, 2007), 163-165.

experimental cajón de cimentación que extendió marcos rígidos de hierro revestido en concreto. Por su parte el muro distinguió tres elementos: acabados exteriores, sección estructural y acabados interiores. Esta diferenciación seccionó a la estructura de los muros perimetrales que desarrollaron la estética ecléctica del inmueble. El emplazamiento urbano se definió por el Bosque de Nativitas y el pueblo de Santa María Nativitas. Incluyó la memoria histórica de los manantiales brotantes Nativitas y Quetzalapa, que ha subsistido en el imaginario colectivo y se ha retomado en el nombramiento de inmuebles colindantes trascendentales de arquitectura industrial como el restaurante *Los manantiales*. Igualmente, se relacionaron los canales remanentes de la vida lacustre de Xochimilco con el embarcadero Nativitas Zacapa.

Por su parte, las investigaciones precedentes de las obras de aprovisionamiento de agua de la Ciudad de México de principios del siglo XX se abordaron desde distintas directrices. Sobresalió el aprovechamiento y gestión del agua, la sustentabilidad ecológica, así como la planeación urbana. De igual modo la historia del cemento en México involucró la perspectiva histórica industrial. Además, se observaron pocas investigaciones que partieron de un caso de estudio con este pionero producto constructivo y desde la perspectiva de la intervención patrimonial. La aportación singular de la investigación fue la descripción sobre la capacidad real del concreto pionero, que describió la actual degradación estructural del inmueble histórico.

En la lectura especializada sobresalieron los textos *Semblanza Histórica del Agua en México*,⁹ *El agua y la Ciudad de México, de Tenochtitlan a la megalópolis del siglo XX*,¹⁰ así como *El agua en México: cauces y encauces*,¹¹ que relacionaron las temporalidades más trascendentales con sus respectivos avances tecnológicos y técnicos constructivos. Por su parte *Precursores del urbanismo en México*¹² analizó la perspectiva histórica de la obra hidráulica e interpretó al higienismo en la organización y planificación moderna de las

⁹ Agua., Comisión Nacional del. *Semblanza histórica del agua en México* (México: CNA.SEMARNAT , 2009).

¹⁰ Legorreta Gutiérrez, Jorge. *El agua y la ciudad de México: de Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI* (México: UAM-Azcapotzalco. DCSH, 2006).

¹¹ Jiménez Cisneros, Blanca, María Luisa Torregrosa y Armentia, y Luis Aboites Aguilar. *El agua en México: cauces y encauces* (México: AMC.UNAM.CNA, 2010).

¹² Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013).

ciudades, esta contextualización consolidó la interpretación arquitectónica higienista del inmueble. Una tercera guía fue el *Proyecto de Abastecimiento y Distribución de Aguas Potables para la Ciudad de México* y la *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*¹³ de la que se desprendieron fechas, personajes involucrados, los estudios previos y los procesos constructivos. Figuraron planos generales, fotografías de procesos constructivos, una descripción cercana a la cuantificación de la obra y la descripción de la maquinaria. Su importancia radicó en la experiencia adquirida con el uso de productos y materiales constructivos modernos. En ese sentido, la perspectiva entre la ciencia, la ingeniería y la tecnología se referenciaron como antecedentes de la arquitectura moderna tecnificada en *Tres revistas de ingeniería de comienzos del siglo XX en México*.¹⁴

La analogía para la valoración patrimonial se encontró en *Les Patrimoines De L'eau*,¹⁵ como un ejemplo de conservación y puesta en valor de los elementos modernos del patrimonio hidráulico de París del siglo XIX. Esta afinidad consideró la trascendencia del patrimonio del sistema de aprovisionamiento hidráulico de la Ciudad de México a principios del siglo XX. Se completó esta perspectiva con *Patrimonio Industrial en las Periferias Urbanas*, que especializó las intervenciones patrimoniales sobre áreas de aprovisionamiento hídrico e industriales.¹⁶ Esto permitió entender al paisaje del abastecimiento como elemento compuesto: provisión de un recurso natural (ecosistema local lacustre chinampas/canales), extensión territorial (vocación de servicio y de delimitación urbana), y su relación con las técnicas y tecnologías (extracción y arquitectura) constructivas y de abastecimiento.

*Un siglo de cemento en Latinoamérica*¹⁷ y *Evolución tecnológica del concreto y la arquitectura contemporánea*¹⁸ acercaron la historia del producto constructivo desde la

¹³ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México* (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

¹⁴ Leal, Castañeda, Falcón, Gutiérrez y Padilla. *El desarrollo de una cultura tecnológica, 1908-1935 Tres revistas de ingeniería de comienzos del siglo XX en México* (México: Seminario de Cultura tecnológica 1. FESA.UNAM, 2021).

¹⁵ Picon, Guillaume. *Picon, Guillaume. Les Patrimoines De L'eau (French Edition)* (France: CHC. PE. CMN, 2019).

¹⁶ Layuno Rosas, Ángeles y Pérez Palomar, Vicente. *Patrimonio Industrial en las Periferias Urbanas* (España: UA. SPAAH, 2016)

¹⁷ De las Cuevas Toraya, Juan. *Un siglo de cemento en Latinoamérica* (México: IMCYC, 1999).

¹⁸ Ortega González, Arturo. *Ortega González, Arturo. Evolución tecnológica del concreto y la arquitectura contemporánea* (México: IMCYC, 1999).

perspectiva industrial. La lectura *Concreto Armado Modernidad y Arquitectura en México*¹⁹ desarrolló paradigmas sobre la historia del producto constructivo en México, esta reinterpretación partió del sistema armado de patentes Hennebique en México. En ese sentido se asoció la modernidad en la arquitectura técnica de las instalaciones de bombeo con la tecnología del producto constructivo innovador en el dominio del agua. Una analogía importante sobre el desarrollo histórico del concreto en Francia se encontró en *Hormigón. Historia de un material*.²⁰ Se complementó esta equivalencia con *Concrete. Case Studies in Conservation Practice*,²¹ cuyos casos de intervención patrimonial reconocieron que los procesos técnicos de la restauración parten de técnicas que favorecen las capacidades de conservación del producto constructivo histórico dominante con las tecnologías actuales.

En este conjunto de literatura especializada, se halló una vinculación no explorada de la obra hidráulica de la Ciudad de México en la transición de siglos del XIX al XX. Así, la aportación integral sobre los paisajes, el agua, las técnicas constructivas y la tecnología mecanizada relacionó a la Casa de Bombas no. 3 Nativitas con las obras de infraestructura hidráulica de la Ciudad de México en el periodo de 1900 a 1917. Esta investigación pretendió una descripción histórica cuya consolidación partió con la perspectiva patrimonial urbano-arquitectónico y como un sistema de infraestructura hídrica significativa.

¹⁹ Silva Contreras, Mónica. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914* (México: UI. BFJC, 2016).

²⁰ Simonnet, Cyrille. *Hormigón historia de un material. Economía, técnica, arquitectura* (España: Nerea, 2009)

²¹ Croft, Catherine, y Susan Mac Donal. *Concrete. Case Studies in Conservation Practice* (USA: CMH.CMAI.CGI. Getty Publications, 2018).

**I. Las obras de aprovisionamiento de agua de la Ciudad de México
en el periodo de 1900 a 1917**

1.1 El papel del higienismo en la planeación y la reorganización moderna de la Ciudad de México

El siglo XIX destacó por los numerosos cambios económicos y sociales, sucedidos en Europa y consecutivamente en América a partir de la revolución científica, industrial y burguesa. Las modificaciones trazaron la emergencia de una sociedad técnica y urbana contrastante a la antigua sociedad preindustrial y rural tradicional. La diferencia que, sumada a la progresiva migración del campo a las ciudades, así como la búsqueda de mayores oportunidades agravaron el acelerado proceso de urbanización. Este último entendido como problemática incluyó al crecimiento dispar, el hacinamiento poblacional y constructivo, el deterioro ambiental disminuyendo la entonces precaria salubridad.¹ Particularmente, una solución fue el *higienismo* entendido como la planificación moderna de ciudades:

Fue generando un andamiaje teórico, técnico, jurídico y administrativo, con el que se dio a la tarea de atender los impactos a los estilos de vida de quienes se agolpaban en las ciudades y eran objeto de hacinamiento, insalubridad, contaminación, falta de espacios verdes, etcétera.²

Este movimiento cultural que relacionó a la ciencia con la ciudad,³ también procuró la mejora de las condiciones de vida urbana. Además, fue resultado de la participación conjunta entre médicos, ingenieros y arquitectos, quienes generaron escritos para la mejora de los hábitos cotidianos, intelectuales e ideológicos. Los medios de difusión fueron las asociaciones científicas, publicaciones, conferencias y congresos, así como las ferias internacionales. Estos acercamientos culturales organizaron argumentos, se convirtieron en recomendaciones, posteriormente en ministerios y legislaciones, las obras públicas materializaron dichos cambios. Así contribuyeron Joseph Stüben, A.E. Brinckmann, Frederik Law Olmsted, Charles M. Robinson, Daniel Burnham, Eugene Henard, Patrick

¹ Palomero González, José Antonio, Alvaríño Serra Patricia. «La Importancia del Higienismo y la potabilización del agua en la ciudad de Valencia (1860-1910).» *Investigaciones Geográficas (Esp)*, núm. 65.2016: 45-55.

² Sánchez Ruiz, Gerardo. *Planeación moderna de ciudades* (México: Trillas, 2009), 17.

³ Tenorio Trillo, Mauricio, trad. de Noriega Rivero, Gerardo, y Juan Tovar. *Hablo de la ciudad. Los principios del siglo XX desde la Ciudad de México* (México: FCE, 2017), 365-370.

Geddes y John Nolen. Entre ellos sobresalió Reinhard Baumeister,⁴ quien estructuró el crecimiento urbano con la zonificación funcional y la ingeniería sanitaria.

Sin embargo, las ciudades no solo buscaron liberarse de las epidemias adolecidas, también encaminaron el embellecimiento del espacio público con la infraestructura mediante la introducción de sistemas de drenaje, saneamiento y conducción de agua potable; así como de la superestructura, con la apertura y ensanche de calles, pavimentación, jardines y conservación forestal,⁵ recogida de basuras,⁶ embellecimiento de edificios y luz eléctrica en la consolidación urbana.⁷ Fueron las particularidades geográficas e hidrológicas de las urbes las que guiaron esta planeación, posteriormente fue la construcción la que materializó estas medidas.⁸

Así, el primer proyecto de transformación urbana fue París (ver fig. 1 2 3 y 4),⁹ posteriormente siguieron Londres, Hamburgo, Frankfurt, Berlín, Barcelona, Nueva York o Chicago convirtiéndose en modelos del progreso social, económico e industrial.

Entre la transición de siglos XIX al XX, las ciudades de América Latina comenzaron sus modificaciones. Los higienistas latinoamericanos convencidos de la influencia entre lo moral y lo material¹⁰ también pretendieron la mejora de la vida urbana.

⁴ *Stadterweiterungen in Technischer, Baupolizeilicher und Wirtschaftlicher Beziehung* (1876), documento que sentó las bases del *Städtebau, town planning* (construcción de ciudades o planeación moderna de ciudades). Sánchez Ruiz, Gerardo. *Planeación moderna de ciudades*. México: Trillas, 2009.

⁵ Vitz, Matthew. *A City on a Lake: Urban Political Ecology and the Growth of Mexico City*. (USA: Duke University Press, 2018), 11.

⁶ Palomero González, José Antonio, Alvaríño Serra Patricia. «La Importancia del Higienismo y la potabilización del agua en la ciudad de Valencia (1860-1910).» *Investigaciones Geográficas (Esp)*, núm. 65.2016: 45-55.

⁷ Se trató de un programa urbanístico a escala de toda la ciudad y basado en razones políticas, económicas, funcionales (higienistas, sanitarias, de vialidad) y estéticas.

⁸ Destacaron los materiales modernos como el concreto armado. En la primera Exposición Universal de Londres en 1851, los ingenieros franceses descubrieron los méritos de la sección ovoide de la red de alcantarillado londinense. La modificación francesa consistió en agrandarla, consolidarla con paredes de concreto armado liso y usarla en el aprovisionamiento hídrico. Konstantinos Chatzis, «Eaux de Paris, eaux de Londres Quand les ingénieurs de la capitale française regardent outre-Manche, 1820-1880 », *Documents pour l'histoire des techniques*, 19 | 2010, 209-218. <http://journals.openedition.org/dht/1455>; DOI: <https://doi.org/10.4000/dht.1455>

⁹ El Barón Georges-Eugène Haussmann prefecto del Sena en 1853 actualizó el abastecimiento hídrico de París a la par de las obras de desagüe. La primera reforma sucedió entre 1853 y 1870, se encomendó a Eugène Belgrand, quien aprovechó el principio de suministro de agua por gravedad, adaptó los sistemas de aprovisionamiento histórico anteriores y distribuyó tanto al centro de la ciudad como a las áreas suburbanas.

Picon, Guillaume. *Picon, Guillaume. Les Patrimoines De L'eau (French Edition)*. (France: CHC. Editions du Patrimoine CMN, 2019).

¹⁰ Agostoni, Claudia. *Monuments of progress. Modernization and public health in Mexico City, 1876-1910* (México: Calgary, UCP. UPC. UNAM IIIH, 2003), 21-22.

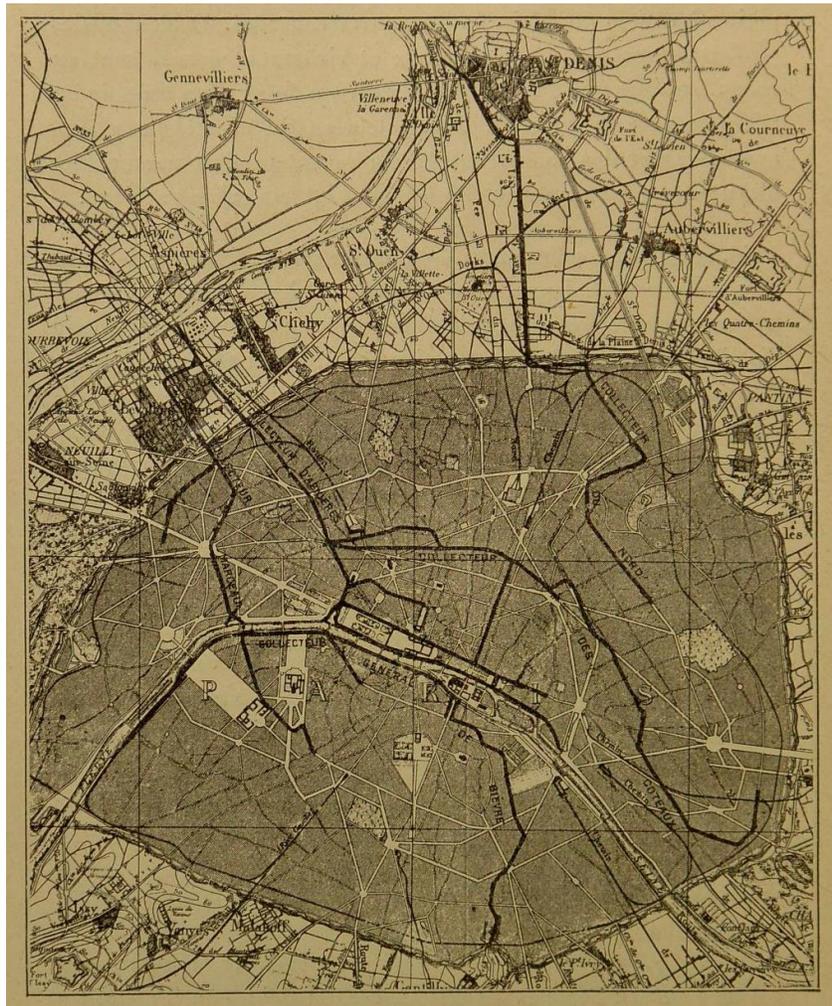


Fig. 1. l'assainissement, Seine (France). Service technique des eaux et de. *Notice sur le service des eaux et de l'assainissement de Paris.* (France: C. Béranger, 1900), 42. *Plan des collecteurs 1878.* El plano desarrolla los suministradores principales de la ciudad de Paris de 1878

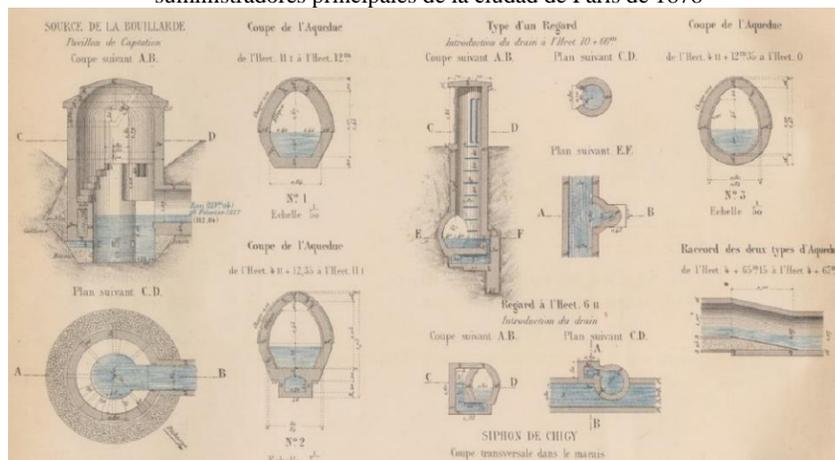


Fig. 2. Belgrand, M. *Les Travaux Souterrains de Paris. IV. Les Eaux Nouvelles.* Atlas. (Paris: Libraire des Corps des Ponts et Chaussées, 1882), 29. *Travaux d'art dans la région des sources.* diversas secciones de tubería en fuentes colectivas.

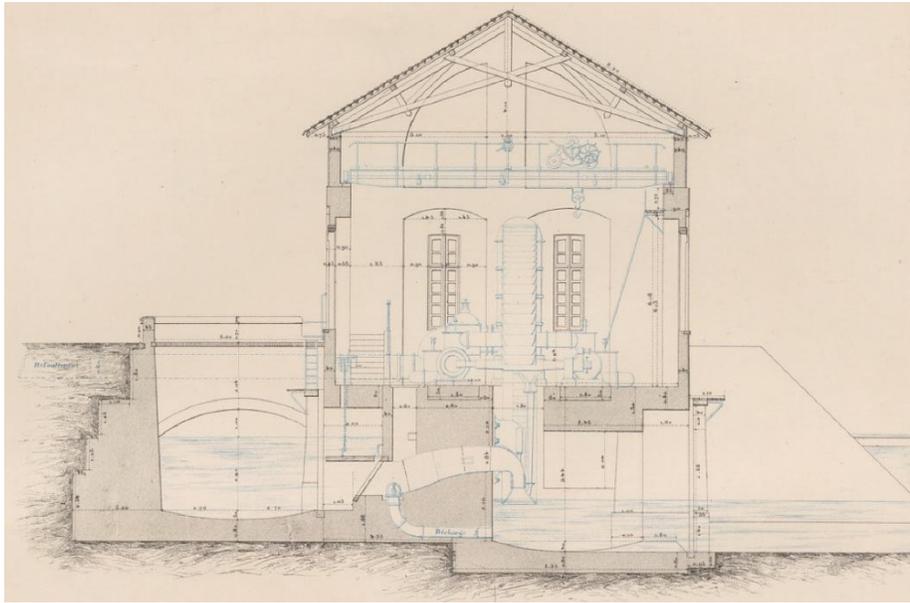


Fig. 3. Belgrand, M. Les Travaux Souterrains de Paris. IV. Les Eaux Nouvelles. Atlas. (Paris: Libraire des Corps des Ponts et Chaussées., 1882), pl 18. *Usine Hydraulique d'isles les meldeuses. Seine et Marne. Coupe transversale*, Sección transversal. Conector entre las estaciones de bombeo Sena y Marne.

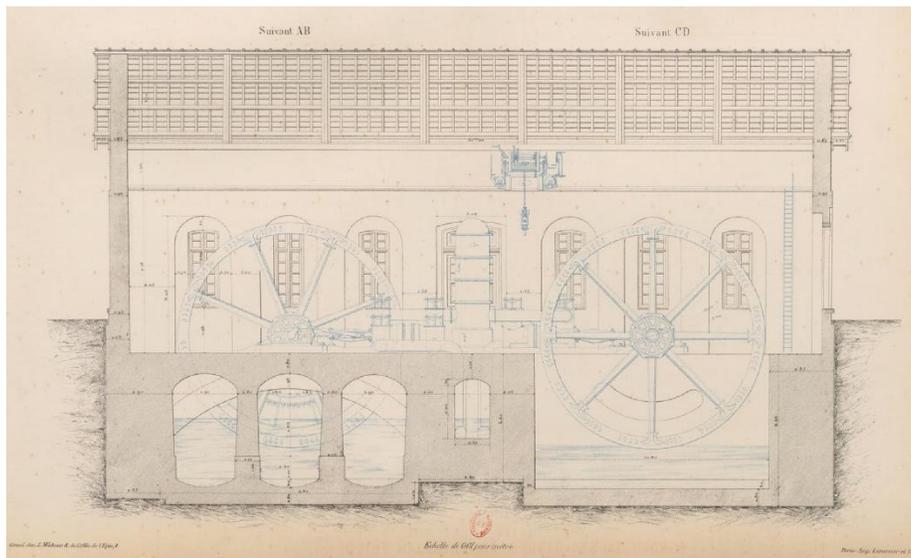


Fig. 4. Belgrand, M. Les Travaux Souterrains de Paris. IV. Les Eaux Nouvelles. Atlas. (Paris: Libraire des Corps des Ponts et Chaussées., 1882), pl 18. *Usine Hydraulique d'isles les meldeuses. Seine et Marne. Coupe transversale*, Sección longitudinal. Conector entre las estaciones de bombeo Sena y Marne.

En México, las modificaciones urbanas que asociaron al espacio público con la sociedad también construyeron a la ciudad moderna. Sobresalió la figura del especialista, que, desde la ciencia y las técnicas, organizó la política pública al establecer nuevos modos de vida.

En ese sentido a mediados del siglo XIX resaltaron personajes de diversas preparaciones como los doctores Domingo Orvañanos, Manuel Uribe, Eduardo Liceaga, Ricardo Marín, Anselmo Camacho y los ingenieros Roberto Gayol, Guillermo Beltrán y Puga, Miguel Ángel de Quevedo, Luis Espinosa, y Manuel Marroquín y Rivera.

El caso de la Ciudad de México a finales del siglo XIX alcanzó importancia debido a la centralidad política, económica y cultural que le identificaba,¹¹ sumada la relativa estabilidad social que permitió tanto las reformas higienistas, la planificación urbana, como la creación de un simbolismo oficial nacionalista.¹² Posteriormente, la materialización de estos cambios integró en la modernidad, a las artes, la técnica y la tecnología (ver fig. 5).



Fig. 5. Hamel, Edmond. *El Paseo de la Reforma*. Ca 1915. El porfiriato representó un periodo que permitió avances técnicos y tecnológicos en las transformaciones urbanas en la Ciudad de México. Gregory Leroy C.P. Imagen descargada de <https://earlylatinamerica.wordpress.com>

¹¹ Tenorio Trillo, Mauricio, trad. de Noriega Rivero, Gerardo, y Juan Tovar. *Hablo de la ciudad. Los principios del siglo XX desde la Ciudad de México* (México: FCE, 2017), 20.

¹² *Ibidem*, 39.

Esta visión centralizada de la ciudad permitió un desarrollo regional semiautónomo,¹³ sus transformaciones constituyeron una ciudad ideal dentro de la ciudad histórica con marcadas diferencias y problemáticas.¹⁴ La razón positivista de estas incertidumbres fue la afirmación de que las enfermedades se originaban dentro del medio social a partir de factores ambientales.¹⁵

Así, la amenaza social se vinculó con la pobreza, la expansión urbana y la migración rural. Por su parte, el riesgo ambiental concernió a la fundación de la ciudad dentro de una cuenca endorreica lacustre, que, aunada a la deficiencia de la infraestructura existente, no permitió la entrada y la salida natural de las aguas urbanas. De estas condicionantes se derivaron dos problemáticas intrínsecamente ligadas: el saneamiento y desagüe, así como la distribución hidráulica.

El primer problema se estableció con la constitución poco profunda de casi todos los lagos componentes de la cuenca y la no potabilidad de dichas aguas. Adicionalmente, este conjunto de aguas estancas e insalubres sin salida natural se remató con la constancia de inundaciones en temporales pluviales. Posteriormente el escenario se extendió cuando el lago de Texcoco se consideró como el drenaje expuesto urbano.¹⁶

De manera análoga, el reto de la distribución hidráulica conformó los peligros integrados por el desecamiento y escasez parcial de las fuentes de abastecimiento comunales, así como la progresiva contaminación del agua al conducirse por atarjeas y acueductos a cielo abierto, cuya distribución además fue comunal. Se adicionó la falta de mantenimiento y de continuidad en las obras públicas de aprovisionamiento, que extendieron esta cuestión en la ya austera dotación de agua. Como resultado, el servicio público de esa época caracterizó variaciones en la presión, creciente contaminación, así como progresivas fugas.¹⁷

¹³ Castro, J.J. (trad. Rolland Constantine, Jorge Modesto). *Apóstol del progreso, Modesto C. Rolland, el progresismo global y la ingeniería en el México posrevolucionario*. (México: Alternativa Editorial, 2020), XXII.

¹⁴ Christlieb, Federico Fernández. «La influencia francesa en el urbanismo de la ciudad de México: 1775-1910.» En *México Francia: Memoria de una sensibilidad común siglos XIX-XX*. , de Javier Pérez Siller (México: CEMyC, 1998) 227-265.

¹⁵ Este conocimiento se consolidó con los descubrimientos de la microbiología, la inmunología y la epidemiología.

¹⁶ Aberdrop, L. Salomón. *El gran reto del agua en la ciudad de México* (México: SACMEX, 2012), 38-41.

¹⁷ Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013), 163-166.

El proceso que pretendió modernizar actividades, elevar las condiciones sociales, así como hacer uso de nuevas tecnologías para modificar territorios¹⁸ también reconoció a la infraestructura urbana como parte de la obra pública y como soporte funcional de la ciudad. En este reto sobresalió la distribución de agua potable.

Sin embargo, para consolidar las transformaciones ocurrieron labores previas, como la modificación de la propiedad de la tierra y del agua. La primera reforma erradicó las formas colectivas de propiedad clerical e indígena. Por su parte, la modificación del agua requirió políticas y legislaciones sobre los usos productivos asociados a ésta. Estos factores otorgaron al Estado el dominio de la infraestructura urbana, fortalecida con expertos, los *científicos*, al servicio del Estado, quienes elaboraron la progresiva información de los recursos hídricos del país. Sus postulados reunieron tendencias intelectuales y nuevas tecnologías para remediar problemáticas que solucionaran la mejora urbana y el bienestar social, posteriormente debido a los resultados obtenidos fueron identificados como tecnócratas.¹⁹

Así la provisión hídrica de la ciudad a inicios del siglo XX pretendió crecer a la par de la ciudad, inicialmente como un medio contra padecimientos y consecutivamente planteó una mejora en la calidad de vida urbana. Su materialización como *monumento moderno* simbolizó un régimen centralizado con los ideales de progreso económico, científico y de renovación cultural,²⁰ su operatividad consolidó por más de medio siglo la dotación urbana.²¹

Con el transcurso de los años, estas reformas materiales permitieron un crecimiento urbano en franca contradicción con la preservación de la hidrografía y la condición lacustre de la cuenca de México. Además, se desarrolló una problemática ecológica emergente que agotó recursos hídricos en el valle de México.²² Entendido como servicio urbano, no se consideró equitativo e incluyente, más bien fue una actitud divisoria y de control espacial y social hacia las clases subordinadas, a pesar de considerarse una innovadora infraestructura.

¹⁸ Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013), 252-255.

¹⁹ Castro, J.J. (trad. Rolland Constantine, Jorge Modesto). *Apóstol del progreso, Modesto C. Rolland, el progresismo global y la ingeniería en el México posrevolucionario*. (México: Alternativa Editorial, 2020), XXII y XXIII.

²⁰ Tenorio Trillo, Mauricio, trad. de Noriega Rivero, Gerardo, y Juan Tovar. *Hablo de la ciudad. Los principios del siglo XX desde la Ciudad de México* (México: FCE, 2017), 34-38.

²¹ Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013), 252.

²² Vitz, Matthew. *A City on a Lake: Urban Political Ecology and the Growth of Mexico City*. (USA: Duke University Press, 2018), 12.

1.2 Los componentes de la infraestructura urbana: el saneamiento y el desagüe, así como las obras de aprovisionamiento de agua

Las prácticas modernas sobre los conceptos positivistas de higiene manifestaron beneficios sociales en la Ciudad de México en el último cuarto de siglo XIX. Este cambio progresivo dejó de ser un conjunto de medidas casuales resolutivas a las epidemias para transformarse en disposiciones de orden y planificación tanto para las actividades gubernamentales como para las ciudadanas.²³ En este proceso complejo y poco lineal, la ciudad se convirtió en objeto de estudio y de ejecución, con la identificación de problemáticas que fundamentaron un nuevo campo disciplinario sobre la ciudad. Así, este discurso integró tres personajes: la ciudad como entidad, la relación espacio/sociedad, y el técnico especialista que interpretó al *higienismo* como respuesta.

El conjunto de soluciones materializadas permitió el desarrollo próspero de la actividad constructora. Esta se halló dirigida por arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros militares, agrimensores, y maestros de obra. Una de las contribuciones modernas reconoció las condiciones geográficas de la urbe como cuenca endorreica lacustre, extendió los retos a la ingeniería del momento, que auxiliada con la técnica y tecnología aplicada permitió materializarse con productos y materiales constructivos innovadores.

En ese sentido, las actuaciones sobre el saneamiento fueron las tareas de limpieza y desazolve de acequias, atarjeas, zanjas, canales y ríos. Estas labores se complementaron con el desecamiento de áreas pantanosas que delimitaron los cuerpos de aguas existentes, ampliaron el área agrícola extendiendo la propiedad privada.

Por su parte, los trabajos de desagüe favorecieron la continuidad del sistema resuelto desde la colonia. Esta obra, destacó por su magnitud, por ser la primera red de drenaje por gravedad, que aunado el uso de la tecnología moderna desalojó las aguas residuales, las pluviales residenciales e industriales en un mismo conducto (ver fig. 6).²⁴

²³ Las obras de saneamiento y los trabajos de desagüe se consolidaron antes que las labores de aprovisionamiento hidráulico.

²⁴ Aberdrop, L. Salomón. *El gran reto del agua en la ciudad de México* (México: SACMEX, 2012), 38-41.

Esta obra eliminó los riesgos de las inundaciones y redujo los índices de mortalidad de los contextos ambientales insalubres. Debido a la importancia de estas labores debió preceder a los trabajos de la dotación hídrica.

Por otra parte, un punto central del higienismo fue el control y eficiencia en la distribución del agua con elementos mecanizados. El logro partió del análisis científico de los lagos, los manantiales y ríos circundantes a la ciudad que pudiesen ser potenciales fuentes de abastecimiento (ver fig. 7). Posteriormente, se sirvió de las instalaciones necesarias que garantizaran la calidad física, química y bacteriológica del agua.

Con este proceso de potabilización se pretendió vigilar tres aspectos: el higiénico, que no admitiera riesgo para la salud humana; el estético, que controlara los factores físicos de las aguas como color, olor, turbiedad y sabor; la eficiencia, así se relacionó la dotación hídrica con la maquinaria y las instalaciones planteadas como *Arquitectura Técnica*.²⁵ Esta multiplicidad de condicionantes mostró la búsqueda de las transformaciones necesarias para satisfacer las aspiraciones de bienestar y progreso urbano.

Por inicio, el movimiento higienista incluyó la diferencia de los usos y destinos del agua en la ciudad. Posteriormente, en la medida en que se instaló la nueva organización, también se asentaron los patrones, ciclos e instalaciones para la explotación, uso y desecho del agua urbana.²⁶ Esta ordenación aún se encuentra vigente. De manera que, al suponer una ruptura respecto a las antiguas formas de infraestructura urbana, también se estableció a la modernidad higienista como una necesidad imperante.

²⁵ Palomero González, José Antonio, Alvaríño Serra Patricia. «La Importancia del Higienismo y la potabilización del agua en la ciudad de Valencia (1860-1910).» *Investigaciones Geográficas (Esp)*, núm. 65.2016: 45-55.

²⁶ Barbosa, Mario y González, Salomón. *Problemas de la urbanización en el valle de México, 1810-1910. Un homenaje visual en la celebración de los centenarios* (México: UAM.DCSH, 2009), 162-163.

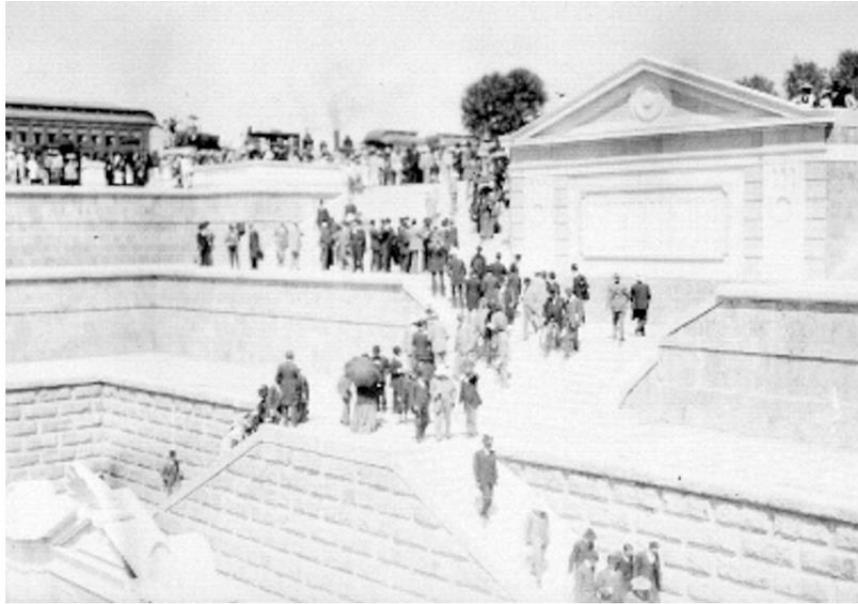


Fig. 6. Casasola. *Inauguración del Gran canal de desagüe del Valle de México*. Ca. 1900. Cat. 287348.DSNF. FN. INAH. Esta obra resolvió el problema de las inundaciones con la eliminación de las aguas residuales que amenazaban la salud pública. Su construcción vinculó la formalidad estilística con la funcionalidad de infraestructura urbana. Imagen descargada de www.mEDIATECA.INAH.GOB.MX/ISLANDORA_74/ISLANDORA/OBJECT/FOTOGRAFIA%3A266232



Fig. 7. Fotografía no identificado. *Inauguración del Edificio de Bombas Potables durante los Festejos del Centenario, vista general*. 1910-09-20. Cat. 287348. DSNF. FN. INAH. SINAFO. Se observó el predominio formal academicista en inmuebles monumentales de equipamiento urbano.

Imagen descargada de <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:314896>

1.3 Las obras de abastecimiento de agua de la Ciudad de México en el periodo de 1900 a 1917

Para comprender mejor la transformación de la infraestructura hidráulica de la Ciudad de México, fue necesario reconocer el entorno natural próximo, los recursos hidráulicos disponibles y la organización urbana.²⁷ Dado que la urbe se fundó dentro de una cuenca endorreica, esta se encontró rodeada de aguas insalubres y sufrió dificultades para obtener las aguas potables necesarias a sus funciones urbanas.

Dentro de la historia de abastecimiento sobresalió a principios del siglo XV, la dependencia urbana de manantiales como Chapultepec y Coyoacán. Durante el siglo XVII se suministró agua de los manantiales de Santa Fe. Posteriormente, a inicios del siglo XIX esta provisión sufrió diversos daños, se diversificó la distribución, por lo que se anexaron acueductos lejanos a la ciudad como Tlalpan, san Ángel, y Guadalupe. Poco a poco la búsqueda extenuante de agua potable se fue apartando más y más de la ciudad.

A mediados del siglo XIX con la creciente escasez hídrica se implementó el uso de pozos artesianos.²⁸ Arciniega Córdova señaló esta etapa como la transición entre el régimen antiguo y el régimen moderno puesto que se observaron cambios de explotación y de búsqueda del agua potable. Además, paulatinamente se fue integrando la tecnología como medio de búsqueda, dominio, construcción y conservación del recurso natural.²⁹

Para llevar a cabo estos cambios, los higienistas extenuaron investigaciones, clasificaron los canales principales de la urbe en interiores y exteriores.³⁰ Así, este análisis definió las canalizaciones prescindibles en el desecamiento favorecedor tanto del saneamiento como del desagüe.

²⁷ Barbosa, Mario y González, Salomón. *Problemas de la urbanización en el valle de Mexico, 1810-1910. Un homenaje visual en la celebración de los centenarios* (México: UAM.DCSH, 2009), 104.

²⁸ Izazola, Haydea. *Agua y sustentabilidad en la Ciudad de México* Estudios Demográficos y Urbanos, núm. 47 (México: El Colegio de México, 2001), 285-320.

²⁹ Barbosa, Mario y González, Salomón. *Problemas de la urbanización en el valle de Mexico, 1810-1910. Un homenaje visual en la celebración de los centenarios* (México: UAM.DCSH, 2009), 138.

³⁰ Los primeros incluyeron la navegación, el desagüe y el resguardo fiscal. Los segundos involucraron la relación entre la ciudad, los lagos y la cuenca endorreica. *Ibidem*, 127-132.

Posteriormente, a finales del siglo XIX, Galindo y Villa destacó tres clases de agua características en la dotación hídrica: manantial, río y pozo artesiano (ver fig. 8).³¹ El agua de manantial se dividió en agua delgada y en agua gorda. La primera procedió de los manantiales del desierto de los Leones y de Santa Fe.³² El agua gorda provino de Chapultepec y surtió la parte sur de la urbe.³³ Seguidamente el agua de río se distribuyó principalmente en el Río Hondo, que a lo largo de su recorrido trasladó la vertiente de diversos manantiales. Asimismo, existieron en la ciudad aproximadamente 1111 pozos artesianos, entendidos como elementos de transición moderna de aprovisionamiento.³⁴ No obstante, la creciente queja sobre la calidad y cantidad de agua que en conjunto suministraron estos medios, también condicionaron la búsqueda de nuevas fuentes de aprovisionamiento:

La cuestión abraza todavía multitud de pormenores interesantes para la higiene de la ciudad. Las fuentes públicas, fabricadas según el modelo de las construcciones virreinales, los acueductos y canales abiertos a todas las influencias atmosféricas, recibiendo los polvos y gérmenes del aire, los miasmas y efluvios pantanosos, nos llevan al examen rápido, siquiera de las principales causas de la insalubridad del agua, y como consecuencia, de la mortalidad de México.³⁵

Además, el uso de las aguas competió a la administración comunal, que relacionó a los agricultores, empresarios, haciendas, comunidades y ayuntamientos locales. Estos la usaron en actividades agropecuarias, industriales y domésticas.

Por su parte, los estudios sobre la calidad del agua partieron de sus propiedades físicas y químicas. En ese sentido, el estudio de Peñafiel separó las aguas en meteóricas y terrestres. Consecutivamente las clasificó en las aguas dulces o potables; las aguas duras, gordas, incrustantes o crudas; así como las aguas selenitosas.³⁶ Esta categorización determinó el origen, el grado de contaminación y la dotación del abastecimiento (ver fig. 9).

³¹ Galindo y Villa, Jesús. *Reseña histórico-descriptiva de la ciudad de México* (México : Impr. de F. Diaz de León, 1901), 163-171.

³² Surtió la parte norte de la ciudad y en una proporción de 2/3 con relación a la gorda. *Ibidem*, 163-171.

³³ Surtió en la proporción de 1/3 parte con relación a la delgada. Se consideró como la más saludable y pura. Sin embargo, necesitó de la elevación de las aguas para ser distribuida mediante gravedad. *Ibidem*, 163-171.

³⁴ Además, una problemática emergente fueron los asentamientos diferenciales provocados por la extracción del agua subterránea de la ciudad.

³⁵ Peñafiel, Antonio. Peñafiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México* (México: Secretaria de Fomento, 1884), VII.

³⁶ *Ibidem*, 1.

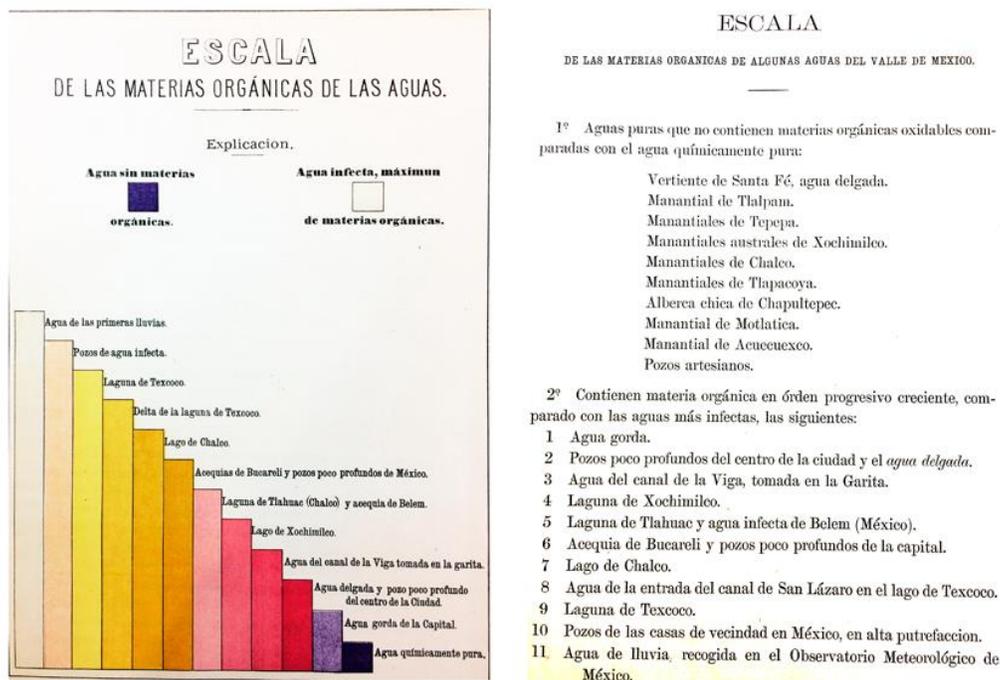


Fig. 8. Peñafiel, Antonio. *Escala de las materias orgánicas de las aguas salubres en la Ciudad de México*. 1884. Lamina auxiliar 6 y 7. Este estudio aportó la visión científica del agua y constituyó el punto de partida de la investigación del Ing. M. Marroquín y Rivera. con este tipo de exploraciones se evidenció que los profesionales de la ciencia mexicana fueron los agentes encargados de emprender y difundir la higiene y la sanidad.³⁷

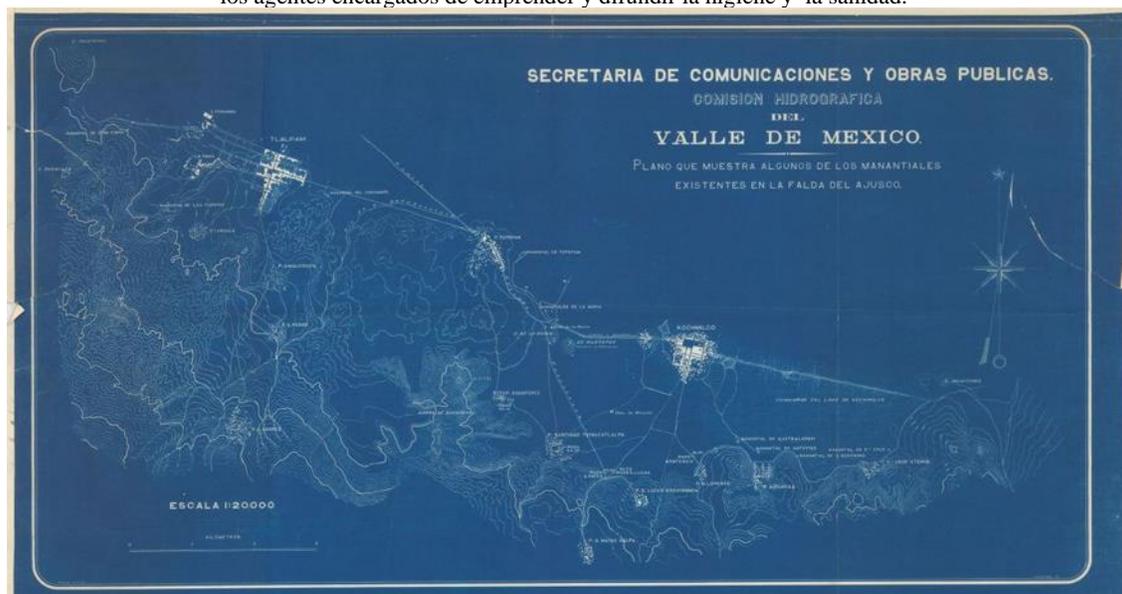


Fig. 9. Quijano, L. M. *Plano que muestra algunos de los manantiales en la falda del Ajusco*. Siglo XX. CATG. CGF.VM.M21. V3.0146. En la Ciudad de México durante el siglo XIX se buscó solucionar el abastecimiento de agua a partir del aprovechamiento de la abundancia lacustre del sur de la cuenca de México. Imagen descargada de <https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-vm-m21-v3-0146/>

³⁷ Peñafiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México* (México: secretaria de Fomento, 1884), 125-126.

Los proyectos urbanos regidos por los principios positivistas de higiene que pretendieron surtir a la ciudad se determinaron por diversos requerimientos. Entre los deberes se pretendió reconducir las aguas de los manantiales de la Ciudad de México; dotar de 500 litros por habitante; trazar y planificar las obras de captación y conducción de las aguas; considerar las caídas aprovechables para fuerza motriz; la filtración y purificación de las aguas potables; la revisión del proyecto final así como el dominio de los bosques preservadores de los manantiales.³⁸

Teniendo en cuenta estas condiciones, sobresalieron dos propuestas garantes de caudal, calidad y economía en la dotación: el desarrollado por el Sr. William Mackenzie y el formulado por el Ing. Manuel Marroquín y Rivera. El primer plan sugirió el arrendamiento por cincuenta años de las aguas de los manantiales de Almoloya hacia la Ciudad de México.³⁹ Se priorizó la economía en la dotación, sin embargo, tal como lo citó Vitz:

(...) lo que la ciudad necesita y quiere es tener el agua más pura posible y eso no se puede conseguir llevando el líquido por un canal abierto de quince kilómetros de longitud.

Esta propuesta pretendió la privatización del servicio, que negaba la salud y el bienestar público, extendía los viejos hábitos constructivos como los extensos ductos abiertos, la calidad constructiva de la mampostería, así como la continuación de la distribución comunal que los higienistas pretendían remediar.⁴⁰ El segundo plan del Ing. Manuel Marroquín y Rivera completó la investigación extensiva realizada por Peñafiel⁴¹ sobre los manantiales cercanos a la ciudad: Rio Hondo, Tlalnepantla, Xochimilco, Chimalhuacán (ver fig. 10).⁴²

³⁸ Galindo y Villa, Jesús. «Una visita a las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México.» *Memorias y revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (México: Sociedad Científica Antonio Alzate, 1905), 259.

³⁹ La Comisión sobre el Abastecimiento de Aguas de la Ciudad de México concluyó que esta propuesta no transfería el derecho de propiedad sobre el agua, sino un arrendamiento solicitado al ayuntamiento con el pago diario por el uso de dos metros cúbicos de agua por segundo de tiempo. Además, dominó la vaguedad técnica y los datos dudosos. México, Comisión sobre el Abastecimiento de Aguas de la Ciudad de. *Estudios sobre las proposiciones del Sr. Mackenzie* (México: CAACM, 1903).

⁴⁰ Vitz, Matthew Vitz. *A City on a Lake: Urban Political Ecology and the Growth of Mexico City*. (USA: Duke University Press, 2018), 30-31.

⁴¹ Peñafiel, Antonio. Peñafiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México* (México: Secretaria de Fomento, 1884).

⁴² Estos lagos se dividieron en tres grupos: los manantiales occidentales (Las Fuentes y Peña Pobre), situado a una altura mayor que el resto; los manantiales centrales (Lago de Xochimilco); y los manantiales del oriente. De hecho, esto refleja la diferencia de altura de 50 metros entre las fuentes abastecedoras y el centro de la Ciudad de México. *Ibidem*.

Su análisis concluyó que las aguas de Xochimilco reunían las condiciones higiénicas de abastecimiento.⁴³ Este segundo proyecto se aprobó por el Ayuntamiento de la Ciudad de México con el respaldo del regidor del ramo Ing. Roberto Montiel Estrada (ver fig. 11). Posteriormente se constituyó una Comisión⁴⁴ formada por los Ing. Luis Espinosa, Roberto Gayol, Alberto Robles Gil, Edmundo Girault, Roberto Montiel y el presidente a José Yves Limantour. Resaltó, además, el doctor Nicolás Ramírez de Arellano como asesor en higiene pública y el Dr. Octavio González Fabela,⁴⁵ miembros del Consejo Superior de Salubridad.

Por otra parte, los trabajos previos a la construcción destacaron la intervención de la Secretaría de Comunicaciones, que cedió a la municipalidad de México los manantiales de Xochimilco. Mientras que el Ayuntamiento de la Ciudad de México concluyó la gestión administrativa y legal. Además, el Poder Ejecutivo Federal de acuerdo con la Ley de Organización Política y Municipalidad del Distrito nombró en 1903 a la Junta Directiva para su ejecución. Finalmente, la materialización del proyecto comenzó de 1903 a 1917.

De igual manera, las labores complementarias destacaron la adquisición de los terrenos colindantes e inmediatos al sistema hidráulico, los derechos de vía, los cruzamientos del acueducto; la construcción de los almacenes y talleres de obra, el ferrocarril de vía que comunicó los campamentos de los manantiales con los talleres de obra; la instalación de un hospital; la gestión administrativa de contratos y proveedores; así como las especificaciones técnicas de los productos y materiales constructivos modernos. Además, existieron diversos oficios complementarios a los constructivos como los administrativos y médicos.⁴⁶

El equipo principal se conformó por el director, Ing. Manuel Marroquín y Rivera, el subdirector Ing. Carlos Daza y el Ing. Fernando Arechavaleta. Igualmente se respaldó con la experiencia de los señores Manuel Jiménez Cueto, Luis G. González, Eduardo de la Portilla y Roberto Gómez.

⁴³ La captación prevista consistió en 2000 l/s. El desafío por superar fue el desnivel de 50 metros de altura entre las fuentes abastecedoras con la parte plana y baja de la ciudad.

⁴⁴ La Comisión fue el organismo especializado que añadió mejoras al proyecto final.

⁴⁵ Quien recogió en el periodo de construcción de las obras muestras y análisis bacteriológicos con resultados satisfactorios.

⁴⁶ Peralta Flores, Araceli. «El acueducto de Xochimilco.» *Boletín de Monumentos Históricos. INAH* (Boletín de monumentos históricos. INAH), Número 13. abril-junio 1991: 20-35.

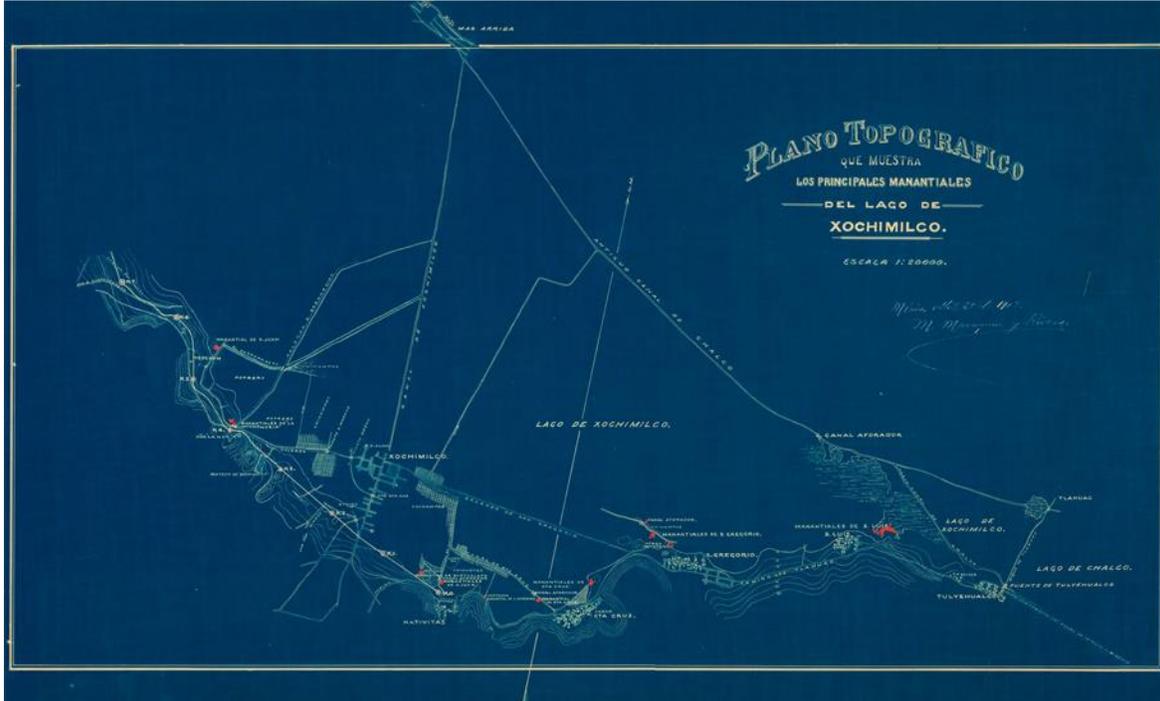


Fig. 10. Marroquín y Rivera, M. Plano topográfico que muestra los principales manantiales del lago de Xochimilco.1902. PACM. Plano del AHCDMX. La calidad del agua brotante de los ojos de agua en los lagos de Xochimilco y Chalco se consideró higiénica para el consumo humano. Esta disposición natural representó una posibilidad de dotación de agua.

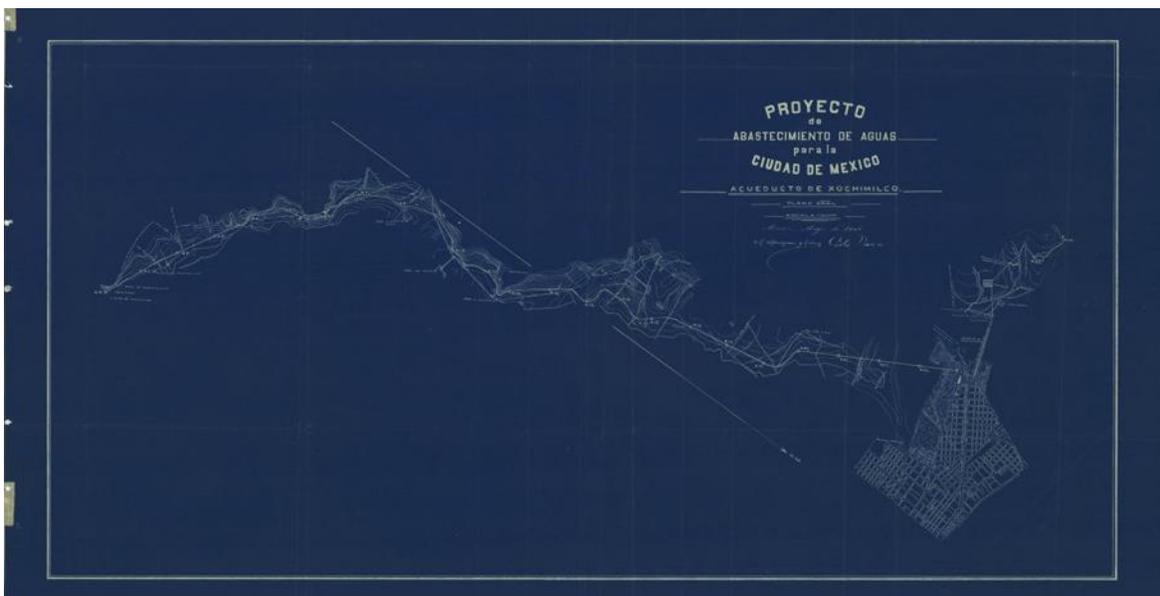


Fig. 11. Marroquín y Rivera, M. y Daza, Carlos. Proyecto de abastecimiento de aguas con el acueducto de Xochimilco.1901. CGF.DF.M6. V5.0364-2.2. MMO y B. Proyecto que muestra la extensión territorial entre las nuevas fuentes de abastecimiento y la Ciudad de México.

