

# La construcción de norias conventuales en Yucatán, 1546-1612

En este trabajo se describen de manera general las características principales de los componentes del sistema hidráulico existente en el Yucatán virreinal. Algunos de ellos provenían de la herencia cultural maya, como fueron los elementos naturales de almacenamiento de agua (sartenjas, aguadas y cenotes) y otros artificiales (pozos y chultunes). Durante la época virreinal se privilegió la utilización de pozos y norias que garantizaban el suministro y almacenamiento continuo de agua para las poblaciones y los conjuntos conventuales. Las norias significaron la implantación de la tecnología hidráulica hispana en la península, aparejada a la tecnología constructiva hispana que caracterizaron a las edificaciones religiosas, entre otros géneros arquitectónicos. En particular se describen las características arquitectónicas y constructivas de las norias de ocho conjuntos conventuales y una de un poblado, y se hace énfasis en su estado actual de conservación. *Palabras clave:* arquitectura hidráulica, norias, conventos, sistema hidráulico, agua.

This paper describes the main features of the components of the hydraulic system in colonial Yucatan. Some of them came from the Maya cultural heritage as natural elements of water storage (large potholes in hillside ledges, depressions, and cenotes) along with other artificial methods (wells and chultuns). During the colonial period wells and water wheels that guaranteed supply and continuous storage of water for the people and convent complexes were preferred. Water wheels meant the implementation of Spanish hydraulic technology in the peninsula along with their own building technology that characterized religious buildings among other architectural genres. More specifically, distinctive architectural and constructive characteristics of the water wheels from eight convents and a village are described, and emphasis is placed in their current condition.

*Keywords:* hydraulic architecture, waterwheels, convents, hydraulic system, water.

50 | **L**a principal fuente de abastecimiento de agua en los conjuntos conventuales edificados en la península de Yucatán fueron las norias de tiro. Este sistema hidráulico de elevación y almacenamiento de fuerte raigambre hispano fue la solución más efectiva para la supervivencia de los habitantes de los poblados y de los frailes de los conventos. Las norias estuvieron asociadas a cenotes y pozos de donde se extraía el agua para el consumo humano, animal y de riego. El objetivo del trabajo es presentar la tipología arquitectónica y constructiva de las norias sobrevivientes en ex conventos franciscanos edificados, entre 1546 y 1612, en los poblados de Conkal, Mocoehá, Tekantó, Homún, Teabo, Mama, Maní, Oxkutzcab y Sisal, municipio de Valladolid del actual estado de Yucatán. Se describen generalidades del tipo de suelo y la hidrología yucateca; se presentan testimonios históricos acerca de las fuentes de abastecimiento y elevación del agua; y se analizan los elementos arquitectónicos y constructivos, así como los mecanismos inherentes a las norias de los conjuntos conventuales mencionados.

\* Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán.

## La hidrología de la península de Yucatán

La característica principal del suelo de la península de Yucatán es la ausencia de ríos superficiales, situación que puede explicarse por la especial morfología de la península. Bonet dice que la superficie del terreno está formada por bancos horizontales de calizas, llamada laja, apenas cubierta por suelo propiamente dicho; debajo de esta capa se encuentra otra capa de un material friable blanquecino llamado *sahkab*,<sup>1</sup> que resulta de la descomposición de las calizas; por último, debajo de esta capa arenosa se encuentra la roca madre.<sup>2</sup>

De esta forma, y siendo una sola planicie elevada y poco inclinada hacia al norte, las aguas pluviales se infiltran por falta de declive suficiente, así como por la porosidad y cavernosidad del terreno, formando cuevas y ríos subterráneos, y éstos causan hundimientos locales en la superficie,<sup>3</sup> llamados cenotes.

Así, el agua depositada por la precipitación pluvial sobre el terreno tiene muy pocas probabilidades de circular en la superficie, y cuando lo hace, es en tramos relativamente cortos en las depresiones y planadas, en donde después de breves momentos de estancamiento superficial, se filtra a través de las grietas y fisuras de la coraza calcárea hasta el *sahkab*, dentro del cual se mueve más lentamente hacia los niveles inferiores del subsuelo hasta hacer contacto con el manto freático.<sup>4</sup>

El estado de Yucatán está constituido por cinco zonas topohidrológicas, cuyas características determinaron y condicionaron las soluciones artificiales

<sup>1</sup> Esta arena calcárea se usó como material inerte en los morteros utilizados en la construcción prehispánica y colonial.

<sup>2</sup> F. Bonet y J. Butterlín, "Reconocimiento geológico de la Península de Yucatán", en *Enciclopedia Yucatanense*, t. X, Mérida, Gobierno de Yucatán, 1979, p. 10.

<sup>3</sup> Jorge Duch Gary, *La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico*, México, Universidad Autónoma de Chapingo, 1988, p. 242.

<sup>4</sup> *Ibidem*, p. 271.

para su almacenamiento, conducción y elevación en el periodo de estudio; destacan dos zonas, que se describen a continuación, en donde se encuentran ubicadas las norias de los conventos de la muestra.

1) *Zona de terrenos planos con ondulaciones y acuíferos a poca profundidad*. La zona es de evolución cárstica incipiente. Terrenos con altitud sobre el nivel del mar no mayor a 15 m; existe una alternancia de formas planas, cóncavas y convexas con desniveles no mayores a 5 m; los acuíferos son subterráneos o expuestos a cielo abierto por hundimientos.<sup>5</sup> En esta zona se encuentran los conventos de los poblados de Conkal, Mococho, Homún y Tekantó.

2) *Zona de terrenos monticulares con acuífero a mediana profundidad*. Terrenos con formas planas, cóncavas y convexas, con declives y desniveles mucho más contrastados. Hundimientos del terreno en forma circular más amplios y más frecuentes. Hundimientos que transponen el nivel freático y exponen un acuífero a cielo abierto. Las dimensiones de cada formación cárstica es de 15 a 35 msnm; relieve fuertemente ondulado con montículos de 5 a 10 m; presencia de hondonadas o rejollas frecuentes, más amplias y más profundas. El nivel de los acuíferos subterráneos se localiza a profundidades mayores; existencia de cenotes a cielo abierto o cerrados con 20 m de desnivel entre el nivel del agua y la superficie del terreno.<sup>6</sup> En esta zona se encuentran los conventos de los poblados de Teabo, Mama, Maní, Oxkutzcab y Sisal, Valladolid.

Siendo el agua subterránea la única fuente en la península para satisfacer las necesidades de los pobladores españoles en el periodo colonial, se recurrió en primera instancia a las obras ancestrales mayas de almacenamiento natural y elevación, como los cenotes y los pozos, y en segunda instancia fueron construidas y utilizadas obras hidráulicas más complejas, como las norias.

<sup>5</sup> *Ibidem*, pp. 281-282.

<sup>6</sup> *Ibidem*, pp. 286-287.

