

*Enrique Nalda**

Un horno de cal en Hacienda Calderón, Morelos

La exploración de un horno de cal prehispánico en Hacienda Calderón, Morelos, constituye un caso único en varios sentidos. Primero, porque la evidencia recuperada hace inequívoca su función: los materiales encontrados en el área de carga y de atizado, así como dentro de la cuba, son típicamente producto de la operación de un horno de cal. Segundo, porque la arquitectura del horno es la indicada para ese tipo de operación: se trata de un horno semienterrado, de cuba cilíndrica recubierta de basalto, y con puerta de alimentación de leña y retiro de cenizas de tamaño adecuado. Tercero, porque el horno está asociado a una operación prehispánica: el estucado de los paramentos de una construcción ubicada a un lado. Cuarto, porque los materiales arqueológicos recuperados y el contenido de radiocarbono en madera alimentada al horno produjeron fechas concordantes: el llamado Epiclásico del Altiplano. Quinto, por sus excepcionales condiciones de conservación, pues una vez concluido el trabajo de estucado el horno fue parcialmente desmantelado, tapado y sellado por el piso de estuco correspondiente a la superficie de circulación asociada al edificio. Finalmente, porque hornos similares en la población vecina de San Andrés de la Cal, los cuales operaron hasta fechas recientes, confirman nuestra interpretación a partir de materiales arqueológicos y detallan la operación del mismo.

A comienzo de la década de los ochenta, con el apoyo del Departamento de Investigaciones Arqueológicas de la Escuela Nacional de Antropología e Historia, y el entusiasmo y entrega de un grupo de estudiantes que cubría la práctica de campo asociada a un curso sobre excavación arqueológica, se desarrolló un proyecto de investigación que tenía como foco de atención la relación de Teotihuacán con los valles del norte del estado de Morelos. El proyecto tuvo una primera fase de recorrido en la que se cubrieron dos franjas: la primera, de 250 km² de extensión, se ubicó a lo largo del río Amatzinac, desde Hueyapan hasta Jantetelco; la segunda cubría 350 km² y se localizó básicamente en el sistema de drenaje del río Yautepec, desde la población del mismo nombre hasta Yecapixtla. La siguiente fase fue de excavación y en ella se trabajó Hacienda Calderón, un asentamiento prehispánico con una larga secuencia de ocupación, rodeado de cañaverales y ladrilleras (fig. 1), y ubicado a corta distancia al sur de Oaxtepec.

Como parte de los trabajos de excavación realizados, destaca la cuidadosa exploración de un horno de cal. Se trata de un hallazgo fortuito, cuya su exploración no tiene relación directa con el proyecto de investigación enunciado. Lo que sigue es una versión revisada y ampliada de la presentación que se

* Dirección de Estudios Arqueológicos, INAH.



● Fig. 1 Hacienda Calderón. Aérea general.

hizo de este hallazgo como parte del voluminoso informe inédito entregado al Consejo de Arqueología. La lista de los estudiantes que participaron en esa experiencia es larga. Valga al menos hacer mención de aquellos a cuyo cargo estuvo la excavación y registro de la información recuperada: Mari Carmen Solanes y Enrique Vela.

La importancia de esta exploración es múltiple: se trata de un horno “cerrado”, prehispánico, excepcional por sus condiciones de preservación e indicadores incuestionables que hicieron posible su identificación como tal; pero sobre todo porque permite establecer la existencia de una tecnología particular con gran profundidad temporal, más de un milenio, en la región. No existe, que yo sepa, un hallazgo comparable. Mucho se ha escrito sobre hornos de cerámica, mucho también sobre el empleo de la cal en enlucidos, pero sobre hornos de cal conozco pocos trabajos. De éstos, prácticamente la totalidad corresponde a hornos abiertos que funcionan por combustión de leña apilada al aire libre, y han sido interpretados como tales por la simple presencia de calizas en superficie delimitando pequeños círculos de diámetro variable. Ejemplo de este tipo de tecnología puede verse en uno de los hornos excavados por Castanzo (2003) en Tepeaca, en la Cuenca Puebla-Tlaxcala, y fechado en el Formativo medio a partir de una medición de radiocarbono

sobre material recuperado cerca de la superficie. Son hornos comunes en el área maya (MacKinnon y May, 1990; Abrams, 1996b). Por su tecnología esencialmente diferente, y en especial por el carácter tan especulativo con el que frecuentemente concluyen quienes han trabajado ese tipo de horno —sobre todo en la discusión del proceso de trabajo, que podría inferirse de la evidencia recuperada—, es difícil presentar en este texto una disertación de orden comparativo. Por tanto, hemos preferido limitarnos a la descripción formal del horno; una

comparación con hornos que operaron en la vecina población de San Andrés de la Cal hasta épocas muy recientes; la presentación de su operación, basada en gran medida en relatos de quienes trabajaron los hornos de San Andrés, y finalmente, algunas consideraciones sobre el posible destino de la producción de hornos similares que pudieron haber existido en el norte de Morelos.

Características del horno de cal de Hacienda Calderón

El horno de cal de Hacienda Calderón se encontró mientras definíamos la planta de las estructuras, cuya destrucción parcial conformó el montículo M-2 del sitio. En un proceso de excavación “tipo Barker”, donde el retiro de capas se hace de manera total y en sentido inverso a la secuencia de deposición, se encontraron ocho plataformas (E-1 a E-8) que sirvieron de sustento a estructuras de material perecedero, de las cuales se recuperaron algunas huellas de poste, así como una primera construcción (sub) que evoca rasgos de la arquitectura teotihuacana de finales del Clásico. Las ocho plataformas estaban dispuestas concéntricamente, con ligeras variaciones en orientación y un espaciamiento promedio de dos metros entre plataformas sucesivas. Las figs. 2 y 3 muestran la secuencia de



