

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

T E S I S

Arquitectura
Hidráulica Maya
en el Sitio
Yaxhá, Petén



Marsha Akemi Hori Rivas

Guatemala, Junio 2007.





Junta Directiva

**FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

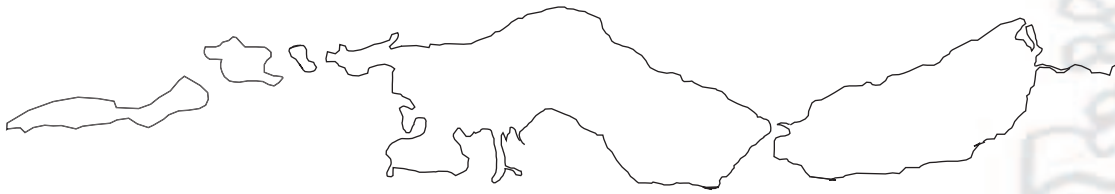
| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO | Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo |
| VOCAL I | Arq. Jorge Arturo González Peñate |
| VOCAL II | Arq. Raúl Estuardo Monterroso Juárez |
| VOCAL III | Arq. Jorge Escobar Ortiz |
| VOCAL IV | Br. Pooll Enrique Polanco Betancourt |
| VOCAL V | Br. Eddy Alberto Popa Ixcot |
| SECRETARIO | Arq. Alejandro Muñoz Calderón |

TRIBUNAL EXAMINADOR

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO | Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo |
| EXAMINADOR | Arq. Danilo Callén |
| EXAMINADOR | Arq. David Barrios |
| EXAMINADOR | Arq. María Elena Molina |
| SECRETARIO | Arq. Alejandro Muñoz Calderón |

A Wellington

A la Civilización que alguna vez reinó Yaxha.



A mi mai y mi papi toto Hori, a mis hijas Jael y Alessa, amis hermanos: Chef Takeshi, Lic. Alejandra, M Gorda y Dr. Sergio, a las chiquitas: Naomi, Tastas y Marre; a mis Suegros: Delia y Anibal Barrios; a los primos: Lic. Andrey, Lic Rayma, Arq. Ale “super especialmente”, Erick y Lorena, Lic. Lisa, Eduardo, al papasito de Efren y al papasote de Juanki, Susy, Jorge, Ricardo, Davi, Amali, a mi ahijado Diebo, Gaby, mi ahijada la negris, Bety, Dany, Josi; a mi querido Tío Tono, a mi padrino Efraín Esquivel, Lisandro Guardado, a mi Tía Letty, Tía Maita, Elena y Mariela; a mis cuñados: Nidia y Marvin y a marvin chiquito, al Tío Peman y al Ing. José L puma; Los intelectuales: Miguelillo “principalmente y sobre todas las cosas”, Arq. Danilo Callén (asesor), Arq. Barrios y Arq. Ma. Elena Molina (asesores), a mi querido profesor Arq. Vinicio Mariachi, Arq. Oscar Henry, a mi amigo Ing. Ventura (+), al Decano Arq. Carlos Valladares, Arq. Rafa Morán (EPS); a los otros intelectuales: Fer Larrazabal, Nestor Carrillo, a mi jefe y amigo Edgar De León, mejor a Yvette, y muy especialmente a la familia De Leon, con aprecio a Karla y Marvin, a los compañeros de las carreras: Wilson, Arq. Darren, Arq. Hugo y Arq. Josefus, Ing. Caludia Arce, Lic. Miva, a los recuerdos de mi felicísima niñez, a las maestras del Santa Clara María, y a la escuela Japonesa; Maestros de escultura, dibujo, óleo, de la Escuela de Artes Plástica, Arq. Leonel Hernández, a las maestras de Ballet, la Madame de danza española, al de natación Don Plutarco, al de Inglés y Japonés, y autores de libros que estos ojos leyeron, y a todos los demás de los que tuve que aprender para ser lo que hoy soy y alcanzaré.

Aclaración: el orden de los factores no debe afectar los sentimientos, pero es necesario que sepan que son parte del ser espiritual que forma mi vida en esta vida.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura

Arquitectura Hidráulica Maya en el sitio Yaxhá

T e s i s

Presentada a la Junta Directiva
de la Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por

Marsha Akemi Hori Rivas

Al conferírsele el título de Arquitecta

Guatemala, Junio 2007.



I ndice

Introducción

| | |
|--|---|
| I. Antecedentes históricos generales | 2 |
| II. Reseña histórica de la civilización Maya | 4 |
| III. Los Mayas en Guatemala | 6 |

Capítulo 1

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1. MARCO REFERENCIAL | 8 |
| 1.1 El Petén | 8 |
| 1.2 Contexto Ecológico | 9 |
| 1.2.1 Climatología | 9 |
| 1.2.2 Hidrología | 10 |
| 1.2.3 Fisiografía | 11 |
| 1.2.4 Suelos | 11 |
| 1.2.5 Susceptibilidad a la erosión | 11 |
| 1.2.6 Geología y Topografía | 12 |
| 1.2.7 Zonas de vida | 13 |
| 1.2.8 Vegetación | 13 |
| 1.2.9 Fauna asociada al Sitio Yaxha | 14 |
| 1.3 Objeto de Estudio | 15 |
| 1.4 Justificación | 15 |
| 1.5 Delimitación del Tema | 15 |
| 1.5.1 Temporal | 15 |
| 1.5.2 Técnica | 15 |
| 1.5.3 Geográfica | 15 |
| 1.6 Objetivos | 16 |
| 1.6.1 Objetivo general | 16 |
| 1.6.2 Objetivos específicos | 16 |
| 1.7 Hipótesis | 16 |
| 1.8 Metodología | 16 |

Capítulo 2

| | |
|--|----|
| 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL | |
| 2.1 Historia Hidráulica | 19 |
| 2.1.1 Hidráulica | 19 |
| 2.1.2 Hidrología | 19 |
| 2.1.3 Aplicaciones de la hidrología | 19 |
| 2.1.4 División de la hidrología | 19 |
| 2.1.5 Hidrografía | 20 |
| 2.1.5 Hidrología | 21 |
| 2.1.6 Hidrogeología | 21 |
| 2.1.7 Formas de agua | 21 |
| 2.2 Fuentes de agua | 22 |
| 2.2.1 Cuenca hidrográfica | 22 |
| 2.2.2 Lago | 23 |
| 2.2.3 Río | 24 |
| 2.2.4 Laguna | 25 |
| 2.2.5 Arroyo | 25 |
| 2.2.6 Lluvia | 25 |
| 2.2.7 Agua subterránea | 25 |
| 2.2.8 Acuíferos | 26 |
| 2.2.9 Humedal | 26 |
| 2.2.10 Cenote | 27 |
| 2.3 Captación Pluvial (Sistemas Prehispánicos) | 28 |
| 2.3.1 Obra hidráulica | 28 |
| 2.3.2 Acrópolis | 29 |
| 2.3.3 Calzadas | 29 |
| 2.3.4 Plazas | 29 |
| 2.3.5 Galería filtrante | 29 |
| 2.3.6 Presa | 29 |
| 2.3.7 Presa hidráulica | 29 |
| 2.3.8 Compuerta hidráulica | 29 |
| 2.3.9 Aguada | 30 |
| 2.4 Conducción de agua pluvial | 30 |
| 2.4.1 Canal | 31 |
| 2.4.2 Canal de riego | 31 |
| 2.4.3 Acueducto | 32 |
| 2.4.4 Vertedero hidráulico | 32 |
| 2.4.5 Caudal y régimen fluvial | 32 |
| 2.4.6 Escorrentía | 33 |
| 2.4.7 Técnicas de regadío | 33 |
| 2.4.8 Alcantarillado | 33 |



| | |
|------------------------------------|----|
| 2.5 Almacenamiento de agua pluvial | 34 |
| 2.5.1 Chultun | 34 |
| 2.5.2 Aguada | 34 |
| 2.5.3 Aljibe | 35 |
| 2.5.4 Sarteneja | 35 |
| 2.6 Usos del agua | 35 |
| 2.6.1 Riego | 35 |
| 2.6.2 Red de abastecimiento | 35 |
| 2.6.3 Componentes del sistema | 36 |
| 2.6.4 Temascal | 36 |

Capítulo 3

| | |
|--|----|
| 3 SISTEMAS HIDRÁULICOS CONOCIDOS EN MESOAMÉRICA PREHISPÁNICA | 38 |
| 3.1 Evidencias del manejo del agua. | 38 |
| 3.2 La agricultura: Sistemas Intensivos | 38 |
| 3.3 Derramaderos | 39 |
| 3.4 Chinampas | 39 |
| 3.5 Terrazas agrícolas | 40 |
| 3.6 Sistemas lacustres | 41 |
| 3.7 Sistemas de Inundación | 41 |
| 3.8 Sistema constructivo empleado en los canales | 42 |
| 3.9 Canales de drenaje | 42 |

Capítulo 4

| | |
|---|----|
| 4. TRIÁNGULO YAXHÁ-NAKUM-NARANJO | 44 |
| 4.1 Referencia Histórica del Sitio Yaxhá | 45 |
| 4.2 Sitios Arqueológicos cercanos a Yaxhá | 47 |
| 4.2.1 Nakum | 47 |
| 4.2.2 Naranjo | 48 |
| 4.2.3 Topoxte | 49 |
| 4.2.4 Poza Maya | 50 |
| 4.2.3 Pochitoca | 50 |