## Cenotes y pozos

Existen referencias a estos elementos de almacenamiento y extracción de agua escritas por los encomenderos en las Relaciones que enviaron a la Corona en 1581. En la Relación de la ciudad de Mérida se encuentran descripciones de los cenotes y sus características físicas:

Hay en esta comarca y en las de otros pueblos de estas provincias, cantidades de pozos llamados cenotes, que quiere decir en lengua de los naturales agua sin suelo; éstos los formó naturaleza [sic], y tienen las bocas de seis, ocho y diez brazos de ancho y más, y hasta el agua doce, quince y veinte y más o menos, y tiene de fondo el agua veinte brazas y treinta y cuarenta, y a algunos no se les ve fondo. El agua de estos cenotes es más delgada que la de los pozos que se han abierto a mano [...].<sup>7</sup>

Asimismo, se encuentran referencias de los pozos como una fuente importante de suministro de agua para la población española:

El agua que se bebe en esta ciudad y en todas estas provincias es de pozos, algunos de los cuales hallaron los españoles abiertos y después acá se han abierto muchos y donde quiera que se abre un pozo se halla agua dulce y buena para beber, aunque en algunas partes es mejor que otras. Hallase el agua en esta ciudad a cuatro y cinco brazas de hondo, y en otras partes a seis y ocho, a doce, quince y veinte brazas, y esto es la tierra adentro que está lejos del mar.<sup>8</sup>

La mayoría de los poblados de la muestra se encuentran referenciados con cenotes, pozos y norias en las Relaciones. Los encomenderos señalaron a Mama y Teabo con pozos y norias.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> *Relaciones histórico-geográficas de la gobernación de Yucatán*, vol. 1, México, UNAM, 1983, p. 70.

<sup>8</sup> *Idem*.

<sup>9</sup> *Ibidem*, pp. 112 y 320.

En la Relación de Muxupip, los encomenderos Santillán y Chi describen el procedimiento constructivo colonial de la perforación de los pozos:

[...] fueron hechos con picos de hierro acerados porque desde encima de la tierra hasta el agua es todo una peña viva y a veces suele dar en pedernal, y cuando esto sucede tomase por remedio de dar primero fuego a la piedra y después tornar a cavar con los picos, porque con este remedio la ablandan, y los pozos tienen de hondor [sic] a cinco y seis brazas [...].<sup>10</sup>

Por una parte, se tenía la ventaja de que por la misma dureza de las capas de piedra no era necesario revestir o ademar los pozos interiormente, tal y como apunta Icaza, que se tenía que hacer en suelos blandos, flojos y desmoronadizos;<sup>11</sup> posiblemente sólo se tenía que realizar este trabajo en la capa de *sahkab*. La perforación se hacía hasta encontrar el nivel de agua freática, y a partir de ahí se hacía una cámara mucho más amplia que el diámetro del pozo, excavando radialmente hacia arriba, abajo del nivel freático y a los lados para tener una cantidad de agua suficiente para ser elevada por medio de un sistema de poleas, ruedas y fuerza humana o animal. La construcción del brocal obedecía a una función de protección y demarcación del lugar; estaba hecho de mampostería de piedra y estaban integrados o apoyados pilares del mismo material o de madera, que servían para sostener la devanadera o malacate, o al sistema de poleas.<sup>12</sup> Cenote, en la lengua maya tiene varias acepciones: *aktunch'e'n*, que significa "cueva con agua",<sup>13</sup> o *ts'onot*, que sig-

<sup>10</sup> *Ibidem*, p. 380.

<sup>11</sup> Leonardo Icaza Lomeli, "Arquitectura hidráulica en la Nueva España", en *Antiguas obras hidráulicas en América. Actas del Seminario México-1988*, Madrid, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 1988, pp. 225-228.

<sup>12</sup> *Ibidem*, p. 228.

<sup>13</sup> Alfredo Barrera Vásquez et al., *Diccionario Maya. Maya-Español. Español-Maya*, 2a. ed., Mérida, Porrúa/Gobierno del Estado de Yucatán, 1995, p. 7 (maya-español).

nifica “lagos de agua dulce muy hondos”.<sup>14</sup> Pozo en maya se dice *aka'an*, que significa “agua encharcada” o “poza”.<sup>15</sup>

## Norias

Las norias se componen de un área donde giran los animales; el pozo, el brocal y los apoyos para sostener las poleas o engranes, y el depósito o recipiente para controlar y distribuir el agua.<sup>16</sup> Las norias analizadas por Icaza y Chávez en Mama, Maní y Santa Elena, Yucatán, son consideradas como norias de tiro, ya que, en su opinión, “[...] son sistemas formados por dos ruedas donde el agua no puede ser tomada directamente con el cangilón unido al perímetro de la rueda de carga [...]”,<sup>17</sup> sino que requiere de un tiro donde están colocados los cangilones para recaudar el agua del manto freático del fondo del pozo o del cenote. A diferencia de la aceña, que es un molino hecho o construido dentro de la corriente de un río, y consiste en una rueda hidráulica vertical con paletas provista de cangilones o arcauces para subir el agua directamente.<sup>18</sup> Las norias de tiro implantadas en Yucatán son de fuerte rai-gambre hispano-árabe, como las que se usaban en Andalucía y otras regiones de España<sup>19</sup> (figura 1).

El término “cangilón” se refiere a cada una de las vasijas de la rueda de una noria; también se le deno-

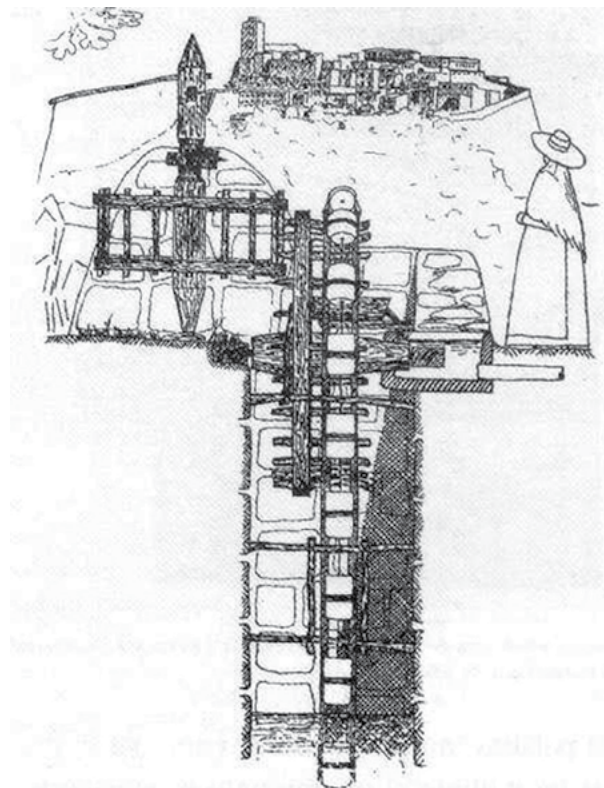


Figura 1. Corte esquemático de una noria de tiro de cangilones. Leonardo Icaza y José Manuel A. Chávez, “Norias de Yucatán. Ensayo sobre el mestizaje de una síntesis geométrica”, en *Boletín de Monumentos Históricos*, núm. 18, México, INAH, enero-abril de 2010, p. 46.

mina “arcaduz”, que es un cangilón de la noria.<sup>20</sup> “Noria” en lengua maya se escribe *sutbilch'en*; *sutbil che'* significa “carrillo de pozo”; y *suutulch'e* es un “carrillo o polea de madera”.<sup>21</sup> La similitud de estos términos se puede deber a que los mayas prehispánicos utilizaban carrillos y mecates para sacar al agua de los pozos, y al encontrar una similitud con la acción elevadora de la noria hispana la denominaron de esa manera.

