

**PROYECTO DE SILVICULTURA Y MANEJO DE AGUAS
DE LOS ANTIGUOS MAYAS DE TIKAL:
TEMPORADA DE 2009**



Editores

David L. Lentz, Liwy Grazioso Sierra, Nicholas P. Dunning y Vernon L. Scarborough

**INFORME ENTREGADO A LA DIRECCION DE PATRIMONIO
CULTURAL Y NATURAL DE GUATEMALA**

GUATEMALA, 2009

CONTENIDO GENERAL

CONTENIDO.....	2
LISTA DE FIGURAS.....	4
LISTA DE PLANOS.....	6
LISTA DE TABLAS.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	8
INTRODUCCIÓN	
PROYECTO DE SILVICULTURA Y MANEJO DE AGUAS DE LOS ANTIGUOS MAYAS DE TIKAL: TEMPORADA DE 2009. <i>David L. Lentz y Liwy Grazioso Sierra</i>	10
CAPÍTULO 1	
INFORME DE LAS EXCAVACIONES EFECTUADAS EN LA AGUADA CORRIENTAL, EL RESERVORIO DEL PALACIO Y EL RESERVORIO DEL TEMPLO, TIKAL: TEMPORADA 2009 <i>Liwy Grazioso Sierra</i>	16
CAPÍTULO 2	
MANEJO DE AGUAS EN TIKAL <i>Vernon L. Scarborough, Liwy Grazioso Sierra, Nicholas P. Dunning, Brian Lane y Eric Weaver</i>	30
CAPÍTULO 3	
INVESTIGACIONES DE GEOARQUEOLOGÍA Y PALEOAMBIENTE EN LA ZONA MAYOR DE TIKAL <i>Nicholas P. Dunning, Robert Griffin, John G. Jones, Chris Carr, Brian Lane, Benjamin Thomas, y Eric Weaver</i>	50
CAPÍTULO 4	
ANTIGUA SILVICULTURA MAYA Y PALEOECOLOGÍA EN TIKAL <i>David L. Lentz, Kim Thompson, John G. Jones, Ana Luisa Arriola, Sheryl Carcuz, María de los Ángeles Corado, Claudine Escobar, Raquel Macario y Brian Lane</i>	55
CAPÍTULO 5	
ANÁLISIS DE CERÁMICA: PSMAT, 2009 <i>T. Patrick Culbert</i>	67

CONCLUSIONES	76
SÍNTESIS	78
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	
Figuras.....	94
Planos.....	140
Tablas.....	152

Lista de Figuras:

Intro-1. Ubicación Geografía de la Reserva de Mesoamerica.	
Mapa Original Segun de Folan et al.1999.....	95
1-1. Mapa de Reservorio Corriental con localidades de núcleos, transecto operaciones.....	96
1-2. Mapa de las localidades de los operaciones y núcleos de los reservorios de Templo y Palacio.....	97
1-3. Perfil oeste de Op. 1-A. Dibujo de C. Escobar y A. Arriola.....	98
1-4. Perfil oeste de Op. 1-B. Dibujo de C. Escobar y A. Arriola.....	99
1-5. Perfil sur de Op. 1-B. Dibujo de C. Escobar y A. Arriola.....	100
1-6. Perfil norte de Op. 1-D. Dibujo de A. Arriola, S. Gonzalez, M. Corado y L. Perez.....	101
1-7. Perfil sur de Op. 1-D. Dibujo de A. Arriola, S. Gonzalez, M. Corado y L. Perez.....	102
1-8. Perfil este y oeste de Op. 1-D. Dibujo de A. Arriola, S. Gonzalez y L. Perez.....	103
1-9. Perfil sur de Op. 1-E. Dibujo de A. Arriola, C. Escobar.....	104
1-10. Perfil este de Op. 1-E. Dibujo de A. Arriola, C. Escobar y S. Carcuz.....	105
1-11. Perfil este de Op 1-F. Dibujo de A. Arriola, R. Macano.....	106
1-12. Perfil oeste de Op. 1-F. Dibujo de A. Arriola, R. Macano.....	107
1-13. Perfil este de Op. 1-G. Dibujo de A. Arriola.....	108
1-14. Perfil norte de Op. 1-G. Dibujo de M. Corado y A. Arriola.....	109
1-15. Perfil sur de Op. 1-G. Dibujo de A. Arriola.....	110
1-16. Planta norte de Op. 1-G & 1-I. Dibujo de A. Arriola y M. Corado.....	111
1-17. Planta de Op. 1-G & 1-I. Dibujo de M. Corado.....	112
1-18. Perfil sur de Op. 1-G & 1-I. Dibujo de M. Corado, S. Gonzalez y P. Hidalgo.....	113
1-19. Perfil oeste de Op 1-G & 1-I. Dibujo de M. Corado, S. Gonzalez y P. Hidalgo.....	114
1-20. Perfil este y sur de Op. 1-H. Dibujo de S. Gonzalez y M. Corado.....	115
1-21. Perfil oeste y norte de Op. 1-H. Dibujo de S. Gonzalez y M. Corado.....	116
1-22. Perfil este de Op. 1-J. Dibujo de S. Carcuz y S. Gonzalez.....	117
1-23. Perfil norte de Op. 1-J. Dibujo de S. Lariuz y S. Gonzalez.....	118
1-24. Perfil oeste de Op 1-J. Dibujo de S. Gonzalez.....	119
1-25. Perfil sur de Op. 1-J. Dibujo de S. Lariuz y S. Gonzalez.....	120
1-26. Perfil norte de Op. 6-A. Dibujo de R. Macario.....	121
1-27. Perfil este y sur de Op. 6-B. Dibujo de R. Macario.....	122
1-28. Perfil sur de Op. 6-E. Dibujo de B. Lane y A. Arriola.....	123
1-29. Perfil este de Op. 6-E. Dibujo de B. Lane y A. Arriola.....	124
1-30. Perfil norte de Op. 7-A. Dibujo de B. Lane.....	125
2-1. Datas de núcleos y fosas del reservorio corriental. Dibujo de V. Scarborough.....	126
2-2. Núcleos y fosas del reservorio templo y palacio . Dibujo de V. Scarborough.....	127

2-3.	Contenidos del reservorio del templo y palacio, una comparación entre Gallopin (1990) y Carr y Hazard (1961). Dibujo de V. Scarborough.....	128
3-1.	Aguada de Terminos, Imágen IKONOS. Por la NASA.....	129
3-2.	Mapa de las Op. 5 lugares alrededor de la Aguada de Terminos. Mapa original segun de Puleston 1983.....	130
3-3.	Perfil este de Op. 5B. Dibujo de Nicholas Dunning.	131
3-4.	Perfil norte de Op. 5C. Dibujo de Nicholas Dunning.	132
3-5.	Perfil este de Op. 1C. Dibujo de Nicholas Dunning.	133
3-6.	Perfil sur de Op. 2A. Dibujo de Nicholas Dunning.	134
3-7.	Perfil norte de Op. 2B. Dibujo de Nicholas Dunning.	135
4-1.	Planta de Op. 1-L. Dibujo de S. Carcuz.....	136
4-2.	Planta de Op. 1-M. Dibujo de S. Carcuz.....	137
4-3.	Planta de Op.1-N. Dibujo de S. Carcuz.....	138
4-4.	Planta de Op.1-P. Dibujo de S. Carcuz.....	139

Lista de Planos:

Lamina Intro-1.

Un dibujo tridimensional que muestra el modelo de drenaje y reservas de Tikal (según Scarborough 1994). El Reservorio de Tikal está en la porción más baja sobre el lado derecho de la ilustración.....141

Intro-2. Equipo de trabajo temporada 2009 en Tikal. C. Escobar.....142

1-1. Drenaje actual. L. Grazioso.....143

1-2. Drenaje actual. L. Grazioso.....143

1-3. Subop 1-G e I, Gran canal. L. Grazioso.....143

1-4. Subop 1-G e I. L. Grazioso.....144

1-5. Subop 6-A. L. Grazioso.....144

1-6. Subop 6-B. Canal con fisuras de un possible manantial. L. Grazioso.....144

1-7. Subop 6-C. L. Grazioso.....145

1-8. Subop 6-E. L. Grazioso.....145

1-9. Subop 6-C. Stratigrafia. L. Grazioso.....145

1-10. Subop 6-E. Talud etapa anterior. L. Grazioso.....146

1-11. Subop 6-H. L. Grazioso.....146

2-1. Centre aparato. V. Scarborough.147

2-2. Fuente de agua manantial, Naranjo. V. Scarborough.....147

2-3. Presa de Naranjo. Foto de V. Scarborough.....147

2-4. Subop 1-H muro sur. V. Scarborough.....148

2-5. Subop 1-J muro este. V. Scarborough.....148

2-6. Subop 1-J muro sur. V. Scarborough.....149

2-7. Subop 1-J muro sur. V. Scarborough.....149

4-1. Establecimos unas lineas de disección usando el tránsito de Brunton. Foto de D. Lentz.....150

4-2. Registramos el diámetro y altura exactos de cada arbol. D. Lentz.....150

4-3. Un cedazo fue usado para buscar los restos de las plantas. D. Lentz.....151

4-4. Nuestro sistema de flotación para recolección de los materiales vegetales de los sitios arqueológicos. D. Lentz.....151

Lista de Tablas

Tabla Intro-1. Lista de las operaciones del Proyecto de silvicultura y manejo de agua de las antiguos Mayas de Tikal (PSMAT).....	153
3-1. Tikal Reservorio Corriental, fosa Op. 1C.....	154
4-1. El registro de vegetación para 34 transectos en el Parque Nacional Tikal.	156
4-2. Analisis de muestras de suelos de los transectos de vegetación.	163
4-3. Inventario de muestras de suelos y paleoetnobotanicos, temporada 2009.	166

AGRADECIMEINTOS

Llegar al feliz término de nuestra primera temporada fue posible gracias al apoyo de muchas personas y entidades. Nos gustaría en primer lugar expresar nuestra gratitud a las autoridades del Ministerio de Cultura y Deportes a través del Instituto de Antropología e Historia por autorizar el Proyecto y proporcionarnos sus valiosas recomendaciones que permitieron que el proceso y desarrollo de la investigación fueran todo un éxito. De manera particular, queremos agradecer al Mtro. Eric Ponciano, Director General del IDAEH, por su cortesía y sus enormes esfuerzos administrativos. La licenciada Mónica Urquizú fungió como Inspectora del proyecto pero además nos proporcionó generosamente sus servicios como comisaria de las muestras y siempre estuvo dispuesta a ayudarnos y a brindarnos su colaboración en todo momento. Vale destacar su capacidad de trabajo, su eficiencia y su amabilidad. Ofreció valiosos comentarios y facilitó el proceso con las tomas de muestras de suelos y plantas. Estamos altamente agradecidos con todas los profesionales del IDAEH quienes nos brindaron su asistencia en diferentes momentos y de muchas maneras.

De igual forma la Administración y los equipos de trabajo del Parque Nacional Tikal fueron para nosotros enormemente útiles. El Director Armando Guillén fue siempre muy atento y cooperativo y se aseguró de que su grupo de trabajo, las distintas Unidades Técnicas que conforman el Parque, nos ayudara y apoyara todo el tiempo y de la mejor manera posible. Nos proporcionó un espacio dentro del Parque para utilizarlo como Laboratorio durante la temporada.

El Arqueólogo Benito Burgos y el Licenciado Marco Tulio Castellanos, ambos de la Unidad Técnica de Arqueología, compartieron generosamente datos e información y nos proporcionaron sus valiosas sugerencias y apoyo en todo momento. La Licenciada Mirta Cano, de la Unidad Técnica de Biología, también nos proporcionó su apoyo y valiosas sugerencias.

Queremos extender nuestros agradecimientos a los demás arqueólogos que conforman a la Unidad Técnica de Arqueología, quienes nos brindaron su tiempo, apoyo académico e hicieron posible que nuestro trabajo fuera mucho más significativo.

La Licenciada Vilma Fialko merece un agradecimiento especial. La Licenciada Fialko nos asesoró y proporcionó valiosas sugerencias para organizar este proyecto desde el principio, y creemos que sin su orientación, este proyecto no habría llegado a ser realidad. En la Temporada nos guió en un tour por las excavaciones en Naranja y nos presentó a su excelente grupo de trabajo. Durante esta visita obtuvimos valiosa información sobre la tierra de los mayas y su manejo del agua.

La Doctora Barbara Arroyo también nos ofreció valiosos consejos en diferentes etapas del proyecto, que fueron de gran utilidad. El Licenciado Oswaldo Gómez fue muy amable y nos proporcionó gentilmente sus conocimientos sobre las excavaciones y sobre el sitio en general. El Señor Rafael Chi, un hombre muy generoso, nos proporcionó un invaluable apoyo logístico para este proyecto. El Señor Víctor Ramírez seleccionó y

reunió al equipo de trabajadores que realizó la parte dura de la investigación. El Señor Luis García, encargado de la bodega del Templo IV, amable y oportunamente nos prestó, en varias ocasiones, la herramienta que nos hacía falta. Nuestro sincero agradecimiento también al Señor Beto Tesucún quien generosamente nos prestó toda su experiencia y conocimientos acerca del Parque Nacional Tikal, brindándonos valiosa información que no hubiera sido posible obtener de otra manera.

Los miembros guatemaltecos del grupo de trabajo del PSMAT, Ana Luisa Arriola, Sheryl Carcuz, María de los Ángeles Corado, Claudine Escobar y Raquel Macario supervisaron varias de las excavaciones y ayudaron en los recorridos y registros de vegetación creando una base de datos sobre la mayoría de sus rasgos principales. Su ayuda y experiencia fueron parte invaluable del éxito de este proyecto. Las siguientes personas, de El Caoba y Zocotzal, fueron nuestros trabajadores en la presente temporada: Demetrio Córdova, Pedro Hilario López, Marcos Caal, Uriel Ramírez, Sergio González, Filadelfo Lario, Elías Xoc, Placido Aldana, Manuel Yat, Paulino Juc, y José Luis Pérez, y siempre nos brindaron su mejor esfuerzo por lo que les estamos muy agradecidos.

Varios estudiantes de la Universidad de Cincinnati, Brian Lane, Benjamin Thomas, Eric Weaver y Kim Thompson nos proporcionaron su colaboración, apoyo, su arduo trabajo y muy buenas ideas en muchos aspectos del proyecto. Sandy McGeorge del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Cincinnati nos brindó apoyo administrativo y soluciones a varios aspectos financieros del proyecto. El Doctor Thomas Server y el Licenciado Robert Griffin de la Aeronáutica Nacional Americana y la Administración del Espacio nos proporcionaron su experiencia sobre la exploración a control remoto y las imágenes de IKONOS que han sido un recurso invaluable para este proyecto.

Finalmente queremos agradecer a quienes patrocinaron este proyecto: La Fundación Wenner Gren y la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos de América. Sin su apoyo financiero no hubiera sido posible la realización de nuestro proyecto.

INTRODUCCIÓN

PROYECTO DE SILVICULTURA Y MANEJO DE AGUAS DE LOS ANTIGUOS MAYAS DE TIKAL: TEMPORADA DE 2009

David L. Lentz y Liwy Grazioso Sierra

La primera temporada de trabajo de campo para el proyecto de Silvicultura y Manejo de las Aguas de los Antiguos Mayas de Tikal (PSMAT) comenzó el primero de Abril y terminó el 8 de Mayo de 2009. Durante esta corta pero altamente productiva temporada, el equipo de trabajo excavó o hizo pruebas en 37 suboperaciones en 7 operaciones (Tabla Intro-1) en y alrededor del centro de excavación de Tikal (Fig. Intro-1). Las áreas en las que se hicieron pruebas incluyen la Reserva de Corriental, la de Tikal, la Aguada de Pucte, la Aguada de Termino, la Reserva del Palacio y la Reserva del Templo. Los bosques de Tikal fueron explorados ampliamente tanto al norte como al sur de la Reserva de Corriental. Nuestra estrategia investigativa que usa fosas de prueba y mecanismos de perforación, fue diseñada para evaluar la construcción y el funcionamiento de varios rasgos hídricos y para saber cómo dichos rasgos pueden haber contribuido al manejo general de los recursos del agua de los antiguos Mayas en Tikal. Además, numerosos suelos y muestras paleontológicas y botánicas se recogieron desde las fosas de prueba para evaluar los cambios en el medio ambiente, la deposición de suelos y las prácticas de uso de plantas a lo largo del tiempo.

El propósito de este estudio es el de establecer una mayor comprensión de la interacción entre los antiguos Mayas de Tikal y su medio ambiente local. De particular interés resultaron los recursos forestales requeridos para construir y preservar su gran estructura política, naturaleza y complejidad del sistema del manejo de aguas en el centro de exploración y en las áreas aledañas. El proyecto está diseñado para lograr cuatro objetivos: 1) evaluar el impacto de las prácticas Mayas de la silvicultura en los entornos de Tikal a lo largo de sus casi 2000 años de historia de ocupación. 2) Examinar de qué manera los cambios en las adaptaciones en el manejo de aguas afectó y fueron afectados por cambios políticos y económicos en la sociedad Maya. 3) Evaluar la importancia de los “bajos” (tierras húmedas de estación) y su rol en la extracción forestal y la actividad agrícola. 4) Determinar cómo las reservas de Tikal (Lamina Intro-1), que potencialmente representaron un cuidadoso diseño de almacenamiento de agua y un sistema hidráulico de distribución, pueden haber funcionado como locaciones para una colección de actividades cívico-ceremoniales.

En un nivel fundamental, el estudio de Tikal a lo largo del tiempo iluminará nuestro conocimiento de la historia local de los recursos forestales y de las adaptaciones hidráulicas que sostuvieron el desarrollo de la estructura política. Irónicamente, estas mismas estrategias de extracción de recursos pueden de alguna manera haber contribuido a la desaparición de Tikal y los otros centros principales de las tierras bajas de los Mayas. En el nivel teórico, el estudio propuesto de las contribuciones de Tikal para un

refinado modelo de interacción medio ambiente/centro cívico en la sociedad Maya en particular y las complejas sociedades en general. Metodológicamente, esta investigación expande la base de datos arqueológicos disponibles para la interpretación de las antiguas comunidades al unir los análisis tradicionales de artefactos con enfoques ambientales.

Las estrategias del manejo que soportan el desarrollo de las complejas sociedades en la Mesoamérica meridional se comprenden pobremente. La cuestión esencial teórica para ser tratada en los focos de estudio en lo que concierne a cómo los antiguos Mayas en el norte de Petén fueron capaces de sostener las grandes poblaciones durante el periodo Clásico Tardío.

Un corolario de esta pregunta trata de cómo la intensificación de la agricultura se alcanzó y de cómo otros recursos esenciales, tales como el agua y los productos forestales fueron manejados. En particular, estamos interesados en el desarrollo de los sistemas hidráulicos polis de Tikal, en la medida en que contribuyeron a la actividad agrícola, despeje forestal, explotación de los *bajos*. Todas estas actividades fueron componentes esenciales de una estrategia de uso de tierras inicialmente sostenibles que eventualmente perdieron la oportunidad de coincidir con las demandas de una población creciente. Esta desconexión en espiral con los principios ecológicos sin duda contribuyó al “colapso” Maya. Además, lanzamos la hipótesis de que las reservas y las *aguadas* de Tikal sirvieron como punto de apoyo del efecto político y el poder social concentrado. Poder probar estas hipótesis nos proporcionaría conocimientos que amplíen nuestra comprensión del crecimiento de la complejidad social, la expansión de la economía política Maya de modo particular, y en términos generales comprender la trayectoria de su evolución cultural.

Antecedentes

La investigación arqueológica en Tikal se remonta a más de un siglo atrás. Las exploraciones sistemáticas comenzaron en 1881 cuando Alfred Maudsley produjo los primeros mapas y fotografías del sitio (Coe 1963). Otros grandes especialistas en la cultura Maya que trabajaron en Tikal fueron Theobert Maler (1911), Sylvanus Morley (1937-1938), Alfred Tozzer (1991), Edwin Shook (1951), y Tatiana Proskouriakoff (1946). En 1956 el Museo Universitario de la Universidad de Pensilvania preparó el Proyecto Tikal que fue diseñado para varias décadas, no solo, para restaurar y preservar uno de los monumentos arquitectónicos más sobresalientes del mundo, sino además, para investigar la historia del sitio y conocer los motivos de su meteórico crecimiento y lamentable colapso.

La mayoría de la información básica sobre las excavaciones apareció en una serie de reportes publicados por el Museo Universitario de la Universidad de Pennsylvania (Tikal Reports 1986; Culbert 1993; Puleston 1983; Haviland 1985; entre otros). Posteriormente, los trabajos arqueológicos en Tikal continuaron por espacio de varios años, a cargo del Proyecto Nacional Tikal del IDAEH de Guatemala (Laporte 1987, 1993, 1995, 1997, 2003; Laporte y Fialko 1985, 1990, 1995), cuyos esfuerzos contribuyeron significativamente a mejorar nuestra comprensión prehistórica del sitio. Dicho amplio corpus de literatura es relevante para la presente propuesta de proyecto de investigación,

debido a que enfatiza el hecho de que Tikal ha sido ampliamente documentado arqueológicamente y mapeado con gran detalle y extensión.

En contraste con el amplio conocimiento que se tiene de los rasgos arquitectónicos de Tikal, sus patrones de asentamiento, cerámica, trabajos líticos y otros artefactos, poco o nada se conoce de los antiguos sistemas agroforestales, de la silvicultura, y de las prácticas del manejo del agua. En parte, esto se debe a una razón histórica: los arqueólogos de los años 50s estuvieron menos interesados en el medio ambiente y en los recursos sostenibles de la cultura, y más bien se concentraron en los aspectos durables de la cultura material; por lo que, las excavaciones no registran evidencias de antiguas prácticas subsistenciales, ó de actividades relacionadas con el uso del agua. Una notable excepción a esta escasez de información sobre actividades relacionadas con el uso del agua por parte de los Mayas, la constituye sin embargo, el trabajo de Fialko (1999a, 1999b) en su sondeo en torno al río Holmul, cuando éste pasa cerca a Tikal, donde se discuten algunas modificaciones sobre la cuenca del río para el control de aguas.

Otro trabajo informativo llevado a cabo sobre el impacto de los antiguos Mayas en el medio ambiente del Noreste de Petén, surgió luego de haberse analizado numerosos núcleos de polen de agua fresca de los lagos del área (Deevey et al. 1979; Islebe et al. 1996; Leyden 1987; Tsukata y Deevey 1967; Vaughn et al. 1985; Wiseman 1978). Estos rasgos de polen proporcionaron un indicador de que hubo una reducción en la cobertura forestal a lo largo del periodo Clásico en beneficio de la tierra utilizada con propósitos agrícolas. Sin embargo, el rasgo de polen arbóreo (de los árboles), aunque reducido, permanece, indicando que los árboles selváticos estuvieron creciendo en el periodo Clásico e incluso durante la época del colapso Maya. Muchos de los residuos de carbón, recogidos como muestras de C14 durante la era del Proyecto de Pennsylvania se pueden identificar por especies, mismas que han sido recientemente analizadas por Lentz y Hockaday (2009), contrario a lo que sucede con las muestras de polen, las que con frecuencia solo pueden ser identificadas por grupos de familia. Estas identificaciones suministran un conjunto esencial de datos sobre el uso de la madera en Tikal y ofrecen conocimientos sobre prácticas de extracción de productos forestales de los antiguos Mayas. Aunque valiosos, los datos, fueron originalmente recogidos con el propósito de determinar la edad de las estructuras, mediante el análisis del radiocarbono, y no para obtener una mejor comprensión del impacto de las actividades silviculturales de los Mayas sobre el medio ambiente. La estrategia sistemática de recolección, que está planeada para el presente proyecto, servirá para completar los vacíos dejados por los estudios previos sobre el tema.

Importantes residuos de plantas han sido recuperados en otros sitios Mayas (Beltrán Frias 1987; Caldwell 1980; Cliff y Crane 1989; Hurst et al. 1989; Lentz 1991, 1994; Lentz et al. 1996; McKillop 1994; Miksicek 1983, 1986, 1988, 1990; Miksicek et al. 1991; Turner y Miksicek 1984). Dichas investigaciones en conjunto, proporcionan conocimiento en torno al tema del uso de plantas herbáceas asociadas con la agricultura y las especies forestales de los antiguos Mayas. Cabe destacar que, en relación al creciente conocimiento que los científicos tienen sobre las prácticas y usos en la tierra de los antiguos Mayas, cada vez resulta más evidente el hecho de que a través del mundo Maya,

los antiguos sistemas de subsistencia fueron complejos y muy lejos de ser uniformes (Dunning y Beach 2000; Flannery 1982; Harrison y Turner 1978). El problema del manejo del ecosistema parece haber variado considerablemente de un sitio a otro, cada uno refleja la disponibilidad local de los recursos (Lentz 1999).

El estudio descrito en este informe pretende ofrecer nuevos conocimientos sobre los recursos bióticos de los antiguos habitantes de Tikal y revelar aspectos únicos de sus formas de subsistencia y políticas económicas.

Una de las influencias ambientales que permanecen en la vida cotidiana del norte de Petén, es la relacionada con la estación seca del año. Esta influencia ha tenido un impacto profundo sobre la vegetación natural e igualmente en la agricultura potencial de la región. Los estanques de Tikal, sin duda, fueron un intento de los antiguos Mayas por resolver los problemas creados por la época de aguaceros y lluvias. Si bien, el Tikal Report 23I, inicialmente fue destinado para el estudio de las aguadas y reservorios, dicho informe aún no ha sido publicado, debido a que muy pocos estudios rigurosos sobre los estanques de Tikal, han sido completados.

Una notable excepción se encuentra en las investigaciones conducidas en 1963 en la Aguada Madeira, por parte del Dr. Patrick Culbert. Su equipo de trabajo excavó en el centro del reservorio a una profundidad de 3.25 metros, sin llegar a la roca madre. El equipo del Dr. Culbert registró los contenidos de trece niveles de 0.25 centímetros y encontró cerámica de la Fase tardía de Manik (periodo Clásico Temprano); 180 de los tiestos recolectados correspondieron a bordes de vasijas que representaron tinajas de bocas estrechas, lo que indica que fueron usados para llevar agua. Gracias a este estudio, se pudo conocer un número de hechos importantes sobre la aguada Madeira: En primer lugar, se determinó que los depósitos en el estanque están profundamente estratificados. En segundo lugar, el periodo del uso del estanque se remonta a la prehistoria de la ocupación Maya en Tikal. Tercero, por lo menos una de las funciones del estanque fue la de servir a las necesidades domésticas locales, tal como lo sugieren los contenidos y las formas de la cerámica. Todos estos indicios (particularmente los dos primeros), significan una elección correcta de las muestras tomadas del estanque. La información deducida de la aguada Madeira sugiere que una secuencia continua de micro reductos de polen de los inicios del periodo Clásico Temprano aún permanece disponible, y que muy posiblemente puedan encontrarse otros ejemplos anteriores a dicho periodo.

Los estanques han sido objeto de fascinantes discusiones y paradigmas teóricos. Uno muy destacado es el texto escrito por Scarborough y Gallopín (1991) quienes desarrollaron la hipótesis de que los estanques son restos de un cuidadoso sistema de manejo de aguas controlado y planeado desde una central. Dicho sistema fue diseñado para recoger, almacenar y distribuir el agua necesaria para los oficios domésticos y para la requerida en la agricultura. De este modo, el sistema de manejo de aguas sirvió también para consolidar el poder entre las elites de Tikal, las cuales podían muy bien decidir a quién y dónde debería ir el agua almacenada en los estanques.

La estrategia de excavación propuesta como parte de este proyecto a realizar, representa una gran oportunidad de probar varias hipótesis interesantes, a la vez que la posibilidad de recuperar núcleos pares de polen podrá proporcionar datos esenciales sobre el proceso de cambio en la composición del bosque Maya a través del tiempo.

El área urbana de Tikal limita al este con el Bajo Santa Fé, una compleja depresión irregular que aún hoy posee un variado ecosistema de pantanos estacionales. Otros centros importantes en el interior de las Tierras Bajas Mayas también se sitúan cerca de los bajos. El rol que los bajos tienen en la subida y caída de la civilización Maya ha sido asunto de vigorosos debates, que hasta la fecha, no han dado una solución aceptable (cf., Adams et al. 1981; Pope y Dahlin 1989; Culbert et al. 1996; Dunning et al. 2006). Aunque resulta probable que el Bajo de Santa Fé, llegó a jugar un papel importante en la base de recursos de Tikal, la naturaleza de dicho rol aún no ha sido plenamente definida.

En 1959, un par de pozos excavados al este del centro de Tikal, en el bajo de Santa Fe, a una distancia colindante de 3.5 Km., parecieron demostrar que los profundos Vertisoles se habían desarrollado lentamente a través del Holoceno sin presentar ninguna evidencia significativa para los cambios ambientales (Cowgill y Hutchinson 1961). Estos descubrimientos también fueron interpretados como indicativos de que todo el Bajo Santa Fé, y por extrapolación otros bajos, tuvieron un potencial restringido para la agricultura. Sin embargo, algunas investigaciones recientes, han demostrado que los bajos en la región, incluyendo el Bajo Santa Fé, tienen de hecho, una clara variedad en las características de drenaje, suelos y ecosistemas, por lo que algunos llegan a poseer un potencial agrícola considerablemente mayor que los Vertisoles originalmente examinados por Cowgill y Hutchinson (e.g., Culbert et al. 1996).

En el año 2001, las investigaciones llevadas a cabo sobre una área a 15 km al este de Tikal, en una pequeña sección del Bajo Santa Fé, señalaron precisamente unas condiciones ambientales variables a través del tiempo y el espacio (Dunning et al. 2002). Otras investigaciones geo-arqueológicas han señalado también que durante el Holoceno, muchos bajos fueron ecosistemas dinámicos, incluyendo en diferentes momentos en algunos bajos y secciones de bajos, la presencia de lagos de poca profundidad o pantanos sempiternos (Dunning et al. 2006). El dinamismo de los sistemas ambientales del bajo de Santa Fe refleja igualmente tanto los procesos naturales (e.g., fluctuaciones climáticas) como los culturales (e.g., deforestación y erosión). Las imágenes satelitales también muestran en esta sección del bajo la presencia de aguadas diversas y enormes.

Objetivos

El punto central del proyecto es el de generar un mejor conocimiento sobre la forma en que los antiguos Mayas de Tikal manejaron y se adaptaron a su medio ambiente. Entre los intereses específicos del estudio, está el de conocer la complejidad y características de los recursos naturales que rodean a Tikal, así como la modalidad del manejo de los recursos forestales que fueron requeridos para el proceso de la construcción, el mantenimiento y administración de la infraestructura y los recursos hídricos. El proyecto está diseñado en base a tres objetivos, a saber:

1. Evaluar el impacto de las prácticas de la silvicultura Maya en los alrededores de la ciudad de Tikal a lo largo de 2,000 años de historia de ocupación.
2. Examinar cómo los cambios adoptados en el proceso del manejo del agua llegó a afectar y a la vez fue afectado por los cambios políticos y económicos foráneos en la sociedad Maya.
3. Determinar cómo los reservorios de Tikal, que potencialmente representan un cuidadoso diseño en el abastecimiento de agua y un sistema hidráulico de distribución, pudieron haber funcionado como un lugar sagrado destinados a una serie de actividades colaterales cívicas y ceremoniales.

Los objetivos de este proyecto son significativos puesto que proporcionan una oportunidad para avanzar en nuestra comprensión de las prácticas fundamentales del aprovechamiento de recursos que permitieron a los Mayas de Tikal mantener una alta densidad poblacional y un complejo orden social durante su cenit en el periodo Clásico Tardío. Además, este estudio está dirigiendo sus esfuerzos hacia una más amplia comprensión de los fundamentos económicos básicos de una de las grandes políticas Mayas y de cómo su sistema de apoyo puede haber sido destruido por tendencias climáticas, políticas y demográficas al final del siglo noveno D.C.

Capítulo 1

INFORME DE LAS EXCAVACIONES EFECTUADAS EN LA AGUADA CORRIENTAL, EL RESERVORIO DEL PALACIO Y EL RESERVORIO DEL TEMPLO, TIKAL. TEMPORADA 2009

*Liwy Grazioso Sierra
Universidad de San Carlos de Guatemala*

La exploración y el estudio de los reservorios de agua de Tikal es una parte fundamental de este proyecto. En la presente temporada se realizaron excavaciones en tres de los principales tanques: dos ubicados en el área central del sitio: el Reservoirio del Palacio (Op 6) y el Reservoirio del Templo (Op 7) y uno en la periferia, la Aguada Corriental (Op 1).

También se sondearon algunos grupos habitacionales cercanos al Arroyo Corriental (Op 2) y a dos cuerpos de agua que conservan el líquido durante todo el año; la Aguada Pucté (Op 4) y la Aguada de Términos (Op 5). Para mayor detalle acerca de estos estudios, véase el Capítulo 3 (Dunning et al.) en este informe.

Adicionalmente se realizaron recorridos por los canales que actualmente drenan el agua de las partes altas de la zona arqueológica hacia las bajas de los alrededores y hacia la Aguada Tikal, localizada detrás del Museo de las estelas. Recopilamos toda la información posible acerca del abastecimiento y manejo del agua dentro del parque y tuvimos la oportunidad de conversar con Don Beto Tesucún, quien ha trabajado en el Parque desde la época del Proyecto Tikal. Su cúmulo de conocimientos y generosidad enriqueció nuestra investigación. Ahora sabemos que los canales actuales fueron trazados sobre los antiguos canales prehispánicos. Él mismo, a finales de los años sesenta, participó en las excavaciones que realizó Nicholas Helmuth (Proyecto Tikal-Universidad de Pensilvania) en uno de ellos y señaló que estos canales fueron identificados como prehispánicos. Posteriormente, en los años ochenta, la Administración del Parque contrató a una Empresa de Agua para que trazara el drenaje del Parque y después de un reconocimiento del terreno y los estudios realizados, la empresa siguió básicamente la misma red de canales que ya se encontraba en el sitio (Tesucún 2009, comunicación personal).

A los sondeos efectuados en la Aguada Corriental se les denominó Operación 1 y se excavaron un total de 16 suboperaciones (A-P). Las exploraciones en el Reservoirio del Palacio constituyen la Operación 6, con 8 suboperaciones (A-H) y en el Reservoirio del Templo se hizo un único pozo identificado como Operación 7, suboperación A.

En la investigación se contó con la participación de seis estudiantes: Ana Arriola (USaC), Sheryl Carcuz (USaC), María de los Ángeles Corado (UVG), Claudine Escobar (USaC), Brian Lane (UC) y Raquel Macario (USaC). Ellos realizaron el registro general y la

documentación detallada de las unidades de excavación y elaboraron los dibujos de las plantas y los perfiles. También ayudaron con el análisis de materiales. Es gracias a su valiosa colaboración que se pudo llevar a feliz término la temporada de campo. Todas las excavaciones fueron debidamente rellenas al finalizar la investigación.

A continuación se detallan las excavaciones efectuadas en los tres tanques investigados esta temporada. Dichas exploraciones produjeron una gran cantidad de información que nos permiten inferir acerca de su origen, morfología y funcionalidad. Las interpretaciones y conclusiones preliminares se encuentran ampliadas en el Capítulo 2A (Scarborough) del presente informe.

Aguada Corriental

La Aguada Corriental se encuentra en el Cuadrángulo homónimo del mapa de Carr y Hazard (1961), en las coordenadas 7E, al sur del cuadrante de la Gran Plaza. Tiene forma circular y está rodeada por un muro perimetral de altura variable entre cuatro y siete metros. Este muro se encuentra interrumpido en tres secciones para dar paso a la corriente de agua (accesos).

El mapeo detallado así como la excavación mostraron que el acceso en el noroeste era de ingreso del agua que provenía de las partes elevadas. El acceso sur controlaba el rebalse, un elemento que fue modificado a lo largo del tiempo. El acceso del este es el más complejo y sofisticado y funcionó como una estación para cambiar el curso del agua, permitiendo el ingreso de agua al reservorio durante la temporada de lluvias, y permitiendo la salida del agua en la época seca, al menos durante los periodos más tempranos de la historia del reservorio (Scarborough 2A).

Se seleccionaron algunos tramos en las tres secciones por donde corre el agua actualmente, y que corresponden con los lugares originales de los canales de ingreso y egreso del agua hacia el reservorio. Con base en la información obtenida con la nucleadora que indicaba el nivel al que se encontraba la roca madre de la superficie actual, se escogieron puntos específicos para excavar pozos que permitieran detectar los canales originales. Algunos canales se encontraron muy cerca de la superficie actual mientras que otros estaban a gran profundidad. En algunas secciones, los tramos de canal excavados eran angostos y su concavidad poco profunda, escasamente insinuada por una leve depresión al centro de la corriente, lo que indica que no podrían haber circulado grandes volúmenes de agua, ni corrientes muy fuertes, pero en otros sectores la concavidad alcanzó casi los dos metros de profundidad, lo que permitía el paso a un gran volumen de agua. En otras secciones se encontraron los canales originales a gran profundidad. En estos casos su forma es la típica de los canales con concavidad regular.

Cabe mencionar que el alineamiento de los canales actuales no necesariamente corresponde con el de los canales prehispánicos. Si bien se encuentran en las mismas secciones, es decir en los espacios del muro perimetral que permiten el paso del agua, el azolvamiento recurrente posterior al abandono del reservorio ha hecho que los canales actuales no concuerden con el curso de los canales antiguos. En particular el acceso sur y el este fueron alterados cuando se construyó el camino que conduce a la zona

arqueológica. Su flujo natural fue interrumpido lo que modificó su cauce. El acceso sur fue obstruido por completo. El acceso este no fue completamente bloqueado, posiblemente por la gran cantidad de agua que circula por él y por ser la corriente muy fuerte. En este caso, al construir el camino colocaron un drenaje subterráneo que conduce el agua por su curso natural hacia el Arroyo Corriental. El drenaje moderno cruza la carretera a la altura del Km 61. Esto evita que la corriente inunde el camino en época de lluvias, lo que sugiere el gran volumen de agua que año tras año todavía circula por el depósito y sus canales.

Antes de empezar la exploración en los reservorios se realizó un reconocimiento del área para hacer la selección de los lugares a excavar. En la parte sur de la Aguada Corriental se localizó un pozo y una trinchera excavados por el Proyecto Tikal de la Universidad de Pensilvania. El pozo se encuentra en la parte superior del muro perimetral sur. Mide aproximadamente 1 x 1 m. La trinchera corre de sur a norte, se excavó con retroexcavadora y expuso el lado norte del muro perimetral sur. La trinchera mide aproximadamente 14 metros de largo y tiene menos de un metro de ancho.

Se debe mencionar que los resultados de estas excavaciones efectuadas por la Universidad de Pensilvania, nunca fueron publicados y se desconoce el registro que han de haber hecho en su momento. Debido a que no se contaba con ningún dato al respecto, se decidió que lo más apropiado era empezar la exploración de la aguada limpiando los perfiles de esta antigua trinchera, realizando el registro adecuado de la misma (Op1 A). También se perfiló el pozo en la parte superior del muro perimetral (Op 1B). Esto nos permitió conocer la estratigrafía y el nivel al que se encuentra la roca madre.

Op 1-A

Limpieza de los perfiles de la trinchera excavada por el proyecto Tikal de la Universidad de Pensilvania, en el lado norte del muro perimetral de la Aguada Corriental. La trinchera tiene casi 14 m de largo (13.90 m.) y menos de un metro de ancho (aprox 0.80 m.). Los perfiles de la trinchera estaban muy bien cortados debido a que se excavó con máquina. Se registró un solo lote ya que en el perfil era evidente la presencia de una gruesa capa de sedimentación acumulada sobre la roca madre. La roca madre presento evidencia de haber sido modificada. La caliza se eleva hacia el sur, en dirección del muro perimetral y descende hacia el fondo de la aguada. Es posible que se haya tratado de una depresión natural modificada posteriormente. Se recolectaron muy pocos tiestos y algunas lascas de pedernal.

Op 1-B

Pozo de 1 x 1 m. excavado por la Universidad de Pensilvania, colocado en la parte superior del muro perimetral sur. Este pozo no llegó hasta la roca madre. Se limpiaron los perfiles del viejo pozo y se pudo ver que en época prehispánica colocaron una gruesa capa de lodo sobre la elevación natural de caliza para darle mayor altura al muro perimetral.

Op 1-C

Mide 1.5 x 1 m. y alcanzó 3.15 m de profundidad. El pozo C sirvió de base y de una unidad comparativa para todas las demás. Esta suboperación fue controlada y documentada por N. Dunning. Los detalles, interpretaciones y resultados se encuentran en el Capítulo 3 (Dunning et al.).

Op 1-D

Trinchera de 5 x 1 m. E-O, sobre el acceso sur de la aguada. La trinchera se trazó perpendicular a la dirección del canal, entre dos tramos del muro perimetral. Se llegó hasta la roca madre. En esta unidad pudimos observar por primera vez que el curso del drenaje actual no necesariamente concuerda con el curso del canal prehispánico. Tanto en el perfil norte como en el sur se encontró una lentícula cóncava que contenía arenas (lote 2). Por su cercanía con la superficie esta lentícula indica que no hace mucho pasó por allí una correntada de agua que arrastró arenas. Sobre ella había una gruesa capa de humus (lote 1). Se encontró una secuencia de seis estratos deposicionales hasta llegar a la roca madre (lote 9). Inmediatamente sobre la roca madre se encontró una delgada capa de arena de color gris (lote 8). La capa 6 también tenía un alto contenido de arena. Las demás son una mezcla principalmente de barros y sedimentos arcillosos.

Op 1-E

Una pequeña extensión de la trinchera de Pensilvania (Op 1 A) hacia el sur. En el extremo sur de la trinchera se observó un corte horizontal de la roca madre, en lo que ya es parte del muro perimetral, por lo que se abrió esta pequeña extensión del mismo ancho de la trinchera (aprox 0.80 m.) por un poco más de 1 m. para ver si se continuaba el corte. Esta suboperación nos permitió confirmar que la elevación de caliza natural había sido modificada y que se había colocado lodo, a manera de material constructivo, para darle mayor altura al muro perimetral. La roca madre (lote 6) presenta lo que parecen ser huellas de corte, posiblemente usaron esta área como cantera. El lote 1 es la capa de humus, el lote 2 tierra oscura con inclusiones de caliza, lote 3 estrato arcilloso de color café claro, lote 4 barro de color más oscuro, de acuerdo con Dunning es un suelo antiguo, el lote 5 que se encuentra entre este estrato y la roca madre consiste en la misma matriz pero tiene muchas inclusiones de caliza, lo que le da una coloración y textura distinta. Las inclusiones de caliza se deben a su proximidad con la roca madre.

Op 1-F

Trinchera de 4 x 1m. N-S sobre el acceso sureste de la aguada (5° al este del norte magnético). Se trazó perpendicularmente a la dirección del canal que se observaba en la superficie. En esta suboperación se encontró a la roca madre muy cerca de la superficie (a menos de 0.40 m.) y la corriente actual corre sobre el mismo curso del antiguo canal.

Op 1-G y Op 1-I

Trinchera de 4 x 1 m. E-O, con orientación de 315°, casi perpendicular a la subop F. La subop I es una pequeña extensión al sur y oeste de 1-G. Se amplió la subop G en su extremo oeste hacia el sur, para explorar una anomalía en el estrato de caliza, una línea que parecía el contacto de dos materiales distintos.

En la subop G la roca madre se encontró muy cerca de la superficie. En el extremo oeste se encontró, al final una sección de un color más amarillento que el color del resto de la roca madre, además de que parecía formar una línea, por lo que se decidió explorarlo. La subop G y la subop I se convirtieron en una sola y se documentó como 1-G. Esta diferenciación de color resultó ser un relleno de sascab que hacía contacto directo con el corte del canal encontrado en 1-G. El corte del canal muy profundo y tiene casi la forma de un talud. No se llegó hasta la parte inferior del corte pues es muy profundo y para excavarlo hubiera sido necesario expandir la trinchera, al menos un metro, hacia el oeste para seguir el corte hasta su parte inferior. La profundidad del canal sobrepasa los 2 m.

Se tiene planeado continuar con la exploración de este canal ya que fue un hallazgo extraordinario pues hasta el momento no se han reportado otros canales en las tierras bajas que tengan estas dimensiones. El canal está excavado en la roca madre y sabemos que tiene más de 2 m de profundidad pero desconocemos su altura total. La corriente de este canal corre de norte a sur. En algún momento parte de su cauce fue rellenado con sascab. Este canal se encuentra muy cerca de donde la corriente de agua diverge en dos, ya que la corriente del acceso de la aguada corre de oeste a este y al exterior del muro perimetral hay un cauce visible que corre de norte a sur. Se espera poder continuar explorando esta sección del canal en la próxima temporada y seguirlo hasta encontrar en donde se une con los canales cuyo cauce es perpendicular a éste.

Op 1-H

Trinchera de 4 x 1 m. NE-SO, perpendicular a la corriente del acceso norte, que se encuentra en el NO de la aguada. En esta trinchera pudimos observar de nuevo que la corriente actual no está sobre la corriente prehispánica. El canal prehispánico se encontró en el extremo oeste de la excavación. La superficie de caliza está a aproximadamente 1.5 m de la superficie y se identificó la modificación al relieve natural y el canal excavado sobre la roca madre. Es importante mencionar que en esta excavación, al igual que en otras suboperaciones excavadas sobre los accesos de agua (1-D y 1-J) capas delgadas de arena directamente sobre la roca madre, así como algunas capas de arena alternadas con capas de arcillas lo que indica diferentes tipos de corrientes de agua. En la subop 1-F no estuvo presente la arena pero seguramente esto se debe a lo superficial del canal.

Op 1-J

Trinchera de 4 x 1 m. N-S, colocada transversal a la corriente de agua. Esta unidad se abrió ya que en las muestras tomadas con la nucleadora indicaban que la superficie de la roca madre se encontraba a unos 4 m de profundidad, lo que nos llamó mucho la atención pues es una profundidad considerable y poco usual en los accesos de agua. Es normal que los tanques de las aguadas sean profundos, más no tanto así los canales. Esperábamos definir la relación entre las diferentes profundidades de los canales ya que esta suboperación se ubicó en el mismo acceso en donde se encuentra 1-F, a pocos metros de ésta hacia el oeste.

Si bien el canal en 1-F se encontró a pocos centímetros de la superficie actual, en 1-J se excavaron más de 2 m y no se llegó a la roca madre. La excavación se dejó en un estrato grueso de arena. En los perfiles este y oeste se observan lenticulas de arenas y de arcillas,

pero no una sobre la otra como ocurriría en una corriente constante de agua, lo que nos indica que la corriente cambió con el paso del tiempo. Lamentablemente no se llegó a la roca madre por lo que esta sección es una de las que necesita continuarse investigando en la siguiente temporada. Es necesario saber el curso del canal original así como su profundidad y el ancho que tuvo para poder calcular el volumen de agua y definir su función.

Op 1-K

Excavación de un chultún cercano a la Aguada Corriental. El chultún se excavó por niveles estratigráficos arbitrarios y se tomaron muestras para flotación esperando encontrar restos botánicos. Se excavaron 7 niveles, cada uno corresponde a un lote (ver Lentz).

Op 1-L

La suboperación L consistió en una serie de 5 pequeños sondeos (pozos de pala) en un grupo habitacional al oeste de la Aguada Corriental (estructuras 53 a 55) (Carr 1961:Coord. 7E). A cada uno se le dio un número de lote distinto (ver Lentz).

Op 1-M

Serie de 5 sondeos pequeños (pozos de pala) en un grupo habitacional localizado en el transecto del recorrido de vegetación, al norte de la Aguada Corriental. Este grupo no figura en el mapa de Carr de 1961 (ver Lentz).

Op 1-N

Serie de pequeños sondeos en el grupo residencial donde se localiza la estructura 47, al noroeste de la Aguada Corriental, (Carr 1961:Coord.7E). Se hicieron un total de 6 pozos (ver Lentz).

Op 1-P

La suboperación P se compone de 6 pozos de pala efectuados en un pequeño grupo habitacional al norte de la Aguada Corriental. Los sondeos se ubican en las cercanías de las estructuras 36 y 37 (Carr 1961: Coord.7E) (ver Lentz).

Las suboperaciones K, L, M, N y P forman parte de la investigación agroforestal. Sus objetivos y resultados se encuentran en el capítulo correspondiente (Lentz). De todas ellas se tomaron muestras para flotación.

Es importante resaltar la importancia que tuvo la extracción de núcleos de la Aguada Corriental ya que sirvieron de guía al momento de excavar y fueron de gran utilidad para la selección de las áreas a investigar. Además, estos núcleos permiten saber detalles acerca de la morfología de la aguada y perfilar el fondo de la misma (ver Scarborough 2A).

Reservorios en la parte central, Reservoirio del Palacio y Reservoirio del Templo

En la parte central se exploró el Reservoirio del Palacio y el Reservoirio del Templo. Nuestro principal interés fue el de identificar la historia de sedimentación de los

depósitos. El Reservoirio del Palacio está flanqueado al norte por la Acrópolis Central y al sur por el templo V, partes de la Acrópolis del sur y otras estructuras menores. Este reservorio forma parte de una serie de tres tanques que descienden desde el extremo oeste hacia el este, iniciando con el Reservoirio del Templo (el tanque más elevado de Tikal) hasta el Reservoirio Escondido que termina en la Calzada Méndez al este. Al parecer esta serie de tanques se encuentra en una hondonada o barranco natural que drenaba el agua de la elevación en donde se situó la parte central de Tikal. Es posible que los tres tanques se encuentren interconectados. Estos reservorios se encuentran ubicados en el mapa elaborado por Carr y Hazard en 1961, en el Cuadrante denominado Gran Plaza dentro de las coordenadas 5D y 5E.

El Reservoirio del Palacio (Coord. 5D y 5E) posiblemente fue ampliado, en parte, al servir de cantera para obtener material de construcción, aparentemente en el barranco natural construyeron una especie de diques antes de dejar fluir el agua hacia el este en dirección a un gran tanque en el margen del Bajo, el Reservoirio Tikal (Scarborough y Gallopín 1991).

En el lado este del reservorio se encontraron las exploraciones efectuadas por Peter D. Harrison hace más de 40 años, pero la información permanece aún sin publicarse. Debido a que no se rellenaron las trincheras nos fue posible limpiar sus perfiles e inferir un poco acerca de la historia constructiva de este reservorio. Al igual que hicimos en la Aguada Corriental, iniciamos la exploración del reservorio documentando la información de estas antiguas excavaciones (Op 6 A y B).

Harrison excavó dos trincheras dentro del Reservoirio del Palacio. Una que se extiende de oeste a este sobre el lado oeste de la sección que divide al Reservoirio del Palacio del Reservoirio Escondido (1959:Coord. 5E). Nos referimos a esta antigua excavación como trinchera E-O. Los trabajos en esta antigua trinchera constituyen la Op 6 A.