Capítulo 5

| | |
|---|----|
| 5. APLICACIONES HIDRÁULICAS NATURALES Y ARTIFICIALES EN YAXHÁ | 52 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| 5.1 Sistema hidráulico utilizado en el sitio (evidencia arquitectónica) | 52 |
| 5.1.1 Fuentes naturales | 53 |
| 5.1.1.1 Bajos inundables | 54 |
| 5.1.1.2 Lago Yaxhá y sus alrededores | 54 |
| 5.1.1.3 Río Holmul y Yaxhá | 54 |
| 5.1.1.4 Bajo La Justa | 55 |
| 5.1.2 Fuentes y canalizaciones artificiales | 55 |
| 5.1.2.1 Plazas | 55 |
| 5.1.2.2 Murallas y basamentos | 56 |
| 5.1.2.3 Calzadas | 56 |
| 5.2 Chultunes investigados en Yaxhá | 57 |
| 5.3 Canalización del agua pluvial en los conjuntos | 61 |
| 5.3.1 Grupo maler | 61 |
| 5.3.2 Ribera de la laguna Yaxhá | 62 |
| 5.3.3 Calzada Bloom | 63 |
| 5.3.4 Acrópolis Norte | 64 |
| 5.3.5 Grupo Oeste | 65 |
| 5.3.6 Juego de Pelota (2) | 66 |
| 5.3.7 Plaza A | 67 |
| 5.3.8 Calzada Lincoln | 68 |
| 5.3.9 Calzada del Lago y Vía 5 | 69 |
| 5.3.10 Acrópolis Este | 70 |
| 5.3.11 Acrópolis Sur | 71 |
| 5.3.12 Plaza B | 71 |
| 5.3.13 Vivienda y área de cultivo | 72 |
| CONCLUSIONES | 73 |
| RECOMENDACIONES | 74 |
| FUENTES DE CONSULTA | 75 |
| ANEXO | 78 |
| | 79 |



Introducción

Los diferentes sitios arqueológicos prehispánicos que se situaron en Mesoamérica, son testigos del desarrollo de toda una civilización, la cual tuvo un gran manejo de las condicionantes climáticas y en especial los sistemas hidráulicos de captación de agua pluvial en sus conjuntos arquitectónicos, lo que los llevó a crear y desarrollar técnicas constructivas para el manejo y control de condicionantes naturales como el aprovechamiento del tipo de suelo y de los aspectos topográficos; De estos sistemas y técnicas, actualmente se encuentran vestigios en investigación.

En este documento de investigación se analizarán los distintos sistemas de captación, conducción y evacuación de aguas pluviales, las técnicas y los elementos más utilizados, debido a que la evidencia arquitectónica en el sitio de Yaxhá, aún se encuentra en condiciones favorables para que sean analizados los sistemas hidráulicos de evacuación, elementos que servirán para fundamentar la investigación.

En el proceso metodológico, se desarrollarán los capítulos que permitan describir el estudio de la siguiente forma:

Capítulo 1

Se hará referencia de todos los conceptos que permitan ubicarse en el área de estudio, así como su contexto ecológico, el cual es de vital importancia conocerlo debido a que la hidrología es un factor determinante para el conocimiento y análisis de la evidencia arquitectónica expuesta de los sistemas hidráulicos en el sitio Yaxhá.

Capítulo 2

El agua en la cultura maya, no sólo fue utilizada para el consumo diario doméstico o para cubrir sus necesidades básicas, también para sus actividades cosmológicas (espirituales, rituales). Se describen las características de la captación, almacenamiento, uso y evacuación del agua pluvial.

Capítulo 3

Se han encontrado evidencias de varios sistemas hidráulicos de captación utilizados en diferentes sitios, tanto permanentes como temporales o estacionales, en los que se comprobó su ubicación y funcionalidad.

Capítulo 4

Yaxhá es un sitio arqueológico que se desarrolló desde el período preclásico hasta el posclásico medio, de características especiales ya que posee una serie de edificaciones, y sus dimensiones que la hacen suponer que fue un centro de gran importancia ya que en sus proximidades tiene varios sitios de menor dimensión, además posee una serie de sistemas lacustres muy cercanos a los núcleos de edificaciones, como las lagunas de Yaxhá, Sacnab.

Capítulo 5

Debido a la localización del sitio, sus sistemas hidráulicos tanto la captación, canalización, evacuación y almacenamiento son elementos que aún se puede analizar cómo construyeron y desarrollaron el manejo y control del agua pluvial en tiempos prehispánicos.



I. Antecedentes Históricos Generales

50,000 años atrás aproximadamente, se cree que grupos humanos y animales cruzaron desde Siberia a Alaska por el Estrecho de Bering, durante el período en que una glaciación creó un corredor de hielo. Se supone que hubo varias migraciones, las últimas antes del 9 000 a.C. es posible que otros asentamientos ocurrieran por mar. Sin embargo, parece ser que la prehistoria de las Américas es mucho más reciente que la del Viejo Mundo. Estos grupos humanos eran cazadores-recolectores; cazaban animales como el mamut, mastodonte, caballo americano, bisonte y perezoso, que desaparecieron cuando se terminaron las glaciaciones y el clima se volvió más benigno. Al derretirse los hielos, los mares alcanzaron el nivel que tienen actualmente.

Asia y América quedaron separadas, no pudieron volver a pasar más hombres ni animales, pero los que ya estaban en América siguieron desplazándose hacia el sur y se desarrollaron de manera independiente. Con los cambios de clima se modificaron también los ecosistemas y, en consecuencia, la flora y la fauna.

A pesar de la falta de animales de transporte como caballos y de vehículos rodantes, la población humana viajó a lo largo del continente relativamente en poco tiempo. Durante esta larga etapa (tal vez 6,000 años) entre las primeras plantas cultivadas y la primera economía propiamente agraria los humanos vivían de la combinación de cultivo y la recolección, y desarrollaron, seguramente, el profundo conocimiento de su medio natural que los descendientes de los mayas conservan actualmente. Los primeros asentamientos aparecen en las tierras bajas

(zona central), alrededor de 2000 a.C., en el litoral y en las márgenes de los ríos. Una de esas zonas ecológicas de ocupación es el litoral de Guatemala en el Pacífico, cerca de la frontera de Chiapas. Esa región posiblemente no haya sido poblada por gente de habla maya en tiempos remotos, pero sus culturas primitivas deben haber sido semejantes a las que desembocarían en la vida sedentaria que algún día habría de encontrarse en otras partes de la zona maya, a lo que ahora se conoce como Mesoamérica, que abarca la región del continente americano entre el río Pánuco, en México y Costa Rica, en el cual se desarrollaron civilizaciones precolombinas (Mayas, Mexicanas, Mixtecas, Olmecas,

Toltecas, entre otras) con características culturales similares (cerámica, uso calendárico, escritura jeroglífica); no debe confundirse con el área Maya, que dentro de Mesoamérica solo incluye 400,000 Km². aproximadamente, desde el sureste Mexicano (Chiapas Tabasco) hasta los ríos Ulúa (Honduras) y Lempa (El Salvador).



Estrecho de Bering
Fuente: Biblioteca de Consulta Microsoft, Encarta 2005.

Con el inicio de la agricultura la vida del hombre se modificó sustancialmente; los cazadores-recolectores se hicieron sedentarios, formaron aldeas en las que vivía un conjunto de familias en casas hechas de varas, lodo y paja, o de adobes; se dedicaban al cultivo de la tierra y a pescar. Elaboraban cestas para guardar sus alimentos y con el tiempo descubrieron que cubriéndolas de barro podían guardar líquidos; surgió así la elaboración de vasijas, es decir, la alfarería, hacia la segunda mitad del tercer milenio a.C.. Cuando el hombre dispuso de reservas alimenticias más o menos seguras, le quedó tiempo para otras actividades, como observar los astros y las estaciones del año, conocer épocas secas y de lluvias, tiempos de siembra y de cosecha, seleccionar semillas y regar plantas, domesticar aves y perros. Surgieron entonces las primeras aldeas hacia el 3,000 a. C., con economía de autosuficiencia y organización social igualitaria.





Civilización maya.
La civilización maya se extendió por toda la península mexicana del Yucatán y zonas de lo que hoy es Guatemala, Honduras, El Salvador y Belice.
Fuente: Biblioteca de Consulta Microsoft, Encarta 2003.

Y entre 1 800 y 1400 a. C. en algunas regiones se iniciaron contactos y relaciones entre los grupos que permitieron la formación de las primeras e incipientes redes de comercio a larga distancia con materias muy necesarias, como la obsidiana. Dándose el sedentarismo, fue así como se dio el proceso de civilización, construyeron ciudades gobernadas por los nobles, crearon una religión con dioses de la fertilidad y del agua, y sacerdotes dedicados a los ritos; surgieron guerreros para la defensa de las tierras o para disputar otras mejoras; artistas y artesanos, dándose así la división social del trabajo y, desde luego, agricultores, quienes con su trabajo sostenían a toda la población. De esta manera se formaron los primeros centros urbanos que dieron lugar a las diversas culturas en la región que ahora llamamos Mesoamérica, que significa América media o a la mitad de América.

Mesoamérica es una zona geográfica que de manera natural favorece la agricultura porque está rodeada de montañas, de donde bajan numerosas corrientes que fueron formando una serie de lagos, a cuyos márgenes se establecieron los primeros grupos sedentarios que dieron origen a las más importantes culturas de esta zona, con gran variedad de suelos y climas, y con lluvias anuales suficientes para alimentar ríos

y lagos, con el tiempo se convirtió en un área cultural de agricultura avanzada. Fue formada por ciudades con rasgos culturales que fueron comunes a todas ellas como la construcción de ciudades con pirámides escalonadas, uso de estuco para recubrir partes de las mismas y centros ceremoniales en donde vivían los dirigentes políticos y religiosos, mercaderes y artesanos, se efectuaban observaciones astronómicas, se elaboraban códices con historias de gobernantes, se construían plazas, palacios, juegos de pelota y templos en la cúspide de las pirámides.



