

LA TECNOLOGÍA HIDRÁULICA EN UNA HACIENDA DEL ALTIPLANO POTOSINO DURANTE EL PORFIRIATO EL SISTEMA HIDRÁULICO TANQUE-POZO

Hydraulic Technology Inside an Hacienda in the Potosino Highlands during the Porfiriato

The Dam-Well Hydraulic System

SERGIO FRANCO MAASS*

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es describir el sistema hidráulico tanque-pozo de Pozo Salado durante el porfiriato, incluyendo la captación, extracción, distribución del agua y la maquinaria de la noria. Se realizó un levantamiento topográfico y un relevamiento de información arquitectónica mediante inventario directo, acompañado de la elaboración de croquis y la conformación de un archivo fotográfico. Esta investigación reveló la existencia de un acueducto subterráneo que reconducía las aguas subálveas provenientes de un tanque hacia un pozo, donde eran extraídas mediante una noria de madera. A pesar de la carencia de información documental, del actual deterioro de la infraestructura y de la desaparición de elementos estructurales, los hallazgos aquí publicados son una contribución al conocimiento del sistema tanque-pozo en el altiplano potosino, una tecnología muy similar a la reportada en España, y una de las más avanzadas de la hacienda de Cruces durante el siglo XIX.

PALABRAS CLAVE: NORIA, ALTIPLANO POTOSINO, HACIENDA DE CRUCES, GALERÍAS DE DRENAJE, SISTEMA HIDRÁULICO.

* Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: sfrancom@uaemex.mx

ABSTRACT

The objective of this research is to describe the hydraulic system dam-well of Pozo Salado during the porfiriato, including the collection, extraction, distribution of water and the machinery of the waterwheel. A topographic and architectural survey was carried out through direct inventory, accompanied by the preparation of sketches and the generation of a photographic archive. This research revealed the existence of an underground aqueduct that redirected the water table from a dam to a well, where it was extracted by means of a wooden waterwheel. Despite the lack of documentary information, the current deterioration of the infrastructure and the disappearance of structural elements, the findings published here are a contribution to the knowledge of the dam-well system in the altiplano potosino, a technology very similar to that reported in Spain and one of the most advanced of the Cruces hacienda during the nineteenth century.

KEYWORDS: WATERWHEELS, ALTIPLANO POTOSINO, HACIENDA DE CRUCES, DRAINAGE GALLERIES, HYDRAULIC SYSTEM.

Fecha de recepción: 26 de marzo de 2021.

Dictamen 1: 26 de junio de 2021.

Dictamen 2: 29 de junio de 2021.

DOI: <http://doi.org/10.21696/rcsl102120201332>

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XIX, los territorios conocidos como el altiplano potosino estaban ocupados por un conjunto de haciendas de grandes dimensiones; entre ellas destacaba el gran latifundio de Cruces, que en el último tercio del siglo tenía una extensión cercana a 380 mil hectáreas. La hacienda era propiedad de la familia Hernández Soto —que estaba muy vinculada con la oligarquía estatal (Franco-Maass y Gutiérrez-Rivas, 2013)— y se localizaba en la porción occidental del estado de San Luis Potosí (México) abarcando parte de los municipios de Santo Domingo, Villa de Ramos, Salinas y Moctezuma (véase la figura 1).

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA HACIENDA DE CRUCES



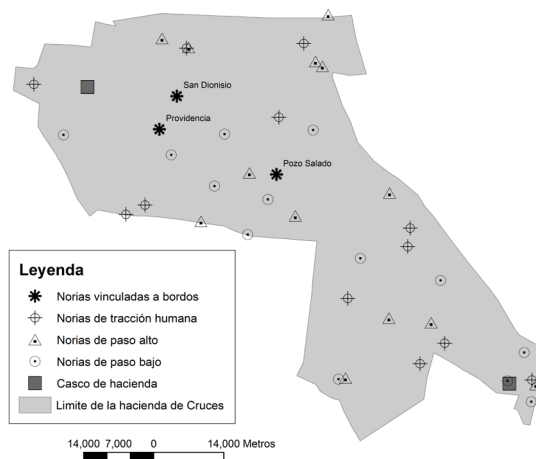
La principal actividad económica de la hacienda era la producción extensiva de ganado ovino y bovino. En un ambiente seco en el que no existían fuentes superficiales de agua, tal producción dependía del aprovechamiento del agua subterránea que se extraía mediante norias. Hacia 1890, los propietarios de la heredad encomendaron a Francisco Gándara¹ un levantamiento cartográfico, en el que

¹ Una copia de dicho plano obra en la Biblioteca Ramón Alcorta, MFC-SLP, Plano topográfico de la hacienda de Cruces propiedad de los señores don Matías y don Antonio Hernández, levantado por Francisco Gándara, 1890. Escala: 1:80 000

aparecen representadas 39 norias.² Con base en dicha información, se realizaron recorridos de campo para determinar la ubicación precisa de las norias y hacer una caracterización en cuanto al origen del agua subterránea, los elementos que componían cada sistema hidráulico, así como de las peculiaridades arquitectónicas y funcionales de las construcciones.

Como resultado del trabajo de campo, se identificaron siete norias cuyo sistema hidráulico consistía en el aprovechamiento de las aguas subálveas provenientes de un tanque (bordo) construido de forma perpendicular a las ramblas, tres de las cuales contaban con acueductos subterráneos para favorecer la recuperación del nivel piezométrico del pozo (véase la figura 2). De entre ellas, el sistema hidráulico de la noria de Pozo Salado resulta de gran interés por su complejidad (véase la fotografía 1).

FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS NORIAS EN LA HACIENDA DE CRUCES Y UBICACIÓN DE LAS NORIAS CON ACUEDUCTO SUBTERRÁNEO



El objetivo de esta investigación es estudiar y describir, al mayor detalle posible, la infraestructura del sistema hidráulico asociado a la noria de Pozo Salado. Para lograrlo, fue preciso identificar, documentar y medir los elementos asociados a la captación, la extracción y la distribución del agua, poniendo especial atención en la maquinaria de madera para la extracción del preciado líquido.

² El término *noria* se refiere a una “máquina compuesta de dos grandes ruedas engranadas que, mediante cangilones, sube el agua de los pozos, acequias, etc.” (RAE, 2019). En el altiplano potosino, este vocablo se aplica también a la construcción que alberga dicha maquinaria.

FOTOGRAFÍA 1. NORIA DE POZO SALADO



El uso de las norias como parte del paisaje agropecuario del siglo XIX en la península ibérica ha sido ampliamente estudiado. Destacan los trabajos de Caro Baroja (1996), Granero y Martínez (2005) y Montoya (2007). En México, por el contrario, existen muy pocas referencias sobre el tema; verbigracia, Seele (2015) detalla el uso de ruedas hidráulicas en el río Balsas para la extracción de agua de los ríos con fines agrícolas, mientras que Rojas (2009) describe el uso de estas como parte de la tecnología hidráulica de origen hispánico. A pesar de esto, no existen, a la fecha, trabajos dedicados al estudio de las norias en la región del altiplano potosino. De ahí la importancia de destacar que un estudio de esta naturaleza no ha sido publicado para el caso de México y, en particular, de dicha región.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación sobre Pozo Salado formó parte de un proyecto más amplio para caracterizar las formas de aprovechamiento de agua en la hacienda de Cruces durante el último tercio del siglo XIX. La revisión documental y de archivo no arrojó pistas importantes sobre el uso de las norias en la zona, por lo que fue preciso realizar un minucioso levantamiento cartográfico y arquitectónico, así como crear un archivo fotográfico.