## Norias conventuales

Fueron analizadas las norias de nueve ex conventos franciscanos en el estado de Yucatán; tres de ellas tienen la estructura de la cubierta en los conjun-

<sup>14</sup> *Ibidem*, p. 889.

<sup>15</sup> *Ibidem*, p. 5.

<sup>16</sup> Leonardo Icaza Lomelí, *op. cit.*, p. 228.

<sup>17</sup> José Manuel Chávez, “El origen hispano-árabe de la noria de tiro en Yucatán: el caso de Mama”, en Manuel Arturo Román Kalisch (coord.) y Raúl Ernesto Canto Cetina (ed.), *Tecnohistoria. Objetos y artefactos de piedra caliza, madera y otros materiales*, Mérida, Yucatán, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán, 2014, p. 284.

<sup>18</sup> Leonardo F. Icaza Lomelí, “Mudejerías novohispanas del agua”, en *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera época, núm. 16, México, INAH/Conaculta, mayo-agosto de 2009, p. 28.

<sup>19</sup> José Manuel Chávez, *op. cit.*, p. 284; Juan Francisco Molina Solís, *Historia de Yucatán. Dominación española*, vol. 1, Mérida, Gobierno del Estado de Yucatán, Instituto de Cultura de Yucatán, 1988, p. 292.

<sup>20</sup> Fernando García Salinero, *Léxico de alarifes de los siglos de oro*, Madrid, Real Academia Española, 1968, pp. 69 y 41.

<sup>21</sup> Alfredo Barrera Vásquez *et al.*, *op. cit.*, p. 745.

tos conventuales de Conkal, Sisal, en Valladolid y Mama, y se encuentran desaparecidas las estructuras de cubierta en Maní, Homún, Tekantó, Oxkutzcab, Mococho y Teabo; sólo en los ex conventos de Maní y de Teabo se conserva la maquinaria de ruedas o engranes de madera. En otros casos fueron sustituidas las maquinarias de madera por bombas eléctricas, como en Teabo, o maquinaria de hierro, como se observó en Homún. A continuación se presenta la historiografía general de estas obras hidráulicas y se analizan sus componentes arquitectónicos y constructivos.

### Historiografía

Las norias de los conventos de la muestra aparecen relatadas en algunas crónicas de la época colonial, así como en algunos documentos del siglo xx se describen los estados de conservación y los trabajos de restauración a los que han sido objeto algunas de ellas.

En 1566 el obispo Landa mencionó que, en Maní (1549),<sup>22</sup> además de la noria del convento había otra noria de la que tomaban agua los habitantes del poblado; de esta última describió que cavaron un pozo muy grande para hacerles la noria a los indígenas, y que antes de llegar al nivel freático encontraron, a siete estados de profundidad, una cueva con huesos humanos, prácticamente petrificados.<sup>23</sup> De esta noria no se encuentran vestigios cercanos al convento o en la plaza central donde habitualmente se encontraban las norias o los pozos públicos.

El cronista franciscano Antonio de Ciudad Real señaló, en 1588, la existencia de una gran cantidad de pozos y norias con tanques de almacenamiento para suministrar agua a las poblaciones, así como para el riego de las huertas de los conventos, como en

<sup>22</sup> Las fechas entre paréntesis indican el año de fundación del convento.

<sup>23</sup> Diego de Landa, *Relación de las cosas de Yucatán*, México, Conaculta (Cien de México), 2003, p. 200.

el caso del convento de Conkal, fundado en 1549;<sup>24</sup> también indica que en Sisal, Valladolid (1552), la noria del convento está asentada sobre un gran cenote,<sup>25</sup> y menciona que en el convento de Tekantó (1576) la huerta es pequeña y tiene una noria que se encuentra debajo de una bóveda fuerte y vistosa.<sup>26</sup> A mediados del siglo xvii, Cogolludo escribió que en los pueblos de la sierra, entre ellos Oxkutzcab, para satisfacer las necesidades domésticas se utilizaban norias, y en época de secas faltaba el agua.<sup>27</sup>

En la década de los treinta del siglo xx fueron realizados levantamientos físicos de iglesias y conventos en Yucatán, y se describen las características formales y constructivas de las edificaciones, así como el estado de deterioro que presentaban. Existen menciones a las norias de algunos de los conventos de la muestra, como la noria cubierta del convento de Mama (1612), que fue reconstruida en la primera década del siglo xx.<sup>28</sup> La noria del convento de Sisal, Valladolid, tenía la cubierta abovedada en ruina, y sólo quedaban en pie la plataforma sobre la que se desplantó, los arranques de los pilares y los dos arcos que soportaban la plementería; asimismo se encontró una inscripción con el año 1613, que podría ser el año de construcción de la estructura de la noria.<sup>29</sup> También la noria del convento de Conkal estaba en ruina, al igual que el pozo y el tanque.<sup>30</sup> En Maní, de la noria sobrevivía sólo el pozo del que se extraía el agua para el riego de la huerta.<sup>31</sup> Una noria, de la que no se menciona su

<sup>24</sup> Antonio de Ciudad Real, *Tratado curioso y docto de las grandezas de la Nueva España*, México, UNAM, 1976, pp. 314-316; 335-338, 340 y 349.

<sup>25</sup> *Ibidem*, pp. 323-324 y 333.

<sup>26</sup> *Ibidem*, t. 2, p. 334.

<sup>27</sup> Diego López de Cogolludo, *Historia de Yucatán*, Campeche, Comisión de Historia, 1954, pp. 452-453.

<sup>28</sup> Justino Fernández (recop.), *Catálogo de construcciones religiosas del Estado de Yucatán*, vol. 1, México, SHCP, 1945, pp. 290-294.

<sup>29</sup> *Ibidem*, vol. 2, pp. 799 y 804.

<sup>30</sup> *Ibidem*, vol. 1, pp. 80 y 112.

<sup>31</sup> *Ibidem*, p. 294.