En la presente temporada no encontramos evidencia de esclusas o embalses. Sin embargo, esto no descarta el que se puedan encontrar en futuras exploraciones. En la división entre los Reservorios Escondido y del Templo, siguiendo la trinchera abierta por Harrison (Op 6 A), se encontró una secuencia de revestimientos de piedra, por lo que la posibilidad de que esta división se trate de un dique sigue abierta.

La segunda trinchera se extiende de sur a norte a sur y va del fondo del reservorio hacia la Acrópolis Central, terminando en la base de la Estructura 5D-48. A esta excavación la denominamos trinchera N-S. Se efectuó un pozo de 2 x 2 m. en el extremo sur al que denominamos Op 6 B. El rasgo más sobresaliente expuesto por esta trinchera de Harrison, es un canal excavado en la roca madre que corre de oeste a este ubicado en el fondo del reservorio, en la parte más profunda (Op6 B). Este canal se identificó tanto al fondo de la trinchera excavada por Harrison como en el pozo que se hizo hacia el este de la antigua trinchera (Op 6 C). Es posible que este canal se extienda a todo lo largo del depósito. No sabemos si se continúa en los otros dos reservorios. En el pozo que excavamos a lo largo del canal se encontró que la caliza fue modificada. Se talló para crear una superficie plana que corre a lo largo del canal a manera de banqueta.

Algo importante es que la estratigrafía de la excavación mostró que la superficie de esta banqueta fue cubierta por inundaciones. La estratigrafía presentó capas alternas de arenas y arcillas que indican que en el depósito hubo periodos de fuertes corrientes de agua y periodos de estancamiento, que corresponden con el comportamiento que tendría el agua en un reservorio en el que se controla su flujo, ya sea almacenando el agua (agua en reposo) o redistribuyéndola hacia otros depósitos (agua corriente).

Un dato interesante es que en la antigua trinchera de Harrison (Proyecto Tikal-Universidad de Pensilvania), en el fondo del canal, se encontraron unas fisuras de forma semicircular que parecen naturales. Posiblemente estas fisuras correspondan a un antiguo manantial. Se tomaron muestras con la nucleadora para determinar si se encuentra travertino lo que afirmaría la existencia de un antiguo manantial, hasta el momento es sólo una hipótesis y estamos a la espera de los resultados de los análisis. Esta hipótesis se encuentra expuesta con mayor detalle en el Capítulo 2A (Scarborough).

Op 6-A

La primera suboperación fue la limpieza de los perfiles de la trinchera excavada por Harrison en los años sesenta, que se encuentra en el extremo este del reservorio. La trinchera parece haber sido excavada en dos tramos, que se conectan pero se puede observar que la trinchera no es continua sino parece que contara con dos secciones, a partir de un muro con forma de talud que se observa en el perfil. El tramo o sección inferior (parte oeste) tiene 10.70 m de largo (E-O) por 1 m. de ancho. Como se mencionó con anterioridad, estas excavaciones nunca fueron rellenadas por lo que fue fácil encontrarlas y nos brindaron la oportunidad de ahorrar tiempo y esfuerzo para conocer la estratigrafía del reservorio. La trinchera corre de oeste a este, desde el fondo del reservorio hacia la parte superior del lado oeste de la elevación que divide al Reservorio del Palacio del Reservorio escondido.

Se efectuó la excavación del extremo oeste de la trinchera (parte inferior) y se llegó hasta la roca madre. Fue evidente que Harrison llegó también a la roca madre ya que todo el estrato estaba alterado y consistía de material deposicional y escombros de los perfiles acumulados por el tiempo.

Tanto Harrison como nosotros sólo llegamos a la roca madre en el extremo oeste de la trinchera (1 x 1 m.). Harrison excavó de manera escalonada y nosotros nos limitamos a limpiar los perfiles y definir la estratigrafía que presentaba la trinchera.

Posteriormente se limpió el perfil sur ya que era el mejor conservado. Se logró identificar los restos de una estructura en muy mal estado de conservación, pero se podía observar su cuerpo en talud (piedras alineadas, fuera de lugar) y la diferencia en los rellenos constructivos. En el extremo este de la trinchera se encontró otro muro inclinado sin recubrimiento, elaborado con sillares grandes. Posiblemente se trata de otra etapa constructiva. Es posible que las divisiones que separan a los tres tanques sean artificiales. Algunos investigadores plantearon la posibilidad de que fueran tramos de caliza natural, dejados expuestos al extraer materia prima de estas áreas. Canteras que luego fueron utilizadas como reservorios. Sin embargo por lo observado esta temporada, parecería que

los tres tanques forman parte de un cañón natural, una depresión por la que corría una corriente de agua y posteriormente esta corriente fue interrumpida por la construcción de grandes muros, a manera de diques, que dividieron el cañón en tres tanques distintos. Todo parece indicar que estos muros cuentan con diferentes etapas constructivas. Es posible que hayan habido esclusas en estas divisiones, para controlar el paso de un reservorio hacia el siguiente y aunque en esta temporada no se encontraron sigue siendo una posibilidad que habrá que explorar más a fondo en la siguiente temporada.

Op 6-B

Esta suboperación consistió en la limpieza de la segunda trinchera de Harrison. Esta excavación está localida al sur de la Acrópolis Central, tiene un poco más de 65 metros de largo (65.96 m.) N-S, por 2 m de ancho. Va desde el fondo del reservorio hasta el lado sur de la estructura 5D-48. Se empezó limpiando un área de 2 x 2 m. en la base de la trinchera (extremo sur). La trinchera nunca fue rellenada pero tenía material depositado a todo lo largo, por la acción del tiempo, principalmente en la parte inferior, por lo que se procedió a removerlo hasta llegar a la roca madre.

En los perfiles se lograron identificar 9 capas de sedimentación, especialmente en el perfil sur que es el mejor definido. Los estratos muestran capas alternadas de arenas y arcillas, lo que revela episodios de agua corriente (arenas) con periodos de agua en reposo (arcillas). En la parte inferior del canal se encontraron unas fisuras semicirculares que podrían corresponder a un antiguo manantial (actualmente seco). Se tomaron las muestras pertinentes para confirmar o descartar esta posibilidad y estamos a la espera de los resultados. De confirmarse la existencia de un nacimiento de agua en alguno de los reservorios, se podría argumentar que posiblemente la existencia de dicha fuente haya influido en la selección de este lugar para construir la ciudad lo que tendría repercusión simbólica y agregaría un significado más al emplazamiento.

Op 6-C

Pozo de 2 x 1 m. (N-S). Esta excavación se hizo con el propósito de recuperar datos estratigráficos de primera mano, recuperar información de la estratigrafía horizontal y no sólo de la estratigrafía vertical como lo habíamos hecho al limpiar los perfiles de las antiguas excavaciones. Otro propósito fue el de seguir el canal hacia el este, para observar posibles cambios. La esquina NO del pozo se localiza a 4.50 m. al este de la esquina SE de la suboperación 6B. Los perfiles del pozo mostraron las mismas 9 capas identificadas en la suboperación 6B. Todas son capas de sedimentación

Las capas son de sedimentación. Capas alternadas de arenas y arcillas que confirman los episodios de agua en reposo con periodos de agua corriente, presentes en 6B. Estas capas alternadas indican que en el depósito hubo periodos de fuertes corrientes de agua y periodos de estancamiento, que corresponden con el comportamiento que tendría el agua en un reservorio en el que se controla su flujo, ya sea almacenando el agua (agua en reposo) o redistribuyéndola hacia otros depósitos (agua corriente).

El pozo llegó hasta la roca madre y en la parte inferior se encontró que toda la superficie de caliza fue modificada. Se talló para crear una superficie plana a lo largo del canal

posiblemente para permitir sacar el agua en la época en que el agua alcanzaba sus niveles más bajos. La caliza se trabajó para formar una especie de banqueta o acera paralela al canal. Al parecer toda la pendiente en el flanco norte del reservorio, está escalonada, no es un plano inclinado o talud sino presenta varios niveles. Esta suerte de banqueta o plataforma sería el nivel inferior o el escalón inferior de la pendiente terraceada que desciende de la estructura 5D-48 y la Acrópolis Central. Esta banqueta facilitaría la extracción del agua y el acceso al fondo del reservorio en un periodo con muy poco volumen de agua.

Si bien se recuperaron algunos tiestos, los fragmentos de cerámica se encuentran muy erosionados por lo que nos son diagnósticos y no permiten fechar los estratos del pozo.

Op 6-D

Extensión de la suboperación 6-A hacia el este. Se continuó excavando la trinchera hacia el este, sobre la pendiente del muro que divide al reservorio del Palacio del Reservorio Escondido. Como se mencionó con anterioridad, la trinchera original de la Pensilvania parece haber sido excavada en dos tramos, esta es la limpieza y exploración del segundo tramo. Se hizo para continuar registrando al estratigrafía y explorar al este de donde se encuentra el primer muro a manera de talud. No se profundizó mucho por el tamaño de las piedras y la dureza de la matriz que dificultaba la excavación y extracción de las piedras. La matriz fue de tierra muy oscura, un barro muy compactado y húmedo, es una matriz muy aglutinante por lo que las piedras se encuentran muy bien amarradas unas con otras conformando un relleno constructivo sólido y estable.

Op 6-E

Unidad en el extremo este de la trinchera E-O de Harrison, en la parte superior de la sección que divide al Reservorio del Palacio del Reservorio Escondido. Como una de las hipótesis planteadas para el origen de estos reservorios es la de que fueron canteras y posteriormente se utilizaron como depósitos de agua, en cuyo caso plantean que las secciones que dividen a los tanques son de caliza pues los dejaron a propósito, quisimos explorar esta posibilidad. Inicialmente se excavó un tramo de 2 x 1 m. dentro del perímetro de la trinchera de Pensilvania, en el extremo este intentando encontrar la roca madre el tipo de rellenos empleados para construir estas divisiones. La unidad no profundizó mucho pero pudimos establecer la existencia de dos etapas constructivas bien definidas. Una es la existencia de otro muro con bloques grandes de caliza colocados a manera de talud, que se encuentra unos dos metros al interior del talud expuesto por la U. de Pensilvania. En la parte superior se detectó una subestructura, se recuperó evidencia de muros y de un piso. Esta subestructura se encuentra casi debajo de la sección que sirve de paso entre el área de la Acrópolis Central y el grupo de estructuras al este del Templo V. por lo que se puede inferir que al menos desde este nivel hasta la parte superior se trata de un relleno artificial. No podemos asegurar, por el momento, que toda la elevación haya sido construida por los antiguos Mayas, pero por los muros en talud y la existencia de estos rasgos arquitectónicos éste parecería ser el caso.

En el extremo sur de 6-E se excavó 1 x 1m. hacia el oeste (siempre dentro del perímetro de la antigua trinchera) para poder profundizar un poco más y explorar los elementos

arquitectónicos detectados en el pozo original. Gracias a esta extensión se pudo exponer parte del muro en talud y confirmar que las huellas de muro que se encuentran en la parte superior forman parte de una etapa constructiva distinta. Todo se marcó como la misma suboperación ya que buena parte de la tierra removida era la acumulación por el paso de los años sobre los elementos expuestos por la U. de Pensilvania y lo único que hicimos fue profundizar un poco más para definir estos elementos. Los estratos son material perturbado y no corresponden a una estratigrafía controlada.

Se espera tener la oportunidad en la próxima temporada de continuar con la exploración de esta sección del reservorio para poder determinar si estos tramos entre los depósitos de agua fueron artificialmente contruidos y los tanques forman parte de un drenaje natural del paisaje, o si efectivamente los depósitos son el producto posterior a la extracción de materia prima para la construcción. La excavación de esta sección permitirá definir el origen del Reservorio del Palacio y las modificaciones efectuadas a este tanque durante su larga historia de uso como depósito de agua.

Op 6-F

La suboperación F consistió en 3 pequeños registros efectuados en el perfil oeste de la trinchera N-S de Harrison. El propósito fue obtener cortes frescos que nos permitieran documentar la estratigrafía a lo largo de la trinchera. Estos registros iban desde la superficie hasta la roca madre. En todos los casos la superficie de la caliza se encontró a poca profundidad. Los cortes en el perfil se hicieron cada 10 m. partiendo del fondo hacia la parte superior. Tienen un metro de largo por escasos 0.20 o 0.30 m. de ancho. La profundidad es variable pues depende de la distancia a la que se encontró la roca madre.

A cada sondeo se le asignó un número de lote distinto (A-C). En todos los cortes la estratigrafía fue muy simple pues consistió en la capa del humus reciente sobre un estrato de tierra, que corresponde a la acumulación de sedimentos por el paso del tiempo, sobre la roca madre. Se cubrieron los primeros 30 m. a partir del fondo, ya no se continuaron los sondeos en la parte superior pues pasados los 35 m. se encontraron elementos arquitectónicos y es claro que éstos están por encima del nivel de inundación por lo que esta área ya no se trataba propiamente el tanque.

Op 6-G

Pequeño sondeo sobre lo que parecía ser la boca de un chultun. Este elemento se encontró en el lado sur de la elevación que conduce hacia la Acrópolis Central. La oquedad se localiza sobre la pendiente al lado del perfil este de la trinchera N-S de Harrison. Este chultun fue expuesto por la Universidad de Pensilvania. Nos limitamos a remover el escombros y la tierra que lo cubría parcialmente para delimitar su forma. Se efectuó la limpieza de su área inmediata. No se excavó al interior del chultun por lo que no sabemos si fue excavado por Harrison. Se encontró abundante cerámica que incluye el fragmento de un pequeño silbato con forma de ave. La boca del chultun se ubica a 32.20 m. del perfil norte de la subop 6B.

Op 6-H

La suboperación H consta de 9 pozos de pala trazados sobre la elevación sur del reservorio, en el lado opuesto de la trinchera N-S de Harrison. Se prolongó la línea del perfil oeste, de la vieja trinchera, hacia el otro lado del reservorio. Se efectuaron un total de 9 sondeos, colocados cada 5 m. cubriendo una extensión de 45 m. hasta llegar a la parte superior del reservorio. La línea de pozos termina aproximadamente en la cota de 240/245 m. del mapa de Carr y Hazard (1961) al norte de la estructura 5D-114. Por sobre el nivel de la cota de 240 m. la superficie es más o menos plana y en la actualidad sirve de paso a los visitantes para rodear el reservorio.

Los pozos tienen un diámetro promedio de 0.50 m. El propósito fue el de comparar la estratigrafía de esta margen (sur) del reservorio con su lado opuesto (norte). A cada pozo se le asignó un número de lote distinto. El igual que en la margen norte, la estratigrafía fue simple y se encontró a la roca madre muy cerca de la superficie.

Curiosamente en este lado del reservorio se encontraron lajas o piedras trabajadas en los dos pozos inferiores (6-H1 y 6-H2) cercanos al fondo del depósito. Resulta visible en la superficie que esta sección del lado sur del tanque fue trabajado de manera escalonada, en cuerpos terrazados. Las lajas parecen ser parte del recubrimiento de los cuerpos inferiores de estas terrazas que consisten en cortes con forma de talud con una superficie plana en la parte superior de cada cuerpo. También en el último pozo (6-H9) ubicado en la parte superior, pocos metros al norte de la estructura 5D-114 se encontraron piedras pero en este caso no son lajas sino sillares bien cortados, alineados N-S que podrían formar parte del perímetro de una estructura. En todos los demás (6-H3 al 6-H8) la roca madre se encontró muy cerca de la superficie y no se obtuvo ninguna evidencia de arquitectura.

La evidencia de lajas en los pozos inferiores posiblemente correspondan a nivelaciones artificiales a manera de terrazas, visibles en superficie. Estas terrazas permitirían acceder a la fuente de agua no importando el nivel del líquido en el tanque. La superficie terrazada brindaría una superficie plana, escalonada que facilitaría la recolección del agua en distintas épocas del año, sobre todo cuando el agua menguara y sólo se encontrara en el fondo del tanque.

El Reservorio del Templo (Coord. 5D) es el más pequeño de los tres tanques en cuanto a su área de captación de agua y el que se encuentra a mayor altura de todos. Se extrajeron dos núcleos y sorprendentemente a menos de 2 m de profundidad se encontró humedad a pesar de su posición tan elevada y de ser la época más seca del año (Ver sección de Scarborough).

Op 7-A

Pozo de 1.5 x 1 m. localizado en la parte sur del Reservorio del Templo. El pozo se ubica dentro de lo que parece un tanque elevado en la sección sur del reservorio. Este tanque tiene forma ovalada y se encuentra al fondo de una depresión de más de 10 m. de profundidad.

En el extremo norte de este pequeño tanque las márgenes se estrechan formando una garganta angosta que lleva hacia el tanque mayor del reservorio unos 7 u 8 metros más abajo. La excavación de este pozo estuvo a cargo de Brian Lane, de la Universidad de Cincinnati.

Este pozo tiene casi 3 m de profundidad. Se identificaron 9 capas estratigráficas y cada una se marcó con un número correlativo de lote (1-9). Los estratos son muy distintos a los de las unidades en el Reservorio del Palacio. A partir del lote 7 se empezó a notar una constante filtración de agua, en particular en el perfil sur. No se alcanzó a llegar hasta la roca madre, sin embargo, el último nivel es un estrato estéril en lo que se refiere a artefactos arqueológicos. Este estrato tiene más de 1 m de espesor.

Comentarios adicionales

Además de las excavaciones en los reservorios se realizó la extracción de núcleos de contextos secos. En la Aguada Corriental se efectuó un muestreo para reconstruir el relieve original de la aguada y tratar de inferir sus modificaciones a través del tiempo. También se tomaron muestras del Reservorio del Palacio y del Templo. Los núcleos corresponden a los perfiles de sedimentos en el área de la aguada y la historia de sedimentación. También se tomaron muestras específicas para afirmar o descartar la existencia de manantiales en los reservorios de la parte central de Tikal (Ver sección de Scarborough).

Se extrajeron núcleos de varios cuerpos de agua, tanto secos (Aguada Corriental, Reservorios del Palacio y del Templo) como de algunos que conservan agua todo el año (Aguadas Tikal, Pucté y Términos). Estos núcleos permitirán establecer la historia de sedimentación de los depósitos y posiblemente fecharlos. Es factible que nos proporcionen muestras de polen y evidencia suficiente para reconocer posibles cambios de vegetación en el área y poder inferir acerca de los cambios al paisaje y los cambios climáticos que pudieron haber ocurrido.

Se pudieron identificar periodos de mucha precipitación pluvial y grandes torrentes de agua debido a la lluvia o la degradación ambiental evidentes por estratos de arenas, seguidos de periodos de flujos lentos o mejor controlados representados por grueso estratos de arcillas y limos. Esta alternancia entre los estratos de arcillas y de arenas fue constante y se presentó de manera similar tanto en la Aguada Corriental, situada en la periferia, como en el Reservorio del Palacio, en la parte central de Tikal.

La posibilidad de que los tres tanques en el área central de Tikal forman parte de lo que originalmente fue un encañón natural, con una corriente de agua que fue posteriormente interrumpida, es una posibilidad que habrá que explorar con mayor detenimiento en la próxima temporada. Por los datos recuperados de las antiguas excavaciones es posible que las divisiones entre los tanques sean artificiales. No tenemos datos concluyentes todavía, pero las curvas de nivel en el mapa elaborado por Hazard indican que la pendiente natural del terreno va de oeste a este en este sector. Aunque efectuaron grandes modificaciones al paisaje, se puede observar tramos de la caliza natural y como algunas estructuras pequeñas fueron construidas adaptándose a este relieve topográfico (ej. 5E-8 a

15 y 5E-79 a 83). Por otro lado, la elevación de los tres tanques desciende de oeste a este, siendo el Reservoirio del Templo el más alto (238.6 m. snm. en el fondo) y el Reservoirio Escondido el más bajo (224 m. snm. en el fondo), y tendrían el mismo tipo de inclinación que tiene la pendiente natural. El reservorio del Palacio, que se encuentra en el medio, tiene 229 m. snm. en su parte más profunda, por lo que muy bien podrían haber estado conectados y el paso del agua de un tanque hacia el otro podría haber sido controlada intencionalmente por los antiguos Mayas.

Es importante continuar con la investigación de estos reservorios y ampliar la exploración para poder definir el manejo del agua en la parte central de Tikal. Asimismo, la información obtenida de la Aguada Corriental nos indica que las aguadas periféricas pudieron haber controlado grandes volúmenes de agua. Resulta necesario seguir estudiando el profundo canal parcialmente explorado en esta temporada.

Capítulo 2

MANEJO DE AGUAS EN TIKAL

Vernon Scarborough, Liwy Grazioso, Nicholas Dunning, Brian Lane, y Eric Weaver

El estudio sobre el manejo de aguas se ha enfocado en dos áreas principales – uno en la cima del centro urbano y la zona residencial, y el otro en las afueras al sur y al sureste de las zonas marginadas del distrito central. El diseño del proyecto se hizo para capturar la variabilidad del paisaje construido e identificable en el centro mismo de Tikal partiendo del contexto en su complejidad y los matices asociados con su sistema de manejo de aguas.

El siguiente reporte es una evaluación preliminar de nuestras mediciones y excavaciones limitadas y focalizadas. Para tal efecto nos hemos apoyado básicamente en los planos del contorno de alta precisión incluidos en el Reporte Tikal No. 11: Mapa de las ruinas de Tikal, El Petén, Guatemala, Carr y Hazard (1961).

Hemos orientado nuestros esfuerzos iniciales en la Aguada Corriental localizada en el cuadrante del mismo nombre según el mapa de Carr y Hazard. Dado que nuestro interés consiste en la evaluación de la exactitud del mapa original, hemos producido un mapa de alta precisión con ayuda de estación total (Figura 2-1). No obstante que nuestras versiones integradas digitalmente permiten usos múltiples incluido el modelo antiguo de reconstrucción visual, nuestra experiencia en el campo de la elaboración de mapas ha demostrado la precisión de la inspección hecha por Carr y Hazard para la elaboración de futuros modelos topográficos, allí donde y cuando nos resulte imposible la reconstrucción cuidadosa de mapas. Así, se hará evidente en el momento de discutir acerca de nuestra inspección en el distrito central y sobre las operaciones de excavación.

La Reserva de Corriental representa uno de los cuatro reservorios en las márgenes bajas originalmente re-identificadas por Scarborough y Gallopín (1991) en Tikal. Nuestros cálculos originales sugieren una capacidad de 57.559 metros cúbicos por tanque (Gallopín 1990), pero las nuevas evidencias proporcionadas por las trincheras nos permitirán una evaluación mucho más precisa. El rasgo fue delimitado mediante un muro de cuatro por siete metros que circunscribe a la depresión, al cual le fueron abiertas artificialmente tres “puertas de salida” o “accesos”. La excavación y el mapa en detalle muestran ahora que la “Puerta de salida” del Noroeste fue originalmente un ingreso primario que drenaba un área elevada y delimitada en el norte y noroeste de la reserva. Esta área de drenaje era considerada un área de captación de aguas de lluvia (Figura 2-1). El “acceso” Sur producía los remanentes de los antiguos caminos de desbordes, un rasgo que fue significativamente modificado a través del tiempo. La “Puerta de salida” Este es considerada la más compleja y la más sofisticada por cuanto funcionó como una estación de cambio que permitía el flujo de agua dentro de la reserva durante el periodo de lluvias, a la vez que permitía la salida de aguas durante los periodos de sequía – por lo menos así se registra en los inicios de la historia del Reservorio. Este último ingreso de flujo de aguas fue establecido desde otra área de captación de agua de lluvia hasta el norte y el

noroeste. En ambas zonas, que se dirigen hacia Corriental, se encontraron grandes porciones contiguas de superficies sin ocupación residencial que pudieran sugerir un intento por mantener limpios los suministros de agua. (Ver capítulo 4 y los prospectos de arboricultura asociados con la estabilización de suelos y la purificación de aguas). Un pequeño bajo, “bolsillo” fue ubicado a 150 metros noreste del tanque y podría haber funcionado como un tanque de cieno que filtraba una fracción de partículas más grandes antes de que entrara en el brazo de la reserva, aunque esta interpretación es aun especulativa. Resulta no obstante de una gran significación la presencia de un canal de dos metros de profundidad que se dirige desde esta zona de captación en el noreste hacia el interior del tanque a través del “acceso” Este. Aunque el canal fue solo parcialmente expuesto, todo indica la existencia de un sofisticado sistema de control hidráulico que data de muchos años atrás.

La Reserva del Palacio es uno de los seis tanques localizados en el centro más elevado del distrito central de Tikal (Fig. 2-2 y 2-3). Esta reserva ocupa los bordes más altos de la parte que bordea a la Acrópolis Central por el norte y el Templo V por el sur, algunas partes del sur de la Acrópolis, y varias edificaciones significativamente más pequeñas. Al final de la disminución gradual superior en el oeste, la Reserva del Palacio expide el agua desde la Reserva del Templo, el tanque más alto de Tikal, pero el tanque de contención de agua tiene una capacidad y zona de flujo más pequeñas. Basados en la cuidadosa reevaluación de los mapas de Carr y Hazard y nuestro propio programa de excavación e inspección, aparentemente esta cadena de tanques que va descendiendo, incluyendo la Reserva Escondida que se encuentra más abajo colindando con la Calzada de Méndez en el Este, fue un arroyo antiguo y natural que drenaba la elevación sobre la cual se encuentra Tikal. Aunque hay otros dos arroyos de drenaje que van de oeste a este paralelos al sistema de arroyos del Templo, el Palacio y la Reserva Escondida al norte más inmediato de la Acrópolis Norte; nuestro foco de atención fue exclusivamente sobre los dos arroyos de drenaje que van de oeste a este.

Aunque la Reserva del Palacio fue ampliada, en parte, por la extracción de piedras usadas en la construcción de las enormes obras arquitectónicas hechas en el sitio central, aparentemente el arroyo original fue reducido a tres locaciones cercanas a aguas destinadas a fluir desde el Este hacia el enorme tanque en las márgenes bajas al Reservorio Tikal o Aguada Tikal como se le conoce usualmente (Scarborough y Gallopín 1991).

Aunque existe la evidencia que el Dr. Peter Harrison de la Universidad de Pennsylvania abrió una trinchera por el flanco oeste de la represa de la Reserva del Palacio, esos datos no se han publicados aun. Dado que esta trinchera no fue rellenada de nuevo, nuestro equipo de trabajo simplemente re-expuso sus rasgos este y oeste al documentar la historia de la reconstrucción de la represa. Un examen controlado, examinando la porción más amplia y profunda de la Reserva del Palacio permitieron la identificación del bloque original que se recuesta sobre el tanque, así como el plano de proximidad de los cimientos subyacentes. Desafortunadamente, no se encontraron compuertas o salidas de drenaje por parte de nuestro equipo de trabajo.

Un trabajo somero dentro de la Reserva del Templo reveló un tanque de cieno perfectamente definido sobre la parte superior y sur del cuerpo principal del tanque. Las pruebas evidenciaron agua en niveles elevados lo que sugiere una actividad de filtración de fuentes de agua, un hallazgo totalmente inesperado. Dado que nuestra excavación se llevó a cabo en el tiempo más seco del año, dentro del más pequeño y elevado tanque de Tikal, en la zona de flujo de aguas más diminuta, se da por sentado una antigua y permanente actividad de fuentes de agua. Si nuestras pruebas de laboratorio confirman la presencia de fuentes naturales de agua en este lugar elevado, entonces no será necesario referir ninguna explicación sobre la temprana colonización del área de Tikal. Aunque la fuente principal de agua en las tierras bajas mayas y todos los centros interiores como Tikal fue la precipitación pluvial, zonas de captación de flujo de aguas y su contención en reservas y aguadas modificadas, estas fuentes naturales, a manera de manantiales o brotes de agua, podrían haber aumentado los suministros. Estos manantiales proporcionan un recurso “puro” y filtrado menos disponible en cualquier contexto, con implicaciones incluso a nivel ideológico.

La inspección

Nuestros métodos de inspección fueron diseñados para evaluar la precisión de los mapas de Carr y Hazard, así como también para posicionar internamente las unidades de excavación y enfocar nuestros esfuerzos. Aunque varias de las pequeñas tumbas no fueron diseñadas como mapas por los grupos de diseño de planos de la Universidad de Pennsylvania, rasgos naturales y arquitectura más grande fueron registrados topográficamente con sumo cuidado. Este trabajo fue mostrado mediante nuestra propia reconstrucción de mapas en la Reserva de Corriental. Adicionalmente, se dispusieron varios puntos tomados con GPS a lo largo de la sección sureste del Mapa de Tikal, así como también en el distrito central. Nuestro equipo actualmente se dedica a digitalizar el Mapa entero de Tikal, algo que nunca se había hecho, para permitir la superposición de nuestras series de nuevos datos sobre el mapa previo (ver varias de las figuras a continuación). Dada la precisión del mapa, ahora podemos comenzar a contextualizar rápidamente nuestro trabajo sobre los elementos hidráulicos usando este mejor control topográfico. La reunión de estas series de datos permite un examen del antiguo sistema de agua en Tikal reconstruyendo los mapas de grandes áreas (ver Figs. 2-1, 2-2 y 2-3).

Las operaciones

Se llevaron a cabo dos tipos de excavaciones. El primero fue la unidad de excavación tradicional. Todas las exploraciones fueron excavadas hasta su nivel estéril. Las excavaciones fueron pequeñas y diseñadas para extraer la mayor información posible acerca del sistema del uso del agua y de los sedimentos, a través de trincheras que dejaron abiertas los equipos previos hace más o menos 50 años, se clarificaron los subsecuentes escombros y se re-examinaron los perfiles para reconstruir su historia. Toda la cerámica fue recolectada y analizada. La excavación fue difícil debido a las arcillas que se sabían bloquearían las excavaciones en los antiguos depósitos de agua. Dadas estas dificultades para identificar los tipos de pequeños pedazos de cerámica dañados por los efectos erosivos de las aguas, así como también las cuestionables deducciones que

resultan por la migración de artefactos asociada con el transporte del agua, los análisis de cerámica resultaron de utilidad.

Debido a la presencia de cerámica en las partes más profundas de la excavación, podemos estar seguros de la actividad humana hasta estos estratos, de no ser por esta evidencia la edafología, podría haber sugerido que esta estratigrafía ocurrió sólo debida a procesos por desplazamiento “natural” de artefactos.

El segundo tipo de exploración de la superficie subterránea fue la perforación del suelo y se utilizaron dos instrumentos de perforación. El primero fue un pistón o nucleadora Livingston diseñado para recuperar sedimentos y suelos húmedos. Nicholas Dunning revisó varias veces estas excavaciones e incluyó dicho tipo de perforación tomado de la Reserva de Tikal asociado con el manejo de aguas, retenida en reposo. El otro tipo de artefacto de perforación utilizado fue el Explorador Ambiental de Subsuelos, con el fin de remover una estrecha columna de arena enterrada dentro de una bolsa plástica transparente desde los dispositivos adaptados para los periodos secos. Estas últimas excavaciones fueron supervisadas por el profesor Scarborough y removidas sistemáticamente desde la Reserva de Corriental y del Templo así como también las exploraciones delimitadas desde el Reservorio de las Inscripciones y las tierras bajas conocidas como el pequeño “bolsillo”, justo al noreste de la Reserva de Corriental.

Secado y Perforación

Reserva de Corriental

La mayoría de nuestros esfuerzos de perforación fueron conducidos dentro y fuera de la Reserva de Corriental. Se llevaron a cabo veinte perforaciones en este contexto con un penetración máxima de 3.64 m desde la superficie. En la figura 1-2, se ubica la mayoría de las perforaciones en la Reserva e ilustra nuestro control elevacional entre los puntos de perforación que permiten la reconstrucción de la forma original del fondo (suelos subterráneos) y la capacidad del tanque. Dentro del cuenco de la Reserva, nuestro equipo de trabajo ubicó 16 perforaciones creando un radio desde la unidad central de excavación (PO 1 C) de los cuales el último fue diseñado para proporcionar un perfil de suelo altamente controlado e inclusive con muestras de suelos que los estudian según sus texturas, producción de polen y cálculos de fechas y edad. (Esta unidad de excavación fue cuidadosamente evaluada por Dunning). Al disponer la localización de la unidad de control en el centro del reservorio se pudo establecer rápidamente una comparación de nuestras perforaciones con las evaluaciones de suelos más precisas obtenidas de la unidad de control que fue excava formalmente y examinó los terrenos con sumo cuidado.

El dispositivo de perforación permite la remoción de grandes segmentos de tierra, hasta de 5 metros de profundidad (Lamina 2-1). Cada perforación se guarda en una bolsa transparente, lo que permite inicialmente una inspección visual a pesar de su apariencia rudimentaria. El análisis ulterior de laboratorio entre tanto va preparándose para darse a conocer. Dado que las muestras de suelo (empaquetadas en los forros de plástico) son muy compactas, y especialmente con una apariencia de sedimentos de las más ricas

arcillas de una reserva, es necesario repetir la comparación con la unidad de control. En este punto del análisis de las excavaciones, resulta posible determinar los niveles del material de la reserva.

Las perforaciones fueron separadas con intervalos de 20 metros entre y una y otra. El tanque que va en dirección Este Oeste fue dividido por una intersección en medio de la unidad de control de la excavación comenzando por la Puerta de Salida Este. (Numero de las perforaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7, el intervalo fue de alguna manera interrumpido en la unidad de control OP 1C). Una segunda intersección se dio desde la unidad de control hacia el acceso Noroeste (perforaciones o núcleos 10, 11, 12, 13 y 25) y un tercer alineamiento en el costado sur, se orientó hacia el acceso Sur (núcleos 8 y 9) (ver Figura 1-7). Estas intersecciones se diseñaron para revelar de la mejor manera posible la forma de la reserva antigua y profundamente enterrada, la presencia potencial de los rasgos del terreno subterráneo tales como tanques de cieno y diferencias de elevación entre los rasgos claramente expuestos en la superficie tal como se ve en las puertas de salida o acceso y el muro que circunscribe al depósito mismo. Con el fin de discernir la forma del antiguo reservorio, se llevó a cabo una perforación aislada (perforación 14) a 20 metros norte del punto inicial que se colocó en el acceso Este. Aunque el cuidadoso análisis de textura no se ha iniciado aun, la evaluación preliminar indica que el depósito fue rellenado con arcillas de cieno provenientes tanto del acceso Noroeste como del Este. Los periodos de movimientos de aguas rápidas se indican por medio del análisis fotográfico de la arena lo que sugiere fuertes estaciones de lluvias y/o una extensiva degradación ambiental de los suelos acarreados dentro del tanque desde las áreas de influencia de suministro, pero seguidas por un flujo de aguas más lento y controlado con la presencia de capas de arcilla y/o cieno/fango mucho más gruesas.

Para comprender mejor la historia de la construcción y el mantenimiento de la Reserva acuífera, se perforaron además las cimas de los muros de contención (núcleos 15, 16, 17 y 18). La información de las elevaciones se registró desde los seis puntos terminales identificando los tres segmentos discontinuos en los muros de contención que coinciden con las puertas de salida y entrada del agua. Dada la presencia de un muro que se adhiere, la operación en la trinchera fue ubicada en el área más restringida del acceso Sur, OP 1 D, exponiendo así los cimientos naturales de piedra caliza, no se pudieron extraer perforaciones adicionales desde esta localización. Al agregar a nuestras recientes exposiciones de los rasgos asociados con la trinchera previamente excavada con retroexcavadora por Dennis Callender, así como también por un viejo sondeo en la cima, cerca del acceso Sur (sólo mencionado en las notas de campo de Callender aún sin publicar), se identificó en ambos casos un cimiento elevado, hemos podido obtener la posición aproximada de los cimientos que subyacen delante de la reserva que fue excavada y posteriormente dragada. Las evaluaciones preliminares sugieren que porciones de cimientos enterrados en los muros de contención fueron deliberadamente extraídos y nivelados (ver OP 1 E) delante de los sedimentos desenterrados que fueron superpuestos entre sí.

Existe fuerte evidencia que indica que un drenaje natural pasó a través del área de la Reserva de Corriental en tiempos anteriores al de los mayas prehispánicos, aunque una

depresión natural como un arroyo puede también haber ocupado la locación en la que ahora se establece el tanque significativamente agrandado. El término “corriental”, en inglés “current”, señala la fuerza del flujo que pasa a través de esta zona en la estación de lluvia actualmente. El tanque funcionó para contener también, de manera lenta, la fuerza de erosión de las lluvias estacionales en el pasado. Para permitir la adecuada reconstrucción del antiguo montaje ambiental, una perforación adicional se llevó a cabo desde las partes inferiores conocidas como el pequeño “bolsillo” hasta el área Este, más inmediata al Reservorio (núcleo 21). Aunque puede haber funcionado en algunos sistemas hidráulicos la capacidad conectada con la Reserva, su diminuto tamaño y la falta de modificación significativamente visible puede a la vez sugerir una secuencia menos alterada. El núcleo recuperado sirve como un control útil en la evaluación de la temprana historia de la Reserva de Corriental.

Al trasladarse desde la cima del centro de exploración, solo se realizaron dos perforaciones adicionales. Las exploraciones iniciales se llevaron a cabo dentro del Reservorio del Templo (Fig. 2-2 y Lamina 2-1), una dentro del tanque principal que yace en la zona sur (excavación 22) y la otra en el tanque de cieno/limo más pequeño ubicado en la parte superior (excavación 23). La antigua zona húmeda descubierta a 1.40 metros BSD, que de inmediato reveló la importancia del tanque más elevado en Tikal, especialmente durante los periodos más secos del año cuando ninguna otra reserva mostró humedad significativa. Sin embargo y a pesar de ser un tanque profundo, la cantidad de sedimento acumulado fue mucho menor del observado en la Reserva de Corriental (Scarborough y Gallopín 1991). La segunda excavación se ubicó cerca a la depresión que tiene forma oval; allí se encontró una humedad significativa casi a la misma profundidad de la prueba inicial en el reservorio, justo hacia el norte, excepto que la se encuentra ocho metros por encima de la parte principal del tanque y separada por un muro de contención muy firme, abierto y modificado intencionalmente por una compuerta que dirige el agua sin deshechos hacia la parte central de la reserva principal. Una unidad de excavación (Op 7 A) fue ubicada en el tanque de cieno que presenta las características de agua que emana del lugar como la actividad de un manantial que fluye a manera de filtro a 1.6 metros BSD, o en los muros internos entre el desvío de aguas que entran, la sedimentación de cieno, limos y los barros estériles que yacen en la parte de abajo.

No se llevaron a cabo otras excavaciones sobre terrenos secos salvo el de un pequeño segmento de excavación (excavación 24) recuperada desde los cimientos de la Reserva del Palacio. Esta muestra de 5 cms se realizó dentro de la exposición reabierta de la trinchera sin rellenar hecha por el Doctor Peter Harrison, que parte desde la cima de la Acrópolis Central y que desciende hasta el fondo de la Reserva del Palacio, en dirección norte-sur (Figs. 2-2 y 2-3).

Esta suboperación recuperada (OP 6 B) reveló la superficie original enterrada del antiguo Reservorio y la posible ubicación de un manantial diminuto, “ojo de agua” que emana desde los cimientos expuestos. Nuestra prueba de subsuelos, hecha con la nucleadora con una punta de acero de tungsteno, se realizó la caliza en una ubicación precisa con el fin de recoger travertino, un precipitado asociado con los movimientos de agua subterránea

en instalaciones kársticas. Pero debemos esperar los resultados del laboratorio para confirmar o refutar esta hipótesis.

Excavaciones en terrenos blandos

Las excavaciones sobre terrenos de sedimentación blanda se extrajeron de tres reservorios y aguadas: el Reservorio de Tikal y dos aguadas sobre las márgenes del Bajo de Santa Fe (la Aguada Pucte y la Aguada de Términos). Esperábamos extraer polen de los sedimentos de la aguada con el fin de reconstruir los antiguos patrones de uso de la vegetación y de los suelos en el área más grande de Tikal. Los detalles de estas tres excavaciones se pueden leer en el capítulo 3.

Excavaciones-Reservas

La realización de excavaciones de tipo formal así como también la caracterización de trincheras ya existentes gracias a excavaciones previas, la última de las cuales resultó tener algo menos de 50 años de abandono, fue posible en los tres reservorios principales que fueron el tema central del trabajo de esta temporada. La mayoría de nuestros esfuerzos se enfocaron en las excavaciones dentro de la Reserva de Corriental.

Las Excavaciones de Corriental – OP 1.

Todas las excavaciones en Corriental fueron supervisados por Liwy Grazioso, excepto por uno de ellos, la suboperación 1C que fue supervisada por Nicholas Dunning, cuyo conocimiento en la ciencia de suelos fue una guía fundamental para el desarrollo de los trabajos de perforación y excavación en cada lugar del tanque además de proporcionarnos una mejor comprensión en lo relacionado con la historia de la sedimentación de las unidades de excavación formal.

Op 1C: Centro del Reservorio Corriental

La Op 1C tuvo una extensión de 1 x 1.5 mts cerca al punto central de la Reserva de Corriental. Alcanzó una profundidad final de 3.15 mts, en cuyo punto de exploración se encontró caliza erosionada. La característica del muro este de la trinchera se muestra en la Figura 3-5. Los estratos revelados dentro del pozo se describen en la tabla 3-1. Las cerámica recuperada en esta operación fue analizada por el Doctor Pat Culbert en Tikal. Los estratos dentro de la porción más baja de la trinchera indican que Corriental fue construida posiblemente en el marco de una pequeña y delimitada depresión natural (micro bajo). Los estratos más bajos (horizontes 3Ab y 3Ac) son un terreno esquelético muy compacto. Basados en similitudes con otros suelos profundamente enterrados en pequeños bajos más alejados, en el noreste de Petén y al noroeste de Belice, este suelo es probablemente de final de la era del Pleistoceno (alrededor del año 11,000 y 13,000 antes del presente) (Dunning et al. 2006; Beach et al. 2008).

Con el inicio de las condiciones más húmedas en el periodo del Holoceno, la micro depresión se llenó con el sedimento erosionado de las áreas empinadas de las laderas (horizontes 2C1 y 2C2) sobre las cuales se desarrolló gradualmente una nueva superficie de suelo (horizontes 2Ab y 2AC). Los radiocarbonos que datan de una materia orgánica con el horizonte 2Ab establecen la edad de este suelo aproximadamente entre el año 760 y 400 años antes de Cristo (Preclásico Medio). Sin embargo, esta fecha está basada sobre

un material orgánico acumulado dentro del suelo (material orgánico que se acumuló durante cientos de años), de ahí que la superficie del suelo haya sido expuesta probablemente en algún momento al final de periodo Preclásico. Este suelo es típicamente Vertisol de Petén, específicamente de los bajos caracterizados por pequeñas temporadas de humedad y sequía. Cuatro fragmentos erosionados (Terreno 10) fueron recuperados desde este nivel, pero no fueron diagnosticados.

En algún momento dentro de los próximos 500 años, el drenaje en la depresión parece haber sido sustancialmente modificado y el sedimento haber comenzado a acumularse mucho más rápidamente. Esta modificación probablemente corresponde a la construcción inicial de la Reserva de Corriental: lograda seguramente por una combinación de cantera (que agrandó la depresión natural), el levantamiento del muro de contención circular y la diversidad de corrientes de agua que fluyen. Posteriormente, el piso de la reserva comenzó a agregarse (llenarse con sedimento) a lo largo del tiempo. Se descubrieron además estratos alternantes de arena recubierta de carbonato, pequeña gravilla redonda y arcilla orgánica en una profundidad de 64 y 253 cms de profundidad dentro de la trinchera (horizontes de C3 a C12). La naturaleza estratificada o laminada de los depósitos de arena indica que estos tipos de arenas fueron depositadas allí por procesos fluviales (corriente de aguas). Una posible explicación es que la arena fue seguramente usada para filtrar las aguas que entraban en la reserva y que dichas arenas de los filtros eran evacuadas ocasionalmente dentro de la reserva por desbordes de aguas de tormenta. De otro lado, las capas de arcilla orgánica pertenecen sin duda a los depósitos de aguas quietas y probablemente acumuladas muy lentamente mientras la reserva estuvo en uso o activa. No existen sin embargo evidencias de excavaciones dentro de los sedimentos descubiertos en Op 1C.

Fragmentos de cerámica se descubrieron en las excavaciones C3, C5, C8, C10 y C12 (especialmente en los estratos de arena. Artefactos en forma de jarras, grandes y pequeñas, predominaron en todos los estratos. C12, el estrato aluvial más profundo, incluidos los tipos pertenecientes al Periodo Clásico Temprano. La excavación C10 no tiene diagnóstico de fragmentos de artefactos. La C8 contenía una mezcla de artefactos del Periodo Clásico tanto del Temprano como del Tardío. La C5 incluía solo tipos del Periodo Clásico Tardío. La C3 no tenía evidencias de artefactos de ningún tipo. Dentro del horizonte C3 (65 cms) se hallaron muestras de carbón que data según la prueba del carbono 14 del 1010-1170 AD, lo que sugiere que la reserva pudo haber seguido estando en uso en alguna hasta finales del Periodo Postclásico Temprano. Por último, no existe evidencia de un uso continuado de la reserva, aunque ha permanecido en cada estación del año como una fuente natural de recolección de aguas. Los suelos modernos que se han desarrollado dentro de la reserva (o a través de los horizontes C2) y conforma lo que en inglés se conoce como “Terric Fibrist”, es decir, un suelo orgánico con típicos subsuelos minerales de las depresiones regionales que permanecen parcialmente húmedos a lo largo del año.

El Doctor John G. Jones ha desarrollado una evaluación preliminar de los sedimentos recogidos dentro de Op 1C con el fin de evaluar la preservación de polen. Desafortunadamente, en tanto que se halló polen dentro de muchos estratos, éste se

encuentra sumamente degradado lo que dificulta su identificación. No obstante, se hará un esfuerzo por identificar la mayor cantidad de polen posible.

En conclusión, la excavación 1C indica que la Reserva de Corriental, sobre el flanco suroeste de Tikal central, parece haber sido construida probablemente hacia el final del Periodo Preclásico Tardío o en el Periodo Clásico Temprano. Su construcción obedece al ensanchamiento de una pequeña depresión natural pre-existente formada por una cantera, por acumulación de tierra para formar el muro de contención circular, y por el desvío de aguas que fluyen desde una corriente local. Depósitos de gruesos sedimentos dentro de la reserva incluían además depósitos alternativos de arenas carbonatadas y estratificadas, y arcillas orgánicas. Las arcillas mostraron periodos de estabilidad durante los cuales la arcilla y los materiales orgánicos gradualmente se establecieron sobre el fondo del reservorio. Los estratos de arena fueron indicativos de presencia de aguas en movimiento, tal vez depositadas allí durante sucesos relacionados con la eliminación de energía producida por tormentas de mayor tensión energética. El origen de la arena no es de tipo nuclear, pero puede haber sido usada para el filtro de aguas que entraban en la reserva, y de esta manera fue ocasionalmente evacuada dentro de la reserva misma durante los periodos de inundaciones. Las cerámicas recuperadas dentro de los sedimentos de la reserva estuvieron generalmente erosionadas, aun así, mostraron ser una mezcla tanto del Periodo Clásico Temprano como Tardío. Lo más sobresaliente fue la presencia de una cantidad de enormes fragmentos de jarras.

Operación 1A

La operación 1 A representa una de las dos exposiciones características registradas desde las excavaciones abiertas y sin rellenar. Las antiguas notas de campo examinadas desde el Museo de la Universidad de Pensilvania muestran que Dennis Callender intentó unificar las operaciones dispares de los años 60's asociadas con un antiguo programa sobre el manejo de aguas en Tikal. Adicionalmente, él condujo sus propias excavaciones complementarias, específicamente las de Corriental. Aunque resulta muy poco claro, parece que él no empleó una retroexcavadora para abrir una trinchera dentro del lado más interno del muro de contención más grande que define la curva oeste-suroeste del tanque. La estrecha trinchera de la retroexcavadora se extendió desde la cumbre del muro de contención 12 metros dentro del cuenco y fue en dirección norte/sur inmediatamente sobre la Puerta de Salida Sur. Dada la poca información disponible en las notas de campo, nosotros elegimos "limpiar" el perfil y exponer la superficie de los cimientos.

Descripción adicional de esta suboperación se encuentra en el capítulo 1 (Grazioso).

Para una mejor evaluación de la forma del antiguo muro de contención, se extendió un pequeño segmento del final de la parte superior del OP 1 A en el interior del muro de contención. Esta exposición (OP 1 E) reveló un corte deliberado y una superficie nivelada con la cumbre de los cimientos sostenidos por lo que parece ser arcilla. Esta pequeña unidad de evaluación tenía pequeños restos culturales dentro de sus matrices, pero todo parece indicar que hubo una exhumación. Una mole de potasio fue tomada pero las evaluaciones para determinar su edad están aún pendientes.

OP 1 B

Localizado 5 metros al sur de OP 1 E, Callender parece haber ubicado otra unidad, OP 1 B, pero esta vez fue una unidad excavada manualmente de dimensiones verdaderamente diminutas (La descripción detallada de esta suboperación se encuentra en el capítulo 1). Nosotros excavamos esta unidad a la profundidad que la dejó Callender, pero examinamos el contexto con un taladro de suelo tradicional para identificar la superficie de la base original. Se encontró que el cimientto era un poco más alto en esta unidad que en la identificada en la trinchera adyacente hecha con retroexcavadora (OP 1 A) y nuestra reciente extensión de la excavación (OP 1 E). No se descarta que actividades aparentemente destinadas para canteras hubieran sido llevadas a cabo. Aunque cuatro centros de muros de contención fueron ubicados el algún otro lugar, estas tres excavaciones (OP 1 A, B y E) representan las únicas exposiciones formales en la cima de un muro de contención.

OP 1 D

Justo al este, en la parte superior de las operaciones, se desarrolló la exposición de la trinchera transversal a través de la Puerta de Salida Sur o acceso sur (OP D). En suma, esta unidad se extendió a casi todo lo ancho del acceso, y ahora funciona como un vertedero de agua para la Reserva. Aunque el actual camino, que va y viene desde el Parque, ahora flanquea las márgenes inmediatas del tanque al sur, habiendo sido severamente alterado y reversando la corriente de las aguas de drenaje desde la antigüedad, los datos de elevación de los centros así como de los estratos basales de esta operación confirmaron la función de los vertederos de agua de las puertas de salida. Sin embargo, la inclinación del fondo enterrado adyacente al tanque Oeste del muro de contención del suroeste no fue revelada en el muro Este de excavación, nuestra excavación y los esfuerzos por la elaboración de los perfiles en los predios de las OP 1 A, 1 B y 1 E, muestran la presencia elevada del fondo al este. Es posible, no obstante, que la puerta de salida fuera el lugar de un antiguo corte natural a través de los cimientos con orígenes Prehispánicos, claras evidencias demuestran que este corte fue artificialmente hecho.