Durante las visitas de campo a Pozo Salado (localidad de Zaragoza), se entrevistaron a informantes clave para documentar el funcionamiento de la noria y la actividad ganadera en la región hacia fines del siglo XIX y principios del XX. De

igual manera, se hizo un registro fotográfico pormenorizado y el relevamiento de datos topográficos y arquitectónicos.

La información topográfica se levantó con el apoyo de un navegador GPS Garmin Rino 755t, con una precisión de +/- 3.65 m. Dado que este dispositivo cuenta con una recepción dual de satélite, GPS y GLONASS, fue posible incrementar la precisión mediante el procedimiento “promediar waypoint”, que proporciona una lectura media de los datos de un punto determinado (Garmin, 2016). La obtención de medidas arquitectónicas fue de tipo reconocimiento o inventario con cinta métrica, procurando que este fuese directo. En ciertos casos, como el cálculo de la altura de los edificios, se hizo el levantamiento diferido por trilateración. En todos los procedimientos se siguieron las recomendaciones de Almagro (2004).

Para la determinación de las características estructurales de la maquinaria, se realizaron mediciones con cinta métrica, se tomaron fotografías y se elaboraron croquis. Es importante subrayar que algunas de las partes estructurales de la noria de Pozo Salado han desaparecido. Con el fin de subsanar esta situación, se efectuaron mediciones en la maquinaria de la noria de Providencia, la cual se encuentra en mejor estado de conservación y cuyas características son extraordinariamente similares.

LA VOCACIÓN PRODUCTIVA DE LA HACIENDA

Las condiciones ambientales

El altiplano potosino es una región semiárida que, de acuerdo con Figueroa-Sandoval *et al.* (2011), tiene una variación altitudinal de entre 2 000 y 2 600 metros sobre el nivel del mar, con pendientes de entre 0 y 12 por ciento. Prevalece el clima seco templado, con lluvias en verano. El régimen pluvial inicia en mayo o junio y finaliza en septiembre; el invierno es riguroso, con heladas tempranas que comienzan en noviembre y terminan en enero (AHESLP, 1934). Las precipitaciones medias fluctúan entre 558.3 y 469.3 milímetros y la evapotranspiración potencial varía entre 1 153.4 y 1 221.2 milímetros. Debido a las escasas precipitaciones y a la alta evapotranspiración, la zona presenta un déficit hídrico importante, que supera los 750 milímetros por año (Campos, 1993). La temperatura media anual es de 18.5 grados centígrados, con una máxima absoluta de 37.7 grados centígrados entre los meses de mayo y julio y una mínima absoluta de tres grados centígrados en enero.

Cruces se encuentra dentro de la Región Hidrológica 37, denominada El Salado, y comprende parte de los acuíferos de El Barril (2402), Santo Domingo (2404) y

Villa de Arista (2408). La zona carece de corrientes superficiales permanentes. En el siglo XIX, la subsistencia de la población dependía de la apertura de pozos a cielo abierto, cuya profundidad oscilaba entre siete y diez metros (Reygadas-Robles y Aviña-Cerecer, 2012). Existe también un conjunto de cuencas cerradas endorreicas con corrientes superficiales de temporal y algunos manantiales (Noyola-Medrano *et al.*, 2009). Además, destaca la presencia de acuíferos someros en medio granular en depósitos aluviales, muy superficiales, de poco espesor (menos de 40 metros).

El territorio de la hacienda se caracteriza por sus extensas llanuras y amplias zonas de aluvión, con pequeñas serranías y cerros aislados. Predominan los suelos poco evolucionados, pobres en materia orgánica que, en un ambiente seco, con precipitaciones escasas e irregulares, propicia el desarrollo de matorrales desérticos y pastizales halófilos. Antiguamente, las grandes llanuras se encontraban cubiertas por matorrales abundantes en especies nativas que favorecían en gran medida la actividad ganadera, principalmente, el ganado ovino y bovino de lidia, carga o tiro.

Gran parte del territorio estaba cubierto por matorrales desérticos micrófilos compuestos principalmente por *Larrea tridentata* (gobernadora) y *Flourensia cernua* (hojasén). En dichos matorrales solía desarrollarse el pastoreo extensivo de ovejas. En la actualidad, buena parte del matorral micrófilo ha sido removido para la apertura de zonas de cultivo de temporal y algunos distritos de riego. El sobrepastoreo del matorral ha propiciado el establecimiento de vegetación arbustiva secundaria, la pérdida de las especies más nutritivas y apetecidas por el ganado y el establecimiento de plantas que los animales no comen, que a menudo son venenosas y con frecuencia reducen también la cobertura del suelo, por lo que lo exponen a los efectos de la erosión.

En las laderas de los cerros de naturaleza volcánica, sobre suelos muy someros, suele desarrollarse el matorral crasicaule dominado por nopaleras y asociado generalmente al pastoreo extensivo de ganado caprino. Por último, en las partes altas de los abanicos aluviales y conglomerados se desarrollan los matorrales desérticos rosetófilos, donde prevalecen especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado (INEGI, 2009).

La producción agrícola

A causa de la pobre calidad de los suelos, en la región prevalecía el cultivo de maíz de temporal (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y chile (*Capsicum annum*) (Durán-García *et al.*, 2002). Esta zona se caracterizaba por la producción agrícola de secano con cultivos adaptados a tierras semiáridas que dependen únicamente de las

precipitaciones pluviales. De acuerdo con Charcas *et al.* (2010), este tipo de agricultura se basa en el manejo de escorrentías y en la aplicación de prácticas de labranza que permiten arropar la humedad, por lo que se incrementa la disponibilidad del agua en las parcelas de cultivo. En cualquier caso, se trata de una forma de uso del suelo sumamente aleatoria y poco productiva (al menos desde el punto de vista mercantil).

Aguirre (1983, cit. en Charcas *et al.*, 2010) considera que en la región comprendida por la hacienda de Cruces, dadas sus características orográficas y climáticas, prevalecía la agricultura de secano en el fondo de las cuencas (agricultura de bajío). La presencia de lomeríos bajos muy extendidos favorece la concentración del escurrimiento en las depresiones y valles, donde hay suelos permeables profundos con buena capacidad para preservar la humedad y sin graves problemas de acumulación de sales. En las partes bajas se presentan acumulaciones de sedimento de textura fina que, mediante la construcción de surcos para encauzar el escurrimiento, favorecen la retención de la humedad y la reducción de pérdidas por infiltración, lo que genera condiciones más propicias para la siembra.

Se cultivaban tres tipos de maíz: maíz alto (cinco meses), maíz cuatro meses y maíz tres meses. Prevalecían los maíces de cuatro y cinco meses, puesto que aprovechaban la humedad residual del ciclo previo. Estas variedades de maíz son muy resistentes a las sequías y muestran cierto grado de latencia, razón por la cual pueden soportar la falta de humedad residual o el retraso de las lluvias, continuando su crecimiento una vez que las lluvias se hacen patentes y sin detrimento de la productividad. El maíz de tres meses, que no soporta largos periodos de sequía, se cultivaba una vez establecido el periodo de lluvias (junio-julio). Esta era una práctica habitual en caso de que se perdiera el cultivo inicial. En lo que respecta a la producción de frijol, la región se particularizaba por albergar una gran diversidad de razas, con preferencia de las variedades de tipo enredadera, porque soportan mejor las inundaciones. El cultivo de la calabaza también presentaba una gran diversidad y se sembraba para autoconsumo (Charcas *et al.*, 2010).