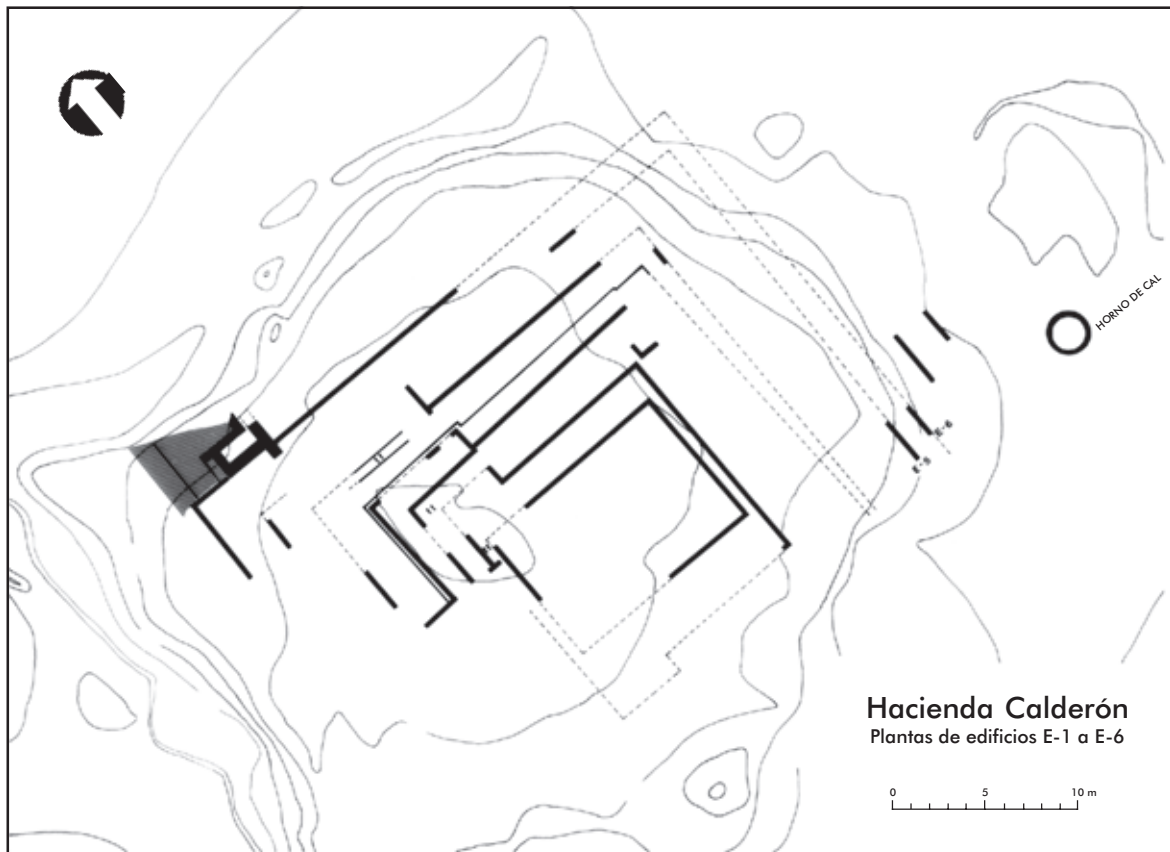
● Fig. 2 Hacienda Calderón. Montículo M-2

muros de las plataformas expuestas; en la esquina inferior izquierda de la foto y en límite derecho de la fig. 3 se encuentra el punto en que se descubrió el horno de cal. El conjunto

de plataformas y sub-estructura datan de mediados del siglo VIII a finales del X, fechas establecidas por comparación con estilos arquitectónicos y tipología cerámica de la Cuenca de México.

Por consideraciones de niveles de desplante y de distancia al costado oriente de las plataformas, se determinó que el horno de cal debería asociarse a la construcción de la plataforma E-5, restos de cuyo derrumbe se muestran en la fig. 4. El horno habría servido al propósito muy específico de suministrar cal para el estucado de esa plataforma. Una vez realizado

el trabajo de recubrimiento, el horno dejó de operar y fue parcialmente desmantelado. De haber sido ésta una práctica común en la construcción y repello de las plataformas de Hacen-



● Fig. 3 Hacienda Calderón. Plantas de edificios E-1 a E-6.



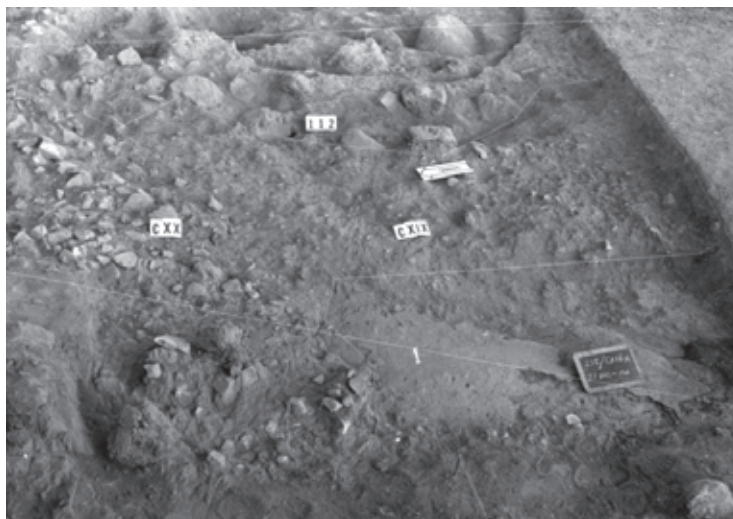
● Fig. 4 Hacienda Calderón. Horno de cal y derrumbes de plataformas E-5 y E-6.

da Calderón, no debería extrañar que futuras excavaciones en M-2 llegasen a exponer varios hornos de cal, próximos a los límites de las diferentes construcciones y por debajo de sus respectivos niveles de circulación externa.