---

estado de conservación, es la de Teabo (1609).<sup>32</sup> En Tekantó se encontraba únicamente el pozo con una veleta con armazón de hierro;<sup>33</sup> ya había desaparecido la estructura de la cubierta señalada en las crónicas. En Oxkutzcab (1581) se encontraban el pozo sin la maquinaria de la noria y restos del tanque de almacenamiento.<sup>34</sup>

Entre 1980 y 1981 fueron realizados trabajos de restauración en algunos ex conventos de Yucatán por personal de la ex Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP). En Maní fue reconstruido el mecanismo de la noria del convento.<sup>35</sup> En Sisal, la noria se liberó de escombros, fueron repuestos los rollizos de la plementería de la bóveda y se rehabilitaron los ductos del sistema de riego.<sup>36</sup> Por su parte, en Oxkutzcab se consolidaron los muros, el aljibe y el brocal del pozo de la noria.<sup>37</sup> Por último, a finales del siglo xx, el gobierno del estado restauró los ex conventos de Conkal y Moco-chá, en donde destacan los trabajos de integración de los pilares y la cubierta de la noria de Conkal; fueron tomados como modelos las norias cubiertas de Sisal y Mama; asimismo, se restauraron la plataforma y el tanque de almacenamiento.

#### *Elementos arquitectónicos y constructivos*

Las obras hidráulicas de las norias de tiro están compuestas por una plataforma sobre el elemento de almacenamiento, ya sean cenotes o pozos; el brocal y el tiro del pozo, la maquinaria de elevación, la cubierta de la noria, el tanque de almacenamiento, y los canales o ductos de conducción. Las norias están ubicadas en los terrenos de las huertas de los ex

conventos y presentan diferentes posicionamientos respecto al conjunto conventual, dependiendo en algunos casos de la ubicación de la fuente principal de abastecimiento de agua, como fueron los cenotes. Así, se tiene que se encuentran al norte de la edificación las de Maní y Conkal; al nororiente las de Sisal, desplantada sobre cenote y Homún; al sureste las de Tekantó, desplantada sobre cenote y Oxkutzcab; y al oriente las de Moco-chá y Teabo. El esquema arquitectónico de la obra hidráulica presenta a la noria y al tanque de almacenamiento alineados a un eje de simetría lineal, y estos dos elementos pueden estar juntos, como en Maní, Tekantó y Moco-chá, o separados y comunicados por ductos de conducción, como en Homún y Oxkutzcab. Se presentan casos particulares, como en Sisal, en donde no existe el tanque; en Mama el tanque se encuentra a un costado del eje de simetría de la noria; y por último, en Teabo, el tanque se encuentra separado y a gran distancia de la noria, rompiendo completamente la axialidad.

#### *Plataformas*

Estos elementos constan de muro de contención, relleno, rampa y piso. Generalmente se construían para obtener un nivel más alto que el del terreno de la huerta para poder distribuir el agua, por medio de la fuerza de gravedad, de la noria hacia el tanque de almacenamiento, y de éste hacia los ductos de conducción y distribución para el riego. En algunos casos, cuando los terrenos presentaban escasos desniveles se construía un muro de contención perimetral de mampostería y se rellenaba con piedras de diferentes tamaños, para que la plataforma tuviera una diferencia de altura suficiente para la conducción por gravedad del agua, así como el diámetro necesario para el área de giro de la tracción animal. En Conkal (1549) la plataforma de la noria se encuentra desplantada en terreno muy plano

<sup>32</sup> *Ibidem*, vol. 2, p. 587.

<sup>33</sup> *Ibidem*, p. 603.

<sup>34</sup> *Ibidem*, p. 482.

<sup>35</sup> *Restauración. Monumentos Nacionales*, México, SAHOP, 1982, p. 96.

<sup>36</sup> *Ibidem*, p. 99.

<sup>37</sup> *Ibidem*, p. 104.



Figura 2. Plataforma de la noria del ex convento San Francisco en Conkal, Yucatán. Fotografía de David Sáenz Alpuche.

y tiene casi 1.50 m de altura; el muro de contención de mampostería presenta juntas entrañadas con lajas y mortero, con la técnica moderna de la restauración de finales del siglo xx; se accede a la plataforma por una rampa recta configurada por un piedraplén, y no tiene pretilas en los costados. El diámetro del área de giro tiene entre 9 y 10 m, estando el pavimento empedrado (figura 2).

En el caso de Sisal (1552), la noria se encuentra desplantada sobre un cenote y tiene el muro de contención entre 2.50 y 3 m de altura; la mampostería de los muros del rodapié se observa en algunas partes con el entrañado producto de la restauración y en otras se conservan las juntas anchas con lajas y mortero de cal al estilo de los muros aparejados nucleados y sin núcleo;<sup>38</sup> se accede a la noria por una escalinata semicircular con escalones de sillarejos que rodea una parte de la obra hidráulica. El diámetro del área de giro tiene casi 9 m, estando el pavimento empedrado (figura 3).

En Homún (1561) la plataforma de la noria se encuentra desplantada sobre un muro de contención de mampostería de casi 2 m de altura, de 80 cm de espesor construido con piedras de diferentes me-

<sup>38</sup> Manuel Arturo Román Kalisch, *Tipología constructiva religiosa en el Yucatán virreinal. Elementos estructurales y sus variantes constructivas y formales*, Saarbrücken, Editorial Académica Española, 2011, pp. 66-71.

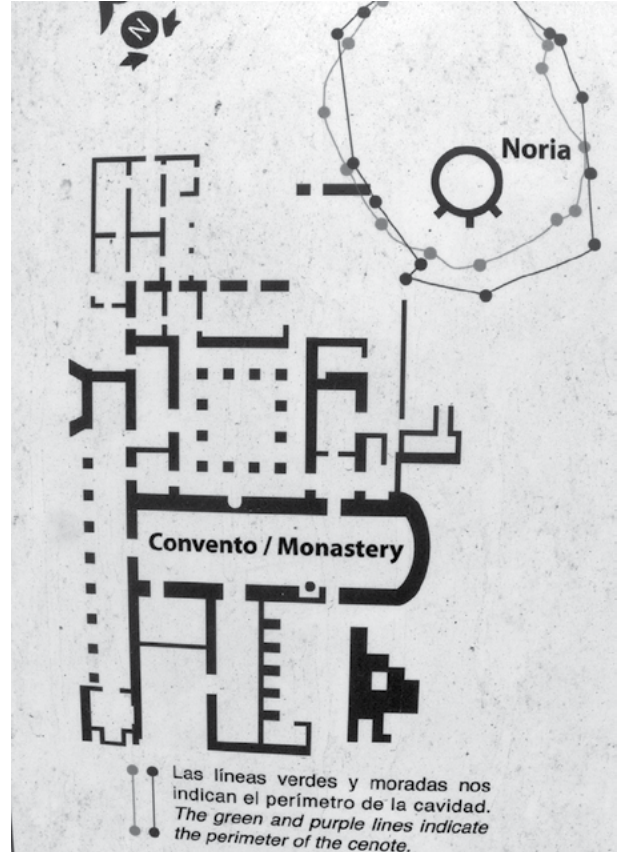


Figura 3. Ubicación de la noria del ex convento San Bernardino de Siena en Sisal, Valladolid, Yucatán. Letrero informativo ubicado en el conjunto conventual. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

didadas y mortero de cal, a la manera de los muros de mampostería aparejada sin núcleo, diferenciándose de los muros nucleados que normalmente se construían con este ancho;<sup>39</sup> se accede a la plataforma por una rampa hecha con piedraplén estando en muy malas condiciones; la rampa está enmarcada en los laterales por pretilas de mampostería con los bordes superiores en forma triangular recubiertos con aplanados de cal. El diámetro del área de giro se aprecia aproximadamente de 7 m, y el pavimento empedrado original se encuentra destruido (figura 4).