Desde el punto de vista de la tecnificación, al igual que en otras regiones de México, la producción agrícola de la hacienda mantenía una estructura muy tradicional. Dicho de otra manera, la actividad agropecuaria mexicana permaneció atada a viejos vicios, aun cuando en el siglo XVIII ya se había producido en Europa la llamada Revolución Agraria. En las haciendas mexicanas se continuó utilizando el arado con coyunda y timón, combinado con el uso de la coa y la pala (de origen prehispánico) y el azadón y la azada (de origen europeo). La utilización del arado moderno, que significaba reducir el tiempo y el número de brazos invertidos a una tercera parte, se hallaba muy restringida debido a los altos precios de los implementos agrícolas (Menegus-Bornemann,

1998). Hacia mediados del siglo XIX inició en España una tendencia innovadora que significó el empleo del hierro en los mecanismos hidráulicos. En esa época ya se empleaban modelos muy perfeccionados de norias de metal, del tipo Bonnau, como son conocidos en Francia (Caro Baroja, 1996). Al igual que en el caso de los aperos de labranza, estos avances europeos no se vieron reflejados en Cruces, donde los mecanismos eran contruidos casi en su totalidad de madera, principalmente de mezquite.

La vocación pecuaria de la hacienda

La hacienda de Cruces tenía una vocación fundamentalmente ganadera, y operaba gracias a la cercanía de los mercados de San Luis Potosí, Querétaro y Zacatecas, pero sobre todo por la existencia de zonas mineras (Zacatecas, Guanajuato y Real de Catorce). De acuerdo con Bazant (1980), en las haciendas se producía carne, mezcal, pieles, grasa y animales de trabajo para los centros mineros. La actividad agrícola era mínima y estaba muy localizada aprovechando la humedad estacional en zonas de bajío. De manera complementaria, se producía mezcal a partir del aprovechamiento del maguey mezcalero (*Agave salmiana*), y la ubicación de las fábricas dependía de la abundancia de este en las zonas de matorral xerófito. Finalmente, la región se caracterizaba por la existencia de salinas distribuidas a manera de manchones dispersos en las planicies con suelos sedimentarios, lo que favorecía la formación de depósitos de sal, ampliamente explotados a finales del siglo XIX.

Pese a su relevancia como uno de los grandes latifundios del altiplano potosino durante el porfiriato, existe muy poca documentación histórica de la hacienda. Esto impide contar con datos precisos sobre la producción ganadera. Lopes (2003) señala que, durante la segunda mitad del siglo XIX, San Luis Potosí se especializaba en la cría de ganado menor, principalmente de ovejas para la producción de lana. Hacia 1902, la entidad tenía más de un millón de cabezas de ganado para la exportación de pieles, cueros y lana. Entre los productos destinados al mercado nacional se encontraban la lana, el mezcal, el cebo, el cuero y el ganado en pie (Mendoza y Del Castillo, 1891). García (1883) precisa que en la hacienda de Cruces el agua se obtenía de pozos y que existían extensos terrenos de crianza con abundantes pastos donde se apacentaban ganados mayor y menor.

Las norias de la hacienda tenían una capacidad máxima de almacenamiento de agua de más de 4 300 metros cúbicos³ y la longitud total de abrevadero para el

³ Los datos sobre la capacidad de almacenamiento y la longitud de los bebederos se obtuvieron a partir de mediciones en campo de todas las norias, incluyendo sus pilas o albercas y abrevaderos.

ganado era superior a los 4 800 metros. Según productores de ovejas de la región, durante el periodo de la hacienda se establecían ahijaderos para permitir el descanso y rebrote de los pastos, principalmente en zonas de bajo o terrenos planos.

Evidencia de la actividad ganadera en la región es la existencia de instalaciones para el empaclado de la lana y de una fábrica de zarapes (AHESLP, 1926). La correspondencia entre los administradores y los dueños de las haciendas deja ver una intensa actividad en torno a la producción de la lana, tal es el caso de la venta de 27 toneladas de este producto destinadas a diversos establecimientos de la ciudad de México y a la solicitud de agostaderos para miles de carneros (De los Reyes, 2002).

LA NORIA, ELEMENTO ESENCIAL DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

Ante la carencia de recursos hidrológicos superficiales, las difíciles condiciones del clima y la imposibilidad de tener una producción agrícola importante, Cruces se dedicaba a la producción extensiva de ganado, por lo tanto, el control y la gestión de las zonas de pastoreo y el suministro de agua para el abrevadero eran esenciales. La hacienda contaba con un sistema de norias distribuidas estratégicamente en el territorio y cuyos emplazamiento y características estructurales estaban muy relacionados con las fuentes de agua producto de las precipitaciones estacionales.

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE, 2021), el término *noria* se refiere a la “máquina compuesta de dos grandes ruedas engranadas que, mediante cangilones, sube el agua de los pozos, acequias, etc.”. En México, sin embargo, se suele designar como noria no solo a la maquinaria, sino a todo tipo de construcción que alberga algún mecanismo para la extracción de agua. La palabra *noria* procede de los dialectos vulgares del norte de África y, según algunos lexicógrafos árabes, proviene del chirrido característico producido por la misma maquinaria (Poveda, 2004). En el siglo XVII, dicho término pasó a referirse a las maquinarias para sacar agua de los pozos mediante un sistema de engranajes movidos por animales, pero que incluía las ruedas hidráulicas verticales colocadas sobre los pozos, las cuales eran movidas por el hombre (con los pies o con las manos) (Caro-Baroja, 1996). Para Rojas (2013), las norias de tracción humana denotan una “rueda de sangre” vertical, dotada con recipientes, movida por humanos mediante pedales o travesaños de la propia rueda para elevar agua de depósitos subterráneos, principalmente de pozos someros. Por su parte, las norias de sangre de tracción animal eran de dos

tipos: aquellas con tres ruedas, movidas por lo alto, y las de dos ruedas engranadas, movidas por lo bajo.

Las particularidades de las norias en la hacienda de Cruces obedecían a diversos factores, entre los que destacan la profundidad de la fuente de agua, los requerimientos en términos de la producción pecuaria y la situación económica y administrativa al momento de su construcción. Aunque esto dificulta el establecimiento de una tipología, existen algunos elementos que hacen posible su caracterización.

Los edificios que albergaban la maquinaria y la infraestructura para la extracción, el almacenamiento y la distribución del agua eran construidos con mampostería que, en muchos casos, se repellaba con argamasa. Si bien existen excepciones notables, se trata de una arquitectura civil muy sobria y sin ornamentos. A veces se utilizaba cantera labrada en dinteles y ventanas, y se empleaba la pintura roja para introducir elementos decorativos muy sencillos. Los componentes esenciales de toda noria eran el edificio de la noria, la alberca o pila y el bebedero o abrevadero.

Los edificios de la noria consisten en construcciones de mampostería que se levantan sobre el pozo para guarecer la maquinaria y a las personas o animales que movían el mecanismo. Cuando las norias eran de tracción humana, las construcciones solían ser elevadas, de pequeñas dimensiones, de planta rectangular, con techumbre plana de viguería o bóveda de cañón corrido y escalinata de acceso. Los edificios para albergar las norias de sangre eran de mayores dimensiones y sus características arquitectónicas variaban mucho. Por lo regular, las norias de paso alto se construían al nivel del suelo y eran de planta rectangular con techo de bóveda de cañón corrido. Las norias de paso bajo eran edificaciones elevadas de planta cuadrangular o poliédrica (hexagonal u octagonal), con cúpulas de tabique, con o sin remate, y una rampa de acceso bardeada de piedra para subir a los animales. El uso de contrafuertes en estas construcciones era frecuente.