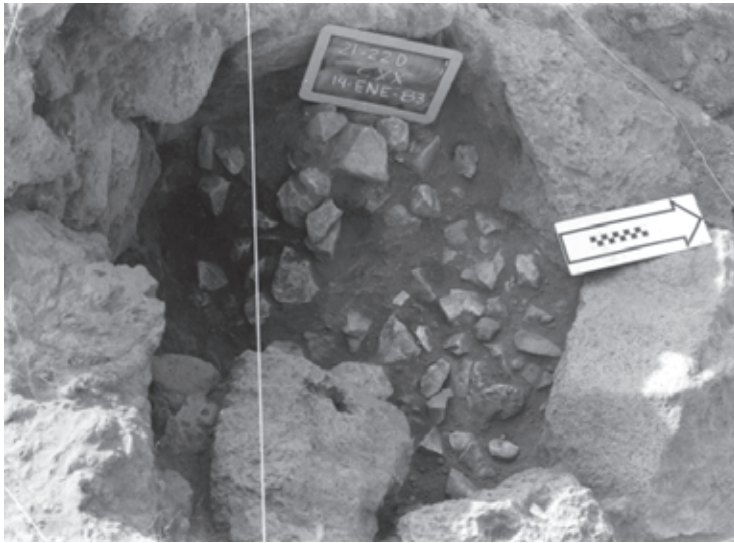
Durante el proceso de excavación, el horno de cal apareció primero como una construcción de sección circular con un relleno de piedras y bloques —algunos con señales de exposición a altas temperaturas—, rodeada de materiales diversos que aislamos en delgadas capas de calizas alternadas con lenticulas de ceniza y tierra quemada (figs. 5 y 6); la estratigrafía correspondiente se muestra en la fig. 7. La función de la construcción como instalación para producir cal se sospechó en función de esta estratigrafía y al

encontrar que se exploraba una fosa recubierta con bloques de basalto vesicular seleccionados por su careado natural y revestidos en su cara interna con lodo, aplicado en forma dispereja con el claro propósito de producir un sellado. Al término de la excavación se confirmó la función al encontrar la puerta de alimentación de leña y extracción de cenizas, así como materiales *in situ* producto de la operación del horno: una capa de cenizas y madera carbonizada en el fondo del horno y restos de piedra caliza totalmente calcinada en el área de la puerta. Por encima de la capa de las cenizas y madera carbonizada, y por debajo del relleno de piedras y bloques, se encontró una capa de calizas fragmentadas, y de tamaño adecuado para ser introducidas como carga al horno de cal; estas calizas mostraban los efectos de un calentamiento en mayor o menor grado, pero siempre muy por debajo del necesario para producir cal (fig. 8). Estas calizas, por tanto, no deben considerarse como material *in situ*, sino como parte del relleno del horno una vez que éste fue abandonado, destruida su mitad superior y haberse nivelado el terreno como preparación al tendido del piso asociado al edificio, cuyo estucado dictó la necesidad de construir el horno.

La construcción del horno implicó excavar una fosa que profundizó alrededor de dos metros por debajo de la superficie de circulación



● Fig. 5 Hacienda Calderón. Indicadores próximos a la superficie del terreno que señalan la existencia de un horno de cal.



● Fig. 6 Hacienda Calderón. Bloques de basalto y piedras calizas.

en esa época. Tal tipo de arreglo, semi-subterráneo, forzó la habilitación de una rampa (fig. 9) que conectara la superficie del terreno con el punto de alimentación de leña y extracción de cenizas. Habría requerido, además, la construcción de un cono truncado de relleno (tierra, bloques y piedras) para alcanzar la boca de la cuba y alimentar el horno con piedras por calcinar; la parte superior del cono habría sido lo bastante amplia para permitir almacenar las calizas necesarias para llenar y “copetear” la cuba (fig. 10). De esta manera, en la mitad superior del horno la pérdida de calor hacia el exterior habría sido reducida por el relleno del cono, mientras en la mitad inferior —excepto el callejón en la rampa de acceso a la abertura de alimentación de leña— la pérdida habría estado impedida por el subsuelo.

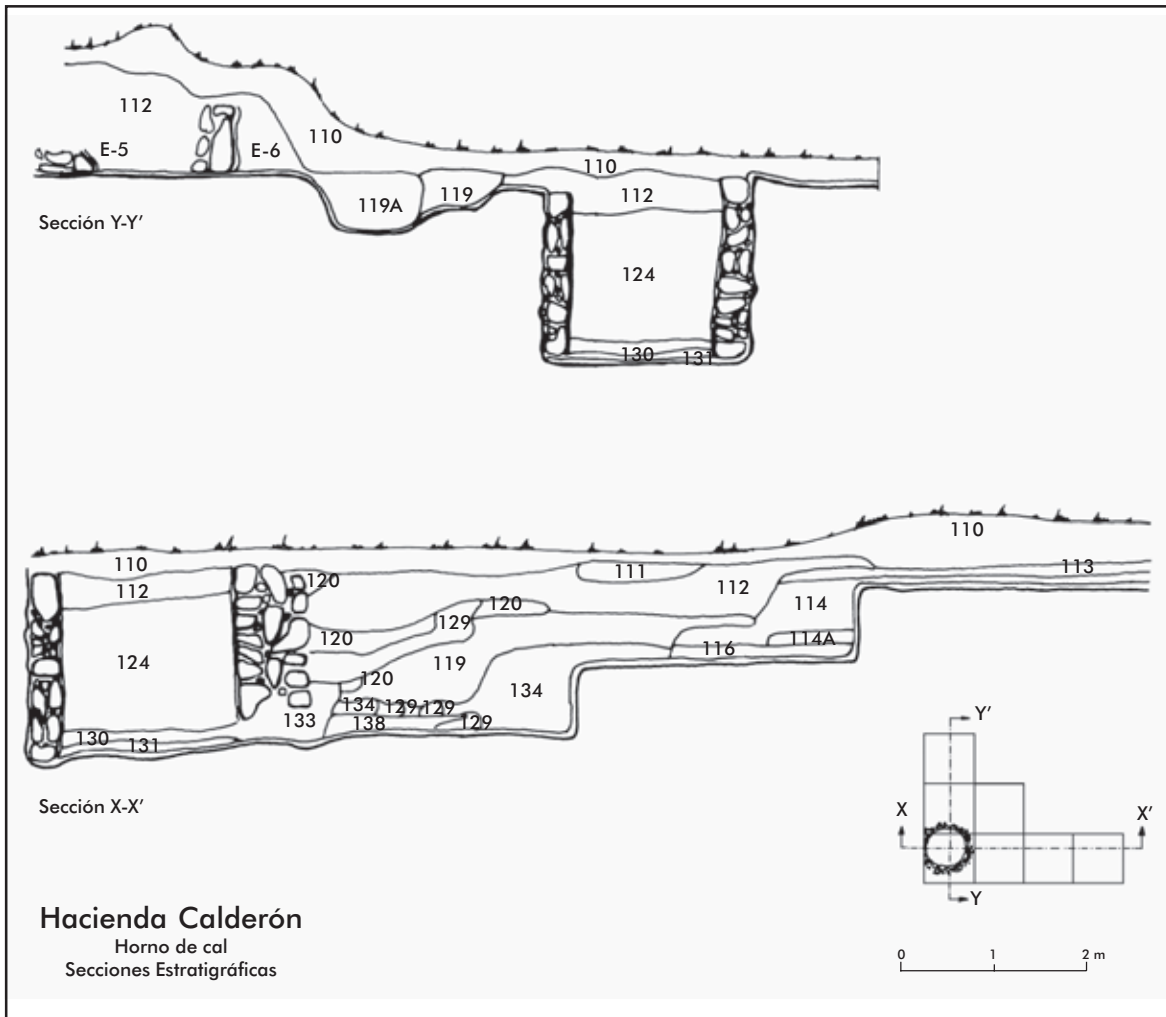
La cuba del horno fue provista de una abertura en su base, y a través de la cual los “atizadores” alimentaban leña y extraían cenizas (fig. 11), al tiempo que servía de entrada de oxígeno para la combustión. Sus dimensiones fueron del orden de 50 cm de ancho y 75 cm de altura (figs. 12 y 13). El interior de la cuba, en el fondo, debió haber tenido una cámara de combustión tipo domo (*infra*), similar a un horno de pan, construido con bloques de basalto colocados de manera que permitieran el paso del aire caliente hacia arriba, a través del apilamiento de pie-