Imagen descargada de <https://mapoteca.siap.gob.mx/index.php/cgf-df-m6-v5-0364-2-2/>

El perfil profesional como constructor de obra pública y civil del Ing. Manuel Marroquín y Rivera resultó guía,⁴⁷ fue secretario de Fomento en el gobierno de Porfirio Díaz, y en 1898 dirigió la *Comisión Hidrográfica del Valle de México*, así como la sección de la *Comisión Hidrográfica de los Estados Unidos Mexicanos* dependiente de la *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas*.

Mientras tanto, en el equipo técnico, entre proyectistas, calculistas y constructores sobresalieron tanto ingenieros experimentados como estudiantes en búsqueda de experiencia práctica y en vías de término de carrera: Alfredo Alvarado, Eugenio Bedolla, Octavio Dubois, Louis Feuillebois, Manuel Jiménez Cinta, Ricardo Palacio, Alberto J. Pani, Modesto C. Rolland y Fernando Sáyago dentro de un equipo de setenta y cuatro ingenieros.⁴⁸ En ese sentido el Ing. Alberto Pani quien se encargó de la Sección de Arquitectura describió:

(...) las posibilidades de crear y transmitir costeablemente la fuerza hidroeléctrica necesaria para bombear el agua con que se iba a dotar la ciudad, tanto de los manantiales al acueducto como del punto terminal del mismo a los tanques reguladores. Se da noticia de algunos de mis descubrimientos y estudios en la interesante Memoria de las Obras escritas por su director.⁴⁹

Si bien es cierto que las obras de aprovisionamiento de agua articularon sistemas y redes del transporte, estas se relacionaron con la extensión territorial entre la ciudad por abastecer y la condición lacustre de las fuentes suministradoras. Se identificaron dos subsistemas: el aprovisionamiento y la distribución. El primero consistió en el dominio del abastecimiento y el traslado general, de Xochimilco a la Condesa. El segundo consolidó la regulación y la red de repartimiento urbano, de la Condesa a Chapultepec hacia la Ciudad de México.

⁴⁷ Esta comenzó en su ciudad natal y posteriormente se trasladó a la Ciudad de México, donde continuó en la *Escuela Nacional Preparatoria* y en la *Escuela Nacional de Ingeniería*. Se graduó como Ing. y continuó como docente. Destacaron sus labores en la desecación de la Ciénega de Chapala. Fue miembro fundador de la *Sociedad Científica Antonio Alzate* y publicó artículos en los números de 1887, 1888, 1899 y 1900. A partir de 1920, fue directivo de la empresa productora de cementos Cruz Azul.

Martínez Omaña, María Concepción. *La obra del ingeniero Manuel Marroquín y Rivera. Una revisión de sus aportes al abasto de agua urbana en las primeras décadas del siglo XX* (México: Congreso de la red de investigadores sociales de agua. Instituto Mora, 2012), 1-20.

Ramírez González, Oswaldo. Tesis maestría en historia. *Proceso de transformación de una empresa: la fábrica de Jasso (Cruz azul) y su inserción en la industria cementera, 1881-1914*. (México: El Colegio Mexiquense A. C., 2016).

⁴⁸ Peralta Flores, Araceli. «El acueducto de Xochimilco.» *Boletín de Monumentos Históricos. INAH* (Boletín de Monumentos Históricos. INAH), Número 13. abril-junio 1991: 20-35

⁴⁹ Pani, Alberto J. *Apuntes Autobiográficos. Vol. I*. (México: Porrúa, 1950), 46.

Con respecto a la trayectoria primaria, para el dominio de cuatro manantiales brotantes de Xochimilco sobresalieron sus respectivas instalaciones: Casa de Bombas No 2 La Noria, Casa de Bombas No 3 Nativitas, Casa de Bombas No 4 Santa Cruz y Casa de Bombas No 5 San Luis. Estas estaciones de bombeo se construyeron entre 1905 y 1908.

Su funcionamiento trasladó las aguas en un acueducto cerrado general. El conducto presentó columnas de ventilación a cierta distancia, marcó las distancias recorridas y permitió el mantenimiento seccionado de forma independiente al funcionamiento regular. La Casa de Bombas no 1 la Condesa construida entre los años de 1908 a 1910, permitió la transición funcional.⁵⁰

En cuanto a la trayectoria secundaria, esta organizó la regulación y la distribución urbana: incluía la cámara de válvulas y distribución con los cuatro depósitos, de la Condesa a Chapultepec; y la cámara de válvulas del control, de Chapultepec a la Ciudad de México (ver fig. 12).

El funcionamiento de este subsistema comenzó con el análisis sobre el consumo diferencial de agua de la urbe, este fue mayor durante el día y se redujo durante la noche. Como el suministro de Xochimilco satisfizo un gasto uniforme, fue preciso el almacenamiento temporal que compensara las horas de mayor consumo con cuatro embalses ubicados en Chapultepec, la parte más alta de la ciudad de México.

Para conectar estos almacenes con la Condesa se construyó la cámara de válvulas y distribución; dado que su función reguló dos ciclos con la entrada y salida del agua, también evitó el vacío o la inundación de estos almacenes. En la parte central de cada depósito a partir del nivel de calle se construyó una torre de planta octogonal (ver fig. 13). Este reducto subterráneo permitió el acceso tanto para la revisión de niveles de agua como para el mantenimiento; fueron más profundos que los depósitos y se comunicaron de forma independiente con la cámara de válvulas. En la parte superior remataron con su respectiva linternilla, que controló y ventiló el acceso.

⁵⁰ Por inicio reguló dos ocupaciones: elevó la distribución primaria del recurso hídrico proveniente de Xochimilco a los depósitos de Chapultepec y recibió las aguas que bajaban de estos almacenes.



Fig. 12. Marroquín y Rivera, Manuel. *Cámara de Válvulas y Distribución*. 1914. Su función reguló la introducción de las aguas de Xochimilco y la descarga de las aguas de los depósitos generales. Su construcción integral fue tanto estructural como de recubrimiento de concreto aparente.⁵¹



Fig. 13. Marroquín y Rivera, Manuel. *Depósitos Reguladores en Chapultepec*. 1914. Sirvieron como almacenamiento temporal del recurso sobrante, se encontraron en la parte más alta de la Ciudad de México. en su construcción se observó la maleabilidad del concreto aparente, por lo que facilitó el desarrollo del estilo ecléctico imperante.⁵²

⁵¹ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

⁵² *Ibidem*.

Mas adelante, la regulación de la distribución general separó las funciones de la Casa de Bombas no 1 la Condesa, para que esta especializara un solo ciclo. Así que se construyó un edificio que recibió las aguas que bajaban de Chapultepec, se denominó cámara de válvulas del control.⁵³ Como inmueble alojó maquinaria diversa, se ubicó a inmediaciones de la calzada de Tacubaya y distribuyó el agua mediante una organización de tuberías a la Ciudad de México. Finalmente, la dotación hidráulica urbana fue una consecuencia del estudio del uso del agua (domestico, comercial, industrial y público). El proyecto conservó una presión entre los 50 y los 20 metros sobre el nivel medio de la ciudad. Posteriormente estableció un circuito principal organizado de manera regular de norte a sur y de oriente a poniente (ver fig. 14). La obra se economizó con la adaptación de la antigua red de cañerías, aunque se completaron nuevas secciones, esto permitió la regularización de la vieja ciudad y la organización de la nueva ciudad.

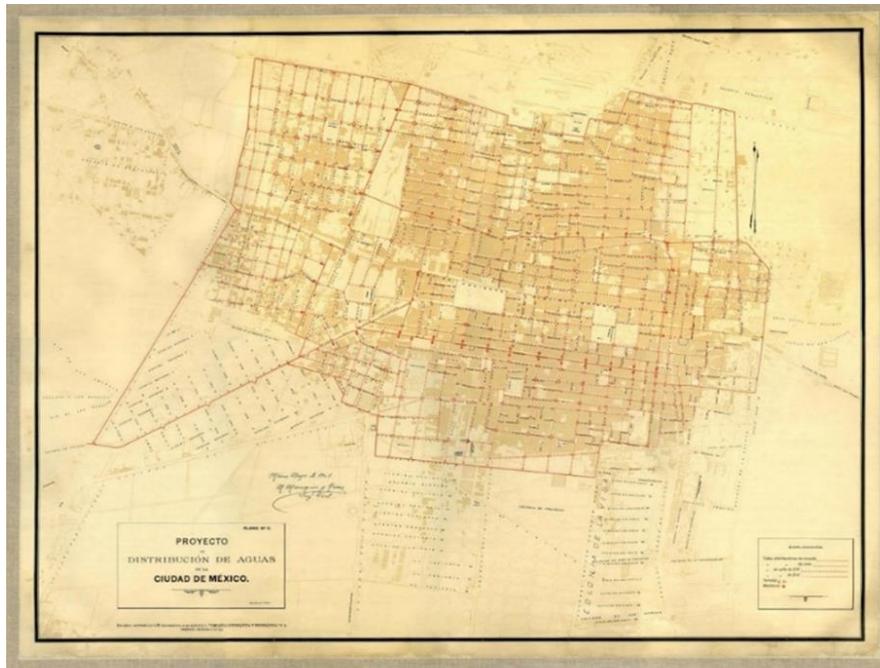


Fig. 14. Marroquín y Rivera, Manuel. *Proyecto de Distribución de aguas de la Ciudad de México* .1912. AHCDMX. El gran desafío fue evitar la destrucción de las labores anteriores de saneamiento.

⁵³ Este inmueble redujo la doble función inicial de la Casa de Bombas de la Condesa de elevar las aguas de Xochimilco y recibir las aguas que bajaban de molino del rey hacia la ciudad, esta segunda función permitió a este nuevo inmueble la regulación y la distribución hacia la ciudad.

Antes de concluir el programa hidráulico, la ciudad se abasteció desde 1908, así que el ritmo acelerado constructivo permitió concluir las obras en 1910. La red de tuberías urbanas comenzó en 1913. Sin embargo, pasaron casi cuatro años para que el agua abastecida llegara con suficiente presión a la ciudad, contando con 11 000 tomas domiciliarias en 1912.⁵⁴ Además, teniendo en cuenta que las obras públicas en el período 1880-1910 representaron más de un tercio de los egresos del Ayuntamiento,⁵⁵ la difusión y seguimiento fue resuelta por los principales medios de comunicación. Al respecto, Alberto J. Pani describió:

(...) por la magnitud de los trabajos ejecutados -costaron cerca de 20 millones de pesos, teniendo el peso de entonces un poder adquisitivo 4 o 5 veces mayor a que la actual -por la pureza de su administración, su avanzada técnica y su eficiente organización y por su efecto bienhechor sobre la salud de la millonada de seres humanos congregados en la capital.⁵⁶

Diarios como *El imparcial* en sus fechas 22 de octubre de 1905 brindaron notas de seguimiento y del 18 de marzo de 1910 el reporte sobre la conclusión de las obras:

(...) labor enorme fue esta, pues tuvo que hacerse de manera tal, que no perjudicara a las pesadas construcciones coloniales de México antiguo(...) otra dificultad que tuvo que vencerse fue el de cambiar una gran parte del tubo de las aguas del drenaje (...) si el autor del proyecto, único en todo el mundo, y uno de los más grandiosos de cuantos se han hecho en obras de este género, y los ingenieros que le ayudaron, merecen aplausos, también estos trabajadores (...) y de todos aquellos que con el cooperaron, que ni un solo extranjero (...) ha sido empleado en estas obras (...) para demostración de que los mexicanos podemos hacer también grandes obras (...)⁵⁷

La Reseña histórico-descriptiva de la Ciudad de México ⁵⁸ refirió las magnas obras. Así mismo, *El Arte y la Ciencia* en 1905 mencionó:

⁵⁴ DGCOH. Sistema hidráulico del Distrito Federal. *Cronología* (México: DGCOH. SGO.DDF, 1994), 31.

⁵⁵ Castro, J. E. *Agua, democracia, y la construcción de la ciudadanía. Agua y democracia en América Latina* (Brasil : Campina Grande, 2016), 100-128 .

⁵⁶ Pani, Alberto J. *Apuntes Autobiográficos. Vol. 1.* (México: Librería Porrúa, 1950), 51.

⁵⁷ n/a. « Ayer fue terminado el gran acueducto.» *El imparcial* , 18 de marzo de 1910 : 1.

⁵⁸ Galindo y Villa, Jesús. *Reseña histórico-descriptiva de la ciudad de México* (México : Impr. de F. Diaz de León, 1901).

(...) la construcción del acueducto ha de ser de veinticinco kilómetros; su dirección es casi recta, pudiendo dar paso a un caudal de agua de 1,700 litros por segundo, sin presión; y con ella, claro está que mucho mayor ha de ser la cantidad que pase...todo esto quedara terminado antes de tres años.⁵⁹

La revista el *Tiempo Ilustrado* del año IX, del domingo 14 de noviembre de 1909 refirió:

El Ferrocarril de las obras de Abastecimiento de Aguas de la Ciudad llevó a los excursionistas, del crucero de Dolores, frente a Chapultepec, a la Noria y a San Luis, donde pudieron estudiar las obras de la introducción de agua de Xochimilco: en Nativitas, después de un ligero paseo en lanchas de gasolina por los «ojos de agua» de San Juan (...)⁶⁰

La *Crónica Oficial de las Fiestas del Primer Centenario de la Independencia de México* (ver fig.15 y 16) narró:

Obras de aprovisionamiento de aguas. Las obras que, bajo la dirección del señor ingeniero Manuel Marroquín y Rivera, se han llevado a cabo para proveer de aguas potables a la Ciudad de México (...) demuestran de una manera innegable que los ingenieros son capaces de resolver los más arduos problemas científicos, aun cuando entrañen obstáculos naturales al parecer insuperables (...)⁶¹

El artículo *Una Visita a las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México* publicado por la *Sociedad Científica Antonio Alzate* expuso:

(...) Cuatro serán los inmensos tanques de almacenamiento y distribución, localizados en este elevado sitio, con relación al plano de la Capital: hoy en día esta para concluirse uno de estos, y muy adelantado otro. Cada receptáculo es circular, de 100 metros de diámetro y 9 de profundidad, con capacidad para 50, 000 litros; de suerte que los cuatro podrán contener reunidos, y en un momento dado, 200,000 litros de agua (...) Para toda la estructura de estos vasos gigantescos, se ha empleado el material de moda, que tantas ventajas presenta en esta clase de construcciones: el concreto armado (...)⁶²

⁵⁹ Ríos Garza, Carlos. *Agua potable para la ciudad de México Describen el acueducto, proyecto de D. Manuel Marroquín para aprovechar las aguas de los manantiales de Xochimilco* (México: EL ARTE Y LA CIENCIA 93 VOLUMEN VII. colección Raíces Dig, 1905).

https://fa.unam.mx/editorial/wordpress/wp-content/Files/raices/RD10/ANO_07/volumen7_no6.pdf#page=23

⁶⁰ Editor. «Notas de la Semana.» *el Tiempo Ilustrado* , IX.No 46 : 747.

⁶¹ Genaro, García. *Crónica oficial de las fiestas del primer centenario de la independencia de México* (México: SGM. Talleres del Museo Nacional, 1911), 212-214.

⁶² Galindo y Villa, Jesús. «Una visita a las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México.» *Memorias y revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (México: Sociedad Científica Antonio Alzate, 1905), 249-259.

El Informe leído por el C. presidente de la República Porfirio Díaz, al abrirse el primer periodo de sesiones del 25° Congreso de la Unión el 16 de septiembre de 1910, conferenció brevemente el avance de estas obras:

Las obras de provisión de aguas potables para la capital continúan progresando rápidamente. Terminadas las instalaciones de bombas de Nativitas y de la Condesa, pronto se hará, como uno de los festejos del Centenario, la inauguración de esas instalaciones y de los depósitos construidos en la loma de Molino del Rey. Las demás obras se continúan activamente (...)⁶³

Sobresalieron las innovaciones, los avances y los costos de las obras de construcción. Puig Casauranc en el *Atlas General del Distrito Federal*, relató:

(...) Durante los cuales se trabajó con energía, método y entusiasmo. en tan importante servicio, fueron gastados \$18.481,784.68. Una vez instalado y funcionando el servicio, se dio en la ciudad de agua a presión (...) el acueducto de Xochimilco a la Condesa sacó un costo de cerca de \$4.000,000.00; los tanques de Dolores más de \$2.000,000.00, y las obras de distribución; poco menos de \$7,000,000.00. El resto de la suma gastada representa el valor de la galería central, las obras de captación estaciones de bombeo etcétera.⁶⁴

Igualmente, revistas especializadas internacionales como *Engineering. News a Journal of Civil, Mechanical, Mining. and Electrical Engineering*, divulgaron las técnicas constructivas novedosas como el conducto de distribución de concreto armado:

Todos los perfiles, incluyendo las secciones de refuerzo con metal desplegado se maniobran mediante una torre de perforación móvil de fabricación St. Paul. Las revolvedoras de concreto se apoyan en un tendido a lo largo de la obra y se mueven cómodamente a medida que avanza la obra. Son conocidas como tipo americano (traducción propia).⁶⁵

⁶³ Godoy, José Francisco. *Porfirio Díaz: presidente de México, el fundador de una gran república*. (México: Müller, 1910), 232:238.

⁶⁴ Puig Casauranc, José María. Jefe del Departamento del Distrito Federal. *Atlas General del Distrito Federal. Geográfico, histórico, comercial, estadístico, agrario*. (México: Talleres Gráficos de la Nación, 1930), 178-180.

⁶⁵ Schuyler, James. «The new water-works and reinforced concrete conduit of the city of Mexico.» *Engineering News a Journal of Civil, Mechanical, Mining and Electrical Engineering*. Vol 55 (Schuyler James. The new water-works and reinforced concrete conduit of the city of Mexico. *Engineering News a Journal of Civil, Mechanical, Mining and Electrical Engineering* 1906-04-19: Vol 55. New York, 1904, 1906), 435-439.



Fig. 15. Fotografía no identificado. *Inauguración del edificio de bombas de agua potable, vista parcial.* 1910-09-26. DSNF. Mediateca.INAH.cat. 353116. Se desarrollaron servicios adicionales que presentaron las vías del tren. Imagen descargada de <http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:314245>



Fig. 16. Fotografía no identificado. *Gente al exterior de edificio de bombas de agua.* DSNF. Mediateca.INAH.cat. 353113. Mexico. 1910-09-26. Se requirieron servicios urbanos complementarios como la instalación de energía eléctrica para el funcionamiento de las estaciones de bombeo. Imagen descargada de <http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:314248>

All the forms, and the sections of expanded metal reinforcement are handled by means of a traveling derrick of St. Paul manufacture. The concrete mixers are supported on a track alongside the work, and easily moved ahead as the work progresses They are of a well-known American type.

Mientras que empresas extranjeras como *Corrugated Bars For Reinforced Concrete Construction. Expanded Metal And Corrugated Bar Co.*, reconocieron sus innovaciones:

(...) El sistema de cubierta cargará, además de su propio peso, una capa revestida de tierra vegetal de 20 "de espesor. En la vista inferior se muestran las traveses de las columnas, que además sirvieron como vías de conducción del concreto y de los materiales (traducción propia).⁶⁶

Además, las obras se enriquecieron con las aportaciones de la comunidad internacional profesional, quienes trabajaban en obras de abastecimiento hídrico similares, entre los que destacaron el coronel G. W. Goethals, el Ing. Rudolph Heing, el Ing. J. Waldo Smith, entre otros miembros de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, quienes visitaron las obras en 1907.⁶⁷

⁶⁶ CBRCC.EMCBCO. *Reservoir construction. City of México* (USA: CBRCC.EMCBCO, 1908).

Reservoir Construction. City Of México. Junta Directiva de las obras de provisión de aguas. José I. Limantour, President. Leandro Fernández. Vice-President. Manuel Marroquín y Rivera, Engineer. There are four circular reservoirs 105 meters in diameter, constructed entirely of reinforced concrete — floors, side walls, columns and roofs. The roof system will carry, in addition to its own weight, a layer of earth 20" thick, which will be sodded. The lower view shows the sheet metal moulds for the columns, also bridge used for handling concrete and materials.

⁶⁷ Peña Santana, Patricia, y Levi Lattes, Enzo. *Historia de la hidráulica en México: abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el porfiriato*. (México: IMTA.II.UNAM, 1989), 152.

Tal como citó Peña Santana, fue el ingeniero John R. Freeman, miembro de la Junta de las Obras de Abastecimiento de Agua para el Distrito Metropolitano de Boston (ver fig. 17 y 18), que además conocía las Obras de Provisión de Aguas de la Ciudad de Nueva York (ver fig. 19, 20, 21 y 22), quien envió una correspondencia al Ing. Marroquín y Rivera el 17 de enero de 1912, en la que destacó la visita de obra del 21 de octubre de 1911:

(...) las obras que usted dirige son iguales a las mejores del continente americano, y tal vez del mundo, por la pureza del agua, por eso proyecto concienzudo y hábil y por la correcta ejecución de los detalles; también manifesté que las principales arterias esta distribución están conformes con los últimos adelantos de la profesión, tanto en dimensiones como en su localización y que las nuevas estaciones de bombas, especialmente la de la condesa, no tienen superior en belleza arquitectónica entre los edificios de esta clase.”

Por su parte, la correspondencia fechada el 04 de noviembre de 1908 que el señor Holman dirigió a la Junta directiva de las obras describió:

(...) había adoptado el mejor sistema practicable para obtener el agua de los manantiales, para conducirla a la estación de bombeo y para almacenarla.⁶⁸

Todos estos testimonios históricos corroboraron la participación del gremio ingenieril en los ministerios gubernamentales, quienes legaron logros políticos, académicos y científicos, consolidaron avances tanto en los sectores empresariales, así mismo refirieron una constante reciprocidad y validación técnica con la comunidad profesional extranjera.

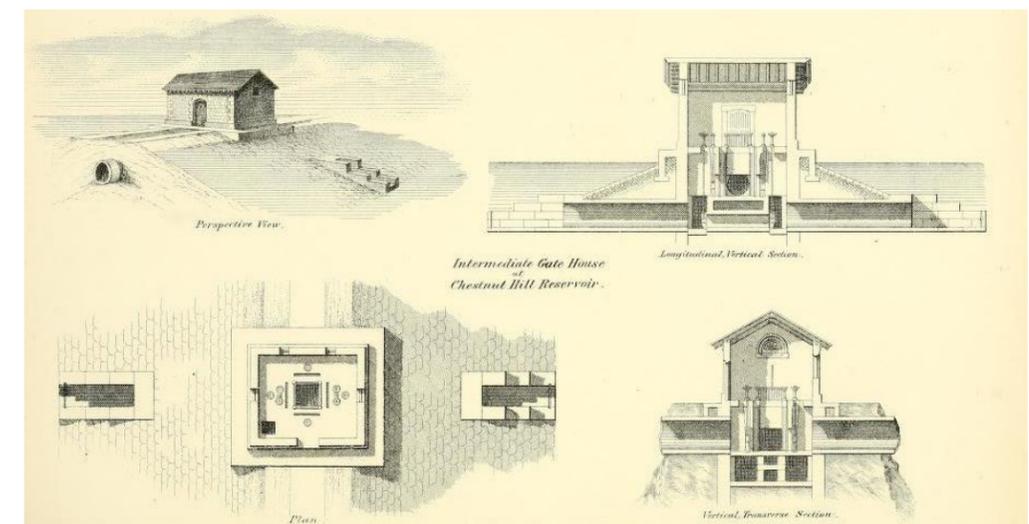
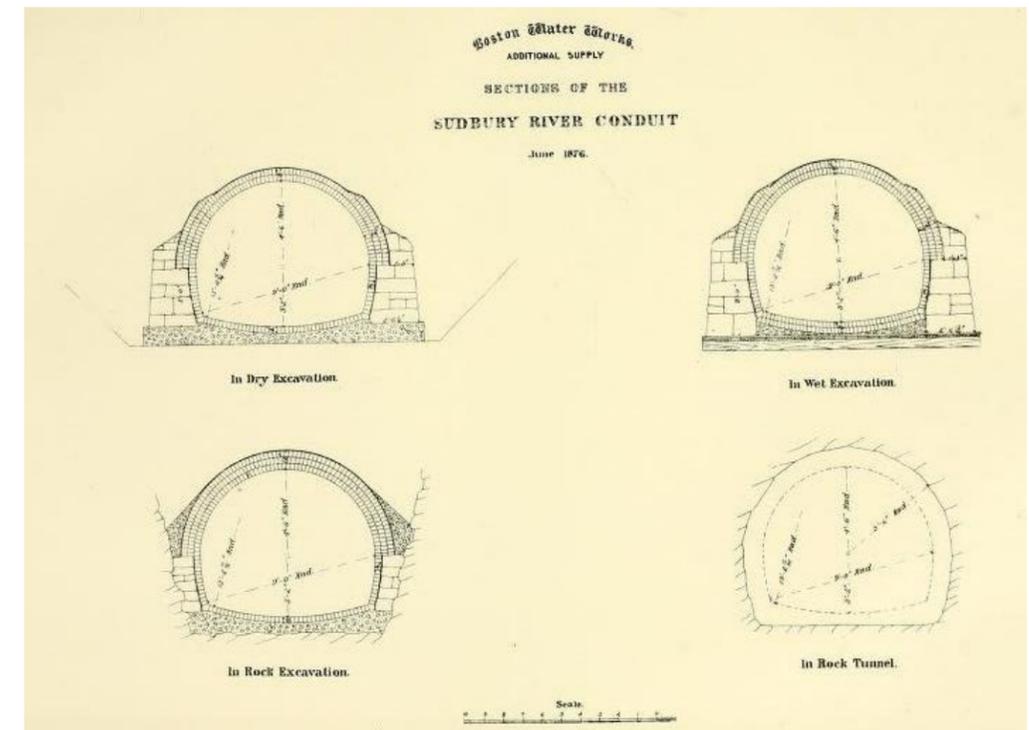


Fig. 17. Fitzgerald, Desmond. *History of the Boston water works, from 1868 to 1876*. (Boston: Rockwell & Churchill. 1876), 139. Sections of the Sudbury river Conduit 1876. La imagen muestra las secciones utilizadas a lo largo del conducto del río Sudbury.

Fig. 18. Fitzgerald, Desmond. *History of the Boston water works, from 1868 to 1876*. (Boston: Rockwell & Churchill. 1876), 190. Intermediate Gate House of Chesnut Hill Reservoir 1876. Los planos refieren a la compuerta intermedia de la reserva Chesnut Hill.

⁶⁸ Peña Santana, Patricia, y Levi Lattes, Enzo. *Historia de la hidráulica en México: abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el porfiriato*. (México: IMTA.II.UNAM, 1989), 152.

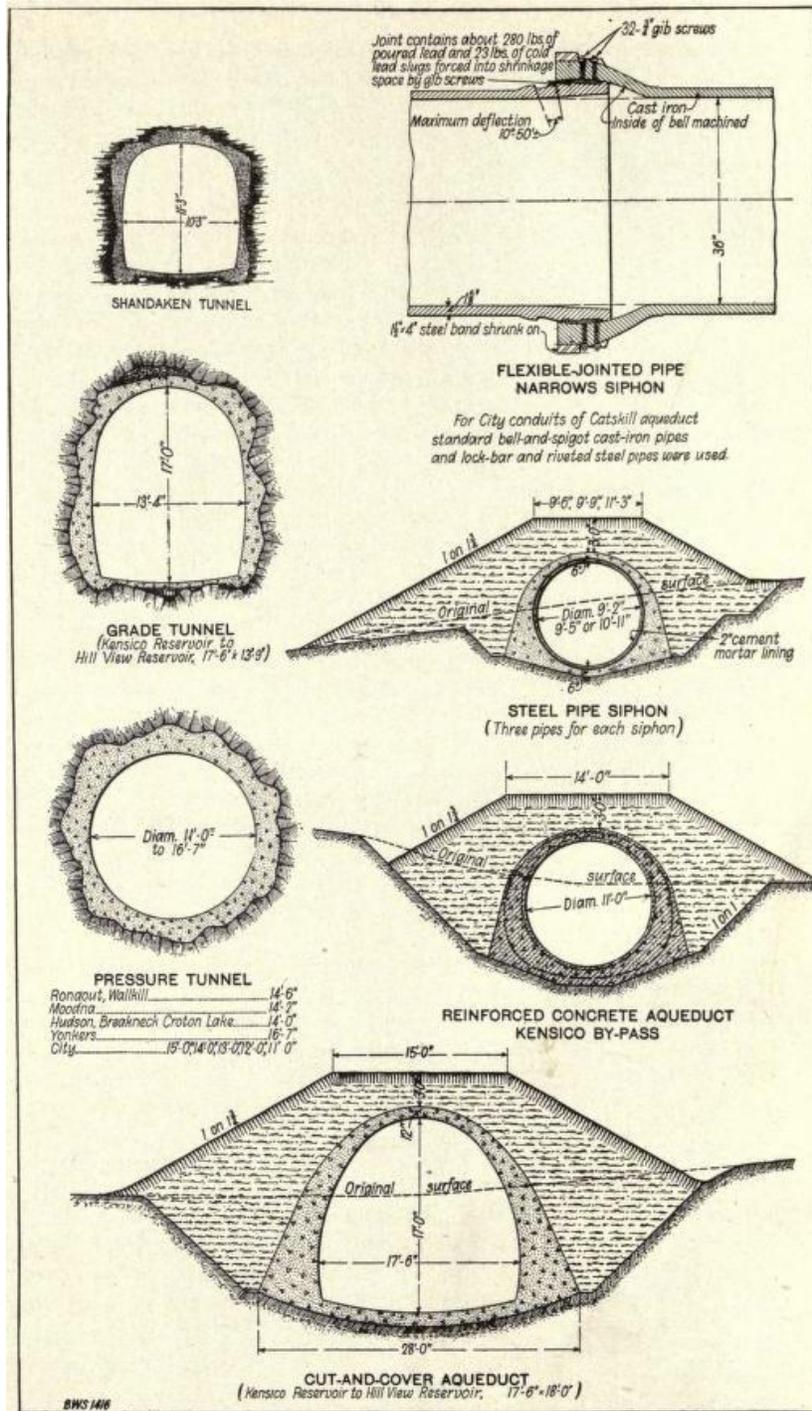


Fig. 19. New York. Water Commissioners. Catskill water supply: a general description and brief history. (USA: New York City Board of Water Supply, 1917), 20. *Standard types of conduit used in the Catskill aqueduct.* Tipos estándar de conductos utilizados en el acueducto de Catskill de las obras del aprovisionamiento de Nueva York. (Además de lo anterior, se utilizaron tubos de acero remachados y con junta de bloqueo y tubos de hierro fundido de campana y espiga de perfiles tradicionales).



Fig. 20. Catskill Aqueduct Headworks. *Lower Special aqueduct showing connection to Lower gate-chamber at left and Waste channel at right. Overflow weir in center.* Contract 10. 1913. Acueducto especial inferior que muestra la conexión con la cámara de entrada inferior a la izquierda y el canal de desechos a la derecha de las obras del aprovisionamiento de Nueva York. Vertedero de descargas central

<https://digitalcollections.nypl.org/items/510d47da-dd48-a3d9-e040-e00a18064a99>



Fig. 21. The New York Public Library Digital Collections. *Turntable with blow collapsible form.* Cimbra giratoria y plegable de las obras del aprovisionamiento de Nueva York.

<https://digitalcollections.nypl.org/items/de955370-c4a2-0134-de5a-00505686a51c>



Fig. 22. New York. Water Commissioners. Catskill water supply: a general description and brief history. (USA: New York City Board of Water Supply, 1917), 39. *The two chambers of Indian Brook steel-pipe siphon and adjoining cut-and-cover aqueduct in the Highlands of the Hudson River north of Garrison.* Las dos cámaras del sifón de tubería de acero de Indian Brook y el acueducto contiguo de corte y cubierta en las tierras altas del río Hudson al norte de Garrison.

Sin embargo, aunque la ingeniería mexicana se limitó con la predilección de tecnologías extranjeras debido a la inexistencia de empresas constructoras locales que capitalizaran magnas construcciones,⁶⁹ sobresalió la cultura tecnológica nacional. Esta práctica permitió experimentar y comunicar tanto procesos como resultados con colegas (norteamericanos, ingleses, franceses y alemanes) colaboradores de los inversionistas y promotores de aportaciones modernas, no solo a nivel nacional, sumado el gremio internacional.⁷⁰

En ese sentido sobresalió la infraestructura hidráulica de la Ciudad de México como uno de los contados casos en que profesionales y obreros mexicanos asumieron funciones protagónicas⁷¹ en un tiempo dominado por la competitividad extranjera. Así que estas obras relacionaron los centros generadores de conocimientos con el gobierno y la obra pública; las soluciones constructivas y de dominio del agua relacionaron la técnica con la tecnología con el funcionamiento y la arquitectura, acercando el interés científico con nuevas áreas de conocimiento.

⁶⁹ Domínguez Martínez, Raúl. *La ingeniería civil en México, 1900-1940 Análisis histórico de los factores de su desarrollo* (México: UNAM. IISUE.ECHE, 2013), 21-23.

⁷⁰ Flores Clair Eduardo. *Los ingenieros: actores del progreso porfirista y promotores de la inversión de capital en el norte del país.* (México: DEH-INAH,2015), 11-16.

⁷¹ El imparcial. *Ayer fue terminado el gran acueducto* (México: El imparcial, 1910), p. 1.

1.4 La valoración de las obras de aprovisionamiento de agua de la Ciudad de México

En la ciudad de México a principios del siglo XX, el agua se transformó como bien público cuando las acometidas se introdujeron en las viviendas particulares y gradualmente dejaron de ser colectivas.⁷² Además, la capacidad de abastecimiento se relacionó proporcionalmente con el crecimiento urbano; posteriormente tanto la garantía como la calidad de la dotación dependieron de la organización, la extensión y las instalaciones de la infraestructura hídrica. En ese sentido, la modernidad extendió ductos cerrados y controlados, contrastantes a la distribución tradicional⁷³ de conducciones abiertas y de recepción colectiva.

Asimismo, esta innovación ofreció el agua de manera incolora, inodora y descontaminada,⁷⁴ por lo que no se desligó la tecnología y su respectiva tecnificación. De manera que las instalaciones requirieron de maquinaria aplicada en extracción, regulación y distribución de agua, así como de la apropiación de la *Arquitectura Técnica* como equipamiento urbano. Posteriormente, el funcionamiento integral con el resto de las infraestructuras completó el ciclo hídrico urbano de abastecimiento, uso y desecho, que en nuestra actualidad sigue vigente.

Las obras de aprovisionamiento de agua de la Ciudad de México en el periodo de 1900 a 1917 constituyeron un paradigma sobre la cultura del agua que trascendió la función urbana.⁷⁵ Así que se plantea la valorización patrimonial⁷⁶ de la modernidad con el entorno ecológico y el entorno urbano arquitectónico.

⁷² Los monumentos históricos aparecen con el tiempo, representan la materialización de un hecho trascendental y fortalecen una ideología histórica. Este conocimiento explica su origen y consolida la valoración patrimonial.

⁷³ La especificidad temporal refleja los procesos económicos, sociales, políticos, culturales e históricos de una sociedad que trascienden su origen. ICOMOS, 2019.

⁷⁴ Esta significación considera el pasado positivista, higienista y de modernidad de finales del siglo XIX.

⁷⁵ El patrimonio cultural inmueble se relaciona con el territorio por su condición arquitectónica y urbana, abarca un ordenamiento geográfico; de diversas épocas, tipologías, morfologías y funciones. ICOMOS, 2019.

⁷⁶ La valoración comprende la evaluación de valores de cualquier patrimonio cultural; la valorización busca la puesta en valor del patrimonio cultural que potencie y que complemente la trascendencia detectada en la primera fase de valoración. Peñuelas, Guerrero Gabriela. «Metodologías e intervenciones en la restauración. Breve revisión de los conceptos» En *Estudios sobre conservación, restauración y museología. Volumen III*, de Coord. Pérez Ramos, Yumari y de la Torre Villalpando, Guadalupe. 212-221. (México: Publicaciones ENCRyM-INAH, 2016), 219-220.

Las obras entendidas como paisaje hídrico incluyeron tres áreas geográficas diferenciadas: el aprovisionamiento de Xochimilco a la Condesa, la distribución de la Condesa a Chapultepec, y de esta a la Ciudad de México.

El primer paisaje resaltó el valor ecosistémico de las fuentes de abastecimiento del lago de Xochimilco, que, entre los canales y las chinampas, destacaron los manantiales brotantes de la Noria, Nativitas, santa Cruz y san Luis. El segundo paisaje de conducción general desarrolló un trayecto lineal de sur a norte a lo largo de la cuenca de México, entre la ruralidad de las municipalidades sureñas, hasta llegar a la distribución urbana de la Condesa a Chapultepec. Finalmente, el paisaje urbano se constituyó por las dos urbes, la moderna planificada y la histórica dentro de la gran Ciudad de México.

Cada emplazamiento resultante sumó características urbanas singulares, entre inmuebles funcionales y redes de tuberías invisibles.⁷⁷ Así la lectura como *conjunto monumental moderno*⁷⁸ embelleció y ordenó la ciudad,⁷⁹ la particularidad es que requirió de la desvinculación y aislamiento de los núcleos urbanos locales.⁸⁰ Este emplazamiento residual representó espacios de amortiguamiento forestal con actual valor ecológico.⁸¹

El abastecimiento se apoyó con la técnica y tecnología vanguardista de época, se consideró como particularidad funcional espacial, cuya calidad constructiva y belleza formal⁸² se integraron en la *Arquitectura Técnica*. De manera que los sistemas y procesos constructivos también representan un grado de innovación temporal.⁸³

⁷⁷ La Carta de Cracovia retoma la perspectiva integral sobre el entendimiento urbano/arquitectónico ICOMOS. *Carta de Cracovia. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido* (Polonia: ICOMOS, 2000).

⁷⁸ El Patrimonio Industrial argumenta que la evidencia material de los cambios sociales conserva un valor humano universal, como conocimiento integral de los medios y modos de producción constituye al patrimonio industrial intangible. ICOMOS. *Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial* (Rusia: Asamblea Nacional del TICCIH, 2003).

⁷⁹ El valor estético trasciende representatividad, inserción en determinada corriente estilística, grado de innovación, materiales y técnicas utilizados, entre otros. Los bienes inmuebles, también trascienden en el contexto urbano. INAH. *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas*, (México; INAH LFMZAAH, 2018), Art. 33.

⁸⁰ Su importancia radicó en que se consideraron pueblos originarios de la Ciudad de México.

⁸¹ Existen otras leyes relacionadas con el patrimonio mexicano como la Ley de Bienes Nacionales de 1985 o las relacionadas con la protección de áreas naturales que integran inmuebles históricos, árboles o bosques históricos, las protege la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, del Consejo Nacional para la Cultural y las Artes o del Instituto Nacional de Bellas Artes.

⁸² Jokilehto, J. *Valores patrimoniales y valoración por Jukka Jokilehto*. (México: INAH, Año 2. 2020), 26-27.

⁸³ INAH. *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas*, (México; INAH LFMZAAH, 2018), Art. 33.

Adicionalmente, la extensión de su red general y de acometidas, tanto visibles como invisibles permitió que la ciudad se delimitara y accediera al agua potable.⁸⁴ Si bien es cierto que el patrimonio urbano es reciente,⁸⁵ estas obras mostraron el ingenio humano⁸⁶ transformador del ambiente natural en rural con las fuentes de abastecimiento; y el cambio rural inmediato a la ciudad, en urbano.⁸⁷

Además, cuando se habla de distribución hídrica, también se considera una herencia técnica y tecnológica cultural. La eficiencia en la dotación reconoció la tecnología con el papel desempeñado por la máquina para la extracción hídrica. Así se incluyó la valoración de las soluciones de ingeniería mixta de mecanización apoyada por gravedad. Por su parte, los nuevos materiales y productos constructivos, como los diversos usos del concreto, conformaron un cambio significativo en la modernidad arquitectónica y constructiva.⁸⁸

Posteriormente a lo largo de los años, la dotación hídrica estableció la obsolescencia de la maquinaria de extracción con el agotamiento del abastecimiento del agua. Así se encontró funcional y finalista según el colectivo de higienistas promotor,⁸⁹ se consideró sensible a los cambios y suscitó la búsqueda de nuevos aprovisionamientos cercanos a la ciudad. De forma paradójica, representó el testimonio de una proeza técnica monumental que inició un cambio ambiental con la modificación urbana y un problema ecológico emergente en la cuenca de México.

⁸⁴ En ese sentido se halló la analogía con el *sistema Belgrand* en París, Francia, diseñado con el principio de suministro por gravedad, a partir de un sistema de abastecimiento general; su construcción fue con el innovador concreto armado. Picon, Guillaume. *Les Patrimoines De L'eau (French Edition)* (France: CHC. PE. CMN, 2019).

⁸⁵ Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio* (España: Gustavo Gili, 2007), 163-165.

⁸⁶ Se reconoce el valor monumental del organismo urbano en su diversidad creativa, y su valor sociológico testimonial. Se reconocen dos escalas: como inmueble histórico particular y como conformante de una forma urbana, que además se relaciona con los territorios urbanos próximos.

ICOMOS. *Carta de Cracovia. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido* (Polonia: ICOMOS, 2000).

⁸⁷ Los bienes inmuebles podrán considerar también su significación en el contexto urbano.

INAH. *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas*, (México: INAH LFMZAAH, 2018), Art. 33.DOF. *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas* (México: Diario Oficial de la Federación, 1972).

⁸⁸ Esta lógica, pretende el acercamiento con el patrimonio industrial mixto que integra tecnología de extracción, los paisajes naturales de aprovisionamiento y la infraestructura hídrica histórica.

⁸⁹ Torres Cueco, Jorge. *Le Corbusier: Visiones de la técnica en cinco tiempos* (España: Fund. Caja De Arquitectos, 2004), 233-240.

Por otra parte, como trascendencia sobre la obra pública, se entendió la intervención y regulación del Estado en las actividades sociales cotidianas, cuyas acciones políticas asumidas por la sociedad, se convirtieron en técnicas instrumentales.⁹⁰

La mediación gubernamental entre grupos correspondió cuando la tecnología satisfizo los intereses colectivos higienistas en la provisión hídrica y requirió de una organización técnica e institucional (administrativa y legal). La ordenación se dirigió por el gobierno rector del progreso, se apoyó con los grupos científicos especializados regentes de diversos *Ministerios* o *Fomentos*, se consolidó por las juntas especializadas de las obras correspondientes. En ese sentido el servicio público se entendió como actividad prestacional, a cargo del Estado, que reservó la titularidad de las actividades al considerarlas de interés social e higienista, comenzando a transformar la *función* de la obra pública en *servicio* público.

Adicionalmente dentro de las obras de aprovisionamiento de agua para la Ciudad de México, se valora la cantidad de conocimiento legado sobre los recursos hídricos y la misma infraestructura. Este valor sociológico testimonial de intervención nacional⁹¹ sobre la tecnificación cultural incluyó los planificadores (civiles y gubernamentales) y los constructores (operarios, técnicos y obreros).⁹² Se sumó la documentación compuesta por el proyecto original de obra, las memorias técnicas y administrativas de los ingenieros, las fotografías, los planos, etc.

Así, las obras de aprovisionamiento de agua de la Ciudad de México en el periodo de 1900 a 1917 como patrimonio cultural hídrico propone una nueva interpretación ecológica de la historia hídrica apoyada de la tecnificación que debe ser preservada y legada a las generaciones futuras. Esta perspectiva de valorización enfatiza la autonomía sobre lo que significa conservar, preservar y transmitir sobre el patrimonio hídrico moderno.

⁹⁰ Durante el siglo XVIII y XIX se consolida la idea de *Fomento* cuando el Estado adquiere la conciencia de hacer caminos, canales, faros y puertos, pero se considera *obra pública* como *regulación administrativa* hasta comienzos del XX.

⁹¹ (...) - *Ruego a usted – decía al repórter uno de los señores ingenieros-, que haga constar para orgullo del señor Ing. Marroquín Rivera y de todos aquellos que con él cooperaron, que un solo extranjero, ni uno solo, ha sido empleado en estas obras, ni siquiera entre los peones hay uno solo. Hágalo constar, para demostración de que los mexicanos podemos hacer también grandes obras.*

El imparcial. *Ayer fue terminado el gran acueducto* (México: El imparcial, 1910), 1.

⁹² La Carta de Cracovia reconoce el valor sociológico testimonial. ICOMOS. *Carta de Cracovia. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido* (Polonia: ICOMOS, 2000).

II. Las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa en el periodo de 1903 a 1913

2.1 La modernidad técnica y tecnológica materializada

El paisaje arquitectónico urbano y rural de la ciudad de México se transformó a finales del XIX y se enfatizó con la diversidad arquitectónica cosmopolita.¹ En esa época la transformación representó dos contrastes, la tradición y la modernidad. Se erigieron ayuntamientos, monumentos, teatros, y residencias, además de inmuebles de soporte urbano como parques, mercados, estaciones de ferrocarril, plantas eléctricas, estaciones de bombeo, atarjeas, fabricas, puentes y avenidas. Así la *Arquitectura* y los *edificios* jerarquizaron la ciudad según su organización, movilidad y extensión urbana.

El problema residió en hallar una arquitectura distintiva para lo público y lo privado que satisficiera diferentes ubicaciones, usos y simbolismos.² La búsqueda se asimiló desde la *Academia* entre los siglos XIX y XX, sus representaciones reunieron diversos grados de historicismo³ a partir de tres interpretaciones eclécticas de gusto, de estilo y de racionalismo.⁴ Este carácter expresó la creación *moderna* dentro de la tradición académica, guiada por la selección armoniosa de estilos y culturas históricas.⁵ Si bien es cierto que el *eclecticismo* surgió con el declive del *neoclasicismo*, este último, pudo ser el último estilo que progresó normas compositivas.

Dentro de esta nueva fuente de estímulo visual resaltaron elementos de la gran *Arquitectura* como la composición, que, entendida como la organización armónica formal se destacaron componentes como ejes, ritmo, simetría y proporción, además su combinación transmitió contenido sensorial.⁶ Así mismo, con la organización de un partido arquitectónico en estricta relación con la fachada se condicionó la volumetría que adquirió monumentalidad tanto arquitectónica como del mismo conjunto urbano.

¹ El cosmopolitismo se basa en una moral inclusiva, una relación económica compartida o una estructura política que integra distintas naciones. Sin embargo, los lugares pasados y presentes se identifican con esta ideología porque personas de diversos orígenes étnicos, culturales y/o religiosos viven en proximidad e interactúan entre sí. Aplicado a la arquitectura se asocia con el eclecticismo y los nuevos estilos de vida que traen las migraciones internacionales a ciudades en crecimiento.

² Rowe, Colin. *Manierismo y arquitectura moderna*. (España: Gustavo Gili, 1999), 43.

³ Van Zanten, David. «El sistema Beaux Arts.» *Design*, Vol. 48, N° 11-12, 1978: 21-38.

⁴ Hitchcock, Henry-Russell. *La arquitectura moderna. romanticismo y reintegración*. (España: Editorial Reverte, 2015), 10-15.

⁵ Vargas Salguero, Ramon. *Historia de la teoría de la arquitectura: el porfiriismo*. (México: UAM.XOCHIMILCO, 1989), 63.

⁶ Rowe, Colin. *Manierismo y arquitectura moderna*. (España: Gustavo Gili, 1999), 41-44.

En México este tercer periodo academicista⁷ facilitó la variedad y la subjetividad compositiva⁸ a partir de dos tendencias diferenciadas, la nacionalista que distinguió la atribución prehispánica y virreinal, así como la influencia internacional.⁹ Este estilo también pudo ser adoptado debido a la carencia de programas arquitectónicos para nuevos usos, recientes clases dominantes y el entendimiento de materiales constructivos innovadores.¹⁰

Además, la inclinación a la monumentalidad retomado de la gran *Arquitectura* se asoció al esteticismo y al fachadismo. Así el conjunto urbano resultante organizó la materialización del discurso arquitectónico nacionalista que legitimó al régimen imperante y convirtió el centro de México en una urbe moderna y cosmopolita.¹¹ Consecuente de la zonificación entre la urbe antigua y la moderna, dentro de la gran ciudad, se sumó la segregación social con la búsqueda de la apariencia más digna y artística en los edificios.

Un aspecto importante fue el desapego entre la tradición canónica de la naciente *Arquitectura Técnica o Ingeniería*,¹² que experimentó nuevos materiales y productos constructivos contrastantes a la estética dominante.¹³ Los cambios en las formas arquitectónicas que integraron creación y ciencia¹⁴ reunieron conocimientos racionales¹⁵ constructivos. Sin embargo, su afianzamiento no fue inmediato ya que no siempre se ostentaron estos adelantos racionales. Esta experimentación se desarrolló en edificios funcionales como la infraestructura urbana.¹⁶

⁷ de Anda Alanís, Enrique X. *Historia de la arquitectura mexicana* (España: Gustavo Gili, 2019), 149.

⁸ Utrilla Hernández, Alejandra. *Arquitectura religiosa del siglo XIX. Catálogo de Planos del Acervo de la Academia de San Carlos. No 1. Serie de investigaciones sobre el acervo patrimonial* (México: ENAP. UNAM, 2004), 46.

⁹ *Ibidem*, 46.

¹⁰ Vargas Salguero, Ramon. *Historia de la teoría de la arquitectura: el porfirismo*. (México: UAM.XOCHIMILCO, 1989), 214.

¹¹ El objetivo del cosmopolitismo arquitectónico fue cubrir todos los frentes de estilos disponibles; así la condición de lo moderno y cosmopolita derivó de consumir y mostrar una apertura cultural como identidad burguesa, más allá de la ciudad. Tenorio Trillo, Mauricio, trad. de Noriega Rivero, Gerardo, y Juan Tovar. *Hablo de la ciudad. Los principios del siglo XX desde la Ciudad de México* (México: FCE, 2017), 131.

¹² Hitchcock, Henry-Russell. *La arquitectura moderna. romanticismo y reintegración* (España: Ed. Reverte, 2015), 105.

¹³ González Cortázar, Fernando. *La arquitectura mexicana del siglo XX* (México : CONACULTA, 2004), 30-32.

¹⁴ Arnal Simón, L. Ramiro Esteban D. (Coord). *Visiones del neoclásico en la arquitectura* (México: FA.UNAM, 2018), 21.

¹⁵ Vargas Salguero, Ramon. *Historia de la teoría de la arquitectura: el porfirismo*. (México : UAM.XOCHIMILCO, 1989), 200.

¹⁶ Rivera Gámez, David. *La otra arquitectura moderna. Expresionistas, metafísicos y clasicistas, 1910-1950. estudios universitarios de arquitectura 29*. (España: Editorial Reverte, 2017), 15.

La moderna provisión hídrica con sus estaciones de bombeo organizó un conjunto transicional que reunió a la gran *Arquitectura* con sus principios de *monumento de estilo*, pero también anticipó la *funcionalidad y modernidad* de la *Arquitectura Técnica*.¹⁷

Si bien es cierto que sus referentes partieron de los últimos decenios del siglo XVIII con la *Arquitectura de Producción*, el *funcionalismo* compartió los principios positivistas de *higienismo*. Estas soluciones constructivas se acercaron al *racionalismo*, y se consolidaron con los hábitos cotidianos, intelectuales e ideológicos de la revolución científica, industrial y burguesa.¹⁸ Habría que decir que del legado de la arquitectura decimonónica no se ocultó la estructura, la forma ni el funcionamiento, pero las nuevas medidas y estandarizaciones transformaron la espacialidad. Esta modernidad integró al ingenio y la inventiva estructural con la estética dominante. Así se diferenciaron los muros estructurales de los muros estilísticos. La interpretación constructiva del recubrimiento decoró con vistas estéticas y lujosas a los tradicionales muros de fábrica decimonónicos.¹⁹ Además, su uso extendió una nueva relación entre la industrialización y la comercialización tanto de materiales como de productos constructivos innovadores de revestimiento. Posteriormente los principios de la mecánica estructural lograron la transición hacia la *racionalidad moderna*, que, aunada al ajuste de los métodos de fabricación y la simplificación constructiva se completó la modernidad arquitectónica.

Un ejemplo de materiales constructivos apoyados con el *historicismo* que redescubrieron la policromía de los edificios medievales con el *romanticismo* (ver fig. 1), fue el estudio de arquitectos ingleses y franceses sobre el tabique aparente (ver fig. 2), que observado en las exposiciones universales de 1878 y 1889, se utilizó en la *Arquitectura Religiosa* y posteriormente en la *Arquitectura Técnica*. Fue hasta la segunda mitad del siglo XIX que se extendió el *romanticismo* en las academias americanas, destacándose también en la academia mexicana.²⁰

¹⁷ Hitchcock, Henry-Russell. *La arquitectura moderna. romanticismo y reintegración* (España: Ed. Reverte, 2015), 105.

¹⁸ Vargas Salguero, Ramon. *Historia de la teoría de la arquitectura: el porfirismo*. (México : UAM.XOCHIMILCO, 1989), 56.

¹⁹ Arnal Simón, L. Ramiro Esteban D. (Coord). *Visiones del neoclásico en la arquitectura* (México: FA.UNAM, 2018), 25-29.

²⁰ de Anda Alanís, Enrique X. *Historia de la arquitectura mexicana*. (España: Gustavo Gili, 2019), 149.



Fig. 1. Papworth John B. *Rural Residences, Series of Designs for Cottages, Decorated Cottages, Small Villas and other Ornamental Buildings; Accompanied by Hints on Situation, Construction, Arrangement and Decoration, in the Theory & Practice of Rural Architecture; Interspersed with Some Observations on Landscape Gardening.* (London: R. Ackermann 1876), 22, 38. Plate 5 & Plate 9. Ejemplo de libros catálogos de casas tipo cottage que presentaban soluciones espaciales con los elementos estilísticos del romanticismo europeo.

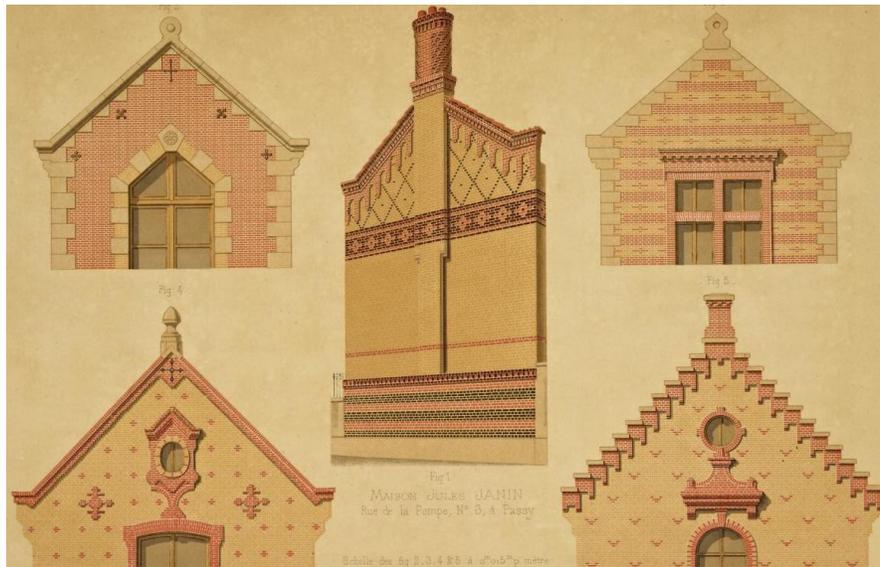


Fig. 2. Lacroux, J., y C. Détain. Lacroux, J; Détain, *Constructions en Briques. Librairie Générale de L'architecture et des Travaux Publics.* (Paris: Ducher, 1878), Plate 57. La arquitectura neogótica en México tuvo diversas influencias internacionales, sumada la reinterpretación personal que el proyectista adoptaba.