En cuanto a la alberca o pila, esta permitía almacenar el agua extraída de los pozos, estaba hecha de gruesos muros de piedra repellada, normalmente de planta poliédrica, con o sin contrafuertes (dependiendo de sus dimensiones), y podía estar adosada al edificio de la noria o conectarse a él mediante un arco de piedra. En ocasiones, se construía una escalinata-puente que permitía subir al borde de la pila y comunicar ambos lados del conjunto.

Por último, los bebederos o abrevaderos solían estar adosados a la pila, aunque en ocasiones se conectaban mediante un arco de piedra. Constaban de un muro por donde se conducía el agua mediante un caño, casi siempre cubierto y, en ambos lados, un largo abrevadero cuyas dimensiones se ajustaban al tipo de ganado. Con frecuencia, se

construía una escalinata-puente de piedra entre el bebedero y la pila, lo que permitía el paso de un lado a otro del conjunto. A lo largo del bebedero se acostumbraba construir una plataforma o rampa de piedra inclinada para soportar el pisoteo de los animales.

La distribución de las norias en el territorio

Durante el porfiriato, Cruces era propiedad de los hermanos Matías y Antonio Hernández Soberón, quienes en 1890 mandaron elaborar el plano topográfico de la hacienda, el cual fue levantado por Francisco Gándara. En dicho plano se muestran 39 norias, siete estancias, siete caseríos y seis ranchos. Las norias fueron destinadas fundamentalmente a la producción pecuaria.

En la construcción de las norias se buscaba aprovechar: a) la existencia de algún acuífero superficial; b) las aguas subálveas en zonas de bajío, o c) el agua almacenada en bordos, conocidos localmente como tanques, que aprovechaban los escurrimientos intermitentes en las ramblas. En general, las norias se ubican a una altitud promedio de 2 020 metros sobre el nivel del mar, pero más de la mitad de ellas fueron construidas a altitudes por debajo de esa media. Existen algunas norias importantes por sus dimensiones y el volumen de agua que manejaban (El Refugio, La Providencia o Guadalupe) que fueron construidas a mayores altitudes. En promedio, cada noria cubría una superficie de 8 646.5 hectáreas, pero las norias de tracción humana, menos eficientes y con menor capacidad de almacenamiento, tenían una zona de influencia ligeramente menor (8 542.9 hectáreas).

Comúnmente, las norias se encuentran separadas a una distancia promedio de 5 060 metros, lo cual permitía el arreo del ganado entre ellas. De acuerdo con su distribución espacial, las norias para ganado mayor se encontraban fuertemente asociadas al casco de la hacienda de Cruces y a algunas estancias ganaderas importantes, tal es el caso de Santa María, El Toro y El Salado. Las norias con abrevadero para ganado mayor y menor estaban asociadas con algunas estancias como La Hedionda, La Herradura, Pozo Salado y Providencia. Las norias destinadas exclusivamente al abrevadero de ganado menor estaban más vinculadas con los ranchos,⁴ como Rancho Guadalupe, El Ranchito, Rancho San Antonio o Rancho Los Hernández.

Más allá de su distribución, más o menos regular, las características de las norias guardaban una fuerte relación con la actividad ganadera y, por consiguiente, con

⁴ En Cruces había varios ranchos que eran tierras de alquiler anexos a la hacienda. Para Semo (1988, cit. en Tortolero-Villaseñor (1998), se trataba de pequeñas propiedades, sin reserva de tierras, que no disponían de pastizales ni conservaban el monopolio de las fuentes de agua.

la localización de las zonas de pastoreo. Las norias para ganado menor prevalecían en las regiones menos pobladas, donde predominaban los extensos matorrales micrófilos, y en torno a las rancherías cuya vocación era eminentemente agrícola, con la crianza de ganado menor como actividad secundaria. Las norias destinadas solo al abrevadero de ganado mayor se concentraban en torno a las haciendas y estancias con vocación ganadera, es decir, aquellas que contaban con potreros, zonas de pastoreo de buena calidad e infraestructura para la gestión del ganado.

De las 39 norias que tenía la hacienda en 1890, siete aprovechaban el agua almacenada en tanques construidos de forma perpendicular a las ramblas (Pozo Salado, Providencia, San Dionisio, El Toril, La Candelaria y San Antonio del Mezquite). En la mayoría de los casos, la recarga del pozo ocurría simplemente por la filtración de las aguas subálveas. Tres de las citadas norias (Pozo Salado, Providencia y San Dionisio) (véase la figura 2) tenían galerías de drenaje (acueductos subterráneos) que conectaban el tanque con el pozo de la noria. Esto les permitía captar esas aguas subálveas y conducir las para favorecer aún más la recarga y la recuperación del nivel piezométrico del pozo. Una posible explicación de la existencia de estas galerías es que el pozo no se encontraba en la parte media del bordo, lo que garantizaría un mayor aporte de agua, sobre todo en época de estiaje.

FOTOGRAFÍA 2. COMPUERTA DEL TANQUE DE PROVIDENCIA DESDE DONDE PARTE LA GALERÍA DE DRENAJE QUE RECORRE LA CORTINA HASTA CONECTARSE CON EL POZO

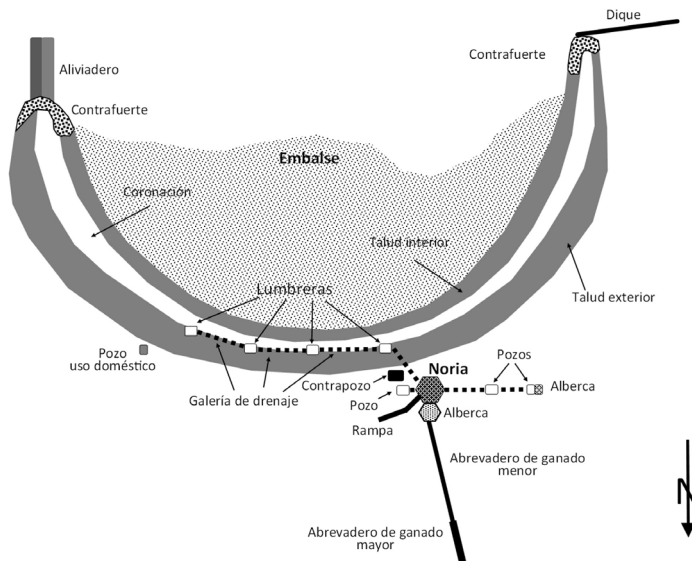


En la noria de San Dionisio, que estaba vinculada con un tanque construido de forma perpendicular a los escurrimientos, se encuentra una galería de drenaje de unos 10 metros de longitud que conecta el pozo con la cortina del bordo. En Providencia, donde el pozo se halla muy próximo al bordo, la galería se prolonga por la cortina por unos 30 metros hasta llegar cerca de la compuerta (véase la fotografía 2). En ambos casos, quizás por las cortas dimensiones de las galerías, no existen respiraderos o lumbreras.

EL SISTEMA HIDRÁULICO TANQUE-POZO DE POZO SALADO

El sistema hidráulico de Pozo Salado destaca por su singularidad (véase la fotografía 1), puesto que es el ejemplo más complejo de la vinculación tanque-pozo en el territorio de la hacienda de Cruces, y guarda una importante similitud con el binomio azul/cimbrado descrito por Granero y Martínez (2003). Se trata de un sistema ciertamente complejo que cuenta con un tanque o bordo bien consolidado, una galería de drenaje con lumbreras, un pozo principal donde se ubicaba la noria, una alberca, abrevaderos para ganado mayor y menor, tres pozos vinculados con el pozo principal, así como un pequeño pozo para uso doméstico (véase la figura 3).