dra caliza. Debe señalarse, sin embargo, que no encontramos el domo en su posición original, sólo algunos de los bloques que debieron haberlo formado (fig. 14).

Diferencias y semejanzas respecto a los hornos de San Andrés de la Cal

El diseño del horno de Hacienda Calderón es muy similar al de los hornos de cal que hasta hace pocos años estuvieron en operación en San Andrés de la Cal (Tenextitla), una pequeña población 3 km al Sur de Tepoztlán, Morelos, y 18

kilómetros al Noroeste de Hacienda Calderón, justo en el contacto del Grupo Chichinautzin de materiales de origen volcánico y las formaciones Cuautla y Morelos de calizas y dolomitas (Fries, 1960). El nombre del pueblo delata lo que fue la actividad fundamental de sus habitantes hasta el cierre de la Revolución mexicana en la región, y más concretamente hasta la pérdida de competitividad con la instalación de hornos modernos, alimentados con petróleo y gas, y mayor capacidad de producción. Al momento de nuestra primera visita a San Andrés de la Cal, en 1982, los informantes nos guiaron a quince hornos. En la época de auge de la producción el número de hornos debió haber sido significativamente mayor; la ubicación del resto, dispersos alrededor del lomerío de calizas y abandonados tiempo atrás, habría sido olvidada. Veinticinco años después de esa primera visita, la cifra se había reducido a ocho, y los ahora viejos informantes habían desaparecido casi en su totalidad. Incluso se había perdido memoria de que los hornos siguieron siendo encendidos ocasionalmente después de la Revolución mexicana, para financiar los gastos de las festividades del pueblo: el 30 de noviembre, fecha en que se honra al santo patrono del pueblo, y los tres primeros fines de semana de enero, cuando se conmemora al Salvador del mundo. Esta costumbre parece haber desaparecido poco



● Fig. 7 Hacienda Calderón. Estratigrafía del horno de cal.

Capa 110. Derrumbe de edificios E-5 y E-6.

Capa 111. Firme de piso de estuco.

Capa 112. Materiales diversos producto del desmantelamiento del horno.

Capa 113. Nivel de circulación.

Capa 114. Tierra compactada, posible nivel de circulación.

Capa 116. Posibles restos de piso similar al "concreto teotihuacano".

Capa 119. Tierra quemada.

Capa 120. Calizas descargadas del horno, algunas parcialmente calcinadas.

Capa 124. Materiales diversos producto del desmantelamiento del horno.

Capa 129. Cenizas arrojadas al tapar el callejón.

Capa 130. Calizas y tierra suelta.

Capa 131. Cenizas *in situ* producto de operación de horno.

Capa 133. Tierra y desplome de bloques de basalto.

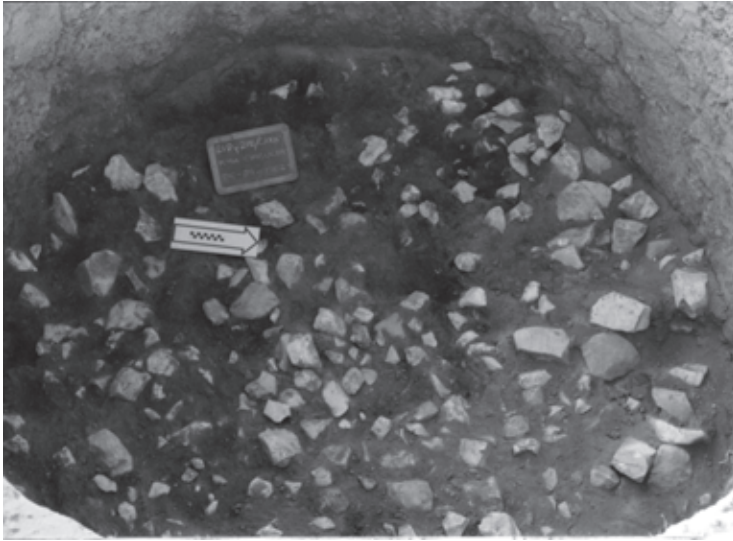
Capa 134. Bloques y piedras de basalto vesicular, y calizas ocasionales.

Capa 138. Cal, cenizas, tierra quemada y calizas ocasionales, todo producto de operación del horno.