Al igual que en Conkal, la plataforma de Oxkutzcab (1581) se encuentra desplantada en terreno

<sup>39</sup> *Ibidem*, pp. 70-71.



Figura 4. Plataforma de la noria del ex convento San Buenaventura en Homún, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 5. Plataforma de la noria del ex convento San Francisco en Oxkutzcab, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

plano y el muro de contención tiene 1 m de altura; la mampostería también está entrañada, como en Conkal; esta técnica es la que distingue a los muros restaurados de los que se han mantenido intactos; se accede a la noria por una escalinata configurada por un piedraplén y escalones forjados con sillarejos, y está enmarcada por pretilos de mampostería rematados por un borde convexo con aplanado liso de cal; el pavimento del área de giro está empedrado (figura 5).

Por último, la noria de Mocochoá (1609) se encuentra desplantada a casi 1.50 m del suelo; el muro de contención presenta el mismo acabado entrañado en la mampostería; se sube a la plataforma por



Figura 6. Plataforma de la noria del ex convento La Purísima Concepción en Mocochoá, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

medio de una rampa curva de mampostería adosada al muro de contención; está conformada por un piedraplén. El diámetro del área de giro se aprecia aproximadamente de 12 m y el pavimento de empedrado está restaurado (figura 6).

En el caso de los terrenos con desniveles más pronunciados se aprovechaba el nivel más alto para ubicar la obra hidráulica, quedando la base del muro de contención desplantado con diferentes alturas y con su corona nivelada; el relleno de piedras completaba el volumen que dejaba libre la protuberancia del terreno para conformar la base del piso del área de giro de la plataforma. En Maní (1549), la noria se encuentra ubicada a escasos metros del paramento norte de la edificación conventual; la circunferencia de la plataforma sólo es visible en la parte norte, donde el muro de contención presenta una altura de 1 m entre el piso y el tanque; el resto de la plataforma desapareció con la construcción de andadores y jardines. La noria de Tekantó (1576) se encuentra desplantada sobre un cenote, y es la parte más alta de lo que fueron los terrenos de la huerta; la plataforma se encuentra en completa ruina; sólo se aprecia el muro de contención que comparte ésta con el tanque; el muro tiene menos de 1 m de alto y presenta aplanados de estuco que debieron de aplicarse cuando fue cons-





Figura 7. Restos de la plataforma de la noria del ex convento San Agustín en Tekantó, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

truido el nuevo brocal en el último tercio del siglo pasado; junto al brocal se encuentra una escalinata que baja hacia la entrada del pasadizo que lleva al cenote (figura 7).

En el caso de Teabo (1609), la noria se encuentra al costado oriente del convento, en la parte más alta y menos desnivel de los terrenos de la ex huerta. La plataforma se configuró con un rodapié de mampostería cuyo perímetro circular presenta un trazo muy irregular; la altura del muro de contención tiene en un extremo 1 m y en el otro 2 m, debido al desnivel del terreno; presenta un aplanado de franjas diagonales en retícula que deja a la vista los rombros de piedra de la mampostería; el diámetro de la plataforma es de casi 13 m, y el piso original de piedra ha desaparecido; se accede a la plataforma por dos pequeñas escaleras rectas con sus escalones forjados con sillarejos (figura 8).

Finalmente, en Mama (1612) la plataforma de la noria se encuentra desplantada en la zona más alta de los terrenos de la ex huerta, y se accede a ella por el desnivel natural del terreno; el muro de contención tiene en extremo 1.50 m de altura, mientras que en otra forma parte del tanque y remata en el desnivel natural del terreno. El diámetro del área de giro tiene 10 m, y el pavimento está empedrado (figura 9).



Figura 8. Plataforma de la noria del ex convento San Pedro y San Pablo en Teabo, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 9. Plataforma de la noria del ex convento La Asunción en Mama, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

### *Brocales*

Los brocales fueron construidos a partir del nivel del piso de la plataforma, como muretes de mampostería sin núcleo, de forma rectangular con las dimensiones necesarias para alojar el mecanismo de extracción de madera. En el tramo comprendido entre el piso de la plataforma y el nivel del terreno natural el brocal se construía de forma circular y servía de contención del relleno de la plataforma. Los pozos se excavaban de la manera en que lo describieron los encomenderos Chí y Santillán, con picos de hierro y en ocasiones calentando la roca para



Figura 10. Brocal de la noria del ex convento San Miguel Arcángel en Maní, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

fragmentarla; la profundidad del pozo dependía del nivel freático del agua, según la zona topohidrológica en que estaba asentada la obra hidráulica, y en el caso de las norias asentadas sobre cenotes; la profundidad dependía del espesor de la capa de roca caliza que formaba la parte superior de la cavidad del cenote.

En el caso de Maní (1549), el pozo debe de tener una profundidad de 25 a 30 m por estar en la zona de terrenos monticulares con acuíferos intermedios. El brocal es de sección rectangular, hecho de mampostería de 40 cm de espesor; el hueco que aloja a la rueda vertical es de  $1.2 \times 2.5$  m, medidas a paños interiores; adosado e interconectado al brocal aparece un registro de mampostería que recibe el agua que extrae la maquinaria y la envía por un canal de conducción subterráneo que la lleva hacia el tanque de almacenamiento. Actualmente el brocal y la maquinaria se encuentran cubiertos por una palapa con estructura de madera y cubierta de palmas de huano (figura 10).

En la noria de Conkal (1549) el pozo tiene una profundidad de entre 5 a 10 m por estar en la zona de terrenos planos con acuíferos someros. El brocal es de mampostería de sección rectangular de  $2.60 \times 5.00$  m a paños exteriores y 50 cm tanto de ancho como de alto, y en él estaba alojada la desaparecida



Figura 11. Brocal de la noria del ex convento San Francisco en Conkal, Yucatán. Fotografía de David Sáenz Alpuche.

maquinaria de madera; el brocal está posicionado al centro del eje longitudinal y aún colinda con el eje transversal, es decir, se encuentra exento del centro geométrico de la planta; sin embargo, el lugar donde se encontraba ubicado el poste de soporte de la rueda vertical coincide exactamente con el centro de la planta, y esto permitía que la pértiga, a la que estaban amarrados los animales de tiro, se mantuviera equidistante durante todo el recorrido del giro. Esta característica se repite en el resto de las norias analizadas. Al igual que en Maní, se encuentra un registro de conexión entre el brocal y el canal de conducción subterráneo (figura 11).