En la *Academia Mexicana*, se revelaron dos tendencias románticas, la primera, con techos a dos aguas, uso de piedra o tabique aparente y mínima decoración que rememoró la tradición angloamericana; la segunda desarrolló mayor decoración (agujas, rosetones, arcos apuntados, arcos germinados y arcos poli lobulados). Adicionalmente se mostraron variantes: la arquitectura ojival de hierro y una mezcla clásico-gótica.²¹

Así se sumó el uso del tabique relacionado con el espíritu gótico racionalista que exhibió la estructura. Su uso en edificios religiosos correspondió al despojo y la austeridad tanto de formas como de volúmenes. Además, permitió la creatividad constructiva con el uso del aparejo, cargándola de valores morales, locales y artesanales. Un medio de difusión fueron publicaciones de tabique policromado²² que llegaron a la *Academia Mexicana* con los intercambios culturales internacionales de profesores, alumnos, proveedores y constructores.

A finales del siglo XX, con el surgimiento de edificios modernos como la infraestructura urbana, se favoreció el uso del tabique en la Ciudad de México.²³ Su auge se benefició con la cercanía de materia prima,²⁴ se agregó la factibilidad constructiva del gremio constructor y las referencias estéticas dominantes. La tipología del tabique aparente representó el simbolismo de las actividades religiosas y habitacionales,²⁵ además extendió el simbolismo funcional de infraestructura y de producción de una ciudad moderna.²⁶

Este *eclecticismo* manifestó la innovación creativa en las fuentes de aprovisionamiento de aguas, como la Casa de Bombas no. 3 Nativitas en Xochimilco. El juego de policromía y de paños reconocidos con el tabique aparente, animaron las fachadas de una *Arquitectura Técnica*, funcional, modesta, pero virtuosa.

²¹ Utrilla Hernández, Alejandra. *Arquitectura religiosa del siglo XIX. Catálogo de Planos del Acervo de la Academia de San Carlos. No 1. Serie de investigaciones sobre el acervo patrimonial* (México: ENAP. UNAM, 2004), 50-53.

²² Tras las *Conversations sur l'architecture* de Viollet-Le-Duc (1814-1879), Lacroux y C. Detein desarrollaron *Constructions en briques; la brique ordinaire au point de vue décoratif* (publicada entre 1878 y 1886), seguida por Pierre Chabat con *Brick and Terracotta* (1879) y William Radford con *Brick houses and how to build them* (1865).

²³ Gras, Gas, Louise Noelle. Ed. Fuentes para el estudio de la arquitectura en México Siglos XIX y XX. (México: UNAM.IIE, 2007), 18-19.

²⁴ Destacaron ladrilleras locales como Xoco, San Andrés, La Piedad, la Guadalupeana, Compañía Ladrillera de la Noche Buena; o foráneas como la compañía ladrillera de Teoloyucan, la fábrica de ladrillo La Compañía en Chalco.

²⁵ Se presentaron ejemplos en Azcapotzalco, Tacuba, Tacubaya, Guadalupe, Mixcoac, Tlalpan y Xochimilco, colonias nuevas como la Roma, la santa María la Rivera y la americana desde la segunda mitad del siglo XIX.

²⁶ Ejemplos fueron la Estación de Trenes de san Lázaro, la Penitenciaría de Lecumberri, el Hospital General de México, la Estación Hidroeléctrica de Nexaca; la estación de tranvías y la Casa de Bombas no. 3 Nativitas de la infraestructura hídrica.

2.2 El conjunto de las Casas de Bombas de Xochimilco

A principios del siglo XX los manantiales como la Noria, Nativitas, santa Cruz y san Luis situados en la parte sur del Valle de México y que, alimentados por las filtraciones de las lluvias de la serranía del Ajusco, acumularon abundantes y cristalinas aguas considerándose como nuevas fuentes de abastecimiento de la gran ciudad.²⁷

Para extender estas posibilidades se aplicaron los principios positivistas de higiene desde el momento de la extracción, para conservar y mejorar la calidad de agua hallada. De manera que se controlaron tres elementos propagantes de la insalubridad: el aire, el agua y el sol; este dominio benefició la potabilidad.

Asimismo, se resolvió la extensión y la organización del abastecimiento hídrico con el despliegue de ductos subterráneos y conjuntos arquitectónicos dominantes del medio natural inmediato.²⁸ Sobresalió la solución racional que aprovechó la pendiente diferenciada entre la ciudad y el suministro conectando al ducto recolector con las estaciones de bombeo. De esta manera, se construyeron cuatro instalaciones correspondientes a cada manantial encontrado potable, que desplantadas a lo largo de Xochimilco sumaron una quinta estación de bombeo de control general y de redireccionamiento en terrenos de la Condesa.

Específicamente, como infraestructura urbana, la Casa de Bombas del siglo XX se consideró el principal control en la calidad del agua. Posteriormente se requirió el dominio del entorno inmediato mediante inmuebles complementarios. Así se conformó el emplazamiento con los lavaderos comunales, el jardín/bosque de recuperación pluvial, la casa del maquinista, el vertedor de descargas y la propia estación de bombeo (ver fig. 3 y 4).

²⁷ El primer gran uso de las aguas de Xochimilco y Chalco lo desarrolló el ingeniero Roberto Gayol para el saneamiento y lavado de las atarjeas de la Ciudad de México. Mediante un canal de derivación, las aguas del Canal Nacional se condujeron hasta la Calzada de la Piedad, en ese cruce se construyó por inicio el sifón de control de niveles de agua (lago de Xochimilco/ Ciudad de México), posteriormente se construyó la instalación de bombeo destinada a tomar las aguas del canal de derivación y emplearlas para en el sistema de lavado de dichas atarjeas.

Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 15; 18-20.

²⁸ Bunge, Mario. *Emergencia y convergencia* (Argentina: GEDISA Editorial, 2004) 25-32.

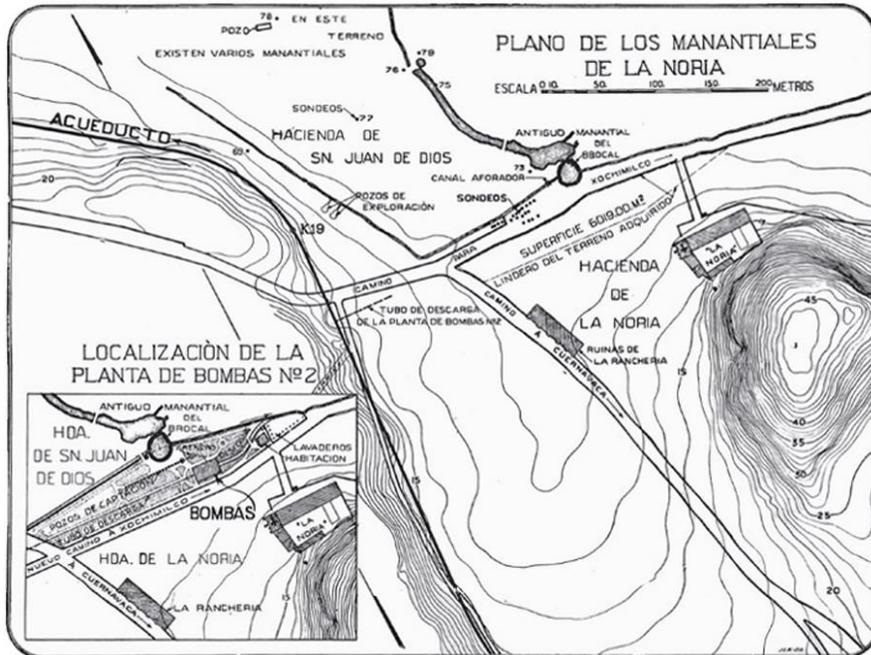


Fig. 3. Marroquín y Rivera, Manuel *Plano general de la Casa de Bombas no. 2 la Noria*. 1914. el emplazamiento original mostró la conexión con el ducto principal, integró a la topografía con el direccionamiento del sistema en general.²⁹

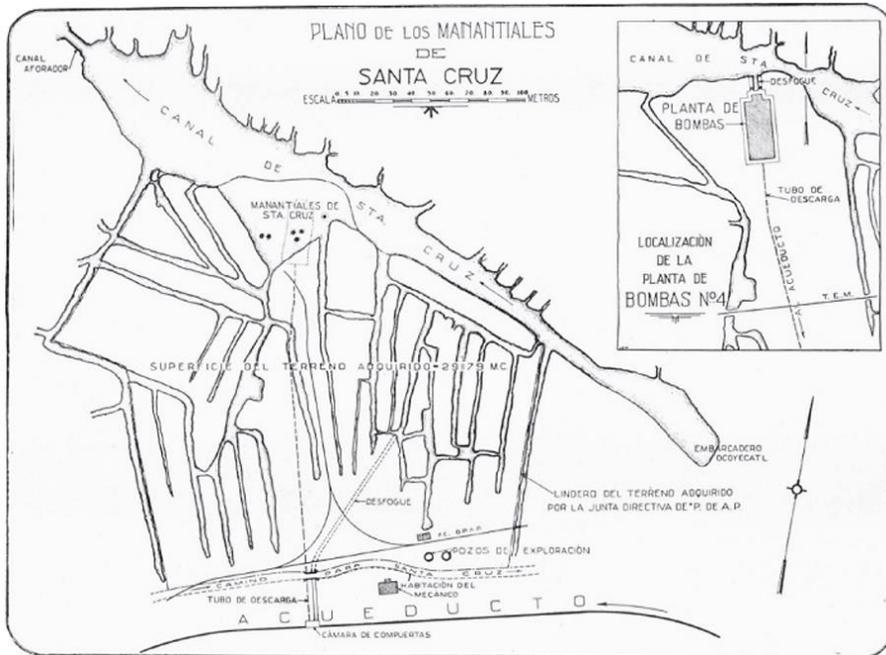


Fig. 4. Marroquín y Rivera, Manuel. *Plano general de la Casa de Bombas no. 4 santa Cruz*. 1914. La inmediatez con las fuentes de abastecimiento mostró el dominio técnico del sistema de aprovisionamiento hídrico.³⁰

²⁹ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 39.

³⁰ *Ibidem*, 73.

La instalación principal aprovechó las características de la *Arquitectura Técnica* y sumó los principios *higienistas* aplicados a la arquitectura: iluminación, ventilación, soleamiento, delimitación de las alturas interiores, así como las áreas verdes.³¹ De esta últimas sobresalió la relación de envolvente ajardinado del inmueble, de herencia romántica inglesa. En ese sentido, ser moderno integró la experimentación racional de productos y materiales innovadores con sentido estético aprovechando al *eclecticismo* de la gran *Arquitectura*.³²

El dominio de los lavaderos comunales controló las fuentes contaminantes inmediatas, que brindaron servicio comunitario. El jardín/bosque de recuperación pluvial permitió el amortiguamiento higienista por inicio delimitó las aguas estancas potables de las pantanosas, posteriormente se recondujeron las aguas excedentes para asegurar un ciclo de recuperación hídrica. Con respecto a las franjas de vegetación, estas beneficiaron el equilibrio ambiental de los manantiales, garantizaron la regeneración hídrica con la protección de las zonas de azolvamiento y de infiltración en temporal pluviales o de excedentes de agua; posteriormente conservaron el equilibrio ecológico local.

Por su parte, la casa del maquinista facilitó el dominio operativo en general. El vertedor de descargas se halló entre el ducto general y la Casa de Bombas; sirvió para expulsar cargas excedentes y recuperar el recurso hídrico, así que controló el cierre o apertura de cualquier estación de bombeo en caso de fallas o mantenimiento, sin que se irrumpiera el servicio general; el canal abierto adjunto redirigió la recuperación hídrica cercana a la extracción original, asegurando la recuperación ambiental (ver fig. 5).

Específicamente, el programa arquitectónico³³ de la estación de bombeo organizó la obra civil, incluyó la sala técnica, la extracción, así como la reserva de agua. La sala técnica gestionó el control de máquinas y equipos auxiliares. El área de extracción alojó la estación de bombeo, las tuberías de aspiración hídrica, las bombas, la tubería de transporte y la fosa de contención hídrica.

³¹ Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013), 253.

³² Vargas Salguero, Ramon. *Historia de la teoría de la arquitectura: el porfirismo*. (México: UAM.XOCHIMILCO, 1989), 62-63.

³³ Quintana Álvarez, Covadonga. «*Apuntes para una estética de la arquitectura industrial del siglo XIX.*» *Ábaco*, no. 8, 1996: 47-56.

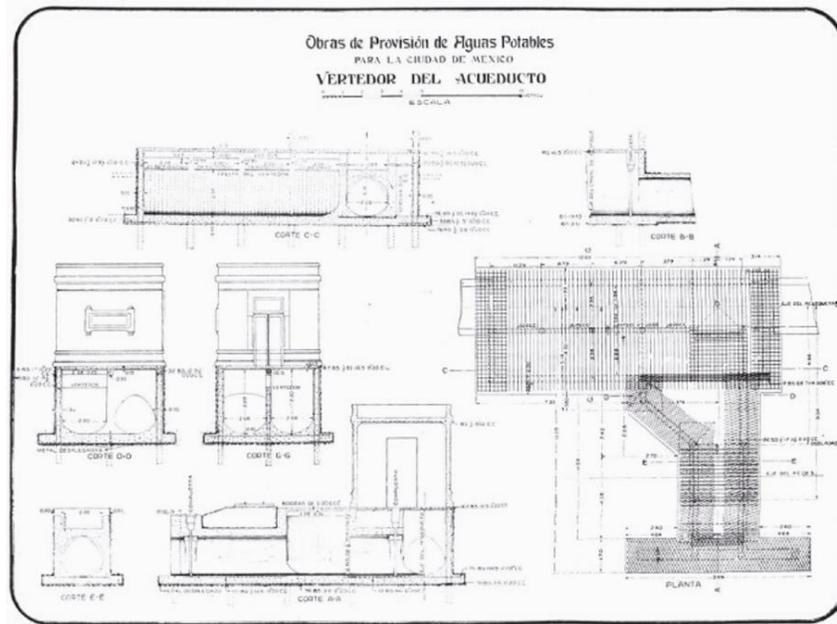


Fig. 5. Marroquín y Rivera, Manuel. *Vertedor del acueducto*. 1914. El inmueble conectó y reguló la salida del agua entre el aprovisionamiento general y cada Casa de Bombas.³⁴

Considerando que los ojos de agua fueron desiguales en forma, profundidad y dotación, el descubrimiento natural los distó de los pozos artesianos,³⁵ así se requirió de un dominio protector de contaminación y de obstrucción de las vertientes. Según la capacidad, la calidad y las cualidades del agua hallada, se precisaron bombas centrífugas de simple succión.³⁶

De esta forma, la estación de bombeo hídrico de principios del siglo XX integró a los sistemas constructivos con los sistemas estructurales, la composición espacial y la estética ecléctica dominante que conformaron unidad e identidad. Posteriormente la funcionalidad se extendió en los procesos constructivos, lo que significó la organización eficiente en la construcción con la repetición tanto de elementos estructurales como estilísticos.³⁷

³⁴ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 222.

³⁵ Estos fueron manantiales artificiales originados con una perforación a gran profundidad, la salida de agua se generó con la misma presión del líquido para emerger en la superficie.

³⁶ La bomba centrífuga fue la versión inversa de la turbina hidráulica circular y fue análoga a la turbina de vapor. Se requirió para mover grandes volúmenes de agua con rapidez. Su diseño facilitó la extracción cuando el agua se consideró impura y con materia flotante, o bien cuando el ambiente necesitó el dragado de arena hallada en el agua.

Rogers, William. *Pumps and Hydraulics*. (New York: Theo. Audel & Co, 1905), 193-229.

³⁷ Quintana Álvarez, Covadonga. «Apuntes Para Una Estética De La Arquitectura Industrial Del Siglo XIX.» *Ábaco*, no. 8, 1996: 47-56.

Además, sobresalió el uso integral del cemento en los sistemas constructivos de las estaciones de bombeo. Su introducción como producto constructivo de importación se presentó a finales del siglo XIX en México.³⁸ Entendido como compuesto aglutinante pudo adherirse a otros materiales para formar masas que permitieron moldearlo y obtener nuevos productos. En ese sentido fue sobresaliente el dominio de los procesos de endurecimiento del cemento, que diferenciaron a los morteros de los concretos.³⁹

Para ser más específicos, el uso del aglutinante elemental permitió la fabricación de piezas constructivas de apariencia pétreo como bloques, losetas, molduras y elementos decorativos. Por su parte, el empleo como mortero aglutinante compuesto unió distintos materiales y sirvió como mezcla adhesiva en la construcción. En cambio, el manejo del mortero como componente estructural incorporado al acero consolidó variedades técnicas como el hierro revestido en concreto, el ferrocemento o el concreto armado.⁴⁰ En consecuencia, las aplicaciones se hallaron en edificios públicos y civiles, en las obras públicas de infraestructura urbana como caminos, avenidas, parques y mobiliario urbano, en componentes como piezas de pisos, tejas, bloques, molduras y ornamentos, así como en acabados aparentes como el bruñido, el repellido o el zarpeo y afine en muros, o el cepillado y pulido en pisos, por nombrar muchos más acabados.

Por una parte, sobresalió el gremio constructor que demostró ingenio y técnica para entenderlo, modificarlo y difundirlo como producto novedoso y adaptable;⁴¹ las variaciones adicionaron y alteraron procesos ya conocidos (aunque solo fueron propuestas),⁴² mientras que las patentes extranjeras aseguraron su comercialización.⁴³ A la par el gremio académico organizó conocimiento, capacitación especializada y especificaciones técnicas.

³⁸ De las Cuevas Toraya, Juan. *Un siglo de cemento en Latinoamérica* (México: IMCYC, 1999), 8.

³⁹ Simonnet, Cyrille. *Hormigon historia de un material. Economía, técnica, arquitectura* (España: Nerea, 2009), 33-43.

⁴⁰ Silva Contreras, Mónica. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914* (México: UI. BFJC, 2016), 20-53.

⁴¹ Leal, Castañeda, Falcón, Gutiérrez y Padilla. *El desarrollo de una cultura tecnológica, 1908-1935 Tres revistas de ingeniería de comienzos del siglo XX en México* (México: FES Aragón. UNAM, 2021).

⁴² Valencia Islas, Arturo. *Tesis Licenciatura Economía. Historia de una industria oligopólica. La industria del cemento en México 1905-1940*. (México: TLE. UNAM, 1990), 63.

⁴³ Promoción iniciada por el ing. Miguel Rebolledo y el marino militar Ángel Ortiz Monasterio, sumándose Antonio Rivas Mercado, Nicolás Mariscal y José Delgado como concesionarios en la ciudad de México. Silva Contreras, Mónica. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914* (México: UI. BFJC, 2016), 20-53.

Posteriormente, fue consecuente el simbolismo político del cemento con la materialización de la ciudad moderna.⁴⁴ Esta aplicación de conocimientos especializados integró a la ciencia, la ingeniería y la tecnología en la *Arquitectura Técnica*. Adicionalmente se destacaron los sistemas constructivos⁴⁵ derivados del cemento, que relacionaron el comportamiento físico, químico y mecánico, necesarios para fraguar, endurecer y resistir tanto de manera estática como en movimiento en ambientes acuáticos.

Este último condicionamiento determinado por los manantiales brotantes de Xochimilco admitió al cemento en la construcción de las instalaciones; su uso diferenció a los morteros de los concretos, ya que su condición de fluido y vaciado previo a la construcción permitió repetir componentes arquitectónicos y estructurales mediante moldes. Así que su empleo estableció el método constructivo, los equipos y la mano de obra.⁴⁶

Con la experimentación sobre las técnicas constructivas se acercó al proceso tecnológico de la prefabricación. Los criterios de uso jerarquizaron manipulaciones mecánicas y manuales con mezcladoras, grúas para el transporte de piezas preelaboradas y máquinas que fabricaron bloques y molduras.⁴⁷

Dado que los sistemas constructivos requirieron talleres, medios de carga y transporte como la vía ferroviaria de obra, su manipulación también significó la especialización laboral y la modificación en la ejecución de la obra. Esto representó ahorros de materiales, de la fuerza laboral y el aumento de la productividad.

El sistema estructural mixto monolítico fue compartido por las Casas de Bombas abarcó las cimentaciones, muros y entrepisos. El uso de este sistema protegió contra la corrosión y aumentó la solidez: la armadura de hierro otorgó propiedades mecánicas como la resistencia a la tensión y la flexión, mientras que el concreto, aportó la firmeza a la compresión e inercia química.

⁴⁴ Hernández Flores, Fabiola. *Tesis Doctoral. Historia del Arte. Cemento, material de modernización del México posrevolucionario: usos y funciones de la imagen en la publicidad de cemento en la Ciudad de México (1920-1940)*. (México: TD HA. UNAM, 2018), 15.

⁴⁵ Se consideraron los materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que varían según el tipo de edificación por construir.

⁴⁶ Simonnet, Cyrille. *Hormigon historia de un material. Economía, técnica, arquitectura* (España: Nerea, 2009), 33-43.

⁴⁷ *Ibidem*, 33-43.

Asimismo, se compartió la afinidad en el desplante de los inmuebles con el llamado cajón de cimentación⁴⁸ transmitió y distribuyó equitativamente las cargas estructurales hacia el suelo.⁴⁹ En particular, las cimentaciones se edificaron según el tipo de manantial por dominar, considerando la calidad, la profundidad y la orientación del agua, así como la cercanía con el terreno firme. Estas se diferenciaron de las ataguías, porque se retiraban al finalizar el trabajo, mientras que los cajones organizaron la base estructural de cada inmueble.⁵⁰

Según las condiciones anteriores, se utilizó el principio de flotación que redujo la carga neta en el suelo al permitir que el asentamiento diferencial se redujera.⁵¹ En vista de que la carga pudo compensarse de manera total o parcial, se presentaron dos variaciones de cajón: cerrado y abierto. Si el medio acuoso dominó ambas caras (afuera y adentro) pertenecieron de fondo abierto;⁵² si fue contenido desde el interior, fue parcial o de fondo cerrado.⁵³ Además, una conveniencia funcional fue el espacio adicional resultante.⁵⁴

Dado que la construcción de estos cajones fue en seco en los talleres de obra, se acercaron a la prefabricación. En algunos casos se condujeron como barcas al lugar de empleo, seguidamente se sumergieron lastrados y se sujetaron con sobrecargas (regularmente fue la maquinaria de extracción) hasta la obra. Consecutivamente se fondearon a la profundidad necesaria y se sujetaron para desplantar la edificación (ver fig. 6).⁵⁵

Otra particularidad compartida de las estaciones de bombeo fue el uso del sistema estructural de marcos, fuesen rígidos o semirrígidos. Estas estructuras mayormente monolíticas transmitieron las fuerzas normales y cortantes sin que se produjeran movimientos lineales o angulares, entre sus extremos y las columnas en que se apoyaron. Así la estructura resistió cargas verticales y horizontales, sumada la presión hídrica del manantial.

⁴⁸ Britannica. "*Cajón hidráulico*". *technology/caisson*. (UK: Encyclopedia Britannica, 2020).

⁴⁹ El estudio partió sobre tres propiedades mecánicas de los suelos: resistencia al corte, compresibilidad y permeabilidad.

⁵⁰ Zeni Perdoni, Edgardo. *Manual de hidráulica aplicada*. (España: Fundación Juanelo Turriano. A. Romo editor, 1914), 225-257.

⁵¹ Tomlinson, M. J. *Cimentaciones: diseño y construcción* (México: Editorial Trillas, 1996), 181.

⁵² Esta sección abierta regularmente coincidió con el brocal natural del manantial brotante.

⁵³ El espacio debió estar inmediato al brocal para la extracción e impulso del recurso hídrico, debido a que la maquinaria necesitó condiciones específicas para su arranque, como la altura y el sentido de succión (entre el equipo y el agua).

⁵⁴ Sustainability 2018, 10(4), 1225. Sustainable Engineering and Science. Special Issue Sustainable Cejuela, Negro, Esteban, López y Ortega. «From Julius Caesar to Sustainable Composite Materials: A Passage.» *Sustainability*, 2018:1-24.

⁵⁵ Debido a estos ambientes hídricos extremos, también se comenzaron a usar las membranas impermeabilizantes perimetrales.

De igual manera, los elementos estructurales fueron de rápida fabricación y mostraron una resistencia mayor contrastadas con estructuras de mampostería decimonónicas. Además, liberaron grandes claros al completarse con armaduras de vigas convenientes, en ese sentido sobresalió el desplante de la retícula ortogonal simple, ya fuese cuadrada o rectangular. Las diversidades tecnológicas del concreto variaron según el componente metálico: hierro revestido con concreto, fibrocemento, ferrocemento o concreto armado. Según Silva Contreras, coincidió que aún no se afianzaba el nombramiento de este compuesto mixto:

A la mezcla de cemento, arena, y pedacearía de piedra natural o artificial, se llama Hormigón de Cemento y a la masa de hormigón que lleva en su interior una armadura de hierro o acero, constituyendo un cuerpo resistente, se denomina Hormigón Armado, Cemento Armado o Ferro Cemento; los Nombres de Betón Armado y Siderocemento, se derivan del francés y el de concreto reforzado del inglés.⁵⁶

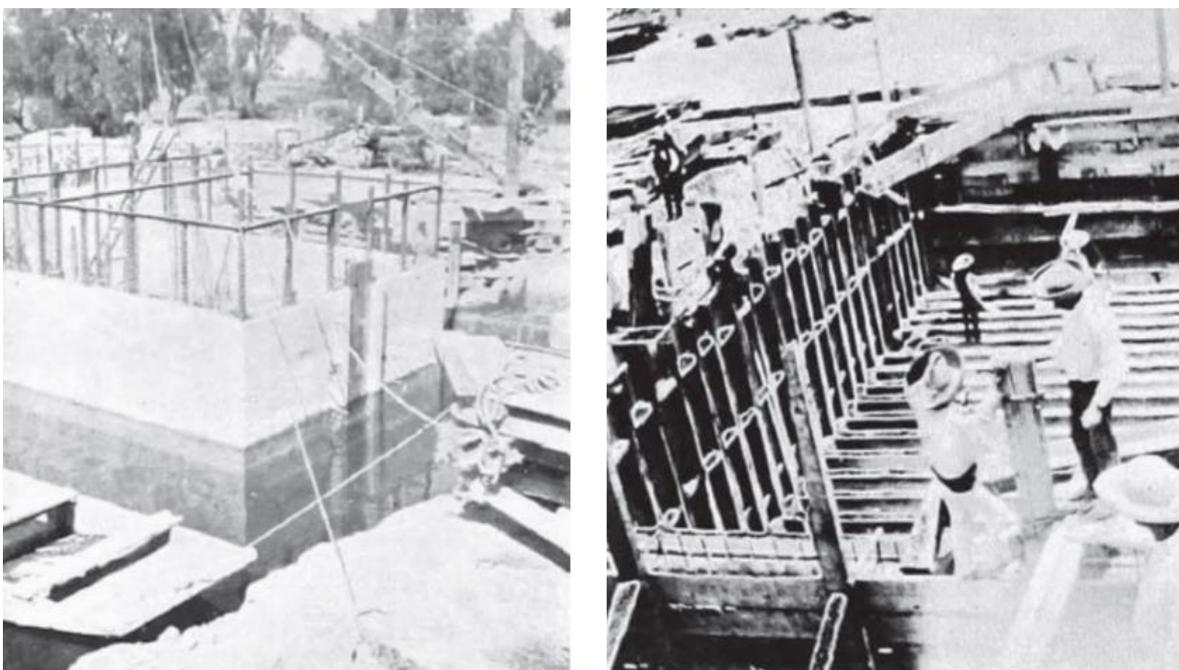


Fig. 6. Marroquín y Rivera, Manuel. *Cámaras de captación y bombas*.1914. El cajón de cimentación fue un recurso de cimentación semi profunda usada cuando los suelos de denominaban blandos o de influencia hídrica que no soportaban una cimentación superficial.⁵⁷

⁵⁶ Silva Contreras, Mónica. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914* (México: UI. BFJC, 2016), 67.

⁵⁷ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 43; 86.

En ese sentido, no solo se diferenciaron los tipos de cemento según el elemento por fabricar, también correspondió la marca comercial con la función del mortero.⁵⁸

Por otra parte, cada una de las estaciones de bombeo extendieron subconjuntos arquitectónicos monumentales interconectados con redes subterráneas, esta extensión compartió una lógica estilística ecléctica de la *gran Arquitectura* (ver fig.7). Así, por ejemplo, sus elementos arquitectónicos ornamentales no solo buscaron dignificar al edificio, sino que integraron el desarrollo tecnológico de la *Arquitectura Técnica*,⁵⁹ convirtiendo su emplazamiento original en un *conjunto monumental moderno*.⁶⁰ Posteriormente los principios positivistas higienistas opusieron la interacción con el contexto urbano local en la búsqueda de la preservación hídrica.



Fig. 7. Euroza, Rocío. *Ubicación y cercanía entre el Subsistema de Casas de Bombas de Xochimilco de principios de siglo XX y las poblaciones locales*. Abril de 2021. Se observó una la división estilística entre la arquitectura vernácula tradicional con la arquitectura culta ecléctica desarrollada a lo largo de la extensión de las Casas de Bomba.

⁵⁸ Silva Contreras, Mónica. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914* (México: UI. BFJC, 2016), 67.

⁵⁹ Chanfón Olmos, Carlos. *Fundamentos Teóricos de la Restauración*. (México: UNAM. Posgrado, 1988), 178-179.

⁶⁰ Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio* (España: Gustavo Gili, 2007), 113-126.

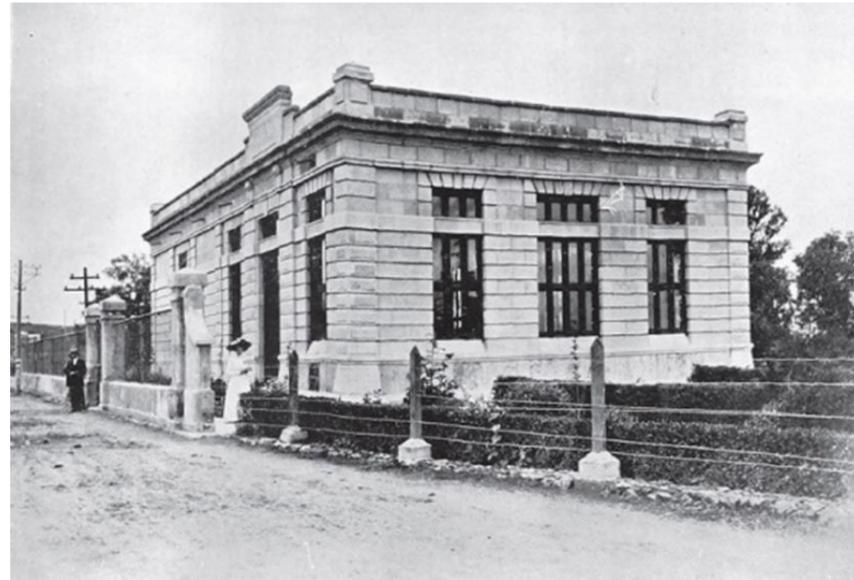


Fig. 8. Marroquín y Rivera, Manuel. *Fachadas sur y oriente de la Casa de Bombas no. 2 la Noria*. 1914. Sobresale el eclecticismo formal con el dominio monumental del inmueble.⁶¹

El funcionamiento de la Casa de Bombas no. 2 la Noria (ver fig. 8) requirió la planta sótano para alojar las bombas, la contención del brocal, así como la conexión entre la tubería principal de conducción con el acueducto principal. La planta baja dividió el área eléctrica con la de registros y los accesos a sótano (ver fig. 9). Dos bombas centrífugas extrajeron el recurso hídrico.

El sistema estructural se desplantó sobre un sistema de pilotes o ataguías, que delimitaron al cajón de cimentación, este se extendió con los marcos rígidos de concreto armado y tensó las fachadas con un muro potencialmente estructural. La techumbre de arco rebajado generó una bóveda parabólica de armaduras trianguladas, liberó claros y favoreció la planta libre. Prevalció el sistema flexible de armaduras trianguladas para la techumbre con hierro revestido con concreto para los muros y la cimentación.

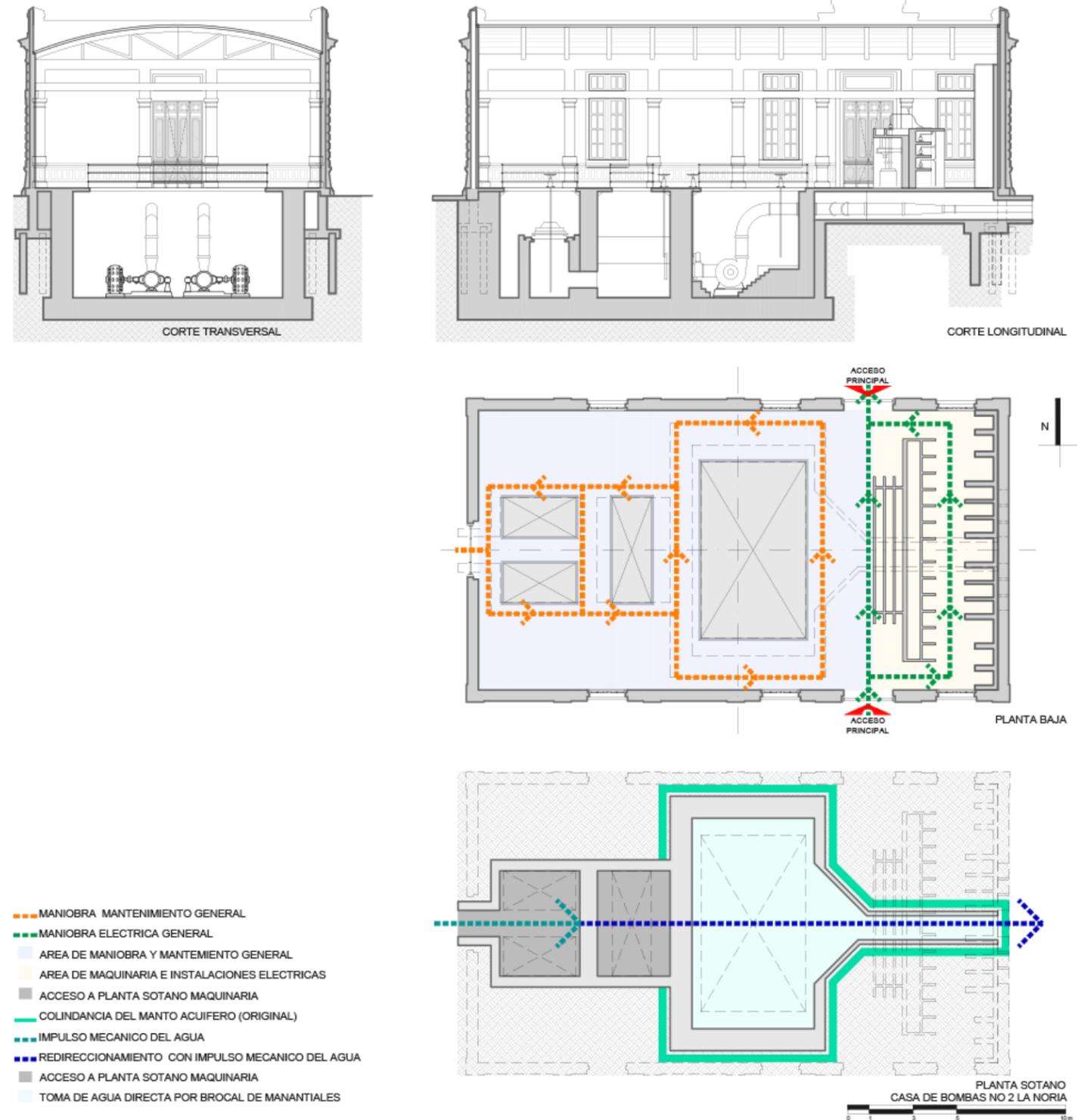


Fig. 9. Euroza, Rocio. *Funcionamiento general de la Casa de Bombas no. 2 la Noria*. Febrero de 2021. Plano general. Se presentó la correspondencia formal entre las fachadas y las plantas arquitectónicas.

⁶¹ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 51.

El muro se conformó por tres secciones: acabados exteriores, refuerzo de concreto y el acabado interior. Se observó la escala monumental a partir de la geometría rectangular simple. La volumetría de planta baja dominó sobre el sótano y fue consecuencia de la funcionalidad de la maquinaria. Sobresalió el aprovechamiento de la luz natural como área laboral. Asimismo, la independencia de los muros respecto a la estructura permitió la diversidad y monumentalidad de vanos. Los patrones repetitivos y modulares compusieron las fachadas tanto interiores como exteriores, se incluyeron las ventanas, las puertas y los accesorios decorativos. También la estructuración repitió la producción seriada. Su posterior montaje e integración constructiva facilitaron tanto los procesos constructivos, como los tiempos de trabajo.

De manera análoga, la estética de las fachadas exteriores de estilo ecléctico integrado⁶² enfatizó la volumetría horizontal con el ritmo de las pilastras medias y esquineras, estas enmarcaron la verticalidad de puertas, ventanas y muros ciegos (ver fig. 10). Como resultado, la portada de piso a techo se compuso por el basamento (zoclo, talud y repisón) cuerpo de la pilastra y/o macizos divididos horizontalmente por almohadillones, cornisamento simplificado (arquitraque, friso y cornisa) y un pretil perimetral (zoclo, cuerpo y repisón) de altura variable que jerarquizó la importancia de las fachadas. Se destacaron las ventanas rematadas con dinteles que necesitaron un cerramiento rebajado que rigidizó al muro perimetral.

Por su parte, las fachadas interiores integraron lambrines sencillos que incluyeron zoclo, entrecalle y guardapolvo.

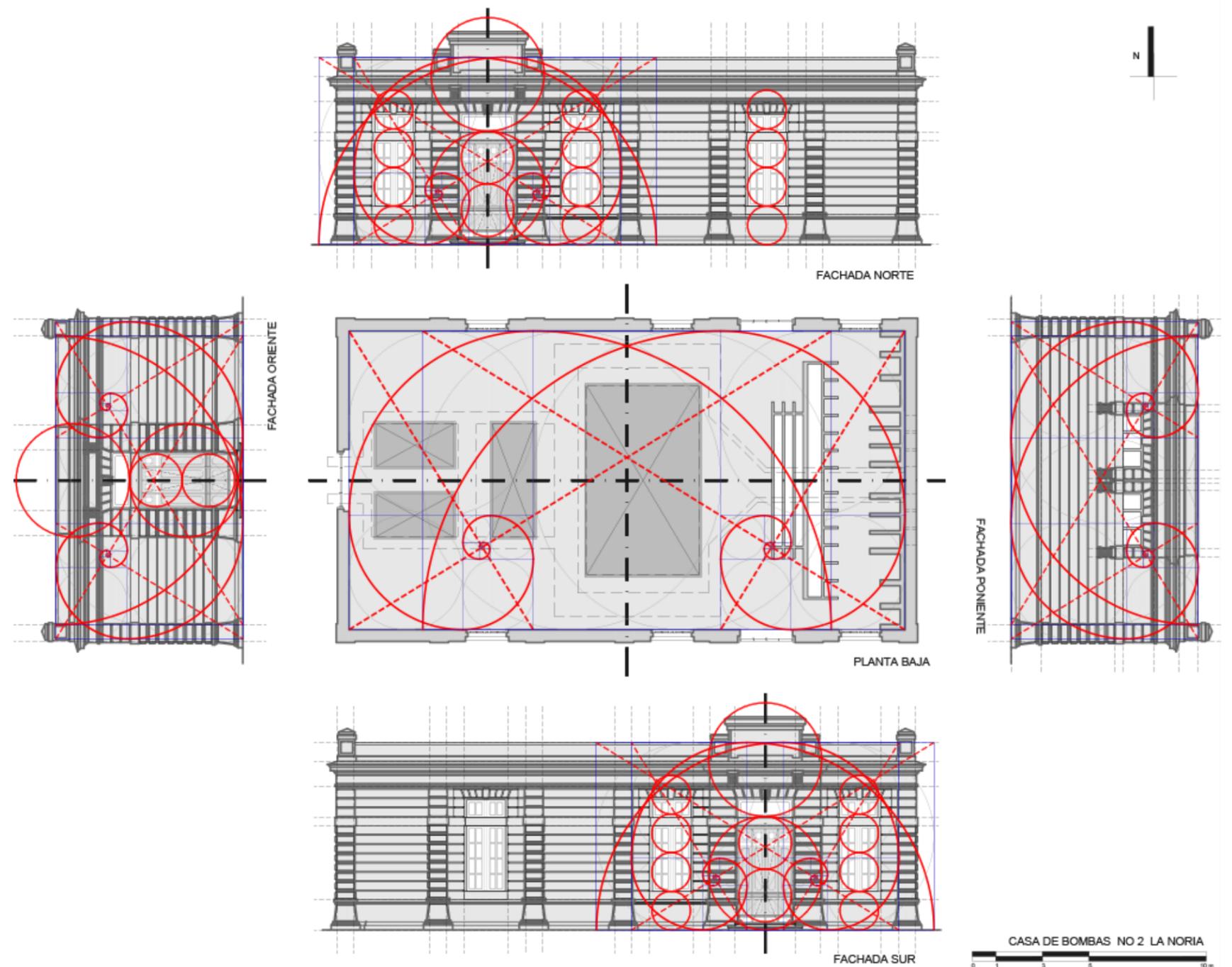


Fig. 10. Euroza, Rocio. *Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 2 la Noria*. Febrero de 2021. Plano general. Dominó la proporcionalidad entre el carácter del inmueble con el aspecto formal y estético de las fachadas, además caracterizó la monumentalidad.

⁶² Utrilla Hernández, Alejandra. *Arquitectura religiosa del siglo XIX. Catálogo de Planos del Acervo de la Academia de San Carlos. No 1. Serie de investigaciones sobre el acervo patrimonial* (México: ENAP. UNAM, 2004), 46.

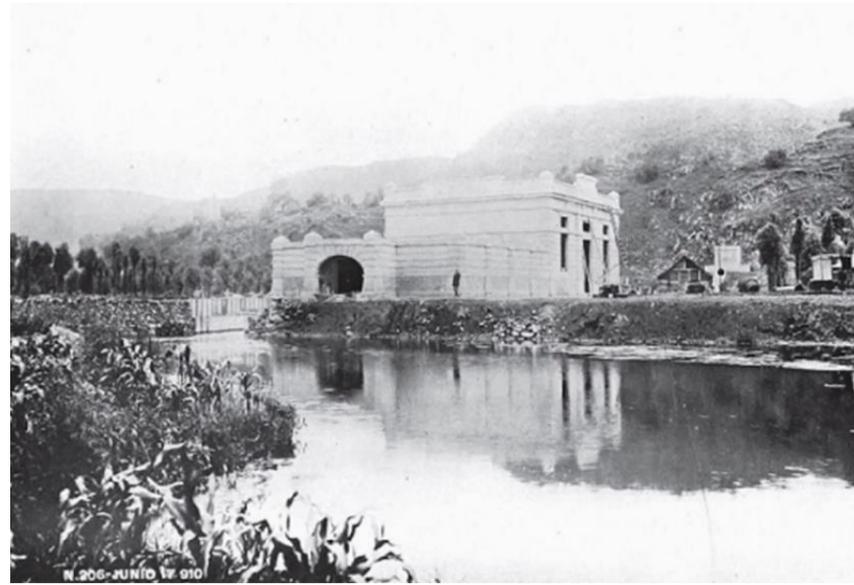


Fig. 11. Marroquín y Rivera, Manuel. *Planta de bombas núm. 4 en santa Cruz*. 1914. La cercanía con el ambiente hídrico permitió el juego formal de la fachada.⁶³

La Casa de Bombas no. 4 santa Cruz (ver fig. 11) desarrolló dos plantas rectangulares: el sótano albergó las bombas, la contención y la unión entre la tubería principal de conducción hacia el acueducto principal. La planta baja dividió el área eléctrica con la de registros y el acceso al sótano (ver fig. 12). La maquinaria extrajo el agua con dos bombas centrífugas de simple succión. El inmueble se desplantó sobre un cajón de cimentación delimitado con ataguías. Posteriormente se extendieron los correspondientes marcos rígidos de hierro revestido en concreto, así como una sección cercana a un muro estructural. En el sótano, se requirió de cuatro columnas centrales en la galería de contención, pero prevaleció el espacio libre que permitió la represión del agua. La constitución del muro repitió la tipología de la Casa de Bombas no. 2 la Noria.

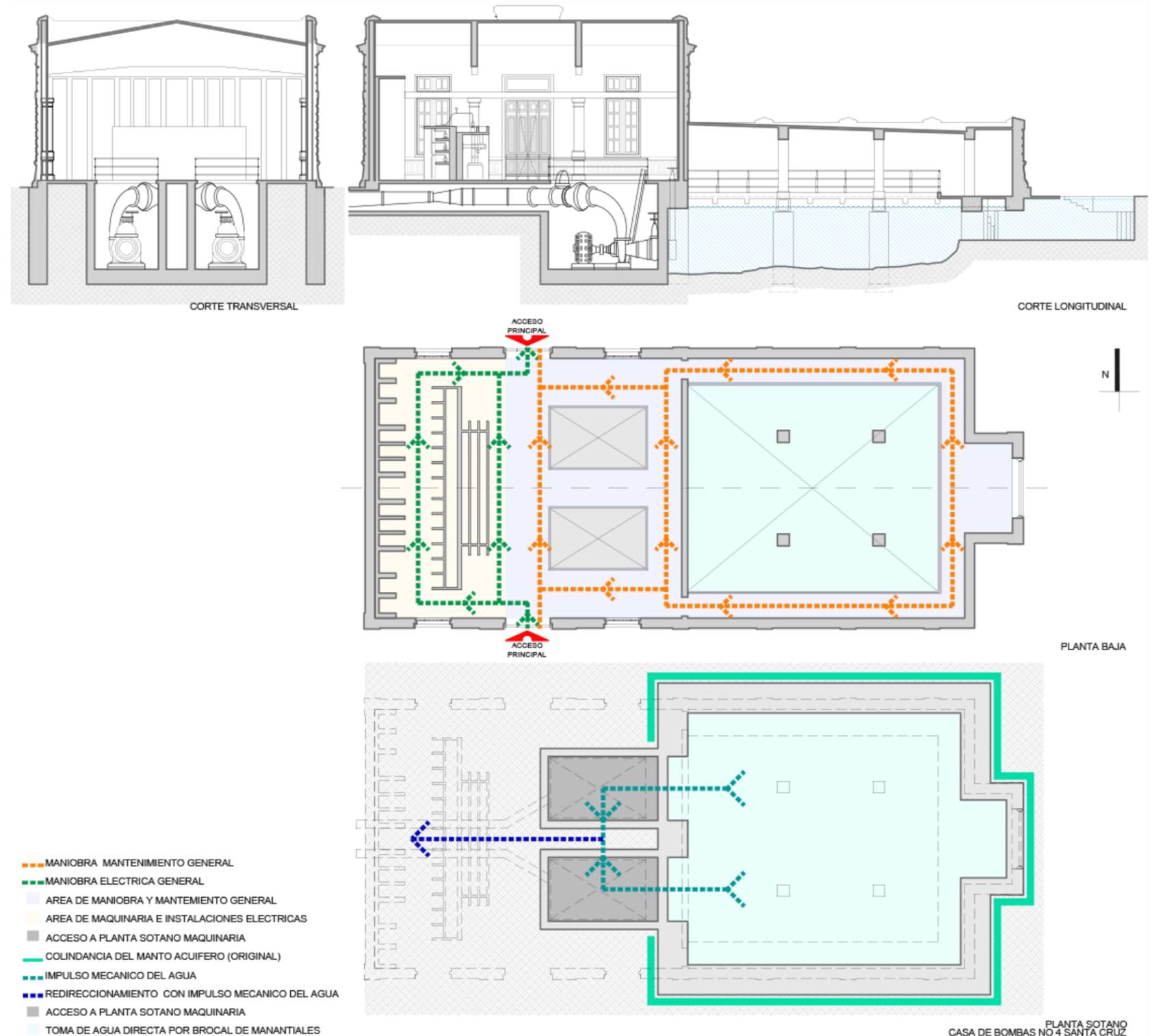


Fig. 12. Euroza, Rocio. *Funcionamiento general de Casa de Bombas no. 4 santa Cruz*. Febrero de 2021. Plano general. Sobresalió la franqueza funcional tanto en plantas como en alzados.

⁶³ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 70.

El volumen de planta baja dominó sobre el sótano, así se desarrolló una escala monumental compuesta, su disposición fue consecuencia de la jerarquización del funcionamiento. Los principios higienistas sobre iluminación del lugar de trabajo permitieron la variedad y verticalidad en los vanos. En la volumetría menor se requirieron cuatro apoyos que permitieron la liberación espacial.

Los patrones repetitivos y modulares se observaron en las fachadas interiores y exteriores, incluyeron mobiliario, accesorios, las ventanas y las puertas. El tipo de cubierta a dos aguas de losa de concreto armado, dividió la carga neta en cuatro marcos rígidos de hierro revestido con concreto, dos de estos se encontraron ahogados en el muro perimetral del volumen principal. Este mismo criterio se repitió en el volumen menor de las galerías de contención. La producción seriada de los elementos estructurales y formales, con su posterior montaje e integración beneficiaron los procesos constructivos.

La estética dominante repitió las fachadas exteriores de estilo ecléctico integrado⁶⁴ desarrolladas en la Casa de Bombas no. 2 la Noria (ver fig. 13). Así se repitieron elementos arquitectónicos, el diseño de puertas, ventanas y accesorios, así como la regularización de las fachadas interiores, de manera que se comenzó a constituir la tipología de estación del bombeo.

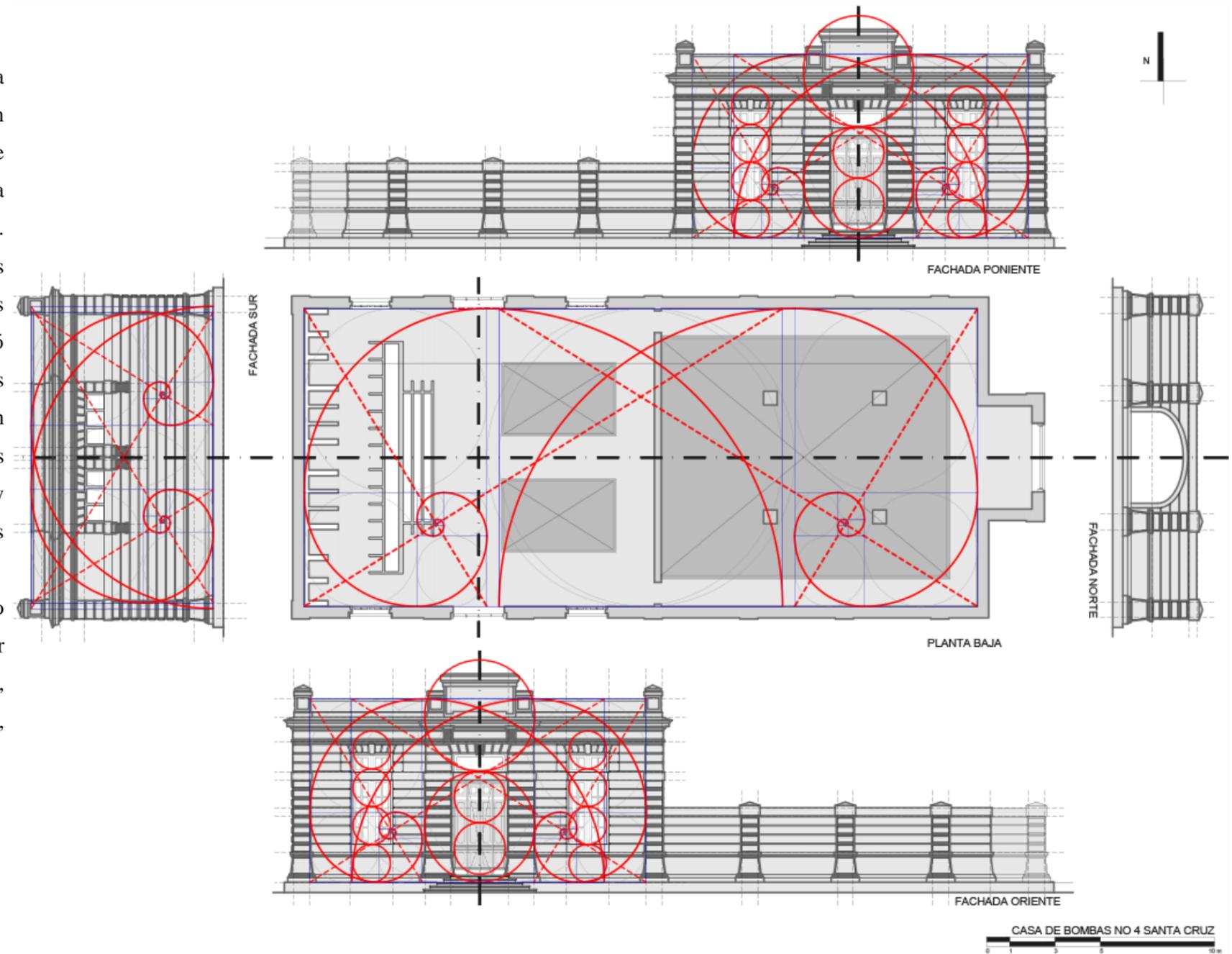


Fig. 13. Euroza, Rocio. *Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 4. santa Cruz*. Febrero 2021. A pesar de dominar el funcionamiento, la tipología formal acumulada entre las Casas de Bomba, también se observó la singularidad entre estas.

⁶⁴ Utrilla Hernández, Alejandra. *Arquitectura religiosa del siglo XIX. Catálogo de Planos del Acervo de la Academia de San Carlos. No 1. Serie de investigaciones sobre el acervo patrimonial* (México: ENAP. UNAM, 2004), 46.

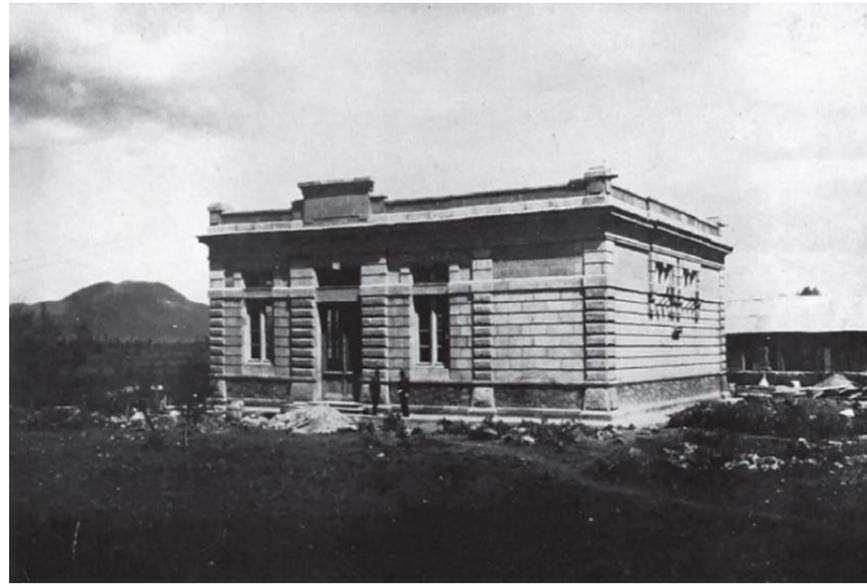


Fig. 14. Marroquín y Rivera, Manuel. *Edificio de la planta de bombas núm. 5 en san Luis*. 1914. Se observó que según las características halladas en los manantiales brotantes, estas definían las soluciones constructivas singulares.⁶⁵

La Casa de Bombas no. 5 san Luis (ver fig. 14) partió de dos plantas: el sótano que fue perimetral al desplante alojó las bombas, la conducción del brocal, y la unión entre la tubería principal con el acueducto principal. La planta baja dividió el área eléctrica con la de registros y accesos a sótano (ver fig.15). La maquinaria requerida para la extracción fueron dos bombas centrífugas de simple succión. El sistema estructural se apoyó con ataguías que delimitaron al cajón de cimentación. Se extendieron los marcos rígidos de hierro revestido en concreto y el grosor de un relativo muro estructural. La techumbre a dos aguas se desplantó sobre viguetas de hierro revestido de concreto; estas se colocaron paralelas a la techumbre inclinada. A pesar de contar con dos columnas centrales se favoreció la planta libre. La constitución del muro repitió la tipología de la Casa de Bombas no. 2 la Noria.