Capa 139. Basalto producto del desmantelamiento del horno.

tiempo después de nuestra primera visita a San Andrés: hoy día los gastos de ambas festividades ya no dependen de la actividad que dio nombre del pueblo. Junto a la transformación

económica del pueblo —que ahora depende de la agricultura y la ganadería—, la relevancia de las festividades asociadas al Salvador es ahora mayor que las de San Andrés: la iglesia de



● Fig. 8 Hacienda Calderón. Calizas en fondo de cuba.



● Fig. 9 Hacienda Calderón. Estratigrafía expuesta por rampa hacia hogar del horno.

San Andrés, ciertamente de mayor monumentalidad, ha sido opacada por el cuidado y adornados a la modesta capilla del Salvador, edificada —desafiante— justo enfrente de la primera.

Los hornos de San Andrés de la Cal son de cuba cilíndrica, pero también los hay con forma de cono truncado e invertido. En esta segunda alternativa las paredes tienen un ataludamiento de casi 14°, lo cual reduce en forma apreciable

el empuje de las calizas sobre el hogar. En todos los casos los hornos tienen dos puertas, diametralmente opuestas, en la base de la cuba (fig. 15), lo cual facilita la introducción de leña y retirar los productos de la combustión. El hogar está equipado con una parrilla construida con rieles de ferrocarril, para soportar el empuje de las calizas acumuladas en la cuba y habilitar la cámara de combustión. Sin duda, el diseño del horno de Hacienda Calderón, con su cuba cilíndrica y un domo de bloques de basalto cubriendo la cámara de combustión, impone sobre el operador una mayor destreza en la alimentación de leña y limpieza de cenizas.

El tamaño de los hornos de San Andrés es variable: el diámetro promedio es de 2.75 m, pero los hay de poco más 3 m y de sólo 2.20 m. El de Hacienda Calderón es más pequeño: 2.05 m de diámetro. En altura los de San Andrés tienen 4.30 m como promedio, y los más grandes hasta 5 m; a esta altura promedio debe añadirse un “copete” de casi un metro, si se desea calcular el tamaño promedio de la carga de piedra caliza. La relación entre altura y diámetros promedio de los hornos de San Andrés es, por tanto, de 1.56 m. Si se aplica esta misma proporción al horno de Hacienda Calderón,

éste habría tenido una altura de 3.20 m, lo cual significa que la mitad de la cuba del horno habría estado por encima del nivel de circulación general; en otras palabras, el diseño semi-subterráneo del horno prehispánico habría requerido la excavación de una fosa de al menos 1.60 m y una rampa adecuada para alcanzar la cámara de combustión. La mitad de la cuba ubicada por encima del nivel de circulación general habría estado oculta en el cono de material de re-

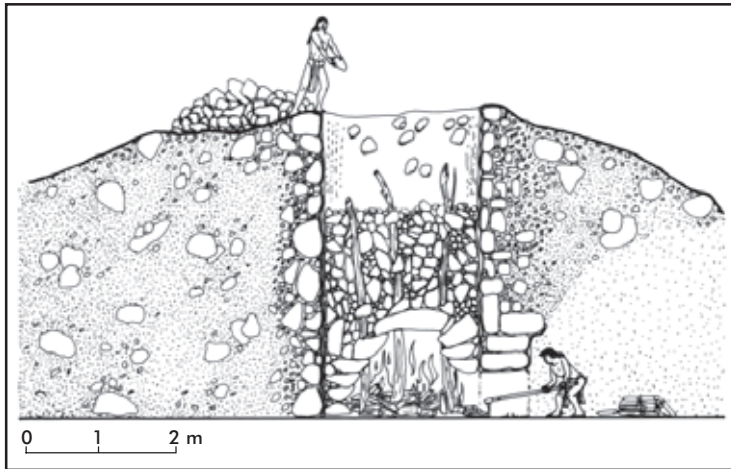


Fig. 10 Hacienda Calderón. Horno de cal.

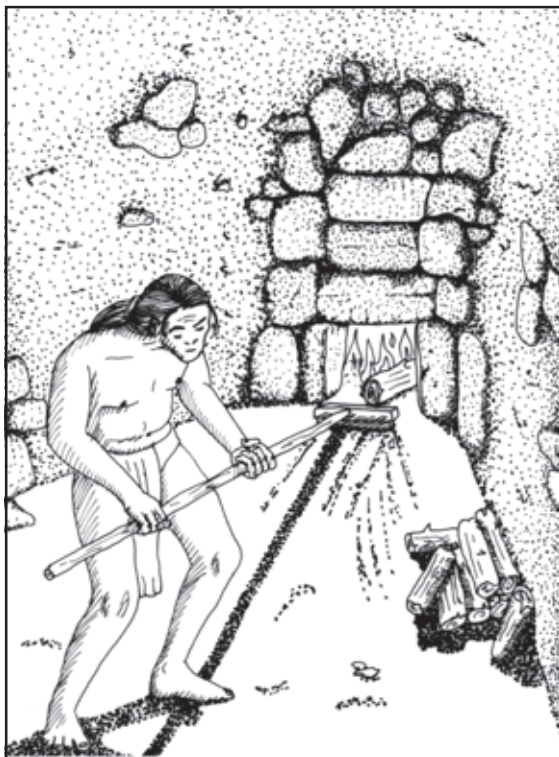


Fig. 11 Hacienda Calderón. Rampa y atizador frente a puerta de alimentación de leña y retiro de cenizas.

lleno, y sería la porción desmantelada y utilizada para tapar la mitad inferior de la cuba una vez concluido el periodo de producción del horno. Es decir, una vez decidida la destrucción, el horno fue cortado justo a la mitad de su altura, y lo que quedó para la investigación arqueológica fue precisamente la parte inferior.

Operación de los hornos de cal de Hacienda Calderón y San Andrés

Un horno de San Andrés de la Cal con dimensiones promedio permite producir ocho toneladas brutas por hornada, cantidad que se reduce a seis toneladas una vez separada la cal contaminada con ceniza y material proveniente del revestimiento de las paredes. Si se aplica la relación de 2.41 entre volúmenes contenidos por ambos hornos (32.52 y 13.49 m³ para los de San Andrés de la Cal y el de

Hacienda Calderón, respectivamente), la producción estimada para el de Hacienda Calderón sería de 3.32 ton brutas y 2.49 ton netas por hornada.