FIGURA 3. ELEMENTOS DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE POZO SALADO



El tanque y sus elementos asociados (sistema de captación)

El tanque

El tanque presenta, en sus extremos oriental y occidental, contrafuertes de mampostería de unos seis metros de largo por dos metros de alto, y cuya principal función era evitar la erosión de las partes más bajas de la cortina de tierra. En la parte occidental, el contrafuerte se une a un dique de mampostería de 20 metros de longitud por un metro de alto, cuya principal función era encauzar parte de la escorrentía de la rambla. En el extremo oriental se encuentra una rampa de piedra de 14 metros de largo por siete metros de ancho, que hacía las veces de aliviadero en caso del desborde del tanque (véase la fotografía 3). Existe una distancia en línea recta de 186 metros entre los extremos del bordo (contrafuertes), y la cortina de tierra (en forma de herradura) tiene una longitud aproximada de 350 metros, alcanzando ocho metros de altura en su porción más elevada.

FOTOGRAFÍA 3. CONTRAFUERTE ORIENTAL DEL TANQUE Y ALIVIADERO



La galería

Las galerías de drenaje no son privativas de las norias asociadas a tanques. Se ha identificado su existencia en otras norias ubicadas en lo que fue la hacienda. Tal es el caso de Jesús María, donde hay dos galerías, una de las cuales, de acuerdo con los encargados de la noria, tiene una longitud superior a 100 metros (véase la fotografía 4).

Si bien se tienen reportes orales y evidencias muy claras de la existencia de la galería de drenaje de Pozo Salado, no fue posible documentar con precisión sus características estructurales. Hacia el último tercio del siglo XX, se introdujo maquinaria para realizar un levantamiento de la cortina del bordo, lo que significó que algunos elementos construidos en último tercio del siglo XIX quedaran dañados o enterrados, entre ellos la conexión de los pozos de ventilación (lumberas), la galería y la mina de acceso al pozo principal; también se destruyó una de las cuatro lumberas.

Lo más probable es que la galería de Pozo Salado no fuese construida según una técnica minera, sino que, como lo describen Granero y Martínez (2003), se fue construyendo al momento de levantar la cortina del tanque. De acuerdo con las características de los pozos de ventilación y con base en los informantes del lugar, es posible afirmar que, desde el punto de vista estructural, dicha galería tiene rasgos similares a los de las encontradas en la noria de Jesús María. Se trata de un acueducto subterráneo de mampostería recubierto por una bóveda con perfil parabólico de 1.2 metros de ancho por dos metros de alto. Dada la distribución de las lumberas, es posible afirmar que la galería tenía una longitud mínima de 80 metros.

FOTOGRAFÍA 4. INTERIOR DEL POZO DE JESÚS MARÍA DONDE SE MUESTRA LA DESEMBOCADURA DE DOS GALERÍAS O CANALES DE DRENAJE



La galería recorre la coronación del bordo, y su función era la captación y conducción del agua hasta hacerla desembocar en el sistema de pozos. Las cuatro lumbreras, útiles para el mantenimiento y la limpieza de la galería (véase la fotografía 5), se encontraban separadas unos 20 metros entre sí. Estaban además, es decir, sus paredes estaban cubiertas de mampostería, y tenían 1.2 metros de ancho por dos metros de largo y unos 14 metros de profundidad.

FOTOGRAFÍA 5. RESPIRADEROS O LUMBRERAS EN LA CORTINA DEL TANQUE.
EL CUELLO SE HACE MÁS EVIDENTE POR LA EROSIÓN DEL TALUD



Los pozos

El sistema contaba con cuatro pozos. El pozo principal se ubica por debajo del edificio de la noria y tiene una boca de 3.5 x 2.5 metros, y una profundidad aproximada de ocho metros. Desde el suelo hasta el piso de la construcción hay cuatro metros. A causa de las condiciones en las que se encuentra actualmente este pozo no es posible saber cuál era su nivel medio de agua durante la época de funcionamiento de la noria de madera, lo cual impide, asimismo, conocer las características de la cadena o rosario de cangilones; también es difícil estimar la distancia de resguardo entre el nivel del cangilón más bajo, así como el fondo del pozo. Los labios de la abertura superior están reforzados con mampostería; del mismo modo, las paredes

fueron revestidas con mampostería (lo que se conoce como ademe) para evitar los desprendimientos de rocas y la ceguedad del manadero. El mantenimiento del pozo principal se realizaba a través de una mina con escalera de bajada. Asociados a este pozo principal, mediante una galería o canal de drenaje y alineados en sentido este-oeste, se encuentran tres pozos más, construidos para captar el agua que se filtra de la cortina del tanque (véase la fotografía 6).

FOTOGRAFÍA 6. ADEME DEL POZO AUXILIAR. EL MURO QUE DA HACIA EL TANQUE CUENTA CON ORIFICIOS PARA FACILITAR EL ESCURRIMIENTO DEL AGUA FILTRADA



La mina

Según los habitantes de la localidad, Pozo Salado contaba con una mina con escalera de bajada al pozo principal con la finalidad de darle mantenimiento. Las descripciones orales hacen suponer que se trataba de una construcción muy similar a la encontrada en la noria de Jarillas (véase la fotografía 7), pero durante el proceso de reconstrucción de la cortina del bordo esta edificación fue destruida.

FOTOGRAFÍA 7. NORIA DE JARILLAS DONDE SE APRECIA
LA ENTRADA DE LA MINA PARA BAJAR AL POZO



La noria (sistema de extracción)

En la hacienda de Cruces se utilizaban tres ingenios diferentes: las norias de tracción humana, con una sola rueda de eje horizontal; la noria de sangre de tracción animal, con tres ruedas, movida por lo alto, y la noria de sangre de tracción animal, con dos ruedas engranadas movidas por lo bajo. Las maquinarias eran casi en su totalidad de madera, salvo algunos remaches o pivotes y abrazaderas. Dados los requerimientos de construcción y las características ambientales regionales, se presume que se utilizaba madera de mezquite (*Prosopis laevigata*), especie de lento crecimiento, de ambientes secos, que produce una madera especialmente dura y resistente. Si bien en la actualidad la distribución de mezquite en la región ha disminuido, hacia finales del siglo XIX era posible contar con un mayor número de árboles de gran porte, idóneos para la construcción de norias.

Las norias asociadas a tanques o bordos en la hacienda de Cruces, y en particular la noria de Pozo Salado, eran norias de sangre movidas por lo bajo, con dimensiones y cualidades similares a las descritas de una noria de las Salinas de Imón (Cruz, 1989) y a las reportadas por Trallero Sanz *et al.* (2003) respecto de una noria de las Salinas de Atienza. Las norias por lo bajo, también denominadas hispánicas, eran ampliamente utilizadas en la península ibérica, y constaban de un par de

ruedas dispuestas en dirección perpendicular y engranadas de tal modo que la de giro horizontal y eje vertical arrastraba en su movimiento a la de giro vertical y eje horizontal. Se llaman “por lo bajo” porque la maquinaria estaba dispuesta por debajo del nivel del atalaje y tiro del animal. En general, presentaban un mejor funcionamiento y mayor rendimiento mecánico y económico. Por ejemplo, la noria reportada por Cruz (1989) tenía una capacidad de extracción y elevación de agua de 20 a 25 metros cúbicos por hora, con un 70 por ciento de rendimiento mecánico.