El mapa muestra la localización de los principales pueblos indígenas de esta zona geográfica –cultural que hoy todavía presenta núcleos importantes de población descendiente de las antiguas civilizaciones Mesoamericanas.

Fuente: Biblioteca de Consulta Microsoft, Encarta 2003.

En esta zona hubo una alta densidad de población y una tradición cultural muy homogénea que propició el desarrollo de todas las culturas: olmeca, maya, teotihuacana, zapoteca, mixteca, tolteca y mexicana, entre otras.

En la agricultura se empleaban diversas técnicas de riego y abonos, la tierra era trabajada de manera comunal y los campesinos pagaban tributo a los jefes políticos. Se cultivaba maíz, frijol, calabaza, chile, tomate, chochinilla y hacían tortillas de maíz con cal.

Para una mejor comprensión de las culturas mesoamericanas, los arqueólogos e historiadores las han organizado por horizontes culturales, debido a que en la misma época se dieron rasgos culturales similares o comunes a todas ellas.





Mapa esquemático de Mesoamérica

(I) México Occidental y Frontera Norte; (II) México Central; (III) Oaxaca; (IV) Huasteca; (V) Veracruz Central; (VI) Área Olmeca; (Altiplano Maya); (VIII) Tierras Bajas.
Fuente: Antropología de Mesoamérica. Gordon R. Willey, Evon Z. Vogt u Angel Palerm Union Panamericana.

II. **R**eseña Histórica de la civilización Maya

Tiempos atrás (siglo II a.C), los mayas forjaron una civilización que hoy está considerada entre las más importantes del mundo antiguo. Con un extraordinario impulso creativo que duró alrededor de 600 años, los mayas erigieron grandes ciudades, templos y pirámides, crearon una gran red de intercambio comercial y lograron avances trascendentes en las artes y las ciencias que los colocaron muy por delante de sus contemporáneos.

Los antiguos mayas dejaron un magnífico legado, los asentamientos arqueológicos esperan ser descubiertos y los reducidos grupos étnicos conservan con orgullo las tradiciones y creencias de sus ancestros. Además, la enorme herencia cultural que dejaron sólo puede equipararse con la diversidad de paisajes que se encuentran en el área y su rica vida silvestre.

Por razones desconocidas, esta cultura comenzó a declinar, las ciudades fueron abandonadas y sus habitantes desaparecieron. Hoy encontramos las naciones donde reinaron los mayas: Guatemala, Belice, Honduras y los cinco Estados mexicanos de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Chiapas y Tabasco abarcan lo que hoy llamamos el Mundo Maya. Esta región cubre aproximadamente 500,000 km².

Su civilización se extendió por un periodo de tres mil años así:

- 1- Preclásico de 1500 a. de C a 292 d. de C.
- 2- Clásico de 292 a 900 aproximadamente.
- 3- Posclásico de 900 a 1527.

Los Mayas sobrevivieron seis veces más tiempo que el Imperio Romano, y construyeron más ciudades que los antiguos Egipcios. Formaron grupos diferenciados por su posición económica, por su trabajo o actividad principal y por su pertenencia a determinadas familias dentro de la estructura religiosa y política. Dominaban un lenguaje escrito, eran hábiles arquitectos, arriesgados comerciantes y talentosos artistas. Su complejidad social y organizativa, su división de casta y progreso arquitectónico, sólo era superada por su enorme fe en la sangre de sus reyes y en la divinidad de sus muchos dioses. Edificaron maravillosas obras arquitectónicas, aunque no contaron con animales de carga y tiro para el desarrollo de su trabajo, ni con vehículos rodantes e instrumentos metálicos para la práctica intensiva del comercio, combinaron múltiples posibilidades de transporte a través de ríos, costas, senderos e incluso construyeron anchas y largas calzadas de piedra blanca, llamada sacbes, las cuales se construyeron en línea recta y conectaban en su mayoría una ciudad con otra o algún sitio o plaza importante con otra.



Observatorio astronómico llamado "Caracol", Cultura Maya (México).
Fuente: La civilización Maya. Robert J.



Las construcciones comúnmente llamadas pirámides, en realidad fueron templos o santuarios dedicados a una o varias deidades, linajes, reinados, familias. Solían ampliar sus edificios cada determinado tiempo, según la ascensión de cada rey, quien decidía cuándo había que hacer la guerra o pactar la paz; regía en el comercio y las alianzas maritales; Estas majestuosas estructuras fueron hechas sobre anteriores construcciones, las pirámides fueron hechas como maquetas o modelos del universo; además de contener datos geodésicos.



Código Dresdre.
Fuente: La Civilización Maya. Robert J.

Estos magníficos sitios evidencian no solamente la excelencia del arte, sino también el desarrollo intelectual de sus constructores: Arquitectos; astrónomos y matemáticos. Utilizaban una escritura de gran complejidad que aún no es posible comprender cabalmente; gracias a las fuentes escritas se conocen los distintos cargos políticos y sacerdotales, así como las jerarquías sociales que existían, y un sistema calendárico (más exacto que el actual) que les permitía anotar con asombrosa precisión diversos hechos.

Al cabo de varias generaciones, y por medio de sacerdotes astrónomos descubrieron la revolución sinódica de varios cuerpos celestes, alinearon muchos de sus edificios y estelas conforme a los movimientos de los astros y anotaron con un sistema vigesimal de numeración diversas fechas; de igual manera, el descubrimiento de piezas de cerámica ha ayudado a especialistas a entender a las antiguas civilizaciones.



Fuente: Frederick Catherwood, 1844.

Las Primeras manifestaciones culturales se inician del 2,000 a.C (La Venta), y es considerada punto de partida de la civilización maya, organización social que pasa a ser una institución como tal; rasgos lingüísticos definidos y realización de cerámica. Al inicio del periodo, los mayas eran más cazadores y recolectores; Su organización social no era complicada y se basaba en el trabajo comunal, donde los dioses regían a través del gobierno de un rey. La sedentarización se dio conforme el desarrollo del cultivo del maíz, frijoles, ayotes y chiles en sitios cercanos a fuentes de agua. Para el norte de Peten, ello ocurrió, a la luz de las evidencias fisiográficas y florísticas, cerca de lagos y lagunas. (citado por Hasen, 1,991) hizo hallazgos de polen de cucurbitáceas y maíz en una aguada cercana al sitio arqueológico Nakbe (México).

Las prácticas religiosas, por su lado, estaba ligadas estrechamente a los fenómenos naturales más próximos: al ciclo de vida y al trabajo; por ello, las ceremonias debieron ser modestos rituales dedicados a la fertilidad y agricultura.



III. **Los Mayas en Guatemala**

Debido a las marcadas diferencias que presentan las distintas regiones del área maya, los recursos naturales eran muy variados, las necesidades básicas de las poblaciones de cada región debieron ser autosuficientes.

La mayor parte de la población de los mayas eran campesinos que sostenían a una minoritaria clase dominante con sus cosechas de maíz, frijol y otros vegetales, no faltaban maíz y frijol en ninguna ciudad, ni tampoco madera y palmas para construir las chozas. Crearon sistemas de agricultura intensiva como los campos levantados, las terrazas agrícolas y las huertas frutales, pero ciertos productos sólo se obtenían en determinados medios geográficos a los que se llegaba por vías terrestres y fluviales.

Tanto la siembra como el crecimiento y recolección de los frutos se acompañaban con rituales y ceremonias propiciatorias, ya que los dioses tenían su parte benéfica, como enviar el agua a la tierra. Pero también podían enviar granizo, sequía o lluvia en demasía que provocaban la muerte de las plantas, por lo que era necesario mantener el lado positivo de los dioses para que esto no ocurriera.

Inventaron también ingeniosos sistemas de captación y almacenamiento de agua pluvial como los canales, las aguadas, etc.

La dirección general de las labores agrícolas quedaba en manos del sacerdote, detector de los conocimientos calendáricos, que fijaba la fecha de la preparación del terreno y la siembra cuando sabía que la estación de **lluvias** se aproximaba.

La determinación de las fechas de solsticios y equinoccios con las observaciones astronómicas era básica para que los sacerdotes asumieran la dirección de las labores agrícolas de acuerdo con el cambio de estaciones.



El dios de la lluvia alimenta a un árbol; el dios de la muerte lo arranca. Página 60 del Códice Tro-Cortesiano. Fuente: La civilización Maya, Morley, Sylvanus G., Pág. 206

La primera información registrada, acerca de la agricultura nativa de Petén, no provino de los restos arqueológicos de los asentamientos iniciales, sino de los informes de los primeros europeos que, en los siglos XVI y XVII, se encontraron con poblaciones mayas relativamente pequeñas, localizadas en la región de los lagos del centro de Petén.



Equinoccio en Dzibichaltún
Fuente: <http://oncetv-ipn.net>

Dichos informes fueron el viaje de Hernán Cortés en 1525, los posteriores esfuerzos misioneros de Fray Bartolomé de Fuensalida y Fray Juan de Orbita, en 1618 y 1619, Fray Andrés de Avendaño y Loyola, en 1695, Fray Agustín Cano, en 1696, y el ataque final del General Martín de Ursúa y Arismendi, en 1697. Además de registrar los eventos políticos de las 'entradas' españolas y de la conquista y pacificación de las poblaciones nativas, las fuentes etnohistóricas dan algunos datos respecto de las prácticas agrícolas del período del contacto inicial con los mayas.