Los hornos de San Andrés de la Cal se localizan directamente al pie del lomerío de calizas, justo en el contacto entre calizas y basalto, en medio de un monte bajo en el que proliferan casaguates y árboles de copal, ambos profusamente utilizados en la combustión de los hornos de cal. Así, las tres materias primas requerida para la calcinación se encuentran en el mismo lugar donde se levantan los hornos de cal. Por contraste, en Hacienda Calderón el aprovisionamiento de estos materiales requiere un cierto acarreo: las calizas de la Formación Cuautla se encuentran a 2.5 km del sitio, y los basaltos del Grupo Chichinautzin a 1.5 km; la leña habría que buscarla más allá de las milpas bajo cultivo. El acarreo del producto terminado, sin embargo, habría sido más favorable para Hacienda Calderón: la cal se habría utilizado para el estucado del edificio situado a sólo 5 m de distancia.

Las condiciones del terreno parecen haber dictado la opción del tipo de horno: desplantando desde la superficie del terreno o semi-subterráneo. La escasa profundidad del suelo y el tipo de roca basal (basalto) donde se levantaron los hornos de San Andrés obligó a la construcción del primer tipo de horno: cubierto en su totalidad por un cono truncado de relleno;



● Fig. 12 Hacienda Calderón. Mitad inferior de cuba y puerta de alimentación de leña y retiro de cenizas.



● Fig. 13 Hacienda Calderón. Retiro de cenizas y estratigrafía de subsuelo.

los materiales disponibles *in situ*, basalto y piedra caliza parcialmente calcinada de horneadas anteriores, facilitaba la construcción del cono. Por contraste, en Hacienda Calderón la excavación de la fosa resultaba una operación sencilla ante la poca resistencia del subsuelo, de ahí que se optara por el segundo tipo de horno. El problema de la excavación de las rampas necesarias para acceder al hogar fue parcialmente resuelta al reducir el número de rampas a una sola, obligando —eso sí— a “atizar” el fuego y retirar cenizas a través de la misma apertura;

esta desventaja quedaba compensada por la mayor eficacia que representaba la construcción semi-subterránea en cuanto a pérdida de calor hacia el exterior.

Sin embargo, la tecnología aplicada permaneció como una constante desde la época prehispánica. Una comparación completa entre hornos evidencia que se trata del mismo tipo: ambos tienen una cuba con paredes de basalto vesicular, con dimensiones y proporciones similares, si no iguales, recubierta con un sello de lodo; ambos tienen una cámara de combustión alimentada con leña que se empuja a través de aberturas del mismo tamaño. Al respecto debe señalarse que, como una alternativa al empleo de la parrilla construida con rieles de ferrocarril antes mencionada, en San Andrés la cámara de combustión era un domo de piedras y bloques de basalto, seleccionados por su forma para producir un efecto de acuñamiento y dispuestos alrededor de pequeños troncos o ramas en posición vertical, que al quemarse funcionaban como ductos para una mejor dispersión del calor y facilitar el flujo de los gases de combustión a la atmósfera una vez quemada la madera. En el caso de los hornos de San Andrés la altura máxima de este

domo es de 1.20 m. En el horno de Hacienda Calderón encontramos restos de cenizas entre calizas en la cuba, lo cual nos hacen sospechar que también solían colocar troncos de madera entre las calizas cargadas de la cuba. La abundante cantidad de ceniza encontrada en los estucos de revestimiento de los edificios en M-2 parece confirmar esta interpretación. Pero las similitudes no paran ahí: el tamaño y forma de los bloques de basalto, así como su disposición; el empleo de pequeñas cuñas y lodo para nivelar los bloques; el ancho de los callejones de



● Fig. 14 Hacienda Calderón. Bloques de basalto, posiblemente del domo de la cámara de combustión.



● Fig. 15 San Andrés de la Cal. Abertura para la alimentación de leña.

acceso a las aperturas de alimentación de leña y retiro de cenizas, así como la forma y disposición de los bloques que forman esas aperturas, hablan de una tecnología común hasta en sus detalles.

La primera operación en una nueva horneada, previa a la carga del horno, es revestir las paredes de la cuba con lodo; una vez fraguado el revestimiento comenzaría la alimentación de piedra por calcinar: el horno sería cargado con calizas fragmentadas a tamaños adecuados que,

de acuerdo con los materiales recuperados en la excavación, parecen ser más pequeños en el horno prehispánico que en los modernos: 20 cm por lado contra 30 cm por lado como promedio, respectivamente. La extracción de caliza en la cantera se habría hecho con mazos de piedra —en tiempos modernos con marros—, tarea frecuentemente asistida con la aplicación previa de calor a la roca; los fragmentos de caliza habrían sido llevados y apilados cerca de la boca de la cuba, y el horno sería cargado hasta rebasar su límite superior en casi un metro. Al igual que en San Andrés, es posible que en el horno de Hacienda Calderón la parte superior de la carga de calizas haya sido copeteada, es decir cubierta con una “campana” de bloques de basalto que funcionaría como aislante térmico. La madera, previamente seleccionada y cortada, se habría alineado a lo largo del callejón que conducía a la entrada de la cámara de combustión.

Según informantes de San Andrés, el horno era alimentado ininterrumpidamente con leña durante cuatro días o más. Al cabo de ese periodo se lograba la calcinación de la piedra. El proceso requería alcanzar una temperatura superior a 900° C y, en la práctica,

lograr una flama azul. La reacción produce cal viva (CaO) que se transforma en cal hidratada (cal apagada) al añadir agua $[Ca(OH)_2]$. El hidróxido de calcio así producido fragua por absorción del bióxido de carbono (CO_2) presente en el aire. El proceso implica evaporar el agua en exceso y transformar la cal hidratada en carbonato de calcio ($CaCO_3$). En este horno “cerrado” las paredes de la cuba deben ser construidas con un material que resista la temperatura a la que se lleva el proceso de calcinación. En Ha-

cienda Calderón y en San Andrés de la Cal ese material es el basalto.