La rueda de aire

La rueda de aire de la noria de Pozo Salado (véase la figura 4) se componía de una “corona”⁵ circular de madera de mezquite de 2.1 metros de diámetro exterior, 1.9 metros de diámetro interior y nueve centímetros de espesor. Dicha corona se encontraba montada a partir de segmentos de madera ensamblados mediante rebajes y sujetos entre sí con remaches de hierro. La rigidez de la corona se lograba con cuatro tramos de madera de 10 centímetros de ancho por 20 centímetros de espesor, ensamblados por encima en forma de cruz, en torno al eje vertical de giro. La corona tenía 28 dientes de madera de 30 centímetros de largo y aproximadamente 10 centímetros de diámetro (véase la fotografía 8).

FIGURA 4. PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA NORIA DE POZO SALADO

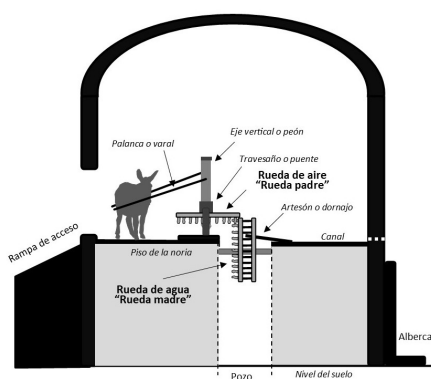


Diagrama de la Noria Pozo Salado

⁵ En la hacienda de Cruces han desaparecido los nombres locales para esta pieza. No así en el caso de las norias españolas. A manera de ejemplo, Trallero Sanz *et al.* (2003) refieren el empleo de algunos términos en la Vega de Segura (Murcia), donde la rueda elevadora es conocida simplemente como *rueda* o *noria*, mientras que la rueda de aire se denomina *contrarrueda*. Del mismo modo, se reporta el empleo de términos como *hubios* para los puentes de sujeción del eje vertical de giro y *mástil* para el eje de giro horizontal.

FOTOGRAFÍA 8. COMPONENTES DEL EJE VERTICAL
(NORIA DE PROVIDENCIA) QUE MUESTRA LA RUEDA DE AIRE,
EL EJE DE GIRO, EL TRAVESAÑO O PUENTE Y LAS VIGAS DE SOPORTE DEL PUENTE



El eje de giro

El eje vertical de la rueda motora era una viga de madera de base cuadrangular de unos 25 centímetros de lado. Este diseño permitía el empotrado de los brazos de las cruces que daban rigidez a la corona y posibilitaban una firme sujeción al eje. En la parte superior de dicho eje guía, aproximadamente a 1.8 metros del piso, en direcciones perpendiculares, había dos horadaciones en las que se alojaban los extremos de dos largos palos conocidos como palancas o varaes (véase la fotografía 8).

Para permitir su rotación, el eje de giro llevaba en su extremo inferior, encajado en el piso, un pivote reforzado con una abrazadera metálica. El eje estaba sujeto a un durmiente o travesaño horizontal que descansaba sobre dos vigas de madera empostradas en el suelo. Dicho travesaño tenía dos huecos de sección rectangular, vaciados en la madera a ambos lados del eje, en los que encajaban unos pivotes de madera para

sujetar el trozo de viga que hacía las veces de abrazadera del eje, misma abrazadera que impedía su traslación o desplome, pero que permitía su rotación (véase la fotografía 9). De acuerdo con Trallero Sanz *et al.* (2003), en las norias, al eje de giro vertical cuando es corto y su sujeción depende en buena medida de esa viga travesaño se le conoce como “peón” y al madero que sujeta al eje por encima de la corona se le llama “puente”.

FOTOGRAFÍA 9. DETALLE DEL EJE VERTICAL O EJE DE GIRO (NORIA DE PROVIDENCIA) QUE MUESTRA LA FORMA DE SUJECIÓN AL TRAVESAÑO O PUENTE Y EL ORIFICIO PARA INSERTAR UNO DE LOS VARALES

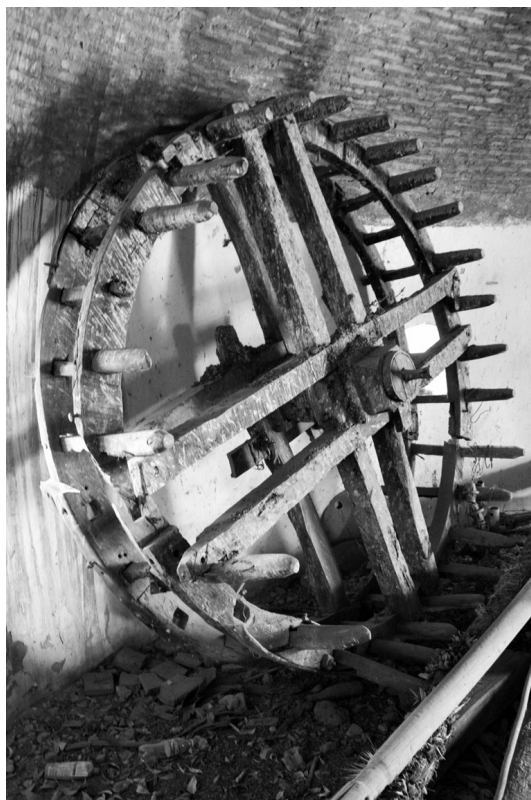


La rueda de agua

La rueda de eje horizontal, denominada rueda elevadora o de agua, se componía de dos coronas circulares de madera de iguales dimensiones que la rueda de aire (2.1 metros de diámetro exterior), y con una separación entre ambas de unos 35 centímetros (véase la fotografía 10). La corona más cercana a la rueda de aire se encontraba rigidizada mediante un sistema similar de brazos de madera ensamblados

en cruz que ceñían apretadamente el árbol o eje de rotación horizontal, y que, muy posiblemente,⁶ consistía en una viga de madera de base cuadrangular de unos 25 centímetros de lado, la cual giraba gracias a pivotes cilíndricos empotrados en los muros laterales del pozo a la altura de la boca. La corona exterior estaba exenta de brazos de madera porque estos impedirían la colocación de un artesón o dornajo, de planta rectangular, por encima del árbol o eje de giro horizontal, para recibir el agua vertida y guiarla por un canal hacia el exterior del edificio por un orificio que conectaba con la alberca directamente.

FOTOGRAFÍA 10. RUEDA DE AGUA (NORIA PROVIDENCIA)



⁶ Algunos elementos de la maquinaria se han perdido; sin embargo, dados los vestigios encontrados en las diferentes norias de paso bajo estudiadas en la zona, es posible deducir razonablemente sus características generales. La principal fuente de información fue la noria de Providencia, donde, aunque deteriorados, se han conservado la mayor parte de los componentes de la maquinaria.

Las dos coronas llevaban veintiocho taladros de 10 centímetros de diámetro, perfectamente enfrentados en horizontal entre ambos, y por ellos se introducían a presión los veintiocho bolos de madera, sencillamente devastados y ligeramente apuntados en un extremo, constituyendo así los dientes o puntos⁷ de la rueda elevadora. Los dientes tenían una longitud de vuelo de unos 35 centímetros, por lo que los bolos de madera alcanzaban una longitud total aproximada de 90 centímetros, incluyendo dientes, grosor de ambas coronas y separación entre las coronas.