Los dioses regían sobre los vientos, el sol, el cielo, el maíz, la guerra y la muerte. Posiblemente la deidad más importante era el dios de la lluvia, Chac, adorado con vehemencia en toda la región. En muchos sitios arqueológicos yucatecos las esculturas de Chac, representado con una nariz larga y curva, adornan las fachadas de los templos, era el dispensador de la lluvia fecundadora, el protector del joven dios del maíz constantemente amenazado de muerte por la divinidad de la sequía.



Mascarón de Chac en Yucatán.
En ninguna parte como Uxmal, *Cuadrángulo de las Monjas*, se trató el mascarón de Chac como elemento decorativo, sobre todo en los ángulos de los monumentos, donde se destaca contra el cielo con su nariz en forma de trompa. En cuanto a la perfección del trabajo de la piedra, con la finura de la talla y el ajuste preciso de las piezas, esa ciudad no fue superada y ni siquiera igualada en ningún otro sitio.
Fuente: Los Mayas, Fondo de Cultura Económica. Pág. 109.



“Habría que advertir al estudiante que todo no es mas que un conjunto de teorías, y de teorías solamente; que lo que de veras tienen estas de valor es que no son susceptibles de comprobarse; que lo que las hace entretenidas e interesantes es la certeza de que siempre se puede seguir combatiendo por ellas, y tener una fe íntima de que cuando al fin uno se hastía puede abandonarlo todo sin mayores quebrantos. Para los viejos esto es ya conocido; mas a menudo los jóvenes lo ignoran.”

Hilarie Belloc

Citada en el libro de J Eric Thompson, Grandeza y Decadencia de los Mayas, México, 1984.



Chaac, Dios de la lluvia
Autor: Jens Rohak

Capítulo 1



M arco Referencial

1.1 El Petén

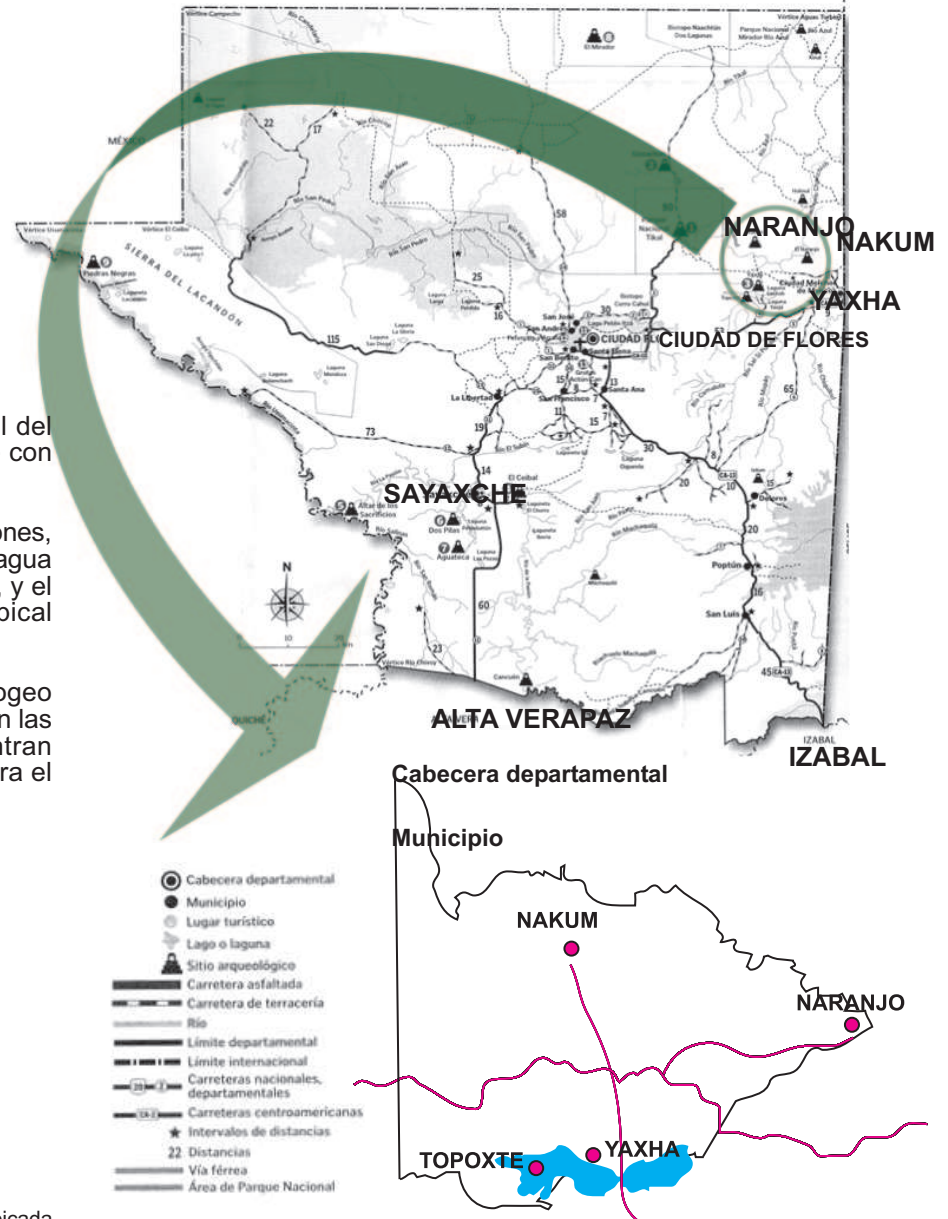
El Departamento del Peté se ubica en la región natural del norte de Guatemala, colinda al norte y oeste con México, al este con Belice, y al sur con Alta Verapaz.

Su topografía es básicamente plana (bajos) con pequeñas depresiones, en el área son abundantes las aguadas (depósitos temporales de agua pluvial) y los lagos, algunos tan conocidos como el de Petén-Itzá, y el cercano al sitio de estudio, el lago Yaxhá. Posee un clima tropical húmedo, propio de la selva petenera.

Fue en esta región donde la civilización maya tuvo su pleno apogeo (período clásico: 200 - 900 d.C), período en el cual se construyeron las edificaciones en los sitios arqueológicos, en donde se encuentran distintas obras hidráulicas, las cuales formaron parte esencial para el desarrollo de la cultura.



Uaxactún
La Reserva de la Biosfera Maya es el área protegida más grande de Guatemala. Ubicada en el departamento de Petén, en la región septentrional guatemalteca de El Petén, alberga ruinas mayas como las de Tikal, Uaxactún y Piedras Negras.
Fuente: Biblioteca de Consulta Microsoft, Encarta 2003.



Mapa de Petén/ Ampliación
Fuente: Viajemos a Guatemala. Publicación de Sanzar y Prensa Libre / elaboración propia



1.2 Contexto Ecológico

1.2.1 Climatología

El clima se clasifica de subtropical húmedo a muy húmedo (lluvioso). Debido a su altitud (150 msnm promedio) Petén recibe una considerable cantidad de insolación y su energía es bastante uniforme a través del año. La precipitación anual mucho más alta en el sur es de 2,500 a 3,500 mm. Y en el norte del departamento es de 800 a 1,200 mm. La temperatura media anual es alta, promedio de 35 grados centígrados y la mínima de 18 grados centígrados.

La distribución de la lluvia durante el año es el factor decisivo en la selección de las distintas especies que conforman distintos tipos de vegetación. En aquellas áreas con largos periodos de sequía, como es el caso del noroeste de la Península de Yucatán y el altiplano Chiapaneco, se observan tipos de vegetación con abundancia de especies xerófilas. En contraste, en las zonas bajas con alta precipitación pluvial y sin un período de sequía, encontramos las majestuosas selvas siempre verdes características de estos climas.

| TEMPERATURA | HUMEDAD | PRECIPITACIÓN VIENTOS Y NUBOSIDAD |
|---|---|---|
| <p>Máxima promedio: 39.72° C</p> <p>Mínima promedio: 10.92° C</p> <p>Promedio Anual: 25.32° C</p> <p>(Estación Tikal)</p> | <p>Relativa Máxima: 100%</p> <p>Relativa Mínima: 16%</p> <p>Promedio Anual: 78%</p> | <p>precipitación Pluvial: Llueve aprox. 180 días al año, un 49% del total de días del año. Al año son 1,800.50 mm.</p> <p>Vientos: Son relativamente suaves, de 6 a 6.5 m./h, en dirección noreste-sureste.</p> <p>Nubosidad: promedio anual es de 4 a 8 octas, es decir que el cielo está abierto de nubes en un 50%</p> |

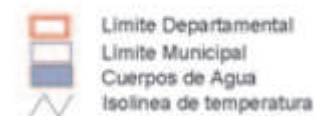
Fuente: Plan Maestro 2006-2010, parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo, Pg. 16



En Yaxhá, el clima es poco confortable debido a la relación entre la temperatura y la humedad relativa. La temperatura máxima promedio es de 39.72° C., la temperatura mínima promedio es de 10.92° C. Los meses más calurosos son los de abril y mayo. El porcentaje de humedad es muy variable, teniendo como promedio anual un 77%. La humedad relativa máxima es de 100% y la mínima del 18%.

La precipitación anual total es de 1570 Mm. El **lago** Yaxha, vecino al sitio, tiene un crecimiento considerable durante el invierno. El total de lluvia en el año es de 182 días aproximadamente.