Las capas de arcilla negra de aspecto viscoso y considerablemente gruesa que reposa sobre los cimientos se interpretan como deliberadamente depositadas allí, relleno impermeable puesto a través del tiempo para levantar la altura del vertedero de agua al acomodar la capacidad de un tanque significativamente modificado y de volumen que tiende a incrementar. La fecha del Periodo Preclásico Tardío cerca de la cima de la OP 1 C a -3.2 mts BSD indica probablemente el nacimiento de las practicas del manejo de aguas en Corriental. Cerámicas sin fechas aun determinadas fueron identificadas reposando sobre los cimientos y dentro de los bloques de arcilla negra viscosa. Se interpreta que un drenaje natural fue modificado, esta vez con un vertedero crudo excavado o más probablemente con una salida principal para el tanque establecido a través de la Puerta de salida Sur. La posterior expansión de la reserva y los desarrollos hidráulicos asociados requirieron la elevación de la altura del vertedero dando como resultado la deposición de las arcillas negras. Estas arcillas no fueron identificadas en ningún otro pozo dentro de la reserva, ni aún en locaciones mucho más profundas, lo que

sugiere que la deliberada reubicación de estas arcillas impermeables provienen de los cercanos Bajos de Santa Fe o de una antigua fuente prehispánica desenterrada de la diminuta aguada donde actualmente se levanta Corriental. Dos fechas de moles de potasio fueron tomadas cerca de la cima de cimientos expuestos y las márgenes más altas de los reflejos de arcilla negra, pero ninguna de estas fechas ha sido procesada.

OP 1 H

Se abrió una trinchera transversal similar en el acceso Noroeste (OP 1 H). El muro de contención en esta localidad tuvo su mayor altura de 7m., lo que sugiere una elevación natural de los cimientos en esta elevada pendiente o las márgenes norte de la Reserva. Evidentemente este fue el principal ingreso para el tanque, recibiendo flujos desde la considerable zona de captación Norte y Noroeste. Los dos lados de la puerta de salida fueron centrados en las cumbres inmediatas de los muros de contención adyacentes tal como sucede con las pendientes que van hacia arriba de los cimientos basales dentro de la trinchera excavada no fue muy bien detectada, aunque el profundo canal cortado en la roca madre quedó al descubierto. De la misma manera que la exposición del vertedero (OP 1 D), gruesos cristales de arcilla negra, orgánicamente rica y muy viscosa fueron dejados como evidencia en los puntos más bajos del corte del canal. Algo de esta deposición puede muy bien representar los procesos naturales asociados con el ingreso de desechos, pero dado el claro surgimiento de aguas de estación circulando anualmente dentro de esta puerta de ingreso de aguas, se establece que estas arcillas impermeables fueron deliberadamente puestas en el piso para elevar el gradiente, el aumento de tormentas lentas y el control de la erosión desde la considerable zona de captación de aguas en movimiento que alimentan la Reserva a través de esta puerta de salida. Reflejos de arenas tendidas demuestran la fuerza periódica del aumento de aguas en movimiento. El elevado perfil Este de la trinchera expuso una superficial depresión del fondo en forma de cuenco, lo que a la vez puede representar un segmento de canal de entrada para llevar diferentes volúmenes de agua quizá en un periodo diferente en la historia de la Reserva. Algunas cerámicas resultaron identificables y es muy poco probable que hayan migrado dentro de los bloques de arcilla negra dada su viscosidad y resistencia. Se tomaron dos muestras de moles de potasio aunque estas matrices permanecen sin identificar. Los sedimentos de 2.5 m. de profundidad en la cima de los dos muros de contención que flanquean la reserva sin aparente peleosol (16 y 17, Figura 1-2) sugieren que los muros de contención, en esta localidad, fueron levantados intencionalmente para desviar o redireccionar el agua de una manera controlada dentro de la puerta de salida restringida. El volumen de agua circulando hacia afuera desde la zona de captación norte y noroeste y drenando dentro de la Reserva se consideró durante la estación húmeda. La mayoría de las reservas no necesitan de un muro de contención elevado en sus entradas, A NO SER QUE el volumen de agua fluyendo dentro del tanque sea considerado para el flujo de aguas menos manejables mediante la canalización dirigida más allá de la pendiente. Se conjetura que la posterior y elaborada construcción de toda la Reserva de Corriental refleja un periodo en la historia de Tikal durante el cual ocurrieron significativas precipitaciones y corrientes adjuntas de agua. En el capítulo 1 se presentan las descripciones detalladas de las suboperaciones 1 F, 1G, 1I y 1J.

OP 1 F, G, I y J

La serie principal de operaciones de excavación en Corriental ocurrió en el acceso Este. Las suboperaciones 1F, 1 G, 1I y 1J fueron ubicadas en esta zona, 1I es una extensión de 1G. La Op 1 G expuso un canal superficial en forma de plato en una sección transversal lisa dentro de los cimientos localizados al Este, inmediato a la puerta de salida y adyacente al canal “natural” que hoy toca las márgenes de la Puerta de Salida Este. Hay una corriente que va desde una enorme zona de captación al norte y noroeste, lejos desde el Reservorio y dentro del arroyo hacia el sur, un rasgo geológico que el profesor Dunning ha evaluado como evidencia de alteraciones humanas (OP 2). Hoy en día, los indicadores topográficos señalan hacia La Puerta de Salida Este, solo como un vertedero que aumenta el volumen y el movimiento del flujo desviado que pasa por la Reserva de Corriental sobre su flanco Este. Aunque este superficial y elevado canal revelado por OP 1 G parece haber llevado dicha descarga desviada pasada la Reserva, OP 1 I nos reveló una historia muy diferente. OP 1 I expuso tal vez la mitad de dos segmentos de canal de dos metros de profundidad pero con una anchura indeterminada (el tiempo no permitió una total exposición) orientada noreste/suroeste en la parte posterior dentro de la Reserva desde la zona de captación superior. Además, el canal abierto que entra en los cimientos de piedra caliza solidificada fue luego, agua completamente filtrada y sellada por un denso compuesto de una mezcla aglutinante quebrado de piedra caliza, igual al de las matrices usadas en los pisos de la plaza o las secciones de muros más fuertes y más elaborados en el distrito de Tikal. Los antiguos mayas pusieron mucho esfuerzo en el Reservorio. Aunque nuestras fechas de estos eventos permanecen sin especificarse, la monumentalidad del segmento del canal y su posterior remoción sugiere una inversión de esfuerzo que posiblemente data del Periodo Preclásico Tardío. A pesar de esto, en algún punto temprano de la historia de la Reserva, las aguas desde el norte y la zona de captación noreste fueron dirigidas hacia el tanque, cuesta abajo desde la superficie de los contornos actuales (ver OP 1 J).

OP 1 F se ubicó a través del drenaje que une la Reserva con el flujo del drenaje que bordea el tanque al este. Los cimientos superficiales e igualmente elevados de los contornos que definen el segmento del canal en OP 1 G, funcionó con el fin de llevar las aguas desde la Reserva aparentemente durante la aparición de la estación árida de su volumen elevado. Su rasgo superficial en forma de cuenco abierto, de nuevo dentro los cimientos superficiales, sugiere una salida controlada y limitada de aguas. La exposición final de la trinchera (OP 1 J) fue nuestra excavación más honda y más grande. Se intentó extender la puerta de salida que abre los muros de contención en esta localidad, sin embargo el tiempo resultó ser limitante. La unidad fue excavada hasta los cimientos, tal como sucedió con las demás operaciones, aunque la anticipada curva hacia arriba del corte del cimiento de un canal no fue encontrada. Como consecuencia, dos núcleos sobre las cimas de los muros de contención (núcleos 15 y 18) se ubicaron cerca del final de los bordes de los dos muros de contención que restringen y que forman la salida. En el núcleo del norte (15) se contactó un suave cimiento a 3 mts BSD, siendo indicativo de un muro de contención construido para dirigir las aguas lejos de la Puerta de Salida Este – la construcción del muro noreste se ubicó para ser más tarde una adaptación en el Periodo Clásico. Se encontró el núcleo hacia el sur (18) sobre el extremo norte del segmento del

muro suroeste extendido sobre 2 mts BSD delante del cimientito. Parece, también, ser un rasgo deliberadamente realizado que evidencia relleno de arena. De hecho, una evaluación somera de la topografía hoy sugiere que todo el muro de contención sureste fue un “tapón” necesario o un terraplén totalmente artificial enterrado sobre barro que se agregó para sostener las enormes cantidades de agua contenidas por la Reserva, aunque muy probablemente en un periodo temprano en la historia de construcción del tanque.

La historia de las deposiciones en OP 1 J fue tan complicada como cualquier otra exposición encontrada durante nuestro trabajo de campo esta temporada. El perfil identificado de arcillas veteadas, arcillas saladas y cieno de arcilla. Además, cristales de arena aparentes fueron efímeros, lo que sugiere aumento de presencia de tormentas tal como se definen en OP 1 C y de nuevo en OP 1 H, localidades claramente asociadas con periodos de fuertes entradas de aguas de estación. El significado de toda esta última observación es el flujo temprano pronosticado dentro de la Reserva desde el área de captación que fluye norte-noreste (durante el Periodo Tardío Preclásico?) es evidente como la cabecera necesaria para registrar la fracción de partículas de arena en esta locación. Así no habría sido tan importante contener el flujo exterior relativamente estancado en la salida de la Reserva. El vertedero de la Puerta de Salida Sur no tuvo dichos cristales de arena en su perfil (OP 1 D). Adicionalmente, varias secciones con apariencia de canal que irrumpen dentro de las arcillas veteadas a través de tiempos de deposición probablemente revelan actividades tanto de ingreso como de salida, aunque la clara identificación del perfil fue difícil. De especial interés, no obstante, resultó la elevación basal de los cimientitos que pueden haber sido modificados. Aunque los actuales contornos superficiales solo indican un drenaje de salida que emerge desde la Reserva en la Salida Este, el corte de canal de dos metros revelado en OP 1 I es en verdad 30 cms más alto que la exposición “canalizada” de los cimientitos basales en OP 1 J. Esto puede muy bien reflejar la configuración inicial de la Reserva de Corriental y sus ingresos adyacentes a la zona de captación que fluye en dirección norte-noreste, tal vez una temporada recargada de lluvias seguida por una descarga estacional de las aguas del tanque a través de la misma salida que varía sus flujos de agua.

Para caracterizar mejor la manera por medio de la cual las aguas pueden muy bien haber sido desviadas o contenidas más allá de la construcción monumental de los muros de contención permanentes que se circunscriben al tanque, se pueden apreciar las fotografías de las Op 1 G y 1I con control de represas; la represa de Naranjo y otras. Ellas proporcionan una mejor comprensión del tema. Aunque las convenientes represas de madera y arcilla fueron firmemente construidas, grandes construcciones basadas en los mismos principios también existieron muy probablemente. Para remover y contener los desechos de rellenos producidos desde nuestros trabajos de excavación de trincheras, con frecuencia tuvimos que construir barreras o pequeños muros de retención con troncos de madera. Al hacer las trincheras los ejes perpendiculares de un drenaje, ubicamos cada vez el relleno de la excavación de la pendiente, en sentido perpendicular, produciendo una obstrucción como una represa que tiene toda la apariencia de los antiguos desvíos de estación. Al ubicar cuidadosamente dichos rasgos de desvío, el agua fue dirigida y contenida en los distintos periodos del año.

Resumen de Corriental

Nuestra presente reconstrucción socio-ambiental de la historia de la Reserva Corriental sugiere un drenaje tan temprano que se situaría antes del establecimiento de la cultura Maya en el área, llevando torrentes de agua de lluvia fuera de la pequeña montaña natural donde se levanta Tikal hacia el norte del actual tanque y a través de un antiguo sumidero o aguada, dirigiéndose en última instancia hacia el extensivo Bajo de Santa Fe. Este flujo original natural se ubicó por haber convergido en o cerca del actual tanque desde el norte-noroeste y el norte-noreste de las zonas de captación y así drenado en dirección sur dentro de la Aguada Naranjal. Una evidencia independiente sugiere que el Periodo Preclásico Tardío sufrió condiciones de sequía que pueden haber precipitado más bien un monumental intento temprano de control de este flujo de agua (Scarborough y Burnside 2010). La edad del mol de potasio encontrada en OP 1 C sugiere la iniciación del trabajo en o alrededor del tanque.

El mismo segmento del canal hondo y esencial hallado en OP 1 I indica que la recolección y transporte de agua fue de suma importancia. Especulamos que la escala monumental del corte del canal en el momento en el que se extrapolaba a la pendiente, dentro de la zona de captación y recolección de agua, puede muy bien reflejar este evento climático del Periodo Preclásico Tardío, y la necesidad de control sobre el régimen más limitado de agua lluvia. Si tal es el caso, entonces el canal y la Reserva representan un paisaje significativo de ingeniería que fue posteriormente alterado.

La posterior alteración es lo más factible gracias a la identificación de la frecuencia de cerámica del Periodo Clásico Temprano y luego del Clásico Tardío. No sabemos cuánto esfuerzo invirtieron en verdad los constructores del Periodo Preclásico Tardío en el tanque y sus muros de contención, pero nuestras actuales interpretaciones sugieren que el cuidadoso segmento de canal relleno adyacente a la OP 1J, fue una consecuencia de un exceso de ingreso de agua, tal vez por condiciones iguales a las de hoy en día. Se ha discutido que el Periodo Clásico Temprano representa un periodo de incremento del agua de lluvia con el flujo combinado tanto de la zona de influencia norte-noroeste como de la zona de influencia norte-noreste, y es muy probable que esas enormes cantidades de agua fueran dirigidas hacia la Reserva en aquel tiempo. Sostenemos que la única forma de evitar que entrara y chorreara agua permanentemente, además de erosionar los contenidos del relleno interno de este antiguo segmento de canal dado el estrechamiento natural del drenaje, de cualquier modo tocado por el tanque recién construido, fuera relleno con un resistente e impermeable compuesto de concreto y piedra caliza quebrada. Dado un periodo extendido de precipitaciones que se incrementan, las antiguas aguas que fueron re direccionadas según la estación del año dentro de la Reserva desde la zona de influencia norte-noreste, fueron deliberadamente redirigidas lejos del tanque; y esta topografía es lo que de hecho permanece hoy.

Durante el Periodo Clásico Temprano y el Clásico Tardío principalmente, el tanque tuvo dos vertederos funcionales en la Puerta de Salida Este y otro de largo funcionamiento en la Puerta de Salida Sur. Conjeturamos que el agua de lluvia fueron significativas en tanto reflejaron en la excavación frecuente de los sedimentos que fluyen hacia dentro y su correspondiente y repetido desplazamiento sobre los muros de contención manifiestos. El

frecuente aumento de tormentas que producen cristales de arena indica periodos de mayores inundaciones. Tenemos poca información acerca del Periodo Postclásico desde nuestra operación en la reserva. Se supone que una pequeña inversión fue hecha en el sistema de manejo de aguas en ese tiempo.

Reserva del Palacio

Quizá la reserva más espectacular en Tikal, sea la cadena de cascadas de los tres tanques que van del Este hacia el oeste, es el Reservorio del Palacio (Figura 1-1 y 2-3). Gallopín (1990) calculó su volumen en 74. 631 m³. Nuestras operaciones incluyeron una doble evaluación de las porciones de dos trincheras que fueron previamente excavadas y dejadas sin rellenar (OP 6 A y B), así como también la exposición de una de las excavaciones superficiales de prueba dentro de los tramos basales del tanque (OP 6 C). Adicionalmente, una serie controlada pero pequeña de pruebas separadas por intervalos de 5 m. que se extienden perpendicularmente al gran eje de la Reserva, fueron perforadas hasta los cimientos (OP 6 F y 6H). Basados en las posteriores comunicaciones con el doctor Peter Harrison, quien fue responsable de todo el programa de la excavación dentro de la Acrópolis Central en asociación con el Proyecto Tikal de la Universidad de Pensilvania que viene trabajando por cuatro décadas, nuestros trabajos de campo son conocidos ahora por haber reevaluado la OP 100 A y OP 103 A del doctor Harrison. Además, nuestras series de pruebas pequeñas y diminutas parecen haber ocurrido de alguna manera paralelas a su exposición de la trinchera OP 100 B. Las excavaciones más comprensivas del Dr. Harrison están en preparación para la edición de su Reporte de Tikal que elabora una amplia caracterización de la Acrópolis Central.

OP 6 A, D, y E.

Nuestras excavaciones en la Op 6 A, 6D y 6E fueron diseñadas para reevaluar el corte perpendicular abierto en la trinchera dentro del rasgo tipo represa, en el este de la Reserva. En el momento que efectuamos la “limpieza”, no sabíamos cual equipo de investigadores había conducido el trabajo original. Nuestra operación no intentaba penetrar más allá del nivel de la excavación original, dentro de las porciones de la represa. Nuestro objetivo pretendía solamente obtener un perfil controlado del corte hecho anteriormente. Ese perfil se representa abajo y se compara favorablemente con lo registrado por el Doctor Harrison, hace años.

Aunque su exposición, en el momento de su publicación, debe asumirse como la más exacta; nos sentimos seguros en nuestra evaluación y en cómo la “represa” puede haber funcionado.

En los estratos más bajos de la trinchera, se encontraron cimientos con gradientes inclinados en dirección norte-sur lo que sugiere la posible existencia de un canal para la represa dispuesto varios metros más al sur. Igual como aparece en las Op 6 B y 6 C, una serie de cristales de arena finamente dispuesta en capas, tienen entre los cristales rastros más gruesos de arcilla salada, esta capa compone el metro de relleno superficial. Encima de estas series reveladoras de aguas de laguna (arcilla salada) seguidas por una rápida acción de movimiento de vaciado (arena) estaba la principal obra de albañilería y de relleno de la construcción de la represa. Un depósito muy grueso de fango se identificó

reposando en el fondo de la represa sugiriendo así una acumulación de lodos gestados lentamente en dirección de un canal de flujo exterior en el algún punto del sur de la trinchera. Aunque resulte difícil demostrarlo, piedras superficiales, algunas de ellas cortadas, pueden haber deliberadamente sellado algunos de estos limos al formar un revestimiento diseñado para frenar los efectos erosivos de la acción de las ondas de agua. A lo largo de la exposición de la excavación en la represa se encontraron pasadizos de gumbo negro, altamente viscoso, parecido a las arcillas encontradas en los bajos que probablemente funcionaron como un impermeabilizante, igual a la resistencia vista en las exposiciones de la Puerta de Salida en Corriental. Además, se argumenta que la represa puede haber sido perfectamente construida en dos momentos distintos, aunque se espera una mejor confirmación de esta posibilidad. En los predios superiores de la exposición de la trinchera se advierte una escalera que desciende, un rasgo también observado por Harrison, que lo llevó a la misma conclusión. Nuestra evaluación superficial del Reservorio del Palacio que separa al Reservorio del Templo del Reservorio Escondido, apoya claramente la actual evaluación hecha por Harrison (comunicación personal Junio de 2009).

OP 6 B

La elaboración adicional de perfiles y de pruebas sistemáticas fue iniciada por el Dr. Harrison en su trinchera 100 A, que se fue extendiendo originalmente desde sus márgenes elevadas, a partir de la base de la Estructura 5D-48 de la Acrópolis Central y se dirigió hacia debajo de la pendiente, hacia el sur, hasta el fondo de la Reserva del Palacio. La Op 6 B consistió inicialmente en la limpieza de un pequeño segmento basal de la trinchera sin rellenar del Dr. Harrison. Nuestro interés fue el de identificar la historia de sedimentación del tanque. Tal y como se vio en la base de la Op 6 A, pudimos identificar una serie claramente estratificada de arenas o de arcilla salada reflejándose en el perfil que emerge en la exposición del cimientto en forma de V. Aunque se trate de una exposición limitada, el fondo en esta localidad tuvieron forma de cuenco, lo que sugiere que pequeñas cantidades de agua podrían haberse recogido en el receso durante periodos especiales, bajo condiciones estacionales de sequía. Y aun una menor depresión dentro de la más alejada y diminuta cuenca demostró la posibilidad de la existencia de un manantial. Aunque todavía no estamos completamente convencidos de que esta evaluación sea la correcta. Extrajimos un pequeñísimo segmento “nuclear” (centro 24) obtenido del interior de la depresión que posiblemente se trate de un “ojo de agua”. Los 5 cms viales del fondo serán evaluados para ver si contiene travertino, una prueba para ver si se puede tratar de la actividad de un manantial.

OP 6 C

Cinco metros al oeste de la Op 6 B, ubicamos otra pequeña trinchera - Op 6 C - para evaluar mejor las implicaciones de nuestros hallazgos desde la exposición previa (Op 6 B). La unidad expuesta, que fue cortada a la mitad del fondo en forma de V atravesó los predios basales de la Reserva así como también una serie similar de arcillas saladas acostadas horizontalmente empujadas hacia la superficie por arenas cada vez más delgadas, alternándose entre sí una sobre la otra. Además, expusimos la superficie del fondo, la cual fue cuidadosamente cortada y se extiende desde el norte hacia las márgenes de las porciones más profundas de la Reserva y que permanecen 40 cms por encima del

corte del fondo en forma de V. Esta plataforma fue el nivel más bajo que encontramos en una serie de niveles escalonados que descienden desde la Estructura 5D-48 y en la Acrópolis Central. Resulta interesante, la estratificación de capas en el perfil, pues indica que la superficie considerada umbral fue posteriormente inundada. Sin embargo, la mayoría de los cristales estratificados en la porción norte de la unidad permanece cuidadosamente preservada. Ninguna evidencia que se pudiera asociar con actividad de manantial o de emanación de agua fue identificable inmediatamente. Los análisis de suelos siguen pendientes.

OP 6 F y H

Para una mejor evaluación de la superficie original del Reservorio del Palacio (Op 6 F) se llevó a cabo un alineamiento de siete pequeños pozos de prueba (50 cms sobre un costado) excavados hasta los cimientos superficiales. Dada la trinchera superficial y abierta que dejó Harrison (OP 100 A), aunque parcialmente azolvada por el tiempo, nuestros equipos de trabajo se dedicaron simplemente a perfilar una trinchera de 50 cms, en intervalos de 5 metros desde el fondo de la Reserva que emana desde nuestra excavación OP 6 B hasta la cumbre de la Estructura 5D-48 de la Acrópolis Central. Cerca a las márgenes de las terrazas superiores, identificamos el aparente orificio de una cisterna que sirve para indicar los máximos niveles de agua que la Reserva podría haber alcanzado. Los cimientos se ubicaron a una altura extremadamente elevada en esta serie de perfiles, con el posterior desarrollo de suelos, se puede inferir que el Reservorio estuvo abandonado por los últimos mil años.

Aunque nuestros intervalos de prueba de 5 metros desde OP 6 B hacia la Acrópolis Central se dieron para intentar localizar pruebas de una cisterna bien definida que conectara las escaleras, ninguna fue evidente, una conclusión apoyada básicamente por las exposiciones originales hechas por Harrison. No obstante, se argumenta que el umbral de tierra identificada e OP 6 C puede representar el paso de una escalera ascendente, aunque el enfoque de nuestro estudio permitió hacer pruebas adicionales para comprobar esta hipótesis.

En la Op 6 B se excavó una serie de nueve pozos de 50x50 cms separadas por intervalos de 5 metros y localizadas en un alineamiento en dirección norte-sur que sube hasta la superior norte de la Reserva (OP 6 H). Una vez más, los cimientos se encontraron a una profundidad muy superficial. Simples evaluaciones visuales del terreno del tanque sur claramente indican que dicho terreno fue dispuesto como una terraza amplia y pesada, casi como un “ghat”, como las escaleras que entran en el banco de un río.

Dado que el gradiente ascendente sobre el banco sur de la Reserva fue mucho menos severo que el que va hacia el norte, hacia arriba y en dirección de la Acrópolis Central, dicha conservación de la terraza fue mejor, tal como se esperaba.

Merece una mención especial la identificación de OP 6 H 1&2 – las dos pruebas basales que salen del sur y la pendiente desde OP 6 B – de un tanque con piso inclinado. Ambas demostraron que las losas de piedra caliza relativamente delgadas (“lajas”) estaban recostadas sobre los cimientos de piedra caliza impermeable al producir un resistente

forro para la antigua Reserva. Aunque los intersticios que separan las losas fueron abiertos, se presume que en algún momento fueron rellenados con una lechada que ha desaparecido desde entonces.

Para examinar mejor el grado de control del agua sobre el flanco sur de la Reserva del Palacio, el arqueólogo Benito Burgos, reveló un canal de drenaje enterrado que dirige el flujo desde el área inmediatamente inferior al Templo V, al flanco de las márgenes oeste de la Estructura 5D-105. Para aportar a nuestra mayor comprensión de dicho potencial del drenaje subterráneo, el arqueólogo Burgos abrió una unidad de 3x3 metros sobre las pendientes “planas” que yacen debajo y al norte del drenaje indicado. Desafortunadamente, nuestras operaciones se cerraron justo antes de que pudiéramos evaluar los resultados de Burgos. Estamos muy agradecidos con el Licenciado Burgos por su interés en nuestros estudios sobre el manejo de aguas y quisiéramos integrarlo a nuestro plan de trabajo general siempre y cuando él siga interesado en una futura colaboración.

Resumen del Reservorio del Palacio

La historia de la construcción y uso de la Reserva del Palacio demuestra que originalmente fue una quebrada o barranca profunda, que drenaba la porción sur de la pequeña montaña o cima sobre la cual se posa hoy la parte central de Tikal. La quebrada original, antes del asentamiento de los mayas en el lugar fue probablemente ampliada para aumentar el posterior volumen de agua represado y extraído que la quebrada podía contener. Este proceso se hizo probablemente en dos escenarios, si el perfil de la represa (OP 6 A) en verdad muestra dos eventos constructivos. Los depósitos claramente estratificados en la cima de la reserva indican periodos de rápido, e incluso turbio, ingreso de aguas desde la adyacente zona de captación en quizá prolongados periodos de sedimentación como el comportamiento que ocurre en las aguas de los lagos. El fondo, actualmente enterrado/azolvado (OP 6 C) fue una plataforma de acceso cortada y nivelada en época muy temprana en la historia del uso de la Reserva. Indica un periodo con un volumen de agua muy bajo, antes de que la quebrada fuera represada. Posteriormente un relleno estratificado en las tres exposiciones de los cimientos basales (OP 6 A, B y C) refleja el rol de los significativos volúmenes de agua estancada, pero también periodos de rápido ingreso de aguas. Se sugiere la presencia de un manantial con la posibilidad de emanación de agua desde el subsuelo en época antigua, junto con el temprano curso de la quebrada menos modificada. Esta hipótesis parece tener una cierta credibilidad sobre todo cuando mencionamos los datos encontrados “corriente arriba” en el reservorio del Templo.

Reservorio del Templo

El Reservorio del Templo posee todos los superlativos. Puede haber sido la más sagrada de las fuentes de agua localizada en los más altos predios de Tikal, aunque asociada con la zona de captación de agua en movimiento más pequeña, en comparación con los demás tanques. Gallopin calculó su máximo volumen en 71.346 metros cúbicos, pero esta medida puede considerarse alta en tanto que Carr y Hazard sugieren una capacidad menor de 27.140 m. Los núcleos 22 y 23 fueron extraídos en la pendiente y la ladera interior de la Reserva, que inmediatamente mostró una humedad a menos de dos metros BSD,

sorprendiendo por su diminuto tamaño y posición tan elevada en el periodo más seco del año. Ningún otro tanque contenía agua ni mostró este tipo de humedad tan elevada (El Reservorio o Aguada Tikal, de baja capacidad de contención de agua se encuentra 45 metros por debajo de este nivel). La Reserva del Templo fue deliberadamente excavada hasta el inicio de la restrictiva Reserva del Palacio o la quebrada, ambos tanques fueron divididos por una represa/calzada que los separa. Aunque no hay duda de que los Reservorios del Palacio y Escondido fueron intencionalmente embalsados, la historia de la construcción de la represa/calzada del Templo es menos aparente. La mayor parte de la Reserva del Templo fue probablemente excavada para producir el cercano rasgo adyacente con forma circular, el muro de contención interno que se bifurca en dirección Este-Oeste intencionalmente abierto a la mitad. Una depresión casi vertical de 6 metros separa las dos porciones del tanque (la superior –más pequeña- de la inferior – la de mayor tamaño), lo que indica que la parte sur más alta y espacialmente más pequeña del tanque actuó como un cuenco o tanque de filtración, al menos durante el Clásico Temprano. Nuestra única excavación de prueba (OP 7 A) en el Reservorio del Templo, reveló filtraciones de agua a 1.6 m BSD. Posteriores obras de ingeniería asociadas con el crecimiento significativo de la población alteraron evidentemente cualquier necesidad funcional anterior para las cantidades limitadas de agua de manantial. Sin embargo, este pequeño tanque fue bordeado por varias de las edificaciones más imponentes de Tikal, como los Templos II, III, Estructura 73, la Acrópolis Sur y el Triple Patio Para el Juego de Pelota. La rampa o escalera que une al Templo III con la Reserva del Templo tuvo seguramente significativas implicaciones rituales. El núcleo o perforación 22 se ubicó cerca del medio de la parte principal baja del Reservorio. Su relativa profundidad superficial antes de encontrar el estrato suave de marga estéril señaló la exitosa función del tanque de cieno, como tanque de filtración, que bordea el sur. El núcleo de excavación 23 se ubicó cerca del centro del tanque de cieno más o menos a 20 metros justo al sur de la brecha en el muro de contención divisor. La arcilla estéril fue de una característica diferente a todo lo demás y se encuentra relativamente cerca de la superficie actual.

OP 7 A

Dado que los sedimentos en este perfil permanecieron húmedos durante toda la temporada, nuestro equipo de trabajo extrajo polen, el cual fue cuidadosamente recogido y se hizo un registro de flotación. Estos análisis no han sido procesados aún. Muestras para fechamiento también se recogieron y para el momento de escribir el presente informe todavía contamos con dichos resultados.

Conclusión

El énfasis de esta temporada de trabajo sobre el manejo de aguas proporcionó una evaluación altamente productiva en torno a la alteración del paisaje en Tikal, un sistema de aguas basado más en la recolección de agua de lluvia que en el desvío canalizado de arroyos artificiales. Aunque el uso que los antiguos mayas dieron a sus recursos hídricos difiere de los sistemas más divulgados asociados con el estado arcaico de las locaciones semiáridas o templadas de otras regiones, lo encontrado indica que dicho uso es una adaptación a los neotrópicos bien diseñada. Podemos aprender de estos paisajes, modificados por la ingeniería antigua, al ajustarnos a un uso sostenible de los recursos, tal

vez al modo particular de los antiguos mayas. Los 1500 años de su relativa ocupación ininterrumpida dentro de un frágil ecosistema tiene mucho que decirnos aun hoy, dado nuestra actual degradación de dichos ambientes. Además, la historia de la alteración del paisaje nos está revelando ahora información matizada acerca de la relación entre los cambios climáticos y la adaptación antropogenética. Nuestro trabajo tiene el potencial para contribuir significativamente a este noble dialogo.

Capítulo 3

INVESTIGACIONES DE GEOARQUEOLOGÍA Y PALEOAMBIENTE EN LA ZONA MAYOR DE TIKAL

Nicholas Dunning, Robert Griffin, John G. Jones, Chris Carr, Brian Lane, Benjamin Thomas y Eric Weaver

Como parte del PSMAT, la investigación geoarqueológica y paleoambiental tiene el propósito de comprender mejor los cambios del medioambiente y la respuesta humana a dichos cambios durante el periodo de ocupación prehispánico en aquella zona. Las investigaciones de 2009 tuvieron seis objetivos principales:

- 1) Obtener puntos de control con GPS para georeferenciar el mapa de Tikal producido por Carr y Hazard en 1961, también para georectificar imágenes satelitales de IKONOS del área de estudio y para crear un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el Proyecto.
- 2) Verificar la presencia y constitución vegetal en los reservorios y aguadas para desarrollar una “huella” o marca distintiva que se pueda usar para identificar esta clase de rasgo en imágenes satelitales.
- 3) Sacar muestras de suelos de los reservorios y aguadas para recuperar datos referentes al paleoambiente, en particular datos de polen antiguo.
- 4) Excavación de sondeos para obtener muestras de suelos en distintos medioambientes como: un bajo alto y un arroyo pequeño para entender preliminarmente las historias locales de erosión de suelos, hidrología, y cambios del medioambiente.
- 5) Examinar de forma preliminar el tipo de uso que los Mayas antiguos daban al terreno en los alrededores del Bajo Santa Fe en áreas adyacentes a Tikal.

SIG del proyecto y análisis de imágenes satelitales

Para bien simular la hidrología, el paisaje, y los bosques del área de Tikal y la manera en la cual estos fueron modificados por los Mayas antiguos, creamos un sistema de información geográfica (SIG) para el Proyecto. Para crear el SIG se emplearon dos fuentes de información primaria, incluyendo el mapa detallado de las áreas centrales de Tikal, elaborado por el Proyecto de la Universidad de Pennsylvania (Carr y Hazard 1961) y una imagen del satélite IKONOS que cubre el área central de Tikal y áreas adyacentes del Bajo de Santa Fe al este. Inicialmente, el mapa de Carr y Hazard fue digitalizado a manualmente por un equipo de miembros del proyecto. Sin embargo, por la antigüedad del mapa de Carr y Hazard (hecho en una época en cual no había satélites), fue necesario geo-referenciar el mapa, de manera más precisa, para combinarlo con la imagen de IKONOS. Los primeros intentos de geo-referenciarlo usando solamente la imagen satelital y los datos provistos en el mapa no fueron lo suficientemente precisos, produciendo errores en los datos de alrededor de 100 metros. Sin embargo, usando sistemas de posición global (GPS) fuimos capaces de tomar puntos de geo-referenciación, más exactos, en muchas partes de Tikal. Dichas lecturas de GPS se realizaron en el mes

de abril de 2009. Con esta información fue posible rectificar las dos series de datos disminuyendo los errores hasta llegar a 1 metro de error y ya no 100 m que se tenían anteriormente.

Con la mayoría del área de estudio, alrededor de Tikal, cubierta con bosque de follaje muy denso, la detección de la topografía y de rasgos culturales resulta difícil. La distribución topográfica de suelos y los rasgos culturales afectan las características medioambientales como el drenaje y la presencia de nutrientes del suelo, por lo que ambas, tanto la topografía como los rasgos culturales afectan a su vez la vegetación. Un ejemplo es cómo en la imagen se puede distinguir el muro de retención de agua alrededor de la Aguada de Términos (Fig. 3-1).

Por otra parte, estamos en proceso de delimitar las “huellas” de vegetación que hará posible identificar las aguadas y reservorios antiguos usando imágenes satelitales. Por la variabilidad en las clases de vegetación adentro y alrededor de las aguadas, para llegar a la meta, tendremos que desarrollar varias “huellas” que tipifiquen y caractericen a la vegetación de los cuerpos de agua.

Muestras de sedimentos e investigación de las aguadas

Columnas de sedimentos fueron sacadas de 5 reservorios y aguadas. Esperamos encontrar restos de polen de los sedimentos recolectados en las aguadas para reconstruir la vegetación antigua y los patrones de uso de la tierra en el área de Tikal.

Una serie de muestras secas de núcleos fueron sacadas en un patrón cruciforme en el Reservorio Corriental, centrado en Operación 1C, que proveyó un control detallado para establecer la estratigrafía dentro del reservorio (véase Capítulo 2). Las muestras fueron empleadas para mapear los isoyetas de sub-superficies del reservorio. Muestras también fueron sacadas del reservorio cercano al Templo de las Inscripciones, llamado Reservorio de las Inscripciones, el cual no fue excavado.

Se usó un instrumento conocido como “nucleadora Livingston” modificado para sacar muestras individuales de contextos húmedos (áreas con agua en la superficie) en el Reservorio Tikal y las dos aguadas ubicadas en las orillas del Bajo de Santa Fe: Aguada Pucté y Aguada de Términos.

Una muestra de 70 cm (comprimida a 35 cm) fue sacada del área sur oeste del Reservorio Tikal, un área que esperamos sería la menos afectada por las actividades del Proyecto de Universidad de Pennsylvania, la cual sabíamos que se enfocó en el área noreste. Una fecha a base de radiocarbono calibrado de 1430-1260 a.C. indica que el reservorio fue dragado profundamente durante la época prehispánica o en los sesenta cuando el Proyecto de la Universidad de Pennsylvania modificó el reservorio para usarlo para abastecerse de agua. De todas maneras esta muestra, por su contexto, no proporcionará resultados definitivos.

Dos núcleos fueron sacados de aguadas en las orillas del gran Bajo de Santa Fe, algunos kilómetros al este del centro de Tikal. Una muestra de 50 cm (comprimida a 27 cm) se obtuvo de la Aguada Pucté (Óp. 4A). Una fecha a base de radiocarbono calibrada de 900-1030 d.C. indica que la muestra sólo sacó sedimentos correspondientes al Clásico Terminal y posteriores. Se recuperó cerámica de saqueos antiguos en dos estructuras pequeñas, parte de algunos grupos residenciales (“Cerro Pucté” – Óp. 4B) localizados en terreno elevado, 400 metros al noroeste de Aguada Pucté. De los 22 tiestos sólo algunos pocos fueron identificables y todos sugieren fechas del Clásico Tardío.

Se sacó una muestra de sedimentos de 65 cm (comprimida a 34 cm) de la Aguada de Términos. Una fecha base de radiocarbono de 170 a.C.-30 d.C. nos da la esperanza de que esta muestra proporcionará información paleoambiental desde el Preclásico Tardío hasta el Posclásico. Un área extensiva adyacente a la aguada presenta evidencia del procesamiento primario de pedernal, sugiriendo la posibilidad de que este reservorio empezó siendo una cantera de pedernal (Fig. 3-2) – un origen común para aguadas a las orillas de los bajos en otras partes del Peten (Akpınar et al. 2008).

Algunas de las piedras de pedernal y lascas primarias grandes se usaron para construir terrazas de baja altura destinadas a la agricultura en el terreno inclinado en la zona adyacente. Se excavó una de estas terrazas (Óp. 5B – Fig. 3-3) pero no salió material fechable. La terraza excavada es de forma básica, consistiendo de un núcleo de piedras grandes cubierto con piedrín amontonada e inclinada. Dado que las terrazas se ubican en una zona de inclinación de pequeño gradiente (+/- 2-3%), la posibilidad existe que el suelo atrás de las terrazas fue puesto por los Mayas y no son solamente el resultado de la acumulación natural.

Se hizo una colección de tiestos provenientes de las trincheras y pozos de saqueo en una estructura pequeña piramidal en el Grupo de Términos (Fig. 3-2: Estructura 195). Todos los tiestos identificables se fecharon para Clásico Tardío.

Investigaciones geoarqueológicas

Una trinchera geoarqueológica de 50 x 300 cm (Óp. 5C) fue excavada al pie de la pendiente hasta el base del Bajo de Santa Fe, cerca de Aguada Términos (Fig. 3-2). Esta trinchera reveló una superficie de suelo antiguo (horizonte Ab) abajo de 50 cm de coluvión erosionado de la cresta donde se ubica el Grupo de Términos (Figura 3-4). Todavía no se ha determinado la fecha de este suelo enterrado, pero basado en comparaciones con otros suelos similares en otras partes del Peten y Belice, ésta probablemente corresponda al Preclásico (Dunning y Beach 2000; Beach et al. 2008). El sedimento coluvión enterrado en suelo antiguo contenía muchos tiestos de los cuales todos fueron fechados para Clásico Tardío.

Dos trincheras geoarqueológicas fueron excavadas en el Arroyo Corriental, corriente abajo del Reservorio Corriental (Fig. 3-5) con el propósito de entender de manera preliminar las historias locales de la erosión de suelos, hidrología, y cambios del medioambiente en áreas urbanas de tierra elevada en Tikal.

Operación 2A es una trinchera de 1x4 metros excavada en un depósito aluvial en la orilla este del Arroyo Corriental, aproximadamente 30 metros al sur del camino hacia la entrada al Parque Tikal (Fig. 3-6). Esta trinchera reveló una superficie de suelo enterrado (horizonte Ab) a una profundidad de 70-80 cm abajo de depósitos aluviales. Se recuperaron algunos tiestos en el suelo enterrado pero estaban demasiado erosionados para dar información cronológica. La fecha de radiocarbono del material orgánico en este suelo aún está pendiente. Otros suelos enterrados en el Petén han demostrado que el horizonte similar de Ab encontrado en la Óp. 2A probablemente corresponda a la época preclásica. El suelo antiguo fue enterrado debajo de un depósito de aluvión grueso (horizonte C) con poca evidencia de estratificación. Sugiere que la gran parte de este sedimento fue depositado muy rápidamente – posiblemente durante un solo evento de inundación, como puede ocurrir durante un huracán. Este aluvión contenía 79 tiestos, la mayoría demasiado erosionado para fecharse, aunque los tiestos diagnósticos se identificaron como pertenecientes a tipos del Clásico Temprano. Un suelo grueso gradualmente se acumuló encima del aluvión, probablemente recibiendo sedimentos de coluvión de la zona arriba del cerro, inmediatamente adyacente. En los horizontes A y AC, encima de los niveles ya mencionados, se recolectaron 117 tiestos. La mayoría estaban demasiado erosionados pero algunos tipos preservados se fechan para el Clásico Temprano y Tardío.

La Operación 2B fue una trinchera de 50 x 250 cm excavada en la base del cerro adyacente al bajo pequeño al cual vierten las aguas del Arroyo Corriental (Fig. 3-7). Esta trinchera también reveló una superficie de suelo antiguo. Esta superficie no se ha fechado todavía. Muchos tiestos fueron recuperados en sedimentos y suelos pero todos estaban demasiado erosionados para poder identificarse o fecharse. El horizonte Ab en la Operación 2B parece que fue enterrado por coluvión con la erosión de los suelos del cerro adyacente.

Comentarios adicionales

El logro más importante que tuvimos este año fue que el equipo recuperó suficientes datos de campo para georeferenciar el mapa de Tikal hecho por Carr y Hazard en 1961. Este mapa servirá como base del SIG del Proyecto. También tuvimos éxito al identificar este mapa con una imagen satelital de IKONOS (proveída por la NASA). En total, todas las operaciones del proyecto se colocaran en el SIG, facilitando la construcción de un modelo de hidrología (específicamente el movimiento y almacenaje de aguas) en la zona de Tikal.

Las investigaciones de geoarqueología y paleoambiente realizadas en 2009 produjeron resultados prometedores, aunque el análisis de datos está en proceso todavía y la interpretación es tan sólo “preliminar” en este momento.

Las excavaciones geoarqueológicas en el Arroyo Corriental y las orillas del Bajo de Santa Fe, alrededor de la Aguada de Términos, indican que ocurrió erosión amplia de los suelos en el área mayor de Tikal durante la época prehispánica. Aparentemente, se

erosionaron grandes cantidades de suelos de áreas de los terrenos elevados, redepositándose como sedimentos en los reservorios; como depósitos aluviales en los arroyos; y dentro de los bajos de esta zona. Se han entregado muestras para análisis de fechamiento de radiocarbón de las superficies de los suelos enterrados por estos sedimentos, aunque los resultados todavía no están disponibles.

La falta de lagos y otras áreas con agua permanente alrededor de Tikal hizo problemático el descubrimiento de polen antiguo para reconstruir los patrones antiguos de vegetación. En zonas adyacentes (por ejemplo el noreste de Petén y noroeste de Belice) se ha recuperado exitosamente polen antiguo de muchas aguadas, pero no de todas. Algunas aguadas se secan con demasiada frecuencia como para que exista buena preservación de polen (e.g. Dunning et al. 2003; Akpinar et al. 2008). Además la dragación de las aguadas para mantener su capacidad de almacenamiento, hecho por los Mayas antiguos, interrumpió el registro de deposición de sedimentos (y el polen asociado). Evidentemente, este es el caso del Reservorio de Tikal y también el de la Aguada Pucté. El Reservorio Corriental y la Aguada de Términos parecen tener registros más completos de sedimentos, aunque se necesitan más análisis del laboratorio para confirmar esto. Desafortunadamente, la preservación de polen en el Reservorio Corriental no es buena; pero tenemos la esperanza de que se pueda recuperar alguna información. El análisis de polen de la muestra de la Aguada de Términos no se ha procesado todavía. En todo caso, esperamos recuperar una muestra representativa de polen antiguo de muestras provenientes de los núcleos y de la excavación efectuada en 2009 y la que se hará en el 2010.

Capítulo 4

ANTIGUA SILVICULTURA MAYA Y PALEOECOLOGÍA EN TIKAL

*David Lentz, Kim Thompson, John Jones, Ana Luisa Arriola, Sheryl Carcuz, María de los
Ángeles Corado, Claudine Escobar, Raquel Macario y Brian Lane.*

Introducción

El propósito de este aspecto de la investigación del Proyecto prácticas de silvicultura y manejo de agua por los antiguos Mayas de Tikal –PSMAT- surge para obtener una mayor comprensión de las técnicas agroforestales y de silvicultura empleadas por los habitantes Mayas precolombinos de Tikal y de la región norte de Petén. Entre las preguntas fundamentales para ser respondidas están: 1) Cuál es la distribución actual de los árboles en el Parque Arqueológico de Tikal, en el relación con lo que se puede observar en las áreas de los centros habitables, reservorios y otros rasgos; 2) En caso de existir una relación, cuál sería la explicación de la incidencia mutua de los factores; 3) Cuales especies forestales fueron explotadas y cómo esto cambió a lo largo del tiempo; 4) Qué especies fueron explotadas en tiempos precolombinos y que actualmente ya no se utilizan; 5) Cómo se obtuvieron estas plantas, por ejemplo, fueron sembradas y cuidadas, cultivadas, inducidas o simplemente recogidas de la maleza; 6) Cómo fueron usadas estas plantas, por ejemplo, para la construcción, combustible, alimento, materia prima, etc.; 7) Cuales fueron las especies de plantas, tanto salvajes como domesticadas que formaron la base de la subsistencia y la economía política del pasado; 8) Qué tipo de fertilización y sistemas renovadores fueron empleados; y 9) ¿Cuál fue el impacto de un cuidadoso sistema controlado de silvicultura en el desarrollo de la región?

Durante los siglos siguientes de abandono, las huertas, los campos y los jardines del antiguo Tikal han sido remplazados por un cerrado palio de bosque tropical que parece exuberante, verde e incluso “primigenio”. Sin embargo su compleja y salvaje aparición, de hecho puede ser un producto de la antigua silvicultura Maya. Estudios previos han demostrado que los antiguos Mayas tuvieron un impacto sobre los bosques tropicales que manejaron y explotaron (Hodell et al. 2000). Otro estudio reveló que hubo una fuerte correlación entre las estructuras de las casas y las especies económicas de árboles en el bosque moderno de un asentamiento Maya en Belice (Lentz et al. 2002). Es probable que esta misma situación sea similar para otros centros Mayas también. Este estudio propone determinar el grado en que el bosque de Tikal es antropogénico, qué arboles fueron utilizados en el pasado, cómo los bosques fueron manejados a través del tiempo y qué especies estaban intentando domesticar. El proyecto se enfocó en Tikal por las siguientes razones:

1. Esta fue una de las ciudades más importantes del antiguo mundo Maya, de hecho se conoce muy poca información real sobre la extracción de productos forestales, actividades de silvicultura y uso de otras plantas en el centro arqueológico, aunque hay mucho escrito sobre el tema, la mayoría ha sido especulación.

2. El bosque de Tikal está relativamente intacto sólo con alteraciones menores desde los tiempos de los antiguos Mayas, es decir, once siglos atrás.
3. El área ha sido cuidadosamente inspeccionada por sus valiosos restos arqueológicos y el mapa de la locación de las antiguas estructuras Mayas está muy bien diseñado (Carr y Hazard, 1961). Gracias al mapa se hizo relativamente fácil localizar donde estaban las antiguas familias y, por extensión, la ubicación también de posibles huertas familiares.

Durante los últimos quince años ha habido un enorme avance en la documentación sobre las prácticas de utilización de plantas por parte de los antiguos Mayas. Los remanentes de plantas arqueológicas más antiguas del área Maya fueron encontrados en un depósito de 3.000 años de antigüedad en Belice, en el sitio arqueológico conocido como Cuello (Miksicek et al. 1991), seguido de cerca por componentes Preclásicos provenientes de otros centros arqueológicos, tales como Copán (Lentz 1991), Pulltrouser Swamp (Miksicek 1983) y Cerros (Cliff y Crane 1989). Consecuentemente, la discusión sobre modelos del uso de plantas de los Mayas, al menos por ahora, comienza en el periodo Preclásico porque los datos arqueológicos desde tiempos más antiguos están mucho menos documentados. Al comenzar con el Preclásico y al extenderse a lo largo del Postclásico, se ha observado por un lado un patrón de subsistencia más o menos completo basado en las plantas domesticadas, y por otro lado una gran cantidad de plantas salvajes o parcialmente cultivadas.

Los remanentes paleoecológicos, etnológicos y botánicos provenientes de los centros del Periodo Clásico, tales como Cobá (Beltrán Frías, 1987), Cerén (Lentz et al. 1996), Dos Pilas (Lentz 1994), Wild Cane Cay (McKillop 1994), Copán (Lentz 1991), Tikal (Turner y Miksicek 1984; Lentz y Hockaday 2009) y Río Azul (Hurst et al. 1989), han sido examinados y pueden proporcionar las bases para una comprensión de las prácticas del uso de plantas empleadas durante la florecencia de la cultura Maya del Periodo Clásico en los centros cívico-ceremoniales con grandes poblaciones. Estos estudios han ampliamente demostrado que los antiguos Mayas usaban muchas especies de árboles como componentes importantes tanto de las economías políticas como domesticas. Los enfoques silviculturales fueron sin duda alguna aspectos claves sobre la estrategia de su manejo de tierras. Consecuentemente, mucho se puede aprender sobre las actividades de subsistencia, así como también las adaptaciones paleoecológicas y botánicas, de los Mayas durante y después del “colapso” y épocas posteriores a través de los estudios de inventario forestal, paleoecológico, etnológico y botánico en el área de Tikal.

El clima de Tikal es típicamente tropical con una fuerte variación estacional de precipitaciones. Las temperaturas en la región varían de estación a estación con el punto más bajo en enero y el más alto en abril y mayo. Las partes más frescas del año tienden a darse al final de la estación lluviosa de noviembre a enero cuando el promedio de las temperaturas del día oscilan entre 75° F, mientras que las temperaturas en las noches descienden hasta 50° F. La precipitación total en el área promedia alrededor de 1.50 mm, la mayor parte de la cual entra en la estación de lluvia desde junio hasta noviembre/diciembre. En mayo, tal vez el periodo más caliente del año, las temperaturas

típicas durante el día son altas (90° F+) y el bosque se humedece en cuanto comienza la estación de lluvias.