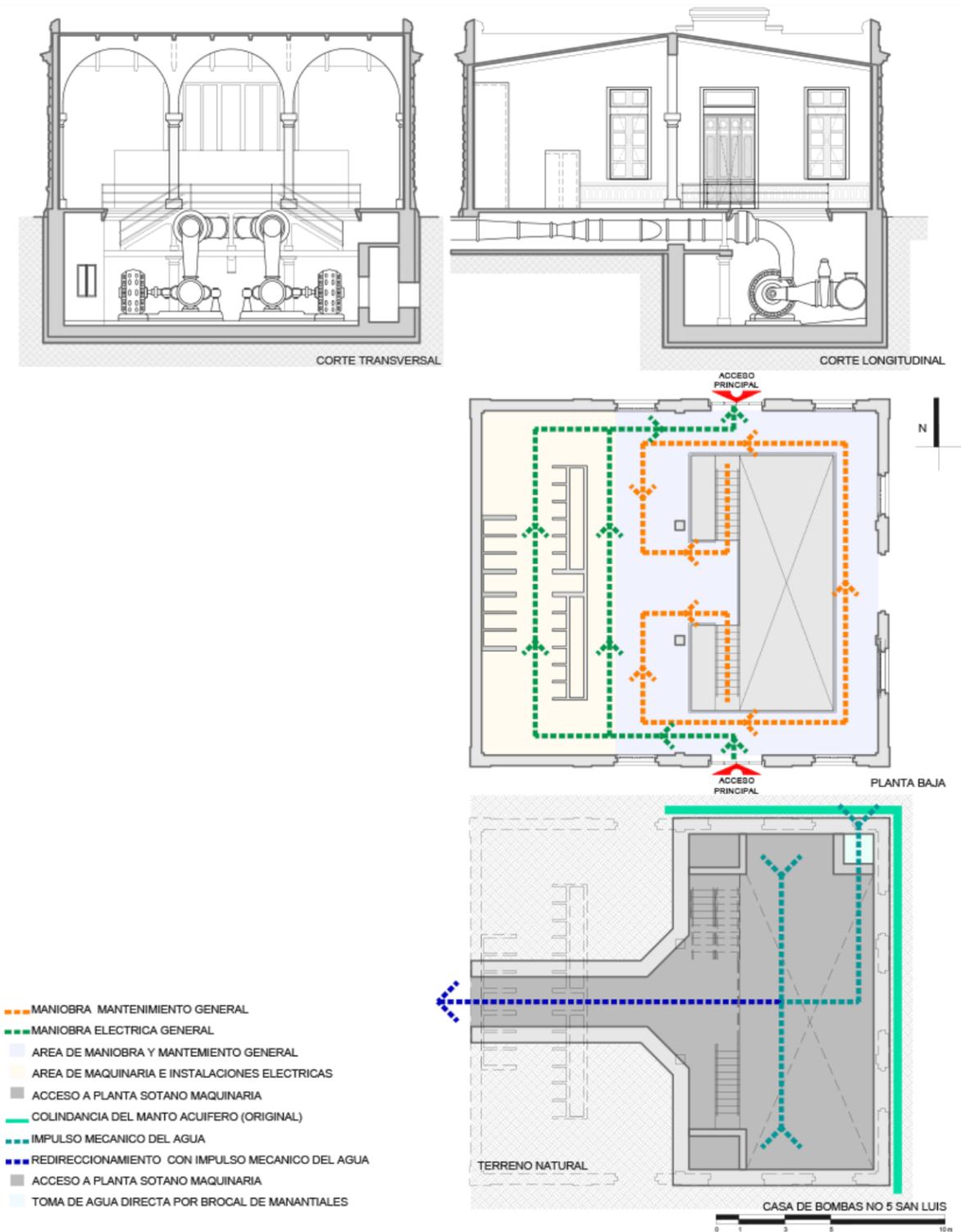


Fig. 15. Euroza, Rocio. *Funcionamiento general y cortes de Casa de Bombas no. 5 san Luis*. Febrero de 2021. Plano general. El funcionamiento determinó las soluciones formales de la estación de bombeo.

⁶⁵ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

El volumen de planta baja dominó sobre el sótano y fue consecuencia de los puentes grúa, maquinaria y las labores de los operarios. Se observó la escala monumental y la geometría cuadrada auxiliado de dos apoyos estructurales. La monumentalidad permitió la diversidad de vanos, esto benefició la entrada de luz natural para espacios laborales.

Predominó la planta libre, pero se requirieron de dos apoyos verticales interiores. Los patrones repetitivos y modulares incluyeron los vanos de las ventanas y las puertas. El tipo de cubierta a dos aguas de losa de concreto armado, se consolidaron con ocho vigas de hierro revestido en concreto. La producción seriada de diversos elementos vislumbró la eficiencia en los procesos constructivos.

Se continuó el diseño de la estética dominante de las fachadas exteriores de estilo ecléctico integrado⁶⁶ diseñadas en la Casa de Bombas no. 2 la Noria y la Casa de Bombas no. 4 santa Cruz (ver fig. 16). Así que con tres inmuebles se consolidó la tipología de las estaciones de bombeo.

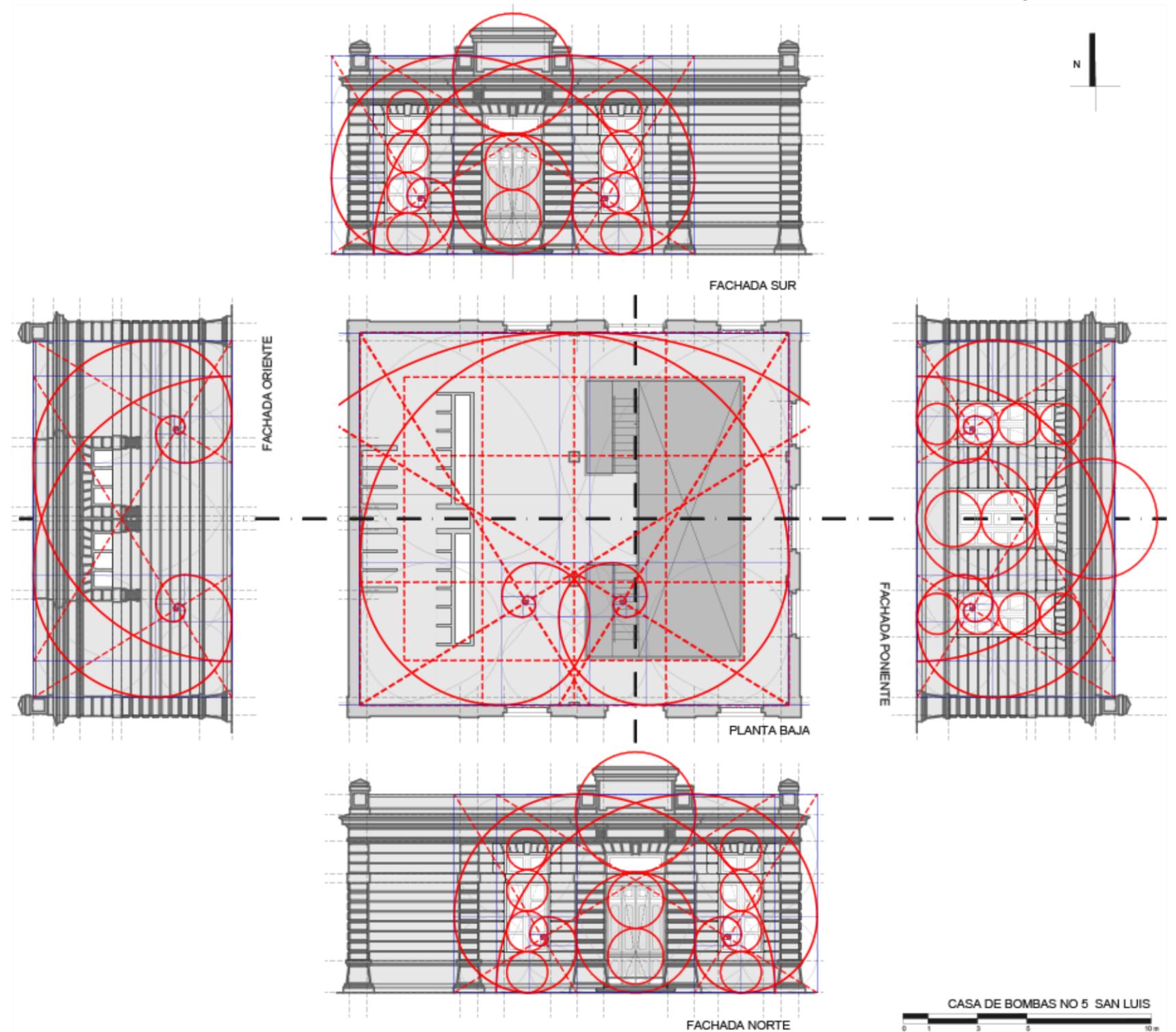


Fig. 16. Euroza, Rocio. *Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 5 san Luis*. Febrero de 2021. Plano general. A pesar de hallarse una tipología funcional y formal, también se hallaron particularidades que enriquecieron dichas soluciones constructivas.

⁶⁶ Utrilla Hernández, Alejandra. *Arquitectura religiosa del siglo XIX. Catálogo de Planos del Acervo de la Academia de San Carlos. No 1. Serie de investigaciones sobre el acervo patrimonial* (México: ENAP. UNAM, 2004), 46.



Fig. 17. Marroquín y Rivera, Manuel. *Planta de Bombas núm. 1, en la Condesa*. 1914.⁶⁷ Sobresalió la particularidad de este inmueble, que recibió las aguas del aprovisionamiento y las direccionó a la sección de almacenamiento general en Chapultepec.

Un inmueble destacable fue la Casa de Bombas no. 1 la Condesa (ver fig. 17), a pesar de que, aunque no formó parte extractiva de las estaciones de bombeo, este inmueble culminó la sección de conducción general. El edificio desarrolló una composición espacial mediante dos plantas: el sótano y la planta baja. Se observó la escala monumental y la geometría simple: definió un edificio rectangular auxiliado de tres apoyos que facilitaron la planta abierta (ver fig.18). Así que el volumen edificado de planta baja dominó sobre el sótano. Estas fueron consecuencia del desplazamiento de puentes grúa, maquinaria y el control de las labores de los operarios.

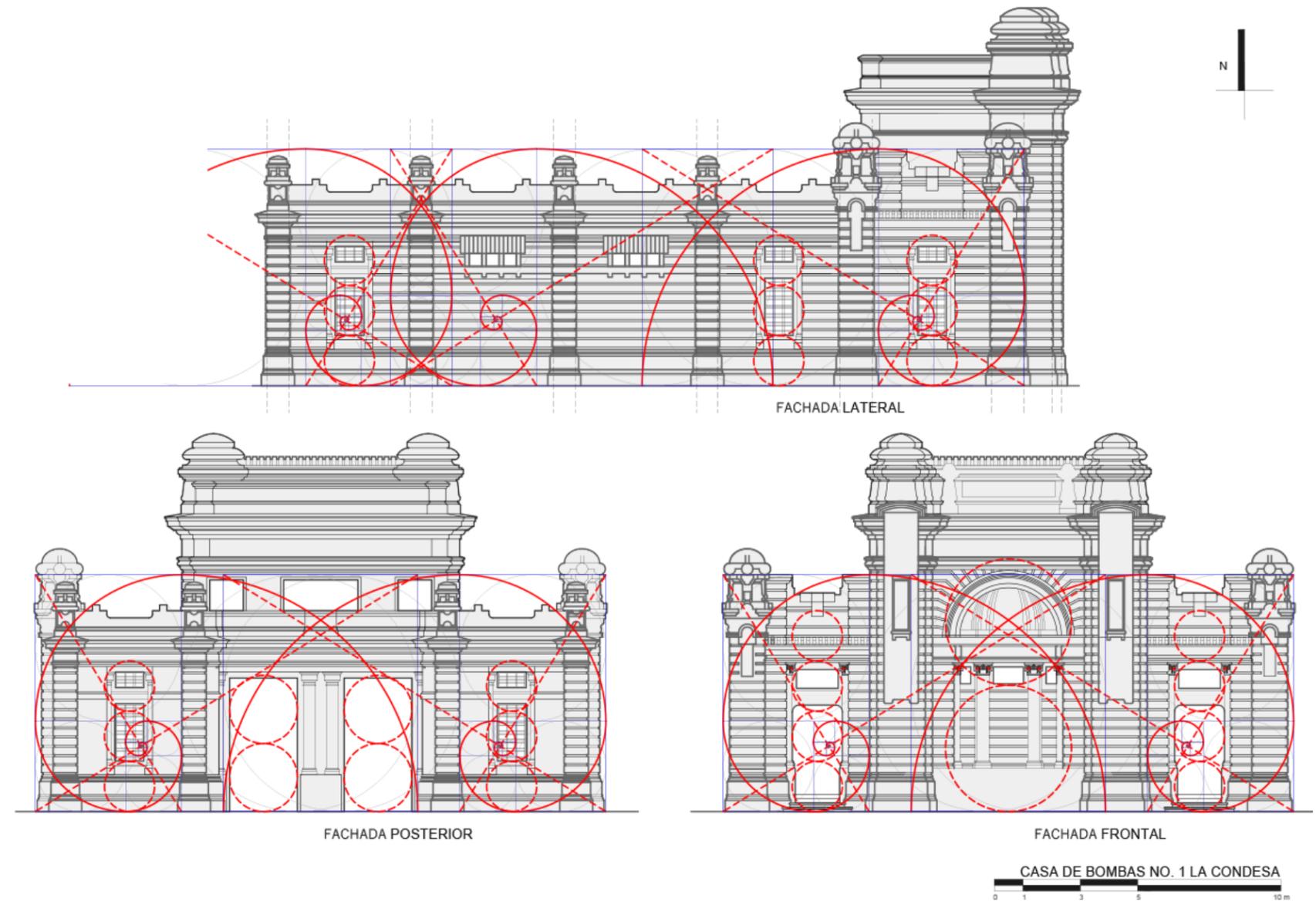


Fig. 18. Euroza, Rocio. *Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 1 la Condesa*. Febrero 2021. Sobresalió la monumentalidad característica del eclecticismo en la composición formal de las fachadas exteriores.

⁶⁷ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

Dado que el tipo de cubierta de la Casa de Bombas no. 1 la Condesa desarrolló cinco marcos de hierro revestido en concreto inclinados, se desplegó una techumbre de arco rebajado, de manera que sobresalieron tres apoyos estructurales. Además, el acceso principal se dividió en cuatro vestíbulos, posteriormente dominó el espacio libre. La fachada exterior presentó pilastras esquineras y dominó la verticalidad. Estas portadas se compusieron de piso a techo por el basamento, fuste de la pilastra y/o macizos divididos horizontalmente por almohadillones, cornisamento simplificado y pretil perimetral de altura variable según la importancia de las fachadas. Así se continuó con la tipología formal de las cuatro estaciones de bombeo en Xochimilco. Como inmueble *monumental artístico* se sumaron ornamentaciones como flora y fauna acuática.⁶⁸ De condición contrastante, las fachadas interiores sencillas integraron lambrines con moldurajes simples.

Por otra parte, según la topografía del lago de Xochimilco y de sus respectivos ojos de agua, ha sido preciso señalar que las estaciones de bombeo se encontraron a menor altura (las tierras bajas del lago de Xochimilco) que el ducto cerrado general de conducción hídrica (recorrido perimetral al pie de monte de la serranía baja del Ajusco). Por esta razón las aguas iniciaron el recorrido mediante bombeo mecánico. Posteriormente, su traslado general fue incitado por gravedad. En ese sentido se aprovechó la altura del lago de Xochimilco respecto a la ciudad de México esta posibilidad direccionó las aguas hacia el primer regulador general, la Casa de Bombas no. 1 la Condesa.

La instalación de la tubería incluyó el posicionamiento que garantizara la función mecánica (ver fig. 19). La conexión de las estaciones de bombeo comenzó subterránea, la conducción general organizó tramos mayoritariamente delimitados por un cajón de mampostería y una techumbre básica, además fueron semienterrados. Conforme se acercó a la Ciudad de México, se introdujo subterráneamente. Una vez analizado el tipo de suelo con la extensión del ducto, se planteó la excavación a la profundidad y anchura necesarias, por lo que el fondo debió recibir el conducto y conservar pendientes.

⁶⁸ Se planteó un Neptuno en el arco central, serpientes acuáticas, peces mitológicos, tortugas, lirios acuáticos, caracoles y cisnes

A este respecto se preparó una cama de apoyo, cuyo relleno eliminó desigualdades en su base; el asiento proporcionó a la tubería el ángulo de apoyo; las piezas colocadas entre la cama de apoyo y el asiento del tubo se llamaron soporte; el relleno comprendió el asiento, el perímetro y la parte superior de la tubería; el recubrimiento cubrió al relleno necesario para alcanzar la rasante del terreno (ver fig. 20 y 21).

Así sobresalió la calidad del terreno, el material de relleno, la tubería y los trabajos de ejecución, que en conjunto influyeron en el comportamiento del conducto instalado. Por su parte, la calidad de la tubería dependió de la capacidad, resistencia, duración y construcción que pudiesen perturbar la calidad del agua. Así que se privilegió el uso del concreto con metal desplegado y sus respectivos sistemas constructivos. El Ing. Manuel Marroquín y Rivera describió:⁶⁹

La mayor parte de los acueductos de concreto armado que en aquella época se conocían, habían consistido en tubos circulares y variaba solamente el sistema de armaduras metálicas empleadas, según los diversos constructores. la mayor parte de estas construcciones seguían fundamentalmente del sistema llamado Monnier y consistía en armar el cemento con piezas metálicas dispuestas tanto en el sentido transversal como en el longitudinal.⁷⁰



Fig. 19. Fotografía no identificado. *Personas trabajan en la construcción de una tubería de agua.* 1909-01-25. DSNF. Mediateca. INAH. CAT. 653225. Los procesos constructivos derivados del concreto armado requirieron de cimbras, armado de metal desplegado, revolvedora de concreto, así como el tranvía auxiliar de la revolvedora del concreto, entre otros elementos.

Imagen descargada de <http://www.mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:450065>

Fig. 20. Casasola. Mezcladora de cemento en las obras del acueducto de Xochimilco a México. CA 1909. DSNF. Mediateca. INAH.cat. 543522. Los procesos constructivos derivados del concreto armado requirieron de operarios especializados. Imagen descargada de http://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia:420518

Fig. 21. Casasola. Tubería de concreto para el sistema de agua potable de Xochimilco al Distrito Federal, durante su construcción. Ca. 1910. DSNF. Mediateca. INAH.cat. 503677. El recubrimiento superficial de los sistemas constructivos caracterizó diversas secciones del ducto a pie de monte. Imagen descargada de <http://www.mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:409207>

⁶⁹ En 1860 Monier, jardinero francés desarrolló un sistema patentado de concreto mezclado con mallas de alambre, ideado para construir depósitos y estanques, y elementos de jardinería como abrevaderos, pilas o macetas. Posteriormente propuso su sistema en obras, como puentes de medianos claros y edificaciones. Estas construcciones pueden considerarse de concreto armado, aunque la organización de las armaduras se organizó de forma empírica. Así, la disposición de los hierros, apropiada para las paredes de los depósitos y las losas, en los elementos estructurales más complejos no consideraba los esfuerzos que debían soportar. Consultado en enero de 2022.

http://www.cehopu.cedex.es/hormigon/temas/C41.php?id_tema=78#:~:text=con%20el%20nuevo%20material.,como%20abrevaderos%2C%20pilas%20o%20macetas.

⁷⁰ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México.* (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

Para que el agua tuviera fluidez y velocidad, la conducción se apoyó desde la estación de bombeo con maquinaria que impulsó el agua, posteriormente la conducción se valió de la gravedad. Sin embargo, para que el flujo de agua correspondiera con el diámetro de tubería, fueron necesarios cálculos resolutivos de la presión, la fricción y la velocidad del agua.

La solución se encontró en la geometría del ducto conductor del agua, este dividió dos tramos de geometría similar, una sección circular y otra sección ovoidal. La primera parte circular de 1.40 metros de diámetro y 6,455 metros de longitud levantado entre la Casa de Bombas no. 5 y la Casa de Bombas no. 4; la segunda parte ovoidal de sección transversal de 1.90 metros y una longitud de 26 700 metros entre la Casa de Bombas no. 4, la Casa de Bombas no. 3, la Casa de Bombas no. 2, la Casa de Bombas no. 1 hasta llegar a la distribución general en Chapultepec (Ver fig. 22 y 23).

Se usó la sección circular debido a la geometría adaptable a cualquier diámetro, esta determinó una velocidad constante del caudal hídrico en el ducto, que redujo pérdidas por fricción y aumentó la velocidad del agua. Así mismo, la geometría circular aumentó la resistencia mecánica a la deformación cuando la presión interna se consideraba menor que la presión atmosférica. En tal sentido, se comenzaron a usar los ductos de ventilación.

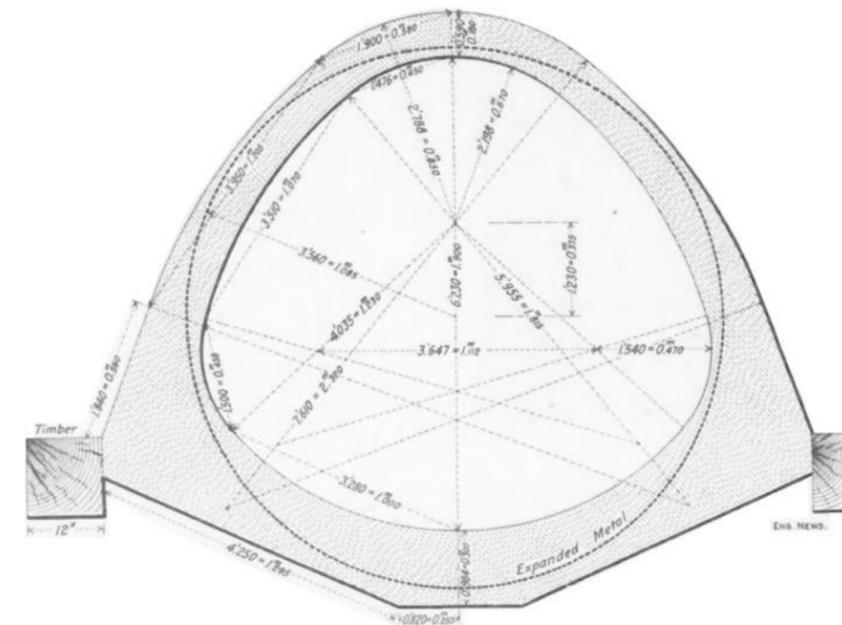


Fig. 22. Casasola *Tramo del acueducto de agua potable México Xochimilco, km 20*. 1928-07-28. DSNF. Mediateca.INAH.cat. 4597. Se requirió profundidad y preparación del terreno inmediato a las cepas del ducto general, cuya característica dominante fue el despliegue monolítico de concreto armado. Imagen descargada de <http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:9667>

Fig. 23. Casasola. *Respiraderos del acueducto Xochimilco, que conduce agua potable a la Ciudad de México*. Ca. 1935. DSNF. Mediateca.INAH.cat. 90885. SINAFO. Se observó la necesidad de instalaciones secundarias como el cableado eléctrico paralelo a la conducción general. Imagen descargada de <http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:109537>

Fig. 24. Schuyler, James. *Section of reinforced concrete aqueduct for the city of México*. 1904. Diseño de la sección ovoidal de concreto armado con su respectiva base.⁷¹

⁷¹ Schuyler, James. «The new water-works and reinforced concrete conduit of the city of Mexico.» *Engineering News a Journal of Civil, Mechanical, Mining and Electrical Engineering*. Vol 55 (Schuyler James. The new water-works and reinforced concrete conduit of the city of Mexico. *Engineering News a Journal of Civil, Mechanical, Mining and Electrical Engineering* 1906-04-19: Vol 55. New York, April 19 1904), 435-439.

Las tuberías de sección ovoide aventajaron a las conducciones circulares debido a su mejor comportamiento estructural ante las cargas de conducción (ver fig. 24). Además, la disminución del perímetro en aguas bajas mejoró el comportamiento hídrico, su pendiente diferenciada incidió en la autolimpieza del conducto al presentarse mayores velocidades y tensiones de arrastre, esto significó menos contaminación del agua debido a la reducción de superficie de contacto que sirviera como asentamiento orgánico.

Para salvar la alteración de la presión en el interior de los tubos, se propusieron columnas de ventilación (ver fig. 25). Los respiraderos consideraron un número secuencial para identificarse, propusieron la equidistancia de 333 metros;⁷² les caracterizó la altura de cinco metros. Los espacios resultantes procuraron registros de inspección, aislamiento y reconducción de tramos de reparación aislada. Posterior a la funcionalidad, sobresalió el diseño de columna: el capitel presentó una transición octogonal a circular; el fuste circular prescindió de acanaladuras, la basa octogonal incluyó molduras toro y escocia, su base se consolidó con una plataforma de sillares rústicos almohadillados.

En este mismo recorrido se destacó el tendido de la infraestructura eléctrica necesaria para el funcionamiento de la maquinaria de las estaciones de bombeo. Este servicio fue apoyo únicamente para la maquinaria de la infraestructura hídrica y no contempló a las comunidades locales. Se sumó la red ferroviaria auxiliar que por inicio transportó materiales y productos constructivos a la obra, posteriormente complementó eventuales trayectos turísticos.

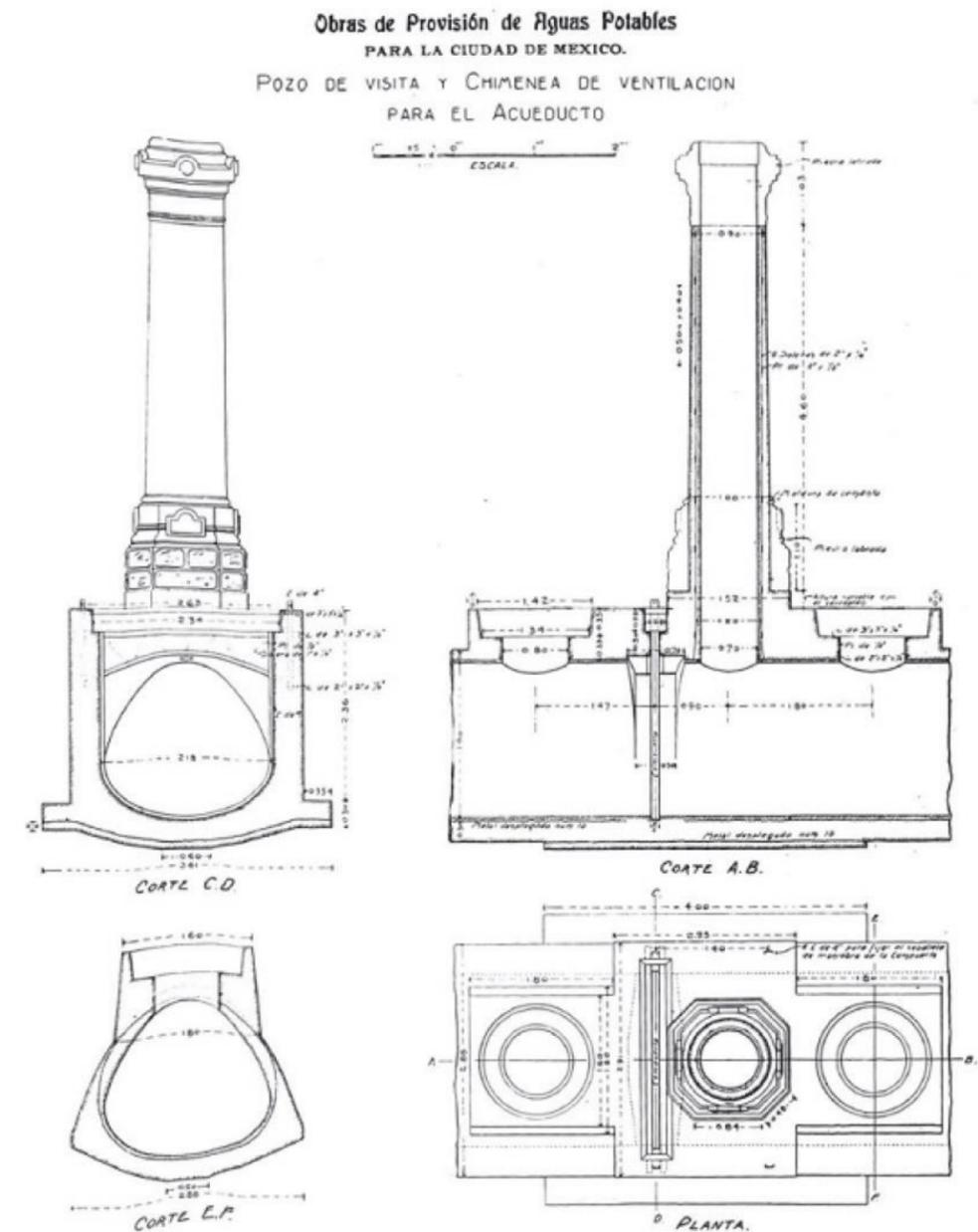


Fig. 25. Marroquín y Rivera, Manuel. *Sección transversal del ducto de ventilación*. 1914. El dominio de entrada, salida y desvío del recurso hídrico en puntos estratégicos permitió el mantenimiento de la sección sin perder funcionamiento general.⁷³

⁷² Sin embargo, según las distancias recorridas, la pendiente conservada, el tipo de suelo hallado y las modificaciones en los desplantes de obra de las instalaciones esta distancia pudo variar;

⁷³ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 216.

2.3 Las transformaciones de las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa

El paisaje hídrico del lago de Xochimilco incluyó los canales navegables, las chinampas y los manantiales brotantes contiguos que sirvieron como fuentes de suministro hidrico. Su dominio racional mediante instalaciones especiales comenzó de 1903 a 1913 y se valió de la *Arquitectura Tecnica* para desarrollarlas. Posteriormente con la necesidad higienista de aislamiento urbano se organizó el emplazamiento inmediato. Si bien la tecnología se asoció a la extracción del agua, también se consideró sensible a modificaciones y obsolescencias determinadas por el agotamiento del recurso. En consecuencia, los inmuebles pertenecientes al conjunto *monumental moderno*⁷⁴ se encontraron caducos según su capacidad extractiva.⁷⁵

Así, las temporalidades sobre los cambios comenzaron en 1917, cuando el servicio de veinticuatro horas se interrumpió durante las noches. Para 1924 la dotación acrecentó insuficiencia y limitaciones. En 1928 el acueducto presentó fisuras debido a sismos, asentamientos del terreno y por condiciones de diseño monolíticas.⁷⁶ Posteriormente en 1929 se realizaron reparos mayores en el ducto principal, se buscaron anexiones contiguas con la perforación de pozos en batería. Para 1930 se complementaron los servicios con la estación de bombeo en Xotepingo y sus inmuebles auxiliares.⁷⁷ Al respecto, escribió Puig Casauranc:

En estos últimos años; se ha observado que las obras adolecen de muy serios desperfectos, ocasionados por varias causas, entre las cuales cabe mencionar los hundimientos y agrietamientos del acueducto de Xochimilco a la condesa, ocasionados, según parece, tanto por los movimientos sísmicos ocurridos en varios años, como por el sistema de juntas, material empleado en los tubos etcétera. ⁷⁸

⁷⁴ Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio* (España: Gustavo Gili, 2007), 12-16.

⁷⁵ Torres Cueco, Jorge. *Le Corbusier: Visiones de la técnica en cinco tiempos* (España: Fund. Caja De Arquitectos, 2004), 233-240.

⁷⁶ Terrones López, María Eugenia (coord.). *A la orilla del agua. Política, urbanización y medio ambiente. Historia de Xochimilco en el siglo XX*. (México: GDF.DX.IM, 2004), 138-140.

⁷⁷ Saenz, Aaron. *Informe presidencia y memoria del departamento el distrito federal que rinde el C. Jefe del mismo. Lic. Aaron Saenz. Por el periodo administrativo comprendido entre el 1 de julio de 1932 y el 30 de junio de 1933* (México: DDF, 1933).

⁷⁸ Puig Casauranc, José María. Jefe del Departamento del Distrito Federal. *Atlas General del Distrito Federal. Geográfico, histórico, comercial, estadístico, agrario*. (México: Talleres Gráficos de la Nación, 1930), 180-181.

Consecutivamente se integró el sistema proveniente de Lerma entre los años de 1942 y 1951, que vislumbró el fin del suministro de Xochimilco y se consolidó el abasto de Xotepingo.⁷⁹ Para 1951-1953 se redujo la extracción hídrica al área local Xochimilco, al reconocerse los bajos niveles tanto del lago, los canales de trayectoria y por ende los manantiales aledaños.⁸⁰

Finalmente, los manantiales de aprovisionamiento de Xochimilco se agotaron en la década de 1960, pero se mantuvo la explotación hídrica con la perforación de pozos profundos contiguos a las Casas de Bombas (ver fig. 26 y 27). Posteriormente la anexión del Sistema Cutzamala en 1970 (ver fig. 28) declaró precedero al sistema de aprovisionamiento de agua de Xochimilco.

Si bien es cierto que el proyecto modernizador de inicios del siglo XX privilegió el dominio terrestre con la desecación lacustre, también se desarrolló una transformación del paisaje natural, con la reducción radical del nivel hídrico del lago, el desecamiento de sus canales y el asentamiento de las chinampas, así como la sequía de los manantiales cercanos.

Esta modificación se relacionó con la creciente y demandante urbe. La pérdida ambiental irreversible, inicialmente comprobó la abundancia de los manantiales abastecedores de Xochimilco, seguidamente al sobreexplotar y agotar el recurso hídrico de los manantiales brotantes también se consideraron los medios extractivos obsoletos.⁸¹

El mensaje paradójico⁸² atestiguó la materialización de una proeza técnica monumental moderna, que generó una problemática ecológica emergente en Xochimilco actualmente difícil de solucionar.

⁷⁹ Así se reconocieron y encauzaron los límites técnico constructivos del uso del concreto armado, sumada la pérdida de consolidación del terreno debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

⁸⁰ Terrones López, María Eugenia (coord.). *A la orilla del agua. Política, urbanización y medio ambiente. Historia de Xochimilco en el siglo XX*. (México: GDF.DX.IM, 2004), 140.

⁸¹ Otro aspecto relacionado fueron las acciones sobre la sanidad, que centrados en expulsar el agua fuera de la cuenca no vislumbraron la recuperación y recarga de los acuíferos, sumados los cambios urbanos y sus respectivos efectos sociales y ambientales consecuentes.

⁸² Chanfón Olmos, Carlos. *Fundamentos Teóricos de la Restauración*. (México: UNAM. Posgrado, 1988), 178-179.

Por otra parte, los límites materiales de la *Arquitectura Técnica* relacionaron la acumulación de daños debido a la actividad sísmica⁸³ y el uso del concreto. Si bien es cierto que este innovador producto constructivo se comercializó con la promesa de una larga durabilidad, dependió de las circunstancias, de la calidad de la construcción, de los productos constructivos, de los profesionales y de los progresivos cálculos.⁸⁴

Ejemplo de esto fue el monolitismo estructural, que, sumada la diversidad topográfica y geográfica sobre las que se desplantaron las instalaciones hídricas, en conjunto, a falta de juntas constructivas flexibles no permitieron la adaptabilidad requerida. Así fue lógica la ruptura de secciones y pérdida de caudal en el servicio hídrico ubicándolas prontamente en la obsolescencia. Esta perspectiva amplió la problemática de la ciudad de México relativa a los asentamientos diferenciados consecuentes de la extracción hídrica y del desecamiento de zonas lacustres.

En ese sentido se observó que las cualidades constructivas avanzaron a la par de las obras, con las modificaciones constantes de los sistemas constructivos, con el análisis sobre la calidad del terreno de desplante constructivo y con la búsqueda invariable de nuevas rutas de dominio y extracción hídrica.

Además, las posibilidades de experimentación de los productos constructivos innovadores permitieron especializar los cálculos garantes de la seguridad y la calidad mínima de las obras. De manera que se sumó la evolución técnica y tecnológica del concreto armado, el reconocimiento de los tipos de suelo, los usos de las edificaciones, así como la experiencia sísmica en el diseño constructivo.⁸⁵

⁸³ En 1910 se inauguró la red sismológica mexicana que ha mantenido el registro de temblores desde la Estación Sismológica de Tacubaya y otras instalaciones del Instituto de Geofísica de la UNAM.

⁸⁴ De 1903 a 1913, no había reglamentos de construcción, más bien eran especificidades técnicas desarrolladas por los contratistas o teóricos académicos higienistas.

⁸⁵ Una aplicación posterior fue el reglamento de construcción de la Ciudad de México, la primera propuesta fue en 1920; la primera modificación fue en 1942, le siguió en 1957, donde se añadieron las Normas de Emergencia.

López Batiz, Oscar. «Comportamiento de edificaciones vitales. Sismos de 1957, 1979, 1985 y 2017.» *Revista Mexicana de la Construcción RMC* 637, (mexico: RMC, 2019), 38-43.



Fig. 26. Casasola. *Trabajador revisa fuga en el acueducto de agua potable México Xochimilco*. Ca. 1928. Cat. 4595. DSNF. FN. INAH. Debido a la ubicación en zona sísmica comenzaron a fallar los elementos monolíticos de concreto. Imagen descargada de http://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia:9665

Fig. 27. Casasola. *Trabajadores reparan fuga de agua del acueducto México- Xochimilco*. 1933-09-20. Cat. 4590. DSNF. FN. INAH. La problemática de comportamiento del material monolítico aunado a la sobreexplotación del agua, fueron las causas del fracaso del sistema de conducción general.

Imagen descargada de http://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia:9660

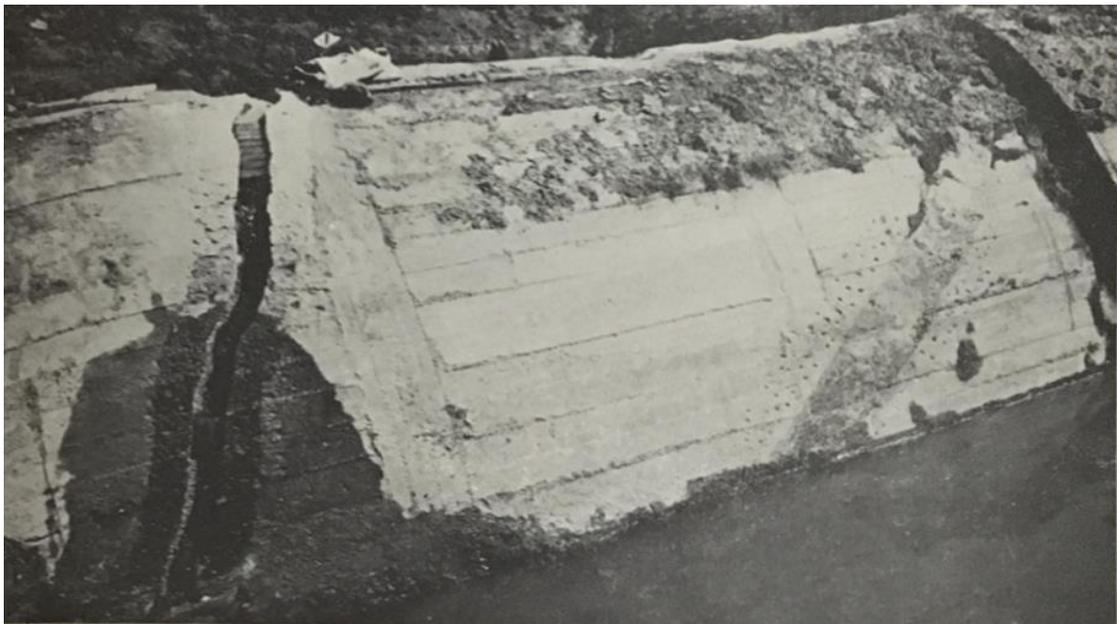


Fig. 28. Sáenz, Aaron. *Acueducto de Xochimilco. Grietas en el km 1666*. Se registraron fallas constantes a partir de 1933.⁸⁶

⁸⁶ Sáenz, Aaron. *Informe presidencia y memoria del departamento el distrito federal que rinde el C. jefe de este. Lic. Aaron Sáenz. Por el periodo administrativo comprendido entre el 1 de julio de 1932 y el 30 de junio de 1933*. (México: DDF, 1933), 121.

Si consideramos que la noción monumental de principios del siglo XX comprendió tanto la creación arquitectónica aislada como la organización urbana, las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa en el periodo de 1903 a 1913 con sus respectivas instalaciones ofrecen el testimonio de una cultura tecnificada y por ende de una fase significativa de transformación.⁸⁷

A este respecto, el *conjunto moderno monumental*⁸⁸ reconoció cuatro temporalidades (ver fig. 29). En 1936 un decreto presidencial declaró a Xochimilco *zona típica o pintoresca* que fue avalada hasta 1942.⁸⁹ Pero no fue sino hasta 1986, que se declaró *Zona de Monumentos Históricos* por *Decreto Presidencial en el Diario Oficial de la Federación*. En esta temporalidad Xochimilco⁹⁰ fue inscrito en el listado de *Patrimonio de la Humanidad, Natural y Cultural*, por la UNESCO.⁹¹

Esta transición hacia el *monumento artístico* convirtió las cuatro estaciones de bombeo, fuentes de suministro de Xochimilco a la Condesa en un corredor cultural. Inicialmente, su catalogación patrimonial presentó una lectura tecnológica de extracción hídrica, pero en el proceso de renovación patrimonial se desligó de esta clasificación y se desarrollaron los usos de equipamientos lúdicos y culturales, cuya oferta positiva actual sobresale.

Adicionalmente Xochimilco contó con declaratorias internacionales de índole ecológico colindantes a los inmuebles históricos.⁹²



Fig. 29. Euroza, Rocio. *Comparativa histórica entre los sistemas de aprovisionamiento de agua*. Febrero de 2021. Plano desarrollado a partir del libro *Problemas de la urbanización en el valle de México, 1810-1910* y la superposición de Google Maps 2021, en la búsqueda de la correspondencia actual del sistema histórico de aprovisionamiento.⁹³

⁸⁷ Díaz-Berrio Fernández, Salvador. *Comentarios a la Carta Internacional de Venecia*. (México: UAM-Xochimilco, 2005), 15.

⁸⁸ Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio* (España: Gustavo Gili, 2007), 18-21.

⁸⁹ Terrones López, María Eugenia (coord.). *A la orilla del agua. Política, urbanización y medio ambiente. Historia de Xochimilco en el siglo XX*. (México: GDF.DX.IM, 2004).

⁹⁰ Denominado Centro Histórico y zonas chinamperas de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco

⁹¹ Desde 1989, debido al grave deterioro de la zona chinampera se estableció el *Rescate Ecológico y Económico de Xochimilco* como parte del *Plan Nacional de Desarrollo*.

⁹² En 1992, Xochimilco se estableció como *Área Natural Protegida* bajo la categoría de *Zona Sujeta a Conservación Ecológica* por *Decreto Presidencial* y se publicó en el *Diario Oficial de la Federación*.

Contó con el reconocimiento internacional Sitio Ramsar (Humedales de Importancia Internacional) desde 2004; el reconocimiento internacional conocido como *Área de Importancia para la Conservación de Aves, AICA*, por ser un territorio rico en aves residentes y migratorias provenientes de Estados Unidos y Canadá; El *Sistema agrícola chinampero de la Ciudad de México*, reconocido como *Sistema Importante del Patrimonio Agrícola Mundial, SIPAM*, por la FAO. Además, es un espacio de habitación y de convivencia de 12 pueblos originarios que datan de la época prehispánica que conservaron sus valores culturales autóctonos, sus prácticas ancestrales y sus formas nativas de producción en chinampas.

⁹³ Barbosa, Mario y González, Salomón. Tomado de *Problemas de la urbanización en el valle de México, 1810-1910. Un homenaje visual en la celebración de los centenarios*. (México: UAM.DCSH, 2009), 130.

La renovación patrimonial convirtió la Casa de Bombas no 1 la Condesa a *Casa de Cultura*,⁹⁴ la Casa de Bombas no 2 la Noria a *Centro Cultural Carlos Pellicer*,⁹⁵ la Casa de Bombas Nativitas a *Biblioteca José Revueltas*,⁹⁶ la Casa de Bombas no 4 Santa Cruz a *Museo Arqueológico de Xochimilco* (ver fig. 30).⁹⁷

De manera particular, la Casa de Bombas no 1 la Condesa recuperó una sección histórica de la fachada principal en el proyecto de la *Casa de Cultura Tlalpan*. Esta reconstrucción o anastilosis⁹⁸ se clasificó como *Bien inmueble con valor cultural. Casa de Cultura de Tlalpan*. Su transformación patrimonial comenzó en 1974, cuando el terreno de la Casa de Bombas de la Condesa se destinó para la construcción del Instituto Mexicano de Comercio Exterior.⁹⁹ Desde 1975 esta sección histórica se desmontó y resguardó en el *Bosque de Tlalpan*, sin embargo, hasta 1986 se renovó con el proyecto cultural. La arquitectura concluida en 1989¹⁰⁰ contrastó dos temporalidades, el carácter de la fachada historicista con una estructura contemporánea. (ver fig.31).¹⁰¹

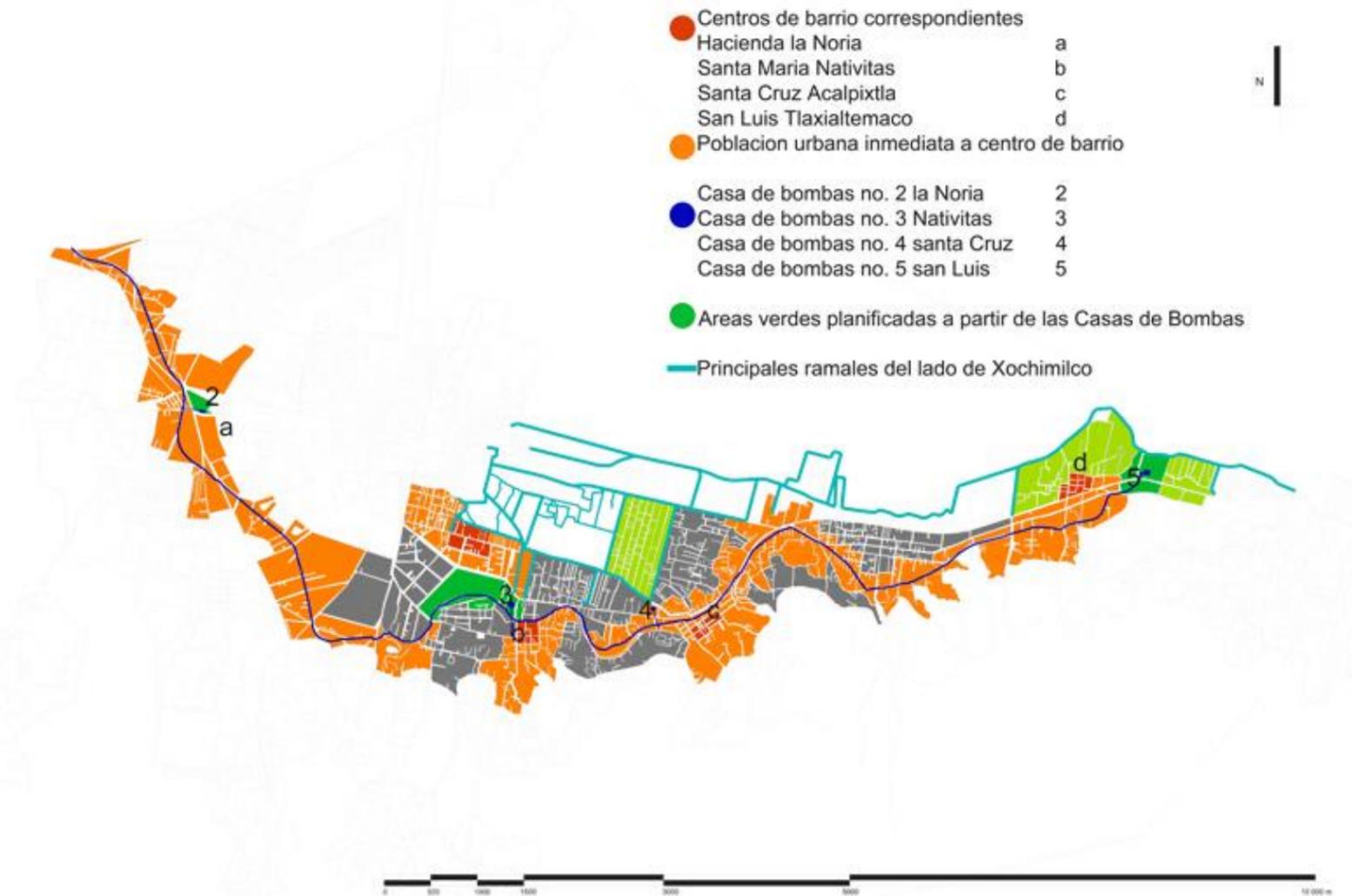


Fig. 30. Euroza, Rocio. *Crecimiento de la mancha urbana que no solo sobrepaso los límites urbanos establecidos por el Subsistema de Casas de Bomba de Xochimilco de principios de siglo XX*. Febrero de 2021. En la actualidad, los inmuebles históricos a pesar de considerarse hito se han perdido en la mancha urbana.

⁹⁴ INAH.CNMH. Bien inmueble con valor cultural. I-09-00279. Casa de Cultura de Tlalpan. Inmueble Civil. FCNMHI. I-09-00279 (México: INAH.CNMH, 2021)

⁹⁵ INAH.CNMH. México. Conjunto arquitectónico. I-0014800194. Teatro Carlos Pellicer. Inmueble Casa de Bombas. FCNMHI. I-0014800194 (México: INAH.CNMH, 2021) INAH.CNMH. México. Sin clasificación. I-0014800195. Caseta de la Casa de Bombas. Inmueble Caseta de la Casa de Bombas. FCNMHI. I-0014800195 (México: INAH.CNMH, 2021)

⁹⁶ INAH.CNMH. México. Conjunto arquitectónico. I-0014800048. Planta de Santa María Nativitas. Inmueble Planta de agua. FCNMHI. I-0014800048 (México: INAH.CNMH, 2021)

INAH.CNMH. México. Bien inmueble con valor cultural. I-0014800049. Compuerta de desfogue o vertedor. Inmueble Desfogue de la Casa de Bombas. FCNMHI. I-0014800049 (México: INAH.CNMH, 2021)

⁹⁷ INAH.CNMH. México. Conjunto arquitectónico. I-0014800166. Casa de Bombas. Inmueble Casa de Bombas. FCNMHI. I-0014800166 (México: INAH.CNMH, 2021)

INAH.CNMH. México. Conjunto arquitectónico. I-0014800158. Caja de agua. Inmueble Caja de agua. FCNMHI. I-0014800158 (México: INAH.CNMH, 2021)

⁹⁸ Anastilosis, es un término derivado del griego (aná -arriba- y stylos -columna-). El sentido etimológico sería volver a levantar las columnas caídas de un edificio clásico; sin embargo, con el tiempo el término se ha empleado para designar las operaciones de recomposición de aquellos inmuebles cuyos materiales se encuentran caídos y dispersos. La Carta de Atenas (1931) e n su artículo 4: cuando se trata de ruinas, se impone una conservación escrupulosa y, cuando las condiciones lo permiten, es acertado volver a colocar en su lugar los elementos originares encontrados (anastilosis). Pero excluye también cualquier trabajo de reconstrucción en las excavaciones arqueológicas, considerando aceptable la recomposición de las partes existentes pero desmembradas.

CIAM, IV Congreso. *Carta de Atenas*. (Marsella-Atenas: CIAM, 1933)

⁹⁹ A pesar de las diversas alternativas para integrar la antigua casa al proyecto, prevaleció el criterio de eliminarla, el edificio fue desmantelado, sus piedras y sillares trasladados al Bosque de Tlalpan y depositadas en una explanada al descubierto (debido a la falta de recursos no fueron resguardadas debidamente)

Gutiérrez Fischman, Juana Paz. «Una obra en dos tiempos.» *Obras*, 1993: --.

¹⁰⁰ La renovación del conjunto cultural estuvo a cargo del arquitecto Pedro Ramírez Vázquez.

¹⁰¹ Consultado el 20 de febrero de 2021 en https://sic.cultura.gob.mx/ficha.php?table=centro_cultural&table_id=967

Los trabajos preliminares comenzaron en 1986¹⁰² e incluyeron la reclasificación y el diagnóstico físico de los recubrimientos: se hallaron daños de exfoliación, erosión y fracturas, pero se consideraron recuperables con la limpieza y enrase oportuno. Esta labor reconoció el trabajo estructural autoportante de la cantera a la compresión sin el uso de morteros. El criterio de intervención se consideró como anastilosis fuera de sitio.¹⁰³



Fig. 31. Euroza, Rocio. *Comparativo temporal entre la Casa de Bombas no 1 la Condesa y la fachada vestibular de la Casa de Cultura Tlalpan.* Abril de 2021. En la contextualización urbana inmediata se observó que la arquitectura histórica ecléctica no se relacionó con su contexto, esta característica ha convertido nuevamente al edificio en hito.

Para comprender los procesos de gestación proyectual del inmueble original y del proyecto de intervención patrimonial. El proyectista Alberto J. Pani describió:

El proyecto arquitectónico de la fachada principal presentaba la dificultad de tener un macizo en su eje. El carácter del edificio, su objeto y su situación me sugirieron la idea de solucionar dichas dificultades mediante una fuente inspirada en la de Saint-Michel de París y la de Trevis, de Roma, es decir, con un gran nicho como motivo principal de la fachada. Las líneas y proporciones generales del edificio resultaron clásicas, con decoración escultórica alusiva.¹⁰⁴

¹⁰² La recuperación histórica estuvo a cargo del arquitecto restaurador Alberto Yáñez Salazar.

¹⁰³ Gutiérrez Fischman, Juana Paz. «Una obra en dos tiempos.» *Obras*, 1993: --.

¹⁰⁴ Pani, Alberto J. *Apuntes Autobiográficos. Vol. 1* (México: Librería Porrúa, 1950), 50.