Leyenda:



Mapa de temperatura media anual
Fuente: Programa de emergencia por
desastres naturales (PEDN)
Procesado por :Laboratorio de Sistemas
de Información Geográfica (SIG-MAGA)



1.2.2 Hidrología

Segun la clasificación Nacional de Cuencas Hidrográficas (2000), el parque pertenece a la cuenca del río Mopán y está ubicado dentro de las sub-cuencas del Río Holmul, Laguna Yaxhá y una pequeña parte de la subcuenca del río Mopán que drena hacia El Caribe o Mar de las Antillas.(Ver figura adjunta). La subcuenca de Yaxhá, corresponde a la cuenca de los lagos interiores de Petén, es endorreica y sus principales afluentes confluyen hacia las Lagunas de Sacnab y Yaxhá, que son cuerpos vulnerables a impactos negativos principalmente en el uso de la tierra que se observa en la parte sur de la laguna (Santos G, 2005).

Adentro del Parque existe un sistema de humedales relacionados con el bajo La Justa, entre Yaxhá y Nakum, El Bajo La Pita al oeste de Naranjo, y al norte la subcuenca del Río Holmul (USIG, 2000).” (Plan Maestro 2006-2010 Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo)

Los recursos hidrológicos que están cercanos al sitio arqueológico de Yaxhá, comprenden: lagunas, manantiales, arroyos, aguas superficiales, ríos, pozas, aguadas superficiales y del subsuelo, las corrientes superficiales son de tipo permanentes y estacionales. Las corrientes de agua superficiales están comprendidas por sistemas permanentes de los ríos:

Cuenca Media Holmul,
Cuenca Baja Holmul,
Subcuenca de Yaxhá,
Arroyo Yaxhá.

Sistema de Lagunas:

Laguna de Yaxhá,
Laguna de Sacnab,
Laguneta Lancaja,
Laguneta El Juleque,
Laguneta Champoxte.

(Tomado de: Plan Maestro 2006-2010, Parque Nacional Yaxhá Nakum Naranjo.)

Sistema de Aguadas:

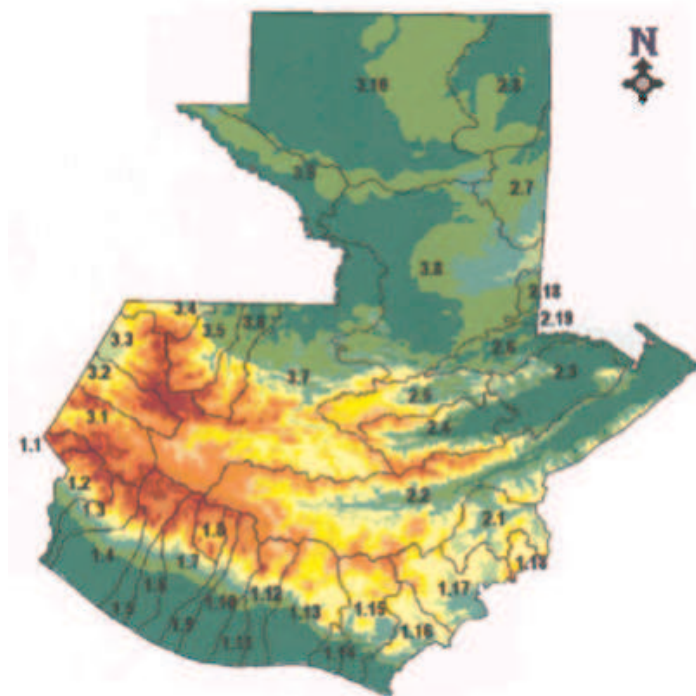
Este sistema se compone de recintos de agua temporal estacional, que son abastecidas en época de lluvia.

No se tienen estudios sobre el abastecimiento de aguas subterráneas (pozos), ya que no existe evidencia.

Cuerpos de Agua de origen artificial:
Aguadas

Espacio creado por los mayas para la captación y almacenamiento temporal de agua en época de lluvia, se ubican normalmente muy cercanas a los núcleos de edificaciones y estan adaptadas a las partes bajas de terreno, se abastecen por medio del agua recolectada proveniente de plazas, patios, calzadas, y de algunas otras edificaciones.

La aguada artificial más importante cercana a los nucleos de edificaciones es la Poza Maya, con una dimensión de 100 X 100 X 5mts de profundidad, esta aguada se ubica entre los sitios de Yaxhá y Nakum, la cual parece ser que sirvió de abastecimiento para ambos sitios.



Mapa de Cuencas y vertientes de la República de Guatemala
Fuente: Departamento de investigación y Servicios Hídricos-INSIVUMEH

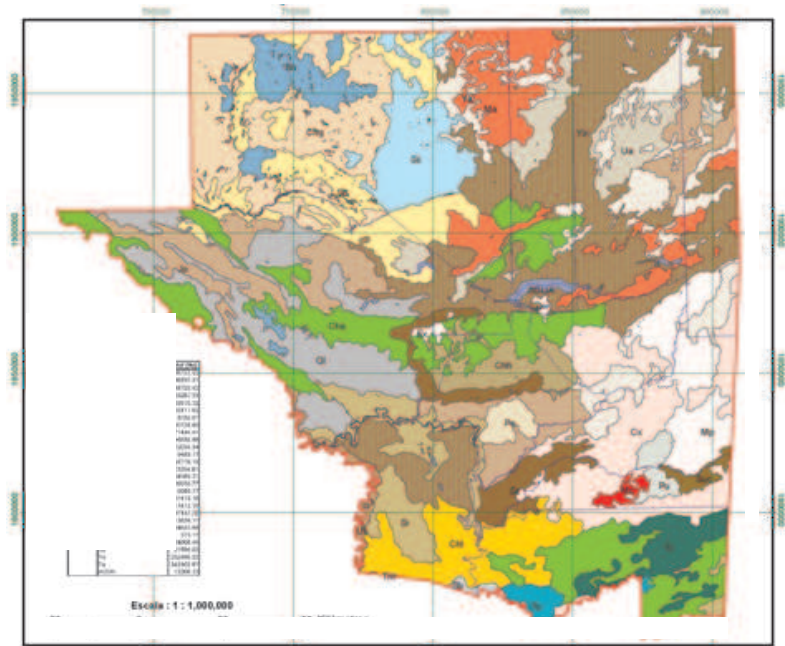


1.2.3 **F**isiografía

Pertenece a la plataforma de Yucatán. La sección Norte del Petén, asociada fisiográficamente con la península de Yucatán, está formada sobre capas horizontales de rocas sedimentarias del Cretácico Superior y del Eoceno. Aquí se encuentran depresiones de solución ocasional que se incrementan ligeramente en frecuencia hacia el este, como un drenaje que en su mayor parte está parcialmente desarrollado por la naturaleza soluble de la capa de roca caliza.

1.2.4 **S**uelos

Son desarrollados sobre rocas calcáreas a elevaciones bajas. En la mayor parte de lugares los suelos son jóvenes, arcillosos, café-gris muy oscuros, de reacción casi neutra. Existen áreas extensas de Molisoles. Los suelos de las sabanas son principalmente maduros, tienen subsuelos arcillosos café-rojizo, muy fuertemente ácido, con concreciones grandes. Estos suelos parecen haber sido desarrollados de sedimentos aluviales o marinos profundos que ocupan lo que se puede llamar formación Karst Ahogado. En estas áreas emergen cerritos (área este de Petén), rodeando calcáreas de suelos antiguos. Incluidas en esta región, hay muchas áreas de suelos desarrollados sobre pizarra, caracterizándose por tener superficies grises de arcilla o franco arcilloso y subsuelos de arcilla café amarillento. Su reacción es de mediana, a fuertemente ácida.



Procesado por :Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (SIG-MAGA)

1.2.5 **S**usceptibilidad a la erosión

Es muy grande o muy alta, de 32,691.00, es decir de un 30.1% del total. (Total 100,889.00=100%).

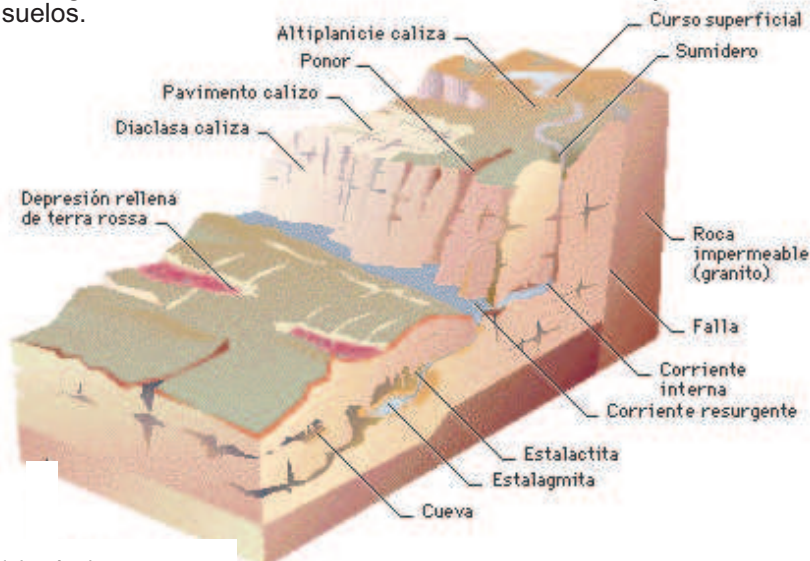
Un factor muy importante en la conformación de la vegetación de la zona maya han sido las actividades humanas. Se sabe que la zona ha estado habitada desde hace un poco más de 10,000 años y sabemos también que esta zona llegó a estar densamente poblada por varios siglos durante el llamado Período Clásico (años 300-900 d.C). Esta ocupación continua a través del tiempo ha tenido un fuerte impacto en la vegetación ya que se requirió transformarla para obtener los alimentos para la subsistencia de millones de habitantes por varios siglos . Las principales actividades reconocidas que tuvieron un impacto en la vegetación fueron la agricultura y la silvicultura. Grandes superficies de selvas fueron transformadas en campos de cultivo y en zonas habitacionales.