Los biólogos han descrito la vegetación dominante en esta sección de Centroamérica como selva tropical (Wagner 1964) o como perenne selva tropical (Rzedowski 1978; Grellier 2000). Estudios botánicos del área han sido conducidos por Millspaugh (1895; 1904), Standley (1930) y Lundell (1934). Este es un país tropical de colinas pequeñas con suelos negros, fértiles y de drenaje abierto. La vegetación dominante en las áreas de tierras altas es selva tropical típica de Petén. Estas áreas son excelentes fuentes de madera, caza y tierra para silvicultura, cuando se deforesta. Otro tipo de vegetación común en esta región tal como se describe en Andrews IV (1943), las zonas de lagos o bosque cenagoso se caracteriza por cabeceras de tierras bajas y colinas con ciénagas palo de tinto. Si el corazón de estas ciénagas o “bajos” fueron cultivables o no, es tema de un considerable debate, pero las prominentes riberas de las cabeceras adyacentes a los bajos, sin duda, son tierras muy fértiles.

Plan de investigación y metodología

El plan de investigación para este aspecto del proyecto PSMAT se concentró en tres pasos esenciales con el fin de elucidar los enfoques de silvicultura practicados por los ocupantes del Periodo Clásico en Tikal. Dichos pasos incluyen:

1. **Inspección de la vegetación de los bosques jóvenes que rodean el centro arqueológico de Tikal.** En esta parte del estudio buscaremos un modelo que no obedezca al azar para determinar la distribución de tres especies, particularmente las especies económicamente importantes. Dado que los árboles tropicales generalmente viven 200 años o más, y en referencia a ellos nos encontramos a sólo 5 o 6 generaciones de los árboles que crecen en el área durante la época de los Mayas, una hipótesis sobresaliente porque esta parte del proyecto será sobre esto justamente, sobre la distribución de los árboles como un reflejo de las prácticas de la silvicultura Maya. El objetivo es determinar si la distribución de los árboles no obedece a razones del azar. De ser así, buscaremos encontrar las distribuciones relacionadas con el tipo de suelo, laderas y otros rasgos naturales o sitios habitados por humanos. Esperamos encontrar un alto número de árboles útiles en las áreas cercanas a las construcciones habitacionales. En conclusión, buscamos evidencias de huertas de los antiguos Mayas.
2. **Estudios paleoecológicos, botánicos y étnicos:** se recogieron restos de plantas de muchos contextos durante las excavaciones en Tikal, por parte del PSMAT. Este aspecto del proyecto producirá un inventario de las plantas (especialmente semillas, frutas y madera) usadas por los Mayas en Tikal. Este tipo de análisis será aplicado a una serie de remanentes de plantas sistemáticamente recogidas en los depósitos de Tikal, uno de los centros más grandes en el antiguo reino Maya. Estos datos se agregarán a la considerable lista de los restos de plantas (Lentz y Hockaday 2009) que se obtuvieron en los análisis de muestras de madera y de semillas recogidas como muestras de radiocarbono por la Universidad de Pensilvania. Además, una lista enorme de datos de

plantas se generará por medio de los análisis que conduce el Dr. John Jones como parte de este proyecto.

3. **Estudios genéticos moleculares de las especies de bosques.** Para determinar si los Mayas cultivaron ciertos árboles, un estudio de población de *Manilkara zapota* (también conocido como sapodilla o chico zapote) usando microsatélites del ADN nuclear de los árboles que crecen dentro y alrededor de Tikal. El ADN de los árboles que crecen en los montículos de las casas de los antiguos Mayas será comparado con el de los árboles que crecen en las áreas donde los Maya no levantaron ningún tipo de estructura. La idea esencial de este estudio es el de que habrá una reducción de la diversidad genética en los árboles que han sido cultivados versus los árboles considerados salvajes. Si los antiguos Mayas cultivaban el chico zapote en Tikal, deberíamos poder observar patrones genéticos que no obedecen al azar en el estudio de sus microsatélites.

Inspecciones de vegetación

Nuestra intención es desarrollar una mayor comprensión de las prácticas de la antigua silvicultura Maya como se ve en el crecimiento y distribución de los patrones de especies de árboles económicos en los bosques jóvenes que ahora cubren la antigua ciudad de Tikal. También de interés es el impacto del asentamiento Maya sobre la biodiversidad de los bosques forestales en lo que puede ser definido como el Parque Arqueológico Tikal. Este estudio se basa en el principio de que los bosques jóvenes dentro y alrededor del centro arqueológico de Tikal son, por lo menos en parte, el resultado de la ocupación y prácticas de silvicultura de los antiguos Mayas que tienen permanentes influencias sobre la joven composición forestal. Las áreas con similar base geológica, topografía, elevación, clima y lluvias se seleccionaron para este estudio. Todas las áreas en las disecciones de vegetación han sido previamente inspeccionadas para rasgos arqueológicos y cuyos mapas fueron hechos por arqueólogos del proyecto de la Universidad de Pensilvania en el siglo pasado. Las actuales áreas de estudio incluidas, son las zonas que han sido intensamente ocupadas por los Mayas y zonas sin evidencia de ocupación humana. Las transacciones forestales fueron dispuestas en las áreas norte y sur del Reservoirio Corriental (Fig. 1-2).

El objetivo de este aspecto del proyecto fue recoger y evaluar los datos de vegetación de la inspección que permite la disección en los bosques de tierras más elevadas en las inmediaciones de la Reserva de Corriental, localizada 2 km al suroeste del centro arqueológico de Tikal (Laminas 4-1, 4-2, y 4-3). Los especímenes botánicos jóvenes fueron recogidos como pruebas para verificar la identificación de los árboles dentro de las disecciones, así como también la identificación de los remanentes de antiguas plantas recuperadas en los sitios arqueológicos. Estos datos de plantas serán usados para una mejor caracterización de las comunidades de plantas en las áreas intensamente ocupadas por los Mayas adyacentes a la Reserva de Corriental y en las localidades que carecen de visibles formaciones o estructuras residenciales. Una comparación de estas dos áreas de disección puede enriquecer nuestra comprensión de los cambios sucedidos en el largo plazo seguido a la interacción humana y sus implicaciones debidas a las pasadas prácticas

en el manejo de la silvicultura y para los estudios en el manejo de la biodiversidad. Además, las inspecciones a la joven vegetación llevadas a cabo en partes seleccionadas del Parque Nacional Tikal proporcionarán datos esenciales para la interpretación de las imágenes satelitales de toda el área de influencia. Los mapas completos de la vegetación del área joven servirán como una base de datos guías para la reconstrucción de la capa de vegetación del pasado. Para llevar a cabo el inventario de las plantas, establecimos unas líneas de disección usando una brújula tipo Brunton y una unidad de GPS Magellan Platinum. Nuestra línea de disección dispuesta para la inspección comenzó en 17.21051° Norte y 89.61941° Oeste con la línea que va justo al norte.

Una segunda serie de líneas de disección fue trazada perpendicular a la primera línea de disección, que se extiende en dirección Este y Oeste en la marca de 400 metros para interceptarse con un área que fue densamente ocupada durante la época de los antiguos Mayas.

Dos pequeñas disecciones fueron registradas al suroeste de la Reserva de Corriental a través de un área que parecía estar deshabitada como lo indicaba la ausencia de las estructuras residenciales en el mapa. Dentro de 5 metros de cada lado de las líneas de disección, todos los árboles más altos de 6 cms de diámetro en el centro de la altura fueron etiquetados con plástico, sellados con cinta y calculados para la locación, diámetro y altura exactos. Un área total de 19.500 m² fue inspeccionada y 1.622 árboles individuales fueron medidos. Un herbario con muestras de diferentes especímenes de todos los árboles desconocidos se recogieron para una identificación precisa. Sobre todo, se prepararon más de 100 muestras que conforman la colección del herbario. Las colecciones de plantas se obtuvieron usando podadoras de mástil y luego se disecaron en una secadora eléctrica hecha con materiales disponibles en la localidad.

Los datos serán analizados mediante un software estadístico versión 10.0 SPSS. Estadísticas descriptivas básicas para interpretar la altura y el diámetro en el centro de la altura serán computadas dadas las áreas ocupadas y las disecciones fuera del centro antropológico. Índices de riqueza de especies, el índice Shannon Wiener de la diversidad general y el índice regular será calculado para ambos tipos de disección (ocupado y desocupado). Los árboles de conocido valor económico de los antiguos Mayas quedan indicados en la publicación de las evidencias paleoecológicas, etnológicas y botánicas (Lentz 1999) y en los recientes análisis de remanentes de plantas (Lentz y Hockaday 2009). Las estadísticas de Pearson Chi Square serán usadas para determinar si el total del porcentaje de los individuos y especies identificadas en cada tipo de disección difiere basado en el nivel de valor de 0.05.

Estudios paleoecológicos, etnológicos y botánicos

Estas áreas desde las diferentes operaciones proporcionan información sobre cómo, dónde y por qué fueron construidos los diversos rasgos y de cómo ellos pueden haber servido a la comunidad a lo largo del tiempo. Elementos paleoecológicos, etnológicos y botánicos fueron cuidadosamente recuperados de cada unidad de excavación usando monitoreo seco y/o técnicas de flotación en agua. Los remanentes de plantas recogidos

durante el trabajo de campo de 2009 están actualmente siendo analizados por los paleoetnobotánicos. Los suelos de los centros de excavación están siendo analizados mediante el análisis del carbono 14 y estudiados intensamente en los cambios de variables de sedimentación, condiciones de suelo y deposición de polen. El aspecto paleoetnobotánico de este estudio seguirá varias fases de investigación:

1. La primera fase de la colección de especímenes paleoetnobotánicos ocurrió durante el proceso de excavación. Macroremanentes, esos materiales de plantas ampliamente visibles, fueron recogidos sistemáticamente en los contextos culturales mediante recolección regular de pruebas de suelo de 4-litros para ser procesados mediante flotación y también a través de una recolección oportuna. Un modificado sistema de estilo Ankara (Pearsall 1989) fue construido y desplegado para este proyecto (Lamina 4-4). Similares dispositivos de flotación se emplearon durante previos estudios paleoetnobotánicos en Copán (Lentz 1991), Xunantunich (Lentz et al. 2005) y en otros lugares. La técnica es apropiada por el suministro de agua disponible y la recuperación de los requerimientos eficientes. El dispositivo de flotación fue operado usando agua del Lago de Petén Itza impulsada con una bomba de ½ caballo de fuerza. Además de las pruebas de flotación, se recogieron pruebas regulares de suelos (50 ml) desde los estratos excavados con relevancia cultural para los análisis de polen y fitolito.
2. Una clasificación somera, una identificación preliminar y la catalogación de las pruebas de flotación carbonizada y macroremanentes carbonizados comprimieron una porción mayor de los análisis paleoetnobotánicos. Las identificaciones preliminares están siendo analizadas a través de microscopia de luz usando un estereomicroscopio que establece una magnificación baja (35X) en el laboratorio Paleoetnobotánico de la Universidad de Cincinnati. Las semillas, las cortezas, las fosas y otras partes de las plantas factiblemente distinguibles serán en primer lugar removidas. Madera quemada y raíces de plantas serán someramente clasificadas basadas en características morfológicas específicas, por ejemplo, la disposición del tejido vascular, células de rayos y las estructuras parenquimales. Los análisis de este tipo nos dirá qué bosques y productos de silvicultura estaban usando los Mayas de Tikal y cómo están siendo usados ahora.
3. Semillas, raíces y pruebas de carbón, componentes comunes de los suelos antropocéntricos serán sujetos de un mayor análisis mediante un microscopio de escaneo por electrón (SEM) que facilita la alta resolución si imaginamos una gran profundidad del campo. Pruebas carbonizadas serán fracturadas, montadas con grafito coloidal y visualizadas mediante un microscopio de escaneo por electrón de Philips (ESEM) en las instalaciones del Microscopio de Ingeniería de la Universidad de Cincinnati. Micrográficos serán grabados en una magnificaciones 50 x 1000 en secciones tanto transversales como tangenciales. Esta técnica será de especial valor al analizar los remanentes de carbón de los depósitos en las reservas. Las identificaciones finales de carbón, semillas y otros remanentes de plantas serán completadas por Lentz, quien recientemente produjo un volumen específicamente diseñado para la identificación de las frutas y semillas de Centro América y el sur de México (Lentz y Dickau 2005).

La extracción y análisis de los remanentes de polen y filolito serán conducidos en el laboratorio del Dr. John Jones en la Universidad Washington State. Su técnica combinada con los análisis previamente descritos serán especialmente poderosos puesto que los perfiles de polen para cada periodo pueden informarnos acerca de la condición general de la cobertura del bosque, mientras que los análisis de los macroremanentes de las pruebas de madera quemada pueden proporcionarnos información sobre qué árboles estaban siendo explotados en Tikal y cuando. Además, las vasijas cerámicas (en los casos encontrados), superficies de piedras pulidas (piedras de moler) y otros contextos apropiados serán examinados para identificar el contenido de granos de almidón. Aunque no hemos aun recuperado significativos remanentes de fauna, nuestro sistema de flotación y técnicas de excavación deberían revelarlos en caso de existir. Si se encuentran remanentes significativos de fauna en el futuro, se emplearán los expertos adecuados para dichos análisis.

Las pruebas de suelos y sedimentos están siendo procesadas y archivadas en el laboratorio del Dr. Dunning en la Universidad de Cincinnati. Los análisis básicos de caracterización se llevarán a cabo allí. Los análisis de carbón isotopo se llevarán a cabo en la Universidad de Brigham Young y la separación de fosfato será completada en el Laboratorio Analítico de Spectrum, LLC. Estos exámenes ulteriores están siendo aplicados a las pruebas de suelo dado su potencial para revelar información acerca de las antiguas actividades del uso de la tierra.

Para responder las preguntas acerca de cómo las plantas eran usadas por parte de los habitantes Mayas de Tikal, fue necesario encontrar remanentes de plantas *in situ* localizadas en las áreas de actividad asociadas con los complejos residenciales de los Mayas. Queríamos determinar cuáles árboles seleccionaron para la producción de frutas, combustible y material de construcción, de tal forma que fue esencial examinar los materiales de desecho provenientes de los habitantes que vivían alrededor del Reaervorio Corriental. Si supiéramos qué especies estaban usando, sabríamos de qué modo manejaban la tierra adyacente a la cuenca. Con este objetivo en mente, diseñamos una estrategia de prueba de excavación manual para buscar los residuos vegetales dejados por los humanos. El material carbonizado que hemos encontrado debería ofrecernos evidencia de las plantas útiles que los Mayas seleccionaban dentro de la abundancia de posibilidades que ofrecen los campos de silvicultura y los bosques tropicales y huertas. Un chultún y cuatro grupos de construcciones residenciales, todos adyacentes a la Reserva de Corriental, se seleccionaron para dicho estudio. De cada uno se hará una descripción breve en su debido momento.

Op. 1K

Esta suboperación fue la excavación de un chultún dentro del perímetro residencial de la Operación 1P (Fig. 4-1). Se ha dado una considerable discusión acerca de la función de los chultunes en la vida de los antiguos Mayas y esperamos hacer algún aporte a dicha discusión. En otros sitios arqueológicos Mayas, por ejemplo Copán (Lentz 1991) y Xunantunich (Lentz et al. 2005), los chultunes contenían grandes cantidades de material carbonizado de plantas. De este modo se llegó a pensar que los sedimentos de los chultunes de Tikal ofrecerían resultados similares. Los chultunes en Copán y Xunantunich, sin importar cuáles fueron los propósitos originales de los Mayas,

eventualmente se vuelven receptores de basura. En consecuencia, esperábamos encontrar contextos de material de desecho y abundantes remanentes de plantas. De hecho, encontramos algo de basura pero los resultados de los chultunes de Tikal fueron pocos en comparación con los de otros centros arqueológicos.

La sedimentación en el chultún fue de 1.83 m de profundidad. Excavamos la mitad del chultún ubicado al Oeste en 7 niveles arbitrarios (Op. 1K1 al Op. 1K 7) de aproximadamente 20-25 cms de ancho cada uno. Los siguientes elementos fueron recuperados: 77 fragmentos de cerámica erosionada, uno de los cuales se pudo identificar como perteneciente al periodo Clásico Temprano, una pequeña cuenta de concha, dos pequeños fragmentos de navajilla de obsidiana, un hueso de mamífero de talla media (tepescuintle? paca comun?) y muestras de suelos para la flotación a partir de los niveles 5 y 7.

Op. 1L

Esta operación consistió en una serie de pruebas de pala alrededor de las estructuras 7E-54, 7E-55 y 7E-56, un grupo de construcciones residenciales (Fig. 4-2) aproximadamente a 100 metros al Oeste de la Reserva de Corriental. Cinco pruebas de pala (Ops. 1L1-5) fueron excavadas sobre el exterior de las construcciones habitacionales, lejos del patio principal. Los sondeos oscilaron entre 31 y 70 cms de profundidad. Los lotes 1L4 y 1L5 contenían cantidades significativas de carbón y estas cantidades se pusieron a salvo como muestras macrobotánicas. Se recuperaron 90 fragmentos de cerámica en esta operación, pero sólo aquellos de la Op. 1L1 contenía fragmentos diagnósticos que se relacionan con el Periodo Clásico. Se recogió una muestra de suelos de 2 litros para flotación de cada una de las pruebas de pala. Además de los pozos de prueba de pala y las muestras de suelo, llevamos a cabo un inventario de todos los árboles dentro de un círculo de 1000 m² (un radio de 17.85 metros) que abarca el grupo de construcciones residenciales.

Op. 1M

La operación 1M se ubicó en el centro del grupo residencial que estaba directamente sobre la línea de disección de la vegetación norte-sur e incluye a las estructuras 6E-134 y 6E-129 (Fig. 4-3). Se completaron cinco pozos de pruebas de pala (todas de entre 31 y 38 cms de profundidad) en esta operación. Se recogieron 62 fragmentos de cerámica pero ninguno diagnóstico. No se observó ningún otro tipo de artefactos o macro-remanentes carbonizados. Se recogió una muestra de 2 litros de suelo para flotación de cada uno de los sondeos. Dado que este grupo residencial se encontraba sobre el transecto de vegetación, ningún registro adicional de vegetación se llevó a cabo.

Op. 1N

La operación 1N se ubicó en el centro de un grupo de estructuras (7F-45 a la 49) justo al Este de la Reserva de Corriental (Fig. 4-4). Dado que se trataba de un grupo residencial levemente más grande, completamos seis pozos de pala en esta área. El tamaño de los sondeos osciló entre 30 y 40 cms de profundidad. Además de las muestras de suelo de 2-

litros recogidas para la flotación, 67 fragmentos se recuperaron que datan de las fases Ik e Imix del Clásico Tardío. Fragmentos de navajillas de obsidiana, muestras de carbón y piedra verde se recuperaron. Se registró un circuito de 1000 m² de vegetación de árboles alrededor del centro residencial.

Op. 1P

La operación 1P ubicada en el centro del grupo de estructuras (7E-36 a la 39) justo a 300 metros al norte de la Reserva de Corriental (Fig. 4-1). Completamos seis pozos de pala en esta área. El tamaño de los sondeos osciló entre 29 y 62 cms de profundidad. Aparte de las muestras de suelo de 2-litros recogidas para flotación, se recuperaron 45 fragmentos que datan de los Periodos Clásico Temprano y Tardío. Fragmentos de navajillas de obsidiana también se recuperaron. Se inspeccionó, dada su vegetación, un círculo de 1000 m² que abarca al grupo residencial. Este grupo residencial incluía un chultún que fue excavado debajo de la Op. 1K.

Estudios genéticos moleculares

Manilkara zapota (L.) P. Royen, una especie de árboles neotropicales nativos de algunas partes de México y Centro América, tiene un valor histórico y contemporáneo como fuente científica, ecológica y económica, aunque sus características genéticas no han sido bien estudiadas aún. Los objetivos de este estudio son: 1) describir los niveles de variación genética en las poblaciones de *Manilkara zapota*, incluyendo aquellas localizadas en los bosques y cultivos nativos encontrados en las huertas de las casas de la region de Petén y Guatemala; 2) describir de qué manera la variación genética se estructura dentro de los dos grupos y entre ambos.

Manilkara zapota, también conocida como sapodilla o chico zapote, de la familia de los Sapotáceos, es una especie de árbol co-dominante en los bosques tropicales y ha sido explotado por los humanos por miles de años como una fuente de alimento y construcción (Coe 1965, Pennington 2000, Weterings et al. 2008). Su madera es fuerte, altamente durable y resistente al ataque de insectos y hongos (Pennington 2000, 2004). Los antiguos Mayas usaban la madera del *M. zapota* en la construcción de dinteles en los templos en Tikal (Coe 1965, Lentz y Hockaday 2009, Pennington 2000) y en muchos otros sitios. Los usos ulteriores de la madera de esta especie incluyen lazos de carrilera, piso y utensilios de mano (Standley y Williams 1967). Los árboles de *M. zapota* han sido protegidos por mucho tiempo por los Mayas dada la calidad de su madera (Lentz y Hockaday 2009, Pennington 2000) y continúa su reconocimiento hoy día de la madera dadas las posibilidades de productos no hechos de madera, incluyendo las frutos, hojas y usos medicinales, además del leche (Ankli et al. 2002, La Torre-Cuadros e Islebe 2003, Weterings et al. 2008).

La extracción de la savia del árbol por el chicle, el ingrediente esencial en las gomas de mascar naturales, ha sido una importante fuente de economía durante los siglos pasados para los residentes permanentes donde crece la *M. zapota* (La Torre-Cuadros y Islebe 2003, Pennington 2000, 2004, Standley y Williams 1967). Cerca de catorce millones de

libras de chicle se estaban importando a los Estados Unidos en 1930 y, a pesar del desarrollo de la goma de mascar sintético, la savia lechosa es aun valorada como fuente de ingreso (La Torre-Cuadros e Islebe 2003).

M. zapota es un árbol de dosel pero puede ser cultivado y manejado como un árbol del tamaño de uno de huerta que produce fruta sólo algunos años después. Estas frutas son una fuente de alimento e ingreso en regiones nativas de México y Centro América, además de Guatemala. También se conocen en Suramérica y el suroeste de Asia donde es ampliamente cultivada por sus frutas (Benjamin et al. 2001, Pennington 2000, 2004, Salinas-Peba y Parra-Tabla 2007). *M. zapota* también se le reconoce por su importante rol ecológico como especie dosel y como fuente de alimento para aves y un gran número de animales del bosque (García-Frapolli et al. 2007, Urquiza-Haas et al. 2009, Weterings et al. 2008). Los estudios científicos han explorado su potencial valor como agente antibacterial y antimicótico (Nair y Chanda 2008) y por la limpieza de sus aguas residuales (Pereira et al. 2009).

A pesar de su importancia cultural y económica, solo un estudio genético ha sido publicado sobre el *M. zapota* (Heaton et al. 1999). El estudio que hemos propuesto se agregará a nuestra actual comprensión de las especies y establecerá así una base para la caracterización más precisa del *M. zapota*, fundando el terreno para la identificación del control genético de los rasgos fenotípicos, que pueden ser importantes en la conservación del *M. zapota* como recurso económico, ecológico y científico. La selección de los cortes de semillas del *M. zapota* para el cultivo y manejo intensivo en los jardines caseros (para asegurar la altura más baja y la más alta producción de los árboles forestales) puede haber resultado de la diversidad genética reducida a través de la domesticación durante los últimos dos milenios (Benjamin et al. 2001). Nuestro conocimiento de los primeros eventos de domesticación de otras especies de árboles y cultivos ha sido alimentado por estudios genéticos (Matsuoka et al. 2002, Miller y Schaal 2006, Vigouroux et al. 2003). Salinas-Peba y Parra-Tabla (2007) examinaron el modo de cultivo del *M. zapota* en los jardines caseros que ha traído como consecuencia los cambios en la disponibilidad del polen y las dispersión de semillas comparado con las especies forestales, sugiriendo así que el flujo de genes ha sido reducido entre estas poblaciones. El estudio acerca de la variación genética dentro y entre las poblaciones del *M. zapota* enriquecerá nuestra comprensión de su historia como un valioso recurso de los antiguos Mayas, revelando potencialmente si la selección intencional de los rasgos valorados ha influenciado su estructura genética. Este estudio contribuirá al cuerpo cada vez en aumento de conocimiento acerca de la domesticación de los árboles por parte de las primeras culturas y proporcionará un conocimiento sobre las prácticas de subsistencia entre los antiguos Mayas.

Las dos preguntas fundamentales son las siguientes: 1) ¿Cuáles son los niveles de variación genética en *M. zapota*? 2) ¿De qué manera esta variación se estructura entre el bosque y las poblaciones con huertas caseras? Nuestra hipótesis parte del supuesto de que el cultivo selectivo de los árboles de *M. zapota* ha conducido a reducir los niveles de diversidad genética en las locaciones claves para los rasgos deseados y el aislamiento ha mantenido estos niveles reducidos en los cultivos. Si el cultivo selectivo ha traído como

consecuencia una diversidad reducida, los jardines caseros serán un escenario secundario de la variación genética encontrada en las poblaciones forestales con la diversidad genética reducida. El flujo de genes entre los bosques y las poblaciones con huertas familiares puede haber actuado para crear una estructura genética substancial dentro de la población regional. Estas predicciones serán examinadas mediante la medida de los niveles de diversidad genética de microsatélites en los ADN, al analizar la diversidad en los inter e intra-niveles de la población. Esperamos encontrar niveles bajos generales de polimorfismo en los microsatélites, lo que significa una reducción en la variación genética, especialmente dentro de las poblaciones con jardines. Esperamos además encontrar que la subestructura genética, medida en θ , será mayor a 0 siempre y cuando haya sido reducido el flujo genético entre las poblaciones.

Microsatélites

Los Microsatélites son un tipo de indicador molecular usado para evaluar el grado de variación dentro de un genoma. Los Microsatélites, también conocidos como simples indicadores de secuencias repetidas (SSR) son secciones de combinaciones nucleótidas repetidas en el ADN. Las diferencias en el número de repeticiones muestran la variación genética entre las plantas y poblaciones individuales. Por ejemplo, los individuos genéticamente distintos con frecuencia tendrán diferentes números de repeticiones dentro del fragmento microsatelital (e.g. [CG] 9 en un individuo y [CG] 4 en otro). Los análisis Microsatelitales pueden lograrse con pequeñas cantidades de material genético tomado del tejido de plantas secas y frescas y a menudo puede detectar grandes cantidades de diversidad genética en las poblaciones.

Muestras de la población y extracción del ADN

En abril de 2009 recogimos muestras de *M. zapota* en Tikal y algunas huertas familiares en San José y El Caoba. Cincuenta muestras de hojas, cada una de un *M. zapota* diferente y uno de un grupo externo, *Pouteria campechiana*, fueron recogidas y almacenadas en gel silicio para transportarlas de regreso a Los Estados Unidos. Especímenes herbóreos también se recogieron cada muestra fue prensada y disecada. La extracción de ADN de estas muestras se ha llevado a cabo en el laboratorio Culey de la Universidad de Cincinnati usando el método modificado CTAB desarrollado por Doyle y Doyle (1987).

Genotipo microsatelital y análisis de la variación genética

Los cebadores de microsatelitales han sido ya desarrollados con el fin de obtener una más clara identificación de las especies relacionadas, *Manilkara huberi* (Azevedo et al. 2005). Examinaremos la presencia de estos doce indicadores en *M. zapota*. Hay una alta probabilidad de que dichos imprimadores ampliarán el ADN tomado del *M. zapota*; usualmente los imprimadores que trabajan en una especie, lo harán sobre otras especies con los mismos genes (e.g., Culley 2005).

Los productos PCR serán analizados mediante un secuenciador o seriador, en el laboratorio de BioRecursos de la Universidad de Cornell, para revelar el tamaño de los

fragmentos conduciendo a un mejor análisis que utiliza un software Indicador de Genes. Los niveles de variación genética dentro de las poblaciones serán evaluados usando el software GDA de Lewis y Zaykin (2001). Los parámetros estándares para determinar la distancia genética será calculada, incluyendo el número de alelos por locación (A) y por locación polimórfica (A_p), el porcentaje de locaciones polimórficas (P), heterocigoto observado (H_o), y el heterocigoto esperado por individuo (H_e) bajo la expectativa de Hardy-Weinberg. El nivel de estructura genética entre las poblaciones será evaluado usando la medida θ de Weir y Cockerham (1984), un calculador imparcial del índice de fijación de Wright, F_{ST} . Las jerarquías de variación dentro y entre las poblaciones, especialmente entre los grupos forestales y de jardines, serán cuantificadas usando AMOVA (Análisis de Variación Molecular) mediante el software de Arlequín. Hasta aquí, las extracciones de ADN de los árboles de chico zapote de Guatemala han sido exitosas y los cebadores sugeridas parecen ser efectivas al aislar las secuencias de microsatelites apropiadas.

Comentarios adicionales

Predecimos que las prácticas de silvicultura de los antiguos Mayas impactaron la diversidad forestal en Tikal, al promover la expansión de las especies económicas. Lo que parecer probable es el hecho de que a través del manejo del bosque, tales como la poda de árboles, la protección, el trasplante e incluso el cultivo de especies útiles de árboles, modificaron la composición forestal para satisfacer sus propias necesidades. Al hacerlo, los antiguos Mayas dejaron una huella imborrable sobre las tierras de lo que ahora es el Parque Nacional Tikal.

Capítulo 5

ANÁLISIS DE CERÁMICA: PSMAT, 2009

T. Patrick Culbert

El objetivo principal del análisis de cerámica fue el de proporcionar una cronología pertinente al material arqueológico del PSMAT excavado durante el trabajo de campo de 2009. Dado que las excavaciones no estaban dentro o cerca de los grupos arquitectónicos principales, la cantidad de tiestos recuperados fue inusualmente pequeña. Tal y como se anticipa, los tiestos fueron pequeños en tamaño y con frecuencia muy erosionados.

Me he referido a los periodos representados por los términos familiares “Clásico Temprano” y “Clásico Tardío” en lugar de usar los nombres de los complejos de cerámicas tales como Manik, Ik e Imiz. Los tiestos preclásicos fueron encontrados en números limitados solo en la Operación 6E. No se encontraron tiestos del Periodo Clásico Terminal. La mayoría de los indicadores de cerámicas usados para indicar la fecha fueron objetos con forma de vasija en lugar de ciertos tipos y variedades. En mi trabajo sobre el desarrollo de la secuencia cerámica de Tikal (Culbert 1993) he encontrado que las formas de las vasijas son más distinguibles que los tipos y las variedades. La forma es lo más distintivo por lo que resulta más diagnóstica que el tipo y la variedad. Las siguientes secciones tienen que ver con las cerámicas encontradas en cada operación y terreno.

OPERACIÓN 1

Operación 1A

1A/1 1 fragmento de cuerpo erosionado sin información adicional.

Operación 1B

No se encontraron tiestos.

Operación 1C

1C/5 28 tiestos. Muy vagos, posiblemente del Clásico Temprano (se trata probablemente de una pestaña plana).

1C/7 69 tiestos: 7 deslizados y 2 con estrías. Se representa tanto el Clásico Temprano (base anular) como el Clásico Tardío (en forma de barril).

1C/8 19 tiestos: todos erosionados. Sin información temporal.

1C/9 35 tiestos: todos erosionados. Sin información temporal.

1C/10 4 tiestos de cuerpo erosionados que no proporcionan información.

Operación 1D

1D/3 11 tiestos: 1 rojo. Un tiesto claramente del Clásico Temprano (pestaña plana).

1D/4 27 tiestos: 1 rojo. Dos posibles tiestos del Clásico Temprano (una base anular, una posible pestaña plana).

1D/5 25 tiestos: 1 rojo y 1 posible policromo del Clásico Tardío. Tres formas claramente del Clásico Tardío (Todos tazones grandes con orificio restringido).

1D/6 31 tiestos: 1 rojo. Uno claramente del Clásico Tardío (un gran tazón con orificio restringido).

1D/8 37 tiestos: 9 rojos. Probablemente del Clásico Tardío (a base de color).

Conclusión: Operación 1D. Clásico Temprano en 1D/3,4; Clásico Tardío en 1D/5, 6,8.

Operación 1E

1E/3 1 fragmento rojo. La pasta y el color sugieren vagamente el Periodo Clásico Tardío.

Operación 1G

1G/3 2 tiestos sin diagnóstico.

Operación 1I

1I/3 1 fragmento rojo sin diagnóstico.

Operación 1J

1J/1 4 tiestos de una jarra de cuello grande.

1J/3 13 tiestos: 1 rojo, 1 negro y 3 con estrías. Sin información temporal.

1J/5 6 tiestos: 3 rojos, 1 posible policromo y 1 con estrías.

Operación 1K

1K/1 10 tiestos: 1 con estrías. 1 forma perteneciente al Clásico Temprano (pestaña plana).

1K/3 9 tiestos: 1 rojo, 1 negro y 1 con estrías. Sin información temporal.

1K/4 11 tiestos: 1 rojo. Sin información temporal.

1K/5 28 tiestos. 1 rojo. Sin información temporal.

1K/6 6 tiestos: Sin información temporal.

1K/7 13 tiestos: 1 rojo, 1 con estrías. Sin información temporal.

Conclusión: Operación 1K. Estos terrenos se asocian con el chultún. Desafortunadamente solo proporcionan información limitada para el cálculo de la edad de los rellenos del chultún.

1L/1 28 tiestos: 1 con estrías, 5 rojos y un policromo, algunos de una olla, Periodo Clásico.

1L/2 28 tiestos: 3 rojos (de las Estructuras 7E-53 y 7E-55). Tiestos sin diagnóstico.

1L/3 3 tiestos: muy erosionados. 1 muy atenuado. Tiestos sin diagnóstico.

1L/4 23 tiestos: 2 muy atenuados. Tiestos sin diagnóstico.

1L/5 8 tiestos: (norte de la Estructura 7E-54). Tiestos sin diagnóstico.

Conclusión: solo 1L/1 contiene tiestos diagnosticados que se relacionan con el Periodo Clásico, pero se desconoce si pertenecen al Tardío o al Temprano.

OPERACIÓN 2 – Arroyo Corriental

Operación 2A

2A/1 117 tiestos: no se tienen en cuenta el número de los deslizados. Cuatro tiestos (dos bases de trípodes cilíndricas y una de montura; una vasija con una sola pestaña plana) son sin duda del Clásico Temprano; uno claramente del Clásico Tardío (un gran tazón con orificio restringido).

2A/2 79 tiestos: 16 rojos, 3 negros y 1 policromo. Uno claramente del Clásico Temprano (un tazón policromo de pestaña plana).

Conclusión, Operación 2A. Es evidente el predominio del Periodo Clásico Temprano pero hay un fragmento sin duda del Clásico Tardío en 2A/1.

Operación 2B

2B/2 28 tiestos: no se cuentan los deslizados. Dos tiestos pueden ser del Clásico Temprano (posiblemente pestañas planas).

Conclusiones, Operación 2. Principalmente del Clásico Temprano pero uno indudablemente del Clásico Tardío en 2A/1.

OPERACIÓN 4 – Aguada y Cerro Pucte

Operación 4A

No hubo tiestos identificados como Operación 4A en las recolecciones de tiestos.

Operación 4B

4B/1 16 tiestos: los deslizados no se cuentan. Sin información temporal.

4B/2 6 tiestos: 1 rojo, 1 sin rastro de deslizamiento, 4 erosionados. Uno perteneciente al Clásico Tardío (un gran tazón con orificio restringido).

Conclusiones: Operación 4. OP. 4B/2 muestra la presencia de material del Clásico Tardío.

OPERACIÓN 5 – Aguada los Términos

Operación 5A

No se encontraron tiestos identificados como Operación 5A en la recolección de tiestos.

Operación 5B

5B/1 No se encontraron tiestos identificado como 5B/1 en la recolección de tiestos.

5B/2 1 fragmento: erosionado o sin desplazar. Parte de una jarra de cuello grande que no proporciona información temporal.

Operación 5C

5C/1 16 tiestos: no se cuenta por separado los tiestos deslizados. Sin información temporal.

5C/2 12 tiestos: tiestos: no se cuenta por separado los tiestos deslizados. Uno perteneciente al Clásico Tardío (un gran tazón con orificio restringido).

Conclusión: Operación 5C. Lot 5C/2 muestra la presencia de material del Clásico Tardío.

Operación 5D

5D/1 15 tiestos: 2 con estrías, 3 rojos. El Clásico Tardío queda sugerido por la pasta y el color de los tiestos rojos.

Conclusiones: Operación 5, el material con fecha identificable pertenece todo al Clásico Tardío.

OPERACIÓN 6

Operación 6A

6A/1 102 tiestos: 4 con estrías, 20 rojos, 2 negros y 2 policromos. Dos tiestos posiblemente del Clásico Temprano (una base anular, una posible pestaña plana). Uno probablemente del Clásico Tardío (policromo sobre una forma del Clásico Tardío).

6A/2 250 tiestos: 10 con estrías, 1 rojo con estrías, 86 rojos, 9 negros y 8 policromos. Tres tiestos del Clásico Temprano (tres pestañas planas).

6A/3 109 tiestos: 6 con estrías, 17 rojos, 3 negros y 2 policromos. Uno del Clásico Tardío (policromo sobre forma del Clásico Tardío).

Conclusiones: Operación 6A. Quedan representados tanto el Clásico Temprano como el Tardío.

Operación 6B

6B/1 268 tiestos: 10 con estrías, 55 rojos, 11 negros y 2 posibles policromos.

Dos pertenecientes al Clásico Temprano (tazón de pestaña plana, base cilíndrica negra).

Dos del Clásico Tardío (un enorme tazón con orificio restringido, una jarra grande de cuello largo y boca estrecha).

Operación 6C

6C/1 249 tiestos: 1 con estrías, 17 rojos, 2 negros y 6 policromos. La mayoría de tiestos son diminutos y erosionados. Cuatro pertenecientes al Clásico Temprano (tres pestañas planas, 1 cilindro negro). Un posible fragmento del Clásico Tardío (1 policromo con forma del Clásico Tardío).

6C/2 84 tiestos: 3 con estrías, 13 rojos, 1 rojo con ranuras y 1 negro. Uno posiblemente del Clásico Temprano (una montura cilíndrica negra).

6C/3 96 tiestos: 1 con estrías, 17 rojos y 2 negras. Uno posiblemente del Clásico Temprano (posible base de trípode cilíndrica). Uno perteneciente al Clásico Tardío (un enorme tazón con orificio restringido).

6C/4 141 tiestos: 2 con estrías, 26 rojos, 3 negros y 6 policromos. Dos probablemente del Clásico Temprano (montura cilíndrica negra, base anular). Siete pertenecientes al Clásico Tardío (4 tazones policromos levemente curvados hacia afuera; 3 grandes tazones con orificio restringido).

Conclusiones: Terreno 6C/4. Representado tanto el Periodo Clásico Temprano como el Tardío aunque predomina claramente el Clásico Tardío.

6C/5 56 tiestos: 2 con estrías, 10 rojos, 1 rojo tallado y 6 policromos. Uno probablemente del Clásico Tardío (un tazón policromo levemente curvado hacia afuera).

6C/6 32 tiestos: 2 rojos, 1 rojo con ranuras diagonales, 1 negro y 2 policromos. Uno perteneciente al Clásico Temprano (base interior negra). Uno perteneciente al Clásico Tardío (un tazón policromo levemente curvado hacia afuera).

6C/7 10 tiestos: 1 con estrías, 1 rojo y 1 negro. Uno perteneciente al Clásico Temprano (base interior negra).

6C/8 14 tiestos: 2 policromos. Uno perteneciente al Clásico Tardío (un gran tazón con orificio restringido).

6C/9 3 tiestos: 1 rojo y 1 negro. Uno perteneciente al Clásico Temprano (probable pestaña negra).

Conclusiones: Operación 6C. Casi todos los terrenos en la Operación 6C muestran evidencia tanto del Periodo Clásico Temprano como del Tardío. En la mayoría de los

casos, las identificaciones están en el nivel de las “posibles” apariciones. Solo 6C/1 con 4 del Clásico Temprano y 6C/4 7 del Clásico Tardío muestran constantes movimientos.

Operación 6D

6D/1 25 tiestos: 3 con estrías, 1 rojo, 1 negro y 1 policromo. Uno perteneciente al Clásico Temprano (tazón policromo con pestaña plana).

6D/2 65 tiestos: 6 con estrías, 1 rojo, 2 negros y 1 policromo. Dos pertenecientes al Clásico Temprano (2 tazones policromos con pestaña plana).

6D/3 13 tiestos: 3 rojos y 2 negros. Sin información temporal.

Conclusiones: Operación 6D: varios del Clásico Temprano; sin alusión al Clásico Temprano.

Operación 6E

6E/1 118 tiestos: 8 con estrías, 1 rojo, 6 negros, 1 policromo y 1 de doble faz rojo y negro. Dos pertenecientes al Periodo Preclásico Tardío (1 jarra con pestaña bordeada, 1 de doble faz rojo y negro). Dos pertenecientes al Clásico Temprano (tazón con pestaña plana, base anular). Uno perteneciente al Clásico Tardío (un gran tazón con orificio restringido).

6E/2 128 tiestos: 6 con estrías, 2 rojos, 3 negros y 1 erosionado y tallado. Uno perteneciente al Preclásico Tardío (plato simple con silueta de media pestaña). Sería un error pensar que dado que el Preclásico Tardío fue el único periodo identificado, dicho Terreno 6E/2 tenía cantidades significativas de material del Preclásico Tardío. Si hubiera sido el caso, habría proporcionado muchos más tiestos identificables del Preclásico Tardío.

6E/3 119 tiestos: 5 con estrías, 25 rojos, 6 negros y 3 policromos. Uno perteneciente al Clásico Temprano (posible tapa negra cilíndrica). Tres posibles policromos pueden ser del Clásico Tardío hechos a base de color.

6E/4 152 tiestos: 10 con estrías, 48 rojos, 12 negros, 1 negro tallado, 6 policromos y 1 de doble faz rojo y negro. Dos pertenecientes al Preclásico Tardío (2 de doble faz rojo y negro). Uno posiblemente del Clásico Temprano (posible pestaña plana).

6E/5 97 tiestos: 2 con estrías, 18 rojos, 3 negros, 1 negro tallado, 4 policromos. Uno perteneciente al Clásico Temprano (pestaña plana). Uno posiblemente del Clásico Tardío (vasija cilíndrica rojo).

Conclusiones: Operación 6E. Operación 6E es la única operación en la que aparecen tiestos del Preclásico Tardío (Tres de los 5 terrenos). Están representados tanto el Clásico Temprano como el Tardío.

Operación 6F

6F/1 Operación 6F consistió en excavaciones de pala y numero de los terrenos no proporcionaron tiestos. Los terrenos con tiestos casi siempre produjeron un número muy pequeño de tiestos.

6F/2 10 tiestos: 1 negro, 1 posible policromo. Un perteneciente al Clásico Temprano (pestaña plana).

6F/4 7 tiestos: 1 negro tallado. Sin información temporal.

6F/5 4 pequeños tiestos que no proporcionaron información.

6F/6 64 tiestos: 3 con estrías y 5 policromos. Dos probablemente del Clásico Tardío (vasija policroma cilíndrica, tazón policromo levemente curvado hacia afuera).

Operación 6G

6G/1 49 tiestos: 1 negro y 1 policromo. Cuatro pertenecientes al Clásico Tardío (tazón policromo levemente curvado hacia afuera y 3 grandes tazones con orificio restringido).

Operación 6H

6H/1 6 tiestos. Ningún diagnóstico.

6H/3 1 fragmento: posiblemente del Clásico Temprano (base anular).

6H/7 2 tiestos. Ningún diagnóstico.

OPERACIÓN 7

Operación 7A

- 7A/1 16 tiestos: 1 rojo.
- 7A/2 28 tiestos: 4 rojos. Sin información temporal.
- 7A/3 19 tiestos: 1 con estrías, 2 rojos, 1 policromo. Sin información temporal.
- 7A/4 7 tiestos: 5 rojos, 1 policromo. Sin información temporal.
- 7A/5 39 tiestos: 8 rojos, 1 rojo tallado, 1 negro, 1 policromo. Uno perteneciente al Clásico Temprano (tazón de pestaña plana). Uno perteneciente al Clásico Tardío (un gran tazón con orificio restringido).
- 7A/6 115 tiestos: 27 rojos, 6 negros. Uno probablemente del Clásico Tardío (policromo en forma de barril).
- 7A/7 81 tiestos: muy erosionados, casi ninguno con fondo preservado, 2 rojos y 1 erosionado y tallado. Uno posiblemente del Clásico Temprano (posible pestaña plana).
- 7A/8 9 tiestos, sin ningún valor significativo.

Conclusiones: Operación 7. La mayoría de los terrenos arrojó pequeñas cantidades de tiestos altamente erosionados. Pertenecientes a los Periodos Clásico Temprano y Tardío en el Terreno Lot 7A/5-7.

CONCLUSIONES

El énfasis de esta temporada de trabajo proporcionó una evaluación altamente productiva en torno a la alteración del paisaje en Tikal, un sistema de aguas basado más en la recolección de agua de lluvia que en el desvío canalizado de arroyos artificiales. Aunque el uso que los antiguos Mayas dieron a sus recursos hídricos difiere de los sistemas más divulgados asociados al estado arcaico de las locaciones semiáridas o templadas, si proporciona dicho uso una bien diseñada adaptación a los neotropicos. Podemos aprender de estos paisajes de antigua ingeniería al ajustarnos a un sostenible uso de los recursos, tal vez de modo especial de los antiguos Mayas. Sus 1500 años de su relativa ocupación ininterrumpida dentro de un frágil ecosistema tiene mucho que decirnos aun hoy, dada nuestra actual degradación de dichos ambientes. Además, la historia de la alteración del paisaje nos está revelando ahora información matizada acerca de la relación entre los cambios climáticos y la adaptación antropogenética.

El logro más importante que tuvimos este año fue que el equipo recuperó suficientes datos de campo para georeferenciar el mapa de Tikal hecho por Carr y Hazard en 1961. Este mapa servirá como base del SIG del Proyecto. También tuvimos éxito al identificar este mapa con una imagen satelital de IKONOS (proveída por la NASA). En total, todas las operaciones del proyecto se colocaran en el SIG, facilitando la construcción de un modelo de hidrología (específicamente el movimiento y almacenaje de aguas) en la zona de Tikal.

Las investigaciones de geoarqueología y paleoambiente realizadas en 2009 produjeron resultados prometedores, aunque el análisis de datos está en proceso todavía y la interpretación es tan sólo “preliminar” en este momento.

Las excavaciones geoarqueológicas en el Arroyo Corriental y las orillas del Bajo de Santa Fe, alrededor de la Aguada de Términos, indican que ocurrió erosión amplia de los suelos en el área mayor de Tikal durante la época prehispánica. Aparentemente, se erosionaron grandes cantidades de suelos de áreas de los terrenos elevados, redepositándose como sedimentos en los reservorios; como depósitos aluviales en los arroyos; y dentro de los bajos de esta zona. Se han entregado muestras para análisis de fechamiento de radiocarbón de las superficies de los suelos enterrados por estos sedimentos, aunque los resultados todavía no están disponibles.

La falta de lagos y otras áreas con agua permanente alrededor de Tikal hizo problemático el descubrimiento de polen antiguo para reconstruir los patrones antiguos de vegetación. En zonas adyacentes (por ejemplo el noreste de Petén y noroeste de Belice) se ha recuperado exitosamente polen antiguo de muchas aguadas, pero no de todas. Algunas aguadas se secan con demasiada frecuencia como para que exista buena preservación de polen (e.g. Dunning et al. 2003; Akpinar et al. 2008). Además la dragación de las aguadas para mantener su capacidad de almacenamiento, hecho por los Mayas antiguos, interrumpió el registro de deposición de sedimentos (y el polen asociado). Evidentemente, este es el caso del Reservorio de Tikal y también el de la Aguada Pucté. El Reservorio Corriental y la Aguada de Términos parecen tener registros más completos

de sedimentos, aunque se necesitan más análisis de laboratorio para confirmar esto. Desafortunadamente, la preservación de polen en el Reservorio Corriental no es buena; pero tenemos la esperanza de que se pueda recuperar alguna información. El análisis de polen de la muestra de la Aguada de Términos no se ha procesado todavía. En todo caso, esperamos recuperar una muestra representativa de polen antiguo de muestras provenientes de los núcleos y de la excavación efectuada en 2009 y la que se hará en el 2010.

Predecimos que las prácticas de silvicultura de los antiguos Mayas impactaron la diversidad forestal en Tikal, al promover la expansión de las especies económicas. Lo que parece probable es el hecho de que a través del manejo del bosque, tales como la poda de árboles, la protección, el trasplante e incluso el cultivo de especies útiles de árboles, modificaron la composición forestal para satisfacer sus propias necesidades. Al hacerlo, los antiguos Mayas dejaron una huella imborrable sobre las tierras de lo que ahora es el Parque Nacional Tikal.

SÍNTESIS DEL INFORME

PROYECTO DE SILVICULTURA Y MANEJO DE AGUAS DE LOS ANTIGUOS MAYAS DE TIKAL

*David L. Lentz¹, Liwy Grazioso Sierra²,
Vernon L. Scarborough¹ y Nicholas P. Dunning¹*

¹Universidad de Cincinnati, E.U.A.

²Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

El “Proyecto de silvicultura y manejo de aguas de los antiguos Mayas de Tikal”, de la Universidad de Cincinnati, tiene como objetivo reconstruir el ambiente que imperaba en el área de Tikal en la época antigua, definir los tipos de vegetación existentes, sus usos y el impacto que tuvieron las prácticas agroforestales de los Mayas. Establecer cambios de vegetación a través del tiempo así como la posibilidad de un cambio climático. Asimismo, identificar y definir las modificaciones al paisaje, principalmente las asociadas con el manejo del agua y establecer el desarrollo histórico de los sistemas de captación y almacenamiento de agua, canales, aguadas, reservorios, etc. Para tal efecto, el estudio se basa en varias líneas de investigación complementarias: investigación agroforestal, investigación geoarqueológica y paleoambiental e investigación del control hidráulico.

Se realizaron una serie de excavaciones y recorridos de vegetación, se tomaron muestras de suelos y sedimentos, tanto de los cuerpos de agua que albergan el precioso líquido permanentemente como de los reservorios secos. También se elaboró un herbario o muestrario botánico de las especies actuales con fines de identificación, clasificación y comparación con colecciones arqueológicas. Se considera que será por medio de la investigación interdisciplinaria, complementando la información que nos proporcionan los distintos estudios que se logrará comprender mejor como era el paisaje original de Tikal. A continuación se presentan los resultados preliminares de nuestra primera temporada de campo.

Estudios agroforestales

El propósito de este estudio es adquirir un mejor conocimiento de la vegetación para comprender las prácticas agroforestales de los antiguos Mayas que se reflejan en la distribución y el crecimiento de las especies económicas de árboles que se encuentran actualmente en el área de Tikal. También es de gran interés, el impacto que tuvo el asentamiento de los antiguos Mayas en la biodiversidad de la selva tropical, dentro del perímetro del Parque Nacional Tikal. Se ha planteado que el área de Tikal fue deforestada con fines agrícolas a partir del año 1,000 a.C., aunque al parecer, algunas partes de la selva permanecieron intactas hasta el Clásico Tardío (Lentz y Hockaday 2009).