En Sisal (1552) el pozo se conecta directamente con la cavidad de un cenote desde el cual se elevaba el agua. El brocal es de mampostería de sección rectangular de  $1.2 \times 3.5$  m y actualmente presenta sólo tres paramentos en pie, y en el faltante se aprecia



Figura 12. Brocal de la noria del ex convento San Bernardino de Siena en Sisal, Valladolid, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 14. Brocal de la noria del ex convento San Pedro y San Pablo en Teabo, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 13. Brocal de la noria del ex convento San Buenaventura en Homún, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 15. Brocal de la noria del ex convento La Asunción en Mama, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

una especie de registro debajo del nivel del piso que pudiera haber sido el que conectara con el canal que llevaba el agua hacia el tanque de almacenamiento; el brocal alojaba a la maquinaria de madera; el brocal conecta, por el otro extremo, con un canal subterráneo de conducción, el cual al llegar al exterior se convierte en un canal inclinado de mampostería que actualmente desagua en una pileta con muretes de block de concreto (figura 12).

De acuerdo con el dueño del predio particular donde actualmente se encuentra la noria del ex convento de Homún (1561), el pozo tiene una profundidad de 20 m. El brocal está en ruina, y se pue-

de apreciar la mampostería de los muretes; tiene 1.50 x 4.00 m a paños exteriores (figura 13).

En la noria de Teabo (1609) el pozo debe tener una profundidad de entre 25 a 30 m por estar en la zona de terrenos monticulares con acuíferos intermedios. El brocal es de mampostería de sección rectangular con el mismo aplanado que el muro de contención de la plataforma; en el costado opuesto en que se aloja la maquinaria se encuentra adosado un registro de piedra que conecta con el canal de conducción hacia el tanque (figura 14).

Por último, en Mama el pozo debe tener el mismo rango de profundidad que el de Teabo, por estar ubicado en la misma zona topohidrológica. El



Figura 16. Ruedas horizontal y vertical de la noria del ex convento San Miguel Arcángel en Maní, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

brocal es de mampostería de sección rectangular y mide 2 x 4 m; se encuentra en mal estado, y en él estaba alojada la desaparecida maquinaria de madera (figura 15).

#### *Maquinarias de elevación*

El funcionamiento de las norias de tiro es esencialmente muy sencillo e ingenioso. La descripción que hace Alice Dixon Le Plongeon, a finales del siglo XIX, del funcionamiento de la maquinaria de elevación de la noria del poblado de Muna, Yucatán, es idónea e ilustra todos los componentes; esta viajera explica que la noria tenía un mecanismo de madera compuesto de un eje vertical que sostenía a la rueda con dientes muy rudimentarios que coincidían con otros semejantes de una rueda vertical, de la cual colgaban cables de henequén, como una línea sin fin que bajaba al fondo de la noria; amarrados tenían talegos o cangilones de corteza que descargaban el agua en una tina de madera, de la cual se tomaba el agua o se transportaba por canales a una gran pila de mampostería de la cual bebía el ganado.<sup>40</sup> Es factible suponer que las maqui-

<sup>40</sup> José Manuel Chávez Gómez y Leonardo Icaza Lomelí, "Norias de Yucatán. Ensayo sobre el mestizaje de una síntesis geométrica", en *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera



Figura 17. Viga de soporte de la noria del ex convento San Miguel Arcángel en Maní, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

narias de las norias de los conventos tuvieran los mismos componentes y el mismo funcionamiento, tal como dejan entrever las evidencias físicas de las maquinarias sobrevivientes que a continuación se describen. En Maní (1549) la maquinaria consta de una rueda horizontal, cuyas cerchas son de hierro y tiene una serie de fajillas de madera que sobresalen en un extremo para engranar con las fajillas de la rueda vertical, que también está compuesta por un par de cerchas metálicas (figura 16). La rueda vertical está sujeta a un poste de madera de sección cuadrada, que atraviesa a la viga de apoyo para permitir el giro del mecanismo, en el extremo inferior está asentada en una especie de mechnal en la cara superior del brocal. La viga de apoyo es rectangular de madera y está sostenida por un par de pilastrones rectangulares de mampostería (figura 17). El agua que subía por los canchilones se depositaba en un registro o pileta de mampostería y de ahí se conducía por un canal subterráneo hacia el tanque.

En la noria de Teabo (1609), la rueda horizontal cuyas cerchas, una de madera y otra metálica, están reforzadas con cinchos de hierro y tienen una serie de fajillas de madera que sobresalen en un extre-

época, núm. 18, México, INAH/Conaculta, enero-abril de 2010, pp. 46-47.

mo para engranar con las fajillas de la rueda vertical que está configurada por un par de cerchas de madera con el mismo refuerzo metálico. La rueda vertical está sujeta a un poste de madera de sección cuadrada, que atraviesa a la viga de apoyo para permitir el giro del mecanismo; en el extremo inferior está asentada en una especie de mechnal en la cara superior del brocal. La viga de apoyo es rectangular, de madera, y está sostenida por un par de pilastrones rectangulares de mampostería (figura 18).

En otras norias sólo quedan evidencias físicas de los elementos de soporte de la maquinaria, como en Homún (1561), en donde los extremos del brocal están desplantados un par de pilastrones que sostenían a la desaparecida maquinaria de madera; uno de ellos tiene sección rectangular y el otro tiene sección cuadrada, la cual aloja una maquinaria de poleas metálicas compuesta de dos engranes verticales pequeños y una rueda más grande lisa con la que se movían las poleas. En Mocochoá (1609), en los extremos tiene un par de pilastrones de sección cuadrada que sostenían a la maquinaria; en la parte superior está empotrada una viga de madera horizontal que sostiene al travesaño, del cual pende un carrillo de madera (figura 19). Por último, en Mama (1612) de los pilastrones que sostenían a la maquinaria sólo existen los arranques que presentan una planta octogonal y están contruidos con sillares. (figura 20).

#### *Cubiertas de las norias*

De las norias analizadas sólo tres de ellas conservan su cubierta, Conkal, Sisal y Mama; en las demás no se ven evidencias físicas de restos de los apoyos verticales de soporte de las cubiertas, y sólo se encontró evidencia documental de la noria cubierta de Tekantó; sin embargo, actualmente no hay rastros de la estructura de la cubierta. Los componentes de las cubiertas son pilares y contrafuertes (como



Figura 18. Maquinaria de madera de la noria del ex convento San Pedro y San Pablo en Teabo, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 19. Pilastrones de soporte en la noria del ex convento La Purísima Concepción en Mocochoá, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