1.2.6 Geología y topografía

Un factor fundamental en la presencia y abundancia de especies que conforman los distintos tipos de vegetación es el suelo. Las características edáficas explican muchos de los patrones locales de distribución de las especies dentro de un mismo tipo de vegetación o inclusive son responsables de la presencia de distintos tipos en un mismo clima. El suelo a su vez está influenciado por la topografía, el tipo de roca madre y los usos a los que han sido sometidos. Los mosaicos ecológicos tan comunes en los diversos paisajes de la zona Maya son principalmente causados por mosaicos edáficos.

Existen dos grandes tipos de suelos que tienen una gran importancia en la definición de diversos tipos de vegetación: los suelos inundables y los no inundables. Los suelos inundables pueden ser permanentes o temporales. La temporalidad de la inundación es un factor fundamental para muchas especies cuya presencia o ausencia está ligada al tiempo en el año en que están inundados o incluso la periodicidad de las inundaciones a través de los años. Esta variable produce diversos tipos de vegetación en zonas inundables en distintos climas y en distintos suelos.



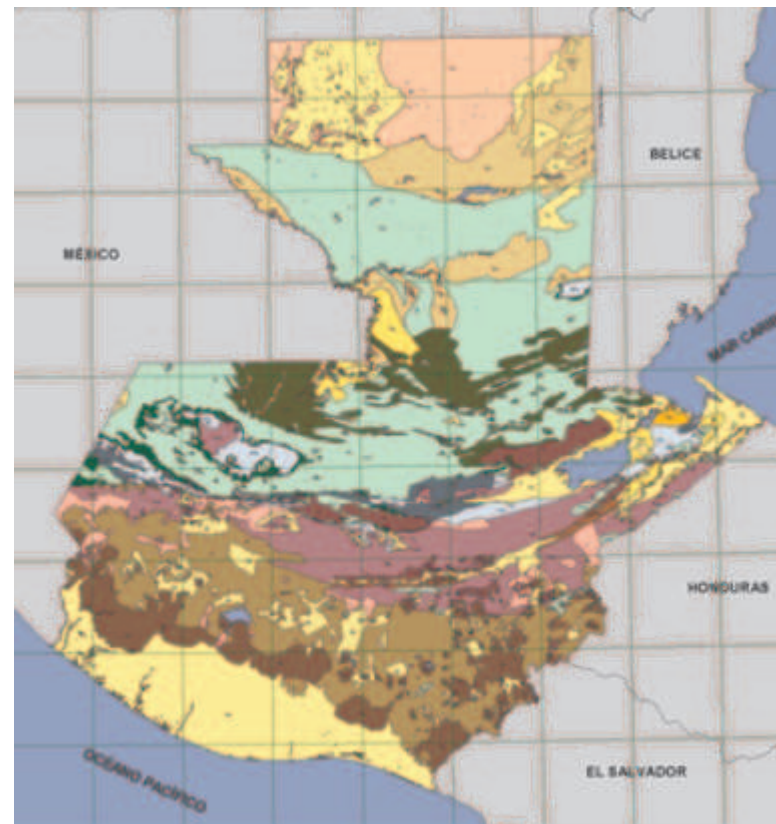
Modelo cárstico

Fuente: Biblioteca de Consulta Microsoft, Encarta 2003.

De naturaleza fundamentalmente calcárea, es dominio de las formas cársticas, por lo que sus llanuras por debajo de los 200 m deben su existencia a estratos horizontales de calizas, totalmente agujereados.

Hipsometría: 100-499 m.

Depósitos minerales: Au, Ag, AgPdzn



Mapa Geológico República de Guatemala
Fuente: Programa de emergencia por desastres naturales (PEDN)
Procesado por :Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (SIG-MAGA)



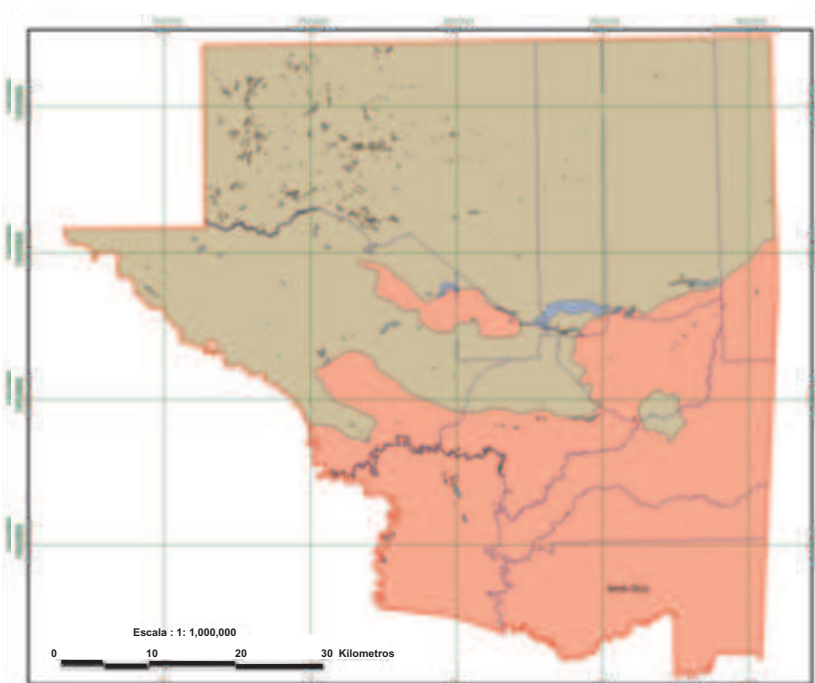
1.2.7 Zonas de Vida

Bosque húmedo subtropical (cálido)

Desde Melchor de Mencos hasta el río Usumacinta presenta precipitaciones de 1,160 a 1,170 mm. /año y temperatura de 22 grados centígrados, la topografía es suave de 50 a 275 msnm.

Bosque muy húmedo subtropical (cálido)

Abarca la parte sur de Petén, Sayaché, Poptún, San Luis y Dolores, con precipitaciones de 1,587 mm. A 2,066 mm., la topografía va desde plana a accidentada con elevaciones de 80 a 100 msnm.



Mapa de Zonas de Vida de Holdridge
Fuente: Programa de emergencia por desastres naturales (PEDN)
Procesado por :Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (SIG-MAGA)

La riqueza del ecosistema en Guatemala se refleja sobre todo en la diversa vegetal y paisajista. En superficie, los ecosistemas de origen templado cubren aproximadamente el 30% del país, el 70% restante comprende los ecosistemas subtropicales. La región noreste de Petén se encuentra entre esta última.

La vida vegetal de Petén es Subtropical cálido y varía de húmedo a muy húmedo, siendo el bosque selvático la vegetación típica. Las principales maderas las constituyen: el cedro, caoba, cedrillo, Palo de Indio y otros. Como materia prima para construcción de ranchos lo constituyen el guano y el corozo.

1.2.8 Vegetación

Una variante fisonómica notable de las selvas son los llamados "palmares" que son comunidades dominadas por especies de palmas. Generalmente están en suelos más húmedos y con frecuencia anegables de las vegas de ríos. Sin embargo su composición florística es similar a las selvas altas vecinas. Los palmares más notables ligados a las selvas altas y medianas son los formados por los llamados "corozos" (*Scheelea liebmanii*, *Orbignya guacoyule*) en las selvas del Petén de Guatemala, la selva Lacandona de Chiapas, el sur de la Península de Yucatán y norte de Belice y los "manacales" formados por *Scheelea preusii* en la región del Soconusco de Chiapas. Varios autores han indicado que estos palmares son de origen antropógeno antiguo.

Superficie de Asociaciones Vegetales
Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo

| Asociaciones Vegetales | Superficie (ha) | (%) |
|---|-----------------|--------|
| Bosque Alto / Medio Latifoliado en Planicie Aluvial / Intercolinar y Serranía | 33,116.2 | 89.19 |
| Humedales (Lagunas, Lagunetas, Ríos) | 2,299.4 | 6.19 |
| Bosque Bajo (Periodicamente Inundable) asociado al bosque ripario (Bosque de Galería) | 1,372.3 | 3.69 |
| Agropecuario | 372.1 | 1.00 |
| Total | 37,160.00 | 100.00 |

Tomado de: Plan Maestro 2006-2010, Parque Nacional Yaxha-Nakum-Naranjo, pg.21



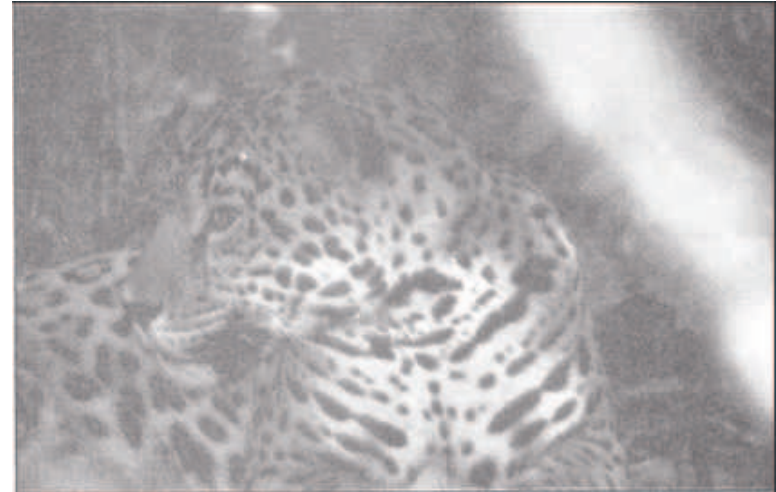
1.2.9 **F**auna asociada al sitio Yaxha

Los animales constituyeron para los mayas una manifestación de las fuerzas divinas, a la vez que fueron su enlace con la naturaleza y adquirieron un estatus mágico-religioso siempre presente en la vida cotidiana del pueblo, rica en expresiones rituales.