En el espacio comprendido entre las dos coronas de la rueda elevadora o de agua, apoyada sobre los bolos de madera, se tendía la doble maroma sin fin a la que se ataban los cangilones de barro cocido o metal. Al girar la rueda, los cangilones subían cargados de agua, y una vez descargada esta, descendían por el otro lado hacia el pozo.⁸

En la primera mitad del siglo XX, cuando aún la maquinaria estaba en uso, se utilizaban cangilones cilíndricos de hierro, con una altura de 21 centímetros, un diámetro de 14 centímetros y un grosor aproximado de 0.5 centímetros (véase la fotografía 11). Dichos cangilones tenían una capacidad de 3.5 litros, y contaban con orejas de metal para facilitar su atado a la doble maroma.

FOTOGRAFÍA 11. CANGILONES UTILIZADOS EN POZO SALADO A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX



⁷ Por este motivo, a dicha rueda se le conoce también como “rueda de puntería” (Trallero Sanz *et al.*, 2003).

⁸ No fue posible documentar las características de la maroma en Pozo Salado.

El edificio de la noria

Se trata de una construcción de mampostería, de planta hexagonal, con cúpula de tabique con remate, que se levanta sobre el pozo para albergar y resguardar la maquinaria y para guarecer al animal que movía el mecanismo. Tenía muros de 80 centímetros de espesor, sin contrafuertes, y el piso se levanta unos cuatro metros sobre el suelo (véase la figura 4). Existe una rampa de acceso bordeada de piedra que, a diferencia de muchas otras norias de la región, no asciende en forma recta, sino que presenta un quiebre en su recorrido (véase la fotografía 12).

FOTOGRAFÍA 12. NORIA, RAMPA DE ACCESO
Y PARTE DE LA ALBERCA ADOSADA DE POZO SALADO



El edificio mostraba algunos elementos ornamentales como grecas labradas en argamasa, muros pintados de rojo, incluyendo grecas y motivos florales en cornisas, dinteles y jambas y algunos detalles de cantera. Aunque gran parte de la decoración se ha perdido, todavía se puede apreciar en algunas secciones del inmueble (véase la fotografía 13).

FOTOGRAFÍA 13. MURO DE LA NORIA DONDE SE APRECIAN
LOS VESTIGIOS DE LA DECORACIÓN ORIGINAL



Alberca y abrevaderos (sistema de distribución)

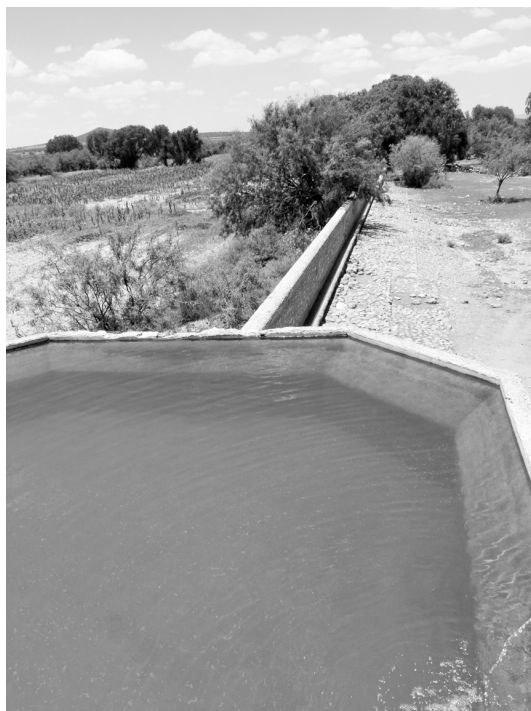
La alberca

Pozo Salado cuenta con una alberca o pila de gruesos muros de mampostería y base octagonal, adosada al edificio de la noria (véase la fotografía 14). Tiene una capacidad de almacenamiento de 72 metros cúbicos y, de acuerdo con otros estudios sobre norias similares, podía llenarse en unas siete horas y media.⁹ Este volumen de agua podría dar abrevadero a un máximo estimado de 11 464 ovejas y 740 cabezas de ganado mayor.¹⁰

⁹ El dato de tiempo de llenado es un estimado muy general que considera un valor de 2.63 litros por segundo, reportado por Montoya (2007) para una noria de similares características a Pozo Salado.

¹⁰ El dato se incluye simplemente para dimensionar la capacidad de la noria; no indica la cantidad real de ganado existente en la zona durante la época de la hacienda, ni considera otros factores que podrían afectar la disponibilidad de agua tales como la época del año o la capacidad de recuperación del nivel piezométrico. Se consideran los requerimientos de 3.5 litros por día por animal para ganado menor y 43.1 litros por día por animal para ganado mayor recomendados por Committee on Nutrient Requirements of Beef Cattle (1996).

FOTOGRAFÍA 14. ALBERCA Y ABREVADERO DE POZO SALADO



El abrevadero

El abrevadero presenta un muro central de mampostería de dos metros de alto y una longitud total de ochenta y cinco metros. En la parte superior de este muro existe un caño o acueducto interno que se conecta con la alberca y que permite la distribución del agua a todo lo largo del recorrido hasta el abrevadero de ganado mayor. El abrevadero se encuentra dividido en dos tramos: el primero y más cercano a la alberca consiste en una doble tina (a ambos lados del muro central), hecha de cantera, con una longitud de 45 metros (90 metros en total) (véase la fotografía 15); el segundo tramo es un pilón de mampostería de 40 metros de largo destinado al ganado mayor (véase la fotografía 16). A todo lo largo y a ambos lados del abrevadero hay una rampa o plataforma de piedra, que se construía para evitar que el trasiego de los animales deteriorara el terreno circundante.

FOTOGRAFÍA 15. ABREVEDERO CON RAMPA PARA GANADO MENOR EN POZO SALADO



FOTOGRAFÍA 16. ABREVEDERO DE GANADO MAYOR EN POZO SALADO



CONCLUSIONES

Los datos recopilados en campo permiten confirmar la vocación ganadera de la hacienda de Cruces. La producción ganadera de esta zona dependía en gran medida de la capacidad de extracción de agua, y, al encontrarse en un ambiente templado seco, se volvió imprescindible la aplicación de diversas tecnologías, así como el desarrollo de sistemas para la captación, la extracción y la distribución del agua. El caso de la noria de Pozo Salado es una muestra de la complejidad que este tipo de sistemas podía alcanzar. El uso de galerías de drenaje vinculado a un sistema de pozos garantizaba la extracción suficiente de agua para el abrevadero de miles de cabezas de ganado.

El movimiento revolucionario de inicios del siglo XX significó cambios profundos en la región, ya que, con la pérdida de los hatos ganaderos y el fraccionamiento del territorio, la infraestructura hidráulica porfirista quedó abandonada, y la noria de Pozo Salado no fue la excepción. Se destruyó la mina que permitía acceder y dar mantenimiento al pozo principal, se inhabilitó la galería de drenaje y se destruyó la maquinaria. Gran parte del ganado de la zona se perdió durante el movimiento revolucionario, lo que dio como resultado que los nuevos ejidatarios dirigieran el territorio a la producción agrícola. Lo anterior no solo significó una tragedia ambiental, sino que también incidió negativamente en las condiciones de vida de la población regional al limitar la capacidad productiva de la zona.