El director del proyecto Manuel Marroquín y Rivera integró al material innovador:

Se proyectó construir todo el edificio con cemento armado, empleándose este material no solamente en la cámara de bombas, sino también en los muros, en las columnas y en los pisos y techos de los diferentes locales. Los muros exteriores se hicieron el mismo material, pero quedaron revestidos con bloques de piedra labrada para obtener un buen efecto arquitectónico, que no era posible obtener con el cemento.¹⁰⁵

Así sobresalió la perspectiva proyectual de los arquitectos de la *Casa de Cultura Tlalpan*:¹⁰⁶

(...) los proyectistas eligieron la que en términos generales podríamos considerar como más respetuosa del entorno construido, incluyendo en este como elemento descollante a la susodicha Casa de Bombas (...) Hay aquí el deliberado propósito de poner en un segundo plano de importancia al nuevo edificio, hasta llegar a ocultarlo, recurriendo al remetimiento de sus fachadas laterales respecto a las de la portada.¹⁰⁷

Finalmente, la versión del equipo a cargo de la recuperación técnica de la fachada principal:

(...) El criterio de intervención denota respeto y sinceridad pues en general sus piedras no han sido reparadas, ni reconstruidas y en el lugar de aquellas no halladas se han colocado nuevos sillares sin labrar reconociendo la realidad de su ausencia como es el caso del "Neptuno perdido" y algunas de las piezas del pretil (...) ¹⁰⁸

Así, a partir de la sección histórica se incorporó el proyecto arquitectónico, que pretendió la integración de escala, peso, color y textura de los elementos históricos rescatados. En la planta baja se alojaron las actividades públicas (cafetería, biblioteca y sala de exposiciones). El segundo piso mezanine ubicó las tareas administrativas. Por su parte, el tercer piso, albergó los diferentes talleres.

¹⁰⁵ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México* (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

¹⁰⁶ Auzelle, Robert. *Ramírez Vázquez* (México: García Valadés editores, 1989), 255.

¹⁰⁷ Vargas Salguero, Ramón. *Pabellones y Museos de Pedro Ramírez Vázquez* (México: Noriega editores, 1995), 184-185.

¹⁰⁸ Gutiérrez Fischman, Juana Paz. «Una obra en dos tiempos.» *Obras*, 1993: --.

La renovación de la fachada principal de la Casa de Bombas no. 1 la Condesa, se entendió como la idealización de un inmueble artístico, ya que pasó a segundo plano la gestación, la organización y la funcionalidad de la infraestructura hídrica, beneficiando la valoración artística. El desplante distinto a su origen restó importancia a la memoria histórica de la infraestructura hídrica. Sin embargo, se admite que la integración de los usuarios con el equipamiento cultural, satisficieron positivamente los servicios culturales.

Por su parte, la Casa de Bombas no 2 la Noria se renovó¹⁰⁹ como *Centro Cultural Carlos Pellicer* (ver fig.32). Se clasificó como *Conjunto arquitectónico. Teatro Carlos Pellicer* y como *Conjunto arquitectónico. Caseta de la Casa de Bombas* (ver fig.33). La primera categorización correspondió a la estación de bombeo y la segunda al vertedor de descargas. Las modificaciones requirieron dos anexos, el que involucró el foro y las bambalinas del teatro, así como el inmueble adjunto de oficinas y talleres, que contrastó una arquitectura contemporánea. La descripción general del centro cultural no incluyó la gestación histórica original.¹¹⁰

En la actualidad, en el espacio patrimonial se observaron fallos mecánicos de fisuras y capilaridades superficiales, eventuales humedades por escurrimiento, pérdida de recubrimientos por humedad y eflorescencia; se exterioriza la intervención biológica por vegetación y por pintas urbanas; la carpintería muestra pérdida parcial por putrefacción de madera; la herrería y cancelería presenta creciente degradación química. En el caso de la denominada caseta, al no estar cerca de la estación de bombeo no transformó su uso, solo se delimitó y protegió perimetralmente con barrotes, se procura el mantenimiento constante al encontrarse cerca de zonas habitacionales, pero también presenta pintas y carteles urbanos.

Por su parte, la Casa de Bombas no 4 santa Cruz se renovó¹¹¹ como Museo Arqueológico de Xochimilco (ver fig.34). Se clasificó como *Conjunto arquitectónico. Casa de Bombas y Conjunto arquitectónico. Caja de agua* (ver fig.35).

¹⁰⁹ González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores , 2014)

¹¹⁰ La proximidad con el Museo Dolores Olmedo complementó y relacionó eventos culturales.

¹¹¹ González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores , 2014)



Fig. 32. Euroza, Rocio. *Centro Cultural Carlos Pellicer*. Abril de 2021. Este inmueble correspondió a la transformación de equipamiento cultural, se observó el anexo, las diferenciación estilística entre el nuevo elemento con la parte histórica.

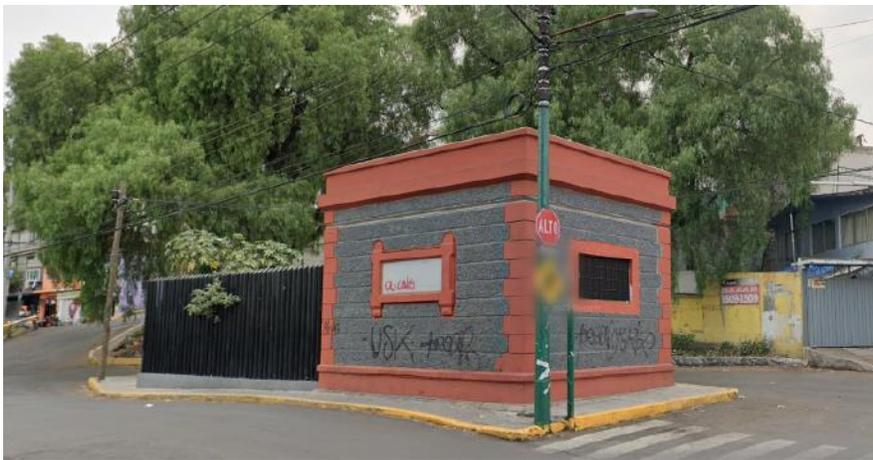


Fig. 33. Euroza, Rocio. *Caseta de la Casa de Bombas*. Abril de 2021. Este inmueble auxiliar conocido como Vertedor de Descargas de la Casa de Bombas no. 2 la Noria, presenta mantenimiento, pero no caracteriza uso actual.



Fig. 34. Euroza, Rocio. *Museo Arqueológico de Xochimilco*. Febrero de 2021. Este inmueble correspondió a la transformación de equipamiento cultural, en la fachada exterior se observa la fachada contemporánea.



Fig. 35. Euroza, Rocio. *Caseta de la Casa de Bombas*. Abril de 2021. Este fue el inmueble auxiliar del Vertedor de Descargas de la Casa de Bombas no. 4 santa Cruz, en la actualidad se encuentra en custodia vecinal, pero carece de uso.

El primero correspondió a la estación de bombeo y el segundo al vertedor de descargas. Su construcción comenzó en 1974 y se inauguró en 1985. La colección consta de 2441 piezas mostradas en dos primeras salas; las dos salas posteriores representan la vida de sus antiguos habitantes. La descripción general presentó una breve introducción histórica.¹¹²

En su renovación¹¹³ se observó la ampliación, el seccionamiento espacial y el acondicionamiento de las salas de exhibición. Además, la galería de contención se desecó y se habilitó como área de exhibición. La fachada de calle definió una arquitectura contemporánea. En la actualidad, en el espacio patrimonial se observaron fallos mecánicos de fisuras, daños de recubrimientos por humedad y eflorescencia; así como daños estructurales debido al sismo del 2017 y al año de 2022 se encuentra cerrado.

Por su parte, el vertedor de descargas no transformó su uso, la comunidad al considerarlo abandonado¹¹⁴ lo convirtió en un centro de devoción religiosa. Las modificaciones principales cegaron las ventanas, se controlaron los accesos principales de sótano y la puerta, con barrotes y candados. Se observaron fallos mecánicos de fisuras y

¹¹² Consultado el 20 de febrero de 2021. https://sic.gob.mx/ficha.php?table=museo&table_id=917

¹¹³ González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores, 2014)

¹¹⁴ Y como centro de vandalismo y adicciones.

capilaridades superficiales, eventuales humedades por escurrimiento; se presenta la intervención humana con pintas urbanas; la herrería y cancelería presenta pérdidas por degradación química.

La recuperación¹¹⁵ de la Casa de Bombas no 5 san Luis conservó la mayor parte de las instalaciones especiales y de maquinaria original. El conjunto de extracción hídrica sumó otros conjuntos menores no pertenecientes al aprovisionamiento, en conjunto alojaron al *Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl* (ver fig.36 y 37). Se clasificó como *Bien inmueble con valor cultural. Planta Vieja de san Luis Tlaxialtemalco. Inmueble Ingeniería Hidráulica*.

Además, se destacó un inmueble catalogado y apropiable a la infraestructura hidráulica de 1933. Las clasificaciones patrimoniales no incluyeron al vertedero ubicado dentro de las instalaciones actuales de SACMEX (ver fig.38). Como centro cultural concientiza la problemática ambiental,¹¹⁶ su descripción del nuevo uso presentó un escueto reconocimiento histórico:

El Centro de Cultura Ambiental Acuexcomatl se encuentra ubicado en la zona lacustre de Xochimilco, en un lugar conocido como “el manantial el encanto” (...) Este manantial brindó servicios hasta la década de los sesenta, cuando el recurso natural se agotó en su totalidad.¹¹⁷

En la actualidad, ha sido objeto de una intervención patrimonial, donde se observó que la recepción al público prevalece sobre la dimensión histórica del sitio. No se presenta una curaduría guía de la memoria hídrica moderna, de modo que la visita se presenta como un consumo dentro de un conjunto de servicios culturales generales más que como un accionar reflexivo ambiental hídrico de tipo patrimonial.

¹¹⁵ La recuperación, es la valorización de un inmueble temporalmente privado de su funcionalidad debido a degradación o abandono, aceptándose que sea reutilizado.

González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores, 2014)

¹¹⁶ Destaca el convenio de colaboración con la UNAM.

¹¹⁷ Consultado el 20 de febrero de 2021. <https://fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/abejas/acuexcomatl.html>



Fig. 36. Euroza, Rocio. *Casa de Bombas no 5 san Luis*. Enero de 2022. Este inmueble sufrió una intervención patrimonial en la fecha de agosto de 2021.



Fig. 37. Euroza, Rocio. *Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl*. Febrero de 2021. Esta fachada es la correspondiente a la Casa de Bombas no. 5 san Luis.



Fig. 38. Euroza, Rocio. *Caseta de la Casa de Bombas*. Enero de 2022. Este fue el inmueble auxiliar del Vertedor de Descargas de la Casa de Bombas no. 5 san Luis, se encuentra dentro del predio de SACMEX y no tiene uso actual.

Por su parte la extensión y el estado de conservación de los respiraderos del ducto de distribución hidráulica dependieron de la localidad inmediata, o bien de la cercanía con infraestructura actual como avenidas primarias o transporte público.

Estas no cambiaron uso y no tuvieron modificaciones físicas distintas de las originales. Se hallaron diez respiraderos de santa Cruz a la Noria (Xochimilco); siete elementos de la Noria a Huipulco; nueve respiraderos de Huipulco a santa Cruz (Avenida División del Norte); tres de la Condesa a santa Rita (Avenida División del Norte), dando un total de 29 respiraderos.¹¹⁸

La catalogación errónea describe *Respiraderos del Río San Buenaventura*, si bien es cierto que este río cruzaba una pequeña sección¹¹⁹ del acueducto por la zona de Tepepan en Xochimilco, este no seguía su cauce, de hecho se topó transversalmente con diversos ríos a lo largo de su recorrido; la descripción se completa como *Conjunto Ingeniería Hidráulica*.¹²⁰

Su estado de conservación dependió de la ubicación, en algunos casos se hallan paralelos a las vías de comunicación, ya sea avenida principal, red de transporte tren ligero, son paseos peatonales ajardinados según su cercanía residencial, popular o paralelo al servicio de transporte público. Así que se describe variopinto, los principales daños son fisuras, cuarteos y capilaridades superficiales, pérdida de recubrimientos y chapeos, degradación y desprendimiento de elementos arquitectónicos en fachadas, intervención humana, vandalismo y pintas urbanas.

¹¹⁸ Esta ubicación descrita es la proyectada y ejecutada en obra.

Marroquín y Rivera, Manuel. *Planos de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México. Derecho de vía del acueducto* (calcado de una copia heliográfica de fecha octubre de 1925), 1-16. Planos facilitados por el Ing. Efraín Nájera de SACMEX en 2020.

¹¹⁹ Este río cruzaba una sección del acueducto, en la zona de Tepepan.

Marroquín y Rivera, Manuel. *Planos de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México. Derecho de vía del acueducto* (calcado de una copia heliográfica de fecha octubre de 1925), 9.

Planos facilitados por el Ing. Efraín Nájera de SACMEX en 2020.

¹²⁰En el catálogo realizado en la década de los años noventa solamente se catalogaron dos respiraderos, por lo que existían dos fichas con claves 090040100001 y 090040750002 cuya información posteriormente fue integrada en una sola ficha.

INAH.CNMH. México. Sin clasificación. C-09-01677. *Respiraderos del Río San Buenaventura*, como *Conjunto Ingeniería Hidráulica*. FCNMH.C-09-01677 (México: INAH.CNMH, 2021)

Consultado el 20 de febrero de 2021. https://catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/consulta_publica/detalle/86468

2.3.1 El papel del turismo dentro del emplazamiento

El monumento histórico ha sido el componente de un tejido urbano evolutivo cuyas dinámicas de cambio han reorganizado constantemente al emplazamiento. Según su importancia, estas transformaciones han resignificado un tiempo y una sociedad específica. En ese aspecto, la actividad turística del embarcadero de Nativitas contribuyó a fortalecer la relación patrimonial entre los inmuebles históricos y artísticos con el área ecológica de las chinampas; involucró la relación social cuando se incluyó el intercambio cultural, turístico y ecológico; se sumó la relación paisajística cuando se dominaron los viajes recreativos sobre los viajes de provisión comercial hacia la ciudad a lo largo de los canales navegables.

Así, se observó la interacción con la población originaria que prestó servicios comerciales, los comerciantes no nativos y los visitantes, quienes diferenciaron a los recreacionistas de los turistas.¹²¹ El turismo en Xochimilco diferenció cuatro etapas a partir del siglo XIX.¹²²

La primera etapa se desarrolló con la llegada del barco de vapor necesario en la comunicación entre la ciudad y sus alrededores. Este permitió la reducción del tiempo y las distancias en las rutas de comercio existentes. Posteriormente surgieron paseos con itinerarios dirigidos al público y a los funcionarios públicos.

La segunda etapa se completó con el tranvía en 1905,¹²³ que mejoró la comunicación de la ciudad; al principio transportó artículos y productos agrícolas hacia la ciudad, después incluyó al pasaje entre las municipalidades del sur.

La tercera etapa inició con el arribo del ferrocarril en 1909, que comunicó los talleres de obra con las obras del *Sistema de Aprovechamiento de Agua para la Ciudad de México*, necesario en el transporte de materiales y productos constructivos prefabricados requeridos en las estaciones de bombeo y cercanos a los manantiales de la Noria, Nativitas, Santa Cruz hasta llegar a San Luis.

¹²¹ Xochimilco como destino turístico, no cuenta con una infraestructura hotelera y equipamiento que satisfaga necesidades turísticas integrales para periodos largos de estancia.

¹²² Villanueva, Plácido. *Xochimilco, una ciudad típica del México de Ayer y hoy*. (México: Cihuacoatl, 1974).

¹²³ Este pasaba sobre la avenida Camino Antiguo a Tulyehualco, al norte del predio de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas.

Su tendido vial fue paralelo al ducto de conducción general. A partir de 1910, con el festejo del *Centenario de la Independencia*, comenzaron los paseos hacia el sur. En 1913 consolidadas las obras de abastecimiento, el ferrocarril transportó pasajeros en fines de semana y días festivos. De estos derivaron turistas nacionales y extranjeros, principalmente gubernamentales y diplomáticos que consolidaron la ruta turística por canoas o por tranvía.

La cuarta etapa se materializó con la extensión de las vías de comunicación entre Xochimilco con la ciudad, a partir de las avenidas Prolongación División del Norte y el Anillo Periférico, Xochimilco.

En la actualidad, la zona lacustre de Nativitas se ha perdido entre vialidades urbanas y zonas residenciales, además los canales se han diezmado por el crecimiento de la mancha urbana como consecuencia de la sobreexplotación hídrica de principios del siglo XX, así como la urbanización de las chinampas. En ese sentido se relacionó la declaración de la UNESCO como *Patrimonio de la Humanidad*, que sumó el área de las chinampas y los monumentos históricos.¹²⁴

Esta declaratoria ha estado en peligro varias ocasiones, la importancia del listado es que el concepto de bien público global asocia la conservación de bienes y sitios naturales y edificados con la preservación del patrimonio inmaterial.

Sin embargo, esta protección no siempre contribuye a ampliar los ingresos por habitante. De hecho, puede llevar un efecto negativo en la evolución de los ingresos, la polarización del turismo puede desfavorecer a la población local, aumentar el circuito de la corrupción, acrecentar las desigualdades y presentar costos de oportunidad elevados para las poblaciones locales.¹²⁵ De allí la importancia de enlazar tanto normativas como proyectos integrales que incluyan a los usuarios y moradores locales.

¹²⁴ Para 2006 se delimitó oficialmente el terreno sujeto a conservación, presentando inmediata colindancia la Casa de Bombas no. 3 Nativitas.

¹²⁵ Benhamou, François. *Economía del Patrimonio Cultural* (Argentina: Ariel, Paidós 2014) 155-174.

2.4 La valoración patrimonial de las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa

El agua ha sido un elemento articulador del paisaje histórico de Xochimilco, su dominio territorial con las chinampas y su comunicación entre canales derivados del lago de Xochimilco han establecido una herencia patrimonial por sí misma. En ese sentido los manantiales brotantes complementarios a este paisaje natural como la Noria, Nativitas, santa Cruz y san Luis, con sus respectivas instalaciones de infraestructura urbana que doto a la urbe durante más de cincuenta años se integraron a esta historia hídrica.

Así, la valoración del dominio de aprovisionamiento entre Xochimilco a la Condesa en el periodo de 1903 a 1913, partió del paisaje hídrico, la tecnología y la arquitectura técnica del servicio hídrico de la Ciudad de México a principios del siglo XX.¹²⁶ La transformación patrimonial de las estaciones de bombeo a equipamientos culturales a finales del siglo XX, optimizó los espacios de la arquitectura técnica, enfatizó el atributo formal arquitectónico y rescató la calidad constructiva,¹²⁷ integró las áreas verdes de regeneración pluvial, se presentó la apropiación espacial por las comunidades locales y en la actualidad gozan de renombre.

Esta renovación patrimonial¹²⁸ surgida con la Declaratoria de Xochimilco por la UNESCO, se diferenció de la catalogación y protección legal correspondiente, prevaleció los valores artísticos, con sus respectivas acciones técnicas de restauración.¹²⁹ Sin embargo, estas labores minimizaron la conservación¹³⁰ al no exteriorizar sus valores históricos, técnicos y tecnológicos originales.¹³¹ La renovación incluyó el nuevo uso de cada estación de bombeo a teatro, biblioteca, museo arqueológico y museo tecnológico respectivamente.

¹²⁶ ICOMOS, 2019.

¹²⁷ Jokilehto, J. *Valores patrimoniales y valoración* por Jukka Jokilehto (México: INAH, Año 2. 2020), 26-35.

¹²⁸ La renovación es la adquisición de una condición nueva, con el sentido de mejoría.

González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores, 2014)

¹²⁹ Se sugiere la restauración, cuando se modifican rasgos perceptibles.

¹³⁰ Se habla de conservación, cuando no se aspira a introducir cambios perceptibles.

¹³¹ Así se minimizaron las etapas de averiguación, documentación, conservación preventiva, pero se enfatizaron las actividades técnicas de restauración y reconstrucción; además se prescindió de la maquinaria y el despliegue de la tubería hídrica, de manera que se disminuyó la integridad y autenticidad del proyecto.

Así los inmuebles no manifestaron su historicidad, sino que adecuaron y alteraron el espacio patrimonial y se valieron de inmuebles auxiliares favoreciendo la funcionalidad del entonces presente. A este respecto se observó el carácter evolutivo del patrimonio y su nueva historicidad, que, aunque representan un logro como actividades culturales como resultado de un tiempo y una sociedad específica, no respetaron integralmente las formas del pasado:

(...) identidad y memoria tienen algo en común, necesitan la representación física de una realidad, pero cuando ésta se encuentra en constante transformación, se tiene que recurrir a la acumulación de imágenes, que dan testimonio de la magnitud del pasado en el presente, haciendo incomprensible la percepción de la realidad.¹³²

Este nuevo punto de partida o valorización¹³³ propone en la actualidad una nueva razón:

El problema no es si lo que vemos es lo que fue, sino si podemos interpretar las sucesivas integraciones y adaptaciones del edificio, y si, aun así, se puede considerar que lo que vemos es parte de nuestra relación con el pasado, y si estamos conformes con aceptar que aun sabiendo que es un engaño lo que vemos, lo suscribimos como si fuera lo real, lo original.¹³⁴

Con esta ruptura y deslinde sobre la memoria histórica, técnica y tecnológica de suministro hídrico urbano, se concluyó que el valor histórico de un monumento es mayor cuanto menor sea la alteración del estado original, la trascendencia patrimonial radica en la capacidad documental histórica del mismo inmueble.¹³⁵

¹³² Arnal, Luis. «Los nuevos paradigmas de la conservación del patrimonio cultural. 50 años de la Carta de Venecia.» En *La imposibilidad actual de la restauración*, de F.J., Vidargas F., (editores) López Morales, 278-279. (México: INAH, 2014), 272.

¹³³ La valorización busca la puesta en valor de los objetos en cuestión, para potenciar y redescubrir valores detectados en la primera fase de valoración.

Peñuelas, Guerrero Gabriela. «Metodologías e intervenciones en la restauración. Breve revisión de los conceptos.» En *Estudios sobre conservación, restauración y museología. Volumen III*, de Coord. Pérez Ramos, Yumari y de la torre Villalpando, Guadalupe. 212-221. (México: Publicaciones ENCRyM-INAH, 2016).

¹³⁴ Arnal, Luis. «Los nuevos paradigmas de la conservación del patrimonio cultural. 50 años de la Carta de Venecia.» En *La imposibilidad actual de la restauración*, de F.J., Vidargas F., (editores) López Morales, 278-279. (México: INAH, 2014), 278-279

¹³⁵ González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores, 2014), 37.

Ejemplo sobresaliente fue la preservación de la maquinaria original de la estación de bombeo san Luis que no transformó su integridad histórica, técnica y tecnológica. Su rehabilitación, resguardó el espacio, rememoró su función original, así fue la más adecuada conservación patrimonial que implicó menores alteraciones proyectuales, no obstante, se encontró una falta de narrativa o curaduría históricas que representaran la memoria histórica hídrica.

Por otra parte, si el inmueble principal logró transformarse, no paso lo mismo con los inmuebles auxiliares, estos se rezagaron y se disiparon en el actual emplazamiento de autoconstrucción y densidad habitacional no regulada.¹³⁶ Sin embargo, la apropiación vecinal halló un uso que favoreció la seguridad colectiva, más que la búsqueda de reconocimiento de los inmuebles históricos, de manera que se subjetivó la aproximación al patrimonio.¹³⁷

Caso importante fue la *anastilosis fuera de sitio* que presentó la Casa de Bombas no 1 la Condesa, este proceso organizó la recomposición de la fachada principal, fue distinguible y conformó una parte mínima proyectual.¹³⁸ Jokilehto diferencia la *anastilosis* de la reconstrucción cuando la primera manipula material original y disponible en el lugar, mientras que la segunda admite una nueva estructura que también utiliza material nuevo.

Si bien es cierto que los bienes patrimoniales nunca podrán ser vistos en su estado original, puesto son extraídos del pasado y reinstalados en el presente,¹³⁹ de manera que la premisa de la conservación patrimonial acuerda que *los monumentos antiguos se deben conservar antes que preservarlos, mejor preservarlos que restaurarlos y mejor restaurarlos que rehacerlos*.¹⁴⁰

¹³⁶ Además, ha generado densidad poblacional progresiva.

¹³⁷ González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores , 2014),64.

¹³⁸ La anastilosis es nombrada en la *Carta del Restauo* (1972); la definición aparece sin cambios en la Carta del Restauo de 1987; en la Carta de Venecia se detalla más, que similar a la reconstrucción involucra la colocación o recolocación de componentes caídos y diseminados. Sin embargo, esta organización de los componentes constituye una estructura nueva, aunque se pretenda representar lo antiguo.

¹³⁹ González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores , 2014), 40.

¹⁴⁰ Fue una premisa desarrollada por Adolphe Napoléon Didron, posteriormente Camilo Boito la retomó en su escrito sobre los *Ocho Puntos de la Restauración Científica*. (Italia: Primera Carta del Restauo, 1883)

Si bien es cierto que la nueva función cultural, aunque no propuso una distorsión integral, si presentó una ruptura sobre la continuidad histórica del abastecimiento hídrico de la Ciudad de México a principios del siglo XX.¹⁴¹

Así se negó el reconocimiento de la modernidad técnica y tecnología del abastecimiento hídrico, por lo que en extensión se negó el discurso paradójico sobre la alteración de la ecología de Xochimilco, y del valle de México actualmente difícil de solventar. Esta investigación pretende encausar la importancia de estos sucesos como elemento pedagógico patrimonial¹⁴² por lo que es necesaria esta valorización.

En ese sentido, al analizar los procedimientos ya aplicados dentro de las diversas intervenciones patrimoniales se halló necesaria la concepción de un *planeamiento conservativo flexible*. Se encontró en la conservación activa los elementos más afines a la preservación patrimonial, ya que incluyeron una mayor preocupación por la legibilidad histórica del monumento, no solo para resolver intervenciones materiales posteriores, sino para completar la memoria histórica del inmueble, esto supone partir de la misma ruina y abandono actual. Esta situación convierte en un hito al monumento, porque representa al tiempo y las problemáticas actuales no resueltas, y sobre las que sobrevive, finalmente el símbolo de los tiempos actuales.

¹⁴¹ Habitualmente, los conservadores del patrimonio cultural desaprueban la reconstrucción, ya que adultera el pasado y construye sitios ficticios que no existieron en realidad. En ese sentido, se entiende que cualquier intervención mínima altera el estado original del monumento.

¹⁴² González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores, 2014), 52.

III. La Casa de Bombas no. 3 Nativitas en Xochimilco de 1905 a 1908

3.1 La estación de bombeo como ampliación del manantial de Nativitas en Xochimilco

El manantial de Nativitas se conformó por dos vertientes principales y eventuales ciénegas al sur del lago de Xochimilco, además se halló inmediato al pie de monte apropiable al Ajusco.¹ La calidad y dotación del agua encontrada, se complementaron con los principios higienistas que permitieron potabilizar esta vertiente. De modo que se necesitaron instalaciones como la Casa de Bombas no. 3 Nativitas para extraer y distribuir el agua a la gran ciudad (ver fig. 1 y 2). Este inmueble requirió de componentes que organizaron el funcionamiento y formaron el emplazamiento, este incluyó los lavaderos, el bosque de recuperación pluvial, la casa del maquinista, el jardín, el acueducto recolector, el vertedor de descarga e incluyó una huerta comunal conocida como semillero (ver fig. 3 y 4).

Para su delimitación se adquirieron los terrenos del señor Silvestre Peralta y del Sr. Manuel Anda y Silíceo. La construcción se realizó de 1905 a 1908 en correspondencia con la *Arquitectura Técnica* de principios del siglo XX, por lo que el programa arquitectónico relacionó al agua con la arquitectura, la maquinaria de aprovechamiento y el operador.²

Además, se extendieron los principios higienistas en la edificación con el control de la iluminación natural, la ventilación, el soleamiento, la altura y las áreas verdes.³ Estas desarrollaron tres aspiraciones modernas: la funcionalidad, la racionalidad constructiva y la eficiencia. Su integración consolidó la vocación espacial⁴ de equipamiento urbano. Asimismo, se destacó el cemento en sus diversas aplicaciones que simplificaron los sistemas constructivos tradicionales con el desarrollo tecnológico implicado. Así prevaleció la racionalidad con la seriación de formas estéticas y estructurales.⁵

¹ Peñafiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México*. (México: Secretaria de Fomento, 1884), 73-76.

² Salazar González, Guadalupe. *Espacios para la producción. Obispado de Michoacán* (México: UASP. UMSNH, 2006), 33-34.

³ Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013), 253.

⁴ Prieto, Eduardo. «Reid, Herder y Fourier: tres pioneros del diseño ambiental.» *Revista Europea de Investigación en Arquitectura*, REIA No.14.2019: 208.

⁵ Dembo, Nancy. *La relacion forma-funcion en el lenguaje estructural del siglo XX* (Venezuela: CDC y H. UCV, 2003), 17-19.



Fig. 1. Marroquín y Rivera, Manuel. *Manantial de Nativitas*. 1914. La ubicación del manantial respecto al lago de Xochimilco y sus afluentes inmediatos, permitieron observar el nivel del manto freático inmediato.⁶

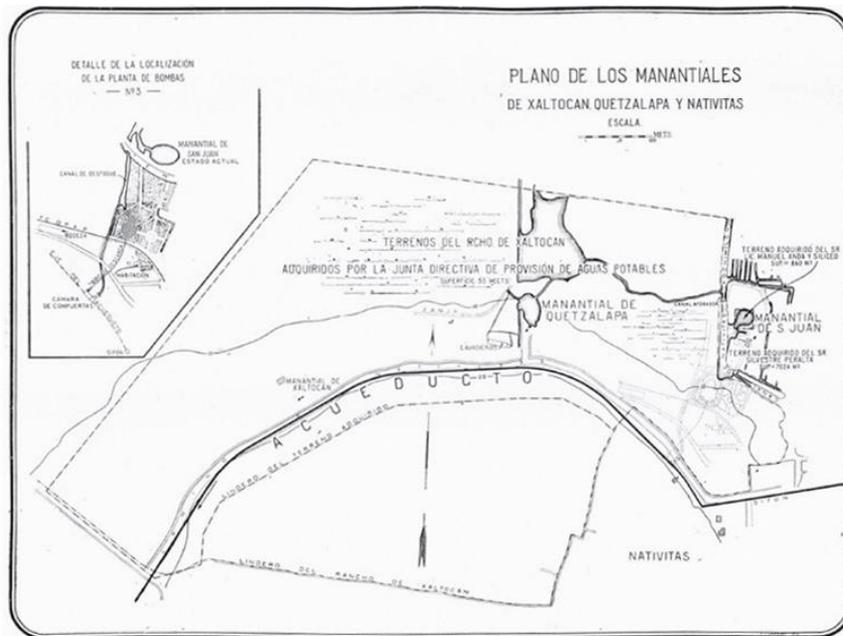


Fig. 2. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. *Plano de los manantiales de Xaltocan, Quetzalapa y Nativitas*. El paisaje y los inmuebles posteriores constituyeron el emplazamiento aislado de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas.⁷

⁶ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 31.

⁷ *Ibidem*, 57.

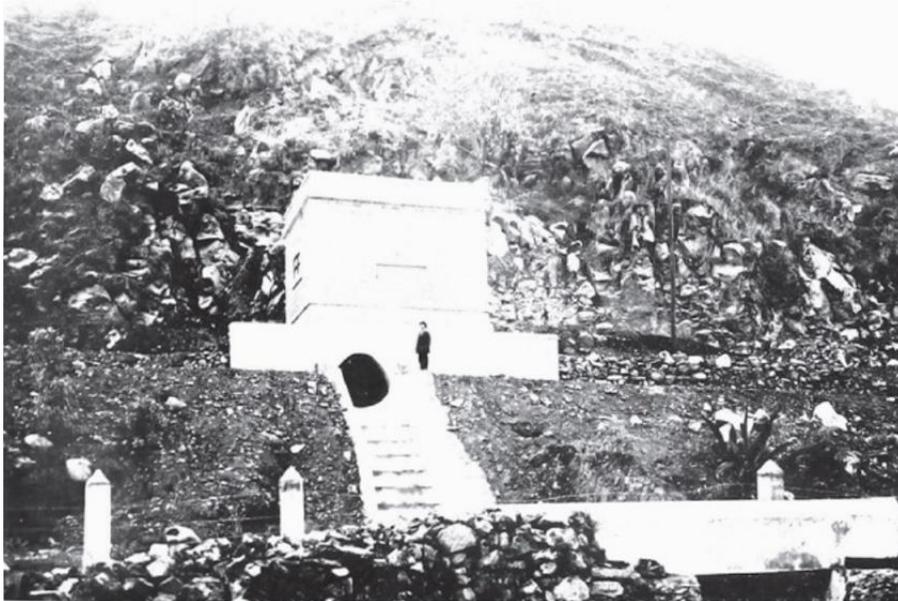


Fig. 3. Marroquín y Rivera, Manuel. *Vista de un vertedor*. 1914. Este inmueble fue el control auxiliar entre la estación de bombeo y el ducto general.⁸



Fig. 4. Marroquín y Rivera, Manuel. *Casa de concreto para el mecánico de Nativitas*. 1914. La casa del maquinista fue un inmueble completamente funcionalista, no escondió su simplificación estilística y partió de elementos estructurales de marco de concreto armado.⁹

⁸ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 221.

⁹ *Ibidem*, 67.

Fue preciso señalar, que los suelos sobre los que se desplantó el inmueble se consideraron lacustres y palustres, esto significó que fueron tanto transicionales como discontinuos.¹⁰ A la par se sumó la topografía inmediata a pie de monte que identificó un predio llano, con pendiente descendente de sur a norte hacia las tierras bajas¹¹ del sur del lago de Xochimilco (ver fig. 5), además se rodeó de ciénegas. Esta ubicación necesitó de maquinaria impulsora del agua hacia el ducto principal, hallado a mayor altura que las instalaciones extractoras.

La estación de bombeo entendida como *monumento ecléctico*¹² de la *gran Arquitectura*, se aisló de las localidades inmediatas debido a los principios higienistas de conservación hídrica, así las cuatro fachadas se organizaron como principal oriente, posterior poniente, lateral norte y lateral sur, considerándose un inmueble hito (ver fig.6).¹³

Este *monumento moderno* de la *Arquitectura Técnica* desarrolló dos plantas funcionales: el sótano, que alojó la maquinaria y el brocal del manantial; y la planta baja que zonificó el área eléctrica y los registros de las galerías. Además, se agregó la tecnología mecánica que transformó la energía para extraer y transportar el agua;¹⁴ este cambio conformó la presión y caudal hidráulico del bombeo (ver fig.7).¹⁵ Así imperó el funcionamiento y la maniobra de la maquinaria en el diseño de los espacios al definir tanto los volúmenes de las galerías de contención como de las cámaras de palastro.¹⁶

¹⁰ A principios del siglo XX, los sondeos registrados por Marroquín y Rivera registraron que esta zona sur del lago de Xochimilco se conformó una gran variedad de ojos de agua, su diferencia se basó en la transparencia y opacidad del líquido; además, las profundidades oscilaron de ocho a veinte metros de profundidad. En la actualidad la clasificación de suelo es tipo II, de composición lacustre y palustre (RCDF y NTCD 2014).

¹¹ Terrones López, María Eugenia (coord.). *A la orilla del agua. Política, urbanización y medio ambiente. Historia de Xochimilco en el siglo XX* (México: GDF.DX. IIDJMLM, 2004), 158.

¹² Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio* (España: Gustavo Gili, 2007), 113-126.

¹³ Un hito arquitectónico es un punto emblemático, reconocible e identificable. Pueden ser monumentos, edificios representativos, lugares icónicos, o estructuras físicas representantes de valores socioculturales y urbano arquitectónicos referenciales que además pueden conceptualizar un lugar.

¹⁴ Este cambio sucede de energía mecánica a hidráulica, y se apoya con turbinas para que funcione de forma inversa, debido a su función extractora.

¹⁵ Fuertes, V. S., Iglesias, P. L., Izquierdo, J., López, P. A., López, G., Martínez, J., & Pérez, R. *Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua. In Grupo Multidisciplinar de Modelación de fluidos (ed)*. (España: GMMF-UPV.Universidad Poli, 2003), 85-87.

¹⁶ El funcionamiento tecnológico limitó espacialmente las profundidades mínimas necesarias para el cebado de la maquinaria, y los anexos secundarios para la maniobra general.

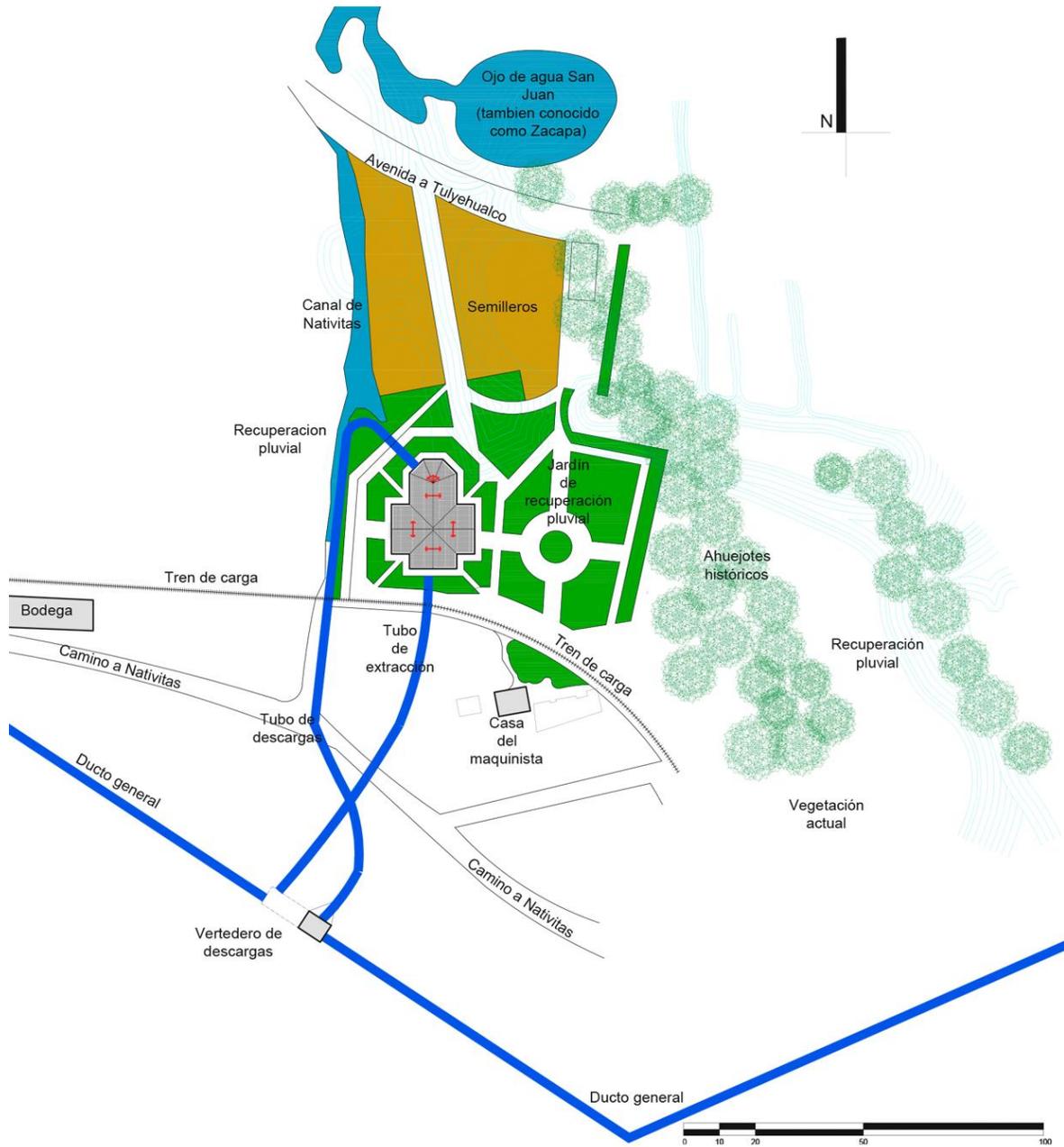


Fig. 5. Euroza, Rocio. Emplazamiento histórico de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Febrero de 2021. Se observan las ciénegas aprovechadas como espacios de recuperación hídrica y como desplante de las posteriores estaciones forestales, también de recuperación pluvial.



Fig. 6. Miret. *México, Xochimilco-provisión de aguas, Casa de máquinas*. Circa 1920. Fachada norte de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Imagen descargada de <https://www.mexicoenfotos.com/antiguas/distrito-federal/ciudad-de-mexico/casa-de-maquinas-del-departamento-de-provision-de-MX14524675810061>



Fig. 7. Fotografía no identificado. *Xochimilco la planta de agua*. Circa 1920. Fachada principal oriente y fachada sur de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas, en esta se implementó la instalación eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria de extracción y conducción.

Imagen descargada de <https://www.mexicoenfotos.com/MX14223935566749>

Como se observó en el plano de la derecha, la planta sótano desarrolló tres zonificaciones: el brocal, el canal vertedero y el paso de ducto (ver fig.8). El primero, de forma octogonal, sirvió como contenedor y preservador del agua del manantial. Inmediato a este se ubicó un canal vertedero como segunda regulación con comunicación al exterior, lo que facilitó la expulsión inmediata del líquido excedente.

La galería principal recibió las aguas del brocal y dividió el impulso hacia las dos bombas de extracción.¹⁷ El enlace con la tubería general remató al vertedor de descargas, este a su vez se relacionó con el acueducto general. Las dos bombas centrífugas de simple succión¹⁸ extrajeron el caudal y representaron la presión del aprovisionamiento hídrico (ver fig. 9).

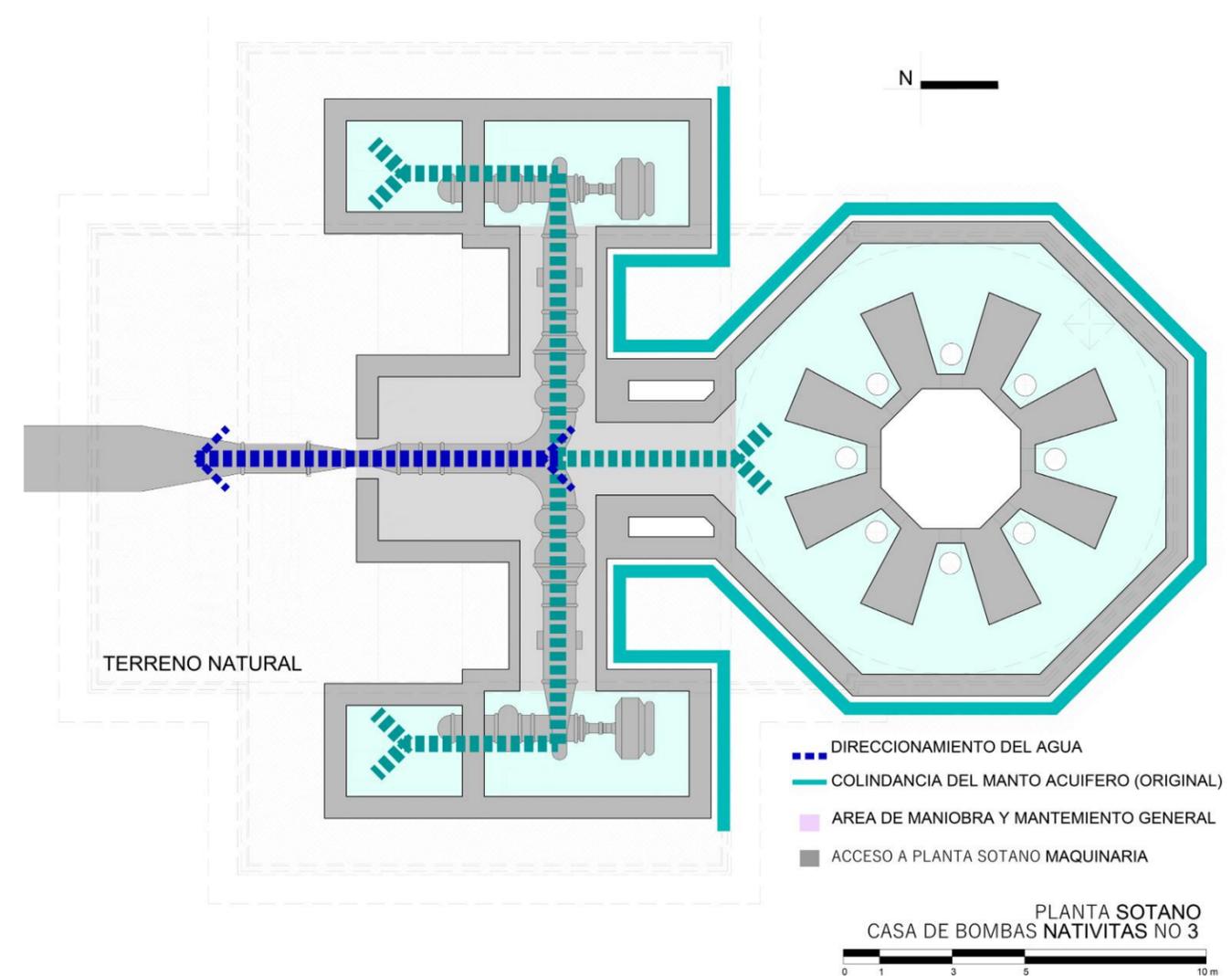


Fig. 8. Euroza, Rocío. *Planta sótano de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas*. Febrero de 2021. El funcionamiento general de estación de bombeo partió de la extracción y conducción del agua mediante el brocal.

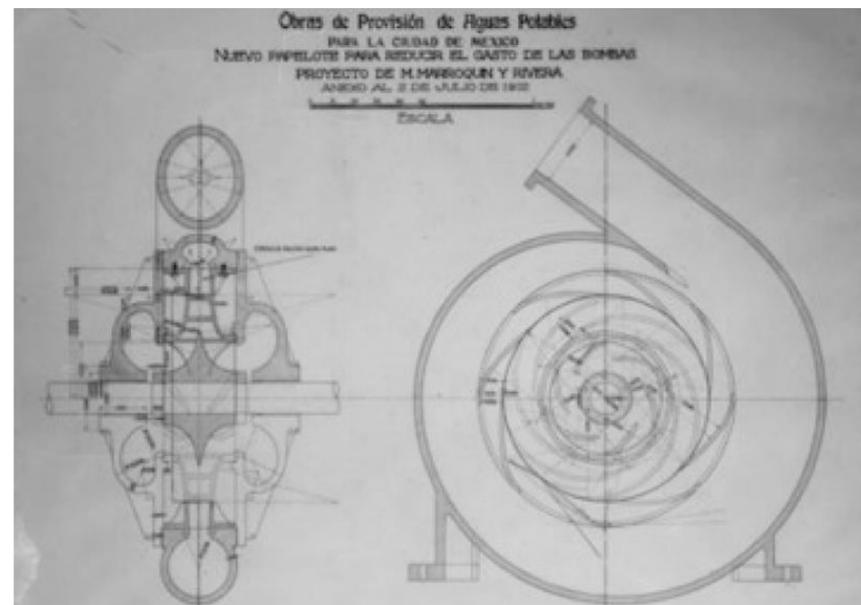


Fig. 9. Marroquín y Rivera, Manuel. *Plano del proyecto de Papelote*. Ca. 1910. CAT. 503643. DSNF. FN. INAH. El principio de la bomba centrífuga trabaja de manera que cuando un cuerpo extraño como una piedra gira alrededor de dicho centro, tiende a retroceder con una fuerza proporcional a su velocidad por lo que impulsa el líquido mas no los objetos sólidos.

Imagen descargada de http://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia:409177

¹⁷ Estas a su vez requirieron galerías contiguas secundarias que enlazaron una subdivisión menor, esta sirvió para el funcionamiento de la maquinaria.

¹⁸ El principio de la bomba centrífuga hídrica trabaja de manera que cuando un cuerpo extraño como una piedra gira alrededor de dicho centro, tiende a retroceder con una fuerza proporcional a su velocidad. Esto permite impulsar el líquido, mas no las piedras, palos o arena. No importa la ubicación y el sentido de la bomba.

Yepes, V., Martí, J.V. *Máquinas, cables y grúas empleados en la construcción*. (España: UPV, 2017), 210.

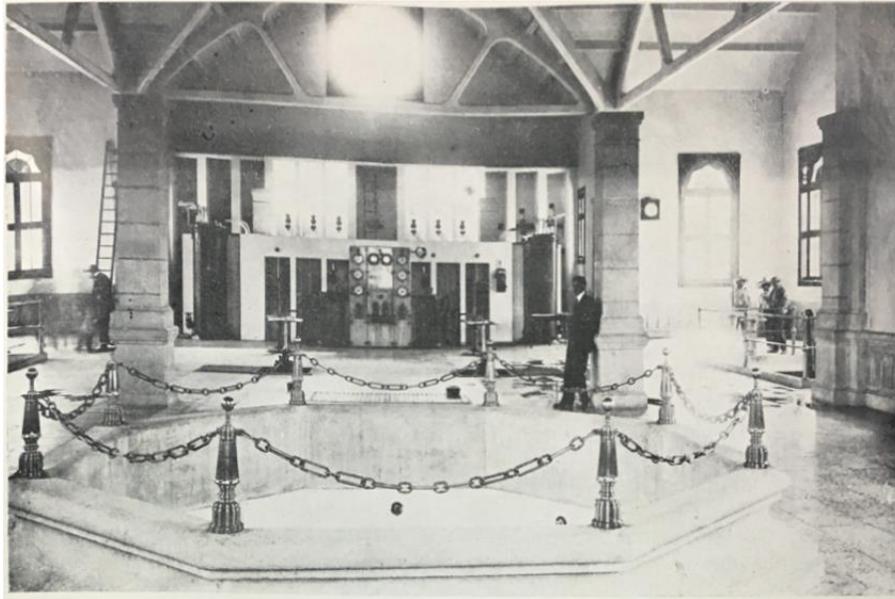


Fig. 10. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. *Interior de la Planta de Bombas no. 3. en Nativitas*. El área eléctrica permitió el funcionamiento de la maquinaria, así como el brocal en primer plano.¹⁹

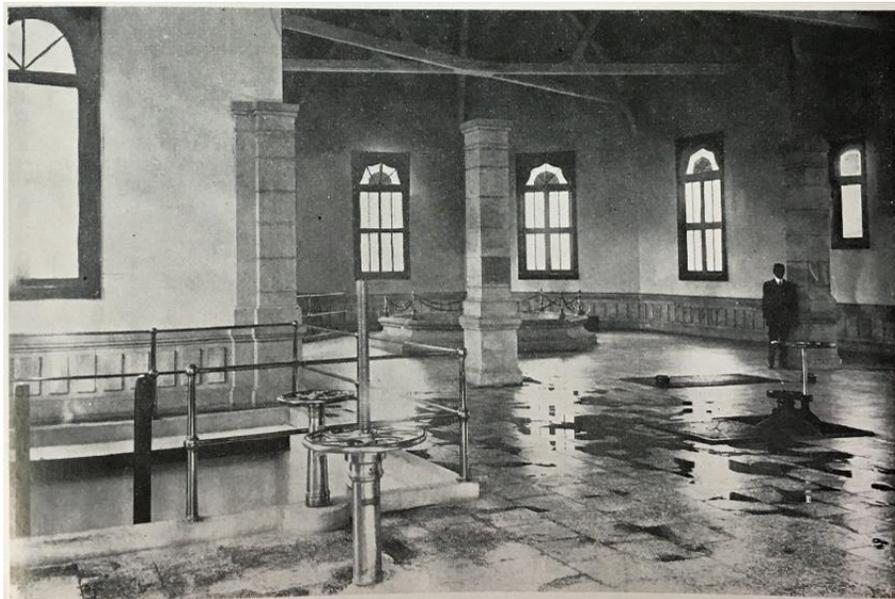


Fig. 11. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. *Interior de la Planta de Bombas no. 3. en Nativitas*. La espacialidad resultante de área de trabajo con los accesos hacia el área de sótano integró el funcionamiento general de la estación de bombeo.²⁰

¹⁹ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 55.

²⁰ *Ibidem*, 55.

En vista de que la subestación eléctrica requirió mobiliario específico para transformar la alta tensión general a tensiones adecuadas para el funcionamiento de los equipos de bombeo (ver fig. 10 11 y 12), esta sección se ubicó al sur del inmueble.²¹ La Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz S.A. suministró dos líneas de corriente, los transformadores y los accesorios necesarios a los motores eléctricos. Así se relacionó el tendido eléctrico que acompañó el recorrido del ducto general. Por su parte, la Junta Directiva de las Obras registró válvulas y accesorios, así como compuertas de seguridad en caso de mantenimiento o reparaciones, para refaccionar prontamente. Otro aspecto destacable fue que contiguo a la toma general, se estableció otra menor para el abastecimiento local.²²

En aquel momento, los sistemas constructivos partieron de los materiales y productos modernos como el cemento, que además determinaron los sistemas estructurales (ver fig.13). En conjunto establecieron los adicionales materiales constructivos, los equipos auxiliares, así como la mano de obra.²³ Para los primeros sobresalió el uso de la piedra basáltica que ligó con el mortero; la arena se caracterizó como material asilado y como parte del aglutinante compuesto. El tabique²⁴ recocido²⁵ de medidas 6x12x21, se complementó con el tabique de arena y se presentaron dos coloraciones: roja y amarilla, ambos integrados en el diseño de la fachada.

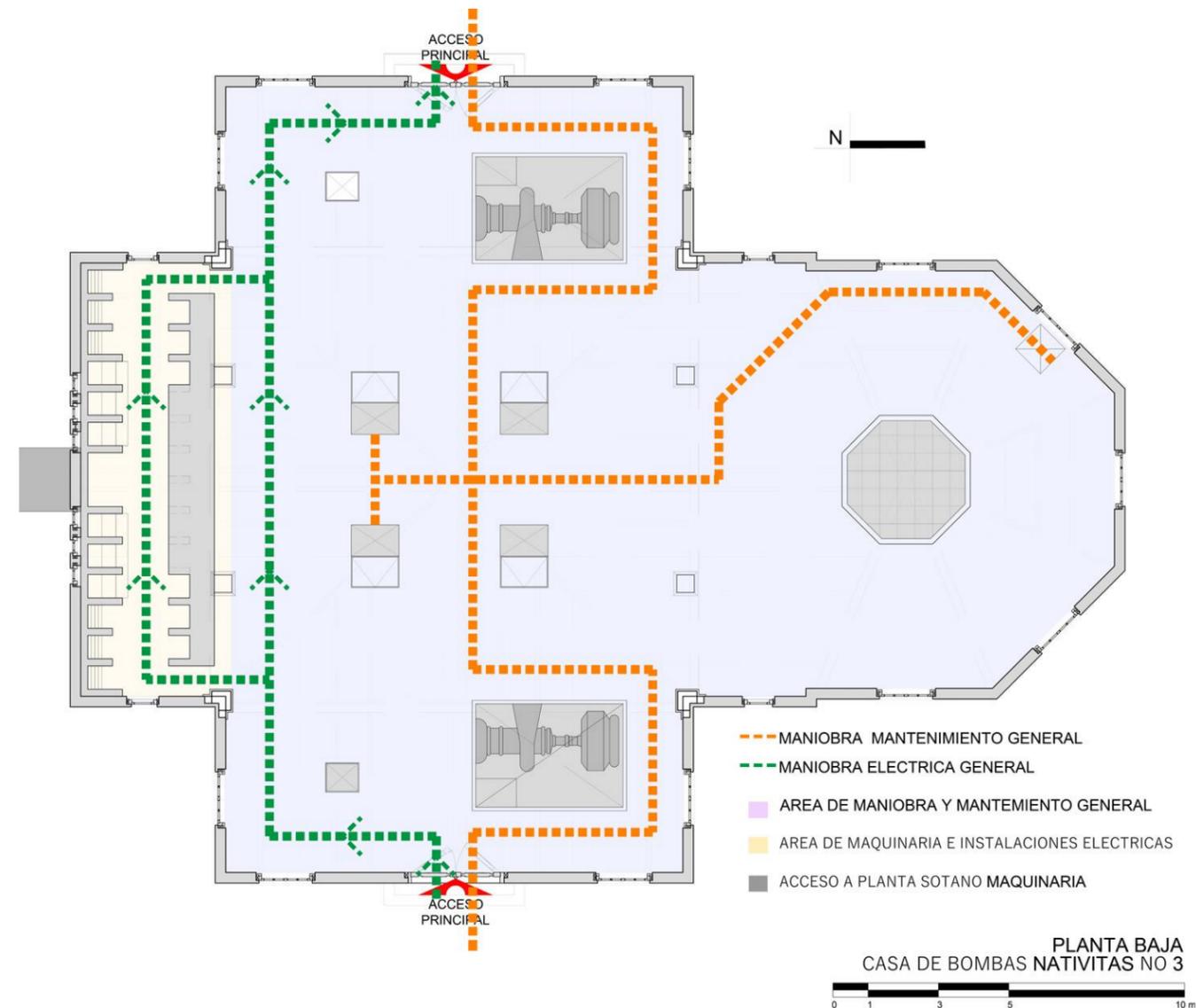


Fig. 12. Euroza, Rocío. *Planta baja de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas*. Febrero de 2021. El funcionamiento partió de la maquinaria de estación de bombeo y de los registros de acceso hacia el brocal.