La lista de animales del área maya pareciera también ser infinita; su belleza, colorido y atribuciones son también dignos de destacarse: jaguares, alces, pumas, jabalíes, monos araña y saraguatos; serpientes de diversos tipos (coralillo, cascabel, mazacuata, nahuyaca...); saurios (cocodrilos, lagartos, caimanes); venados, tortugas, quetzales, águilas, colibríes, tapires, manatíes, conejos, armadillos, comadreja, coyotes, zarigüeyas, faisanes, pijijes, buitres, urubúes, zopilotes, garzas, gallaretas, tucanes, loros, guajolotes, pavones. Los insectos y los animales marinos constituyen también universos en sí mismos imposibles de abarcar.

El Parque alberga una abundante cantidad de Fauna, tanto endémica como en peligro de extinción. En los cuerpos de agua se han identificado 22 especies de peces, incluyendo el pez endémico regional, el blanco (*Petenia splendida*), 45 especies de reptiles, que representan el 25% de reptiles documentados para Guatemala, 22 especies de serpientes, 14 de anfibios, 19 de lagartijas, 3 especies de tortugas, y una de cocodrilo (*Crocodylus moreletti*, especie en peligro de extinción).

Se tienen documentadas más de 40 especies de mamíferos, las más importantes son: monos araña (*Ateles geoffroyi*) y aulladores (*Alouatta tigris*): Jaguar (*Panthera onca*), Puma (*Felis color*), Armadillo (*Dasypus novemcinctus*), Margay, Ocelote; Danta o Tapir (*Tapirus bairdii*), Tepezcutle (Agouti paca), Coche de monte (tayassu tajacu), venado cola blanca y huitiziles (*Mazana americana*).



El jaguar o Tigre americano se encuentra principalmente en selva cerrada, pero también en sabanas y cerca de fuentes de agua.

Fuente: Colección CONOZCAMOS Guatemala, Prensa Libre



1.3 Objeto de estudio

Determinar a través de la evidencia arquitectónica y arqueológica, sistemas hidráulicos, técnicas y elementos más utilizados en el Sitio Arqueológico de Yaxhá, debido a que este centro posee variedad de evidencia natural y una serie de edificaciones en estado aceptable, el cual demuestra que tuvieron un buen manejo y control sobre el agua pluvial.

1.4 Justificación

Por no contar con un estudio de tesis de grado en la Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, sobre el Sitio Arqueológico de Yaxhá, donde se analicen los sistemas hidráulicos de captación y manejo pluvial, basado en los registros y la evidencia arquitectónica del Sitio. La recopilación de toda ésta información servirá para conocer cual sistema hidráulico fue el más utilizado.

1.5 Delimitación del Tema

1.5.1 Temporal

La evidencia arquitectónica del sitio de Yaxhá, abarca desde el período de ocupación en el preclásico (300 a.C.) hasta el período postclásico (1,200 d.C.).

1.5.2 Técnica

Conocer los sistemas hidraulicos investigados en mesoamérica y a través de éstos, analizar cuáles sistemas, técnicas y elementos fueron los más utilizados en el sitio arqueológico de Yaxhá.

1.5.3 Geográfica

Para el estudio, se contempla abordar los núcleos de edificaciones del sitio arqueológico de Yaxhá, ubicado dentro del triángulo cultural Yaxhá, Nakum y Naranjo, en el Departamento de Petén en Guatemala.

Yaxhá, localizado en la ribera septentrional del lago Yaxhá, a unos 30 kilómetros al sudeste de Tikal, sus núcleos de edificaciones, consisten en una serie de plazas, acrópolis y tres calzadas que atraviesan el sitio y se orientan norte-sur, llegando hasta el lago del mismo nombre.



Sitio Arqueológico de Yaxha



1.6 **O**bjetivos

1.6.1 General

A través de los datos arqueológicos arquitectónicos (núcleos de edificaciones) en el sitio arqueológico de Yaxha, la recopilación de datos arqueológico-arquitectónicos, crear un documento que sirva de base para determinar que estos asentamientos humanos utilizaron sistemas hidráulicos para el manejo del agua pluvial: captación, evacuación y

1.6..2 Específicos

Analizar la hidráulica maya, todo el proceso que conlleva desde la toma de la fuente, hasta el lugar del almacenamiento o consumo del agua. Conocer los elementos utilizados para el manejo del agua pluvial. Ubicar sitios de almacenamiento del agua pluvial en la periferia de los núcleos de edificaciones del sitio arqueológico de Yaxhá.

Realizar descripciones gráficas de la captación de agua pluvial, tanto en plazas, calzadas y su conducción a los diferentes depósitos (aguadas, campos inundables, laguna, ríos riachuelos, pozas.).

1.7 **H**ipótesis

La técnica y sistemas hidráulicos utilizados en los núcleos de edificaciones del sitio arqueológico de Yaxhá, fueron construidos y adaptados, aprovechando la topografía que permitía la fácil canalización del agua pluvial a su fuente permanente principal (lago de Yaxhá).

1.8 **M**etodología

Este estudio llevará varias etapas de investigación, la primera será de consulta de gabinete, otra fase de investigación de campo (visita al sitio y lugares cercanos a Yaxhá), que se hará de manera alternativa y simultánea para poder comprobar el uso de los sistemas hidráulicos.

Fase 1

Gabinete

Recopilación y revisión Documental:

La consulta bibliográfica sobre sitios arqueológicos, sistemas, elementos y técnicas hidráulicas que se utilizaron en tiempos prehispánicos para el manejo del agua pluvial, para así poder identificarlos, compararlos y hacer casos análogos, y así determinar cuales técnicas y sistemas se utilizaron en el sitio arqueológico de Yaxha.

Realizando mesas de trabajo grupales con estudiantes afines al tema se recopilaron datos comunes sobre la ubicación de sitios arqueológicos, sus periodos de desarrollo y los elementos que lo definen.

Lecturas dirigidas, de las cuales se hicieron resúmenes, fichas bibliográficas, ensayos textuales de 3,000 palabras, para concluir con presentaciones interactivas a los estudiantes del curso de Arquitectura Prehispánica y Autoridades de la Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Fase 2

Visitas de Campo

Las visitas de campo son necesarias para comprobar los datos tanto de bibliografía como de mapas, en base a los vestigios arqueológicos y arquitectónicos, de los cuales se hará un registro a través de fotografías, dibujos, y esquemas, comprobando así sus ubicaciones, dimensiones y pendientes; Se visitarán museos especializados sobre el tema prehispánico para observar maquetas y cerámica perteneciente a este período cultural y cerámico del sitio Yaxhá.



Entrevistas personales: esta etapa investigativa es muy importante, ya que son las fuentes primarias, con las cuales se puede tener contacto con profesionales especializados en el tema, en este caso se tuvo una serie de entrevistas con profesionales de diferentes instituciones, de las Universidad de San Carlos de Guatemala: Arquitecto Danilo Callén (asesor), Arquitecto David Barrios (consultor), Arquitecta María Elena Molina (consultor); A nivel del area de arqueología: Arquitecto Oscar Quintana (Director del triángulo Yaxhá, Nakum, Naranjo), Arqueóloga Miriam Salas (Directora del Museo de Yaxhá), (Proyecto Prosiapetén), arqueólogos: Cristina Vidal, Juan Antonio Valdez, Raúl Noriega; quienes nos asesoraran para este tipo de estudio.

Fase 3

Análisis, selección y depuración de datos: una vez comprobados los datos bibliográficos e investigaciones de campo sobre los distintos sistemas hidráulicos utilizados y manejados en el sitio Yaxhá, sobre captación, conducción, almacenamiento y evacuación de aguas pluviales. Siendo la evidencia arquitectónica la que permitirá deducir la utilización de los sistemas hidráulicos cercanos a los núcleos de edificaciones.

Fase 4

Resultados esperados: después de analizar y conocer los diferentes sistemas hidráulicos del sitio Yaxhá, se podrá determinar cuáles fueron los sistemas y elementos más utilizados.



“Este es la relación de cómo todo estaba en suspenso, todo en calma, en silencio; todo inmóvil, callado, y vacía la extensión del cielo. (...) No había nada que estuviera en pie; solo el agua en reposo, el mar apacible, solo y tranquilo. (...) Llegó aquí entonces la palabra, vinieron juntos tepeu y gucumatz, en la oscuridad, en la noche, y hablaron entre si Tepeu y Gucumatz. Hablaron pues, consultando entre sí y meditando; Se pusieron de acuerdo, juntaron sus palabras y su pensamiento.”

Fuente: Popol Vuh.