El área de estudio de la presente temporada incluyó sectores identificados como de intensa ocupación (gran cantidad de estructuras) y zonas sin arquitectura visible. El transecto se trazó al norte y sur de la Aguada Corriental (Fig. 1-2). La aguada Corriental se encuentra a un poco más de 2 km al suroeste de la plaza central de Tikal. Los recorridos de vegetación cubrieron un área casi dos kilómetros cuadrados (19,500 m²). El transecto dio inicio en las coordenadas 17.21051° N y 89.61941° W en dirección hacia el norte magnético. Se trazaron dos líneas perpendiculares, hacia el este y oeste, partiendo del metro 400 de la línea base, desde donde cruzan un área densamente poblada. Esta área se eligió con base en los mapas del proyecto Tikal de la Universidad de Pensilvania. Otros dos transectos de menor tamaño se trazaron al suroeste del Reservorio Corriental, en un sector del mapa que no mostraba estructuras. Se marcaron y registraron todos los árboles cuyo diámetro del tallo era mayor a 6 cm. Se midió un total de 1,622 árboles individuales (Lentz y Hockaday 2009).

Adicionalmente, como parte del proyecto, Kim Thompson está investigando la variabilidad genética del árbol del chicle o chicozapote (*Manilkara zapota*) para establecer si fue domesticado en época prehispánica. Tomó muestras de árboles tanto dentro del Parque Nacional Tikal como en huertas familiares contemporáneas, para estudiar la variabilidad y estructura genética de *M. zapota* (Thompson 2009). La hipótesis es que el cultivo selectivo del chicle habría reducido la variabilidad genética, por lo que en las áreas en que el árbol fue domesticado (huertas) la variabilidad genética será menor a la existente en las áreas de libre crecimiento (Thompson en preparación).

Estos estudios han demostrado claramente que los Mayas empleaban muchas especies de árboles como parte de su economía tanto doméstica como política (alimentación, medicina, madera, material de construcción, combustible). Las prácticas agroforestales fueron sin duda aspectos clave en su estrategia de manejo de la tierra. De acuerdo con esto, se puede aprender mucho acerca de las actividades de subsistencia así como de las adaptaciones paleoecológicas de los Mayas durante y después del fenómeno denominado “colapso” y los tiempos subsecuentes a través de los estudios paleoetnobotánicos en el área de Tikal (Lentz y Hockaday 2009).

Estudios geoarqueológicos y paleoambientales

Uno de los aspectos principales del proyecto fue la obtención de núcleos de los cuerpos de agua que permitan obtener polen y materiales fechables. Los resultados servirán para establecer el tipo de vegetación en las diferentes épocas, alteraciones al paisaje y posibles eventos naturales como periodos prolongados de sequías o de inundaciones, etc.

En el fondo de la Aguada Corriental se excavó un pozo de 1 x 1.5 m. que alcanzó los 3.15 m. de profundidad (Op1C). Este pozo sirvió de base para reconstruir la historia constructiva de la Aguada y su profundo perfil sirvió como referencia a la estratigrafía encontrada en otras unidades de excavación. Este reservorio parece haber sido construido hacia finales del Preclásico Tardío o en la parte inicial del Clásico Temprano. Se construyó ampliando una pequeña depresión natural ya existente, socavando el área dándole forma circular y poniendo un borde de tierra o muro perimetral alrededor, desviando el agua de un arroyo cercano. Se encontró carbón en el horizonte C3 (a 65 cm)

que proporcionó una fecha de radiocarbono AMS de 1010-1170 d.C. lo que sugiere que posiblemente este reservorio continuó en uso hasta el Posclásico Temprano (Dunning 2009). También se efectuaron excavaciones geoarqueológicas en el Arroyo Corriental, en un área al sur del Reservorio del mismo nombre por su cercanía.

Se extrajeron núcleos de sedimentos de cuatro de las aguadas y reservorios de Tikal (Aguadas Tikal, Corriental, Pucte y Términos). Se espera encontrar polen en las muestras tomadas que permitan reconstruir la vegetación antigua y los patrones de uso de la tierra en el área extendida de Tikal. Del Reservorio Tikal se extrajo un núcleo de 70 cm (comprimido a 35 cm). Una fecha calibrada de radiocarbono lo sitúa entre 1430 -1260 a.C. Sin embargo los resultados de este núcleo no son muy útiles ni fidedignos ya que el depósito fue alterado y modificado en época reciente.

Se tomaron dos núcleos de aguadas en el margen del Bajo Santa Fé, unos kilómetros al este del área central de Tikal. Un núcleo de 50 cm (comprimido a 27 cm) se obtuvo de la Aguada Pucte. La fecha de radiocarbono de 900 – 1030 d.C. indica que este núcleo sólo recuperó muestras de suelos pertenecientes al Clásico Tardío y posteriores a este periodo. Un núcleo de sedimentos de 65 cm (comprimido a 34 cm) que se recolectó de la Aguada Términos proporcionó una fecha de radiocarbono de 170 a.C - 30 d.C, y nos da la esperanza de que este núcleo nos proporcione información paleoambiental desde el Preclásico Tardío hasta el Posclásico (Dunning 2009).

Investigación acerca del manejo del agua (control hidráulico)

Parte fundamental del proyecto es la de investigar los sistemas hidráulicos prehispánicos y el control y manejo del agua por los antiguos Mayas, reflejado en la ingeniería del paisaje, principalmente en el área central de Tikal. La precisión de los mapas de Carr y Hazard (1961) del Proyecto Tikal fue invaluable para la identificación de los elementos hidráulicos. Los esfuerzos de la presente temporada se centraron principalmente en la Aguada Corriental, fuera del centro de Tikal, en el Reservorio del Palacio y el Reservorio del Templo, estos últimos localizados en pleno centro urbano (Fig. 1-1).

También se realizaron recorridos por los canales actuales que drenan el agua de las partes altas de la zona arqueológica hacia las partes bajas de los alrededores y hacia la Aguada Tikal, detrás del Museo de las estelas. Ahora sabemos que los canales actuales del sitio fueron hechos sobre los canales antiguos o prehispánicos. Él mismo participó en las excavaciones que realizó Nicholas Helmuth (Proyecto Tikal-Universidad de Pensilvania) a finales de los años sesenta, en uno de ellos y fueron identificados como canales prehispánicos (Grazioso 2009).

La Aguada Corriental tiene forma circular y está rodeada por un muro perimetral de entre cuatro y siete metros de altura, interrumpida en tres secciones para dar paso a la corriente de agua (accesos). Se ha calculado que tiene una capacidad para 60,000 m³ de agua (Gallopín 1990), después de los recientes estudios se podrá hacer una estimación más precisa.

El mapeo detallado así como la excavación mostraron que el acceso en el noroeste era de ingreso del agua que provenía de las partes elevadas. El acceso sur controlaba el rebalse, un elemento que fue modificado a lo largo del tiempo. El acceso del este es el más complejo y sofisticado y funcionó como una estación para cambiar el curso del agua, permitiendo el ingreso de agua al reservorio durante la temporada de lluvias, y permitiendo la salida del agua en la época seca, al menos durante los periodos más tempranos de la historia del reservorio (Scarborough 2009).

Hasta el momento se pudo determinar que el reservorio o aguada Corriental fue un drenaje natural desde la época anterior al asentamiento de los Mayas en el área, por la que pasaba el torrente de agua que venía del norte, elevación en donde se encuentra la parte central de Tikal, ultimadamente hacia el Bajo Santa Fe, por medio del Arroyo Corriental. Es posible que el flujo de agua que provenía tanto del noreste como del noroeste se haya juntado cerca en lo que es actualmente el depósito de la aguada y de allí se continuara hacia el Arroyo del mismo nombre.

Se tienen datos de que durante el Preclásico Tardío hubo sequías lo que podría haber provocado que los Mayas ejercieran control sobre estos flujos de agua (Scarborough y Burnside 2010). El segmento del profundo canal excavado en el oriente de la aguada (Op1I) indica que la recolección y distribución del agua era de extrema importancia. Se puede especular que la escala monumental de este canal, si lo extrapolamos hacia la pendiente hacia la zona de captación de agua, podría reflejar este evento climático del Formativo Tardío y la necesidad de controlar un régimen pluvial menos abundante. De ser así, el canal y el reservorio representan una modificación significativa al paisaje, un esfuerzo de ingeniería que fue alterado posteriormente (Scarborough 2009, Grazioso 2009).

En la parte central se exploró el Reservorio del Palacio y el Reservorio del Templo. Nuestro principal interés fue el de identificar la historia de sedimentación de los depósitos. El Reservorio del Palacio está flanqueado al norte por la Acrópolis Central y al sur por el templo V, partes de la Acrópolis del sur y otras estructuras menores. Aparentemente este reservorio forma parte de una serie de tres tanques que descienden desde el extremo oeste hacia el este, iniciando con el Reservorio del Templo (el tanque más elevado de Tikal) hasta el Reservorio Escondido que termina en la Calzada Méndez al este. Al parecer esta serie de tanques se encuentra en una hondonada o barranco natural que drenaba el agua de la elevación en donde se situó Tikal (Scarborough 2009, Grazioso 2009).

Conclusiones preliminares:

Se propone que el manejo de la selva por los antiguos Mayas impactó la diversidad de los árboles y las especies vegetales de Tikal, al promover las especies útiles para su economía. Lo más probable es que a través de sus prácticas agroforestales como podar, proteger, trasplantar e inclusive cultivar especies útiles de árboles, los Mayas hayan modificado la composición de la selva para cubrir sus necesidades. Dicha alteración se ve reflejada en la vegetación actual. Con lo anterior, los Mayas dejaron una huella duradera en el terreno de lo que es hoy el Parque Nacional Tikal.

La Aguada Corriental fue modificada en la época de los antiguos Mayas para formar un depósito de forma circular y retener un gran volumen de agua. Cuenta con canales de ingreso y egreso de agua lo que demuestra que esta aguada no sólo servía para almacenar el agua sino también para redistribuirla hacia otros depósitos.

La historia constructiva del Reservoirio del Palacio indica que fue una hondonada o barranca natural al sur de la elevación en donde se asienta la parte central de Tikal. Esta hondonada fue ampliada, sirvió de cantera y posteriormente se empleó como reservorio de agua. Posiblemente construyeron diques, para controlar el paso del agua, entre los tres tanques que observamos hoy día. La estratigrafía encontrada al fondo del depósito nos indica que hubo periodos de fuertes corrientes de agua alternados con periodos de agua estacional, en reposo casi como en un lago. Probablemente la plataforma o banqueta identificada en uno de los pozos (OP6C) se niveló al inicio del uso de la hondonada como reservorio. Esta banqueta facilitaría la extracción del agua y el acceso al fondo del reservorio en un periodo con muy poco volumen de agua y posiblemente corresponda a una etapa anterior a la construcción de los diques entre los tanques. El azolvamiento posterior que ocurre sobre el canal y la roca madre refleja episodios de agua en reposo alternados con episodios de agua en movimiento, incluyendo fuertes corrientes.

El Reservoirio del Templo fue excavado deliberadamente por los antiguos Mayas. Existe un camino o dique entre éste y el Reservoirio del Palacio, pero su historia constructiva no está bien definida. El pozo que se excavó (OP7A) reveló filtraciones o la actividad de un manantial a 1.6 m de la superficie. Se debe mencionar que muy cerca de este depósito se encuentran algunos de los edificios más imponentes del sitio, los Templos II y III, la Estructura 73 y la Acrópolis del Sur. Seguramente la rampa o escalinata que une al Templo III con este reservorio tuvo implicaciones rituales significativas. De confirmarse la existencia de un antiguo manantial al fondo de alguno de los reservorios, se podría argumentar que posiblemente la existencia de dicha fuente de agua haya influido en la selección de este lugar para construir la ciudad. Esto tendría repercusión simbólica y agregaría un significado más al emplazamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, R. E. W., W. E. Brown, Jr., y T. P. Culbert
1981. Radar Mapping, Archaeology, and Ancient Maya Land Use. *Science* 213: 1457-1463.
- Akpinar, E., N. Dunning y J. G. Jones
2008 Aguadas of San Bartolo and Xultun, Petén, Guatemala. Ponencia presentada en *el encuentro de la Sociedad de Arqueología Americana*, abril, Vancouver, British Columbia.
- Andrews IV, E. Wyllis
1943 Archaeology of Southwestern Campeche. Contributions to *American Anthropology and History*, No. 40. Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C.
- Ankli, Anita, Michael Heinrich, Peter Bork, Lutz Wolfram, Peter Bauerfeind, Reto Brun, Cécile Schmid, Claudia Weiss, Regina Bruggisser, Jürg Gertsch, Michael Wasescha y Otto Sticher
2002 Yucatec Mayan Medicinal Plants: Evaluation Based on Indigenous Uses. *Journal of Ethnopharmacology* 79:43–52.
- Azevedo, V. C. R., C. C. Vinson y A. Y. Ciampi
2005 Twelve Microsatellite Loci in *Manilkara huberi* (Ducke) Standl (Sapotaceae), an Amazonian Timber Species. *Molecular Ecology Notes* 5:13–15.
- Beach, T., S. Luzzadder-Beach, N. Dunning, y D. Cook
2008 Human and Natural Impacts on Fluvial and Karst Systems in the Maya Lowlands. *Geomorphology* 101:301-331.
- Beltrán Frias, L.
1987 Subsistencia y Aprovechamiento del Medio. En: *Coba, Quintana Roo Análisis de Dos Unidades Habitacionales Mayas*, editado por L. Manzanilla. Mexico: Universidad Nacional Autónoma. 213-232.
- Benjamin, T. J., P. I. Montañez, J. J. M. Jiménez y A. R. Gillespie
2001 Carbon, Water and Nutrient Flux in Maya Homegardens in the Yucatán Peninsula of México. *Agroforestry Systems* 53:103–111.
- Caldwell, J.
1980 Archaeobotanical Aspects of the 1980 Field Season. En: *The Colha Project: 1980 Interim Report*, editado por T. R. Hester, J. D. Eaton, y H. J. Shafer. Center for Archaeological Research, University of Texas, San Antonio. 257-268.

Carr, R.F. y J.E. Hazard

1961 Map of the Ruins of Tikal, El Peten, Guatemala. Tikal Report No. 11, Museum Monographs, University Museum, Universidad de Pennsylvania.

Cliff, M.B. y C.J. Crane

1989 Changing Subsistence Economy at a Late Preclassic Maya Community. En: *Research in economic anthropology: Prehistoric Maya economies of Belize*: editado por P. McAnany y B. Isaac. Greenwich(CT): JAI Press Inc. 295-324.

Coe, William. R.

1963. A Summary of Excavation and Research at Tikal, Guatemala: 1962. *Estudio de Cultura Maya*, Vol III. Mexico. 41-64.

_____, 1965 Tikal, Guatemala and Emergent Maya civilization. *Science* 147(3664): 1401-1419.

Cowgill, Ursula M. y G. Evelyn Hutchinson

1969 A Chemical and Mineralogical Examination of the Ceramic Sequence from Tikal, El Peten, Guatemala. *American Journal of Science* 267:465-477.

Culbert, T. Patrick

1993 The Ceramics of Central Tikal, Vol. 1. Tikal Report Num. 25A. University Museum Monograph. University Museum, University of Pennsylvania.

_____, V. Fialko, B. McKee, L. Grazioso y J. Kunun

1996. Investigación Arqueológica en el Bajo La Justa: la Temporada de 1996. En: *X Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, editado por J. P. Laporte y H. L. Escobedo. Guatemala City: Museo Nacional de Arqueología y Etnología de Guatemala. 367-371.

Culley, Theresa M.

2005 Characterization of Newly Developed Microsatellite Loci in the Stemmed Yellow Violet, *Viola pubescens* (Violaceae). *Molecular Ecology Notes* 5:882-884.

Deevey, E.S., D. Rice, P. Rice, H. H. Vaughn, M. Brenner y M. S. Flannery

1979. Impact on a Tropical Karst Environment. *Science* 206:298-306.

Doyle, J. J. y J. L. Doyle.

1987 A Rapid DNA Isolation Procedure for Small Quantities of Fresh Leaf Tissue. *Phytochemical Bulletin* 19:11-15.

Dunning, N. P. y T. Beach

2000 Stability and Instability in Prehispanic Maya Landscapes. En: *An Imperfect Balance: Landscape Transformations in the Precolumbian Americas*, editado por D. Lentz. Columbia University Press, New York. 179-202.

_____, T. P. Culbert, V. Fialko, T. Sever, J. G. Jones, L. Grazioplene, y D. Irwin
2002. The Bajo de Santa Fe revisited. El papel presentó en la 67th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Denver.

_____, J. G. Jones, T. Beach, y S. Luzzadder-Beach
2003 Physiography, Habitats, and Landscapes of the Three Rivers Region. En: *Heterarchy, Political Economy, and the Ancient Maya: The Three Rivers Region of the east-central Yucatan Peninsula*, editado por V. Scarborough, F. Valdez, Jr. y N. Dunning. University of Arizona Press, Tucson. 14-24.

_____, T. Beach, y S. Luzzadder-Beach
2006 Environmental Variability Among Bajos in the Southern Maya Lowlands and its Implications for Ancient Maya Civilization and Archaeology. En: *Precolumbian Water Management*, editado por L. Lucero y B. Fash. University of Arizona Press, Tempe. 111-133.

_____. 2009 Notas de campo, Temporada 2009. Archivo del Proyecto Prácticas de Silvicultura y Manejo del Agua por los Antiguos Mayas de Tikal.

Fialko, Vilma

1999a. Reconocimientos en la Cuenca del Río Holmul y Bajos Ixtinto y Socotzal. Informe para NASA 1999.

_____. 1999b. Recursos Hidráulicos en Tikal y sus Periferias. XIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, Museo Nacional de Arqueología.

Flannery, K.V. (ed.).

1982. *Ancient Mesoamerican Subsistence*. New York: Academic Press.

Folan, W. J., M. C. Sánchez González y J. M. García Ortega

1999. Naturaleza y Cultura en Calakmul, Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México.

Gallopín, Gary G.

1990 Water Storage Technology at Tikal, Guatemala. Tesis de Maestría, Departamento de Antropología, Universidad de Cincinnati.

García-Frapolli, Eduardo, Bárbara Ayala-Orozco, Martha Bonilla-Moheno, Celene Espadas-Manrique y Gabriel Ramos-Fernández

2007 Biodiversity Conservation, Traditional Agriculture and Ecotourism: Land cover/land use Change Projections for a Natural Protected Area in the Northeastern Yucatan Peninsula, Mexico. *Landscape and Urban Planning* 83:137–153.

Grazioplene Sierra, Liwy.

2009. Notas de campo, Temporada 2009. Archivo del Proyecto Prácticas de Silvicultura y Manejo del Agua por los Antiguos Mayas de Tikal.

Greller, Andrew, M.

2000 Vegetation in the floristic regions of North and Central America. En: *Imperfect Balance: Landscape Transformations in the Precolumbian Americas*, editado por D.L. Lentz. New York: Columbia University Press. 39-87.

Harrison, P.D. y B.L. Turner II (eds.).

1978. *Pre-Hispanic Agriculture*. Albuquerque: University of New Mexico Press.

Haviland, W. A.

1985. *Excavations in Small Residential Groups of Tikal, Groups 4F-1 and 4F-2. Tikal Report 19*. Philadelphia: University Museum Publications.

Heaton, H. J., R. Whitkus y A. Gómez-Pompa

1999 Extreme Ecological and Phenotypic Differences in the Tropical Tree Chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen) are not Matched by Genetic Divergence: a Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Analysis. *Molecular Ecology* 8:627-632.

Hodell, D.A., Brenner, M. y Curtis, J.H.

2000 Climate Change in the Northern American Tropics and Subtropics Since the Last Ice Age. En: *Imperfect Balance: Landscape Transformations in the Precolumbian Americas*. editado por D.L. Lentz Columbia University Press, New York.13-38.

Hurst W.J., R.A. Martin Jr., S.M. Tarka Jr. y G.D. Hall

1989 Authentication of Cacao in Ancient Mayan Vessels using HPLC Techniques. *Journal of Chromatography* 466:279-289.

Islebe, G.A., H. Hooghiemstra, M. Brenner, J. H. Curtis, y D. A. Hodell

1996. A Holocene Vegetation History from Lowland Guatemala. *The Holocene* 6(3), 265- 271.

La Torre-Cuadros, Maria de Los Angeles y Gerald A. Islebe

2003 Traditional Ecological Knowledge and Use of Vegetation in Southeastern Mexico: a Case Study from Solferino, Quintana Roo. *Biodiversity and Conservation* 12:2455–2476.

Laporte, Juan Pedro

1987. El Grupo 6C-XVI, Tikal, Petén: Un Centro Habitacional del Clásico Temprano. En: *Memorias del Primer Coloquio Internacional de Mayistas*. Mexico City: Centro de Estudios Mayas, Universidad Autónoma de México. 221-44.

_____. 1993. Architecture and Social Change in Late Classic Maya Society: the Evidence from Mundo Perdido, Tikal. En *Lowland Maya Civilization in the Eighth Century A.D.*, editado por Jeremy A. Sabloff y John S. Henderson. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C. 299-317.

_____. 1995. Preclásico a Clásico en Tikal: Proceso de Transformación en Mundo Perdido. En: *The Emergence of Lowland Maya Civilization: The Transition from the Preclassic to the Early Classic*, editado por Nikolai Grube. Acta Mesoamericana, 8. (Verlag Anton Sauerwein: Mockmuhl, Germany.) 103-116..

_____. 1997 Exploración y Restauración en la Gran Pirámide de Mundo Perdido, Tikal (Estructura 5C-54). En: *X Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala (1996)*, Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología. 325-350.

_____. 2003. Thirty Years Later: Some Results of Recent Investigations in Tikal. En: *Tikal: Dynasties, Foreigners, & Affairs of State*, editado por Jeremy A. Sabloff. School of American Research Advanced Seminar Series, Santa Fe, N.M. 281-318.

_____ y Vilma Fialko
1985 *Reporte Arqueológico (1979-1984): Mundo Perdido y Zonas de Habitación, Tikal, Petén*. Guatemala: Ministerios de Educación y Comunicaciones, Transporte y Obras Publicas.

_____ y Vilma Fialko.
1990 New Perspectives on Old Problems: Dynastic References for the Early Classic Maya. En: *Vision and Revision in Maya Studies*. editado por F.S. Clancy y P. Harrison. Albuquerque: University of New Mexico Press. 33-66.

_____ y Vilma Fialko.
1995 Un Reencuentro con Mundo Perdido, Tikal, Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 6:41-94.

Lentz, David L.

1991 Maya diets of the Rich and Poor: Paleoethnobotanical Evidence from Copán. *Latin American Antiquity* 2:269-287.

_____. 1994 Paleoethnobotanical Evidence for Subsistence Practices and Other Economic Activities in the Petexbatun Region during the Classic Period. El papel presentó a la 93rd American Anthropological Association Meeting, Atlanta, GA.

_____. 1999 Plant Resources of the Ancient Maya: The Paleoethnobotanical Perspective. En: *Reconstructing Ancient Maya Diet*, editado por C. D. White. Salt Lake City: University of Utah Press. 3-18.

_____, M. Beaudry-Corbett, M.L. Reyna De Aguilar y L. Kaplan
1996 Foodstuffs, Forests, Fields and Shelter: A Paleoethnobotanical Analysis of Vessel Contents from the Cerén Site, El Salvador. *Latin American Antiquity* 7:247-262.

- _____, Haddad, S. Cherpelis, H.J. Mary Joo y M. Potter
 2002 Long-term Influences of Ancient Maya Agroforestry Practices on Tropical Forest Biodiversity in Northwestern Belize. En: *Ethnobiology and Biocultural Diversity: Proceedings of the Seventh International Congress of Ethnobiology*, editado por J. R. Stepp, F. S. Wyndham y R. Zarger. University of Georgia Press, Athens. 431-442.
- _____, y R. Dickau.
 2005. *Seeds of Central America and Northern Mexico*. New York Botanical Garden Press, Bronx, NY.
- _____, J. Yaeger, C. Robin y W. Ashmore
 2005 Pine, Prestige and Politics of the Late Classic Maya at Xunantunich, Belize. *Antiquity* 79:573-585.
- _____, y B. Hockaday
 2009 Tikal Timbers and Temples: Ancient Maya Agroforestry and the End of Time. *Journal of Archaeological Science* 36: 1342-1353.
- Lewis, P. O. y D. Zaykin
 2001 Genetic Data Analysis: Computer Program for the Analysis of Allelic Data. Version 1.0 (616c). Programa libre distribuido por los autores sobre el Internet de <http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/plewis/software.php>
- Leyden, B.W.
 1987. Man and Climate in Maya Lowlands. *Quaternary Research* 28, 407-414.
- Lundell, C.L.
 1934 Preliminary Sketch of the Phytogeography of the Yucatan Peninsula. Carnegie Institution, Washington D.C.
- Maler, Theobert
 1911. Explorations in the Department of Peten, Guatemala-Tikal. *Memoirs*, Peabody Museum, Harvard University, Vol. 5 (1). Cambridge, MA.
- McKillop, Heather
 1994 Ancient Maya Tree Cropping, a Viable Subsistence Adaptation for the Island Maya. *Ancient Mesoamerica* 5:129-140.
- Matsuoka, Yoshihiro, Yves Vigouroux, Major M. Goodman, Jesus Sanchez G., Edward Buckler, y John Doebley
 2002 A Single Domestication for Maize Shown by Multilocus Microsatellite Genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99:6080-6084.

Miksicek, Charles H.

1983 Macrofloral Remains of the Pulltrouser Area; Settlements and Fields. En: *Pulltrouser Swamp*, editado por B.L. Turner II y P.D. Harrison. Austin: University of Texas Press. 94-104.

_____. 1986 Paleobotanical Identification. En: *The Archaeology of Santa Leticia and the Rise of Maya Civilization*, editado por A. A. Demarest. New Orleans: Tulane University Press. 199-200.

_____. 1988 Man and Environment at Cihuatán. En *Cihuatán, El Salvador: A Study in Intrasite Variability*, editado por Jane H. Kelley. Vanderbilt University Press, Nashville. 149-155.

_____. 1990 Early Wetland Agriculture in the Maya Lowlands: Clues from Preserved Plant Remains. En: *Ancient Maya Wetland Agriculture: Excavations on Albion Island, Northern Belize*, editado por Mary Pohl. Westview Press, Boulder. 295-312.

_____, E. S. Wing, and S. J. Scudder

1991 The Ecology and Economy of Cuello. En *Cuello: An Early Maya Community in Belize*, editado por N. Hammond. Harvard University Press. Cambridge. 70-84.

Miller, Allison y Barbara Schaal

2006 Domestication and the Distribution of Genetic Variation in Wild and Cultivated Populations of the Mesoamerican Fruit Tree *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae). *Molecular Ecology* 15:1467–1480.

Millspaugh, C.F.

1895 *Contribution to the Flora of Yucatan*. Field Columbian Museum, Chicago.

_____. 1904 *Plantae Yucatanae: (regionis Antillanae): Plants of the Insular, Coastal and Plain Regions of the Peninsula of Yucatan, Mexico*. Field Columbian Museum, Chicago.

Morley, S.G.

1937-1938. The Inscriptions of Peten. Washington, D.C.: *Carnegie Institution of Washington Publication* 437, 5 Vols.

Nair, R. y Sumitra Chanda

2008 Antimicrobial Activity of *Terminalia catappa*, *Manilkara zapota* and *Piper betel* Leaf Extract. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* 70:390-393.

Pearsall, Deborah

1989 *Paleoethnobotany*. Academic press, New York, New York.

Pennington, Terence D.

2000 *Sapotaceae*, Flora Neotropica Monograph 52. New York: New York Botanical Garden. 64-69.

_____. 2004 Sapotaceae. En: *Flowering Plants of the Neotropics*, editado por Smith, Nathan, Scott A. Mori, Andrew Henderson, Dennis Wm. Stevenson, y Scott V. Heald. Princeton University Press, 342-344.

Pereira, Flaviane V., Leandro V. A. Gurgel, Sérgio F. de Aquino y Laurent F. Gil
2009 Removal of Zn²⁺ from Electroplating Wastewater using Modified Wood Sawdust and Sugarcane Bagasse. *Journal of Environmental Engineering* 135(5):341-350.

Pope, K. y B. H. Dahlin.
1989 Ancient Maya Wetland Agriculture: New Insights from Ecological and Remote Sensing Research. *Journal of Field Archaeology* 16:87-106.

Proskouriakoff, Tatiana
1946. *An Album of Maya Architecture*. Pub. 558. Washington, D.C. Carnegie Institution.

Puleston, D. E.
1983. The Settlement Survey of Tikal. *Tikal Report 13*. Philadelphia: University Museum Publications.

Rzedowski, J.
1978 Vegetación de Mexico. *Editorial Limusa*, Mexico.

Salinas-Peba, Luis y Victor Parra-Tabla
2007 Phenology and Pollination of *Manilkara zapota* in Forest and Homegardens. *Forest Ecology and Management* 248:136-142.

Scarborough, Vernon L. y Gary G. Gallopín
1991 Water Storage Adaptation in the Maya Lowlands. *Science* 251:658-662.

Scarborough, Vernon L.
1994 From Political Economy to Anthropology: Situating Economic Life in Past Societies. En: *Water Management as a Function of Locational and Appropriational Movements and the Case of the Classic Maya of Tikal*, editado por C.M. Duncan y D.W. Tandy. Montreal. Canada: Black Rose Books, 105-121.

_____. 2009 Notas de campo, Temporada 2009. Archivo del Proyecto Prácticas de Silvicultura y Manejo del Agua por los Antiguos Mayas de Tikal.

_____ y William R. Burnside
2010 Complexity and Sustainability: Perspectives from the Ancient Maya and the Modern Balinese. *American Antiquity* (en prensa).

Standley, Paul C.
1930 *Flora of Yucatan*. Field Museum of Natural History. Chicago.

_____ y Williams, Louis O.

1967 Flora of Guatemala. *Fieldiana: Botany* 24, part VIII, Number 3: Field Museum of Natural History, 211-226.

Shook, Edwin M.

1951. Investigaciones Arqueológicas en las Ruinas de Tikal, Departamento de El Petén, Guatemala. *Antropología e historia*, Vol 3 (1), pp. 9-32.

Thompson, Kim

2009 Notas de Campo, Temporada 2009. Archivo del Proyecto Prácticas de Silvicultura y Manejo del Agua por los Antiguos Mayas de Tikal.

Tikal Reports Numbers 1-11

1968 Facsimile Reissue of Original Reports Published 1958-1961 (University Museum Monograph 64) University of Pennsylvania Press: Pennsylvania.

Tozzer, A. M.

1911. Preliminary Study of the Ruins of Tikal, Guatemala. *Memoirs, Peabody Museum, Harvard University*. Cambridge, Massachusetts. Vol. 5 (2).

Tsukata, M. y E.S. Deevey

1967. Pollen Analysis from Four Lakes in the Southern Maya Area of Guatemala and El Salvador. En: *Quaternary Paleoecology*. editado por E. J. Cushing y E. Wright. Yale University Press, New Haven. 303-331.

Turner II, Billie Lee y Charles H. Miskicek

1984 Economic Plant Species Associated with Prehistoric Agriculture in the Maya Lowlands. *Economic Botany* 38:179-193.

Urquiza-Haas, Tania, Carlos A. Peres y Paul M. Dolman

2009 Regional Scale Effects of Human Density and Forest Disturbance on Large-bodied Vertebrates Throughout the Yucatán Peninsula, Mexico. *Biological Conservation* 142:134-148.

Vaughn, H., E.S. Deevey, y S. Garrett-Jones

1985. Pollen Stratigraphy from Two Cores from the Petén Lake District, with an Appendix on Two Deep-water Cores. En: *Prehistoric Lowland Maya Environment and Subsistence Economy*, Papers of the Peabody Museum 77, Cambridge. 73-90.

Vigouroux, Yves, Yoshihiro Matsuoka, y John Doebley

2003 Directional Evolution for Microsatellite Size in Maize. *Molecular Biology and Evolution* 20:1480-1483.

Wagner, Philip L.

1964 Natural Vegetation of Middle America. En: *Natural Environment and Early Culture*, editado por Robert Wauchop. University of Texas Press, Austin. 216-263.

Weir, B. S. y C. Clark Cockerham

1984 Estimating F-Statistics for the Analysis of Population Structure. *Evolution* 38(6):1358-1370.

Weterings, Martinus Jacobus Antonius, Suzanne Maria Weterings-Schonck, Henricus Franciscus Maria Vester y Sophie Calmé

2008 Senescence of *Manilkara zapota* trees and implications for large frugivorous birds in the Southern Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management* 256:1604–1611.

ANEXOS

• Figuras.....	94
• Planos.....	140
• Tablas.....	152

Figuras

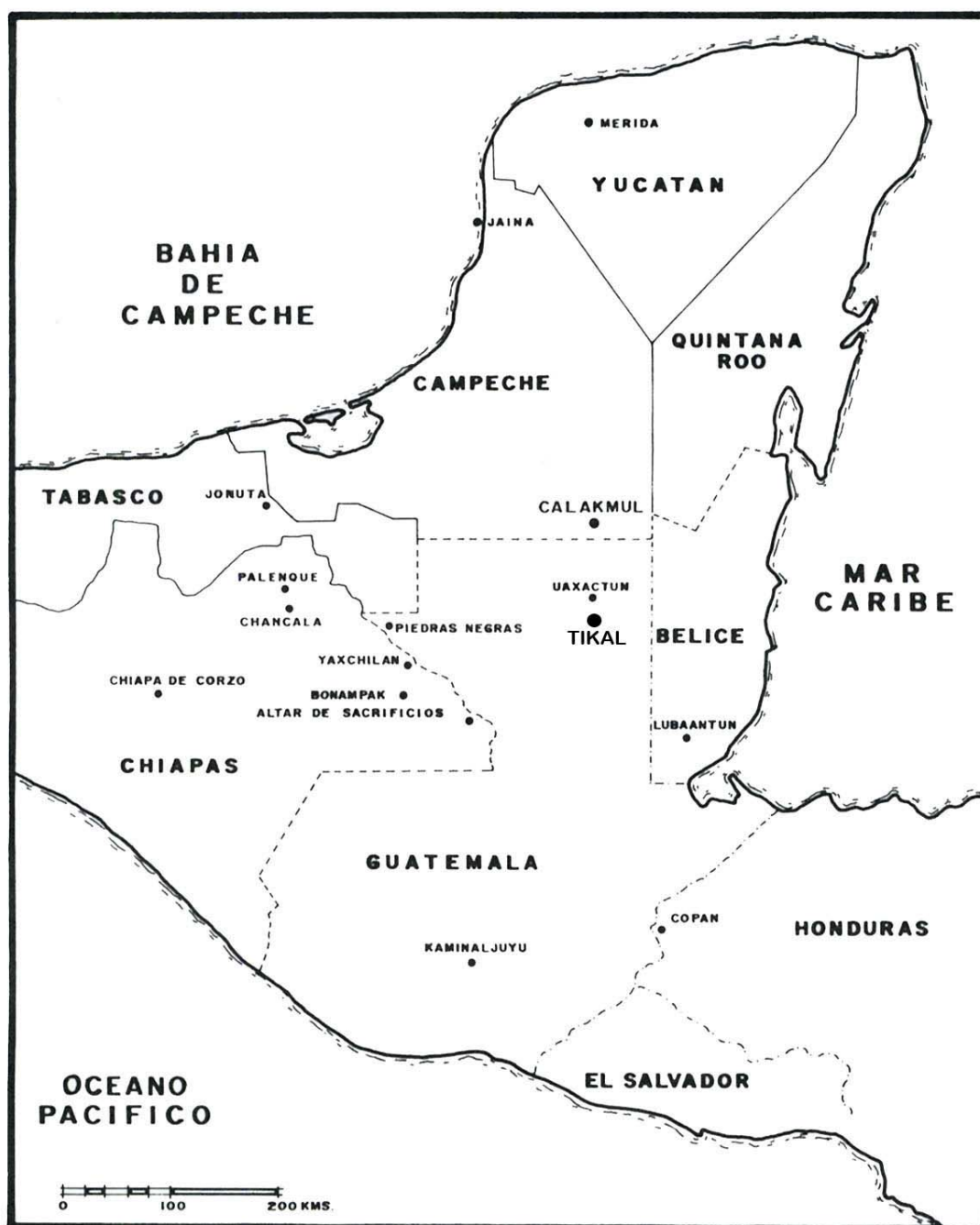


Fig. Intro-1. Ubicación geográfica de Mesoamérica. Mapa original según Folan et al. (1999).

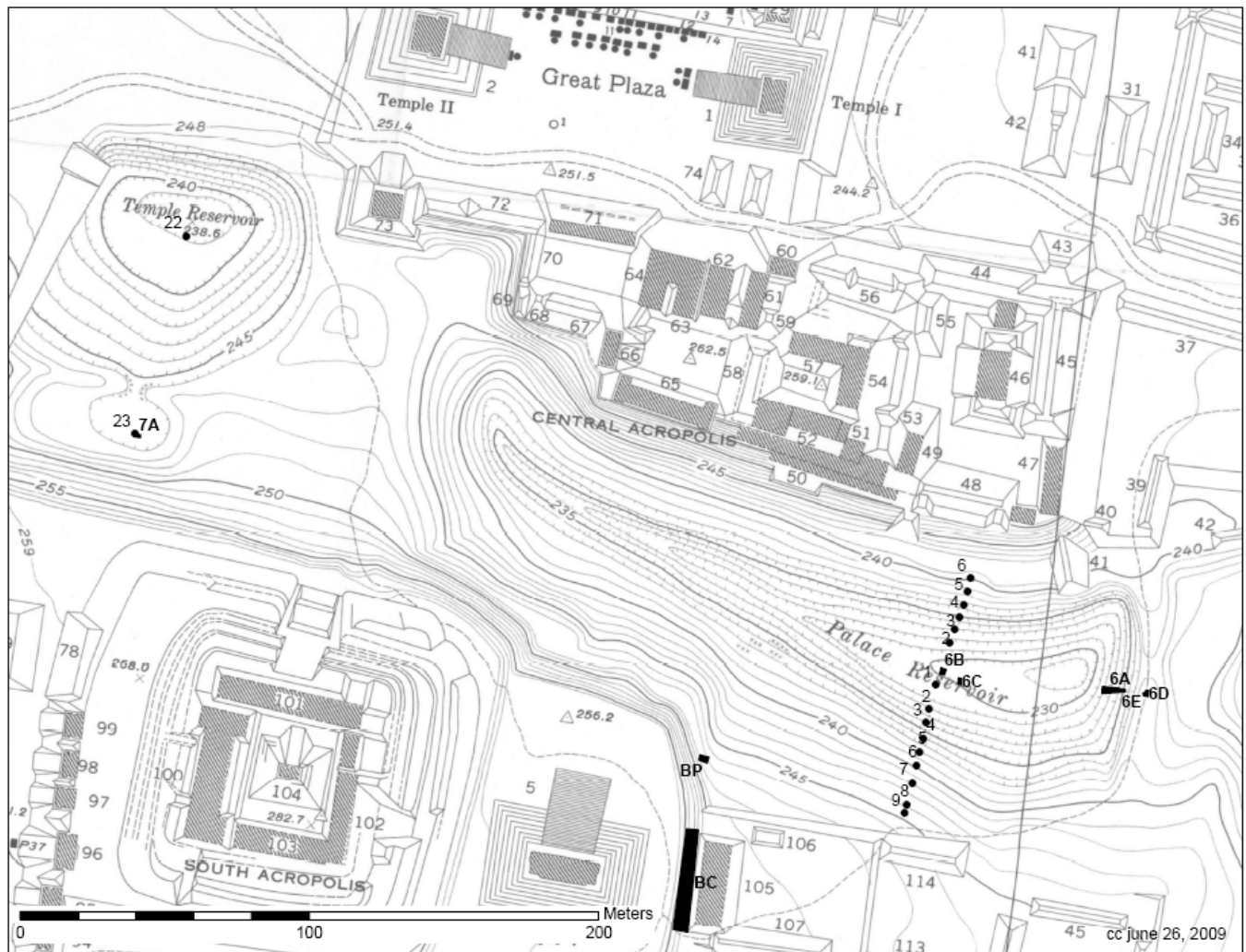


Fig. 1-1. Mapa de las localidades de los operaciones y núcleos de los reservorios de Templo y Palacio



Fig. 1-2. Mapa de Reservoir Corriental con localidades de núcleos, transectos y operaciones. La líneas señalan el recorrido que se trazó para la inspección de vegetación e identificación de especies botánicas, hacia el norte y sur del Reservoir de Corriental, cerca de la parte central de Tikal.

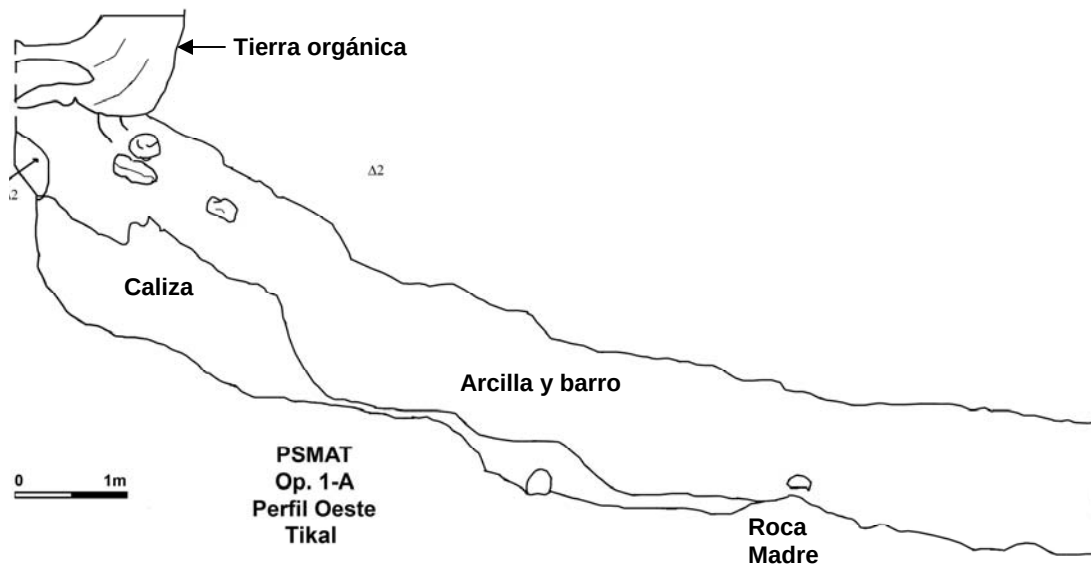


Fig. 1-3. Perfil oeste de Op. 1-A. Dibujo de C. Escobar y A. Arriola

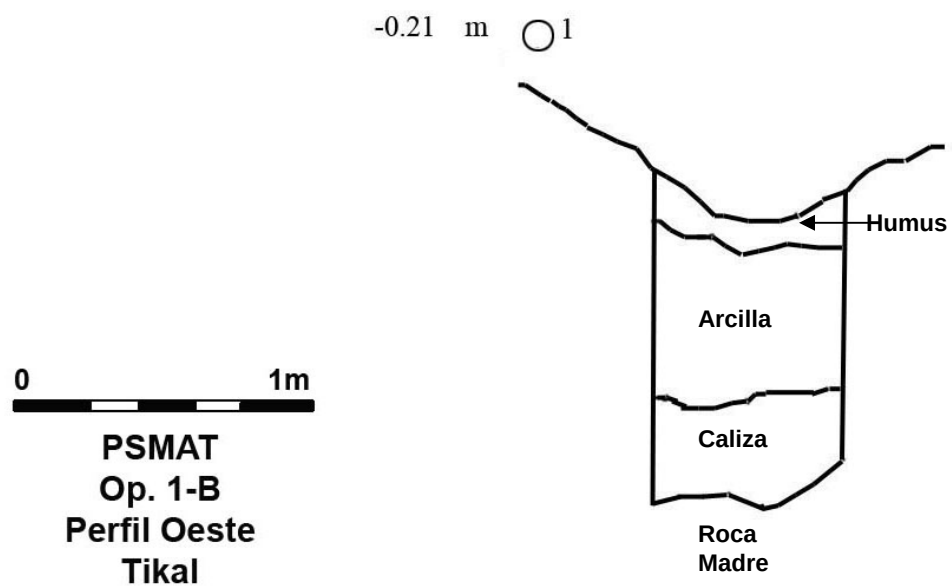


Fig. 1-4. Perfil oeste de Op. 1-B. Dibujo de C. Escobar y A. Arriola

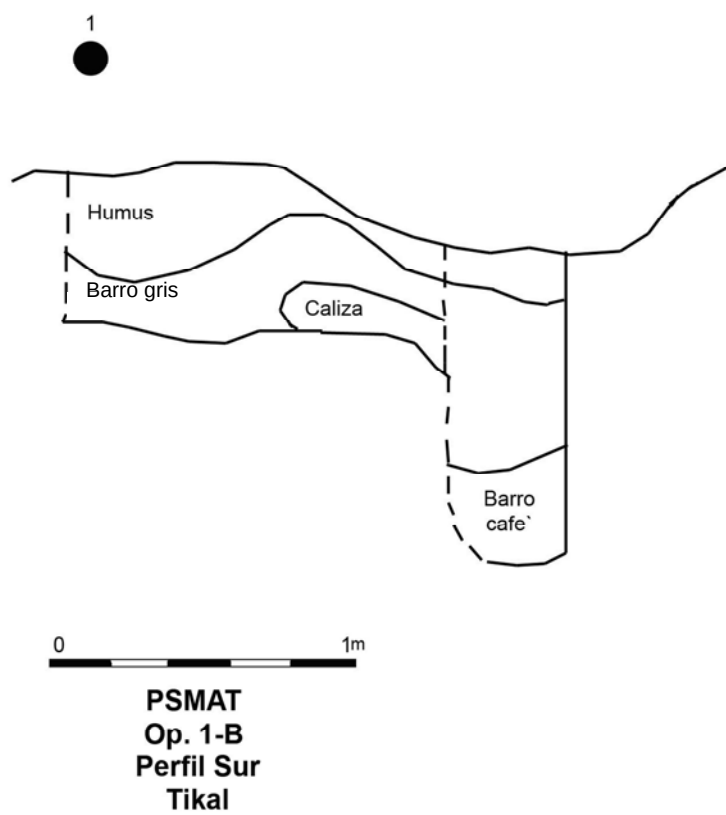


Fig. 1-5. Perfil sur de Op. 1-B. Dibujo de C. Escobar y A. Arriola

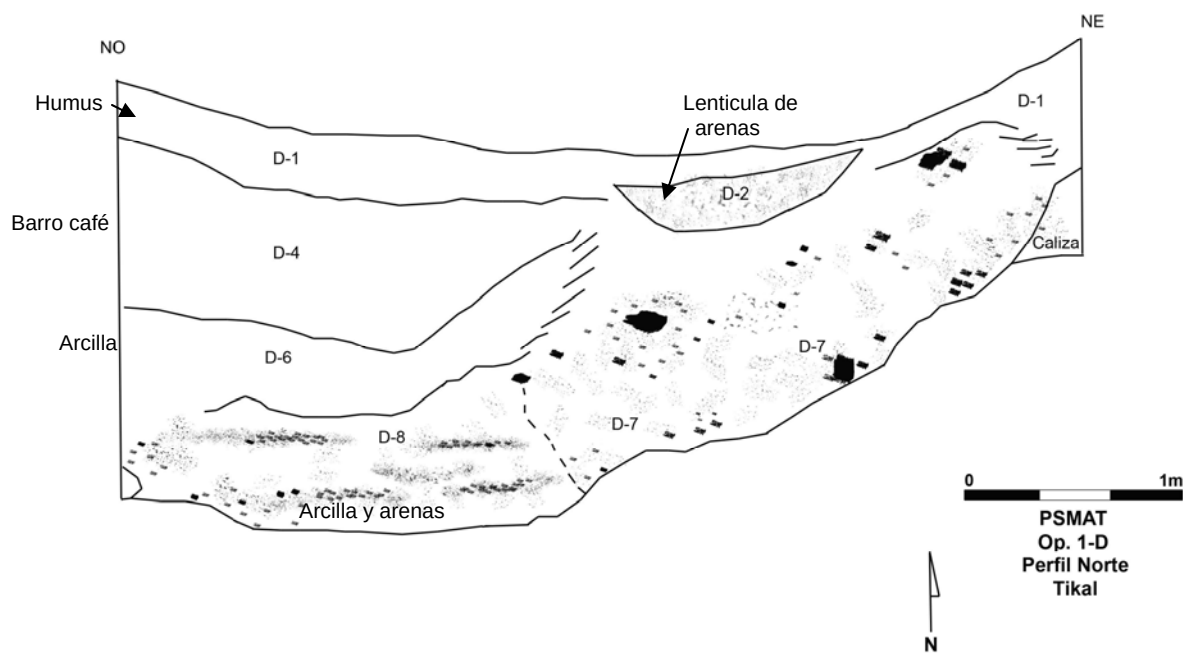


Fig. 1-6. Perfil norte de Op. 1-D. Dibujo de A. Arriola, S. Gonzalez, M. Corado y L. Perez

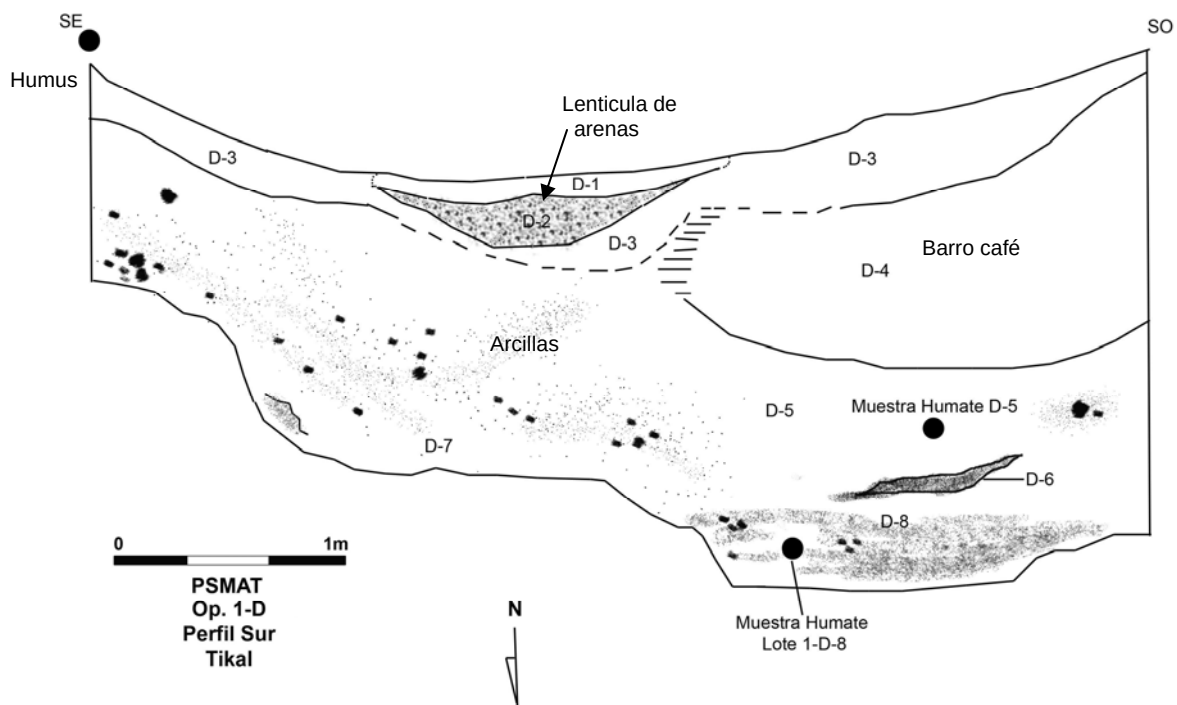


Fig. 1-7. Perfil sur de Op. 1-D. Dibujo de A. Arriola, S. Gonzalez, M. Corado y L. Perez