²¹ Los motores eléctricos de inducción accionaron las bombas y tuvieron capacidad para 120 caballos de vapor, marcharon con corriente alternativa de 50 ciclos y con una tensión de 3000 voltios.

²² Esto incluyó la instalación de la tubería, bomba, motor y tubo de conducción.

²³ Simonnet, Cyrille. *Hormigon historia de un material. Economía, técnica, arquitectura* (España: Nerea, 2009), 33-43.

²⁴ Durante la segunda mitad del siglo XX, en México se diferenció al tabique de mampostería de muros con el llamado ladrillo delgado usado en pisos y cubiertas de azoteas. El tabique se clasificó en el colorado y anaranjado. El ladrillo delgado distinguió el recocho, recocido y recolorado. El primero se ha cocido demasiado, se encuentra ligeramente deformado y su color no es uniforme; el recocido, de color rojo menos impermeable, se usó en las azoteas azotehuelas y corredores; el recolorado, de peor calidad se sugería en lugares de deterioro lento. Tellez Pizarro. *Materiales de construcción. Ladrillo*. (México: El Arte y la Ciencia Volumen V. Tomo 12. 1905), 185-187.

²⁵ En la actualidad, cuando el tabique arcilloso cocido con fuego adquiere mayor resistencia y durabilidad se le conoce como tabique recocido, su variación tanto en la cocción como en la mezcla generan un elemento más débil o resistente; su depurado y compactación antes de la cocción crea un ladrillo extruido, compacto y resistente.

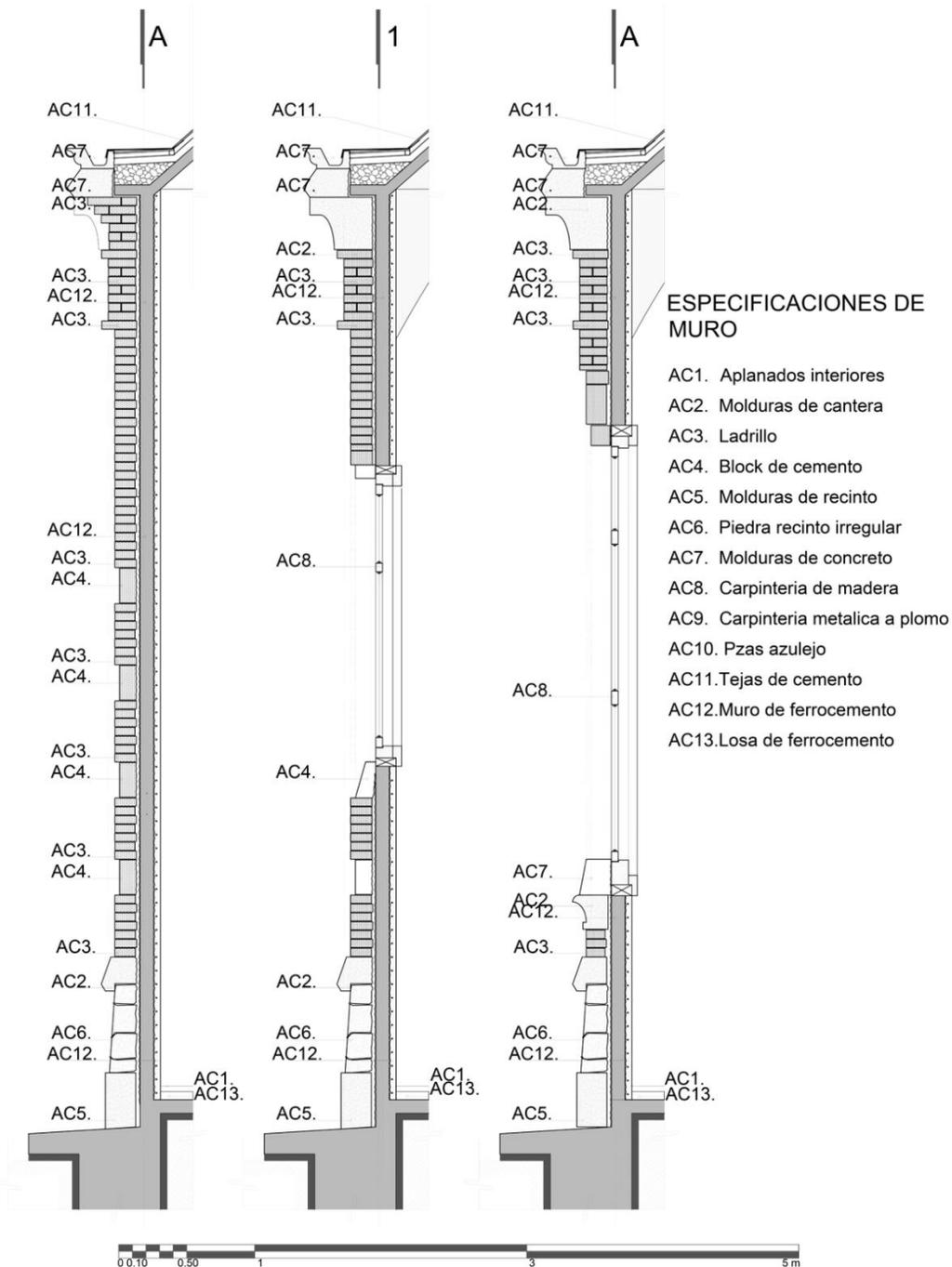


Fig. 13. Euroza, Rocio. *Tres tipos de corte por fachada*. Febrero de 2021. El muro de escurrimiento perimetral llevó el canal recolector de las aguas pluviales, se compuso de: muro fabrica exterior; muro estructural y muro acabado interior. En la fábrica, el monumento retomó la composición estética ecléctica. El seccionamiento señalado permitió la seriación y la composición constructiva de los elementos.

La obra usó cemento portland, así que los sistemas constructivos reunieron marcas tanto nacionales como de importación, destacándose el cemento *Hidalgo*, cemento *la Tolteca* y la marca alemana *Alsen*,²⁶ se usó metal desplegado de geometría romboidal para el entepiso²⁷ así como hierro revestido con concreto para las armaduras de techo y marcos rígidos. Por su parte, la consistencia volumétrica del mortero correspondió a la proporción de 1:3:4; como concreto estructural se usó la proporción 1:3:3, ya que esta composición fluida logró recubrir los espacios de las armaduras metálicas.

Acorde con los sistemas constructivos, el criterio de uso y de manipulaciones partió de una diversidad de máquinas,²⁸ que mejoraron tanto la calidad como la eficiencia de los componentes constructivos.

En relación con los sistemas estructurales, se conformó una estructura monolítica que unió la planta sótano con la planta baja (ver fig. 14 y 15). Sin embargo, una distinción respecto al resto de las Casas de Bombas de Xochimilco fue la conformación de sus dos cimentaciones. La primera se inscribió dentro de la limitación de la casa, incluyó al brocal octagonal abierto, debido al ojo de agua brotante, y las galerías conformaron un cajón de cimentación cerrado²⁹ o *caja muraria*³⁰ (ver fig. 16 y 17); en tanto que la segunda cimentación fue de menor profundidad parecida a la actual zapata continua y perimetral a los muros de la planta baja. Ambas se ligaron monolíticamente al entepiso mediante travesaños peraltados (ver fig. 18 y 19).³¹

²⁶ Las fuentes de abastecimiento de Xochimilco a la Condesa se construyeron en el periodo de 1903 a 1913, pero su inicio formal dató de 1905. En ese mismo año se contrató a la Compañía Comercial Pan-Americana para la adquisición de 40 000 barricas de cemento *Alsen*. Sin embargo, según la misma Memoria de las Obras, la casa de bombas de san Luis y su sección del acueducto se construyó con cemento *Hidalgo* en 1903. Posteriormente el Cemento *la Tolteca* se integró en el resto de las obras.

²⁷ Su límite de elasticidad del metal mayor a 24.000 lb/pl² y de resistencia a la tensión inferior a 48.000 lb/pl². Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

²⁸ Simonnet, Cyrille. *Hormigon historia de un material. Economía, técnica, arquitectura* (España: Nerea, 2009), 33-43.

²⁹ Tomlinson, M. J. *Cimentaciones: diseño y construcción* (México: Editorial Trillas, 1996), 181.

³⁰ Silva Contreras, Mónica. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914* (México: UI. BFJC, 2016), 145-153.

³¹ El espacio interior seco de la subestructura perimetral alojó las bombas, la contención y dominio del brocal, así como el paso de ducto de la tubería principal de conducción hacia el acueducto del Sistema de Provisión de Agua.

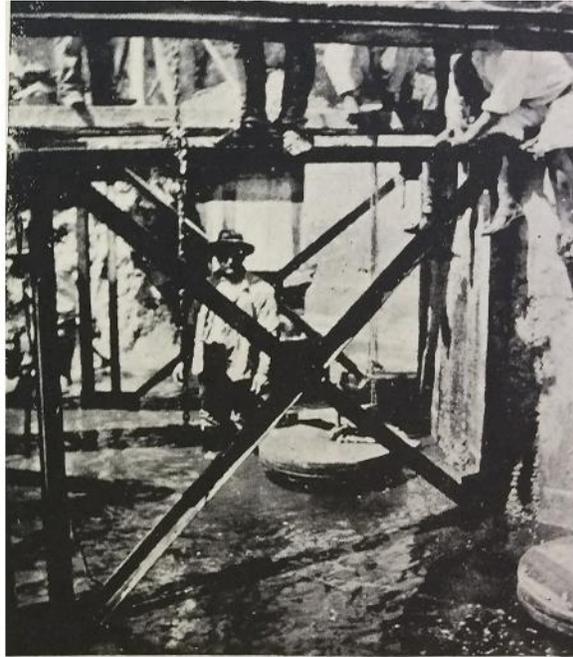


Fig. 14 y Fig. 15. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. *Armaduras metálicas para reforzar los aleros del Pozo*. El uso del concreto armado estructuró el brocal contenedor del manantial brotante de Nativitas.³²



Fig. 16 y Fig. 17. Marroquín y Rivera, Manuel. *Ubicación y desplante de brocal. Vista del pozo ya concluido*. 1914. El ambiente acuático dominante permitió desarrollar procesos constructivos derivados y el uso de maquinaria auxiliar como las grúas guía.³³

³² Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 59; 61.



Fig. 18. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. *El pozo de captación de Nativitas en construcción*. El brocal octagonal permitió delimitar el dominio higiénico del manantial brotante.³⁴



Fig. 19. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. *Vista del pozo ya concluido*. La geometría octagonal del brocal se extendió en la cimentación perimetral de la estación de bombeo.³⁵

³³ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 59.

³⁴ *Ibidem*, 61.

³⁵ *Ibidem*.

Posteriormente el techo, el entrepiso y la tapa inferior del cajón de cimentación fueron los elementos horizontales del inmueble. La cubierta interesectó dos volumetrías: el corredor longitudinal desplegó 29.40 metros de longitud con una anchura de 11.85 metros; mientras que el corredor transversal desarrolló una longitud de 22.30 metros por 13 metros de ancho.

Una vez que la organización de vigas paralelas a las cumbreras compuso ambas cubiertas a dos aguas cada una,³⁶ esta estructura transmitió las cargas del techo a los marcos y muros de la estructura principal de hierro revestido con concreto.³⁷ Puesto que el revestimiento exterior se conformó de tejas prefabricadas de cemento, también se dispuso de botaguas como tapas de las cumbreras. Estas remataron las uniones principales con pinjantes decorativos de cemento aparente, en tanto que los aleros extendieron una cornisa perimetral simplificada que sirvió como canalón recolector pluvial.

Por su parte, el entrepiso consolidó una losa de metal desplegado y concreto, su base dispuso vigas I transversales bajo la losa tapa del sótano (las tres galerías y brocal).³⁸ Esta organización reticuló la losa tapa (ver fig. 20) y guió a las traves y contratraves de la cimentación secundaria. Finalmente la losa del cajón de cimentación cerrado constituyó la base de la maquinaria y delimitó la frontera del manantial.

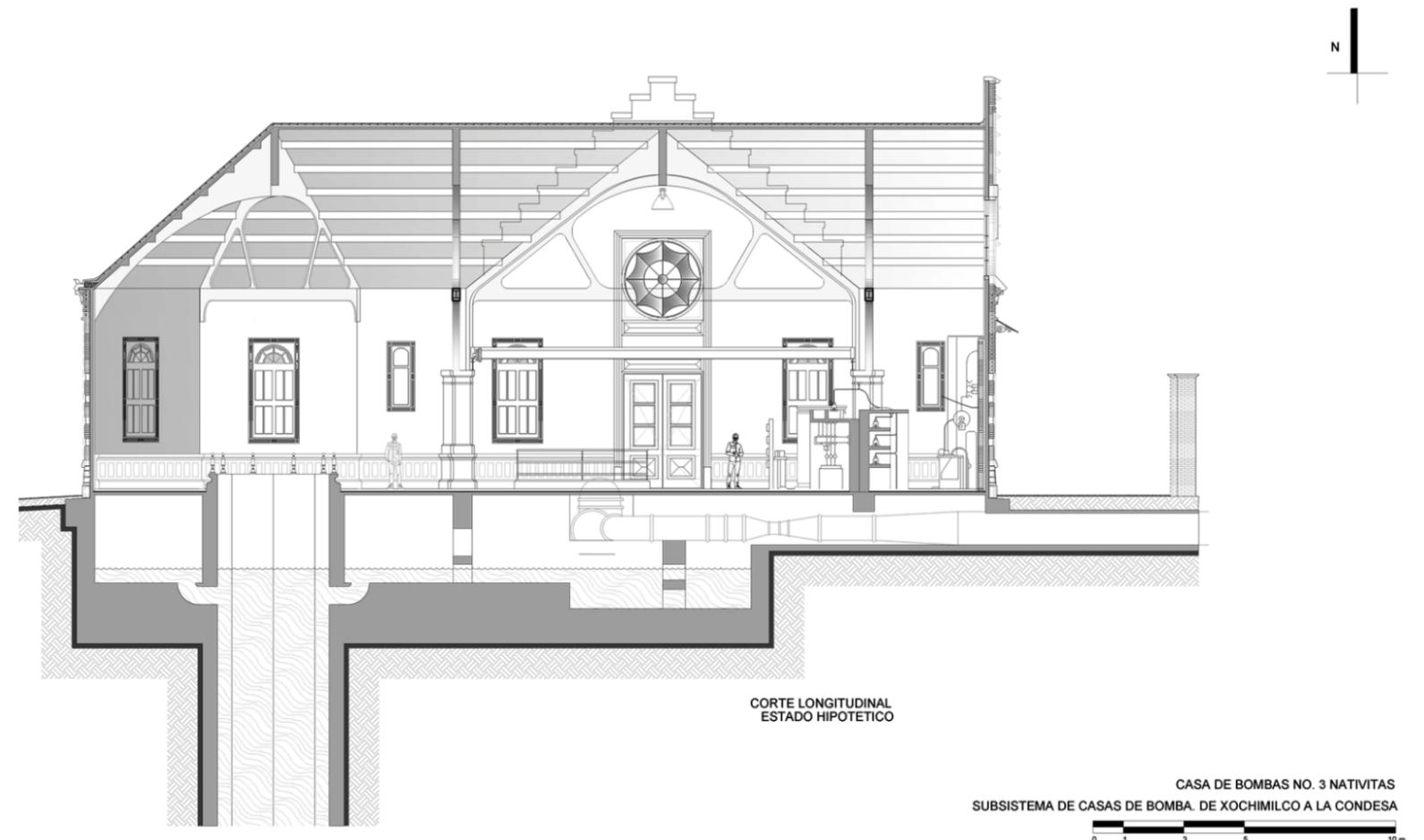


Fig. 20. Euroza, Rocio. *Corte longitudinal de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas*. Febrero de 2021. El funcionamiento partió del alojamiento de la maquinaria de estación de bombeo y de los registros de acceso hacia el brocal.

³⁶ Un aspecto interesante fue que esta organización rememoró las techumbres tradicionales de madera, sin embargo, se diferenciaron las capacidades de los materiales que no trabajaron de la misma manera.

³⁷ Estas fueron viguetas de hierro tipo I, de 12.5 centímetros aprox. de peralte, espaciadas a distancia de 1.28 metros aprox. de centro a centro.

Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914), 64-66.

³⁸ Adicionalmente se halló que estos elementos fueron superpuestos, no se hallaron ligas o uniones estructuralmente más elaboradas.



Fig. 21. Euroza, Rocio. *Vista interior norte de la Casa de Bombas no 3 Nativitas, modelado 3d.* Febrero de 2020. Las armaduras tipo Ardant conformaron los marcos rígidos de acero revestido en concreto.



Fig. 22. Euroza, Rocio. *Vista interior sur de la Casa de Bombas no 3 Nativitas, modelado 3d.* Febrero de 2020. Se observaron las armaduras que conformaron los marcos rígidos de acero revestido en concreto.

Destacaron dos elementos verticales de hierro revestido con concreto: los marcos compuestos monolíticos (primarios y secundarios) formados por armaduras (primarias, secundarias y terciarias), así como el muro compuesto potencialmente estructural (ver fig. 21 y 22).

Así, se desarrollaron cuatro marcos primarios (constituidos por sus respectivas armaduras primarias) cuyo encuentro generó un cuadrante rigidizado diagonalmente por dos armaduras secundarias. A partir de esta intersección se definieron los dos volúmenes monumentales. Posteriormente el marco compuesto secundario unió las armaduras terciarias de cada una de las aristas del octágono que extendió la forma del brocal.

Con respecto a la geometría de las armaduras, las cuatro principales fueron tipo *Polonceau* sencilla (ver fig. 23);³⁹ las dos secundarias de refuerzo diagonal fueron tipo *Ardant*;⁴⁰ las terciarias fueron similares a las secundarias y se ahogaron dentro de los muros perimetrales. En vista de que la composición del muro de revestimiento organizó constructivamente los elementos arquitectónicos de la fachada de estilo, también requirió de una sección de concreto que uniera los materiales de acabado exteriores con los elementos decorativos de revestimiento interior. Debido a los grosores encontrados se ha considerado esta sección como potencialmente estructural.⁴¹

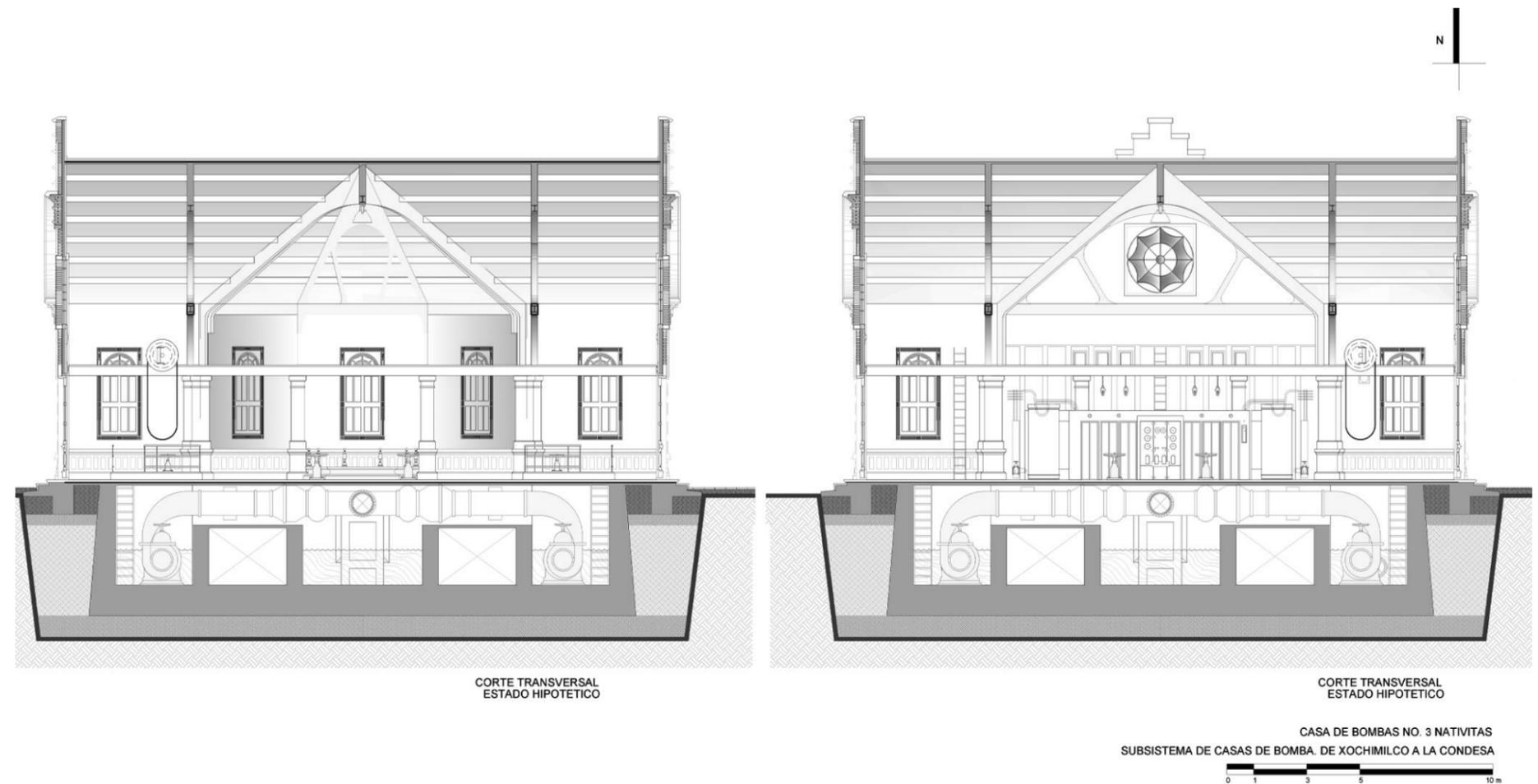


Fig. 23. Euroza, Rocío. *Cortes transversales hipotéticos norte y sur de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas*. Febrero de 2021. Se observó el funcionamiento a partir de la maquinaria de estación de bombeo y de los registros de acceso hacia el brocal.

³⁹ La armadura francesa Polonceau se conoció en los Estados Unidos como armadura Fink. Sin embargo, la estructura ya se usaba antes de que Fink se graduara de El Politécnico de Darmstadt en 1848. Posteriormente la armadura Fink se usó como una armadura de puente y fue patentada en 1854. Fue considerada como armadura para cubiertas. Su uso caducó rápidamente, los ejemplos existentes se demolieron cuando las cargas ferroviarias requirieron mayor soporte estructural. de Bouw, M., y I Wouters. «Polonceau versus Ardant: efficiency versus aesthetics? .» *Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII. WIT Transactions on The Built Environment, Vol 118*, 2011: 319-331.

⁴⁰ El ingeniero militar francés Paul-Joseph Ardant, profesor de la *École d'Application de l'Artillerie et du Génie* en Metz - publicó su trabajo *Études théoriques et expérimentales sur l'établissement des charpentes à grande portée* en 1840. Esta publicación proporcionó los resultados de sus experimentos sobre catorce tipos de armadura de techo curvada. Concluyó que el arco fue la forma de armadura más flexible, puesto que todos los arcos ejercían empuje horizontal en las paredes. Su excepción fue el arco semicircular. Para rigidizar esta forma, se recomendó el arco enjuto tangente y enmarcado a las vigas principales de un marco a dos aguas. La consolidación monolítica integró los marcos del acero revestido en concreto.

de Bouw, M., y I Wouters. «Polonceau versus Ardant: efficiency versus aesthetics? .» *Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII. WIT Transactions on The Built Environment, Vol 118*, 2011: 319-331.

⁴¹ Aunque rigidizó con un retícula, su calibre y las dimensiones de esta red fueron endeble para considerarse estructurales.

Por su parte, la composición espacial de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas se encontró en estricta concordancia con la fachada. Este resultado desplegó tanto la escala monumental exterior como el espacio libre interior, favorecidos por el desarrollo tecnológico del concreto.

De forma complementaria, los espacios resultantes resolvieron los principios higienistas de ventilación, soleamiento, altura y áreas verdes.⁴² En ese orden de ideas los primeros tres conceptos permitieron la entrada de luz y aire con las ventanas verticales de doble apertura, las puertas de doble apertura, así como con la altura monumental favorecida con los muros piñones. La orientación se definió con las fachadas longitudinales oriente y poniente, que sumada la portada angosta sur prolongaron iluminación natural todo el día. Esta entrada de radiación solar y ventilación benefició al espacio laboral y a la ventilación de la maquinaria.

Los patrones repetitivos y modulares desarrollaron tanto los elementos estructurales como los estilísticos en las portadas interiores y exteriores (ver fig. 24). Los ornamentos partieron del basamento (zoclo - piezas regulares de piedra brasa, talud - piedras irregulares brasa y repisón - cantera), el macizo (hiladas alternadas de ladrillo con block de cemento), el cornisamento perimetral de ladrillo (arquitraze, friso - piezas azulejo- y cornisa), a su vez se sumaron diversas molduras simplificadas como ménsulas, botaguas, cerámicos, derrames, coronamientos y tejas.

Estos elementos permitieron al proyectista jugar con los planos, maximizar los variados colores y texturas tanto de los materiales como de los productos constructivos. El conjunto ofreció armonía, aseguró una lectura a juego con la luz mediante cambio de paños y representó a la estética imperante.

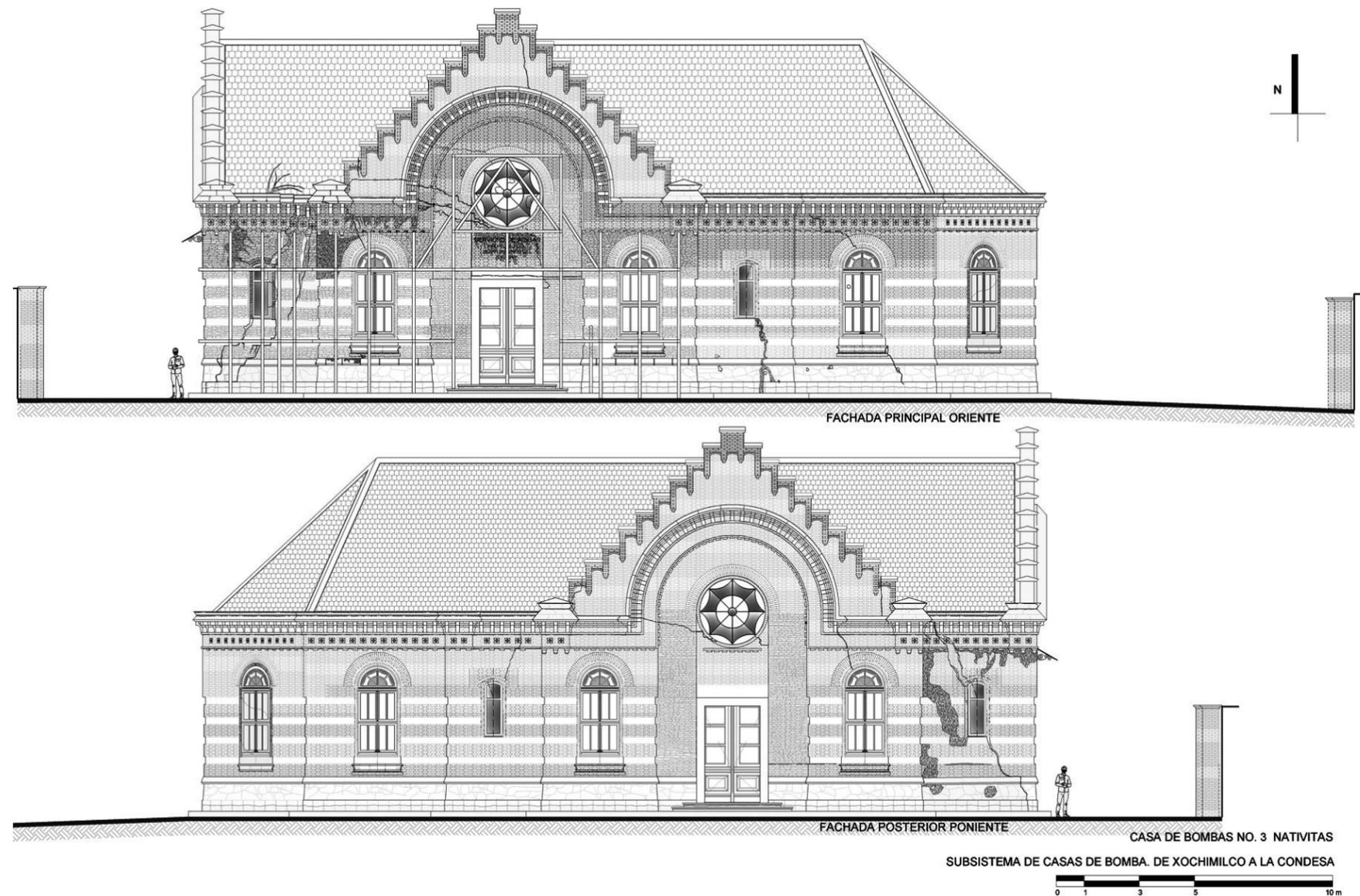


Fig. 24. Euroza, Rocio. *Fachada principal oriente y fachada principal poniente de la Casa de Bombas no 3 Nativitas*. Febrero de 2021. Dentro de las fachadas principales se observó la interpretación del estilo neorrománico y neogótico.

⁴² Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México* (México: Trillas, 2013), 253.

El eclecticismo de la gran *Arquitectura* permitió distinguir dos elementos, el muro bajo de recolección pluvial y el muro frontón (ver fig. 25). En las fachadas ubicadas al sur, oriente y poniente, se diseñó este frontón ornamental escalonado, que como arquitectura ecléctica academicista rememoró al muro hastial medieval con su respectiva interpretación de banda lombarda escalonada ascendente.⁴³

Además, esta pared dio forma a las techumbres inclinadas tanto por sus proporciones como por su altura y recibió el marco más simple que sostuvo las vigas menores paralelas a la cumbrera. Históricamente sirvió para resistir los vientos, las lluvias y completaba rigidez con el grosor del muro de chimeneas,⁴⁴ sin embargo el inmueble usó la monumentalidad, pero no aprovechó los elementos que consolidaban dicha rigidez.

Como muro piñón, la secuencia de diecisiete arcadas ciegas de poca proyección (o lesenas) repetidas a intervalos regulares conformaron un coronamiento escalonado. Por su parte, el muro bajo de recolección pluvial recibió la doble pendiente inclinada y soportó la carga de la techumbre. Igualmente, el diseño de las molduras simplificadas permitió aprovechar la eficiencia constructiva.

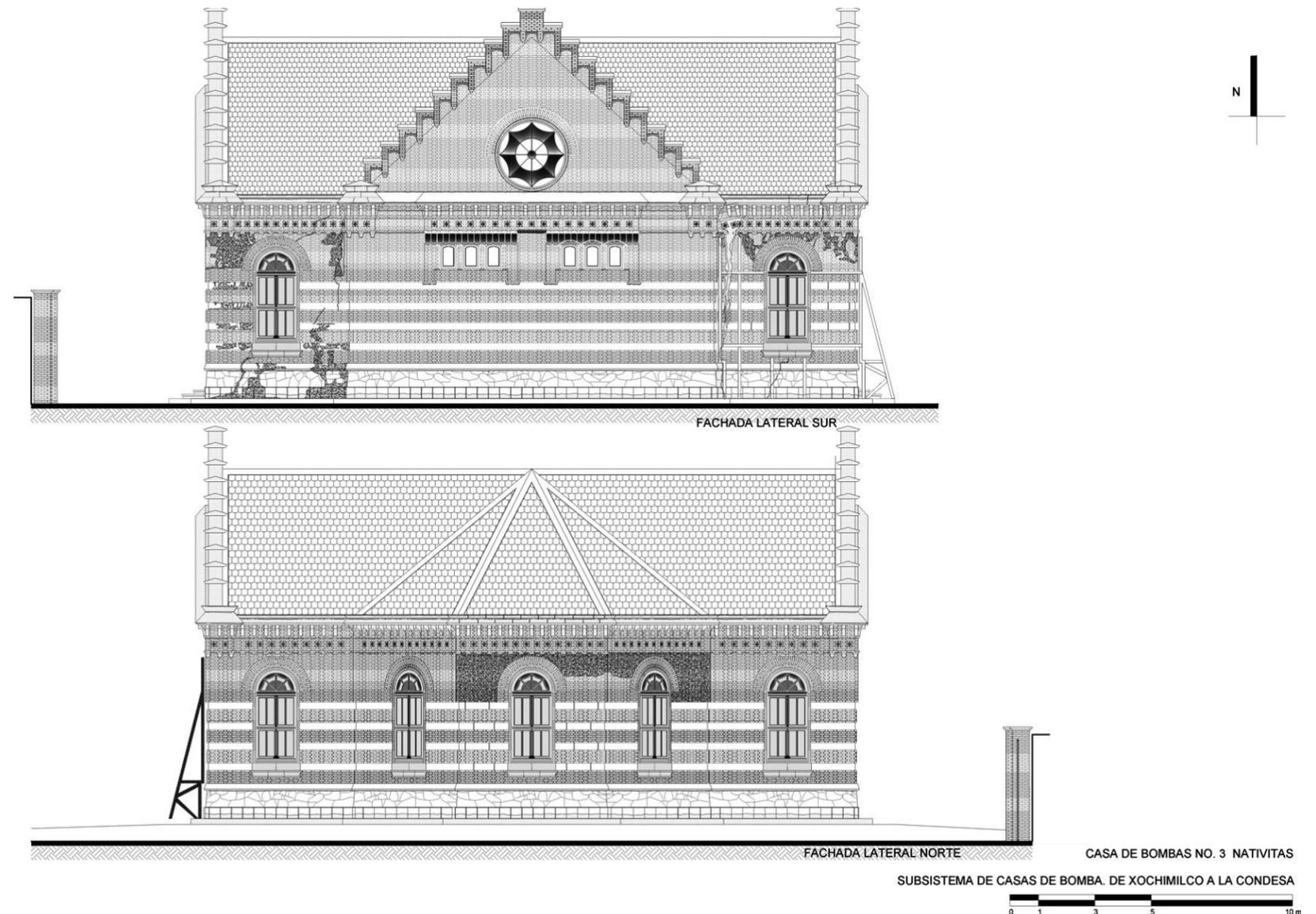


Fig. 25. Euroza, Rocio. Fachada principal oriente y fachada principal poniente de la *Casa de Bombas no 3 Nativitas*. Febrero de 2021. Los muros piñones y los muros de goteo delimitaron la volumetría monumental dominante.

⁴³ Las bandas lombardas rigidizaban la pared debido a su ligereza y simplicidad, surgieron en el arte románico. Un elemento similar es la lesena, un conjunto de arcadas dentro de un muro ciego que no tiene base ni capitel. Ambos elementos arquitectónicos no solo son ornamentación, sirvieron para engrosar los bordes del edificio y fortalecer la estructura.

Viollet-le-Duc, Eugène-Emmanue. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle Tomo VIII* (Francia: A. Morel, 1875).

⁴⁴ Los constructores reforzaron estos grandes muros por combinación o alternancia de pilastras y vanos ciegos, así como de los cambios de paños correspondientes (el inicio y final parten de paramentos exteriores); fueron usados en el románico meridional, en la arquitectura gótica y posteriormente como reminiscencias del eclecticismo histórico.

Viollet-le-Duc, Eugène-Emmanue. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle Tomo VIII* (Francia: A. Morel, 1875).

El acabado de la carpintería de las ventanas se trabajó en madera tipo caoba. Se diseñaron molduras y enmarcamientos rectangulares con chambranas estriadas perimetrales a los vanos. Se distinguieron cuatro ventanas distribuidas a lo largo de las fachadas, su diseño jerarquizó tanto la ubicación como el funcionamiento: principal, secundaria, de escotilla y óculo (ver fig.26). Su importancia justificó el uso del arco de medio punto si fueron las principales o rebajado si fueron secundarias. Este ejemplo de patrones repetitivos y modulares incluyeron apliques y molduras estilizadas, así como el uso de sus respectivos accesorios de seguridad.

Por su parte, la carpintería de las puertas se decoró con incrustaciones y moldurajes sencillos al exterior y al interior fueron más elaborados. Se presentó un solo tipo de puerta, la principal, replicada dos veces, en el acceso principal y en el acceso posterior (ver fig.27) La comunicación fue franca, caracterizó la funcionalidad del espacio y el dominio visual, además sus dimensiones consintieron la entrada y salida de maquinaria voluminosa y especializada de forma holgada.

La descripción de estos elementos permitió clasificar los materiales dentro de los componentes decorativos, arquitectónicos y estructurales del inmueble histórico. Esta indagación supuso que los procesos constructivos implicados, al reformar los procesos tradicionales también involucraron modernidad. Su trascendencia técnica y tecnológica aporta a la valoración patrimonial.

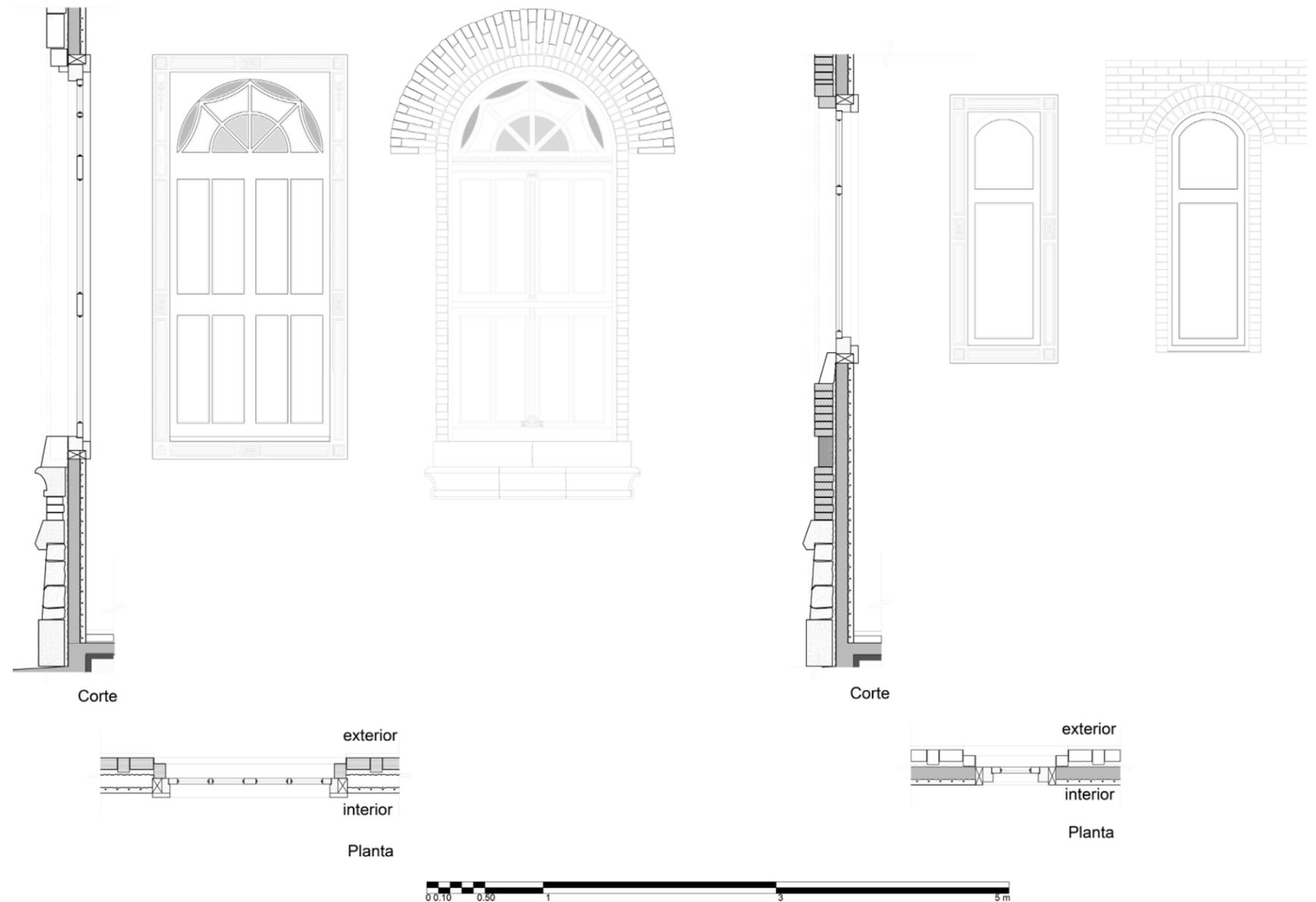


Fig. 26. Euroza, Rocio. *Los dos tipos de ventana usados en las fachadas del inmueble histórico*. Febrero de 2020. La carpintería de las ventanas del edificio se trabajó en madera de caoba; sus decoraciones, incrustaciones y moldurajes fueron sencillos al exterior y al interior desarrollaron moldurajes más complejos, en parte para lograr la transición de escalas de los elementos arquitectónicos interiores.

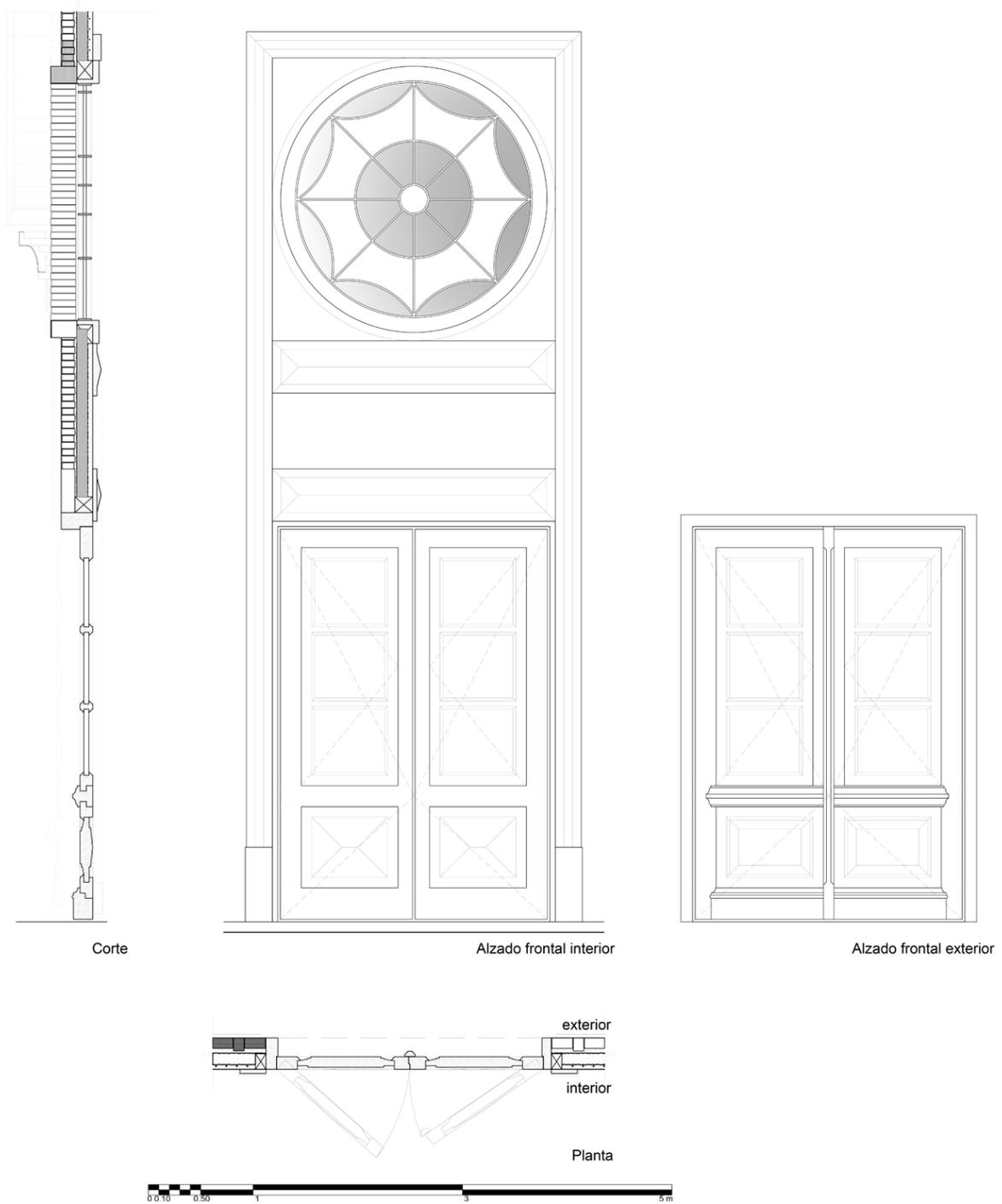


Fig. 27. Euroza, Rocio. *Puerta principal tipo del inmueble histórico*. Febrero de 2021. El diseño de la puerta principal tanto al interior como al exterior se encontró acompañada del vano terciario considerado como óculo, de forma que integró vanos y organizó un diseño integral.

3.2 Las transformaciones de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas

La Casa de Bombas no. 3 Nativitas protegió los intereses higienistas de potabilidad y extracción de agua en el aprovisionamiento de agua. Sin embargo, la correspondencia entre la capacidad de suministro y la creciente demanda urbana relacionó a la estación de bombeo con su vida útil. Así el inmueble se consideró como un espacio obsoleto cuando debido a su funcionamiento agotó los mantos acuíferos del manantial.⁴⁵

Las modificaciones comenzaron en 1920 cuando se presentaron problemas estructurales en diversas secciones del acueducto. Para 1930, pese a reparaciones constantes, el acueducto volvió a fallar y con esto perdió caudal. En 1933 el abastecimiento redujo sus funciones y en 1940 se anexó el subsistema de Xotepingo; de 1950 a 1953 dominó la explotación local;⁴⁶ hasta que en 1960 comenzó el agotamiento de agua y finalmente en 1975 la Casa de Bombas no. 3 Nativitas dejó de extraer agua⁴⁷ (ver fig. 28).

La transformación del emplazamiento de esta estación de bombeo se desarrolló a la par de la infraestructura hídrica, e incluyó el paisaje remanente de la vida lacustre⁴⁸ con el manantial, el bosque, el embarcadero y el pueblo originario, que compartieron el nombre de *Nativitas*. La permanencia de la memoria hídrica histórica se manifestó en el imaginario colectivo con inmuebles como el restaurante *los manantiales*, se añadieron elementos del antiguo aprovisionamiento hídrico como el vertedor de descargas, las chimeneas de ventilación y el ducto, que obsoletos, se convirtieron en particularidades distintivas del paisaje cotidiano de Xochimilco.

⁴⁵ La obsolescencia contribuyó a la pérdida de valor de un inmueble debido a razones tecnológicas o funcionales, por razones externas como las económicas, políticas o sociales, por los distintos usos o bien por el deterioro físico. Consultado en agosto de 2021

<http://www.cabin.gob.mx/dga/temp1.html>. Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, Glosario de términos en valuación, 2007

⁴⁶ Terrones López, María Eugenia (coord.). *A la orilla del agua. Política, urbanización y medio ambiente. Historia de Xochimilco en el siglo XX*. (México: GDF.DX.IM, 2004), 140.

⁴⁷ Se integraron daños de sismos, el medio hídrico de manantial alterado y la resistencia de los sistemas constructivos de concreto armado como causalidades del progresivo deterioro.

⁴⁸ El manantial más cercano a Nativitas fue el de Zapaca, le sigue el de san Juan ambos al norte; posteriormente el de Quetzapala al poniente y sobre este manantial al norte se halló el de Xaltocan. Estos ojos de agua fueron considerados manantiales del sur del lago de Xochimilco.

Peñañiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México*. (México: Secretaría de Fomento, 1884), 73-76.

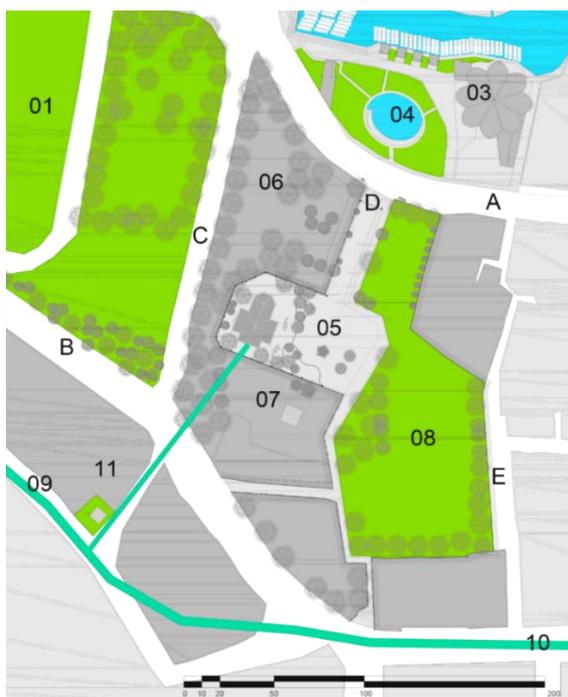


Fig. 28. Euroza, Rocio. *El emplazamiento inmediato del inmueble histórico*. Febrero de 2021. Las literales se consideran las avenidas: A Antigua carretera Xochimilco-Tulyehualco, B carretera nueva Xochimilco-Tulyehualco, C calle Zacapa, D cerrada de los patos y E san Juan Manantiales. 01 Bosque de Nativitas, 02 embarcadero nuevo Nativitas Zacapa, 03 restaurante los Manantiales, 04 parque Ojo de Agua Zacapa, 05 casa de Bombas no. 3 Nativitas, 06 instalaciones de SACMEX, 07 oficinas SACMEX, 08 área de recuperación pluvia SACMEX, 09 acueducto dirección la Noria, 10 acueducto dirección santa Cruz, 11 vertedero de descargas.

A finales del siglo XIX el caudaloso ojo de agua Nativitas ubicado a la falda de la montaña, se alimentó por las filtraciones y escurrimientos pluviales,⁴⁹ se conformó por dos vertientes Nativitas y Zacapa (ambos conocidos como manatial san Juan) separadas por pantanos.⁵⁰ Desde 1905 esta pequeña región lacustre y los terrenos colindantes como el bosque fueron propiedad del DRH,⁵¹ además se consideraron de utilidad pública asociada a la Casa de Bombas de Nativitas y se relacionaron con las obras de aprovisionamiento de agua para la Ciudad de México. Entre 1908 y 1913 sobresalió el plan de reforestación propuesto por Miguel Ángel de Quevedo,⁵² quien propuso un cinturón perimetral forestal a

⁴⁹ Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. (México: Müller Hnos. Indianilla, 1914).

⁵⁰ A esta vertiente se sumaron los manantiales de Quetzalapa y Caltongo, conformaron una parte del sur del lago de Xochimilco

Peñañiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México*. (México: Secretaria de Fomento, 1884), 73-76.

⁵¹ Departamento de Recursos Hidráulicos

⁵² Este gran plan, pretendió la transformación de los espacios públicos perimetrales a la ciudad, que, apoyados con el pensamiento higienista, privilegiaron las áreas verdes promotoras de la recreación, la socialización y embellecieron el paisaje.

la Ciudad de México incluyó las estaciones de Nativitas y san Luis.⁵³ Desde esta perspectiva, esta área verde se pudo interpretar como una zona de amortiguamiento forestal y de recuperación natural del sistema de aprovisionamiento de agua. Como estación forestal extendió 26 hectáreas de fresnos, sabinos y eucaliptos, que reforzaron el hábitat acuático, la flora y fauna nativa.

Fue hasta 1957, cuando escaseó el agua en los canales colindantes y se buscó aprovisionamiento del manantial de Quetzalapa⁵⁴ en el centro del bosque, pero la demanda urbana requirió la búsqueda de pozos profundos. Para 1972 se construyó un pequeño zoológico que brindó servicio distintivo a los trabajadores de la SARH, más tarde se migraron los animales y el área paulatinamente se abandonó. En 1983 esta área verde se rehabilitó, se separó de la Federación y en 1984 se convirtió en dominio público de la Ciudad de México.⁵⁵

En 2000 con la *Ley Ambiental del Distrito Federal*, mediante las *Áreas de Valor Ambiental* se implementó el PMAVABN,⁵⁶ su diagnóstico integró el medio urbano, el medio físico ambiental, biológico, cultural, social, recreativo y económico. En 2010, con el decreto de *Área de Valor Ambiental* se clasificó como *Bosque Urbano* (ver fig. 29 y 30) cuya trascendencia involucró los servicios ambientales biológicos y físicos aportados a la Ciudad de México.⁵⁷

⁵³ La Junta Central de Bosques y Arbolados fue la primera institución creada por Miguel Ángel de Quevedo. En 1904, se integró a la Secretaría de Fomento, Industria y Colonización. Uno de los primeros logros fue el Vivero Central o Vivero Forestal de Coyoacán. Con el apoyo del gobierno francés, Quevedo recibió asesoría de especialistas en forestación, así en 1908 fundó la Escuela Forestal de Guardas de Santa Fe y la contigua al Vivero Forestal de Coyoacán.

Aguilar Zinser, Luz Emilia. «Instituciones fundadas por Miguel Ángel de Quevedo.» *La Jornada Ecológica*, octubre noviembre de Número Especial. No. 208: 13-16. Consultado en febrero de 2021.

<https://www.jornada.com.mx/2016/10/03/ecologica.pdf>

⁵⁴ Según Peñafiel, el ojo de agua se encontraba revestido de grandes piedras tapizadas de vegetales de la alberca grande de Chapultepec, su agua se juzgaba potable, pero que se mezclaba prontamente con los pantanos del sur de Xochimilco. Peñafiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México*. (México: Secretaria de Fomento, 1884), 73-76.

⁵⁵ Gaceta Oficial de la Ciudad de México 2014. Décima Séptima Época 12 de agosto de 2014. No. 1920 Consultado en febrero de 2021. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo98018.pdf>

⁵⁶ Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental Bosque de Nativitas.

⁵⁷ En esta área se encuentra el SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.), dependiente de SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.), que previene la introducción de plagas y enfermedades afectantes al sector agroalimentario.

Gaceta Oficial de la Ciudad de México 2014. Décima Séptima Época 12 de agosto de 2014. No. 1920 Consultado en febrero de 2021. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo98018.pdf>.



Fig. 29. Euroza, Rocio. *Elementos decorativos dentro del Bosque de Nativitas*. Agosto de 2021. Es un bosque con regular mantenimiento, sus instalaciones son buenas y suficientes.



Fig. 30. Euroza, Rocio. *Parque Ojo de Agua Zacapa*. Agosto de 2021. En la actualidad se encuentra delimitada por cerca de malla ciclónica, sumada la delimitación original de muretes, no tiene acceso desde el exterior y se encuentra en regular estado. No posee mobiliario urbano de apoyo, iluminación nocturna.

La extensión actual del bosque de Nativitas es de 192,877.52 metros cuadrados,⁵⁸ su área verde ha conformado un conjunto de valor ecológico trascendente.⁵⁹ La calidad paisajística actual se constituye por plantas tapizantes de bajo mantenimiento, cubierta vegetal alta y eventuales arbustivas.⁶⁰ Sin embargo, una problemática ecológica hallada fue la productividad baja de sus suelos con la intensidad de uso y los niveles de compactación, la explotación comercial de la cubierta vegetal extensiva y árboles secos. Además, el bosque presenta una administración escueta en su organización, mantenimiento y buen uso, presenta irregularidades de vigilancia, horarios de acceso, riego o alumbrado público. Presenta vandalismo, excremento de caballos, la entrada indiscriminada de autos y la desorganización comercial entre vendedores de puestos semifijos y ambulantes.