Concluida la etapa de calcinación, se deja enfriar el horno y se retira la piedra por la boca de la cuba. La caliza que no alcanzó el estado deseado se separa y abandona en el área alrededor del horno. Con el tiempo se forma una estratigrafía en el área del horno, integrada por cenizas, tierra quemada por las cenizas calientes y piedra caliza con o sin muestra de calentamiento (es decir, caliza como materia prima y caliza calcinada incipientemente). Dicha estratigrafía se produce de manera desordenada, con materiales acumulados en cantidad y extensión variable, en función de las necesidades de acondicionamiento, carga y descarga del horno.

La descarga del horno habría dejado cenizas y carbón de leña en el fondo (fig. 16). En el caso de Hacienda Calderón con estos materiales se habría iniciado la operación de desmantelamiento y embutido; el material más a mano era precisamente las calizas, ya que por encontrar-



● Fig. 16 San Andrés de la Cal. Revestimiento de basalto y calizas calcinadas al fondo de la cuba.

se en la parte más alta de la cuba no llegaron a calcinarse del todo y, por tanto, fueron abandonadas tras de seleccionar la caliza que debía hidratarse. Una vez regresadas las calizas al horno, la mitad superior se derrumbó y los bloques de las paredes de la cuba cayeron sobre las calizas, por lo que también se desplomó parte de la tierra atrás de los bloques. Como última operación se rellenó la parte inferior de la cuba hasta nivelar el relleno con el nuevo piso que iba a tenderse (correspondiente al edificio recién estudiado) y se tapó la rampa frente a la apertura de la cámara de combustión del horno. Este último relleno se realizó no a partir del material que conformaba la parte superior del horno, sino de los productos de su operación: calizas, cenizas y tierra quemada que aparecían en ese momento en la estratigrafía desordenada y aleatoria.

Implicaciones del horno de cal de Hacienda Calderón

Respecto a la cronología que podría asignarse a este horno de cal, la cuestión puede ser vista desde varios ángulos. Los abundantes restos cerámicos encontrados dentro del horno pertenecen a los tipos Naranja Manchado, Café Manchado y Sellado de nuestra clasificación (Nalda *et al.*, 1982; 1984) todos ellos fechados hacia 750-950 d.C.; la ausencia de materiales Tlahuica, Azteca y pos-contacto sugiere que el evento es anterior a la aparición de cualquiera de los tipos Tlahuica en el área. Estrictamente hablando, la fecha en cuestión sería durante o en cualquier momento posterior al periodo 750-950 d.C.

Por otro lado, al comparar niveles, medidos en el punto del desplante de cada una de las plataformas de M-2, ninguna de las construcciones anteriores a E-5 pasa por encima de los materiales asociados a la operación del horno, ni por encima de su contacto horizontal de destrucción. Además, la posibilidad de asociar el horno a la construcción de E-5 tiene una dificultad: si consideramos una ligera pendiente desde el edificio hacia el Este para facilitar la eva-

cuación de agua de lluvia —por ejemplo de 1 cm por metro—, a una distancia de 5 m (que es la distancia entre E-5 y el límite Oeste del horno) el piso de E-5 no pasaría por encima del contacto horizontal de destrucción del horno. Por otra parte, al optar por E-6 la distancia entre horno y edificio por estucar sería insuficiente si tomamos como medida el tamaño de los conos truncados de los hornos de San Andrés: 11 m de diámetro, o sea 4 m entre inicio del cono en su base y la cara exterior de la cuba. La arquitectura de las plataformas designadas como E5 y E-6 son claramente pos-clímax teotihuacano, por ello no es posible asignar al horno una fecha anterior a 650/750 d.C., dentro de lo que en el centro de México sería la primera mitad del Epiclásico.

Por lo demás, para este horno existe una fecha de radiocarbono, tomada de un fragmento de madera quemada encontrado en el fondo de la cuba, como parte los materiales abandonados al término de la última horneada. La fecha calibrada es de 665 ± 89 d.C. (Muestra M.151, INAH 292). Así, las tres estimaciones coinciden, y tomadas en su conjunto sugieren una fecha de 750 d.C. para la construcción del horno de cal en Hacienda Calderón, lo cual señala la existencia de una tecnología regional en la producción de cal sin cambio apreciable cuando menos durante 1 200 años.

La existencia de tal tecnología en la región da pie a especular sobre el papel que Hacienda Calderón y San Andrés de la Cal pudieron haber tenido en la red de intercambios de la Cuenca de México. Al respecto debe señalarse primero que la cal se utilizaba no sólo como material de construcción, sino también para la preparación del maíz comestible. Segundo, la caliza necesaria para la producción de cal es una materia prima escasa para quienes se asentaron en la Cuenca de México. Apoyados en Gibson (1964), Sanders, Parsons y Santley (1979: 271) propusieron a la región de Tula como principal punto de origen de la cal que entró a la red de intercambios de la Cuenca de México. Con esta idea también se busca justificar la presencia de materiales de Oaxaca en el barrio oaxaqueño de Teotihuacán y comunidades contemporá-

neas en la región de Tula: según dicha propuesta, se trataría de comunidades comprometidas con la producción de cal (Crespo y Mastache, 1981) y de artesanos especializados en trabajos de construcción.

Sin duda, el hecho de que en la región se haya producido cal en la época prehispánica hace de Tula un buen candidato para cubrir gran parte de la demanda de la Cuenca de México. Sin embargo, no debe descartarse que San Andrés —con un topónimo tan sugerente como Tenextitla, derivado de *tenextli*: cal— se haya dedicado a esta actividad desde antes de la llegada de los españoles. De ser así, resultaría plausible que el norte de Morelos, y concretamente poblaciones como San Andrés, contiguas a depósitos de basalto-piedra caliza, hayan sido productores y comerciantes de cal. Al menos cabría postular que esas comunidades suministraron dicho producto a poblaciones ubicadas en la parte meridional de la Cuenca de México, poblaciones con las que algunos pueblos del norte de Morelos mantuvieron nexos muy estrechos durante el Posclásico tardío.