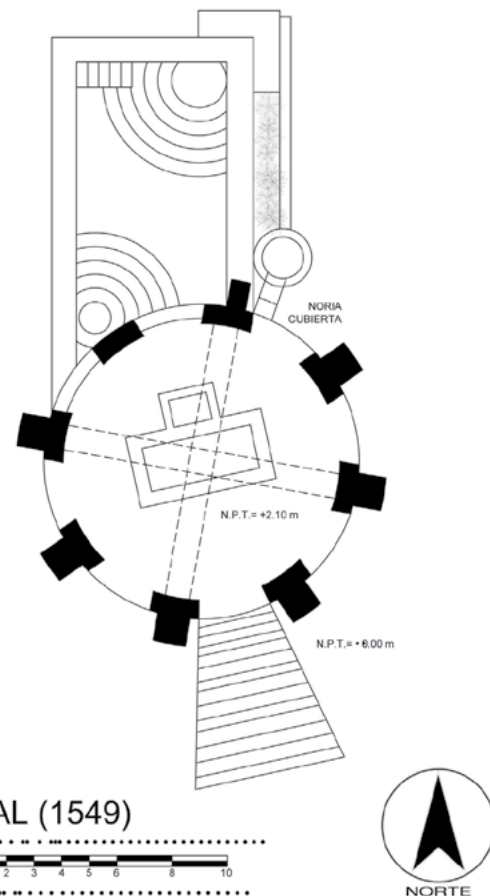
Figura 20. Pilastrones de soporte en la noria del ex convento La Asunción en Mama, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

apoyos verticales y de coceo), arcos perimetrales y diagonales (como apoyos horizontales), y la cubierta abovedada como elemento de cubrición.

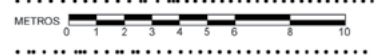
El trazo de la estructura de la noria de Conkal (1549) es octogonal, y en cada uno de los vértices están situados un pilar de 80 cm x 1.80 m de sección, reforzado con un contrafuerte de mayores dimensiones y sección cuadrada, ambos elementos de mampostería aparejada nucleada con refuerzos de sillarejos en las esquinas, conformando una sección en forma de T, excepto en uno de ellos, que adolece de contrafuerte (figura 21). Cabe señalar que hasta 1998 sólo existían los arranques de estos elementos, y en los trabajos de restauración fueron integrados totalmente con los mismos materiales y técnicas constructivas que presentaban. Los pilares sostienen a los nuevos arcos perimetrales de medio punto de piedra aparejada, los que su vez sostienen a la cubierta abovedada (figura 22). Este elemento posiblemente está construido con concreto armado, al igual que los dos arcos fajones diagonales de refuerzo, que sustituyeron a los elementos desaparecidos de mampostería; cabe la posibilidad de que la cubierta original pudo haber sido de rollizos y *bahpek*,<sup>41</sup> como en el caso de la de Sisal, o bien de piedra con aparejo circular, como en la de Mama.

En Sisal (1552) el trazo de la estructura de la noria también es octogonal; en seis de los vértices están colocados pilares de mampostería aparejada nucleada con refuerzos de sillarejos en las esquinas y tienen una sección de 1 x 2.20 m, que trabajan también como contrafuerte (figura 23); en los otros dos vértices están ubicados pilares del mismo tipo constructivo, pero de sección menor de 1 x 1 m, y están reforzados por arbotantes de la misma factura constructiva; uno de ellos coincide con el eje de uno de los arcos de refuerzo diago-

<sup>41</sup> Conglomerado de piedras y mortero de cal que se usaba como entortado en las techumbres de entrepiso y azotea.



### CONKAL (1549)



Figuras 21. Planta de la noria del ex convento San Francisco en Conkal, Yucatán. Dibujo de David Sáenz Alpuche. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figuras 22. Estructura y cubierta de la noria del ex convento San Francisco en Conkal, Yucatán. Dibujo de David Sáenz Alpuche. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 23. Estructura y cubierta de la noria del ex convento San Bernardino de Sena en Sisal, Valladolid, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

nal de la cubierta, aunque en el otro extremo está el pilar-contrafuerte, por alguna razón de carácter estructural y de seguridad los constructores optaron por esta solución mixta (figura 24). Los pilares sostienen arcos de medio punto de piedra aparejada, los que su vez sostienen el perímetro de la cubierta abovedada, la cual está reforzada por dos arcos fajones de piedra aparejada; la cúpula está formada con plementería de rollizos y *bahpek*, producto de la restauración de los años ochenta del siglo pasado (figura 25).

Asimismo, la noria de Mama (1612) tiene el trazo octogonal, y los pilares y contrafuertes exhiben la sección en T, similares a los de Conkal, y están ubicados en cada uno de los vértices (figura 26); estos elementos son de mampostería aparejada nucleada con sillares de refuerzo en las esquinas; los pilares tienen una sección de  $1.70 \times 1.50$  m, y los contrafuertes son de  $1 \times 1$  m de sección (figura 27). Los pilares sostienen arcos de medio punto transversales, los que a su vez sostienen a la cubierta abovedada de mampostería y está reforzada por medio de dos arcos fajones de piedra aparejada; el aparejo de la cúpula es circular, como se puede observar en algunas zonas del intradós que no tienen aplanado (figura 28).



Figura 24. Pilar y arbotante de la noria del ex convento San Bernardino de Sena en Sisal, Valladolid, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 25. Arcos fajones diagonales y plementería de la cubierta de la noria del ex convento San Bernardino de Sena en Sisal, Valladolid, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

### *Tanques de almacenamiento*

Los tanques de almacenamiento fueron construidos con muros de mampostería aparejada nu-

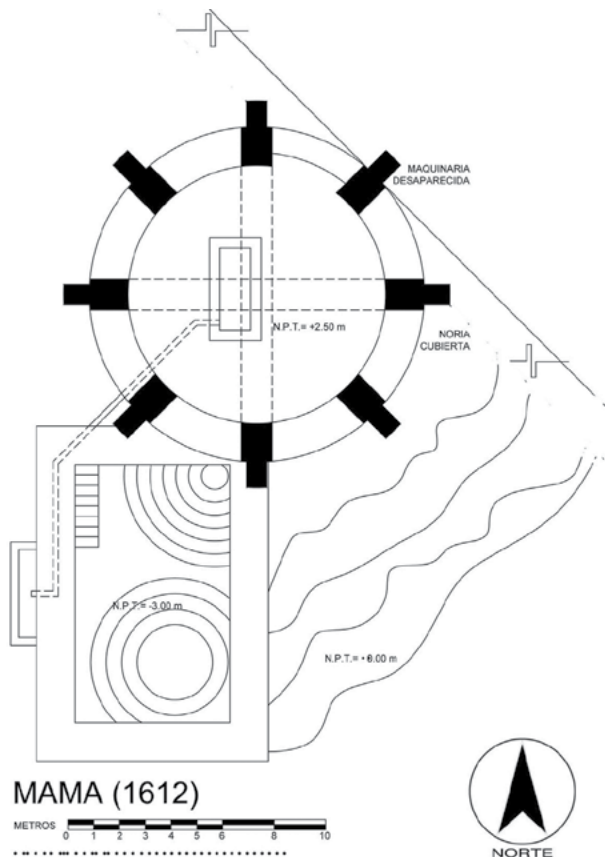


Figura 26. Planta de la noria del ex convento de La Asunción en Mama, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

cleada con ancho y alturas de acuerdo con la capacidad de litros necesaria para el consumo de los pobladores, animales y riego. Por ejemplo, en Maní (1549) el tanque se encuentra ubicado al centro del eje de simetría de la noria, y su eje longitudinal está colocado perpendicularmente al de la noria; se encuentra colindante con la noria y está desplantado a 1 m más abajo del nivel del piso de la noria y tiene forma rectangular con muros de contención de mampostería; tiene casi 2 m de profundidad y se accede al fondo por escalinatas ubicadas en las cuatro esquinas; recibe el agua de la noria por medio de un canal subterráneo (figura 29).