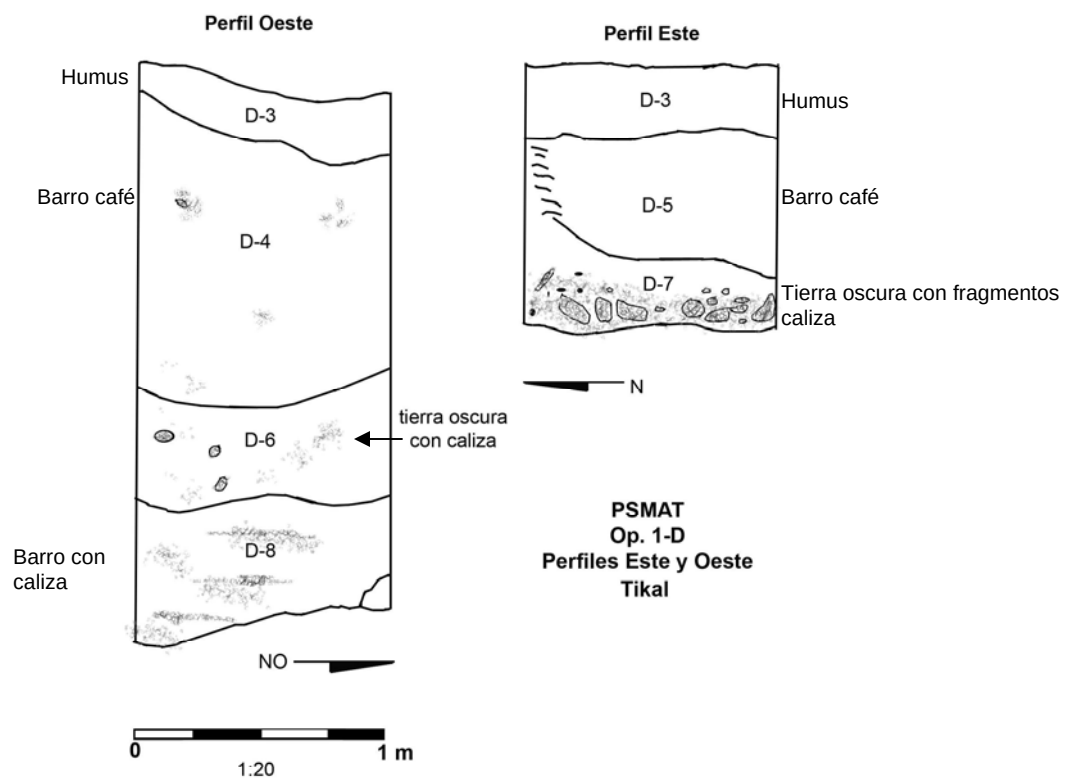


Fig. 1-8. Perfil este y oeste de Op. 1-D. Dibujo de A. Arriola, S. Gonzalez y L. Perez

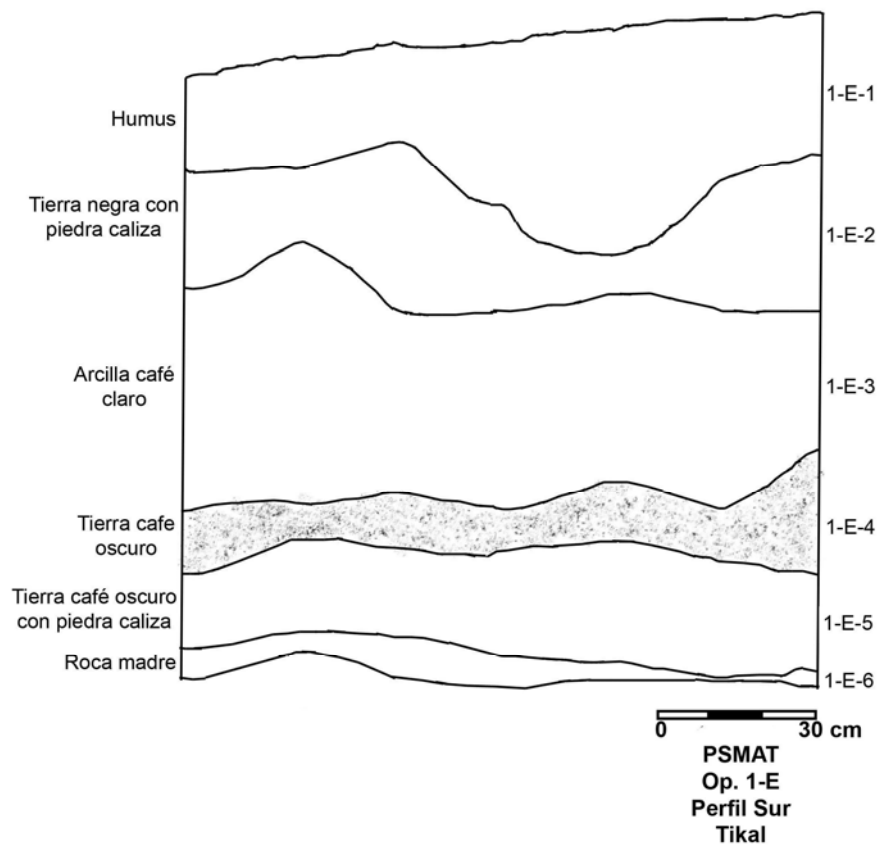


Fig. 1-9. Perfil sur de Op. 1-E. Dibujo de A. Arriola, C. Escobar

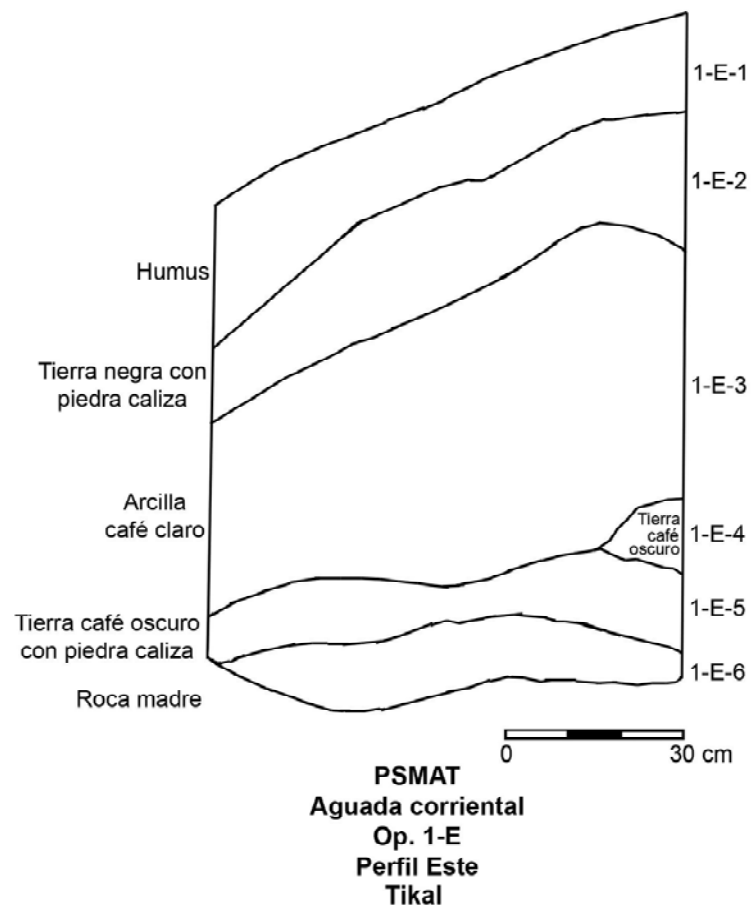


Fig. 1-10. Perfil este de Op. 1-E. Dibujo de A. Arriola, C. Escobar y S. Carcuz

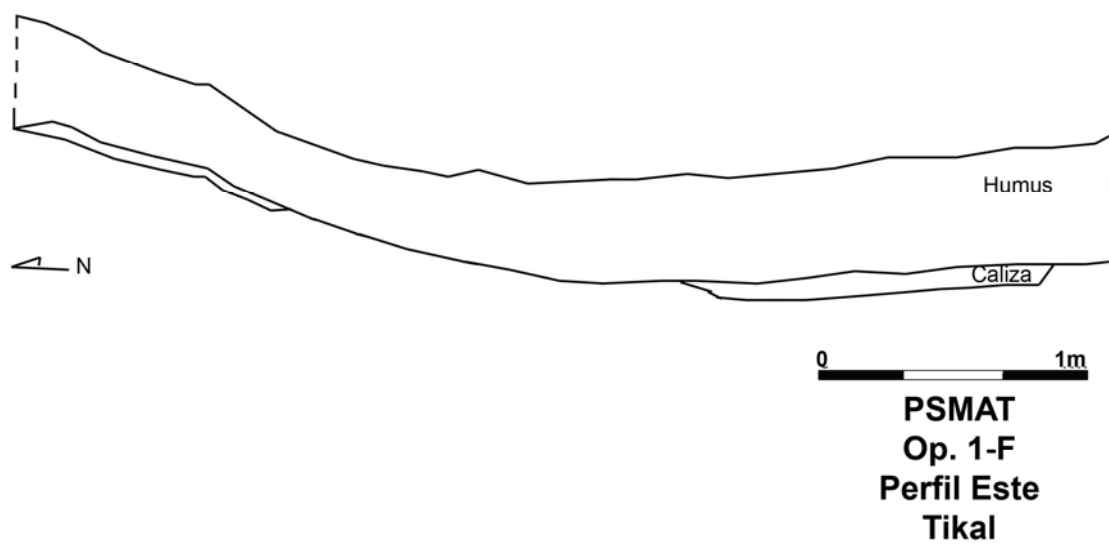


Fig. 1-11. Perfil este de Op 1-F. Dibujo de A. Arriola, R. Macano

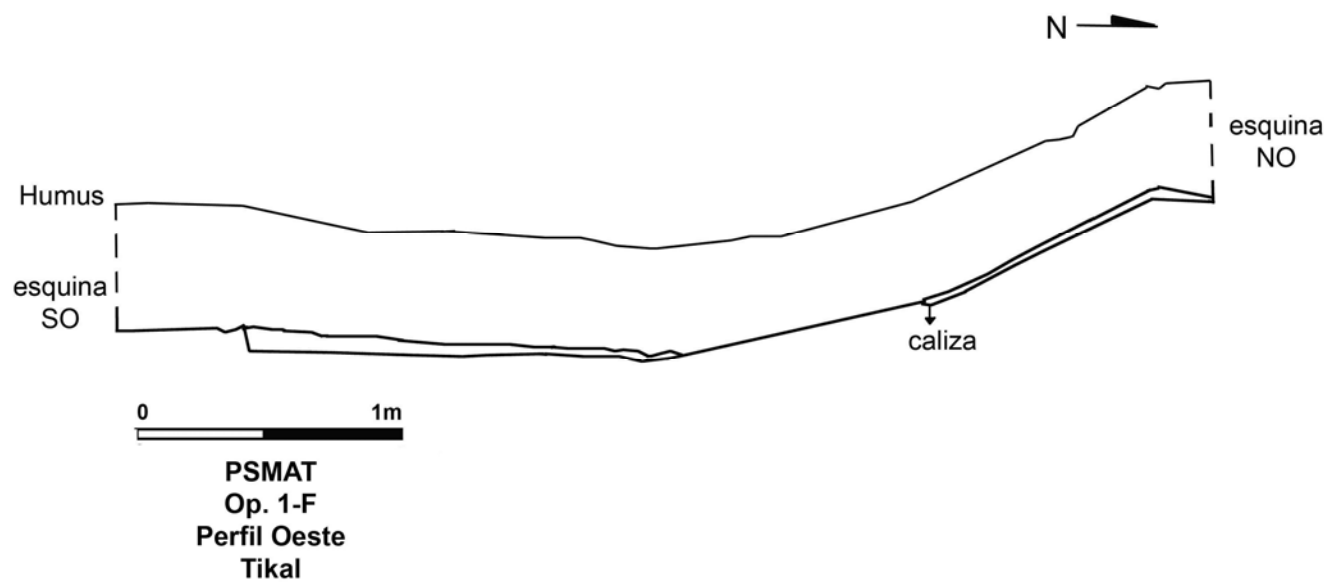


Fig. 1-12. Perfil oeste de Op. 1-F. Dibujo de A. Arriola, R. Macano

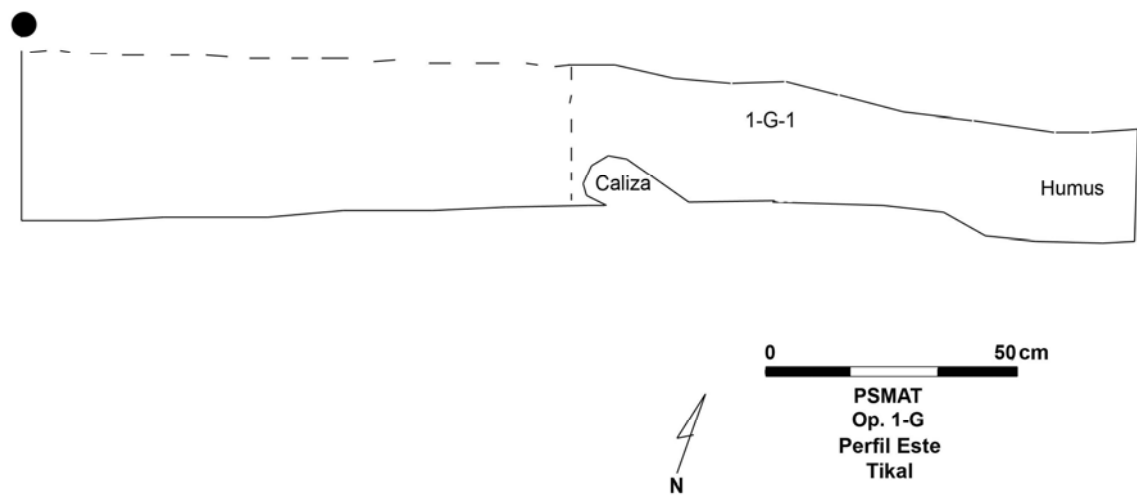


Fig. 1-13. Perfil este de Op. 1-G. Dibujo de A. Arriola

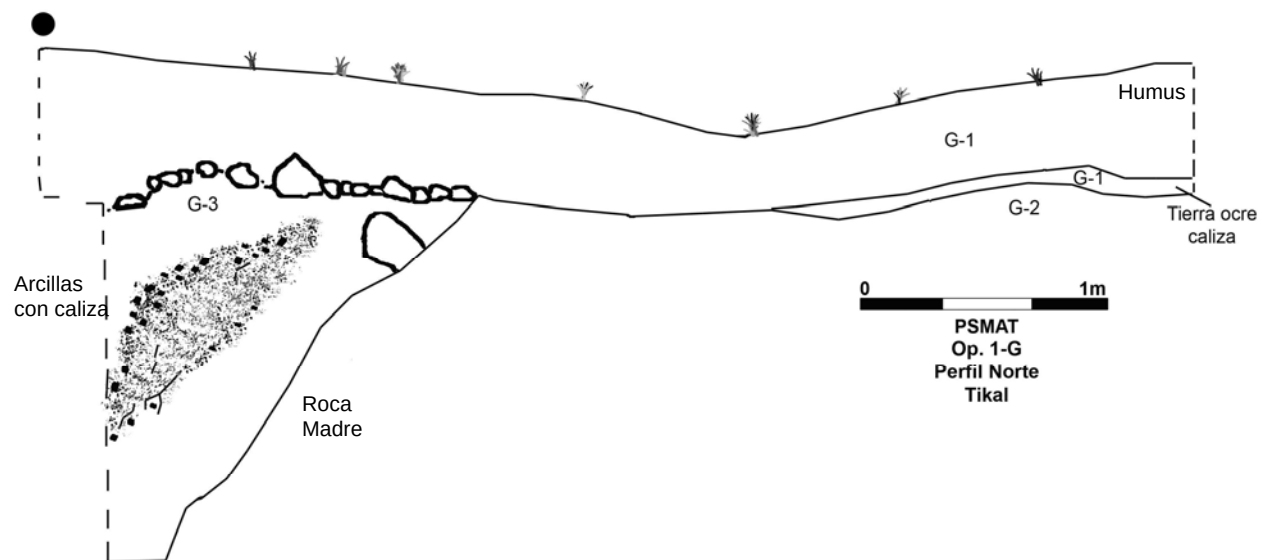


Fig. 1-14. Perfil norte de Op. 1-G. Dibujo de M. Corado y A. Arriola

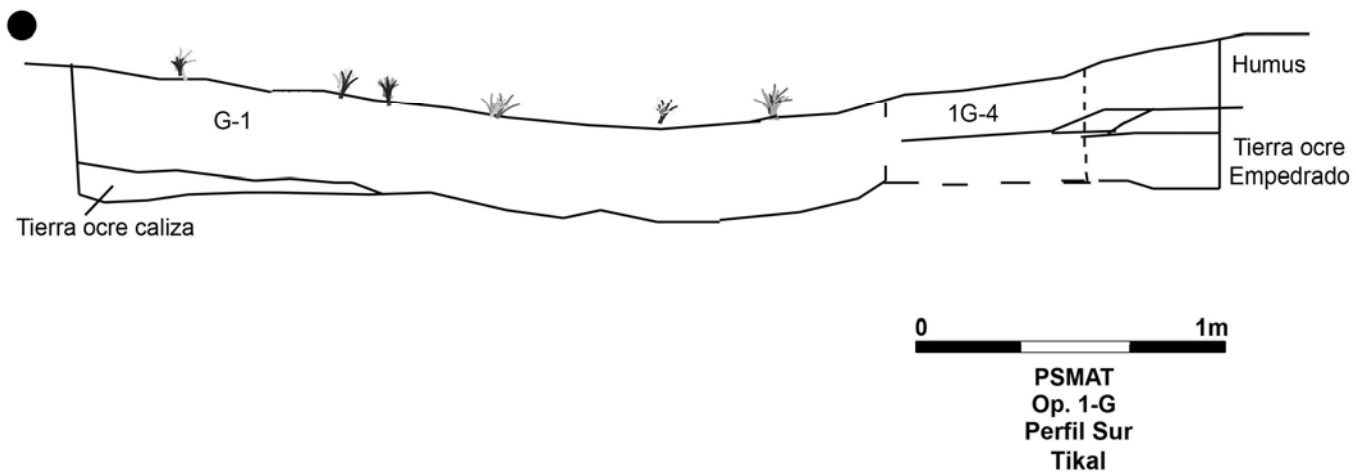


Fig. 1-15. Perfil sur de Op. 1-G. Dibujo de A. Arriola

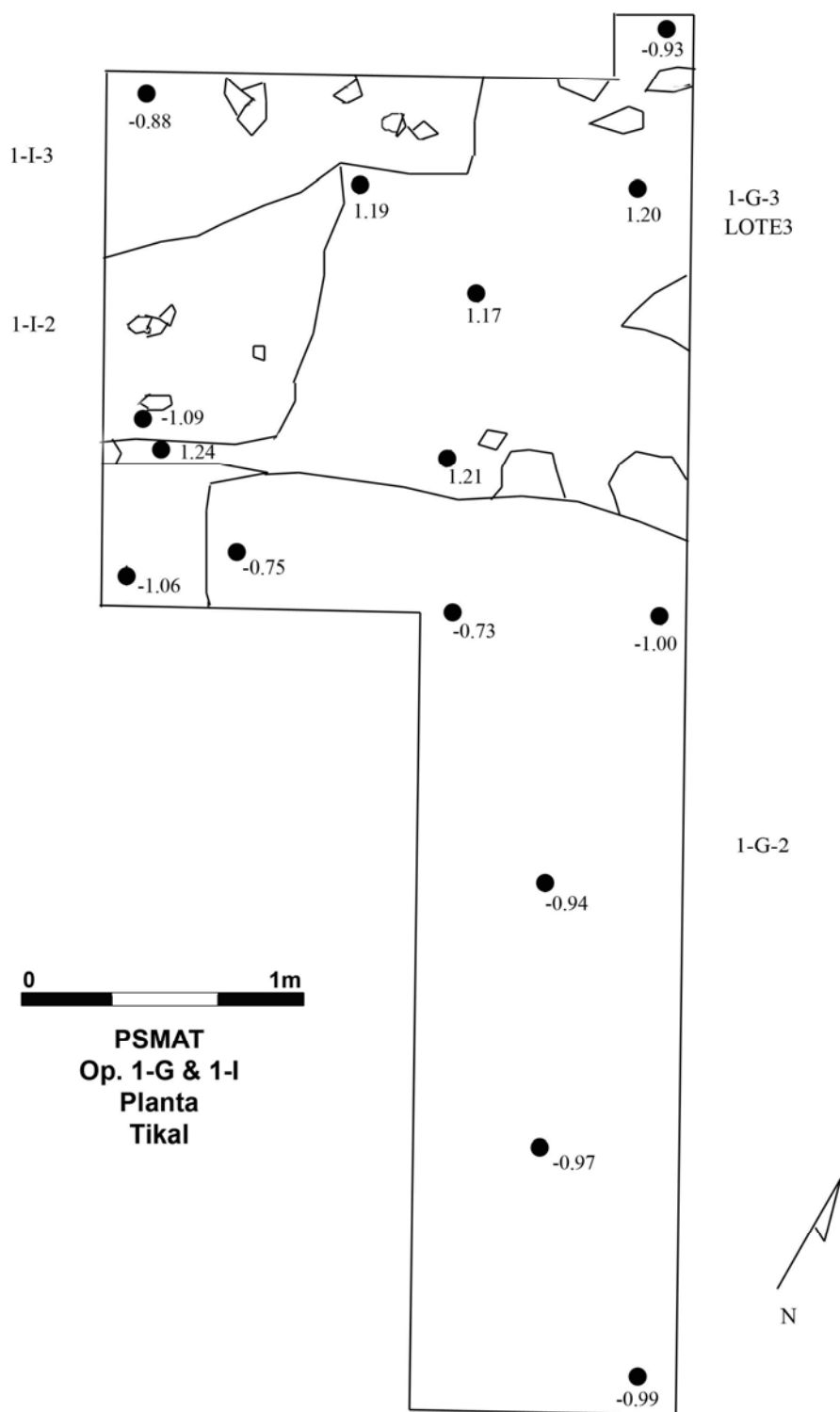


Fig. 1-16. Planta norte de Op. 1-G & 1-I. Dibujo de A. Arriola y M. Corado

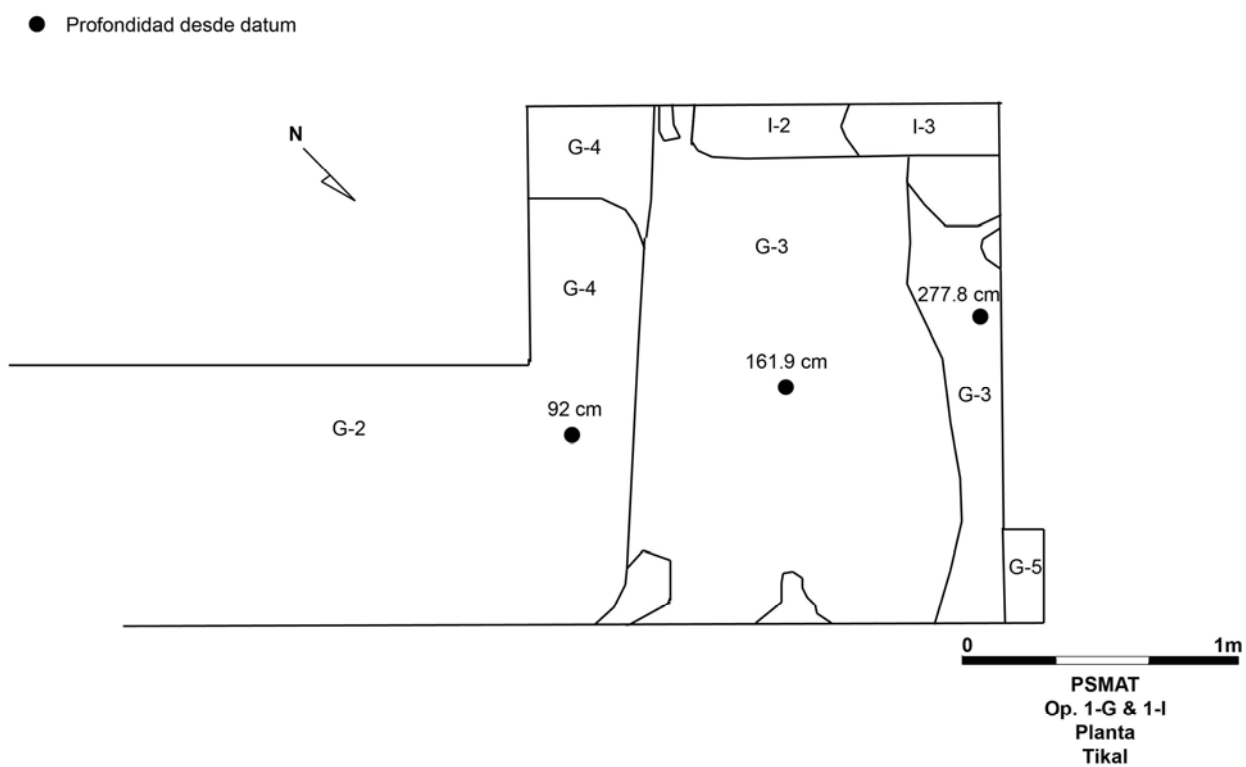


Fig. 1-17. Planta de Op. 1-G & 1-I. Dibujo de M. Corado

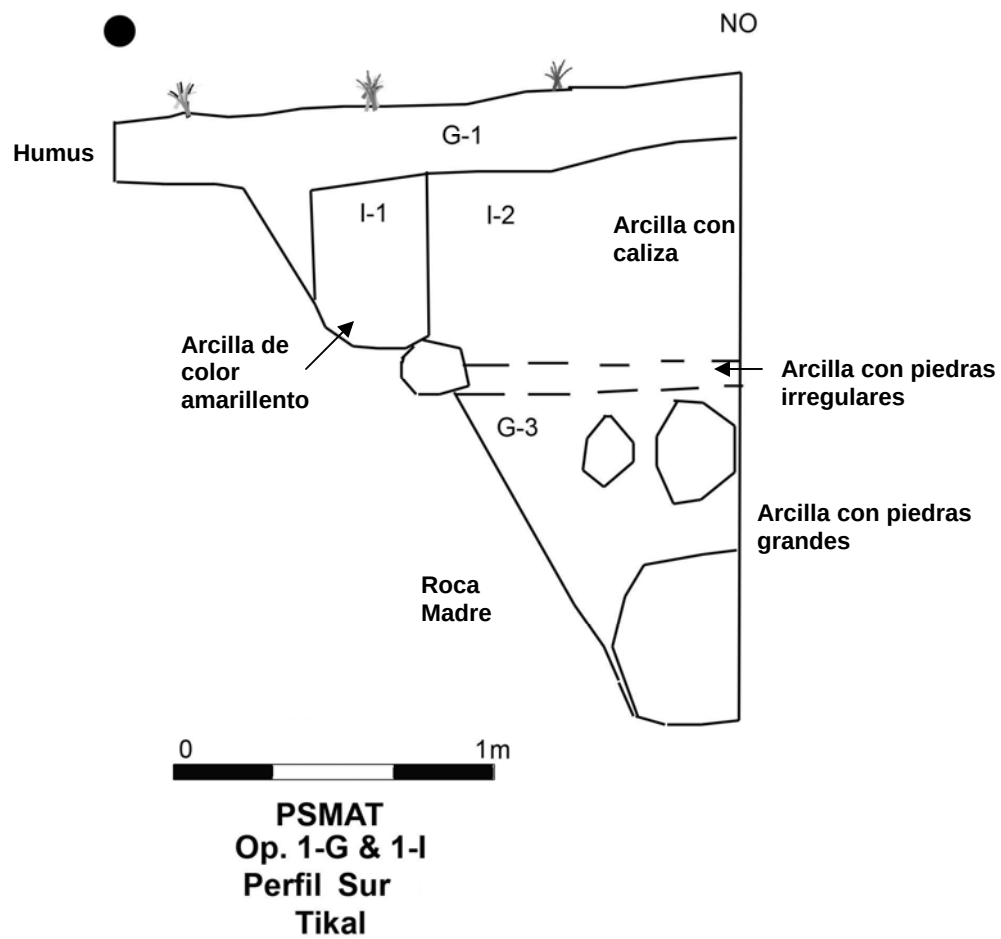


Fig. 1-18. Perfil sur de Op. 1-G & 1-I. Dibujo de M. Corado, S. Gonzalez y P. Hidalgo

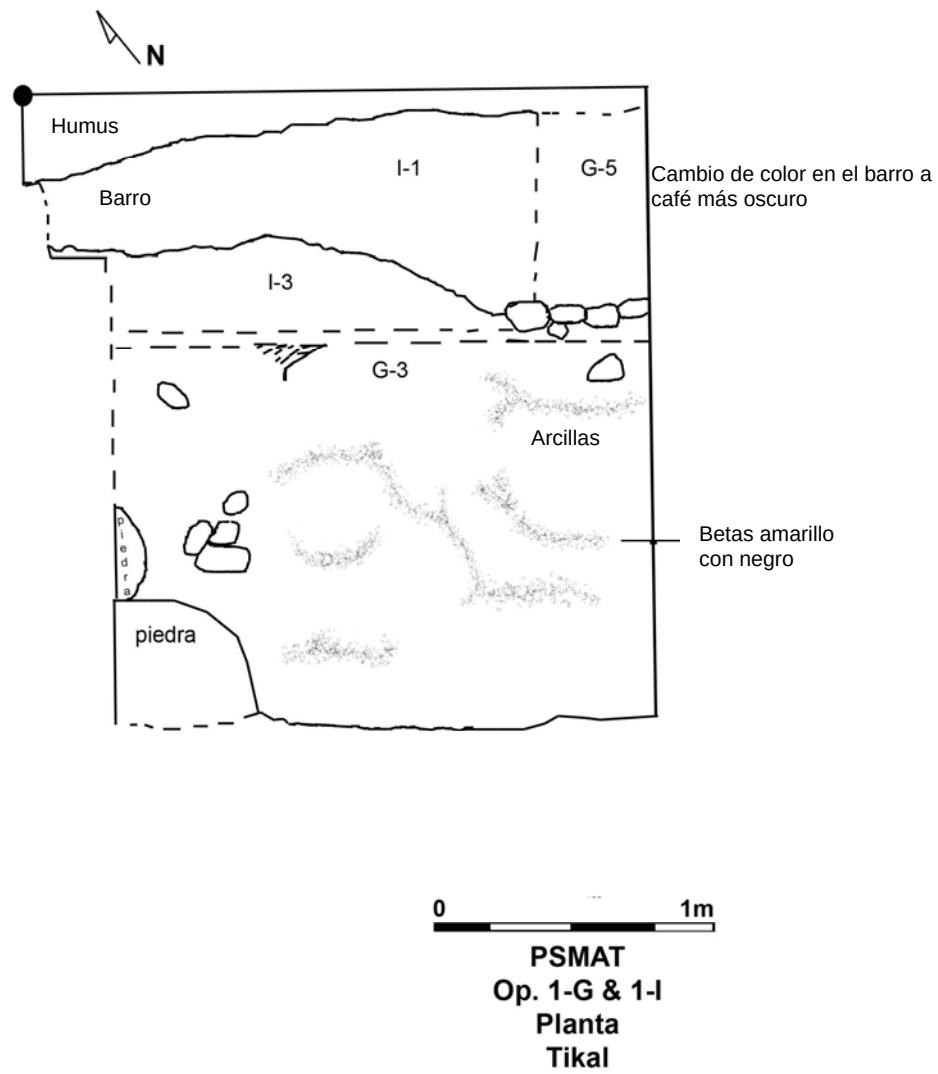


Fig. 1-19. Perfil oeste de Op 1-G & 1-I. Dibujo de M. Corado, S. Gonzalez y P. Hidalgo