Otro punto de interés para los visitantes es la *Exposición Permanente de Floricultores y Viveristas de Xochimilco Madreselva*. Desde 1994 se encuentran organizados mediante la *Unión Regional de Floricultores y Viveristas de Xochimilco D.F Madreselva A.C*, comisionada como intermediario entre los comerciantes y las autoridades. El lugar fue donado por el entonces DDF⁶¹ y la SARH.⁶² Se considera uno de los mercados de plantas especializado en el mantenimiento de flora y vegetación,⁶³ se organiza según especialidades y orígenes, cuenta aproximadamente con 722 puestos comerciales.

La problemática encontrada fue el mantenimiento y regularización de los servicios públicos (recolección de basura, infraestructura hidrosanitaria, seguridad pública, luminarias y mobiliario urbano), la delimitación de los lotes comerciales, la regulación y establecimiento del comercio ambulante, la señalética general, la irregularidad de las vías peatonales y vehiculares, la seguridad austera de los compradores y recreacionistas.

⁵⁸ Gaceta Oficial de la Ciudad de México 2014. Décima Séptima Época 12 de agosto de 2014. No. 1920 Consultado en febrero de 2021. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo98018.pdf>.

⁵⁹ Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, 2018.

⁶⁰ Predomina el fresno, eucalipto, cedro blanco, así mismo otras especies como son casuarina, jacaranda, acacia, tepozán, ahuehuete, negundo, grevillea; árboles frutales como durazno, ciruelo, mora y capulín.

Gaceta Oficial de la Ciudad de México 2014. Décima Séptima Época 12 de agosto de 2014. No. 1920 Consultado en febrero de 2021. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo98018.pdf>

⁶¹ Departamento del Distrito Federal.

⁶² Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

⁶³ Se venden plantas, semillas, macetas, artesanías, fertilizantes, decorativos, abono y herramientas para el mantenimiento en general de jardines y áreas verdes.

De forma complementaria, el inmueble histórico se encontró inmediato al pueblo originario de tierras bajas⁶⁴ contiguo a la zona chinampera, al sureste del centro de Xochimilco.⁶⁵ El nombre viene de la fe del nacimiento de Jesús, *Santa María Nativitas Zacapa* (Fig. 31).⁶⁶ Su identidad cultural originaria se halló con las festividades políticas, culturales y religiosas, culinarias y artesanales, así que dominó el patrimonio cultural inmaterial sobre el arquitectónico.

Por su parte, el crecimiento poblacional se asemejó al resto de la Alcaldía de Xochimilco, en conjunto a la Ciudad de México crecieron desde la segunda mitad del siglo XX. Las actividades económicas se relacionaron con su geografía e hidrografía, sobresalieron la pesca, la agricultura, la ganadería y el comercio. Sin embargo, con el crecimiento urbano actual, se han desarrollado otros oficios y ocupaciones contemporáneas.



Fig. 31. Euroza, Rocio. *Ubicación del pueblo originario Nativitas de la alcaldía de Xochimilco*. Febrero de 2021. Este análisis tipológico urbano radicó en la búsqueda de las tipologías formales de centro de barrio, pretendiendo encontrar arquitectura vernácula y/o tradicionales, sin embargo, estas no se hallaron.

⁶⁴ Terrones López, María Eugenia (coord.). *A la orilla del agua. Política, urbanización y medio ambiente. Historia de Xochimilco en el siglo XX* (México: GDF.DX. IIDJMLM, 2004), 158.

⁶⁵ Sus límites son al norte con Caltongo; al sur con san Lorenzo Atemoaya; al este con santa Cecilia; y al oeste con Xaltocan.

⁶⁶ La especificidad cultural de pueblo originario de reconoció la fundación del primer señor Xochimilca, Acatonali, quien aportó la invención de las chinampas. Turismo, Dirección de. *Guía Turística Xochimilco*. (México: DT, 2009).

El centro histórico desarrolló una traza fundacional reticular ortogonal, su imagen urbana consistió en edificaciones destinadas a vivienda unifamiliar y comercio⁶⁷ que no rebasaron los dos niveles en suelo urbano de centro de barrio.⁶⁸ Por otra parte las calles se hallaron pavimentadas, así que en la actualidad la ruralidad ha disminuido.

Se destacó la densidad poblacional y de ocupación espacial que ha requerido regularización catastral y actualización de servicios públicos como dotación hídrica, drenaje y energía eléctrica. La población se identificó de medio y bajo ingreso, cuyos patrones de ocupación reflejaron tipologías formales y estilísticas cambiantes. Asimismo, se observó la diversidad de materiales y acabados constructivos, en cuyos procesos constructivos sobresalió la autoconstrucción.⁶⁹ Estas peculiaridades describieron el estado físico de las edificaciones, que se distanciaron de la arquitectura vernácula tradicional (ver fig. 32).

De esta manera, el conjunto urbano de pueblo originario ha diferido del emplazamiento de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Esta divergencia en el valor patrimonial y simbólico no coincide con la percepción cotidiana de la población, por una parte, muestra originalidad, pero al mismo tiempo disminuye la apropiación cultural del inmueble histórico en cuestión.⁷⁰



Fig. 32. Euroza, Rocio. *Tipología entre el centro de barrio Nativitas Xochimilco*. Agosto de 2021. Las literales corresponden a las calles delimitantes del centro histórico A y B corresponden a la calle 10 de mayo; C y D calle Emiliano Zapata; E pertenece a la calle Vicente Guerrero.

⁶⁷ Esta regularidad geométrica y dimensional corresponde a la traza urbana virreinal. Se asemeja a la orientación de los islotes chinamperos de época prehispánica de dirección angular de 15° del norte hacia el este.

González Pozo, Alberto (Coord). *Las Chinampas: Patrimonio Mundial de la Ciudad de México*. (México: UAM, 2016), 203.

⁶⁸ Según la tabla de usos del suelo urbano SEDUVI Xochimilco, Plan parcial santa María Nativitas.

Consultado en noviembre de 2021 http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PPDU/PPDU_Planos_Divulgacion/PPDU_XO/PPDU_Plano_Divul_XC_SantaMa_Nativitas.pdf

⁶⁹ Así se denomina la construcción de viviendas por los mismos usuarios, con mano de obra no remunerada y de apoyo colectivo debido a la diversidad de las actividades de obra, en algunos casos, sólo se contratan actividades que requieran de cierto grado de especialización.

México. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. *Glosario de términos sobre asentamientos humanos*. (México: SAHyOP, 1978), 20-21.

⁷⁰ Mesías González Rosendo, Suárez Pareyón Alejandro y Delgadillo Polanco Víctor. Coordinadores. *Hábitat popular en los centros antiguos de Iberoamérica. Concurso de la Red XIV.B - CYTED*. Delgadillo Víctor. El futuro del hábitat popular en los centros históricos latinoamericanos. (México: 2006. CYTED), 25-42.

El reconocimiento ambiental de Xochimilco, sus canales y chinampas como símbolo de poblado originario del sur de la Ciudad de México, por una parte relacionó al ecosistema con el modo de producción agrícola sustentable, posteriormente se complementó con los canales como vías de transporte de mercancías mediante las trajineras navegantes, esta relación ha representado un remanente tangible del pasado lacustre.⁷¹

El paisaje natural recreativo del Canal de Nativitas, requirió de infraestructura acondicionada para el embarque y desembarque de personas y mercancías. Esto favoreció la construcción del primer muelle en 1922, convirtiéndose en el destino de paseos provenientes de otros lugares cercanos como san Cristóbal, Salitre y Caltongo.

Este espacio se reorganizó en 1958, sus modificaciones permitieron la apertura de un segundo canal de acceso a los costados del canal principal, se complementó con un mercado de artesanías y un estacionamiento. Para 1968, se fundó la *Unión del Embarcadero Nuevo Nativitas*. En 1973 este espacio turístico se amplió y remodeló, así que fue consecuente el nombramiento de *Embarcadero Nuevo Nativitas Zacapa*, que desde 1980 integró a los embarcaderos Zacapa y Salitre.

Durante 1986 se extendió el muelle actual, compartió un mercado de artesanías y de comida, un módulo de información, un estacionamiento y algunos restaurantes importantes como el llamado *las flores*,⁷² sumados los locales comerciales circundantes. Así el turismo se asoció con el consumo demandado por el usuario recreacionista y turista, los servicios se desarrollaron por residentes locales, que se organizaron por gremios locales predominantes.⁷³ La clasificación según SEDUVI fue suelo de conservación turístico con agricultura intensiva, relativo a la cercanía con las chinampas.⁷⁴

⁷¹ Inicialmente los embarcaderos servían para que los campesinos trasladaran sus cosechas de los canales a avenidas de la Ciudad México. Los canales de transición urbana se llamaban acequias.

⁷² Cuyo diseño y construcción estuvo a cargo de Félix Candela.

⁷³ Gaceta Oficial de la Ciudad De México.2018. 18 de septiembre de 2018. No. 55. Consultado en septiembre de 2019 http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACdel_Xochimilco.pdf

⁷⁴ Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. SEDUVI *Xochimilco, Plan parcial santa María Nativitas*. Consultado en noviembre de 2021

http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PPDU/PPDU_Planos_Divulgacion/PPDU_XO/PPDU_Plano_Divul_XC_SantaMa_Nativitas.pdf

A este emplazamiento se sumó el Restaurante *los Manantiales*, cuya valoración arquitectónica y técnico-constructiva permitió la relación armónica entre el inmueble y el contexto hídrico natural (ver fig. 33). El diseño se desarrolló por los proyectistas Joaquín y Fernando Álvarez Ordoñez, la construcción estuvo a cargo del contratista experimentado Félix Candela, a través de la empresa Cubiertas Ala.⁷⁵

La estructura consistió en una bóveda de arista formada por cuatro paraboloides hiperbólicos iguales, cuyas curvas frontales exteriores también formaron hipérbolas. El espacio organizó un salón con una capacidad para 1000 personas. A un costado se edificó un adjunto de servicios como la cocina, los sanitarios, el vestíbulo de acceso. El acceso también fungió como estacionamiento (ver fig. 33 y 34). Un bien patrimonial mueble que resaltó fue el mural en la parte baja cercana a las escaleras.⁷⁶

En la actualidad es un inmueble afectado por el sismo del 2017.⁷⁷ Entre sus daños sobresalió la modificación de la resistencia del terreno.⁷⁸ Las labores de difusión, conservación y restauración incluyeron al mismo autor del diseño Joaquín Álvarez Ordoñez,⁷⁹ así como la organización de Juan Ignacio del Cueto y Andrés López García, coordinadores del grupo multidisciplinario *Rescate Manantiales*.

⁷⁵ Este último se consideró teórico y difusor de la innovación constructiva basada en la reinterpretación sobre los usos tradicionales del concreto armado. Su concepción mediante formas orgánicas, expresionistas, sumado que sus estructuras laminares abarcaron mayores distancias con menos material, además fueron baratas, ligeras y resistentes. Posteriormente, junto a Juan Antonio Tonda, consolidó su propio sistema de diseño y cálculo.

⁷⁶ La importancia de la obra radica en que este conjunto de bienes muebles también constituye parte de la memoria histórica del edificio.

⁷⁷ El grupo *Rescate Manantiales* participó en la convocatoria del *Programa Nacional de Reconstrucción 2019* para materializar el proyecto de rehabilitación y restauración del inmueble.

⁷⁸ Este se debió a la cercanía de los canales hídricos al norte, así como con la falta de consolidación de los muros de contención perimetrales, debido a la drástica baja de nivel del agua de los canales (al norte), al entubamiento y relleno (canal lateral oriente) de algunos canales, que sumados favorecieron la extensión de los daños del sismo de 2017.

⁷⁹ Premio Nacional de Arquitectura 2019.



Fig. 33. Euroza, Rocio. *Embarcadero Nativitas Zacapa*. Agosto de 2021. En la actualidad se encuentra en proceso de reestructuración debido a los daños del sismo 2017.



Fig. 34. Euroza, Rocio *El restaurante Los Manantiales*. Agosto de 2021. En la actualidad se encuentra cerrado, y en proceso de reestructuración para su posterior restauración y rehabilitación.

Posteriormente en el emplazamiento actual se incluyó el vertedor de descargas (ver fig. 35 y 36). Para este inmueble se indagaron tres registros: el primero comenzó en la última década del siglo XX, con la organización de un colectivo local *Calmecac Altépetl Zacapan*, que recuperó el inmueble histórico abandonado y comenzaron con actividades culturales incluyentes de los residentes locales. Se denominaron la *Escuela de Iniciación a las Artes Pre cuauhtémicas*. Según el informe PAPO 2004,⁸⁰ se planteó la formalización del *Museo Regional Comunitario de Zacapan, Xochimilco*.⁸¹ Según el reporte PAPO 2006,⁸² se propuso la *Casa de la Cultura Calmecac Altépetl Zacapan* y su respectivo *Museo Regional Comunitario*. Finalmente, en la actualidad opera como *Centro de Formación Profesional Calmecac Altépetl Zacapan*, como una *Escuela de Iniciación a las Artes Precuauhtémicas*, que incluyó la capacitación de oficios ancestrales como el telar, la enseñanza de lenguas nativas como el náhuatl y de actividades como los cultivos a pequeña escala.

El estado del inmueble es regular, los acabados de las fachadas exteriores presentan transgresiones como pintas urbanas y carece de elementos fijos como ventanas con sus respectivos accesorios de seguridad. Su delimitación perimetral se conforma por una estructura tubular y malla ciclónica como muros semifijos y susceptibles de transgresión. Se encuentra inmediata a asentamientos urbanos irregulares de autoconstrucción.



Fig. 35. Euroza, Rocio. Estado actual de la Fachada Ppal. Poniente y Fachada Posterior Sur del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Octubre de 2021. Estas fachadas corresponden al interior del predio.

Fig. 36. Euroza, Rocio. Estado actual de la Fachada Exterior Oriente del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Octubre de 2021. Estas corresponden a la fachada principal de acceso al inmueble.

⁸⁰ Programa de Apoyo a Pueblos Originarios. Secretaría de Desarrollo Social
http://www.sideso.cdmx.gob.mx/documentos/padrones/equidad/papo_2003_2006.pdf
http://www.sideso.cdmx.gob.mx/documentos/padrones/desarrollo_social/pueblos_originarios/apoyo4.pdf Ibidem.

⁸¹ Ibidem.

⁸² Ibidem.



Fig. 37. Euroza, Rocio. *Estado actual del predio del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas.* Octubre de 2021. Se observa el jardín que incluye elementos como patio, escalera, sección del vertedero en demasías y área ajardinada.



Fig. 38. Euroza, Rocio. *Estado actual del Interior del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas.* Octubre de 2021. Se observa el ducto ovoidal de recolección general y el control de seguridad que representó.



Fig. 39. Euroza, Rocio. *Estado actual de la tubería de conexión entre el inmueble vertedor de descargas con la Casa de Bombas no. 3 Nativitas*. Octubre de 2021. Se observa el ducto ovooidal de recolección general y el control de seguridad que representó.

El exterior integra dos zonificaciones, el área ajardinada escalonada de dos terrazas, un anexo irregular con pendiente, así como el canal de descargas (ver fig. 37). El interior es el salón de capacitación en planta baja y la planta sótano se conserva sin uso. Se observan los restos de tuberías hacia el ducto principal y hacia la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Además, sobresale el uso del precursor hierro revestido en concreto (ver fig. 38 y 39).

De forma complementaria, se consideraron dos chimeneas cercanas a la estación de bombeo, la chimenea oriente situada en avenida Francisco I. Madero (ver fig. 40) y la chimenea poniente emplazada en avenida camino antiguo a san Lucas (ver fig. 41). En su respectiva sección de ducto se presentan irregularidades en el recubrimiento del terreno, mampostería superpuesta sin aglutinante, follaje irregular y con vegetación de fronda baja, así como cruces improvisados de calles.

Sobresale la chimenea oriente que se encuentra inmediata a asentamientos urbanos irregulares de autoconstrucción, que significó una amplia variedad de tipologías, morfologías, materiales y sistemas constructivos, además dominó un alto nivel de densidad poblacional.



Fig. 40. Euroza, Rocio. *La chimenea de ventilación oriente cercana a la Casa de Bombas no. 3 Nativitas*. Agosto de 2021. Esta se encuentra en la avenida Francisco I. Madero.



Fig. 41. Euroza, Rocio. *La chimenea de ventilación poniente cercana a la Casa de Bombas no. 3 Nativitas*. Agosto de 2021. Esta se encuentra en la avenida camino antiguo a san Lucas.

3.3 La valoración patrimonial de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas

Se ha reconocido que lo sublime, lo pintoresco y lo adverso, partieron de principios filosóficos europeos del siglo XVIII,⁸³ estos se han reformulado a lo largo del tiempo y adquieren vigencia cuando aportan una postura en la intervención patrimonial. Se adquiere sentido cuando la arquitectura al integrar belleza y técnica se relaciona con el uso, convirtiéndose en ruina con su ausencia. La decadencia insinúa la caducidad del inmueble, su valoración lleva una carga estética que evoca emociones, adquiere el valor de vestigio y se resignifica con la memoria.⁸⁴ La relación entre ruina y arquitectura se ha fortalecido teóricamente a partir del siglo XIX, debido a que los inmuebles llegan a ser significativos culturales, que apoyados con la conservación patrimonial refuerzan su existencia, su trascendencia con la posibilidad de utilidad social.⁸⁵

En ese sentido, Ruskin distó la *restauración constructiva* de la *restauración artística*, que entendidas como completar, unificar o estilizar, permitieron anteponer a la preservación como la intervención mínima monumental. Riegl⁸⁶ precisó el valor de antigüedad de un monumento según su aspecto no moderno y su deterioro material opuesto a las obras nuevas, estos *monumentos muertos* se conservan consolidándose. Brandi describió las ruinas cuando la intervención no consolidaba a la conservación patrimonial.⁸⁷

La *Casa de Bombas no. 3 Nativitas* fue obsoleta en 1975 cuando la explotación secó el manantial y se abandonaron las instalaciones.⁸⁸ A lo largo del tiempo, se reformuló, resignificó y legitimó como patrimonio cultural;⁸⁹ así, con la Declaratoria UNESCO se catalogó como *Planta de Santa María Nativitas*.⁹⁰ A la par, la renovación patrimonial⁹¹ convirtió la estación de bombeo en biblioteca pública.

⁸³ Domingo Santos, Juan, y Carmen Moreno Álvarez. «Ruina y restauración moderna.» Revista Europea de Investigación en Arquitectura. UG.ETSA, No. 10. 2018: 27-37.

⁸⁴ Muñoz Viñas, Salvador. *Teoría Contemporánea de la Restauración* (España: Editorial Síntesis, 2003), 45.

⁸⁵ *Ibidem*, 45.

⁸⁶ Riegl, Alois. *El culto moderno a los monumentos*. (España: Colección la Balsa de la Medusa, 1987).

⁸⁷ Cesare Brandi, *Teoría de la restauración* (Madrid: Alianza Forma, 2011), 43.

⁸⁸ Se integraron daños de sismos, el medio hídrico de manantial alterado y los sistemas constructivos de concreto armado como factores causales.

⁸⁹ Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio* (España: Gustavo Gili, 2007).

⁹⁰ INAH: CNMH. Ficha I-0014800048.

⁹¹ La renovación es la adquisición de una condición nueva, con el sentido de mejoría.

González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. (México: Siglo XXI editores, 2014)

La valoración patrimonial de la *Casa de Bombas no. 3 Nativitas*, inició como un elemento constitutivo de un paisaje hídrico en decadencia que la consolidó como una *ruina monumental moderna* dentro de un sistema de aprovisionamiento imperfecto. Esta modernidad superada, elogió la efimeridad técnica, tecnológica y arquitectónica determinante del deterioro hídrico de Xochimilco.

Posteriormente, a lo largo de los años pasada la renovación patrimonial, los daños constructivos acrecentados de la *Biblioteca José Revueltas* permitieron definirla como *ruina monumental accidental*.⁹² El abordaje sobre el fragmento constructivo como documento histórico destacó la originalidad y el estado de las partes aun perdurables.

Así se observó el carácter evolutivo del patrimonio y sus puntos de partida histórica, que mostraron la pérdida de legitimidad y legibilidad cuando no se comprendieron las formas y contenidos pasados.⁹³ Esta primera idealización y aislamiento de la *monumentalidad artística*, excluyó al paisaje hídrico de Xochimilco y la tecnología de la *Arquitectura Técnica* de principios del siglo XX.⁹⁴ Sin embargo, con la primera renovación patrimonial sobresalió la utilidad social de equipamiento cultural. En la actualidad le caracteriza la falta de uso, el abandono y la decadencia (ver fig. 42).

Estas particularidades transitivas permitieron interpretar al *paso del tiempo* en el inmueble histórico.⁹⁵ Entendidas como contradicciones sugieren nuevos caminos hacia la preservación patrimonial en la medida que los procesos técnicos tradicionales agotan las posibilidades de intervención. Así, la complejidad de la conservación se halla en oposición con los criterios de actuación, al no consolidarse las intervenciones de reestructuración previas, este acercamiento a la decadencia no ha garantizado la preservación patrimonial.

Sin embargo, el nuevo estado del inmueble histórico y su capacidad documental como *ruina urbanística*⁹⁶ facilita la lectura de los sistemas constructivos, sus mutaciones y

⁹² de Sousa Júnior, Mario Anacleto. Tesis para optar el grado de Doctor. UPV. FBA. DC y RBC. *De la imagen de la ruina a la ruina de la imagen: Un dilema en la conservación del arte contemporáneo*. (Valencia: UPV, 2015).

⁹³ Arnal, Luis. «Los nuevos paradigmas de la conservación del patrimonio cultural. 50 años de la Carta de Venecia.» *En La imposibilidad actual de la restauración*, de F.J., Vidargas F., (editores) López Morales, 278-279.(México: INAH, 2014)

⁹⁴ Jokilehto, J. *Valores patrimoniales y valoración por Jukka Jokilehto* (México: INAH, Año 2. 2020), 26-27

⁹⁵ Esta perspectiva de conservación desde su estado actual, que, sumada la memoria histórica hallada, son una perspectiva histórica en sí misma, al determinarse por un sistema social, cultural y temporal específico.

⁹⁶ La *ruina urbanística* es el edificio en mal estado que amenaza ruinas o son declarados en estado de ruina; las *ruinas culturales*, son las ruinas ya consumadas, compuestas por restos incompletos de construcciones de interés histórico.

su deterioro final. La variedad de materiales entre piedra brasa, cantera, cemento y ladrillo, sumados los sistemas constructivos del concreto y la naturaleza de los daños estructurales se irreconcilian con la permanencia. En ese sentido, se observa el problema de la conservación referido por diversos autores, *toda intervención patrimonial que parte de las ruinas corre el riesgo de ser un fracaso anunciado*. Esta contradicción surge cuando no se debe alterar el inmueble, pero requiere de la restauración, entendida como proceso técnico, material y finalista, para preservar su autenticidad, su historicidad y su permanencia.⁹⁷

Posteriormente, la proximidad estética de la decadencia extiende el respeto hacia el inmueble como valor documental paradójico sobre el progreso de la técnica, este estado además posibilita la renovación artística. Así sobresale la conservación activa del patrimonio arquitectónico en la salvaguarda del inmueble, que parte de un nuevo estado histórico caracterizado por la decadencia y la carencia de función. Esta interpretación extiende dos conceptos contrastados, lo construido y lo destruido sobre la modernidad materializada fragmentada⁹⁸ que borró de memoria histórica al suministro hídrico de la Ciudad de México de principios del siglo XX.



Fig. 42. Euroza, Rocío. *Fachada principal aislada de la Biblioteca José Revueltas*. Febrero de 2020. Inmueble con acceso directo a la calle, muestra la situación de abandono y de trabajos de intervenciones inconclusas.

Valle Gómez de Terreros Guardiola, María, y (ed. lit.) Pérez-Prat Durbán. *Las Ruinas: concepto, tratamiento y conservación*. (España: Universidad de Huelva, 2018), 167.

⁹⁷ Valle Gómez de Terreros Guardiola, María, y (ed. lit.) Pérez-Prat Durbán. *Las Ruinas: concepto, tratamiento y conservación*. (España: Universidad de Huelva, 2018), 173.

⁹⁸ No solo por su legibilidad histórica, sino por la propia decadencia material del inmueble histórico.

Esta *ruina monumental moderna*⁹⁹ presenta texturas históricas y estéticas, incluyen el vandalismo urbano como pintas y transgresiones materiales, los alcances estructurales de los pioneros sistemas constructivos de concreto, la ausencia de maquinaria extractora hídrica y las instalaciones estructurales de intervenciones patrimoniales inconclusas (ver fig. 43).

Este nuevo *paisaje* también expresa la preservación de las percepciones, que se convierten en testigos sobre el *valor del tiempo* de una *modernidad monumental materializada*.

Estos restos pasados evidencian la decepción hacia las promesas modernas no cumplidas, y, por tanto, recuerdan la *caducidad material*. En ese sentido se asume también la actitud paradójica hacia los progresos técnicos y tecnológicos (ver fig. 44),¹⁰⁰ pero también posibilitan el comienzo de un nuevo espacio y tiempo estéticos entre lo que fue y la expectativa de renovación artística.¹⁰¹

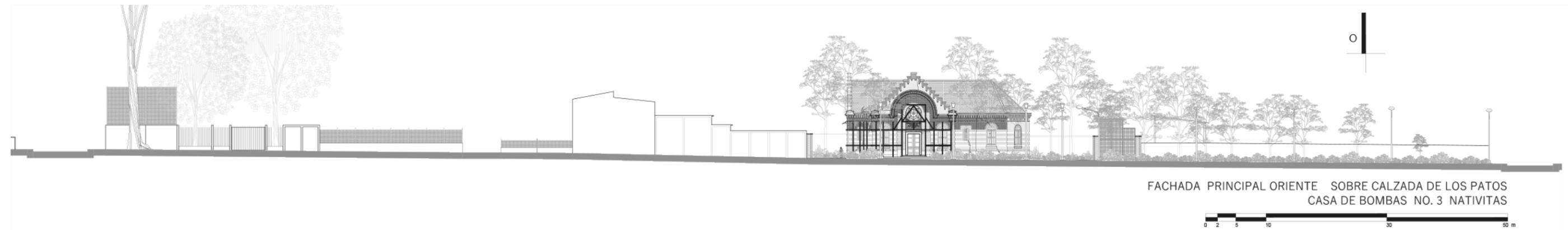


Fig. 43. Euroza, Rocio. Reporte fotográfico sobre la fachada principal oriente que une a la carretera vieja Xochimilco Tulyehualco y la nueva carretera Xochimilco Tulyehualco. Febrero de 2021. Este análisis surgió para analizar la integración natural de la Casa de Bombas en esos trayectos. Una de las razones fue revisar la influencia y apropiación del espacio como medio de preservación futura.

Fig. 44. Euroza, Rocio. Fachada principal oriente que une a la carretera vieja Xochimilco Tulyehualco y la nueva carretera Xochimilco Tulyehualco. Febrero de 2021. Se observa el área verde dominante, el predio aislado y muestra al inmueble tipo hito. Así mismo se analizaron las relaciones directas entre el peatón residente, entre el peatón visitante, la vista desde las calles principales y su entorno visual inmediato.

⁹⁹ La diferencia entre los vestigios de edificios en mal estado define la *ruina urbanística*, de las ya consumadas, compuestas de restos incompletos de construcciones o *ruinas culturales*. Valle Gómez de Terreros Guardiola, María, y (ed. lit.) Pérez-Prat Durbán. *Las Ruinas: concepto, tratamiento y conservación*. (España: Universidad de Huelva, 2018), 167.

¹⁰⁰ Es reconocido que, para el artista romántico, las ruinas implican un símbolo de la decadencia de la razón como contrapunto de la utopía moderna revolucionaria.

¹⁰¹ Adler, Jazmín. «Estética de la ruina: la potencia de los vestigios en el arte contemporáneo.» *Revista de arte contemporáneo*, 2018.n.º 05 (junio): 92-101.

3.3.1 La conservación activa como instrumento de intervención patrimonial

El abandono, decadencia y carencia de uso de la *Biblioteca José Revueltas* permitió abordar al fragmento constructivo como documento histórico, destacándose las partes constructivas perdurables y la originalidad de la ruina del uso del concreto pionero. Estos vestigios materiales generaron la discusión sobre los criterios de intervención, por una parte, manifestaran la memoria histórica hídrica olvidada, en ese sentido se incluyó el conflicto ecológico surgido en Xochimilco a principios del siglo XX. Posteriormente, se determinó la integración de los sismos, el medio ambiente alterado y los sistemas constructivos como factores de este deterioro. Así fueron consecuentes las técnicas de preservación planteadas.

El cuestionamiento hasta qué punto la degradación estructural puede ser detenida o retrasada requiere una conservación flexible que permita una intervención mínima¹⁰² cuyo grado de actuación¹⁰³ no pierda la legibilidad y legitimidad histórica¹⁰⁴ hallada en esta nueva valorización patrimonial. Así la Carta de Venecia consolidó los criterios de intervención de la ruina, con los *Principios Teóricos* como el respeto a la historicidad, la no falsificación, el respeto a la pátina, la conservación in situ y la reversibilidad.¹⁰⁵ La metodología de la intervención supuso los *Principios de abordaje valorativo, descriptivo y prescriptivo*.¹⁰⁶ De este último se sumaron los tipos de intervención requerida mínima.¹⁰⁷

Además se determinó que la conservación completada por técnicas de restauración¹⁰⁸ también puede recuperar la originalidad del deterioro: el comportamiento estructural del concreto pionero.¹⁰⁹

¹⁰² ICOMOS. *Carta de Cracovia. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido* (Polonia: ICOMOS, 2000).

¹⁰³ Terán Bonilla, José Antonio. «Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica.» *Conserva* No 8, 2004: 101-122.

¹⁰⁴ Carta de 1987 de la conservación y restauración de los Objetos de Arte y Cultura. 1987, artículo 2.

¹⁰⁵ Terán Bonilla, José Antonio. «Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica.» *Conserva* No 8, 2004: 101-122.

¹⁰⁶ El *abordaje valorativo*, analiza el estado de la estructura, la trascendencia del inmueble y la metodología más afín. El *abordaje descriptivo*, comprende las partes históricas y técnicas, así como las patologías existentes. El *abordaje prescriptivo*, refiere a los procesos técnicos de intervención patrimonial.

Goldberg, Alvin, y Carl E. Larson. *Group Communication: Discussion Processes & Applications*. (USA: Prentice-Hall Inc, 1975), 145.

¹⁰⁷ Labores de consolidación, liberación, integración, reintegración y mantenimiento.

Terán Bonilla, José Antonio. «Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica.» *Conserva* N° 8. (Chile: CNCR. SNPC, 2004), 105-108.

¹⁰⁸ González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas*. (Madrid: Manuales Arte Cátedra, 2005), 529.

¹⁰⁹ Preservar el patrimonio sin alterar las formas o elementos que tenía en un primer momento.

En el *análisis valorativo* el inmueble amenaza con la desaparición sin ser intencional cuando se contraponen los aspectos material e inmaterial, la apariencia y la esencia. Así la *integridad física* que, ya no encaja con la *integridad histórica*, implica no solo asumir el estado actual de la *Arquitectura Técnica* preecedera, sino que forma parte del significado de su propio tiempo histórico.

El reto en la preservación, según la pérdida de calidad estructural, y no teniendo el fin autodestructivo, demanda mantenimientos regulares que alientan la transformación. Esta actividad previsor de fallas prematuras y de fallas invariables del inmueble ralentizan, más no niegan el paso del tiempo. Entendida como extensión de vida útil supone la mejora de aspectos funcionales, con el fin de programar intervenciones preventivas. La utilización de la *Arquitectura Técnica* preecedera permite la trascendencia de la obsolescencia y el acercamiento a lo efímero de la modernidad (ver fig. 45). Si bien es cierto que el deterioro inicial es estético, a lo largo del tiempo resalta la intencionalidad de la extensión funcional como garantía de la trascendencia patrimonial cultural.

En el *análisis descriptivo*, se hallaron reparaciones perimetrales a los muros de ferrocemento; se encontraron refuerzos de cimentación, fallo en la verticalidad de los muros y el apuntalamiento¹¹⁰ de la fachada principal; se caracterizó el asentamiento diferencial cuyas pendientes descendientes de sur a norte entre las fachadas oriente y poniente; se interpretó que el monolitismo estructural del inmueble apoyado con la interpretación del brocal como un *pilote de cimentación*, ha favorecido la ralentización de los daños estructurales en la mayor parte del inmueble.¹¹¹

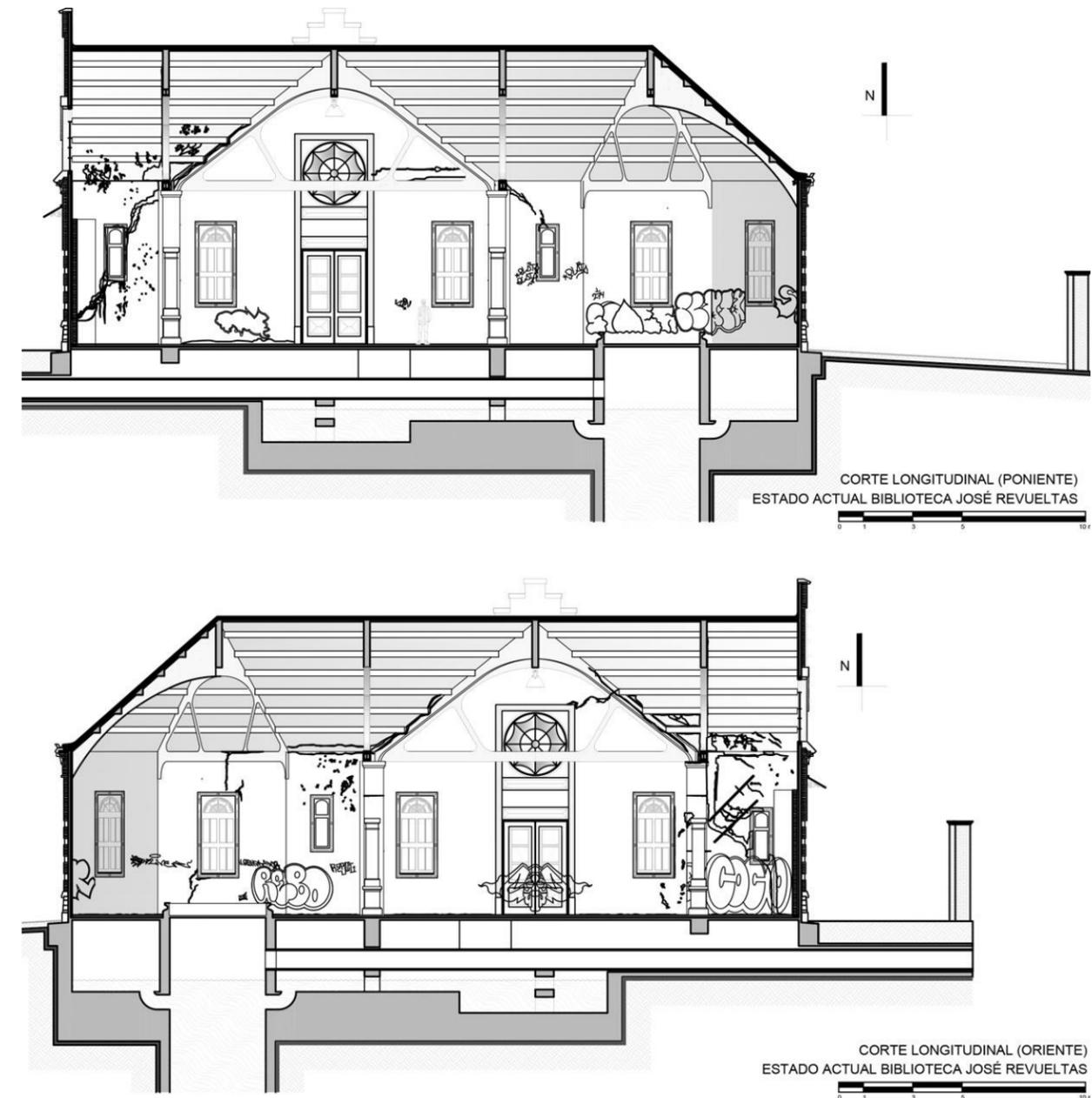


Fig. 45. Euroza, Rocio. *Corte longitudinal poniente y oriente*. Febrero de 2021. Se consideró que la función de los manantiales brotantes como proveedores de agua a la Ciudad de México determinó su propio desecamiento. El cambio de ésta por agua tratada y la sobreexplotación del acuífero, propició un descenso en el nivel de las aguas del lago, así como el hundimiento gradual del suelo.

¹¹⁰ Si bien es cierto que el muro estructural adició una gruesa sección de concreto, esta no se consideró estructural, sumada la monumentalidad del inmueble que no favoreció la proporcionalidad necesaria al grosor del muro, así que este no contuvo los esfuerzos mecánicos

¹¹¹ Este fenómeno surgió cuando los cimientos se quedaron sin apoyo suficiente, el inmueble se deformó y acopló a una nueva forma de sustentación. La estructura se encontró vencida, su deformación se consideró proclive a la rotura y manifestó dos fracturas correspondientes cada una a las fachadas longitudinales oriente y poniente.

Fue visible la aparición fisuras, grietas y fracturas en los muros perimetrales, cuyo desprendimiento alcanzó el desplome. Además, se encontraron deformaciones y roturas internas de los nudos de dos de los cuatro marcos rígidos principales, esta zona sufrió estos daños debido a que ya no se extendía el monolitismo estructural a la cimentación. Estas grietas de aplastamiento del concreto armado caracterizaron la zona comprimida de la viga y la rotura por pandeo o excesivo esfuerzo de corte en los muros (ver fig. 46),¹¹² Se observó el desprendimiento del concreto. Adicionalmente el inmueble se encuentra en una falla con alto riesgo sísmico de Xochimilco.¹¹³

El *abordaje prescriptivo* consideró a la alteración de la resistencia original del suelo como problemática prioritaria, una causalidad fue que el terreno original caracterizó un brocal natural de manantial brotante agotado,¹¹⁴ así que las oquedades y resecaimientos podrían extenderse en años posteriores. Por inicio se meditó el mejoramiento del suelo y posteriormente la ampliación de la sección de cimentación para hallar el mejor suelo sustentante.¹¹⁵ En las medidas mínimas de preservación patrimonial, se formuló el fortalecimiento de juntas y resanes, piezas molduras de cantera, piezas de ladrillo, piezas block de cemento, piezas molduras de recinto, piezas molduras de concreto, de sección de muro de tabique. Se integraron trabajos de limpieza y consolidación en fisuras, cuarteos y capilaridades superficiales respectivas a la pérdida estructural de material. Se propuso el afianzamiento de los elementos de mobiliario semifijo como la carpintería de madera y la carpintería metálica o emplomados según el grado de vandalismo hallado (perdida de cristales, ralladuras y grafiados).

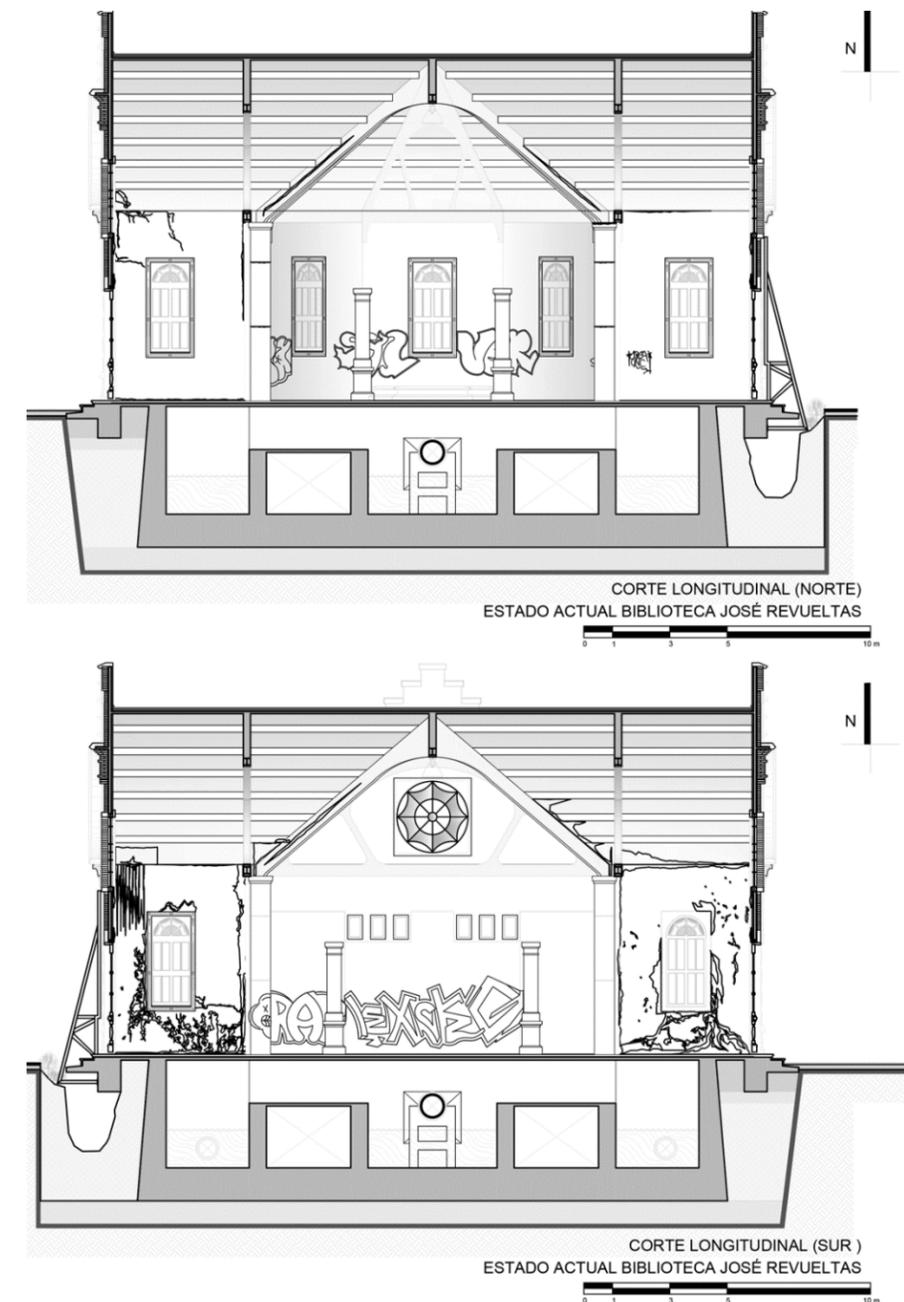


Fig. 46. Euroza, Rocio. *Corte transversal norte y sur*. Febrero de 2021. Se observaron las diversas capas de intervenciones posteriores a la rehabilitación patrimonial, en estas se observa la pérdida de memoria histórica.

¹¹² El inmueble histórico desde su desplante se influenció por la presencia de un manto freático inmediato. La sobre extracción del recurso hídrico, secó el manto freático y permitió la acumulación de pequeñas minas de gases tóxicas.

¹¹³ Secretaría de Protección Civil. *Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México. Mapa de Riesgos de la Delegación Xochimilco*. 2014 (México: S.P.C., 2014), 83-93.

¹¹⁴ Sumado el servicio de extracción hídrica de los pozos de batería cercanos

¹¹⁵ Se sugirió el relleno hasta la superficie original del terreno, con la propuesta de utilizar un material compactado mediante capas niveladas trabajadas, sin incluir piedras, pedruscos o rocas mayores de 10 cm de diámetro. Posteriormente a la compactación se sumó el contenido de humedad óptimo hasta la densidad determinada y aprobada, para controlar el peso unitario admitido en la resistencia real del terreno.

Se propuso a la liberación y catalogación del equipo o mobiliario/maquinaria histórica; la limpieza y consolidación de recubrimientos y juntas en mal estado; se buscó además sustituir los refuerzos estructurales por otros menos invasivos en la fachada principal. Se contempló la erradicación de parásitos vegetales a lo largo de los canalones pluviales perimetrales y de fauna parásita como panales de avispas; de vandalismo y pintas urbanas tanto en mobiliario semifijo como las puertas y ventanas, así como en los acabados interiores; se consideró el desalojo de instalaciones eléctricas anteriores. Además, se consideró el rescate de elementos de madera que requieren trabajo en taller para su posterior limpieza y consolidación, se incluyó la carpintería metálica o emplomados sobre todo los trabajos de sustitución de elementos como cristales, molduras, chapas o mecanismos de seguridad.

Por su parte la propuesta urbana consideró indispensable relacionar y mantener la zona como elemento de transición entre la tradición inmaterial de un barrio original que ha prestado servicios al turismo ecológico de navegación de los canales remanentes.

El aspecto patrimonial del emplazamiento contempló la interrelación de inmuebles históricos de por lo menos tres temporalidades principio del siglo XX (sistema de aprovisionamiento hídrico y áreas verdes), mediados del siglo XX (restaurante los Manantiales) y finales del siglo XX (ampliaciones del Embarcadero Nuevo Nativitas) encontrados en condiciones regulares a malas. Habría que plantear condiciones y mecanismos para incrementar y conservar la infraestructura urbana, actualizar y modernizar los rezagos de equipamiento, así como el mantenimiento mínimo.

Para el aspecto social se pretendió extender los recorridos peatonales y ciclistas favorecedores del espacio público lúdico para la convivencia y la interacción vecinal, quienes favorecerán la posterior apropiación del espacio. Para lograrlo se propone redefinir y clarificar los señalamientos urbanos, delimitar y reorganizar la infraestructura vial, para reducir el número de barreras físicas que garanticen y aseguren la libre circulación peatonal, ciclista y vehicular de los ciudadanos.

Dentro del aspecto paisajístico se pretende la consolidación de la calidad chinampera y forestal, esto promoverá el reforzamiento de la cultura ecológica con la conservación de los microsistemas ecológicos locales. Así que resulta importante la integración de la naturaleza dentro de la ciudad, que presta diversos servicios ambientales y por otra enmarca el emplazamiento patrimonial (ver fig. 47).



Fig. 47. Euroza, Rocio. Plano general de integración local. Febrero de 2021. Incluye una trayectoria peatonal, ciclista y como remate de ruta entre los inmuebles históricos: Casa de Bombas no. 3 Nativitas, restaurante los Manantiales, embarcadero Nativitas Zacapa, Bosque de Nativitas y pueblo de Nativitas. Las literales se consideran las avenidas: A Antigua carretera Xochimilco-Tulyehualco, B carretera nueva Xochimilco-Tulyehualco, C calle Zacapa, D cerrada de los patos y E san Juan Manantiales. Por su parte los números corresponden a 01 Bosque de Nativitas, 02 embarcadero nuevo Nativitas Zacapa, 03 restaurante los Manantiales, 04 Parque Ojo de Agua Zacapa, 05 Casa de Bombas no. 3 Nativitas, 06 instalaciones de SACMEX, 07 oficinas SACMEX, 08 área de recuperación pluvia SACMEX, 09 acueducto dirección la Noria, 10 acueducto dirección santa Cruz, 11 vertedero de descargas.

CONCLUSIONES

La investigación constituyó un entendimiento sobre la modernidad en la infraestructura hidráulica de la Ciudad de México a principios del siglo XX, el medio para descubrir las particularidades históricas fueron las condiciones actuales de decadencia y abandono de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. La búsqueda causal del deterioro, desde distintas perspectivas y determinantes del pasado, reconoció la necesidad de la valoración patrimonial. Esta afirmación constituye una actitud frente al patrimonio arquitectónico que destaca la autonomía sobre lo que significa conservar y transmitir.

La tesis tal como ha sido presentada, abarcó la percepción histórica del positivismo, el higienismo y su materialización con la *Arquitectura Técnica*; se adicionó la perspectiva patrimonial monumental que permitió organizar y describir al extenso sistema hídrico de principios del siglo XX, las peculiaridades halladas del conjunto de abastecimiento fueron las que se detallaron.

La particularización de este emplazamiento se conformó por el manantial, el pueblo, el bosque, el embarcadero y la estación de bombeo, los que compartieron el nombre de Nativitas. El principal mensaje paradójico dentro de la valoración patrimonial mostró en qué medida un espacio moderno que resolvió necesidades de abastecimiento hídrico a toda una ciudad, en la posteridad facilitó contradicciones ambientales importantes en Xochimilco, sumada la propia degradación constructiva.

La valoración patrimonial como argumento central enlazó los distintos capítulos y subcapítulos de esta tesis, esta continuidad reformuló diversas perspectivas asentadas en la historiografía de la infraestructura hidráulica, que como conocimiento especializado enriqueció a la conservación del patrimonio arquitectónico patrimonial. A continuación, abrevio los contenidos que además admitieron reflexiones paralelas.

El primer capítulo retomó la perspectiva del higienismo en la planeación y reorganización de la Ciudad de México a principios del siglo XX. Esta contextualización destacó al aprovisionamiento hídrico en las transformaciones urbanas.

Si bien fue cierto que la obra modernizadora de inicios del siglo XX privilegió el dominio terrestre con la desecación lacustre, también aceleró la pérdida del medio ambiente lacustre sureño de chinampas y canales, para favorecer la reorganización urbana centralizada.

En ese sentido, las prospecciones de Marroquín y Rivera se condicionaron proporcionalmente entre los recursos hidráulicos de Xochimilco y el crecimiento urbano. Así se rescató la importancia de los estudios de impacto urbano a largo plazo en la explotación de recursos naturales que pudiesen prevenir una posterior catástrofe ecológica.

La materialización de la infraestructura hídrica integró aspiraciones y modernidades arquitectónicas, urbanas, técnicas y tecnológicas en la Ciudad de México a principios del siglo XX, pero también se admitió que la capacidad de suministro no benefició integralmente a la población sino que fue un medio para segmentarla aún más.¹¹⁶ Se destacó que proyectos como la infraestructura hídrica permitieron la gestación de la cultura tecnificada, cuyos ingenieros protagonistas nacionales emprendieron las experiencias y aportaciones políticas, tecnológicas y nacionalistas, consolidadas pasada la revolución mexicana. Fue consecuente que el Ing. Marroquín y Rivera continuó como miembro destacado en la industria del cemento mexicano;¹¹⁷ A.J. Pani¹¹⁸ sobresalió como higienista consumado y como político comprometido; M. C. Rolland¹¹⁹ especializó la construcción de obras de concreto armado; O. Dubois, extendió su experiencia en posteriores aprovisionamientos de agua como Xotepingo y Lerma.

¹¹⁶ Para la primera década del siglo XX, tanto la urbanización, la corrupción política, aunados otros aspectos sociales y económicos desiguales, provocaron una crisis de confianza tanto de la generación intelectual como de las fuerzas de trabajo, quienes consolidaron la gestación de la revolución mexicana.

¹¹⁷ Sobresalió en la cronología de la Cooperativa Cruz Azul: en 1881 se construye la fábrica por el inglés Henry Gibbon en la antigua Hacienda de Jasso, en el Estado de Hidalgo; en 1918 se reanuda la operación de La Cruz Azul, suspendida por la revolución mexicana; en 1929 se resienten los efectos de la crisis mundial, en este periodo laboró como director general Manuel Marroquín y Rivera (1865-1927); en 1931 la Tolteca compra la Cruz Azul, los accionistas deciden cerrar la Cruz Azul y operar con La Tolteca, pero los trabajadores inician trámites legales para conservar su fuente de trabajo; en 1932 labora nuevamente la fábrica administrada y operada por los trabajadores.

Ramírez González, Oswaldo. Tesis maestría en historia. *Proceso de transformación de una empresa: la fábrica de Jasso (Cruz azul) y su inserción en la industria cementera, 1881-1914*. (México: El Colegio Mexiquense A. C., 2016).

Martínez Omaña, María Concepción. Congreso de la red de investigadores sociales de agua. *La obra del ingeniero Manuel Marroquín y Rivera. Una revisión de sus aportes al abasto de agua urbana en las primeras décadas del siglo XX*. (México: Instituto Mora, 2012).

¹¹⁸ Pani, Alberto J. *Apuntes Autobiográficos. Vol. I.* (México: Librería Porrúa, 1950).

¹¹⁹ Castro, J.J. (trad. Rolland Constantine, Jorge Modesto). *Apóstol del progreso, Modesto C. Rolland, el progresismo global y la ingeniería en el México posrevolucionario*. (México: Alternativa Editorial, 2020).

En el capítulo II respectivo a las fuentes de abastecimiento de Xochimilco hacia la Condesa en el periodo de 1903 a 1913, se describieron los alcances de la modernidad técnica y tecnológica. En la tipología de la estación de bombeo de principios del siglo XX sobresalió el *higienismo* en la *Arquitectura*, que implicó el análisis sobre las condiciones de habitabilidad. Esto incluyó modernidades racionales como el seccionamiento y altura del inmueble, la iluminación, ventilación, soleamiento, áreas verdes, que aplicadas a la infraestructura hídrica consolidó por una parte la organización del ciclo del agua urbana gestoras de la *Arquitectura Técnica* moderna y posteriormente la lectura a menor escala en el inmueble.

Por su parte, los sistemas constructivos del concreto que caracterizaron al monolitismo estructural tanto del ducto como de las estaciones de bombeo, sumada la diversidad geográfica sobre la que se desplantaron los inmuebles, la cercanía de una región altamente sísmica, en conjunto, no permitieron la adaptabilidad aspiracional del producto moderno. Así fue lógica la ruptura de secciones y pérdida de caudal en el servicio hídrico ubicándolas prontamente en la obsolescencia. Esta perspectiva amplió la problemática de la ciudad de México relativa a los asentamientos diferenciados consecuentes de la extracción hídrica y del desecamiento de zonas lacustres.

Posteriormente, con este tipo de experimentaciones sobre el producto constructivo, se observó la importancia de los cálculos acompañados al diseño que garantizaran la seguridad y la calidad mínima de las obras. En ese sentido, se observó la evolución técnica y tecnológica del concreto, que integrada al registro de los tipos de suelo, los usos, así como la experiencia con sismos en el diseño de inmuebles, permitieron aplicaciones posteriores como el reglamento de construcción de la Ciudad de México.

A lo largo del tiempo, las transformaciones funcionales y patrimoniales describieron el éxito de los actuales equipamientos culturales, de manera que se observó la existencia y utilidad social del monumento al servicio de la cultura local, pero también se mostró una relativa pérdida de memoria histórica patrimonial que se reflejó en la falta de legitimidad histórica, como el caso de anastilosis fuera de sitio de la Casa de Bombas no. 1 la Condesa, y legibilidad del funcionamiento de las Casas de Bombas de Xochimilco dentro del gran sistema de aprovisionamiento de la Ciudad de México.

El capítulo III respectivo a la Casa de Bombas no. 3 Nativitas en Xochimilco de 1905 a 1908 particularizó la estación de bombeo del pozo brotante de Nativitas en Xochimilco. Las transformaciones a lo largo del tiempo también incluyeron la importancia del turismo en el emplazamiento. Así la revaloración patrimonial se valió de la conservación activa en la búsqueda de la legibilidad y la legitimidad histórica olvidada. Por una parte, se observó el compromiso en la actividad técnica de la restauración, cuya propuesta debiera negar la creación de nuevos patrimonios con la pérdida del carácter histórico.

En ese sentido, se reconoció un nuevo punto de partida histórico no original, surgido desde una nueva razón y como proceso integrativo con los usuarios como referentes de cultura y memoria.¹²⁰ Adicionalmente se evitó la restauración e idealización del monumento histórico para concluir en la conservación integral del patrimonio hídrico moderno. Prevalció el mensaje paradójico de la destrucción del ecosistema cuando se relacionó con el grado de alteración de los daños hallados en el inmueble. Sobresalieron las técnicas relativas al grado de intervención de reestructuración necesarias a evitar el incremento de la problemática estructural.