En el tanque de la noria de Conkal (1549) su eje longitudinal presenta cierto desfase respecto al eje de la noria; se localiza colindante con la noria



27. Estructura y cubierta de la noria del ex convento de La Asunción en Mama, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



28. Arcos fajones diagonales y aparejo recto de la cubierta de la noria del ex convento de La Asunción en Mama, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

y está desplantado 50 cm más abajo que el nivel del piso de la noria; tiene planta rectangular con una sección de 10 × 6 m, y se accede al fondo por una escalinata de mampostería. El tanque se surte de agua desde el pozo por medio de un canal subterráneo que desemboca al nivel del piso del muro de contención del tanque (figura 30).

En Homún (1561) el tanque se encuentra separado de la noria y recibía el agua por medio de un canal descubierto de mampostería que se encuentra en pésimas condiciones. Su eje longitudinal está alineado con el de la noria; la planta es de forma rectangular y mide 10 × 10 m, y el ancho de los mu-





Figura 29. Tanque de almacenamiento de la noria del ex convento San Miguel Arcángel en Maní, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 31. Tanque de almacenamiento de la noria del ex convento San Buenaventura en Homún, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 30. Tanque de almacenamiento de la noria del ex convento San Francisco en Conkal, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

ros es de 1 m; se encuentra a casi 1 m debajo del nivel de la noria; tiene una escalinata para bajar al fondo; en su interior tiene aplanados de estuco debido a que el dueño del predio lo usaba para criar

peces, y por esa situación se ha mantenido en buen estado de conservación (figura 31).

En el caso de Tekantó (1576), el tanque se encuentra ubicado perpendicularmente al eje de la noria, como el de Maní; la planta es rectangular y mide 9 x 11 m de sección; los muros son de mampostería aparejada nucleada de 1 m de ancho; se encuentra desplantado al mismo nivel que el piso de la noria y exhibe aplanados de estuco en su interior, mientras que en el exterior no tiene aplanados y se encuentra en malas condiciones la mampostería; sin embargo, esto permitió observar el tipo de aparejo, el ancho y tipo de juntas, lo que deja establecer el tipo de muro, y que se generalizó a los demás tanques de la muestra (figura 32).

En Mocoehá (1609) el tanque se encuentra ubicado perpendicularmente al eje longitudinal de la noria y colinda con ésta; se encuentra conectado con el brocal por medio de un canal subterráneo. El tanque es de forma rectangular y está prácticamente al mismo nivel de la noria. En un extremo tiene un canal, construido encima de la cara superior del muro de contención, que conduce el agua que escurre sobre al área de giro hacia una pileta adosada a uno de los muros



Figura 32. Tanque de almacenamiento de la noria del ex convento San Agustín en Tekantó, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 33. Tanque de almacenamiento de la noria del ex convento La Purísima Concepción en Mococho, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

del tanque y a 1 o 2 m debajo del nivel del mismo (figura 33).

El tanque de almacenamiento Teabo (1609) fue el único caso que está separado de la noria por va-



Figura 34. Tanque de almacenamiento de la noria del ex convento San Pedro y San Pablo en Teabo, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.



Figura 35. Tanque de almacenamiento de la noria del ex convento La Asunción en Mama, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

rias decenas de metros de distancia. El tanque es de forma cuadrada y mide casi  $9 \times 9$  m, con muros de contención de mampostería de 1.20 m de espesor; tiene casi 2 m de profundidad y se accede al fondo por escalinatas ubicadas en dos de las esquinas (figura 34).

En Mama (1612) este depósito se encuentra colindante y al nivel del piso de la noria, y está posicionado uno de los paramentos al eje longitudinal del conjunto; el tanque tiene planta rectangular y se accede al fondo por una escalinata; tiene 3 m de profundidad; los muros de contención son de mampostería aparejada nucleada y tiene 1.50 m



Figura 36. Canal de conducción de la noria del ex convento San Pedro y San Pablo en Teabo, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

de espesor; en su interior tiene aplanados de estuco, mientras que en el exterior está la mampostería expuesta (figura 35).

#### *Canales de conducción*

En todos los casos los canales de conducción del agua del tanque de almacenamiento hacia la huerta fueron construidos con un piedraplén para dar la pendiente necesaria para la circulación del agua, y las paredes se hicieron con piedras de diferentes tamaños y mortero para configurar el canal en forma de U; tuvieron aplanados de estuco. De la misma forma se construían los canales que conectaban exteriormente los brocales con los tanques. Los canales subterráneos se fabricaban de la misma manera, sólo que como tapa se usaban lajas de piedra para que sobre ellas se colocara el piso de piedra de la plataforma (figura 36).

En Homún (1561) existió otra variante constructiva y formal de canal de conducción. En una esquina del tanque arranca otro canal en completa ruina conformado en forma de U y soportado por pequeños arcos de piedra aparejada, a la manera de un diminuto acueducto (figura 37).



Figura 37. Canal de conducción con arcos de la noria del ex convento San Buenaventura en Homún, Yucatán. Fotografía de Manuel Arturo Román Kalisch.

#### **Conclusiones**

La implantación de las norias significó un avance tecnológico y una innovación en Yucatán. Estas obras hidráulicas permitieron a los pobladores y religiosos tener un mayor aforo de agua elevada que la que les suministraban los pozos. Para la fabricación de los mecanismos de madera se requirió de personal con conocimientos especializados que garantizaran el buen funcionamiento de todos los elementos. Por lo contrario, la construcción de las estructuras de las cubiertas de las norias no significó un mayor esfuerzo de los constructores religiosos, ya que los sistemas constructivos y materiales empleada en ellas fueron los mismos que utilizaron para edificar sus conjuntos conventuales. La localización del sitio para establecer la obra hidráulica de las norias se decidió por los montículos más altos de los terrenos de las huertas de los ex conventos, o en su defecto se construyeron plataformas más elevadas que el nivel del terreno natural. Con esto se garantizaba la conducción del agua por medio de la gravedad hacia los tanques de almacenamiento y hacia las áreas de riego. La conducción del agua se hizo principalmente por canales abiertos hechos de mampostería, soporta-

---

dos por piedraplenes con la pendiente necesaria para llegar a los sitios previstos. Sólo se encontró la variante constructiva del tipo acueducto que requirió de un mayor grado de dificultad y de cono-

cimiento técnico para su construcción, por lo que seguramente fue preferible continuar construyendo los canales con terraplenes que requerían de menor tiempo de ejecución.