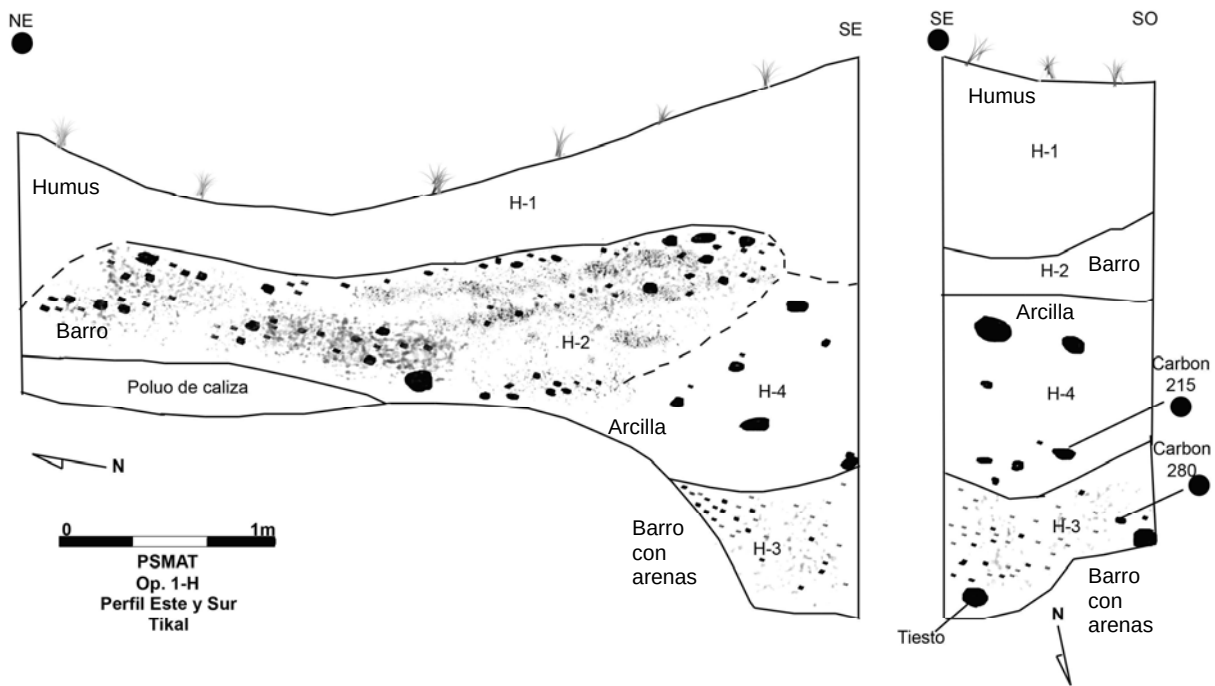


Fig. 1-20. Perfil este y sur de Op. 1-H. Dibujo de S. Gonzalez y M. Corado

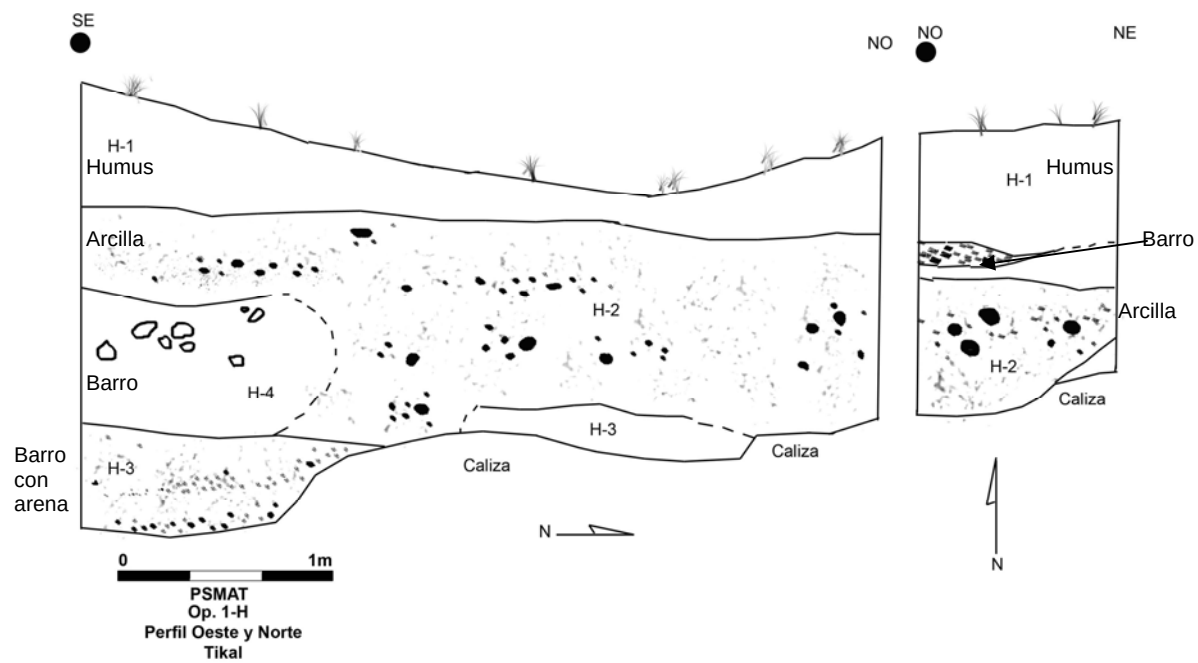


Fig. 1-21. Perfil oeste y norte de Op. 1-H. Dibujo de S. Gonzalez y M. Corado

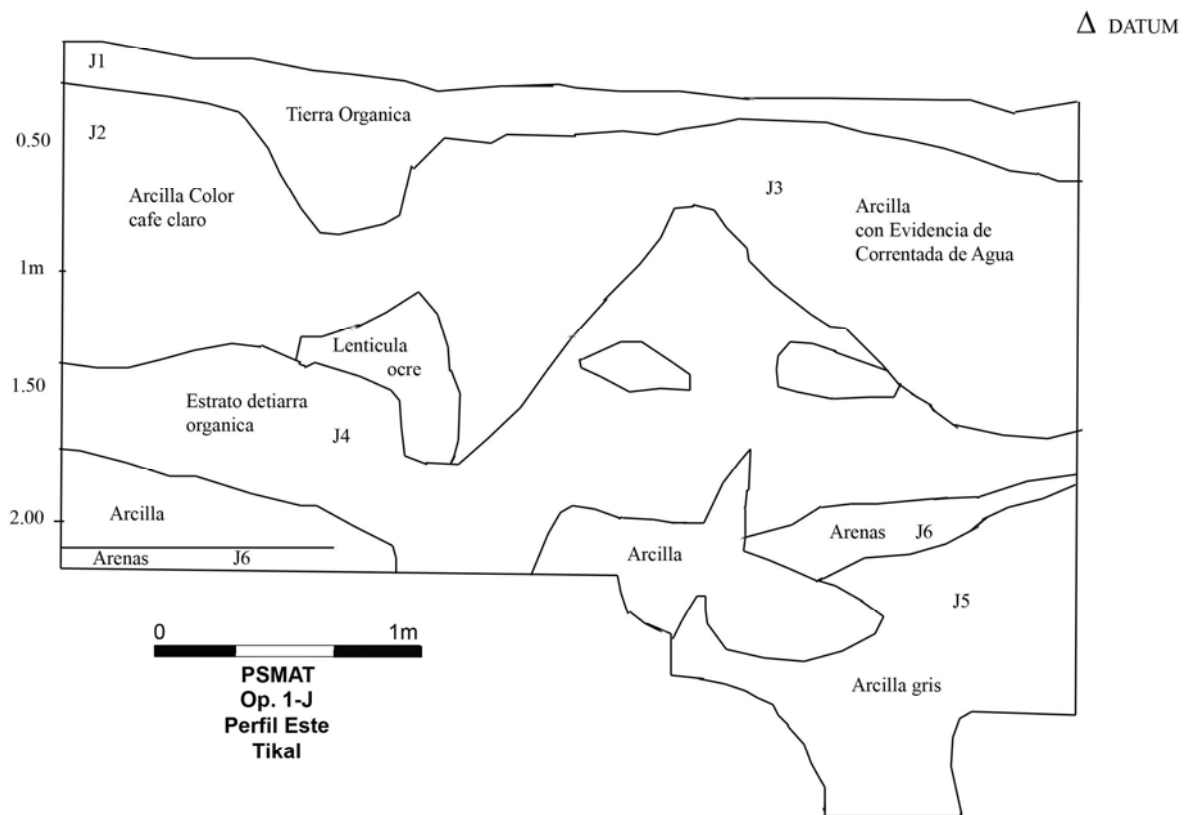


Fig. 1-22. Perfil este de Op. 1-J. Dibujo de S. Carcuz y S. Gonzalez

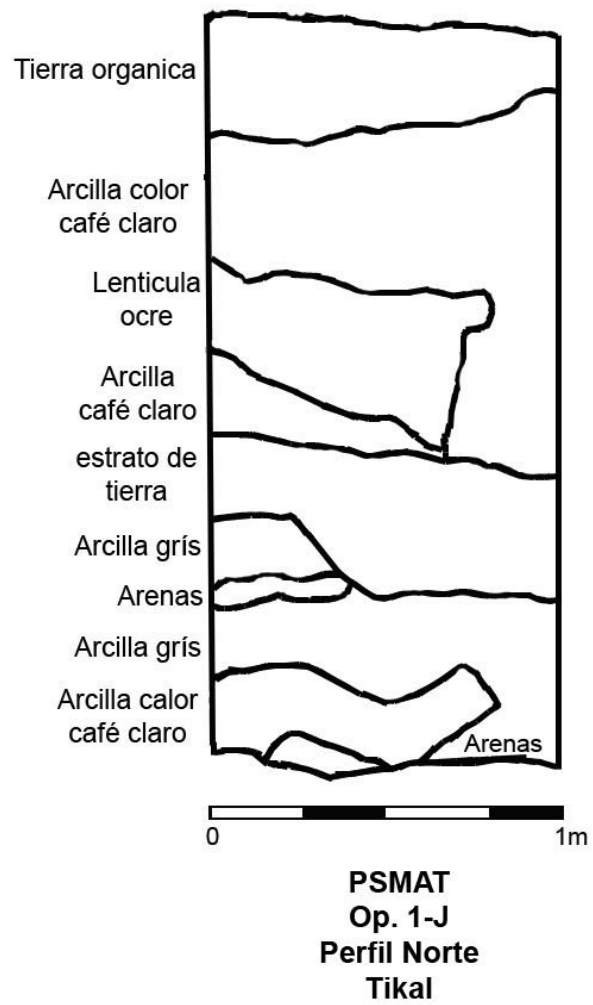


Fig. 1-23. Perfil norte de Op. 1-J. Dibujo de S. Lariuz y S. Gonzalez

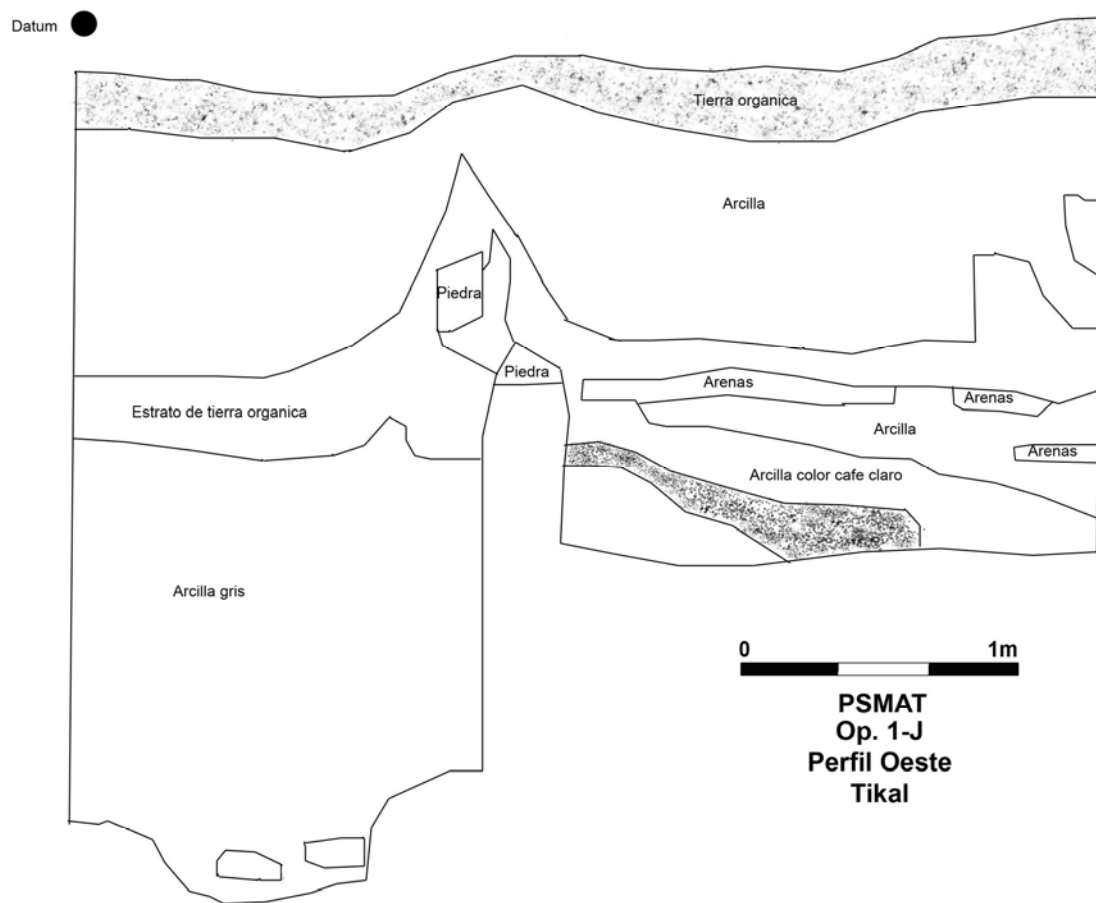


Fig. 1-24. Perfil oeste de Op 1-J. Dibujo de S. Gonzalez

Δ DATUM

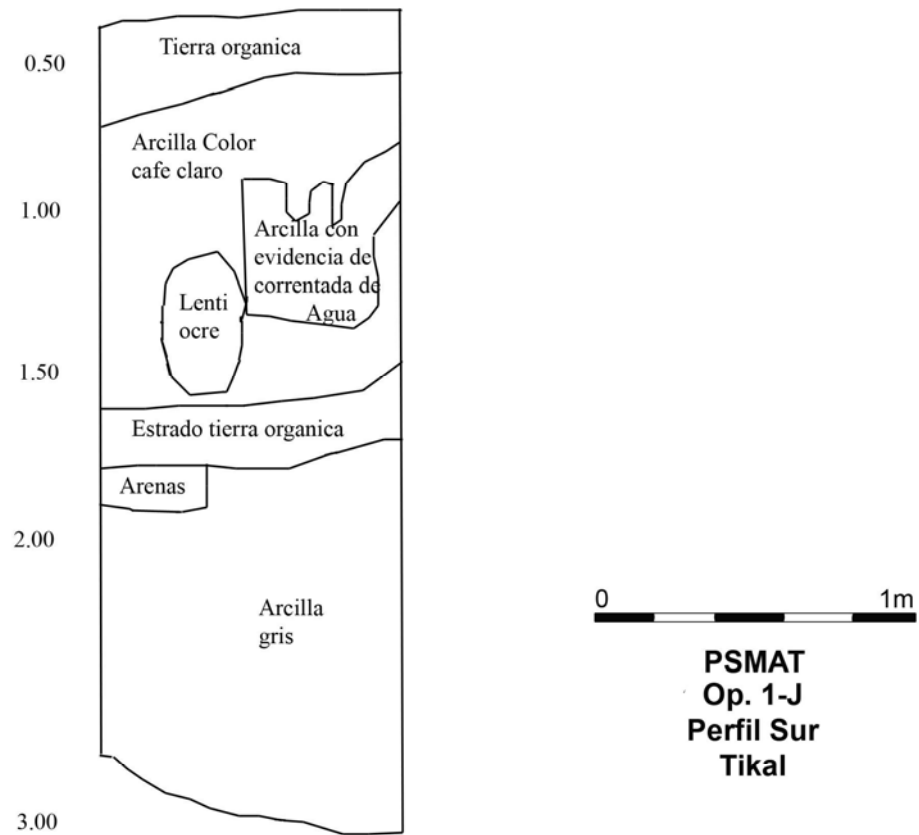


Fig. 1-25. Perfil sur de Op. 1-J. Dibujo de S. Lariuz y S. Gonzalez

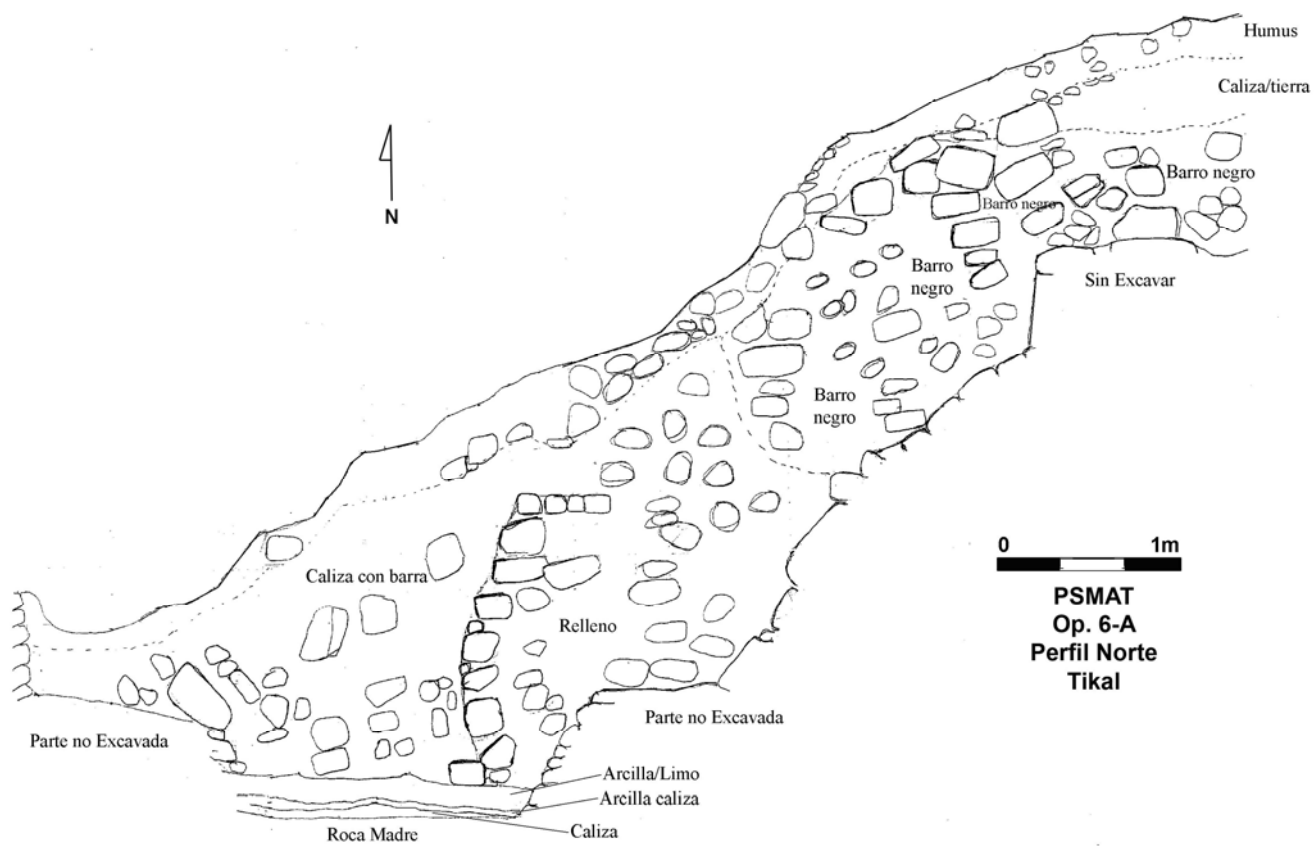


Fig. 1-26. Perfil norte de Op. 6-A. Dibujo de R. Macario

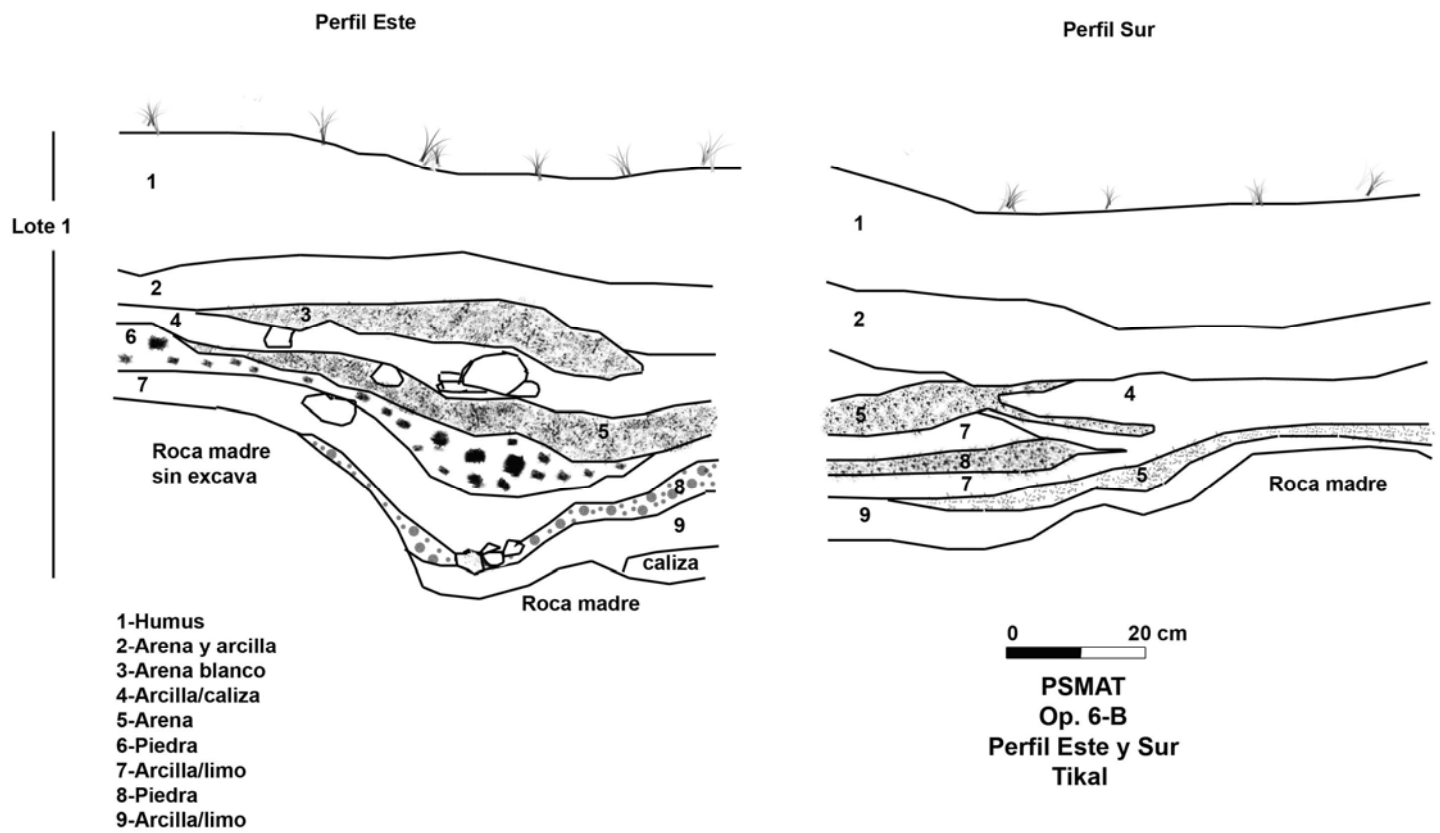


Fig. 1-27. Perfil este y sur de Op. 6-B. Dibujo de R. Macario

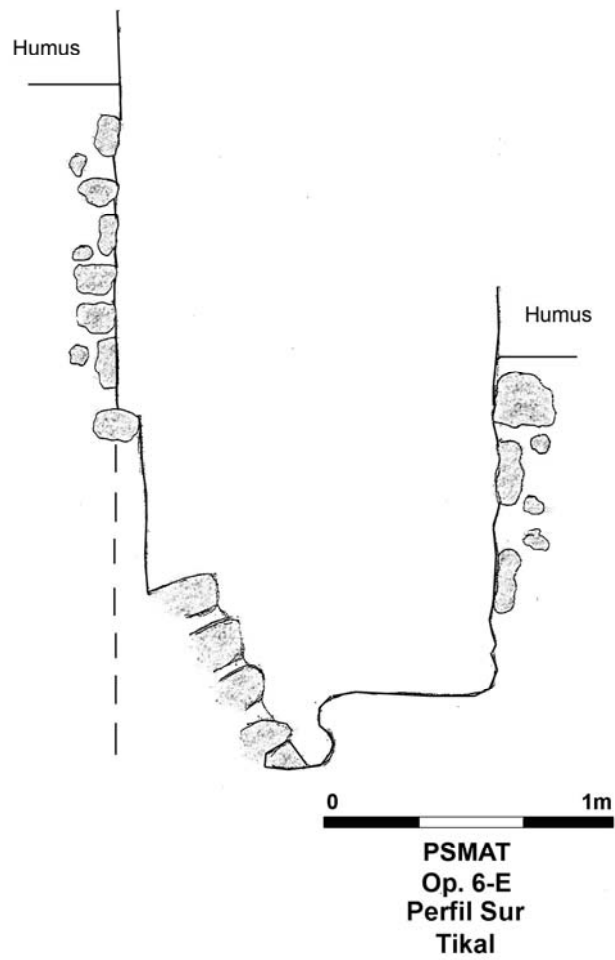


Fig. 1-28. Perfil sur de Op. 6-E. Dibujo de B. Lane y A. Arriola

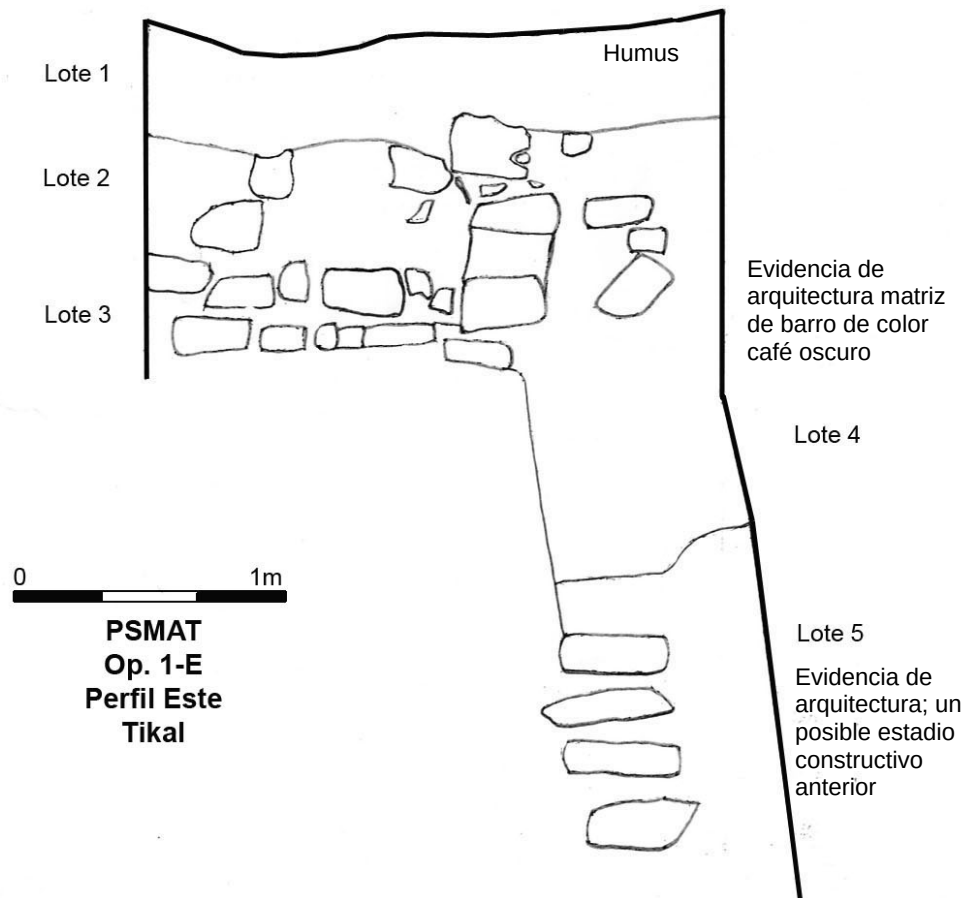


Fig. 1-29. Perfil este de Op. 6-E. Dibujo de B. Lane y A. Arriola

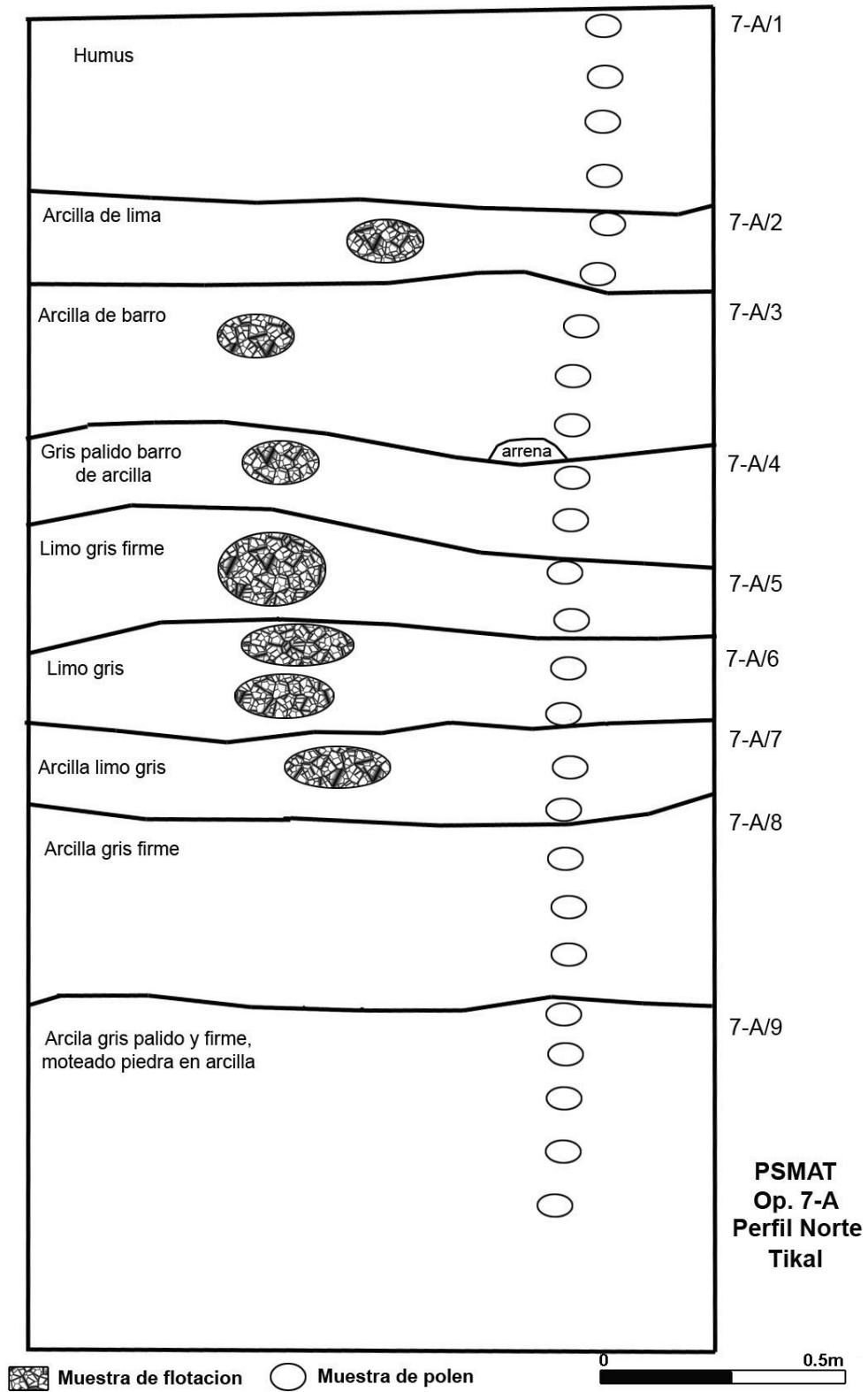


Fig. 1-30. Perfil norte de Op. 7-A. Dibujo de B. Lane

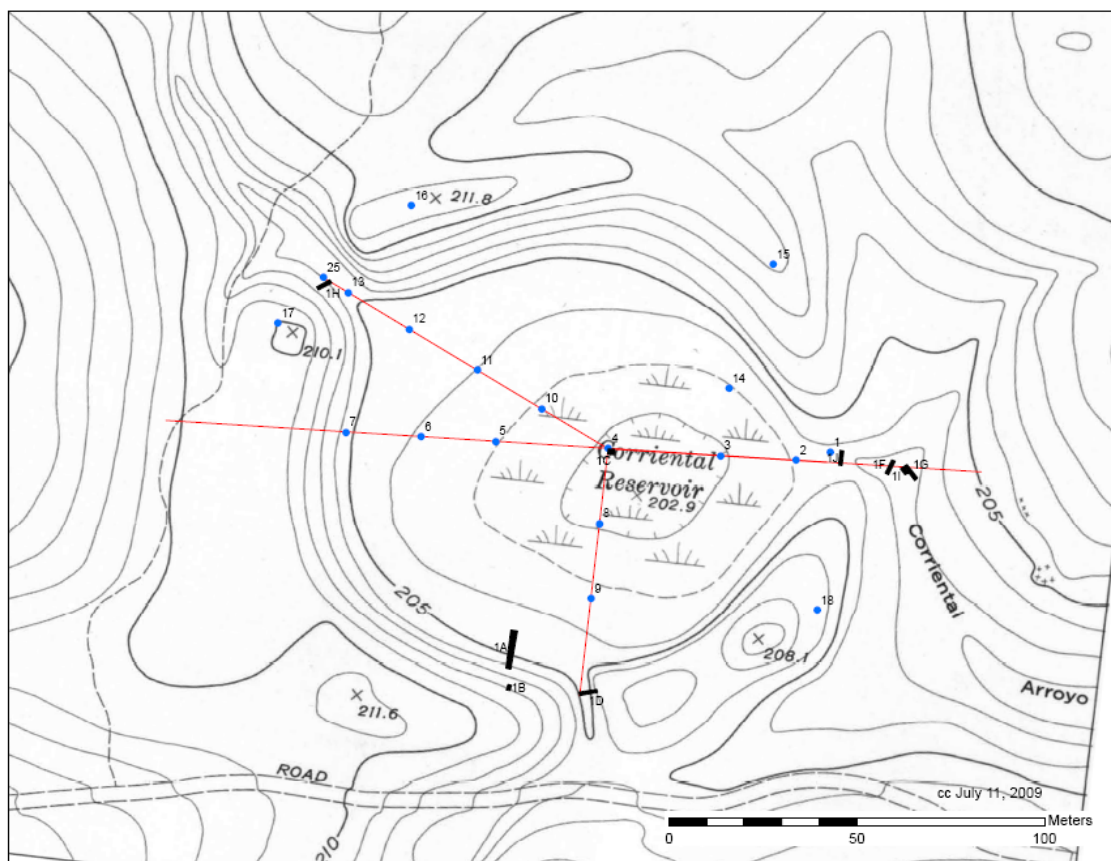


Fig. 2-1. Datas de núcleos y fosas del reservorio corriental . Dibujo de V. Scarborough

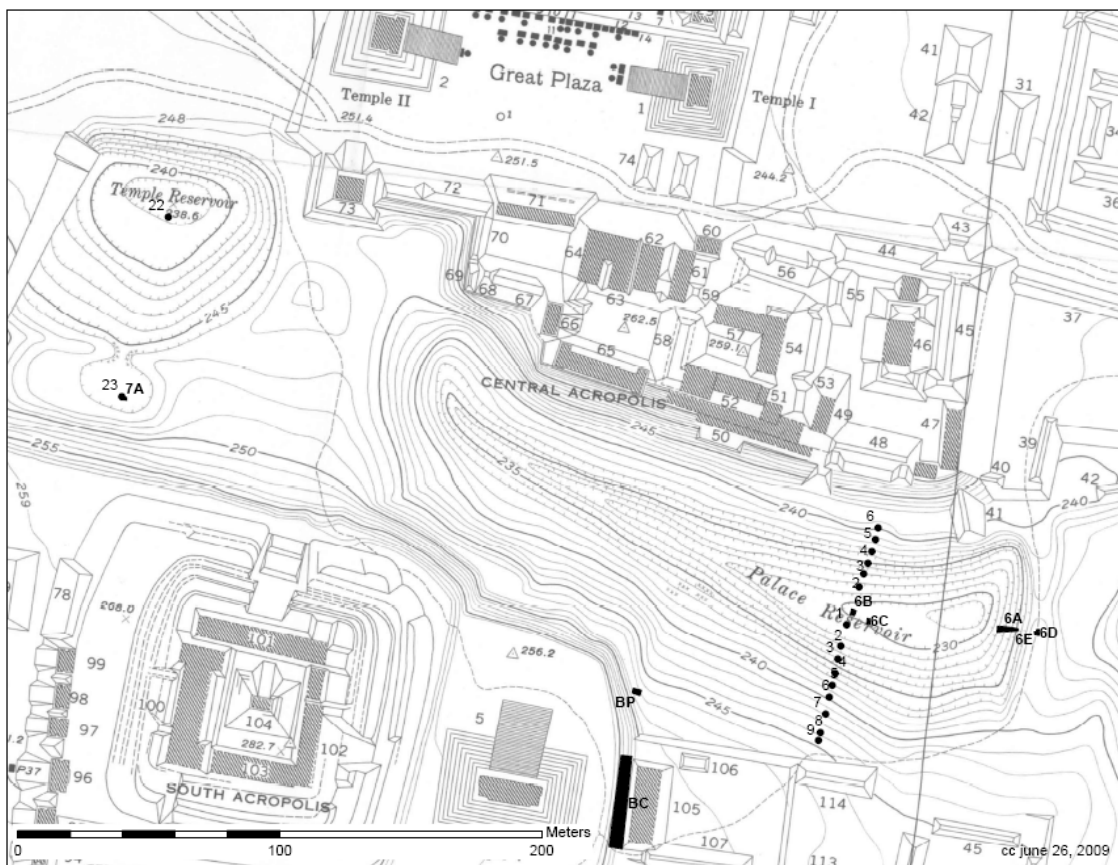


Fig. 2-2. Núcleos y fosas del reservorio templo y palacio . Dibujo de V. Scarborough

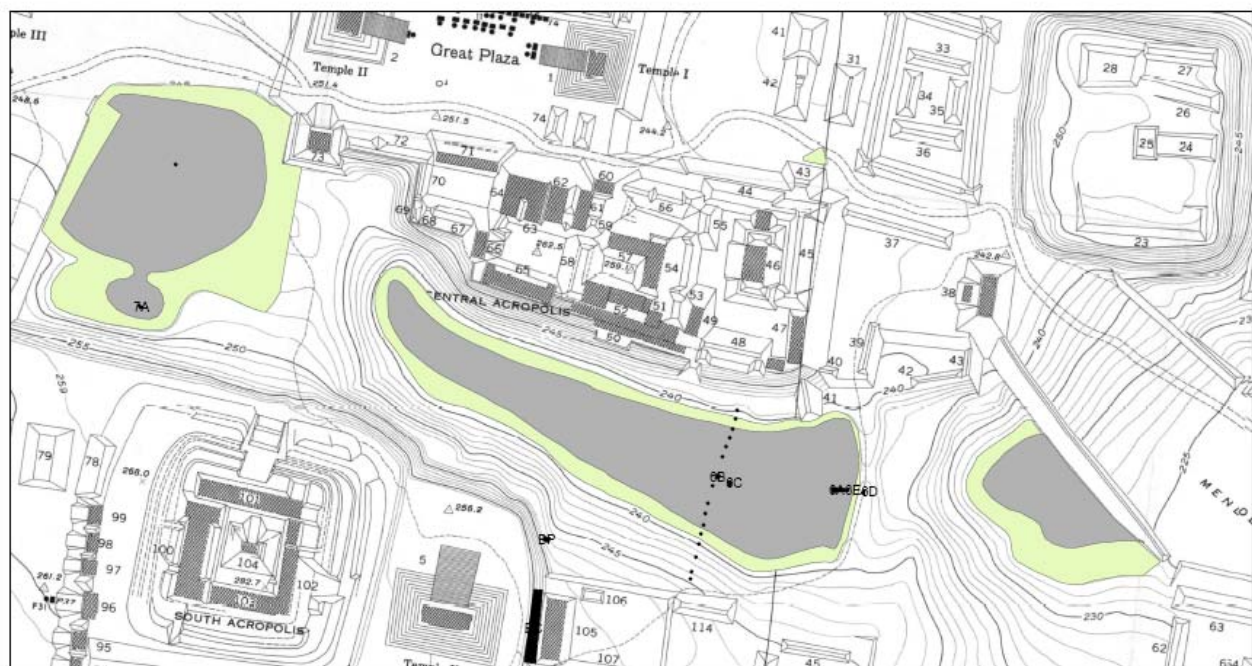


Fig. 2-3. Contenidos del reservorio del templo y palacio, una comparación entre Gallopín (1990) y Carr y Hazard (1961). Dibujo de V. Scarborough

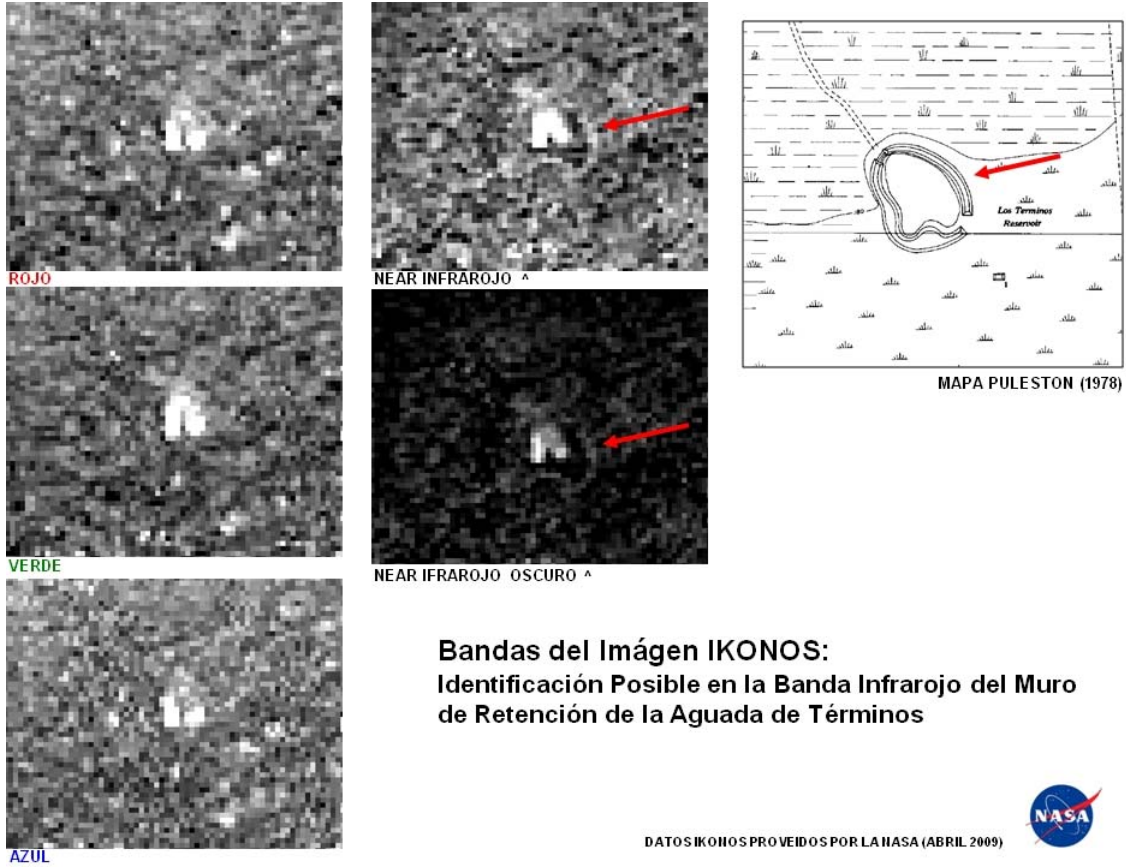


Fig. 3-1. Bandas del Imágen IKONOS: Identificación posible en la banda infrarojo del muro de retención de la aguada de términos. Foto de NASA

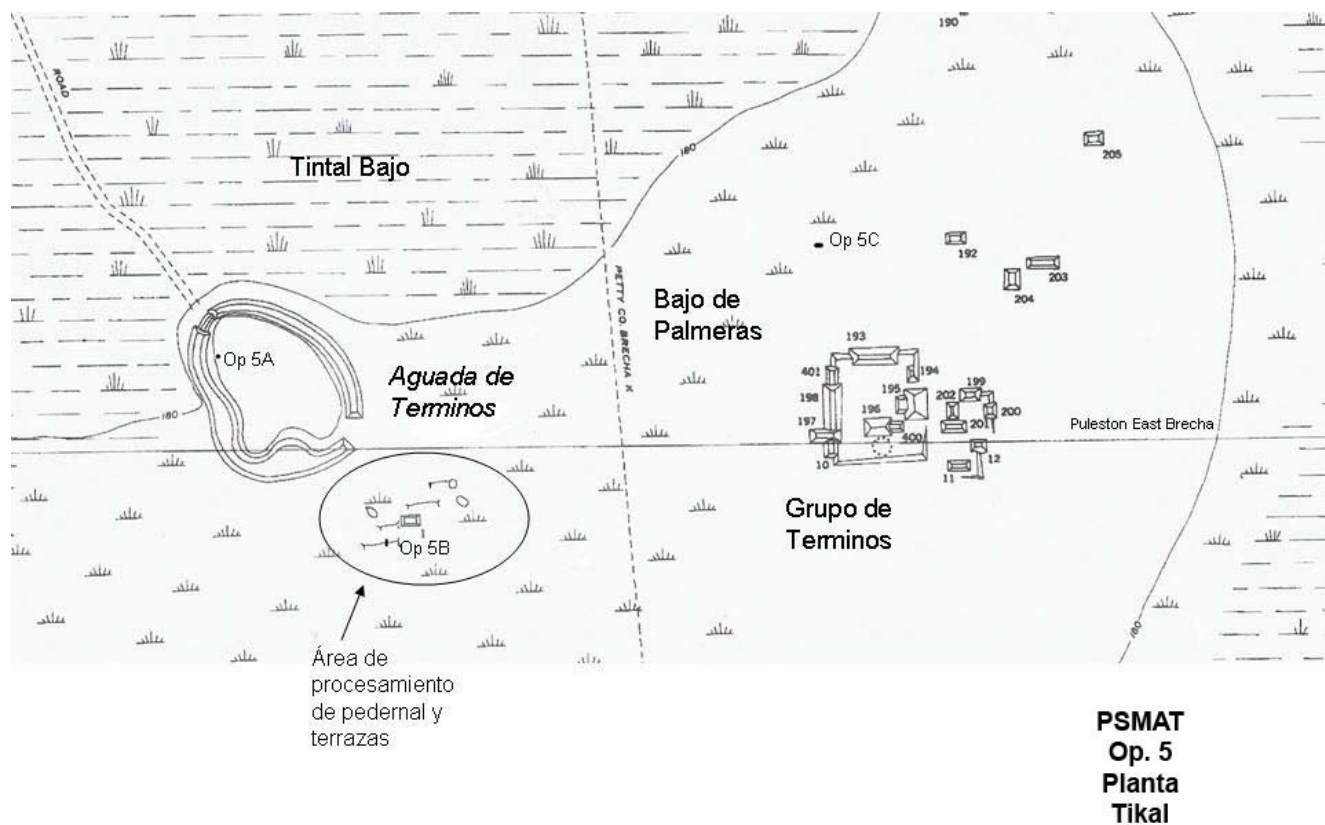
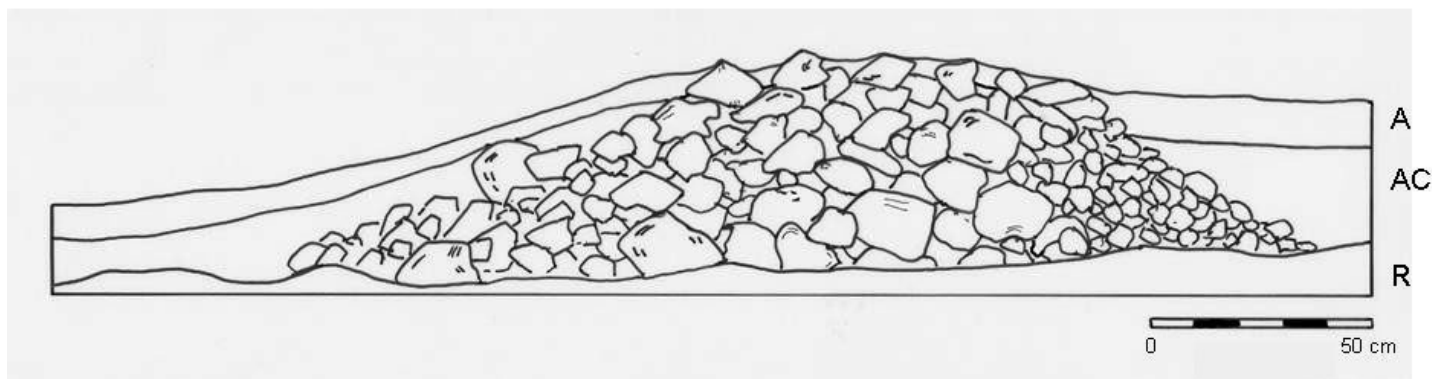


Fig. 3-2. Mapa de las Op. 5 lugares alrededor de la Aguada de Terminos. Mapa original segun de Puleston 1983.

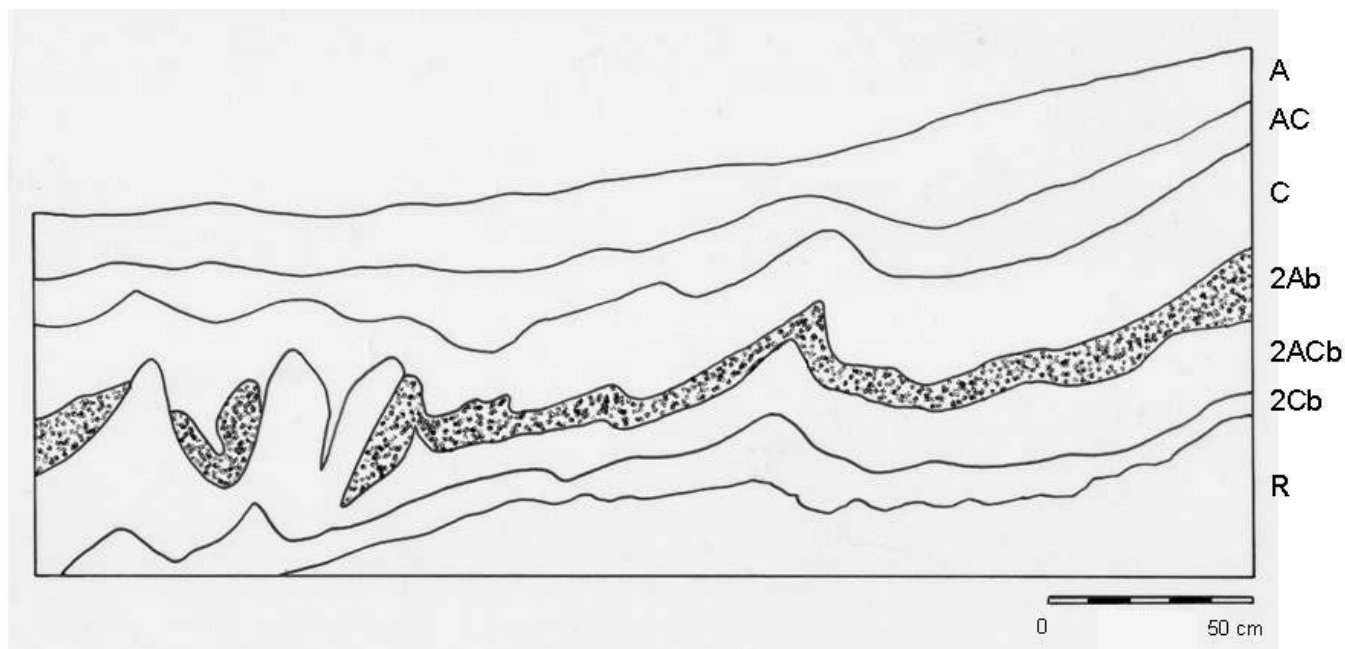


A: Barro de color marrón oscuro (7.5YR3/2).

AC: Barro de color marrón oscuro (7.5YR3/3); $\pm 25\%$ piedras pequeñas;
 tiestos de cerámica.

PSMAT
Op. 5B
Perfil Este
Tikal

Fig. 3-3. Perfil este de Op. 5B. Dibujo de Nicholas Dunning.



A: Barro negro (2.5Y2.5/1); tiestos de cerámica.

AC: Barro gris muy oscuro (2.5Y3/1).

C: Arcilla arenosa de color gris oscuro (2.5Y4/1) [$\pm 20\%$ arena gruesa y grava de piedra de caliza]; slickensides; tiestos de cerámica y litica.

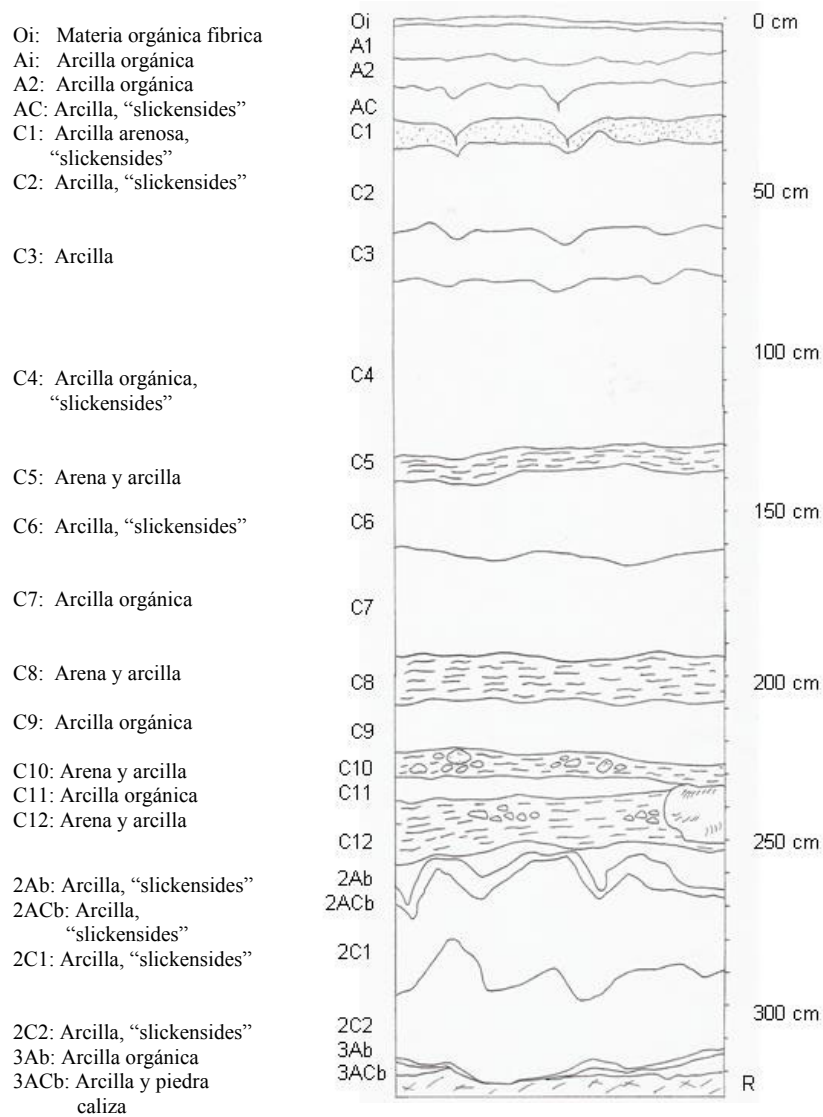
2Ab: Barro negro (Gley 2.5/N); slickensides.

2ACb: marrón pálido gris arcilla arenosa (2.5Y6/1); slickensides.

2Cb: Barro amarillo pálido (2.5Y8/2) en la matriz de piedra caliza erosionado.

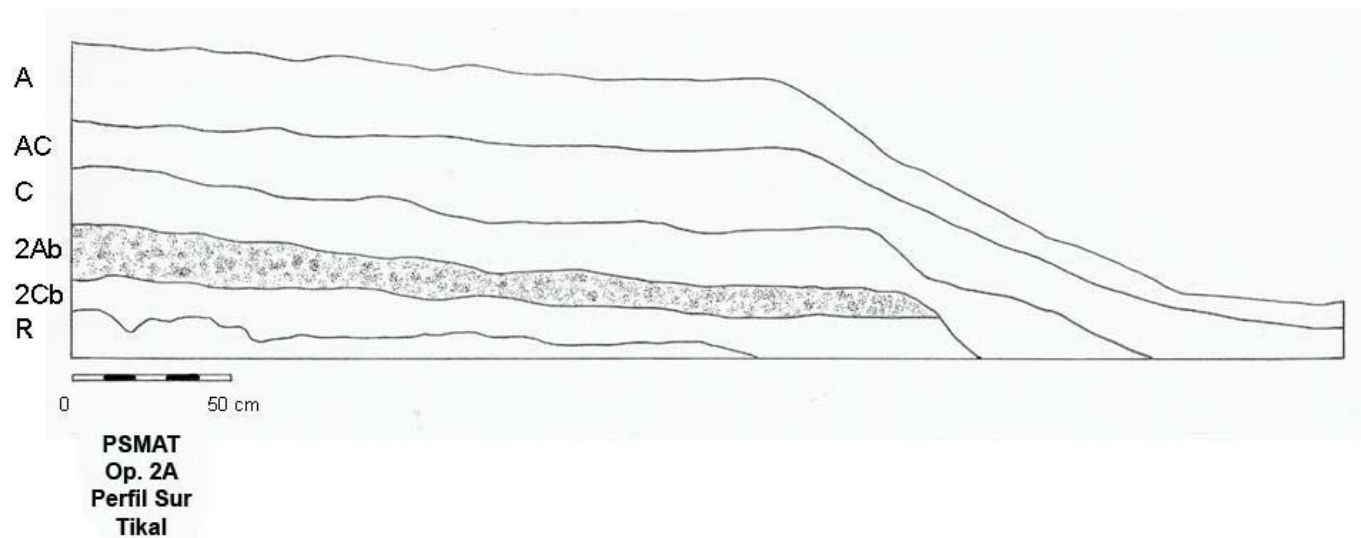
PSMAT
Op. 5C
Perfil Norte
Tikal

Fig. 3-4. Perfil norte de Op. 5C. Dibujo de Nicholas Dunning.



**PSMAT
Op. 1C
Perfil Este
Tikal**

Fig. 3-5. Perfil este de Op. 1C. Dibujo de Nicholas Dunning



A: Barro negro (7.5YR2.5/1); unos tiestos de cerámica;

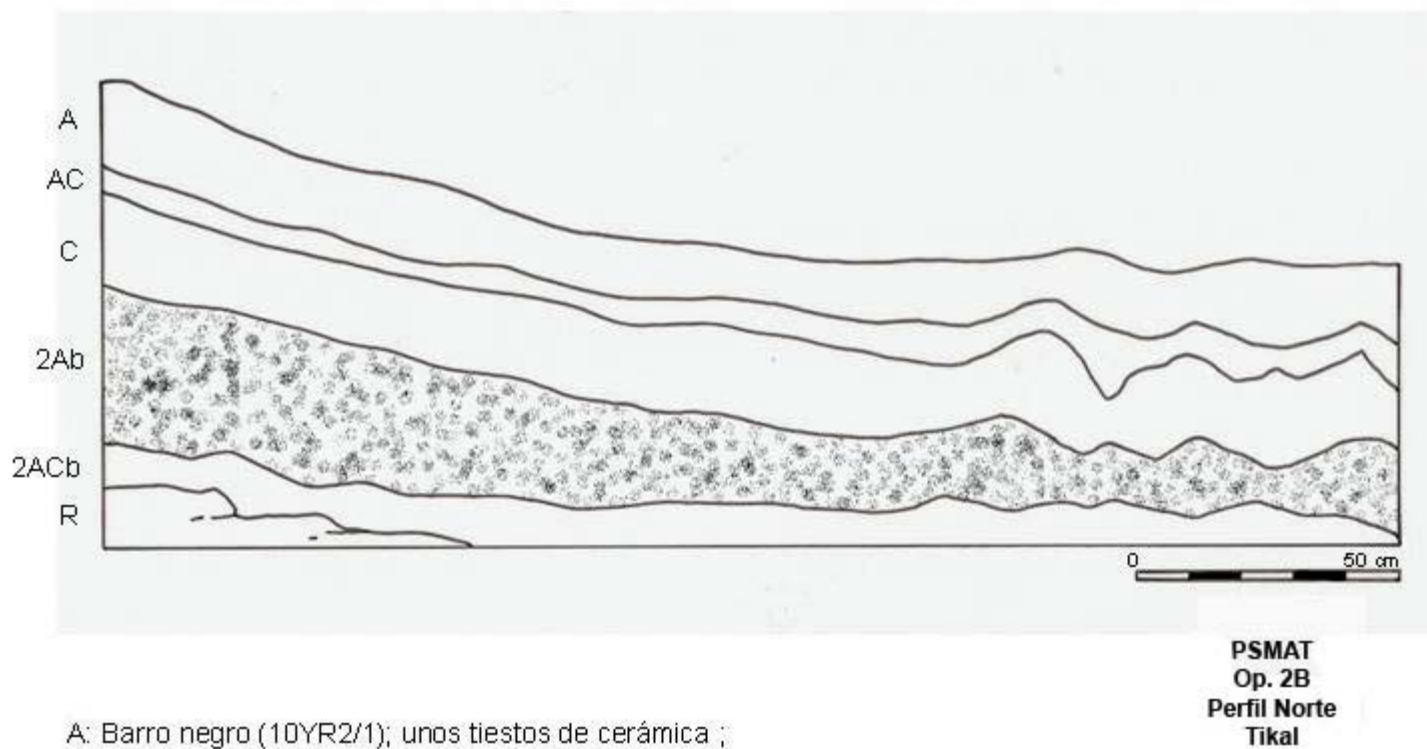
AC: Marrón arcilla arenosa (7.5YR4/2) [$\pm 10\%$ grava de piedra caliza]; incremento de las cantidades de tiestos de cerámica;

C: Marga gris pálido (7.5YR7/1) [$\pm 50\%$ grava y piedras de piedra caliza]; abundantes tiestos de cerámica;

2Ab: Arcilla gris muy oscuro (7.5YR3/1) [$\pm 5\%$ arena grueso]; slickensides; unos tiestos de cerámica ;

2Cb: Arcilla arenosa de color gris(7.5YR4/1) en la matriz de rocas de piedra caliza.

Fig. 3-6. Perfil sur de Op. 2A. Dibujo de Nicholas Dunning.



- A: Barro negro (10YR2/1); unos tiestos de cerámica ;
 AC: Arcilla de color gris muy oscuro (10YR3/1);
 C: Marrón grisáceo muy oscuro arcilla arenosa (10YR3/2); unos tiestos de cerámica ;
 2Ab: Barro de color marrón oscuro (10YR2/2);
 2ACb: Barro gris oscuro (10YR4/1) $\pm 15\%$ fragmentos de roca.

Fig. 3-7. Perfil norte de Op. 2B. Dibujo de Nicholas Dunning.