El transporte de la cal se habría hecho a través de las rutas Tlayacapan-Xochimilco o Amecameca-Chalco, rutas que incluso hoy día son paso obligado entre los valles de Morelos y la Cuenca de México. Sin embargo, aun cuando en línea recta la distancia entre las calizas en Morelos y las poblaciones alrededor del lago Chalco-Xochimilco es más corta de la que existe entre dichos poblados y las calizas de Tula, si consideramos la energía gastada en el transporte las calizas de Morelos parecerían estar en desventaja: la sierra que separa la Cuenca de México de los valles de Morelos y la posibilidad de cubrir una gran parte del trecho desde Tula por vía acuática son factores significativos. Esto, por sí mismo, habla de una relación poco probable entre las caleras del norte de Morelos y Teotihuacán durante el Clásico, una cuestión relativamente importante en cuanto a la problemática original del Proyecto Morelos, y en particular de las excavaciones en Hacienda Calderón, dado que se postuló como hipótesis que la presencia teotihuacana detectada en el Norte de Morelos indicaba una resistencia de teoti-

huacanos al opresivo sistema instaurado durante la fase Xolalpan tardío (Nalda, 1982; 1984).

Quedaría por analizar el interés de las comunidades del norte de Morelos en producir cal para su exportación; es decir, por qué productos se intercambiaba la cal. La obsidiana y la sal parecen ser dos fuertes candidatos; sin embargo, queda abierta la posibilidad de que en el Clásico fuese un bien tributado a Teotihuacán, lo cual parece contradecir la hipótesis señalada. Futuras investigaciones arqueológicas en San Andrés de la Cal y otros sitios similares en el norte de Morelos contribuirán a resolver esta cuestión, así como la relativa a la datación del trabajo de la cal en dicha región.

Pero el horno de Hacienda Calderón tiene otro significado. Su instalación y operación no estaban relacionadas con una posible red de comercio, sino con la exclusiva función de satisfacer una demanda local, específica y momentánea: solventar las necesidades derivadas de una fase constructiva concreta, e incluso de un edificio en particular. Así lo indica el hecho de que el horno se haya instalado en un punto donde sólo estorbaba una vez cumplido su objetivo. De haberse pensado como instrumento para la producción de un bien de intercambio, su ubicación lógica habría sido, como en el caso de San Andrés, en el contacto basalto/calizas, relativamente lejos del pueblo y donde se tuviese a mano la leña para la combustión.

Esta función hace ver la producción de cal como una actividad tecnológica de amplio dominio, cuyo conocimiento no estaba restringido o monopolizado por un grupo de especialistas. Sin dejar de reconocer la posibilidad de que el horno de Hacienda Calderón haya sido construido y operado por un experto, traído para tal propósito desde alguna población como San Andrés, el que se haya destruido una vez cumplida su misión habla del poco valor concedido a tal medio de producción. Esto previene contra interpretaciones precipitadas que suelen darse a los materiales arqueológicos en el interés por definir procesos de trabajo y producción, niveles de especialización y organización social concomitante. Lo que tiene de especial Hacienda Calderón no es sólo la tecnología utilizada en la

producción de cal y el hecho de encontrarse en el punto exacto donde confluyen las materias requeridas para su producción, sino el hecho de que prefirieron un horno efímero en vez de adquirir cal de comunidades vecinas y dedicadas a la producción de cal para el intercambio.

Bibliografía

- Abascal, Rafael
1996 [1975]. "Los hornos prehispánicos de la región de Tlaxcala", en A. García Cook y L. Merino Carrión (comps.), *Antología de Tlaxcala*, México, INAH/Gobierno del Estado de Tlaxcala, vol. I, pp. 321-332.
- Abrams, E.M. y A. Freter
1996a. "A Late Classic Lime-Plaster Kiln from the Maya Centre of Copán, Honduras", en *Antiquity*, núm. 70, pp. 422-428.
- Abrams, E.M.
1996b. "Evolution of Plaster Production and the Growth of the Copan Maya State", en G. Mastache *et al.* (comps.), *Arqueología Mesoamericana: Homenaje a William T. Sanders*, México, INAH/Raíces, vol II, pp. 193-208.
- Castanzo, Ronald A.
2003. "Tepeaca Kiln Project. Report Submitted to FAMSI", mecanoescrito.
- Crespo, Ana María y Alba Guadalupe Mastache
1981. "La presencia en el área de Tula de grupos relacionados con el barrio de Oaxaca en Teotihuacán", en E.C. Rattray, J. Litvak y C. Díaz O. (eds.), *Interacción cultural en México Central*, México, UNAM, pp. 99-106.
- Fries, Carl Jr.
1960. *Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional de México*, México, UNAM-Instituto de Geología (Boletín 60).
- Gibson, Charles
1964. *The Aztecs Under Spanish Rule*, Palo Alto, Stanford University Press.
- Hansen, Eric F.
2000. "Ancient Maya Burnt Lime Technology:

Cultural Implications of Technology Styles”, tesis de doctorado, Los Angeles, University of California.

- MacKinnon, J. J. y E. M. May
1990. “Small-Scale Maya Lime Making in Belize”, en *Ancient Mesoamerica*, núm. 1, pp. 197-203
- Nalda, Enrique
1982. “Informe al Consejo de Arqueología del INAH. Excavaciones en el sitio Hacienda de Calderón, primera temporada, Proyecto Morelos, DIAENAH”, mecanoscrito.

1984. “Informe al Consejo de Arqueología del INAH. Excavaciones en el sitio Hacienda de Calderón, segunda temporada, Proyecto Morelos, DIAENAH”, mecanoscrito.
- Sanders, William T., Jeffrey R. Parsons y Robert S. Santley
1979. *The Basin of Mexico: Ecological Processes in the Evolution of a Civilization*, Nueva York, Academic Press.
- Schreiner, T.
2002. “Traditional Maya Lime-Production: Environ and Culture Implications of a Native American Technology”, tesis de doctorado, Berkeley, University of California.
- Winter, Marcus C.
1984. “Exchange in Formative Highland Oaxaca”, en K. G. Hirth (ed.), *Trade and Exchange in Early Mesoamerica*, Albuquerque, University of New Mexico Press, pp. 157-178.