Mediante un intenso trabajo de campo fue posible documentar parte de la tecnología hidráulica utilizada en el altiplano potosino durante el último tercio del siglo XIX, lo que contribuye significativamente al conocimiento histórico regional.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE RIVERA, Juan Rogelio (1983). Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino-zacatecano. En José Molina Galán (ed.), *Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México* (pp. 105-115). Colegio de Postgraduados.
- ALMAGRO GORVEA, Antonio (2004). *Levantamiento arquitectónico*. Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10261/19802>
- Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí (AHESLP) (1926). Comisión Agraria Mixta. Moctezuma, Cruces. Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí

- Lic. Antonio Rocha Cordero. Año 1926, No. exp. 701, No. de leg. 346, Núm. de fojas 124. Asunto: Dotación pedida por los vecinos de la Ranchería de Cruces, Municipio de Moctezuma. Observaciones PO25, mayo 1917 Núm. 42.
- Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí (AHESLP) (1934). Comisión Agraria Mixta, Moctezuma, Morterillos. Exp. 731, año 1934. Informe sobre los trabajos efectuados en el poblado de Morterillos por el topógrafo Ing. Luis Torres Garza.
- BAZANT, Jan (1980). *Cinco haciendas mexicanas*. 2ª. Ed. El Colegio de México.
- CAMPOS ARANDA, Daniel Francisco (1993). Análisis agroclimático preliminar del estado de San Luis Potosí. *Agrociencia* (4), 19-44.
- CARO BAROJA, Julio (1996). *Tecnología popular española*. Círculo de Lectores, Galaxia Gutemberg.
- CHARCAS, Hilario; Aguirre Rivera, Rogelio; Reyes-Agüero, José Antonio, y Durán-García, Héctor Martín (2010). Runoff agricultura in highlands of San Luis Potosi State, Mexico. *Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América*, 35(10), 716-722. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/716-DURAN-7.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Villa de Arista (2408), estado de San Luis Potosí. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015.
- Committee on Nutrient Requirements of Beef Cattle (SBCN) (1996). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Seventh revised edition. National Academy Press.
- CRUZ GARCÍA, Oscar (1989). Norias de tradición mudéjar en las Salinas de Imón (Guadalajara) (1ª parte). *Revista de Folklore*, 9b(107), 147-160. <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcb00z2>
- DE LOS REYES, Aurelio (2002). ¿No queda huella ni memoria? (*semblanza iconográfica de una familia*). Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México.
- DURÁN-GARCÍA, Héctor Martín; Aguirre-Rivera, Juan Rogelio; Charcas-Salazar, Hilario (2002). Tendencias de la mecanización agrícola en el estado de San Luis Potosí, México. *Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América*, 27(6), 307-311. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000600006
- FERNÁNDEZ REYNOSO, Demetrio; Martínez Menes, Mario; Castillo Vega, Ricardo; García Antonio, Sixto, y Martínez, Bulmaro Luis (s/f). *Galerías filtrantes*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SAGARPA%202012.%20Galer%C3%ADas%20filtrantes.pdf

- FIGUEROA-SANDOVAL, Benjamín; Talavera-Magaña, Daniel; García-Herrera, Javier, y Méndez-Gallegos, S. de Jesús (2011). Programa de reconversión productiva de frijol en el altiplano potosino-zacatecano. En *Memorias del IX Simposium-Taller Nacional y II Internacional de Producción del Nopal y Maguey*, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- FRANCO-MAASS, Sergio, y Gutiérrez-Rivas, Ana María (2013). *La intimidad en el territorio de una hacienda potosina*. Universidad Autónoma del Estado de México, El Colegio de San Luis. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49769>
- GARCÍA, Bruno E. (1883). *Cartilla elemental de geografía del estado de San Luis Potosí*. Tipografía de B. E. García.
- GARMIN (2016). *Rino 750/755t. Manual de usuario*. Garmin Ltd. https://www8.garmin.com/manuals/webhelp/rino750/ES-XM/Rino_75x_OM_ES-XM.pdf
- GRANERO, Antonio, y Martínez, Francisco José (2005). El sistema azud/cimbrado: elemento básico en la noria de sangre de la Cuenca del Medio Almanzora (Almería). En Consell Insular de Mallorca (ed.), *Actas del IV Congreso Internacional de Molinología*. Vol. 2 (pp. 43-62). Consell Insular de Mallorca, Departament de Medi Ambient i Natura.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2009). *Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación. Esc. 1:250000. Serie III*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Documentos%20metodologicos/Guia%20interpretar%20cartografia.pdf>
- LOPES, María Aparecida (2003). Circuitos comerciales de la ganadería en el norte de México, algunas líneas de investigación. *América Latina en la Historia Económica*, 10(2), 99-112. <https://doi.org/10.18232/alhe.v10i2.328>
- MENDOZA, Pio, y Del Castillo, Rafael (1891). *Cartilla de geografía descriptiva del estado de San Luis Potosí*. Imprenta de Vélez.
- MENEGUS-BORNEMANN, Margarita (1998). Haciendas y comunidades en el valle de Toluca, siglos XVII y XVIII. En Teresa Jarquín-Ortega (coord.), *Historia general del Estado de México*. 3: *La época virreinal* (pp. 453-479). Gobierno del Estado de México, El Colegio Mexiquense.
- MONTOYA, Juan (2007). Las “viejas artes” de extracción de aguas subterráneas en el campo de Cartagena. *Revista Murciana de Antropología* (14), 143-164. <https://revistas.um.es/rmu/article/view/107711/102341>
- NOYOLA-MEDRANO, María Cristina; Ramos-Leal, José Alfredo; Domínguez-Mariani, Eloísa; Pineda-Martínez, Luis Felipe; López-Loera, Héctor, y Carbajal, Noel (2009). Factores que dan origen al minado de acuíferos en ambientes áridos: caso

- valle de San Luis Potosí. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26(2), 395-410. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57214961010>
- PALERM-VIQUEIRA, Jacinta (2004). Las galerías filtrantes o qanats en México: introducción y tipología de técnicas. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 1(2), 133-145. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v1n2/v1n2a3.pdf>
- POVEDA, Ángel (2004). Un estudio sobre las norias de sangre de origen andalusí: el caso de la alquería de Benassal (Castellón). *Historia Agraria* (32), 37-58. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=925527>
- RAE (Real Academia Española) (2019). Diccionario de la lengua española. Edición del Tricentenario. Actualización 2019. <https://www.rae.es>
- REYGADAS-ROBLES, Gil, y Aviña-Cerecer, Gustavo (2012). ¿De quién son los cielos? Tecnologías de manipulación pluvial y conflicto social en San Luis Potosí. *Dimensión Antropológica*, 54(enero-abril), 127-152. <http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=7582>
- ROJAS, Teresa (2009). Las obras hidráulicas en las épocas prehispánica y colonial. En Comisión Nacional del Agua (comp.), *Semblanza histórica del agua en México* (pp. 9-26). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-28SemblanzaHistóricaMéxico.pdf>
- ROJAS, Teresa (2013). Tecnología hidráulica comparada: de Mesoamérica a la Nueva España. En Édgar Hurtado Hernández y José Francisco Román Gutiérrez (coords.), *Con tinta de agua: historiografía, tecnologías y usos* (pp. 65-120). Universidad Autónoma de Zacatecas.
- SEELE, Enno (2015). *Las norias en México*. Segunda edición. Texto y fotografías de Enno Seele. Trad. Irene Steiner Gabriel y Úrsula Oberg. Universidad Nacional Autónoma de México.
- TORTOLERO-VILLASEÑOR, Alejandro (1998). *De la coa a la máquina de vapor. Actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas: 1880-1914*. 2a. Ed. Siglo XXI.
- TRALLERO SANZ, Antonio. M.; Arroyo San José, Joaquín, y Martínez Señor, Vanesa (2003). *Las salinas de la comarca de Atienza: una guía para conocerlas y visitarlas*. AACHE.