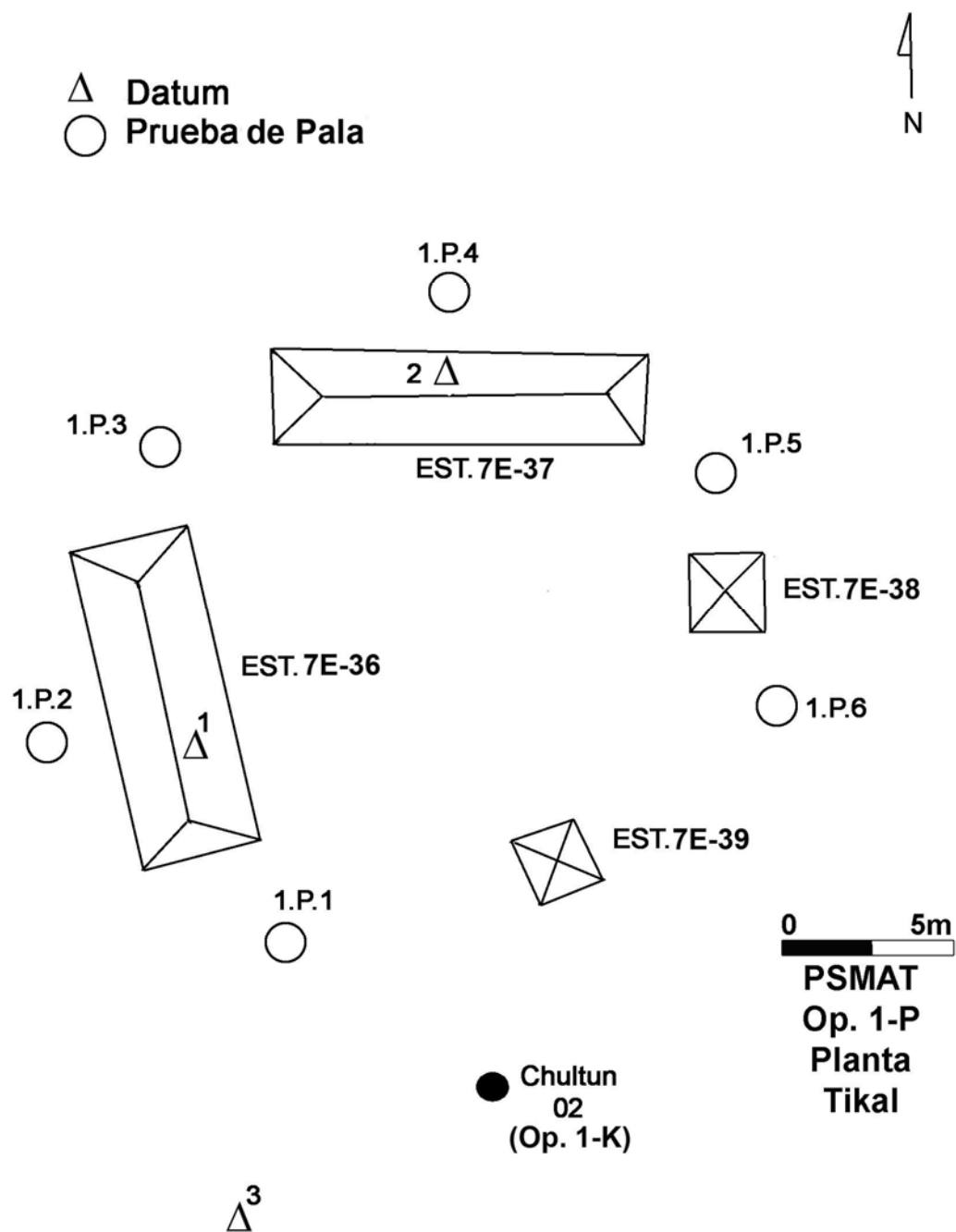


Fig. 4-1. Planta de Op.1-P. Dibujo de S. Carcuz

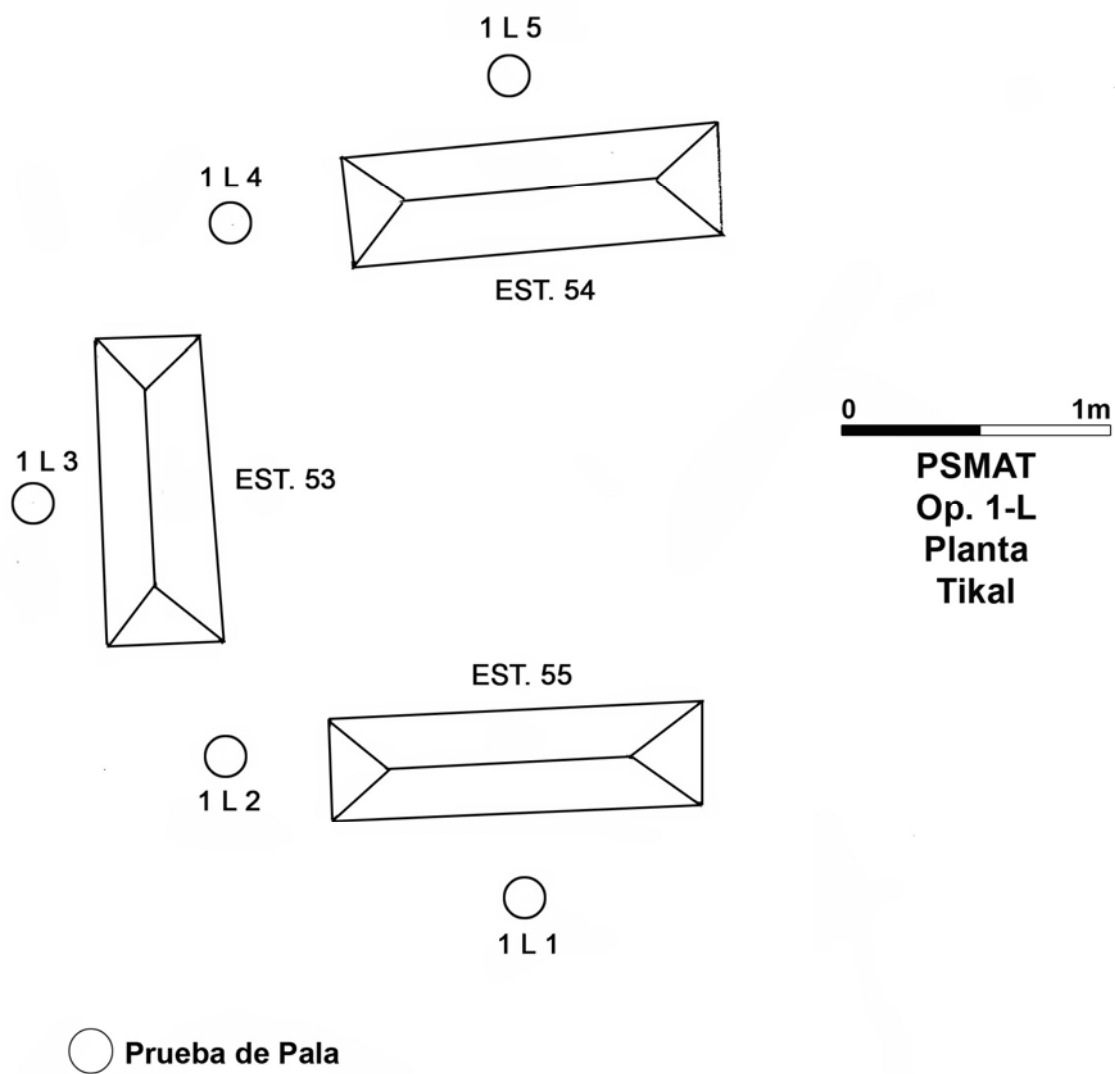


Fig. 4-2. Planta de Op. 1-L. Dibujo de S. Carcuz

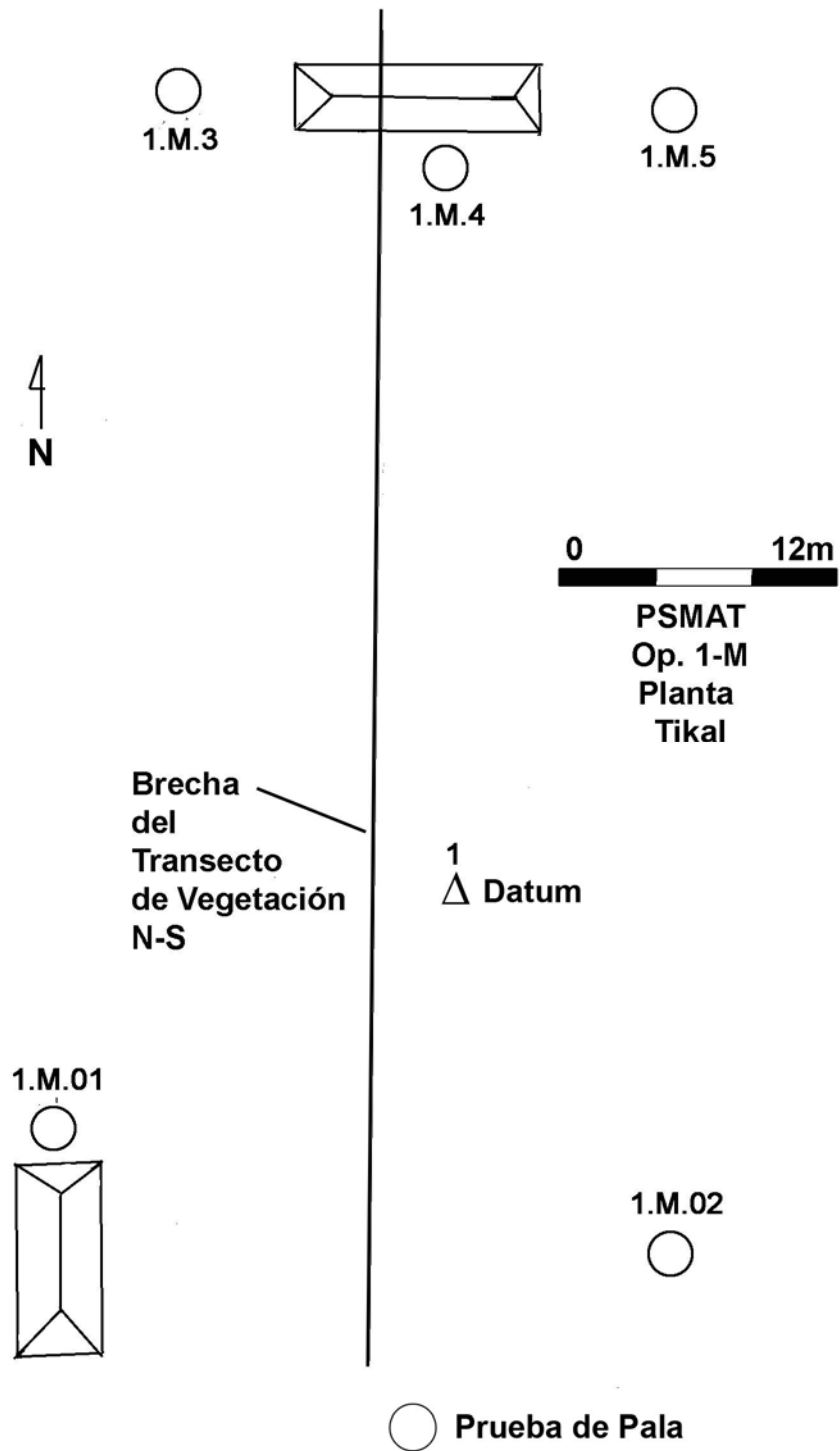


Fig. 4-3. Planta de Op. 1-M. Dibujo de S. Carcuz

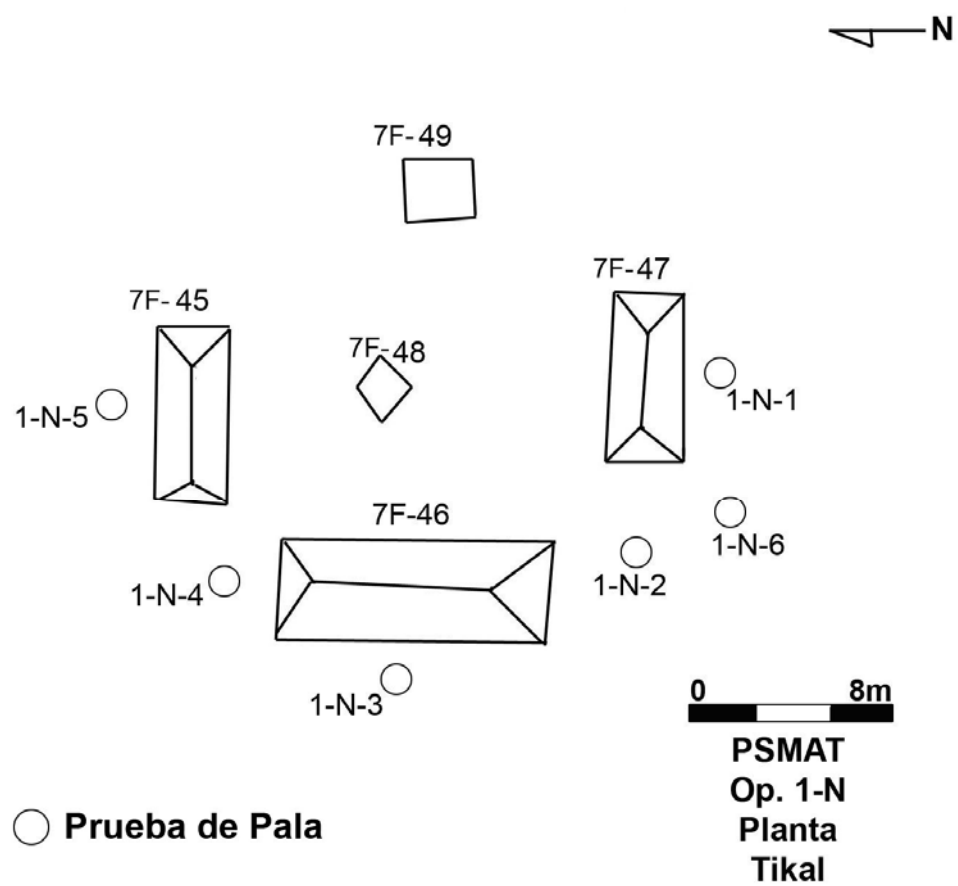
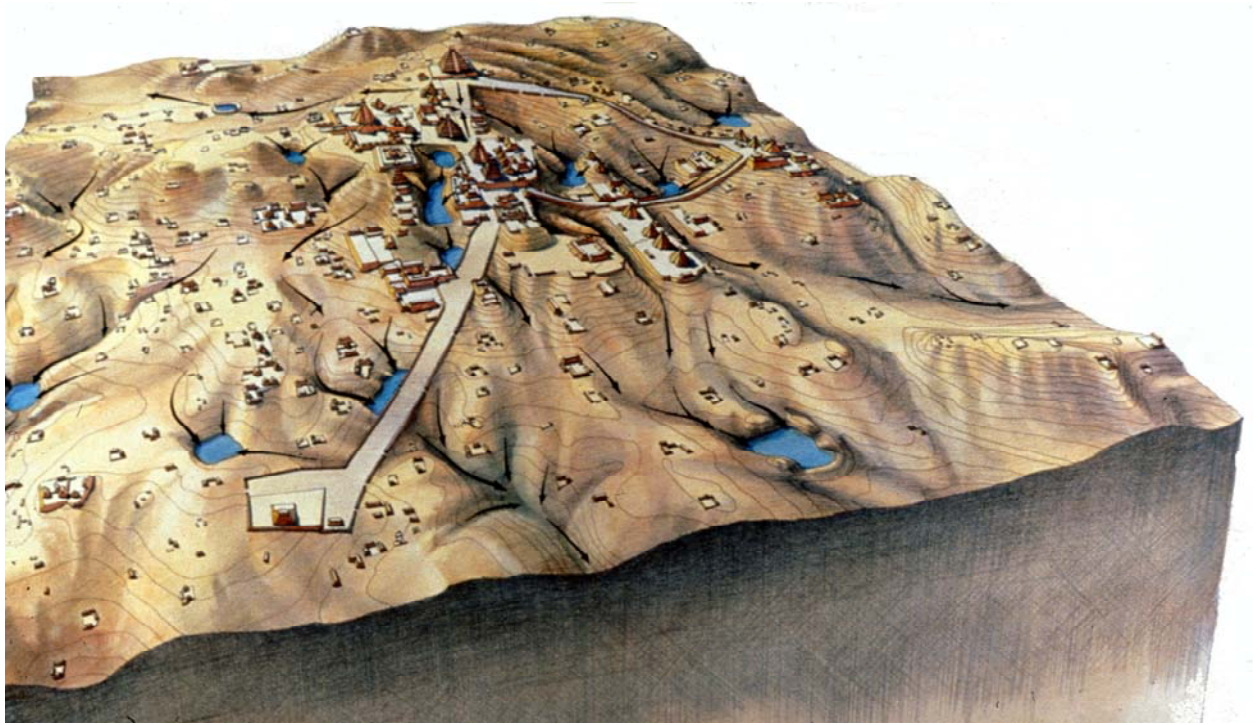


Fig. 4-4. Planta de Op.1-N. Dibujo de S. Carcuz

Planos



Lamina Intro-1. Un dibujo tridimensional que muestra el modelo de drenaje y reservas de Tikal (según Scarborough 1994). La Reserva de Tikal está en la porción más baja sobre el lado derecho de la ilustración.



Intro-2. Equipo de trabajo temporada 2009 en Tikal. Foto de C. Escobar.



Lamina 1-1. Drenaje actual. L. Grazioso



Lamina 1-2. Drenaje actual. L. Grazioso



Lamina 1-3. Subop 1-G e I, Gran canal. L. Grazioso



Lamina 1-4. Subop 1-G e I. L. Grazioso



Lamina 1-5. Subop 6-A. L. Grazioso



Lamina 1-6. Subop 6-B. Canal con fisuras de un possible manantial. L. Grazioso



Lamina 1-7. Subop 6-C. L. Grazioso



Lamina 1-8. Subop 6-C. Stratigrafia. L. Grazioso



Lamina 1-9. Subup 6-E. L. Grazioso



Lamina 1-10. Subop 6-E. Talud etapa anterior. L. Grazioso



Lamina 1-11. Subop 6-H. L. Grazioso



Lamina 2-1. Centre aparato. V. Scarborough.



Lamina 2-2. Fuente de agua de manantial, Naranjo. V. Scarborough



Lamina 2-3. Presa de Naranjo. Foto de V. Scarborough



Lamina 2-4. Subop 1-H, muro sur. V. Scarborough



Lamina 2-5. Subop 1-J, muro este. V. Scarborough



Lamina 2-6. Subop 1-J, muro sur. V. Scarborough



Lamina 2-7. Subop 1-J, muro sur. V. Scarborough



Lamina 4-1. Se establecieron líneas de disección usando el tránsito de Brunton.
Foto de D. Lentz.



Lamina 4-2. Registramos el diámetro y altura exactos de cada árbol. Foto de D. Lentz.



Lamina 4-3. Un cernidor fue usado para buscar por los restos de las plantas.
Foto de D. Lentz.



Lamina 4-4. Nuestro sistema de flotación para recolección de los materiales
vegetales de los sitios arqueológicos. Foto de D. Lentz.

Tablas

Tabla Intro-1. Lista de las operaciones del Proyecto de silvicultura y manejo de agua de las antiguas Mayas de Tikal.

Operación	Sub-Op	Localidad	Tipo	Comentario
1	A	Corriental	fosa	Calendario "nitido" backhoe trinchera
1	B	Corriental	fosa	Calendario "nitido" berm fosa
1	C	Corriental	fosa	Fosa en reservoir núcleo
1	D	Corriental	fosa	Trinchera por puerta sur
1	E	Corriental	núcleo	Test unidad en extremo alto de Calendario backhoe trinchera
1	F	Corriental	fosa	Trinchera justo esto de puerta este
1	G	Corriental	fosa	Unidad más este de puerta este y contiguo con OP1-I
1	H	Corriental	fosa	Trinchera por Noroeste puerta
1	I	Corriental	fosa	Unidad más este de puerta este y contiguo con OP1-G
1	J	Corriental	fosa	Trinchera por puerta este
1	K	Corriental	chultun	Pala test, contiguo a grupo de estructura
1	L	Corriental	veg	Pala, veg círculo en grupo de estructura
1	M	Corriental	veg	Pala en grupo de estructura
1	N	Corriental	veg	Pala, veg círculo en grupo de estructura
1	O	Corriental	veg	Operación number not assigned (sin número)
1	P	Corriental	veg	Pala, veg círculo en grupo de estructura
2	A	C Arroyo	fosa	Trinchera en Arroyo Corriental
2	B	C Arroyo	fosa	Trinchera en Arroyo Corriental
3	A	A Tikal	núcleo	Sedimento núcleo desde reservoir
4	A	A Pucte	núcleo	Sedimento núcleo desde aguada
4	B	A Pucte	colección	Sherd colección de saqueador (looter's) trinchera
5	A	A Termino	núcleo	Sedimento núcleo desde aguada
5	B	A Termino	fosa	Terraza en chert zona
5	C	A Termino	fosa	Trinchera on cuesta break
5	D	A Terminos	colección	Sherd colección de looter's trenches
6	A	Palacio R	fosa	Harrison's OP103A "nitido" trinchera-- extremo bajo
6	B	Palacio R	fosa	Harrison's OP100A basal "nitido" trinchera—extremo bajo
6	BC	Palacio R	fosa	Benito's canal
6	BP	Palacio R	fosa	Benito's fosa
6	C	Palacio R	fosa	Basal unidad en Palaco Reservoir
6	D	Palacio R	fosa	Harrison's OP103A "nitido" trinchera—extremo alto
6	E	Palacio R	fosa	Harrison's OP103A "nitido" trinchera—mitad sección
6	F	Palacio R	núcleo	6 individual núcleo, norte lado
6	G	Palacio Res?		Interrupted entry--no de datos
6	H	Palacio R	núcleo	9 individual núcleo, sur lado
7	A	Templo R	fosa	Unidad at extreme sur de Templo Reservoir—limo (silting) tanque
7	B	Templo R	núcleo	2 individual núcleo

Tabla 3-1. Tikal corriental reservoir Op. 1C

Estrato	Profundidad (cm)	Color (Munsell)	Descripción
Oi	0-2	Gris muy oscuro (5YR3/1)	Materia orgánica fibrica
A1	2-12	Marrón muy oscuro (7.5YR2.5/2)	Arcilla orgánica; grandes migajas duros
A2	12-20	Negro (10YR2/1)	Arcilla orgánica; grandes bloques subangulares
AC	20-31	Gris oscuro (10YR3/1)	Arcilla; masivas; “slickensides”
C1	31-38	Gris (5Y5/1)	Arcilla arenosa ($\pm 10\%$ arena de piedra caliza gruesa); masivas; “slickensides”
C2	38-65	Gris (5Y6/1)	Arcilla, masivas, “slickensides”
C3	65-80	Gris (5Y5/1)	Arcilla; masivas; unos tiestos de cerámica y conchas de Pomacaea; carbón (edad calibrada DC 1010 – 1170); 4 tiestos (Lote3: ningunos diagnósticos).
C4	80-130	Gris oscuro (5Y4/1)	Arcilla orgánica; masivas; “slickensides”
C5	130-140	Gris oliva pálida (5Y6/2)	Arena gruesa estratificada y grava guisante en la matriz de arcilla; 28 tiestos (Lote 5: grandes y pequeñas jarras; Clásico Tardío diagnósticos)
C6	140-162	Gris (5Y5/1)	Arcilla; masivas; “slickensides”
C7	162-194	Gris oscuro (5Y4/1)	Arcilla orgánica; masivas
C8	194-208	Marrón muy pálido (10YR7/3)	Arena gruesa estratificada y grava en la matriz de arcilla; 69 tiestos (Lote 7: grandes y pequeñas jarras; Clásico Temprano y Clásico Tardío diagnósticos)
C9	208-225	Gris oscuro (5Y4/1)	Arcilla orgánica; masivas
C10	225-230	Marrón muy pálido (10YR7/3)	Arena gruesa estratificada y grava en la matriz de arcilla; unos pequeños adoquines; 19 tiestos (Lote 8: 1 jarra grande; ningunos diagnósticos)
C11	230-235	Gris oscuro (5Y4/1)	Arcilla orgánica; masivas; “slickensides”
C12	235-253	Marrón muy pálido (10YR7/3)	Arena gruesa estratificada y grava en la matriz de arcilla; various peudras grandes; 35 teistos (Lote 9: muchos grandes y pequeñas jarras, algunos tipos probables Clásico Temprano)

Estrato	Profundidad (cm)	Color (Munsell)	Descripción
2Ab	253-260	Gris oscuro (2.5Y4/1)	Arcilla; masivas; “slickensides”; 4 tiestos (Lote 10: ningunos diagnósticos); edad calibrada de la materia orgánica del suelo: AC 760 – 400
2ACb	260-265	Gris (2.5Y5/1)	Arcilla; masivas; “slickensides”
2C1	265-290	Gris pálido (Gley7/N)	Arcilla; masivas; “slickensides”; nódulos del óxido de Mn; grava de pedernal
2C2	290-310	Gris (Gley6/N)	Arcilla; masivas; “slickensides”; grava de pedernal
3Ab	310-312	Negro (Gley2.5/N)	Arcilla orgánica; masivas
3ACb	312-315	gris verdoso pálido (Gley10Y8/2)	Arcilla y piedra caliza con pedernal meteorizada
R	315+		Roca madre: piedra caliza con pedernal meteorizada

Tabla 4-1: El registro de vegetación para 34 transectos en Parque Nacional Tikal.

Taxon	Nombre común	Ubicación	El número total de árboles > 6 cm (diámetro al altura de seno)
Adiantaceae			
-- <i>Adiantum tenerum</i> Sw.	Helecho	Op.1-0: C1, D1	
Anacardaceae			
-- <i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Jobillo, Jocote frei	Op.1-0:1, 2, 6	3
-- <i>Spondias mombin</i> L.	Jocote jobo	Op.10: 2, 6, 13, 14, 15, A1, A5, A6, B1, B2, B4, B5, B6, C1, C2, D1, D2; Op. 1-N,	29
Annonaceae			
-- <i>Annona primigenia</i> Standl. & Steyerf.	Annona, Anonilla	Op.1-0: 3, 4, 8, A4, D1	6
Apocynaceae			
-- <i>Aspidosperma cruentum</i> Woodson	Malerio colorado	Op.1-0: 4, 9, 12, 15, A1, B3, C1, C2; Op.1-L; Op.1-N; Op. 1-P	14
-- <i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll. Arg.	Malerio blanco	Op.1-0: 6, 7, 11, 12, 14, 15, D2	8
-- <i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) Woodson	Cajon, Huevos de caballo	Op.1-0: 1, 2, 3, 6, 9, 11,12, 14, A1, B1, B3, C1, D1	11
-- <i>Thevetia ahouai</i> (L.) A. DC.	Huevo de chucho	Op.1-0: A5	
Araceae			
---- <i>Anthurium crassinervum</i> (Jacq.)	Desconocido	Op.1-0: 5, C1	
-- <i>Monstera</i> sp.	Filodendro	Op.1-0: 11	
-- <i>Philodendron</i> spp.	Filodendro, Mimbre	Op.1-0: 1,3, 8,10,11, A3, B3, C1,C2 , D1	
-- <i>Syngonium</i> sp.	Comé mano	Op.1-0: 9, 10, 11, 12, A2, B3, B4, B6	
Araliaceae			
-- <i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de león	Op.1-0: B6	

Arecaceae			
-- <i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.	Xate macho, Xate jade	Todos los transectos menos Op.1-0: 13, A6	
-- <i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	Xate embra	Todos los transectos menos Op.1-0: 14, A6	
-- <i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Pacaya	Op.1-0: 5, 7, 8, 9, 11, A1, B1, B3, B5, B6	
-- <i>Crysophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	Escobo	Todos los transectos	317
-- <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Bayal	Op.1-0: 6, 7, 13,14, A4, A6, B1, B2, B3	
-- <i>Gaussia Maya</i> (O.F. Cook) Quero & Read	Palma ternera	Op.1-0: C1	1
-- <i>Geonoma</i> sp.	Desconocido	Op.1-0: 2	
-- <i>Sabal mauritiiiformis</i> (H. Karst.) Griseb. & H. Wendl.	B'otan, Coshan, Guano	Op.1-0: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, A1, A2, A3, A4, A5, A6, B1, B2, B3, B4, B5, B6, C1, C2, D1; Op.1-P	24
Aspleniaceae			
-- <i>Polystichum</i> sp.	Chile helecho	Op.1-0: 12, 15, A4, A5, B5, B6	
Asteraceae			
-- <i>Mikania micrantha</i> HBK	Chiki boy, She re boy	Op.1-0: A2, A5	
Bignoniaceae			
	Bejuco blanco	Op.1-0: 13, 15	
	Bejuco de estrella	Op.1-0: 2; Op. 1-P	2
-- <i>Tabebuia</i> spp.	Matilisguate, Cinco de Maria, Matasano	Op.1-0: 10, A6, B5	1
Bombacaceae			
-- <i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	Molineo, Palo de batidor	Op.1-0: 6, 14, C2	3
Bromeliaceae			
-- <i>Aechmea</i> sp.	Gallo	Op.1-0: A1	
-- <i>Tillandsia</i> spp.	Bromeliad	Op.1-0: 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, A2, A3, A6, B2, B3, B4, C1, C2, D1	
Burseraceae			
-- <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaca, Indio desnudo	Op.1-0: D1; Op.1-L	9

-- <i>Protium copal</i> (Schltkl. & Cham.) Engl.	Copal, Copal chi, Pom	Op.1-L; Op.1-N; Op.1-O: 3, 8, 12, 13, 15, A4, B4, B5, C1, C2, D1, D2	29
Cactaceae			
-- <i>Epiphyllum</i> sp.	Pitaya	Op.1-O: A2, B2	
-- <i>Rhipsalis baccifera</i> (Sol. ex J.S. Muell.) Stearn	Desconocido	Op.1-O: 4, 7, 8	
Caricaceae			
-- <i>Carica papaya</i> L.	Papaya	Op.1-O: A2, D1	
Cecropiaceae			
-- <i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo, Guarumo, k'och	Op.1-O: 6, 9, 10, 12, 13, 15, B1, B2, D2; Op.1-P	14
Chrysobalanaceae			
-- <i>Hirtella americana</i> L.	Aceituno peludo	Op.1-O: 5, D1	4
Clusiaceae			
-- <i>Clusia</i> sp.	Matapalo	Op.1-O: 11, A5, A6, B6; Op.1-L; Op.1-P	7
Combretaceae			
-- <i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	Bejuco de chupa miel	Op.1-O: 3, 14, D2	3
Dioscoreaceae			
-- <i>Dioscorea bartlettii</i> C. V. Morton	Cocolmeca	Op.1-O: 3, 5, 6, A2	
Fabaceae: Caesalpinioideae			
-- <i>Bauhinia</i> spp.	Bejuco espuela de gallo, Ki bix, Pato de vaca	Op.1-O: 1, 2, 6, A2, A3, A4, A6; Op.1-N	21
	Pata de vaca	Op.1-O: 1, 2, C2; Op.1-L	8
-- <i>Cassia grandis</i> L.	B'ukut'	Op.1-O: 1, A5, A6	12
Fabaceae: Mimosoideae			
-- <i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	Subin, Subin colorado, Cacho el toro, Ixcanal	Op. 1-O: 3, 4, 5, 8, 9, 11, 13, A1, A3, A4, B1, B3, B6, D1; Op.1-P	30
-- <i>Acacia glomerosa</i> Benth.	Esbot de espina, Osbot espinu	Op.1-O: A4, A5	2

-- <i>Acacia</i> sp.	Hesmo	Op.1-0: 1, 3, 7, 12, 15, C1	6
-- <i>Acacia</i> sp	Desconocido	Op.1-0: A4	1
-- <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Chalteco, Samen	Op.1-0: 15	1
Fabaceae: Papilionoideae			
-- <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud	Madre cacao	Op.1-0: 8	1
-- <i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	Manchiche	Op.1-0: 4, C1, D1	5
-- <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	Desconocido	Op.1-0: A4	1
-- <i>Lonchocarpus minimiflores</i> Donn. Sm.	Chaperno amarillo, Palo gusano	Op.1-0: 1, B6; Op.1-L	3
-- <i>Lonchocarpus</i> sp.	Cuero de sapo, Oskay anche	Op.1-0: 2	1
Flacourtiaceae			
-- <i>Laetia thamnina</i> L.	Bacala, Bacalek	Op.1-0: 1, 5, 10, A2, A5, B2, B3, B6; Op.1-N; Op.1-P	11
Lauraceae			
-- <i>Licaria peckii</i> (I.M. Johnst.) Kosterm.	Laurel, Tzotzni	Op.1-0: A5, B3, C2; Op.1-N	5
-- <i>Nectandra coriacea</i> (SW.) Griseb.	Laurel	Op.1-0: 8, 9, 14, 15, A4, B1	8
-- <i>Ocotea</i> sp.	Desconocido	Op.1-0: C2, D1	
Meliaceae			
-- <i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Op.1-0: B3; Op.1-L	3
-- <i>Guarea glabra</i> Vahl	Cedrilla colorado,	Op.1-0: 1, 3, 12, 14, A4; Op.1-N	9
-- <i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba, Mahogany	Op.1-0: 13, 14, B3, D1	4
-- <i>Trichilia hirta</i> L.	Cedrillo	Op.1-0: 1, 2	5
-- <i>Trichilia minutiflora</i> Standl.	Chile malache, Cobo negro	Todos los transectos	191

Moraceae			
-- <i>Brosimum alicastrum</i> Sw. subsp. <i>alicastrum</i>	Ramon, Ramon blanco, Ramon oreja de mica	Op.1-L Op.1-N; Op.1-P Op.1-O: Todos menos 4, A6, C2	109
-- <i>Ficus</i> spp.	Amate	Op.1-O: 2, D1, Op. 1-L	3
	She'ling	Op.1-O: A1, A3, A4, A5	
-- <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Ramon colorado	Op.1-O: 1	1
Myrtaceae			
-- <i>Pimienta dioica</i> (L.) Merr.	Pimienta, Pimienta de oreca	Op.1-O: 3, 4, 5, 6, 11, A3, A4, B1, B5, C1, C2, D1; Op.1-L; Op.1-N	29
-- <i>Eugenia</i> spp.	Chilanche	Op.1-O: A6; Op.1-L	3
	Chilanche grande	Op.1-O: A6	4
Nyctaginaceae			
-- <i>Pisonia</i> sp.	Uña de gato	Op.1-O: A5	
Ochnaceae			
-- <i>Ouratea lucens</i> (H.B.K.) Engl.	Desconocido	Op.1-O: 1	
Osmundaceae			
-- <i>Osmunda</i> sp.	Helecho	Op.1-O: 1, A2, A5, B1, B3, B4, B5	
Passifloraceae			
-- <i>Passiflora</i> sp.	Desconocido	Op.1-O: 12	
-- <i>Passiflora coriacea</i> Juss.	Desconocido	Op.1-O: 8	
Piperaceae			
-- <i>Peperomia</i> sp.	Desconocido	Op.1-O: 6, 7, 8, A1, A2	
-- <i>Piper aduncum</i> L.	Desconocido	Op.1-O: 1, 2, 3, 4, 6, A2, C1, C2, D1	
-- <i>Piper psilorhachis</i> C. DC.	Cordoncillo	Todos los transectos menos Op.1-O: A6	3
Poaceae			
-- <i>Paspalum</i> sp.	Pasto	Op.1-O: 2, 3, 5, 6, 8, A2, A3, C1, D1, D2	
--Poaceae	Pasto	Op 1-O: 1, 9, 10, 13, 14, 15, A6, C1, D1, D2	

Polygonaceae	Liana	Op.1-O: D1	
Orchidaceae -- <i>Oncidium</i> sp.	Orquídea	Op.1-O: 9	
Rubiaceae -- <i>Guettarda combsii</i> Urb. -- <i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyer. --Rubiaceae	Testop Puntero, Salte much Yerba de danto	Op.1-L Op.1-O: 1, 7, D2; Op.1-L Op.1-O: 9, 12, A2, B1, B4	2 4
Rutaceae -- <i>Amyris sylvatica</i> Jacq. -- <i>Zanthoxylum juniperinum</i> Poepp.	Amyris Arbol de limoncillo	Op.1-O: 4 Op.1-O: C2	1 1
Sapindaceae -- <i>Blomia prisca</i> (Standl.) Lundell -- <i>Cupania belizensis</i> Standl. -- <i>Matayba apetala</i> (Macfad.) Radlk. -- <i>Melicoccus oliviformis</i> H.B.K	Palo de sol, tzol, maguillo Desconocido Guaya macho, Guayo colorado, Säk wayum Guaya hembra, Guaya, Wayum	Op.1-O: 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 13, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, B5, B6, C1, C2, D1, D2; Op.1-L, Op.1-N; Op.1-P Op.1-O: C2 Op.1-O: 2, 9, 12, 14, 15, A1, A2, C1; Op.1-N Op.1-O: 9, 10, 12, 13, B2, B5, B6, C1; Op.1-L; Op.1-N	121 16 15
Sapotaceae -- <i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandege -- <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen -- <i>Pouteria campechiana</i> (H.B.K.) Baehni -- <i>Pouteria durlandii</i> (Standl.) Baehni subsp. <i>durlandii</i>	Sikia, Caimito Chico sapote, Ya' Sapotilla, Sapotillo, K'änixte' Sapotilla ancha, Sapotilla hoja ancho, Sapotilla negro	Op.1-L Op.1-O: 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, A2, A3, A4, B2, C1, C1, D2; Op.1-L; Op.1-P Op.1-O: 2, 3, 5, 7, 13, A3, B4, B6, C1, D1; Op.1-N Op.1-O: 1, 2, 4, 6, 11, 14, A4, A5	1 30 18 17

-- <i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma subsp.	Sapotilla hoja fina, Sapotillo, Silion	Todos menos Op.1-O: 5, A6	228
Schizaeaceae			
-- <i>Lygodium</i> sp.	Helecho	Op.1-O: C1, D1	
Simaroubaceae			
-- <i>Simarouba glauca</i> DC.	Negrito, Pa-sak hembra	Op.1-O: 2, 5	2
Tiliaceae			
-- <i>Ampelocera hottlei</i> (Standl.) Standl.	Luin hembra	Op.1-O: 2, 8	2
Ulmaceae			
-- <i>Celtis trinerva</i> Lam.	Capulin macho	Op.1-O: 9, B4, B6; Op.1-L	11
Verbenaceae			
-- <i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Huevo de raton, Xash nik,	Op.1-O: C1, D1	3
-- <i>Petrea volubilis</i> L.	Desconocido	Op.1-O: 2, 3, 6, 12, 15, A1, B3	
Vitaceae			
-- <i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	Bejuco de agua	Op.1-O: 1, 2, 3, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, A1, B2, B5, C1, D2	27
-- <i>Vitis</i> sp.	Bejuco de uva	Op.1-O: 1	1
Zamiaceae			
-- <i>Zamia</i> sp.		Op.1-O: 14, D2	
Zingiberaceae			
-- <i>Elettaria cardamomum</i> (L.) Maton	Cardamom	Op.1-O: 14, 15	

Tabla 4-2. Análisis de las muestras del suelo de los transectos de vegetación

Muestra	Color (Munsell)	Descripción	OM %	CEC	Ext. P	K	Ca	pH
P1-0	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla granula	11.8	20	24	267	11,307	7
P2-50	Negro (7.5yr 2.5/1)	Arcilla; miga grande	9.6	19	17	177	15,032	8
P3-100	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla arenosa, granular	9.9	19	11	168	25,110	8
P4-150	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla arenosa, granular	8.5	18	8	122	27,956	8
P5-200	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla arenosa, granular	8.8	19	12	202	28,597	8
P6-250	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga grande	10.4	19	9	224	21,108	8
P7-300	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga grande	13.9	21	25	426	27,690	8
P8-350	Negro (7.5yr 2.5/1)	Arcilla; miga grande	10.5	20	15	384	20,993	8
P9-400	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla, granular	10.5	19	16	216	28,268	8
Medio de Transecto 1, Sin Estructuras					15.22			
P10-450	Marrón (7.5yr 4/2)	Arcilla; granular	8	18	13	132	29,232	8
P11-500	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla; miga piqueña	9.6	19	16	216	27,914	8
P12-550	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla; miga piqueña	7.4	20	12	174	26,724	8
P13-600	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla; miga piqueña	6	18	9	174	30,364	8
P14-650	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	9.8	21	15	290	23,027	8
P15-700	Gris muy oscuro(7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	11.4	22	21	367	15,171	7
P16-750	Marrón oscuro (7.5yr 3/2)	Arcilla arenosa, granular	11.3	23	49	579	20,131	8

Medio de Transecto 1, Con Estructuras					19.29			
P1A-0	Gris oscuro (7.5yr 4/1)	Arcilla; miga piqueña	7.4	20	16	216	30,840	8
P2A-50	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	9.8	18	15	132	25,282	8
P3A-100	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	7.7	20	17	216	29,042	8
P4A-150	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	9.9	20	13	174	23,770	8
P5A-200	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	9.3	19	12	147	12,602	7
P6A-250	Negro (7.5yr 2.5/1)	Arcilla; miga grande	11.6	24	22	223	10,385	7
P7A-300	Negro (7.5yr 2.5/1)	Arcilla; miga grande	12.5	22	15	199	10,192	7
Medio de Transecto A					15.71			
P1B-0	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla; granular	17.6	18	20	145	25,995	8
P2B-50	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	12.5	20	18	261	20,512	8
P3B-100	Gris (7.5yr 6/1)	Arcilla; granular	7.9	17	10	177	28,967	8
P4B-150	Gris (7.5yr 5/1)	Arcilla; miga piqueña	8.4	18	17	153	25,324	8
P5B-200	Gris (7.5yr 5/1)	Arcilla; granular	7.7	19	21	154	28,986	8
P6B-250	Gris oscuro (7.5yr 4/1)	Arcilla; miga piqueña	9.6	19	31	171	27,581	8
P7B-300	Gris (7.5yr 5/1)	Arcilla; granular	6.3	20	34	143	30,543	8
Medio de Transecto B					21.57			
P1C-0	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla; miga piqueña	7.4	18	12	112	23,143	8
P2C-50	Marrón (7.5yr 4/2)	Arcilla; miga piqueña	8.5	19	10	153	23,727	8
P2C-100	Gris muy oscuro (7.5yr 3/1)	Arcilla; miga piqueña	9.6	20	11	412	19,306	8
P1D-0	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla; granular	8.7	21	12	172	22,726	8
P1D-50	Gris oscuro	Arcilla; miga	9.3	18	8	149	19,655	8

	(7.5 yr 4/1)	piqueña						
P3D-100	Marrón (7.5yr 4/2)	Arcilla; miga piqueña	9.5	18	9	104	21,589	8
Medio de Transecto C-D					10.33			
Uaxactun Jardin	Gris oscuro (7.5 yr 4/1)	Arcilla arenosa, miga piqueña	5.8	18	39	241	28,714	8

Tabla 4-3. Inventario de muestras de suelos y paleoethnobotanicos, temporada 2009

Tipo de muestra	Referencia #	Nombre de Referencia
Prueba de suelo environmental	1-5	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	2-1	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	3-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	4-2	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	5-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	6-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	7-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	8-4	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	9-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	10-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	11-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	12-2	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	13-2	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	14-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	15-4	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	17-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	18-3	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	19-2	Reservorio Inscripciones
Prueba de suelo environmental	20-2	Reservorio Inscripciones
Prueba de suelo environmental	21-3	Pocket Bajo
Prueba de suelo environmental	22-2	Reservorio Templo
Prueba de suelo environmental	23-2	Reservorio Templo
Prueba de suelo environmental	24-1	Reservorio Palacio
Prueba de suelo environmental	25-1	Reservorio Corriental
Prueba de suelo environmental	4A-1	Aguada Pucte
Prueba de suelo environmental	3A-1	Reservorio Tikal
Prueba de suelo environmental	5A-1	Aguada de Terminos
Humate	1-D-5	Aguada Corriental
Humate	1-D-6	Aguada Corriental
Humate	1-E-4	Aguada Corriental, V. S.
Humate	1-E-5	Aguada Corriental, L. G.
Carbón	1-L-04A	entre Str. 53 & 54
Carbón	1-L-05	Norte de Estructura 54, Level 2
Carbón	1-H-3	Reservorio Corriental
Carbón	1-N-02	Aguada Corriental
Carbón	1-N-03	Tikal Corriental
Carbón	1-P-6	Reservorio Coriental
Carbón	1-P-04	Reservorio Coriental
Carbón	1-L-05, Bag #1	Norte de Estructura 54, A1 horizon
Carbón	1-L-05, Bag #2	Norte de Estructura 54, A1 horizon
Carbón	1-H-2	1.63 Sur
Carbón	7A-50cm	Reservorio Templo
Carbón	7A-65cm	Reservorio Templo
Carbón	7A-130cm	Reservorio Templo
Carbón	7A	North Profile
Carbón	7A-5	Reservorio Templo
Carbón	7A-6	Reservorio Templo
Carbón	7A-6 (2)	Reservorio Templo
Carbón	7A-6 (3)	Reservorio Templo

Muestra de flotacion, fraccion liviana	1L01	Reservorio Corriental, Estructura 55
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1L02	Reservorio Corriental, Estructura 53
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1L03	Reservorio Corriental, Estructura 53
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1L04	Reservorio Corriental, entre 53 y 54
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1L05	Reservorio Corriental, entre 53 y 54
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1L06	Reservorio Corriental, Estructura 54
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-H-3, muestra 1	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-H-3, muestra 2	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-H-3, muestra 3	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-M-01	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-M-02	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-M-03	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-M-04	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-M-05	Aguada Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-N-02	Tikal Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-N-03	Tikal Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-N-04	Tikal Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-N-05	Tikal Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-01	Aguada Corriental, 0-10 cm.
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-02	Aguada Corriental, 20-30 cm.
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-03	Aguada Corriental, 40-50 cm.
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-04	Aguada Corriental, 60-70 cm.
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-05	Aguada Corriental, 80-90 cm.
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-06	Aguada Corriental, 100-110
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-07	Aguada Corriental, 120-130
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-08	Aguada Corriental, 140-150
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-09	Aguada Corriental, 160-170
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-10	Aguada Corriental, 180-190
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-11	Aguada Corriental, 200-210
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-12	Aguada Corriental, 220-230
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-13	Aguada Corriental, 240-250
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-14	Aguada Corriental, 260-270
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-15	Aguada Corriental, 280-290
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-C-16	Aguada Corriental, 300-310
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-P-01	Reservorio Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-P-02	Reservorio Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-P-03	Reservorio Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-P-04	Reservorio Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-P-05	Reservorio Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-K	Reservorio Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	1-K-5	Reservorio Corriental
Muestra de flotacion, fraccion liviana	5-B-3	Aguada de Terminus
Muestra de flotacion, fraccion liviana	7-A-2	Reservorio Templo
Muestra de flotacion, fraccion liviana	7-A-3	Reservorio Templo
Muestra de flotacion, fraccion liviana	7-A-4	Reservorio Templo
Muestra de flotacion, fraccion liviana	7-A-5	Reservorio Templo
Muestra de flotacion, fraccion liviana	7-A-6	Reservorio Templo
Muestra de flotacion, fraccion liviana	7-A-7	Reservorio Templo
Muestra de flotacion, fraccion liviana	7-A-8	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	1	Parcela 1 at 0 m.
Muestra de polen, suelo	2	Parcela 2 at 50 m
Muestra de polen, suelo	3	Parcela 3 at 100 m
Muestra de polen, suelo	4	Parcela 4 at 150 m

Muestra de polen, suelo	5	Parcela 5 at 200 m
Muestra de polen, suelo	6	Parcela 6 at 250 m
Muestra de polen, suelo	7	Parcela 7 at 300 m
Muestra de polen, suelo	8	Parcela 8 at 350 m
Muestra de polen, suelo	9	Parcela 9 at 400 m
Muestra de polen, suelo	10	Parcela 10 at 450 m
Muestra de polen, suelo	11	Parcela 11 at 500 m
Muestra de polen, suelo	12	Parcela 12 at 550 m
Muestra de polen, suelo	13	Parcela 13 at 600 m
Muestra de polen, suelo	14	Parcela 14 at 650 m
Muestra de polen, suelo	15	Parcela 15 at 700 m
Muestra de polen, suelo	16	Parcela 16 at 750 m
Muestra de polen, suelo	1A	Parcela 1A at 0 m.
Muestra de polen, suelo	2A	Parcela 2A at 50 m.
Muestra de polen, suelo	3A	Parcela 3A at 100 m.
Muestra de polen, suelo	4A	Parcela 4A at 150 m.
Muestra de polen, suelo	5A	Parcela 5A at 200 m.
Muestra de polen, suelo	6A	Parcela 6A at 250 m.
Muestra de polen, suelo	7A	Parcela 7A at 300 m.
Muestra de polen, suelo	1B	Parcela 1B at 0 m.
Muestra de polen, suelo	2B	Parcela 2B at 50 m.
Muestra de polen, suelo	3B	Parcela 3B at 100 m.
Muestra de polen, suelo	4B	Parcela 4B at 150 m.
Muestra de polen, suelo	5B	Parcela 5B at 200 m.
Muestra de polen, suelo	6B	Parcela 6B at 250 m.
Muestra de polen, suelo	7B	Parcela 7B at 300 m.
Muestra de polen, suelo	C1	Parcela C1 at 0 m.
Muestra de polen, suelo	C2	Parcela C2 at 50 m.
Muestra de polen, suelo	C3	Parcela C3 at 100 m.
Muestra de polen, suelo	D1	Parcela D1 at 0 m.
Muestra de polen, suelo	D2	Parcela D2 at 50 m.
Muestra de polen, suelo	D3	Parcela D3 at 100 m.
Muestra de polen, suelo	3614 U	Transect U-H
Muestra de polen, suelo	7A-05 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-15 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-25 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-35 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-45 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-55 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-65 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-75 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-85 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-95 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-105 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-115 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-125 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-135 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-145 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-155 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-165 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-175 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-185 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-195 cm.	Reservorio Templo

Muestra de polen, suelo	7A-205 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-215 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-225 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-235 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-245 cm.	Reservorio Templo
Muestra de polen, suelo	7A-265 cm.	Reservorio Templo
Muestro de suelo	1	Parcela 1 at 0 m.
Muestro de suelo	2	Parcela 2 at 50 m
Muestro de suelo	3	Parcela 3 at 100 m
Muestro de suelo	4	Parcela 4 at 150 m
Muestro de suelo	5	Parcela 5 at 200 m
Muestro de suelo	6	Parcela 6 at 250 m
Muestro de suelo	7	Parcela 7 at 300 m
Muestro de suelo	8	Parcela 8 at 350 m
Muestro de suelo	9	Parcela 9 at 400 m
Muestro de suelo	10	Parcela 10 at 450 m
Muestro de suelo	11	Parcela 11 at 500 m
Muestro de suelo	12	Parcela 12 at 550 m
Muestro de suelo	13	Parcela 13 at 600 m
Muestro de suelo	14	Parcela 14 at 650 m
Muestro de suelo	15	Parcela 15 at 700 m
Muestro de suelo	16	Parcela 16 at 750 m
Muestro de suelo	1A	Parcela 1A at 0 m.
Muestro de suelo	2A	Parcela 2A at 50 m.
Muestro de suelo	3A	Parcela 3A at 100 m.
Muestro de suelo	4A	Parcela 4A at 150 m.
Muestro de suelo	5A	Parcela 5A at 200 m.
Muestro de suelo	6A	Parcela 6A at 250 m.
Muestro de suelo	7A	Parcela 7A at 300 m.
Muestro de suelo	1B	Parcela 1B at 0 m.
Muestro de suelo	2B	Parcela 2B at 50 m.
Muestro de suelo	3B	Parcela 3B at 100 m.
Muestro de suelo	4B	Parcela 4B at 150 m.
Muestro de suelo	5B	Parcela 5B at 200 m.
Muestro de suelo	6B	Parcela 6B at 250 m.
Muestro de suelo	7B	Parcela 7B at 300 m.
Muestro de suelo	C1	Parcela C1 at 0 m.
Muestro de suelo	C2	Parcela C2 at 50 m.
Muestro de suelo	C3	Parcela C3 at 100 m.
Muestro de suelo	D1	Parcela D1 at 0 m.
Muestro de suelo	D2	Parcela D2 at 50 m.
Muestro de suelo	D3	Parcela D3 at 100 m.
Muestro de suelo	3614	Transect U-H
Muestro de suelo	1-C-01	Aguada Corriental 1-30 cm.
Muestro de suelo	1-C-02	Aguada Corriental 30-65 cm.
Muestro de suelo	1-C-03	Aguada Corriental 65-80 cm.
Muestro de suelo	1-C-04	Aguada Corriental 80-130 cm.
Muestro de suelo	1-C-05	Aguada Corriental 1.30-1.40 m.
Muestro de suelo	1-C-06	Aguada Corriental 1.40-1.80 m.
Muestro de suelo	1-C-07	Aguada Corriental 180-230 cm.
Muestro de suelo	1-C-08	Aguada Corriental 230-250 cm.
Muestro de suelo	1-C-09	Aguada Corriental 250-280 cm.
Muestro de suelo	1-C-10	Aguada Corriental 280+ cm.

Muestro de suelo	1-C-11	Aguada Corriental 310-315 cm.
Muestro de suelo	1-C-12	Aguada Corriental 290-310 cm.
Muestro de suelo	2-A-01	Arroyo Corriental, A-horizon
Muestro de suelo	2-A-02	Arroyo Corriental, A/C horizon
Muestro de suelo	2-A-02	Arroyo Corriental, C horizon
Muestro de suelo	2-A-03	Arroyo Corriental, Ab horizon
Muestro de suelo	2-B-01	Arroyo Corriental, A horizon
Muestro de suelo	2-B-02	Arroyo Corriental, C horizon
Muestro de suelo	2-B-03	Arroyo Corriental, Ab horizon
Muestro de suelo	5-B-01	Aguada de Términos
Muestro de suelo	5-B-03	Aguada de Términos
Muestro de suelo	5-C-01	Aguada de Términos, A horizon
Muestro de suelo	5-C-02	Aguada de Términos, C horizon
Muestro de suelo	5-C-03	Aguada de Términos, Ab horizon
Muestro de suelo	5-C-04	Aguada de Términos, cb
Muestro de suelo	5-C-04 (2)	Aguada de Términos, Acb
Muestro de suelo	Op. 6A-1	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6A-2	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6A-3	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6A-4	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6A-5	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-1	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-2	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-3	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-4	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-5	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-6	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-7	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-8A	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-8B	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-9A	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	Op. 6C-9B	Reservorio Palacio
Muestro de suelo	7A-2	Reservorio Templo
Muestro de suelo	7A-3	Reservorio Templo
Muestro de suelo	7A-4	Reservorio Templo
Muestro de suelo	7A-5	Reservorio Templo
Muestro de suelo	7A-6	Reservorio Templo
Muestro de suelo	7A-7	Reservorio Templo
Muestro de suelo	7A-8	Reservorio Templo
Muestro de suelo	7A-9	Reservorio Templo
Muestro de suelo	1-L	Reservorio Corriental
Muestro de suelo	1-M	Reservorio Corriental
Muestro de suelo	1-P	Reservorio Corriental