Así, la revaloración patrimonial de las Obras de Infraestructura Hidráulica de la Ciudad de México del periodo de 1900 a 1917 relacionó la modernidad técnica y tecnológica del sistema, la importancia de sus componentes construidos a partir de una arquitectura ecléctica de concreto, entre los que sobresalió la Casa de Bombas no. 3 Nativitas en Xochimilco. Paradójicamente, este testimonio de una proeza técnica monumental inició un progresivo deterioro ecológico del valle de México.

Este reconocimiento integral enfatizó la importancia del inmueble histórico, que, al hallarse contrastantes con el resto de las tradicionales construcciones fabriles, de los tradicionales acueductos abiertos y colectivos, de las mismas infraestructuras urbanas. Se observó su importancia como dominio higienista del agua necesaria para la vida urbana, esta trascendencia cultural complementó la valoración del patrimonio arquitectónico.

Dentro de la conservación y preservación patrimonial también se observó la tarea multidisciplinaria entre los sectores público, privado y social, puesto que se reconocieron los límites de las políticas sociales, económicas y urbanas necesarias para la protección del

¹²⁰ Estos últimos son quienes los apropian, los significan y por las que resultan, y no para los monumentos mismos.

patrimonio cultural. Además, se sumó el planteamiento integral de planes urbanísticos y programas realizados por el sector público gestionando la participación del sector privado y académico, considerando que cualquier resultado generado, es característico de un tiempo y una sociedad específica.

Las líneas de investigación halladas pretenden el análisis del segundo subsistema del proyecto original construido de 1907 a 1917, denominado regulación y distribución urbana de la Condesa a Chapultepec y la respectiva distribución de Chapultepec a la ciudad de México.

El complemento historiográfico sobre la historia del cemento en México, a partir de las construcciones pioneras de principios del siglo XX. El análisis científico cuantitativo del concreto armado pionero con la integración del comportamiento físico, químico y estructural actual que complementa al proceso técnico de restauración.

La revaloración, gestión y la catalogación de inmuebles históricos de transición constructiva y estilística que vislumbraron la racionalidad moderna arquitectónica pero que no abandonaron el segundo periodo de academicismo ecléctico.

El análisis sobre la historia de la construcción relativos a los materiales constructivos, sus técnicas y tecnologías, y su relación con los procesos técnicos de restauración.

La inclusión de la infraestructura pionera como la electricidad, instalaciones hidrosanitarias, elevadores y ambientes artificiales -aire acondicionado y/o calefacciones.

La gestión del riesgo y emergencias en el patrimonio cultural arquitectónico que integre a los materiales constructivos, sus técnicas y tecnologías como medios que garanticen a futuro la integridad de los bienes inmuebles culturales.

Fuentes Fuentes Primarias Archivos

AGA	Archivo General del Agua Biblioteca Mapoteca
AHCM	Acervo histórico de la Ciudad de México Biblioteca “Carlos de Sigüenza y Góngora”
AHPM	Acervo histórico del Palacio de Minería. UNAM Biblioteca “Ing. Antonio M. Anza”
BN	Biblioteca Nacional Biblioteca Mapoteca
BC	Biblioteca Central CU UNAM
BFI	Biblioteca Facultad de Ingeniería CU UNAM
BFA	Biblioteca Facultad de Arquitectura CU UNAM
CNMH.	Coordinación Nacional de Monumentos Históricos INAH Biblioteca Mapoteca
FN	Fototeca Nacional. INAH
HN	Hemeroteca Nacional
MMO y B	Mapoteca Manuel Orozco y Berra

Fuentes Secundarias Bibliografía

- Aberdrop, L. Salomón. *El gran reto del agua en la ciudad de México*. . México: SACMEX, 2012.
- Adler, Jazmín. «Estética De La Ruina: La Potencia De Los Vestigios En El Arte contemporáneo.» *Revista De Arte contemporáneo*, 2018.n.º 05 (junio): 92-101.
- Agostoni, Claudia. *Monuments of progress. Modernization and public health in Mexico City, 1876-1910*. México: Calgary, UCP. UPC. UNAM IHH, 2003.
- Aguilar Zinser, Luz Emilia. «Instituciones fundadas por Miguel Angel de Quevedo.» *La Jornada Ecológica*, octubre noviembre de Número Especial. No. 208: 13-16.
- Arnal Simón, L. Ramiro Esteban D. (Coord). *Visiones del neoclásico en la arquitectura*. México: FA.UNAM, 2018.
- Arnal, Luis. «Los nuevos paradigmas de la conservación del patrimonio cultural. 50 años de la Carta de Venecia.» En *La imposibilidad actual de la restauración*, de F.J., Vidargas F., (editores) López Morales, 278-279. México: INAH, 2014.
- Auzelle, Robert. *Ramírez Vázquez*. México: García Valadés editores, 1989.
- Barbosa, Mario y González, Salomón. *Tomado de Problemas de la urbanización en el valle de Mexico, 1810-1910. Un homenaje visual en la celebración de los centenarios*. . México: UAM.DCSH, 2009.
- Belgrand, M. *Les Travaux Souterrains de Paris. IV. Les Eaux Nouvelles. Atlas*. Paris: Libraire des Corps des Ponts et Chaussées., 1882 .
- Benhamou, François. *Economía del Patrimonio Cultural*. Argentina: Ariel, Paidós, 2014.
- Bernárdez de la Granja, María del Carmen,. «Acueducto de Xochimilco.» *Villes en parallèle*, n°45-46 . 2012.
- Britannica. *"Cajón hidráulico". technology/caisson*. UK: Encyclopedia Britannica, 2020.
- Bruner, J.S. *La importancia de la educación*. España: Paidós, 1987.
- Bunge, Mario. *Emergencia y convergencia*. Argentina: GEDISA Editorial, 2004.

- Caballero, Manuel. *Primer almanaque histórico, artístico y monumental de la República Mexicana 1883-1884*. México: M. Green Printing Co, 1883.
- Castro, J. E. *Agua, democracia, y la construcción de la ciudadanía. Agua y democracia en América Latina*. Brasil : Campina Grande, 2016 .
- Castro, J.J. (trad. Rolland Constantine, Jorge Modesto). *Apóstol del progreso, Modesto C. Rolland, el progresismo global y la ingeniería en el México posrevolucionario*. México: Alternativa Editorial, 2020.
- CBRCC.EMCBCO. *Reservoir construction. City of México*. USA: CBRCC.EMCBCO, 1908.
- Chanfón Olmos, Carlos. *Fundamentos Teóricos de la Restauración*. México: UNAM. Posgrado, 1988.
- Chatzis, Konstantinos. «Eaux de Paris, eaux de Londres. Quand les ingénieurs de la capitale française regardent outre-Manche, 1820-1880.» *Documents pour l'histoire des techniques, 19* (Konstantinos Chatzis, Eaux de Paris, eaux de Londres. Quand les ingénieurs de la capitale française regardent outre-Manche, 1820-1880, Documents pour l'histoire des techniques, 19 | 2010, 209-218.), 2010: 209-218.
- Choay, Françoise. *Alegoría del patrimonio*. España: Gustavo Gili, 2007 .
- Christlieb Fernández, Federico. «La influencia francesa en el urbanismo de la ciudad de México: 1775-1910.» En *México Francia: Memoria de una sensibilidad común siglos XIX-XX.*, de Javier Pérez Siller, 227-265. México: CEMyC, 1998.
- CIAM, IV Congreso. *Carta de Atenas*. Marsella-Atenas: CIAM, 1933.
- Commissioners, New York Water. *Catskill water supply: a general description and brief history* . USA: New York City Board of Water Supply, 1917 .
- CONAGUA. *Semblanza histórica del agua en México*. México: CNA.SEMARNAT, 2009.
- Contreras Vargas J., Peñuelas Guerrero G. *Problemática y Diagnóstico de Sistemas Constructivos con Metales. Estado del arte*. México: ENCRyM. INAH, 2015.
- Croft, Catherine, y Susan Mac Donal. *Concrete. Case Studies in Conservation Practice*. USA: CMH.CMAI.CGL Getty Publications, 2018.
- de Anda Alanís, Enrique X. *Historia de la arquitectura mexicana*. España: Gustavo Gili, 2019.
- de Bouw, M., y I Wouters. «Polonceau versus Ardant: efficiency versus aesthetics? .» *Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII. WIT Transactions on The Built Environment, Vol 118*, 2011: 319-331.
- De las Cuevas Toraya, Juan. *Un siglo de cemento en Latinoamérica*. México: IMCYC, 1999.
- de Sousa Júnior, Mario Anacleto. *Tesis para optar el grado de Doctor. UPV. FBA. DC y RBC. De la imagen de la ruina a la ruina de la imagen: Un dilema en la conservación del arte contemporáneo*. España: UPV, 2015.
- del Cueto, Juan Ignacio. «Candela en Xochimilco. Construcción y devenir del restaurante Los Manatiales. Una obra maestra de Félix Candela.» En *Actas del II Congreso Nacional Pioneros de la Arquitectura Moderna Española Aprender de una obra*, de Teresa (Coord.) Couceiro Núñez, 203-211. España: Ministerio de Fomento, 2015.
- Delgadillo, Victor. «Hábitat popular en los centros históricos.» En *El futuro del hábitat popular en los centros históricos*, de Suarez, Delgadillo Mesias, 25-42. Mexico: CYTED, 2006.
- Dembo, Nancy. *La relacion forma-funcion en el lenguaje estructural del siglo XX*. Venezuela: CDC y H. UCV, 2003.
- DGCOH. *Sistema hidráulico del Distrito Federal. Cronología*. México: DGCOH. SGO.DDF, 1994.
- DOF. *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas*. México: Diario Oficial de la Federación, 1972.
- Domingo Santos, Juan, y Carmen Moreno Álvarez. «Ruina y restauración moderna.» *Revista Europea de Investigación en Arquitectura. UG. ETSA*, No. 10. 2018: 27-37.
- Domínguez Martínez, Raúl. *La ingeniería civil en México, 1900-1940 Análisis histórico de los factores de su desarrollo*. Mexico: UNAM. IISUE.ECHE, 2013.
- Editor. «Ayer fue terminado el gran acueducto.» *El imparcial*, 18 de marzo de 1910: 1.
- Editor. «Notas de la Semana.» *el Tiempo Ilustrado* , IX.No 46 : 747.

- Falconer, Keith. «/journals.openedition.org.» 03 de 05 de 2008. <https://journals.openedition.org/histoire-cnrs/1778> (último acceso: 09 de 09 de 2020).
- Fitzgerald, Desmond. *History of the Boston water works, from 1868 to 1876*. Boston: Rockwell & Churchill, 1876.
- Frolov, Iván T. (Edit), y O. (Trad.) Razinkov. *Diccionario de filosofía*. Moscú : Editorial Progreso, 1984.
- Fuertes, V. S., Iglesias, P. L., Izquierdo, J., López, P. A., López, G., Martínez, J., & Pérez, R. *Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua*. In *Grupo Multidisciplinar de Modelación de fluidos (ed)*. España: GMMF-UPV.Universidad Poli, 2003.
- Galindo y Villa, Jesús. *Reseña histórico-descriptiva de la ciudad de México*. México : Impr. de F. Diaz de León, 1901.
- . «Una visita a las obras de provisión de aguas potables para la ciudad de México.» *Memorias y revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (Sociedad Científica Antonio Alzate.), 1905: 249-259.
- GAOCM. *Ley De Desarrollo Urbano del Distrito Federal* . México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2017.
- García Fortes, Salvador, y Núria Flos Travieso. *Conservación y restauración de bienes arqueológicos*. España: Editorial Síntesis, 2008.
- García, Genaro. *Crónica oficial de las fiestas del primer centenario de la independencia de México*. México: SGM. Talleres del Museo Nacional, 1911.
- Godoy, José Francisco. *Porfirio Diaz: presidente de México, el fundador de una gran república* . México: Müller, 1910 .
- Goldberg Mayo, Diana. *Sismos y patrimonio cultural. Testimonios, enseñanza y desafíos, 2017 y 2018*. México: SC. DGPS., 2018.
- Goldberg, Alvin, y Carl E. Larson. *Group Communication: Discussion Processes & Applications*. USA: Prentice-Hall Inc, 1975.
- González Cortázar, Fernando. *La arquitectura mexicana del siglo XX*. México : CONACULTA, 2004.
- González Pozo, Alberto (Coord). *Las Chinampas: Patrimonio Mundial de la Ciudad de México*. México: UAM, 2016.
- González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas*. Madrid: Manuales Arte Cátedra, 2005.
- González-Varas Ibáñez, Ignacio. «De la ruina al patrimonio arqueológico, memoria y nostalgia (sociedad del sentimiento), enseñanza y difusión (sociedad del conocimiento): lo “útil” de lo “inútil”.» En *Coloquio “El pasado en el presente: Las formas de la memoria. La ‘ruina’ como posibilidad hermenéutica para la conservación del patrimonio cultural”* , de ENCRyM. México.: ENCRyM, 2018.
- . *Las Ruinas de la Memoria. Ideas y Conceptos para una (Im) Posible Teoría del Patrimonio Cultural*. México: Siglo XXI editores, 2014.
- Gras Gas, Louise Noelle. *Fuentes para el estudio de la arquitectura en México Siglos XIX y XX*. México: UNAM.IIE, 2007.
- . «La ciudad: problema integral de preservación patrimonial.» En *Historia y modernidad en la ciudad de México ¿un entendimiento posible?*, de Jorge Alberto Manrique, 185-191. Mexico: IIE. UNAM, 2004.
- Gutiérrez Fischman, Juana Paz. «Una obra en dos tiempos.» *Obras*, 1993: --.
- Hernández Flores, Fabiola. *Tesis Doctoral. Historia del Arte. Cemento, material de modernización del México posrevolucionario: usos y funciones de la imagen en la publicidad de cemento en la Ciudad de México (1920-1940)*. México: TD HA. UNAM, 2018.
- Hitchcock, Henry-Russell. *La arquitectura moderna. romanticismo y reintegración*. España: Editorial Reverte, 2015.
- ICOMOS. *Carta de Cracovia. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido* . Cracovia: ICOMOS, 2000.
- . *Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial*. Rusia: Asamblea Nacional del TICCIH, 2003.
- . *Documento de Madrid. Criterios de Conservación del Patrimonio Arquitectónico del siglo XX* . España : ICOMOS , 2011.
- INAH. *Manual de Procedimientos. Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles*. México: INAH, 1992.
- Industrial, Plan Nacional de Patrimonio. *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. España: Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2016.
- Izazola, Haydea. *Agua y sustentabilidad en la Ciudad de México Estudios Demográficos y Urbanos, núm. 47*. México: El Colegio de México, 2001.

- Jiménez Cisneros, Blanca, María Luisa Torregrosa y Armentia, y Luis Aboites Aguilar. *El agua en México: cauces y encauces*. México: AMC.UNAM.CNA, 2010.
- Jokilehto, J. *Valores patrimoniales y valoración por Jukka Jokilehto*. México: INAH, Año 2. 2020.
- Koyre, Alexandre. *Estudios de historia del pensamiento científico*. México: Siglo veintiuno editores, 1977.
- Lacroux, J., y C. Détain. *Lacroux, J; Détain, C* *Constructions en Briques. Librairie Générale de L'architecture et des Travaux Publics*. Paris: Ducher, 1878.
- l'assainissement, Seine (France). Service technique des eaux et de. *Notice sur le service des eaux et de l'assainissement de Paris*. France: C. Béranger, 1900.
- Layuno Rosas, Ángeles y Pérez Palomar, Vicente. *Patrimonio Industrial en las Periferias Urbanas*. España: UA. SPAAH, 2016.
- Leal, Castañeda, Falcón, Gutiérrez y Padilla. *El desarrollo de una cultura tecnológica, 1908-1935 Tres revistas de ingeniería de comienzos del siglo XX en México*. México: Seminario de Cultura tecnológica I. FESA.UNAM, 2021.
- Legorreta Gutiérrez, Jorge. *El agua y la ciudad de México: de Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI*. México: UAM-Azcapotzalco. DCSH, 2006.
- López Batiz, Oscar. «Comportamiento de edificaciones vitales.Sismos de 1957, 1979, 1985 y 2017.» *Revista Mexicana de la Construcción RMC* 637, 2019: 38-43.
- Marroquín y Rivera, Manuel. *Memoria Descriptiva de las Obras de Provisión de Aguas Potables para la Ciudad de México*. México: Müller Hnos. Indianilla, 1914.
- Martínez Delgado, Gerardo. «La ilusión de la ciudad total. Fotografía panorámica en México antes de 1910 e investigación en historia urbana.» *Revista de ciencias antropológicas* (Revista de ciencias antropológicas), 24(68).2017: 101-133. .
- Martínez Omaña, María Concepción. *La obra del ingeniero Manuel Marroquín y Rivera. Una revisión de sus aportes al abasto de agua urbana en las primeras décadas del siglo XX*. México: Congreso de la red de investigadores sociales de agua. Instituto Mora, 2012.
- Mesías González, Rosendo, y Alejandro y Delgadillo Polanco, Víctor. Coord. Suárez Pareyón. *Hábitat popular en los centros antiguos de Iberoamérica*. México: Concurso de la Red XIV.B - CYTED, 2006.
- México, Comisión sobre el Abastecimiento de Aguas de la Ciudad de. *Estudios sobre las proposiciones del Sr. Mackenzie*. México: CAACM, 1903.
- Monjo Carrió, Juan. Maldonado Ramos, Luis. *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas*. Madrid: E.T.S. Arquitectura (UPM), 2001.
- Muñoz Viñas, Salvador. *Teoría Contemporánea de la Restauración*. España: Editorial Síntesis, 2003.
- Noguera Giménez, Juan Francisco. «La conservación activa del patrimonio.» *Loggia: Arquitectura y restauración*.UPV, Nº 13. 2002: 10-31.
- Oles, James. *Arte y arquitectura en México*. México : Penguin Random House, 2015.
- Ortega González, Arturo. *Ortega González, Arturo. Evolución tecnológica del concreto y la arquitectura contemporánea*. México: IMCYC, 1999.
- Ortiz Macedo, Luis. *De arquitectura, restauración y otros temas. Principios fundamentales para la restauración de los monumentos históricos y artísticos*. México: Cuadernos del Seminario de Cultura Mexicana, 2015.
- Palomero González, José Antonio, Alvario Serra Patricia. «La Importancia del Higienismo y la potabilización del agua en la ciudad de Valencia (1860-1910).» *Investigaciones Geográficas (Esp)*, núm. 65.2016: 45-55.
- Pani, Alberto J. *Apuntes Autobiográficos. Vol. 1*. México: Librería Porrúa, 1950.
- Papworth, John B. *Rural Residences, Series of Designs for Cottages, Decorated Cottages, Small Villas and other Ornamental Buildings*. London: R. Ackermann, 1818.
- Paris, Exposition Universelle de 1900.Préfecture du Département de la Seine.Direction Administrative de la Voie Publique et des Eaux et Égouts. Notice sur le Service des Eaux et de L'Assainissement de. *Notice sur le Service des Eaux et de L'Assainissement de Paris*. Paris: Librairie Polytechnique, 1900.

- Peña Santana, Patricia, y Enzo Levi Lattes. *Historia de la hidráulica en México: abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el porfiriato*. México: IMTA.IIUNAM, 1989.
- Peñafiel, Antonio. *Memoria sobre las aguas potables de la capital de México*. México: Secretaria de Fomento, 1884.
- Peñuelas, Guerrero Gabriela. «Metodologías e intervenciones en la restauración. Breve revisión de los conceptos.» En *Estudios sobre conservación, restauración y museología. Volumen III*, de Yumari Coord. Pérez Ramos y Guadalupe de la torre Villalpando, 212-221. México: Publicaciones ENCRyM-INAH, 2016.
- Peralta Flores, Araceli. «El acueducto de Xochimilco.» *Boletín de Monumentos Históricos. INAH* (Boletín de monumentos históricos. INAH), Número 13. abril-junio 1991: 20-35.
- Picon, Guillaume. *Picon, Guillaume. Les Patrimoines De L'eau (French Edition)*. France: CHC. Patrimoine CMN (Éditions du), 2019.
- Prieto, Eduardo. «Reid, Herder y Fourier: tres pioneros del diseño ambiental.» *Revista Europea de Investigación en Arquitectura*, REIA No.14.2019: 208.
- Quintana Álvarez, Covadonga. «Apuntes para una estética de la arquitectura industrial del siglo XIX.» *Ábaco*, no. 8, 1996: 47-56.
- Ramírez González, Oswaldo. *Proceso de transformación de una empresa: la fábrica de Jasso (Cruz azul) y su inserción en la industria cementera, 1881-1914*. México: El Colegio Mexiquense A. C., 2016.
- Riegl, Alois. *El culto moderno a los monumentos*. España: Colección la Balsa de la Medusa, 1987.
- Ríos Garza, Carlos. *Agua potable para la ciudad de México Describen el acueducto, proyecto de D. Manuel Marroquín para aprovechar las aguas de los manantiales de Xochimilco*. México: EL ARTE Y LA CIENCIA 93 VOLUMEN VII. colección Raíces Dig, 1905.
- Rivera Gámez, David. *La otra arquitectura moderna. Expresionistas, metafísicos y clasicistas, 1910-1950. estudios universitarios de arquitectura 29*. España: Editorial Reverte, 2017.
- Rogers, William. *Pumps and Hydraulics*. New York: Theo. Audel & Co, 1905.
- Romero Lankao, Patricia. *Agua en la ciudad de México durante el porfiriato ¿una realidad superada?* México: UAM Xochimilco., 1999
- Rowe, Colin. *Manierismo y arquitectura moderna*. España: Gustavo Gili, 1999.
- Rowe, Colin y Koetter, Fred. *Ciudad Collage*. España: Gustavo Gili, 1981.
- Ruskin, J. *Las siete lámparas de la arquitectura*. España: Alta fulla editorial, 2010.
- Saenz, Aaron. *Informe presidencia y memoria del departamento el distrito federal que rinde el C. Jefe del mismo. Lic. Aaron Saenz. Por el periodo administrativo comprendido entre el 1 de julio de 1932 y el 30 de junio de 1933*. México: DDF, 1933.
- Salazar González, Guadalupe. *Espacios para la producción. Obispado de Michoacán*. México: UASP. UMSNH, 2006.
- Sánchez Ruiz, Gerardo. *Precursores del urbanismo en México*. México: Trillas, 2013.
- . *Planeación moderna de ciudades*. México: Trillas, 2009.
- Schuyler, James. «The new water-works and reinforced concrete conduit of the city of Mexico.» *Engineering News a Journal of Civil, Mechanical, Mining and Electrical Engineering. Vol 55* (Schuyler James. The new water-works and reinforced concrete conduit of the city of Mexico. Engineering News a Journal of Civil, Mechanical, Mining and Electrical Engineering 1906-04-19: Vol 55. New York, April 19 1904. Pp 435-439), 1906: 435-439.
- Silva Contreras, Mónica. *Concreto armado, modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914*. México: UI. BFJC, 2016.
- Silva Troop, D. J. *El valor ante el rescate de un inmueble*. México : Posgrado Facultad de Arquitectura. UNAM. , 2011.
- Simonnet, Cyrille. *Hormigón historia de un material. Economía, técnica, arquitectura*. España: Nerea, 2009.
- Sustainability 2018, 10(4), 1225. Sustainable Engineering and Science. Special Issue Sustainable CCEjuela, Negro, Esteban, López y Ortega. «From Julius Caesar to Sustainable Composite Materials: A Passage.» *Sustainability*, 2018: 1-24.
- Tello Fernández, María Isabel. *Entre signo y símbolo: una diferencia que afecta la axiología del patrimonio cultural inmueble*. México: Editorial restaura, 2017.

- Tenorio Trillo, Mauricio, trad. de Noriega Rivero, Gerardo, y Juan Tovar. *Hablo de la ciudad. Los principios del siglo XX desde la Ciudad de México*. México: FCE, 2017.
- Terán Bonilla, José Antonio. «Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica.» *Conserva No 8*, 2004: 101-122.
- Terrones López, María Eugenia (coord.). *A la orilla del agua. Política, urbanización y medio ambiente. Historia de Xochimilco en el siglo XX*. México: GDF.DX.IM, 2004.
- Tomlinson, M. J. *Cimentaciones: diseño y construcción*. México: Editorial Trillas, 1996.
- Torres Bernardino, Lorena. *Sistema Lerma: una visión política en la gestión pública del agua, ¿solución Estatal o Federal?* México: IAPEM, 2014.
- Torres Cueco, Jorge. *Le Corbusier: Visiones de la técnica en cinco tiempos*. España: Fund. Caja De Arquitectos, 2004.
- Turismo, Dirección de. *Guía Turística Xochimilco*. México: DT, 2009.
- Tyler G. Hicks, BME. *Pump selection and application*. USA: Graw Hill, 1957.
- Utrilla Hernández, Alejandra. *Arquitectura religiosa del siglo XIX. Catálogo de Planos del Acervo de la Academia de San Carlos. No 1. Serie de investigaciones sobre el acervo patrimonial*. México: ENAP. UNAM, 2004.
- Valencia Islas, Arturo. *Historia de una industria oligopólica. La industria del cemento en México 1905-1940*. México: Tesis licenciatura en economía. UNAM, 1990.
- Valenzuela Aguilera, Alfonso. *Urbanistas visionarios. La planeación de la Ciudad de México en la primera mitad del siglo XX*. México: Porrúa/ UAEM, 2014.
- Valle Gómez de Terreros Guardiola, María, y (ed. lit.) Pérez-Prat Durbán. *Las Ruinas: concepto, tratamiento y conservación*. España: Universidad de Huelva, 2018.
- Van Zanten, David. «El sistema Beaux Arts.» *Design, Vol. 48, N° 11-12*, 1978: 21-38.
- Vargas Salguero, Ramon. *Historia de la teoría de la arquitectura: el porfiriismo*. México : UAM.XOCHIMILCO, 1989.
- . *Pabellones y Museos de Pedro Ramírez Vázquez*. México: Noriega editores, 1995.
- Villanueva, Placido. *Xochimilco, una ciudad típica del Mexico de Ayer y hoy*. México: Cihuacoatl, 1974.
- Viollet-le-Duc, Eugène-Emmanue. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle Tomo VIII*. . Francia: A. Morel, 1875.
- Vitz, Matthew Vitz. *A City on a Lake: Urban Political Ecology and the Growth of Mexico City*. USA: Duke University Press, 2018.
- Yepes, V., Martí, J.V. *Máquinas, cables y grúas empleados en la construcción*. España: UPV., 2017.
- Zeni Perdoni, Edgardo. *Manual de hidráulica aplicada*. España: Fundación Juanelo Turriano. A. Romo editor, 1914.

Anexos

Figuras Capítulo 1

- Fig. 1. l'assainissement, Seine (France). Service technique des eaux et de. Notice sur le service des eaux et de l'assainissement de Paris. (France: C. Béranger, 1900), 42. Plan des colecteurs 1878. El plano desarrolla los suministradores principales de la ciudad de Paris de 1878 4
- Fig. 2. Belgrand, M. Les Travaux Souterrains de Paris. IV. Les Eaux Nouvelles. Atlas. (Paris: Libraire des Corps des Ponts et Chaussées, 1882), 29. Travaux d'art dans la région des sources. diverses secciones de tubería en fuentes colectivas. 4
- Fig. 3. Belgrand, M. Les Travaux Souterrains de Paris. IV. Les Eaux Nouvelles. Atlas. (Paris: Libraire des Corps des Ponts et Chaussées., 1882), pl 18. Usine Hydraulique d'isles les meldeuses. Seine et Marne.Coupe transversale, Sección transversal. Conector entre las estaciones de bombeo Sena y Marne. 5
- Fig. 4. Belgrand, M. Les Travaux Souterrains de Paris. IV. Les Eaux Nouvelles. Atlas. (Paris: Libraire des Corps des Ponts et Chaussées., 1882), pl 18. Usine Hydraulique d'isles les meldeuses. Seine et Marne.Coupe transversale, Sección longitudinal. Conector entre las estaciones de bombeo Sena y Marne. 5
- Fig. 5. Hamel, Edmond. El Paseo de la Reforma. Ca 1915. El porfiriato representó un periodo que permitió avances técnicos y tecnológicos en las transformaciones urbanas en la Ciudad de México. Gregory Leroy C.P. Imagen descargada de <https://earlylatinamerica.wordpress.com> 6
- Fig. 6. Casasola. Inauguración del Gran canal de desagüe del Valle de México. Ca. 1900. Cat. 287348.DSNF. FN. INAH. Esta obra resolvió el problema de las inundaciones con la eliminación de las aguas residuales que amenazaban la salud pública. Su construcción vinculó la formalidad estilística con la funcionalidad de infraestructura urbana. 11
- Fig. 7. Fotógrafo no identificado. Inauguración del Edificio de Bombas Potables durante los Festejos del Centenario, vista general. 1910-09-20. Cat. 287348. DSNF. FN. INAH. SINAFO. Se observó el predominio formal academicista en inmuebles monumentales de equipamiento urbano. 11
- Fig. 8. Peñafiel, Antonio. Escala de las materias orgánicas de las aguas salubres en la Ciudad de México. 1884. Lamina auxiliar 6 y 7. Este estudio aportó la visión científica del agua y constituyó el punto de partida de la investigación del Ing. M. Marroquín y Rivera. con este tipo de exploraciones se evidenció que los profesionales de la ciencia mexicana fueron los agentes encargados de emprender y difundir la higiene y la sanidad. 14
- Fig. 9. Quijano. L. M. Plano que muestra algunos de los manantiales en la falda del Ajusco. Siglo XX. CATG. CGF.VM.M21. V3.0146. En la Ciudad de México durante el siglo XIX se buscó solucionar el abastecimiento de agua a partir del aprovechamiento de la abundancia lacustre del sur de la cuenca de México. 14
- Fig. 10. Marroquín y Rivera, M. Plano topográfico que muestra los principales manantiales del lago de Xochimilco.1902. PACM. Plano del AHCDMX. La calidad del agua brotante de los ojos de agua en los lagos de Xochimilco y Chalco se consideró higiénica para el consumo humano. Esta disposición natural representó una posibilidad de dotación de agua. 17
- Fig. 11. Marroquín y Rivera, M. y Daza, Carlos. Proyecto de abastecimiento de aguas con el acueducto de Xochimilco.1901. CGF.DF.M6. V5.0364-2.2. MMO y B. Proyecto que muestra la extensión territorial entre las nuevas fuentes de abastecimiento y la Ciudad de México. 17
- Fig. 12. Marroquín y Rivera, Manuel. Cámara de Válvulas y Distribución.1914. Su función reguló la introducción de las aguas de Xochimilco y la descarga de las aguas de los depósitos generales. Su construcción integral fue tanto estructural como de recubrimiento de concreto aparente. 20
- Fig. 13. Marroquín y Rivera, Manuel. Depósitos Reguladores en Chapultepec. 1914. Sirvieron como almacenamiento temporal del recurso sobrante, se encontraron en la parte más alta de la Ciudad de México. en su construcción se observó la maleabilidad del concreto aparente, por lo que facilitó el desarrollo del estilo ecléctico imperante. 20
- Fig. 14. Marroquín y Rivera, Manuel. Proyecto de Distribución de aguas de la Ciudad de México .1912. AHCDMX. El gran desafío fue evitar la destrucción de las labores anteriores de saneamiento. 21
- Fig. 15. Fotógrafo no identificado. Inauguración del edificio de bombas de agua potable, vista parcial. 1910-09-26. DSNF. Mediateca.INAH.cat. 353116.Se desarrollaron servicios adicionales que presentaron las vías del tren. 25
- Fig. 16. Fotógrafo no identificado. Gente al exterior de edificio de bombas de agua. DSNF. Mediateca.INAH.cat. 353113.Mexico.1910-09-26. Se requirieron servicios urbanos complementarios como la instalación de energía eléctrica para el funcionamiento de las estaciones de bombeo. 25
- Fig. 17. Fitzgerald, Desmond. History of the Boston water works, from 1868 to 1876. (Boston: Rockwell & Churchill. 1876), 139. Sections of the Sudbury river Conduit 1876. La imagen muestra las secciones utilizadas a lo largo del conducto del río Sudbury. 27
- Fig. 18. Fitzgerald, Desmond. History of the Boston water works, from 1868 to 1876. (Boston: Rockwell & Churchill. 1876), 190. Intermediate Gate House of Chesnut Hill Reservoir 1876. Los planos refieren a la compuerta intermedia de la reserva Chesnut Hill. 27
- Fig. 19. New York. Water Commissioners. Catskill water supply: a general description and brief history. (USA: New York City Board of Water Supply, 1917), 20. Standard types of conduits used in the Catskill aqueduct. Tipos estándar de conductos utilizados en el acueducto de Catskill de las obras del aprovisionamiento de Nueva York. (Además de lo anterior, se utilizaron tubos de acero remachados y con junta de barra de bloque y tubos de hierro fundido de campana y espiga de perfiles tradicionales). 28

- Fig. 20. Catskill Aqueduct Headworks. Lower Special aqueduct showing connection to Lower gate-chamber at left and Waste channel at right. Overflow weir in center. Contract 10. 1913. Acueducto especial inferior que muestra la conexión con la cámara de entrada inferior a la izquierda y el canal de desechos a la derecha de las obras del aprovisionamiento de Nueva York. Vertedero de descargas central 29
- Fig. 21. The New York Public Library Digital Collections. Turntable with blow collapsible form. 29
- Fig. 22. New York. Water Commissioners. Catskill water supply: a general description and brief history. (USA: New York City Board of Water Supply, 1917), 39. The two chambers of Indian Brook steel-pipe siphon and adjoining cut-and-cover aqueduct in the Highlands of the Hudson River north of Garrison. Las dos cámaras del sifón de tubería de acero de Indian Brook y el acueducto contiguo de corte y cubierta en las tierras altas del río Hudson al norte de Garrison. 30

Capítulo 2

- Fig. 1. Papworth John B. Rural Residences, Series of Designs for Cottages, Decorated Cottages, Small Villas and other Ornamental Buildings; Accompanied by Hints on Situation, Construction, Arrangement and Decoration, in the Theory & Practice of Rural Architecture; Interspersed with Some Observations on Landscape Gardening. (London: R. Ackermann 1876), 22, 38. Plate 5 & Plate 9. Ejemplo de libros catálogos de casas tipo cottage que presentaban soluciones espaciales con los elementos estilísticos del romanticismo europeo. 39
- Fig. 2. Lacroux, J., y C. Détaïn. Lacroux, J; Détaïn, Constructions en Briques. Librairie Générale de L'architecture et des Travaux Publics. (Paris: Ducher, 1878), Plate 57. La arquitectura neogótica en México tuvo diversas influencias internacionales, sumada la reinterpretación personal que el proyectista adoptaba. 39
- Fig. 3. Marroquín y Rivera, Manuel Plano general de la Casa de Bombas no. 2 la Noria. 1914. el emplazamiento original mostró la conexión con el ducto principal, integró a la topografía con el direccionamiento del sistema en general. 42
- Fig. 4. Marroquín y Rivera, Manuel. Plano general de la Casa de Bombas no. 4 santa Cruz. 1914. La inmediatez con las fuentes de abastecimiento mostró el dominio técnico del sistema de aprovisionamiento hídrico. 42
- Fig. 5. Marroquín y Rivera, Manuel. Vertedor del acueducto. 1914. El inmueble conectó y reguló la salida del agua entre el aprovisionamiento general y cada Casa de Bombas. 44
- Fig. 6. Marroquín y Rivera, Manuel. Cámaras de captación y bombas.1914. El cajón de cimentación fue un recurso de cimentación semi profunda usada cuando los suelos de denominaban blandos o de influencia hídrica que no soportaban una cimentación superficial. 48
- Fig. 7. Euroza, Rocio. Ubicación y cercanía entre el Subsistema de Casas de Bombas de Xochimilco de principios de siglo XX y las poblaciones locales. Abril de 2021. Se observó una división estilística entre la arquitectura vernácula tradicional con la arquitectura culta ecléctica desarrollada a lo largo de la extensión de las Casas de Bomba. 49
- Fig. 8. Marroquín y Rivera, Manuel. Fachadas sur y oriente de la Casa de Bombas no. 2 la Noria. 1914. Sobresale el eclecticismo formal con el dominio monumental del inmueble. 50
- Fig. 9. Euroza, Rocio. Funcionamiento general de la Casa de Bombas no. 2 la Noria. Febrero de 2021. Plano general. Se presentó la correspondencia formal entre las fachadas y las plantas arquitectónicas. 50
- Fig. 10. Euroza, Rocio. Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 2 la Noria. Febrero de 2021. Plano general. Dominó la proporcionalidad entre el carácter del inmueble con el aspecto formal y estético de las fachadas, además caracterizó la monumentalidad. 51
- Fig. 11. Marroquín y Rivera, Manuel. Planta de bombas núm. 4 en santa Cruz. 1914. La cercanía con el ambiente hídrico permitió el juego formal de la fachada. 52
- Fig. 12. Euroza, Rocio. Funcionamiento general de Casa de Bombas no. 4 santa Cruz. Febrero de 2021. Plano general. Sobresalió la franqueza funcional tanto en plantas con en alzados. 52
- Fig. 13. Euroza, Rocio. Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 4. santa Cruz. Febrero 2021. A pesar de dominar el funcionamiento, la tipología formal acumulada entre las Casas de Bomba, también se observó la singularidad entre estas. 53
- Fig. 14. Marroquín y Rivera, Manuel. Edificio de la planta de bombas núm. 5 en san Luis. 1914. Se observó que según las características halladas en los manantiales brotantes, estas definían las soluciones constructivas singulares. 54
- Fig. 15. Euroza, Rocio. Funcionamiento general y cortes de Casa de Bombas no. 5 san Luis. Febrero de 2021. Plano general. El funcionamiento determinó las soluciones formales de la estación de bombeo. 54
- Fig. 16. Euroza, Rocio. Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 5 san Luis. Febrero de 2021. Plano general. A pesar de hallarse una tipología funcional y formal, también se hallaron particularidades que enriquecieron dichas soluciones constructivas. 55
- Fig. 17. Marroquín y Rivera, Manuel. Planta de Bombas núm. I, en la Condesa. 1914. Sobresalió la particularidad de este inmueble, que recibió las aguas del aprovisionamiento y las direccionó a la sección de almacenamiento general en Chapultepec. 56
- Fig. 18. Euroza, Rocio. Fachadas generales de la Casa de Bombas no. 1 la Condesa. Febrero 2021. Sobresalió la monumentalidad característica del eclecticismo en la composición formal de las fachadas exteriores. 56
- Fig. 19. Fotografía no identificada. Personas trabajan en la construcción de una tubería de agua. 1909-01-25. DSNF. Mediateca. INAH. CAT. 653225. Los procesos constructivos derivados del concreto armado requirieron de cimbras, armado de metal desplegado, revoladora de concreto, así como el tranvía auxiliar de la revoladora del concreto, entre otros elementos. 58
- Fig. 20. Casasola. Mezcladora de cemento en las obras del acueducto de Xochimilco a México. CA 1909. DSNF. Mediateca. INAH.cat. 543522. Los procesos constructivos derivados del concreto armado requirieron de operarios especializados. Imagen descargada de http://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia:420518 58
- Fig. 21. Casasola. Tubería de concreto para el sistema de agua potable de Xochimilco al Distrito Federal, durante su construcción. Ca. 1910. DSNF. Mediateca. INAH.cat. 503677. El recubrimiento superficial de los sistemas constructivos caracterizó diversas secciones del ducto a pie de monte. 58

- Fig. 22. Casasola Tramo del acueducto de agua potable México Xochimilco, km 20. 1928-07-28. DSNF. Mediateca.INAH.cat. 4597. Se requirió profundidad y preparación del terreno inmediato a las cepas del ducto general, cuya característica dominante fue el despliegue monolítico de concreto armado. Imagen descargada de <http://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia:9667> 59
- Fig. 23. Casasola. Respiraderos del acueducto Xochimilco, que conduce agua potable a la Ciudad de México. Ca. 1935. DSNF. Mediateca.INAH.cat. 90885. SINAFO. Se observó la necesidad de instalaciones secundarias como el cableado eléctrico paralelo a la conducción general. 59
- Fig. 24. Schuyler, James. Section of reinforced concrete aqueduct for the city of México. 1904. Diseño de la sección ovooidal de concreto armado con su respectiva base. 59
- Fig. 25. Marroquín y Rivera, Manuel. Sección transversal del ducto de ventilación. 1914. El dominio de entrada, salida y desvío del recurso hídrico en puntos estratégicos permitió el mantenimiento de la sección sin perder funcionamiento general. 60
- Fig. 26. Casasola. Trabajador revisa fuga en el acueducto de agua potable México Xochimilco. Ca. 1928. Cat. 4595. DSNF. FN. INAH. Debido a la ubicación en zona sísmica comenzaron a fallar los elementos monolíticos de concreto. Imagen descargada de <http://mediateca.inah.gob.mx/islandora/object/fotografia:9665> 64
- Fig. 27. Casasola. Trabajadores reparan fuga de agua del acueducto México- Xochimilco. 1933-09-20. Cat. 4590. DSNF. FN. INAH. La problemática de comportamiento del material monolítico aunado a la sobreexplotación del agua, fueron las causas del fracaso del sistema de conducción general. 64
- Fig. 28. Sáenz, Aaron. Acueducto de Xochimilco. Grietas en el km 1666. Se registraron fallas constantes a partir de 1933. 64
- Fig. 29. Euroza, Rocio. Comparativa histórica entre los sistemas de aprovisionamiento de agua. Febrero de 2021. Plano desarrollado a partir del libro Problemas de la urbanización en el valle de México, 1810-1910 y la superposición de Google Maps 2021, en la búsqueda de la correspondencia actual del sistema histórico de aprovisionamiento. 65
- Fig. 30. Euroza, Rocio. Crecimiento de la mancha urbana que no solo sobrepasa los límites urbanos establecidos por el Subsistema de Casas de Bomba de Xochimilco de principios de siglo XX. Febrero de 2021. En la actualidad, los inmuebles históricos a pesar de considerarse hito se han perdido en la mancha urbana. 66
- Fig. 31. Euroza, Rocio. Comparativo temporal entre la Casa de Bombas no 1 la Condesa y la fachada vestibular de la Casa de Cultura Tlalpan. Abril de 2021. En la contextualización urbana inmediata se observó que la arquitectura histórica ecléctica no se relacionó con su contexto, esta característica ha convertido nuevamente al edificio en hito. 67
- Fig. 32. Euroza, Rocio. Centro Cultural Carlos Pellicer. Abril de 2021. Este inmueble correspondió a la transformación de equipamiento cultural, se observó el anexo, las diferenciación estilística entre el nuevo elemento con la parte histórica. 70
- Fig. 33. Euroza, Rocio. Caseta de la Casa de Bombas. Abril de 2021. Este inmueble auxiliar conocido como Vertedor de Descargas de la Casa de Bombas no. 2 la Noria, presenta mantenimiento, pero no caracteriza uso actual. 70
- Fig. 34. Euroza, Rocio. Museo Arqueológico de Xochimilco. Febrero de 2021. Este inmueble correspondió a la transformación de equipamiento cultural, en la fachada exterior se observa la fachada contemporánea. 70
- Fig. 35. Euroza, Rocio. Caseta de la Casa de Bombas. Abril de 2021. Este fue el inmueble auxiliar del Vertedor de Descargas de la Casa de Bombas no. 4 santa Cruz, en la actualidad se encuentra en custodia vecinal, pero carece de uso. 71
- Fig. 36. Euroza, Rocio. Casa de Bombas no 5 san Luis. Enero de 2022. Este inmueble sufrió una intervención patrimonial en la fecha de agosto de 2021. 73
- Fig. 37. Euroza, Rocio. Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl. Febrero de 2021. Esta fachada es la correspondiente a la Casa de Bombas no. 5 san Luis. 73
- Fig. 38. Euroza, Rocio. Caseta de la Casa de Bombas. Enero de 2022. Este fue el inmueble auxiliar del Vertedor de Descargas de la Casa de Bombas no. 5 san Luis, se encuentra dentro del predio de SACMEX y no tiene uso actual. 73

Capítulo 3

- Fig. 1. Marroquín y Rivera, Manuel. Manantial de Nativitas.1914. La ubicación del manantial respecto al lago de Xochimilco y sus afluentes inmediatos, permitieron observar el nivel del manto freático inmediato. 83
- Fig. 2. Marroquín y Rivera, Manuel.1914. Plano de los manantiales de Xaltocan, Quetzalapa y Nativitas. El paisaje y los inmuebles posteriores constituyeron el emplazamiento aislado de la Casa de Bombas no3. Nativitas. 83
- Fig. 3. Marroquín y Rivera, Manuel. Vista de un vertedor.1914. Este inmueble fue el control auxiliar entre la estación de bombeo y el ducto general. 84
- Fig. 4. Marroquín y Rivera, Manuel. Casa de concreto para el mecánico de Nativitas. 1914. La casa del maquinista fue un inmueble completamente funcionalista, no escondió su simplificación estilística y partió de elementos estructurales de marco de concreto armado. 84
- Fig. 5. Euroza, Rocio. Emplazamiento histórico de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas. Febrero de 2021. Se observan las ciénegas aprovechadas como espacios de recuperación hídrica y como desplante de las posteriores estaciones forestales, también de recuperación pluvial. 86
- Fig. 6. Miret. México, Xochimilco-provisión de aguas, Casa de máquinas. Circa 1920. Fachada norte de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Imagen descargada de <https://www.mexicoenfotos.com/antiguas/distrito-federal/ciudad-de-mexico/casa-de-maquinas-del-departamento-de-provision-de-MX14524675810061> 87
- Fig. 7. Fotógrafo no identificado. Xochimilco la planta de agua. Circa 1920. Fachada principal oriente y fachada sur de la Casa de Bombas no 3 Nativitas, en esta se implementó la instalación eléctrica para el funcionamiento de la maquinaria de extracción y conducción. 87
- Fig. 8. Euroza, Rocio. Planta sótano de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas. Febrero de 2021. El funcionamiento general de estación de bombeo partió de la extracción y conducción del agua mediante el brocal. 88

Fig. 9. Marroquín y Rivera, Manuel. Plano del proyecto de Papelote. Ca. 1910. CAT. 503643. DSNF. FN. INAH. El principio de la bomba centrífuga trabaja de manera que cuando un cuerpo extraño como una piedra gira alrededor de dicho centro, tiende a retroceder con una fuerza proporcional a su velocidad por lo que impulsa el líquido mas no los objetos sólidos.	88
Fig. 10. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. Interior de la Planta de Bombas no. 3. en Nativitas. El área eléctrica permitió el funcionamiento de la maquinaria, así como el brocal en primer plano.	89
Fig. 11. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. Interior de la Planta de Bombas no. 3. en Nativitas. La espacialidad resultante de área de trabajo con los accesos hacia el área de sótano integró el funcionamiento general de la estación de bombeo.	89
Fig. 12. Euroza, Rocio. Planta baja de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas. Febrero de 2021. El funcionamiento partió de la maquinaria de estación de bombeo y de los registros de acceso hacia el brocal.	90
Fig. 13. Euroza, Rocio. Tres tipos de corte por fachada. Febrero de 2021. El muro de escurrimiento perimetral llevó el canal recolector de las aguas pluviales, se compuso de: muro fabrica exterior; muro estructural y muro acabado interior. En la fábrica, el monumento retomó la composición estética estilística ecléctica. El seccionamiento señalado permitió la seriación y la composición constructiva de los elementos.	91
Fig. 14 y Fig. 15. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. Armaduras metálicas para reforzar los aleros del	93
Fig. 16 y Fig. 17. Marroquín y Rivera, Manuel. Ubicación y desplante de brocal. Vista del pozo ya concluido. 1914. El ambiente acuático dominante permitió desarrollar procesos constructivos derivados y el uso de maquinaria auxiliar como las grúas guía.	93
Fig. 18. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. El pozo de captación de Nativitas en construcción. El brocal octagonal permitió delimitar el dominio higiénico del manantial brotante.	94
Fig. 19. Marroquín y Rivera, Manuel. 1914. Vista del pozo ya concluido. La geometría octagonal del brocal se extendió en la cimentación perimetral de la estación de bombeo.	94
Fig. 20. Euroza, Rocio. Corte longitudinal de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas. Febrero de 2021. El funcionamiento partió del alojamiento de la maquinaria de estación de bombeo y de los registros de acceso hacia el brocal.	95
Fig. 21. Euroza, Rocio. Vista interior norte de la Casa de Bombas no 3 Nativitas, modelado 3d. Febrero de 2020. Las armaduras tipo Ardant conformaron los marcos rígidos de acero revestido en concreto.	96
Fig. 22. Euroza, Rocio. Vista interior sur de la Casa de Bombas no 3 Nativitas, modelado 3d. Febrero de 2020. Se observaron las armaduras que conformaron los marcos rígidos de acero revestido en concreto.	96
Fig. 23. Euroza, Rocio. Cortes transversales hipotéticos norte y sur de la Casa de Bombas no. 3. Nativitas. Febrero de 2021. Se observó el funcionamiento a partir de la maquinaria de estación de bombeo y de los registros de acceso hacia el brocal.	97
Fig. 24. Euroza, Rocio. Fachada principal oriente y fachada principal poniente de la Casa de Bombas no 3 Nativitas. Febrero de 2021. Dentro de las fachadas principales se observó la interpretación del estilo neorrománico y neogótico.	98
Fig. 25. Euroza, Rocio. Fachada principal oriente y fachada principal poniente de la Casa de Bombas no 3 Nativitas. Febrero de 2021. Los muros piñones y los muros de goteo delimitaron la volumetría monumental dominante.	99
Fig. 26. Euroza, Rocio. Los dos tipos de ventana usados en las fachadas del inmueble histórico. Febrero de 2020. La carpintería de las ventanas del edificio se trabajó en madera de caoba; sus decoraciones, incrustaciones y moldurajes fueron sencillos al exterior y al interior desarrollaron moldurajes más complejos, en parte para lograr la transición de escalas de los elementos arquitectónicos interiores.	100
Fig. 27. Euroza, Rocio. Puerta principal tipo del inmueble histórico. Febrero de 2021. El diseño de la puerta principal tanto al interior como al exterior se encontró acompañada del vano terciario considerado como óculo, de forma que integró vanos y organizó un diseño integral.	101
Fig. 28. Euroza, Rocio. El emplazamiento inmediato del inmueble histórico. Febrero de 2021. Las literales se consideran las avenidas:	103
Fig. 29. Euroza, Rocio. Elementos decorativos dentro del Bosque de Nativitas. Agosto de 2021. Es un bosque con regular mantenimiento, sus instalaciones son buenas y suficientes.	105
Fig. 30. Euroza, Rocio. Parque Ojo de Agua Zacapa. Agosto de 2021. En la actualidad se encuentra delimitada por cerca de malla ciclónica, sumada la delimitación original de muretes, no tiene acceso desde el exterior y se encuentra en regular estado. No posee mobiliario urbano de apoyo, iluminación nocturna.	105
Fig. 31. Euroza, Rocio. Ubicación del pueblo originario Nativitas de la alcaldía de Xochimilco. Febrero de 2021. Este análisis tipológico urbano radicó en la búsqueda de las tipologías formales de centro de barrio, pretendiendo encontrar arquitectura vernácula y/o tradicionales, sin embargo, estas no se hallaron.	107
Fig. 32. Euroza, Rocio. Tipología entre el centro de barrio Nativitas Xochimilco. Agosto de 2021. Las literales corresponden a las calles delimitantes del centro histórico A y B corresponden a la calle 10 de mayo; C y D calle Emiliano Zapata; E pertenece a la calle Vicente Guerrero.	108
Fig. 33. Euroza, Rocio. Embarcadero Nativitas Zacapa. Agosto de 2021. En la actualidad se encuentra en proceso de reestructuración debido a los daños del sismo 2017.	111
Fig. 34. Euroza, Rocio El restaurante Los Manantiales. Agosto de 2021. En la actualidad se encuentra cerrado, y en proceso de reestructuración para su posterior restauración y rehabilitación.	111
Fig. 35. Euroza, Rocio. Estado actual de la Fachada Ppal. Poniente y Fachada Posterior Sur del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Octubre de 2021. Estas fachadas corresponden al interior del predio.	112
Fig. 36. Euroza, Rocio. Estado actual de la Fachada Exterior Oriente del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Octubre de 2021. Estas corresponden a la fachada principal de acceso al inmueble.	112
Fig. 37. Euroza, Rocio. Estado actual del predio del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Octubre de 2021. Se observa el jardín que incluye elementos como patio, escalera, sección del vertedero en demasías y área ajardinada.	113
Fig. 38. Euroza, Rocio. Estado actual del Interior del inmueble vertedor de descargas de la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Octubre de 2021. Se observa el ducto ovoidal de recolección general y el control de seguridad que representó.	113
Fig. 39. Euroza, Rocio. Estado actual de la tubería de conexión entre el inmueble vertedor de descargas con la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Octubre de 2021. Se observa el ducto ovoidal de recolección general y el control de seguridad que representó.	114

- Fig. 40. Euroza, Rocio. La chimenea de ventilación oriente cercana a la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Agosto de 2021. Esta se encuentra en la avenida Francisco I. Madero. 115
- Fig. 41. Euroza, Rocio. La chimenea de ventilación poniente cercana a la Casa de Bombas no. 3 Nativitas. Agosto de 2021. Esta se encuentra en la avenida camino antiguo a san Lucas. 115
- Fig. 42. Euroza, Rocio. Fachada principal aislada de la Biblioteca José Revueltas. Febrero de 2020. Inmueble con acceso directo a la calle, muestra la situación de abandono y de trabajos de intervenciones inconclusas. 118
- Fig. 43. Euroza, Rocio. Reporte fotográfico sobre la fachada principal oriente que une a la carretera vieja Xochimilco Tulyehualco y la nueva carretera Xochimilco Tulyehualco. Febrero de 2021. Este análisis surgió para analizar la integración natural de la Casa de Bombas en esos trayectos. Una de las razones fue revisar la influencia y apropiación del espacio como medio de preservación futura. 119
- Fig. 44. Euroza, Rocio. Fachada principal oriente que une a la carretera vieja Xochimilco Tulyehualco y la nueva carretera Xochimilco Tulyehualco. Febrero de 2021. Se observa el área verde dominante, el predio aislado y muestra al inmueble tipo hito. Así mismo se analizaron las relaciones directas entre el peatón residente, entre el peatón visitante, la vista desde las calles principales y su entorno visual inmediato. 119
- Fig. 45. Euroza, Rocio. Corte longitudinal poniente y oriente. Febrero de 2021. Se consideró que la función de los manantiales brotantes como proveedores de agua a la Ciudad de México determinó su propio desecamiento. El cambio de ésta por agua tratada y la sobreexplotación del acuífero, propició un descenso en el nivel de las aguas del lago, así como el hundimiento gradual del suelo. 121
- Fig. 46. Euroza, Rocio. Corte transversal norte y sur. Febrero de 2021. Se observaron las diversas capas de intervenciones posteriores a la rehabilitación patrimonial, en estas se observa la pérdida de memoria histórica. 122
- Fig. 47. Euroza, Rocio. Plano general de integración local. Febrero de 2021. Incluye una trayectoria peatonal, ciclista y como remate de ruta entre los inmuebles históricos: Casa de Bombas no. 3 Nativitas, restaurante los Manantiales, embarcadero Nativitas Zacapa, Bosque de Nativitas y pueblo de Nativitas. Las literales se consideran las avenidas: A Antigua carretera Xochimilco-Tulyehualco, B carretera nueva Xochimilco-Tulyehualco, C calle Zacapa, D cerrada de los patos y E san Juan Manantiales. Por su parte los números corresponden a 01 Bosque de Nativitas, 02 embarcadero nuevo Nativitas Zacapa, 03 restaurante los Manantiales, 04 Parque Ojo de Agua Zacapa, 05 Casa de Bombas no. 3 Nativitas, 06 instalaciones de SACMEX, 07 oficinas SACMEX, 08 área de recuperación lluvia SACMEX, 09 acueducto dirección la Noria, 10 acueducto dirección santa Cruz, 11 vertedero de descargas. 124