Chaak, Dios de la lluvia maya
Autor: Jens Rohark



Capítulo 2



Marco Teórico Conceptual

2.1 Historia de la Hidráulica

Desde tiempos antiguos la necesidad del hombre lo ha llevado a crear técnicas hidráulicas para desarrollarse. Las civilizaciones más antiguas se desarrollaron a lo largo de los ríos más importantes de la tierra, como el Tigris y Eufrates, el Nilo, etc.

La experiencia y la intuición guiaron a estas comunidades en la solución de los problemas relacionados con las numerosas obras hidráulicas necesarias para la defensa ribereña, drenaje de zonas pantanosas, el uso de recursos hídricos, y la navegación.

En las civilizaciones de la antigüedad, estos conocimientos se convirtieron en privilegio de una casta sacerdotal. Por ejemplo, en el antiguo Egipto los sacerdotes se transmitían de generación en generación, las observaciones y registros, mantenidos en secreto respecto a las inundaciones del río, y estaban en condiciones, con base a éstos, de hacer previsiones fácilmente interpretadas por adivinaciones transmitidas por los dioses.

2.1.1 Hidráulica

La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se relaciona con el estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. La palabra hidráulica viene del griego *hydraulikos*, palabra compuesta por *agua* y *caño*.

2.1.2 Hidrología

Llamamos hidrología del griego *hidro* : agua, y *logo* : estudio, a la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. Por otra parte el estudio de las aguas subterráneas corresponde a la hidrogeología.

Por el contrario, llamamos hidrografía al estudio de todas las masas del agua de la tierra, y en sentido más estricto a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas de las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre un mapa, sobre una carta hidrográfica. Un río es una corriente de agua que fluye por un cauce desde las tierras altas a las tierras bajas y vierte en el mar o en una región edorreica (río colector) o a otro río (afluente). Los ríos se organizan en redes. Una cuenca hidrográfica es el área total que vierte sus aguas de escorrentía a un único río, aguas que dependen de las características de la alimentación. Una cuenca de drenaje es la parte de la superficie terrestre que es drenada por un sistema fluvial unitario. Su perímetro queda delimitado por la divisoria o interfluvio.

2.1.3 Aplicaciones de la hidrología

Los estudios hidrológicos son fundamentales para:

El diseño de obras hidráulicas, para efectuar estos estudios se utilizan frecuentemente modelos matemáticos, que representan el comportamiento de toda la cuenca sustentada por la obra en examen. La operación optimizada del uso de los recursos hídricos en un sistema complejo de obras hidráulicas, sobre todo si son de usos múltiples.

2.1.4 División de la hidrología

La hidrología puede catalogarse, de acuerdo con la forma de análisis, y el uso que se le dará de los resultados puede clasificarse, aun sabiendo la limitación de cualquier clasificación en :



Hidrología Cualitativa

En la hidrología cualitativa el énfasis está dado en la descripción de los procesos. Por ejemplo, en la determinación de las formas y causas que provocan la formación de un banco de arena en un río, estudio asociado al transporte sólido de los cursos de agua, o al análisis de la ocurrencia de condensaciones en determinados puntos de una carretera, que afectan la visibilidad y por lo tanto pueden aconsejar a cambiar el trazado de la misma.



Hidráulica e Hidrostática ilustrada
Wikipedia.org

Hidrología hidrométrica

La hidrología, hidrométrica o hidrometría se centra en la medición de las variables hidrológicas, se trata básicamente de trabajos de campo, donde el uso adecuado de los instrumentos de medición, la selección adecuada de los locales en los cuales las medidas son efectuadas y la correcta interpretación de los resultados son fundamentales para la calidad de la información recabada.

Hidrología Cuantitativa

El énfasis de la hidrología cuantitativa está en el estudio de la distribución temporal de los recursos hídricos en una determinada cuenca. Los instrumentos más utilizados en esta rama de la hidrología son los instrumentos matemáticos, modelos estadísticos y modelos conceptuales.

Hidrología en Tiempo Real

Es la rama más nueva de la hidrología, y se populariza a partir de los años 1960-70, con el auge de las redes telemétricas, donde sensores ubicados en varios puntos de una cuenca transmiten, en tiempo real a una central operativa, donde son analizados inmediatamente para utilizarlos en auxilio de la toma de decisiones de carácter operativo, como abrir o cerrar compuertas de una determinada obra hidráulica.

2.1.5 Hidrografía

La hidrografía es una rama de la geografía que se ocupa de la descripción y estudio sistemático de los diferentes cuerpos de agua planetarios, en especial, de las aguas continentales.

Dentro de las ciencias geográficas, la hidrografía puede considerarse como una rama de la geografía física que se dedica, fundamentalmente, al estudio de aguas continentales



2.1.6 Hidrogeología

La hidrología es una rama de las ciencias geológicas que estudia las aguas subterráneas en lo relacionado con sus circulación, sus condicionamientos geológicos y su captación, y su definición dice “La hidrogeología es la ciencia que estudia el origen y la formación de aguas subterráneas, las formas de yacimiento, su difusión, su movimiento, régimen y reservas, su interacción con suelos y rocas, su estado (sólido, líquido y gaseoso), y las propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radioactivas, así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación” (Mijailov, 1985:285).

2.1.7 Formas de Agua

- Aguas termales
- Glaciares
- Nubes
- Precipitación (Lluvia)
- Hielo
- Vapor de agua
- Iceberg



Tabla de geografía, hydrografía, y navegación (año 1728)
wikipedia.com

Agua Termal

Se llama **aguas termales** a las que salen del suelo 5 grados más que la temperatura superficial. Estas aguas proceden de capas subterráneas de la Tierra que se encuentran a mayor temperatura, las cuales son ricas en diferentes componentes minerales y permiten su utilización en la terapéutica como baños, inhalaciones, irrigaciones y calefacción

Glaciares

Los **glaciares** (del fr. *glacier*) son gruesas masas de hielo que se originan en la superficie terrestre por compactación y recristalización de la nieve, mostrando evidencias de flujo en el pasado o en la actualidad.

Los glaciares se forman en áreas donde se acumula más nieve en invierno que la que se funde en verano. Cuando las temperaturas se mantienen por debajo del punto de congelación, la nieve caída cambia su estructura ya que la evaporación y recondensación y del agua causa la recristalización para formar granos de hielo más pequeños, espesos y de forma esférica. A este tipo de nieve recristalizada se la conoce como granizo. A medida que la nieve se va depositando y se convierte en neviza, las capas inferiores son sometidas a presiones cada vez más intensas. Cuando las capas de hielo y nieve tienen espesores que alcanzan varias decenas de metros, el peso es tal que la neviza empieza a desarrollar cristales de hielo más grandes.



Patagonia. Glaciar Perito-moreno
es.wikipedia.org



Nube

Una nube es una masa visible formada por cristales de nieve o gotas de agua suspendidas en la atmósfera. Las nubes dispersan toda la luz visible, y por eso se ven blancas. Sin embargo, a veces son demasiado gruesas o densas como para que la luz las atraviese, y entonces se ven grises o incluso negras.

Precipitación

En meteorología la precipitación es cualquier forma de agua que cae del cielo. Esto incluye lluvia, nieve y rocío.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico y es responsable por depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las partículas, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) se forman, que caen a la Tierra por gravedad. Es posible inyectar nubes para inducir la precipitación rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, generando las gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación.

Hielo

El **hielo** es agua sólida cristalizada, los tres estados naturales del agua. Los otros dos estados son el estado líquido y el estado gaseoso (a 100 °C y al nivel del mar, el vapor). El agua pura se congela a 0°C al nivel del mar.

Vapor de agua

El **vapor de agua** es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo. Es inodoro e incoloro y, a pesar de lo que pueda parecer, las nubes o el vaho blanco de una cacerola o un congelador, vulgarmente llamado "vapor", no es vapor de agua sino el resultado de minúsculas gotas de agua líquida o cristales de hielo.

Muy enrarecido, el vapor de agua es responsable de la humedad ambiental. En ciertas condiciones, a alta concentración, parte del agua que forma el vapor condensa y se forma niebla o, en concentraciones mayores, nubes.

2.2 Fuentes de Agua

Los recursos hídricos se constituyen en uno de los recursos naturales renovables más importante para la vida, tanto es así, que las recientes investigaciones se dirigen a buscar vestigios en otros planetas y lunas, como indicador de la posible existencia de ellos.

La distribución del agua en el planeta tierra, considerando la parte continental, es muy variada, existiendo áreas con exceso de agua, como por ejemplo, el Golfo de Darién, entre Colombia y Panamá, y áreas extremadamente deficitarias, como el Desierto de Acatama, en el norte de Chile, y eso para referirnos solamente a América

El agua disponible se puede clasificar en dos grandes categorías: aguas superficiales y aguas subterráneas.

Las superficiales son aquellas aguas de lluvia que usualmente se canalizan a través de los ríos, quebradas, lagunas, etc. Se forman cuando la intensidad de la lluvia supera la tasa de infiltración del suelo, y según las características topográficas y la cobertura del terreno, tienden a favorecer el escurrimiento aguas abajo, por ejemplo, en forma de ríos.

Por aguas subterráneas entendemos aquellas que penetran el subsuelo y se almacenan en vasos acuíferos; éstas se extraen por medio de pozos, o bien, brotan a la superficie como manantiales. En época seca son la principal fuente para mantener los caudales mínimos en los cauces de los cuerpos de agua superficiales.

2.2.1 Cuenca Hidrográfica

El estudio de un río comienza por el análisis completo y detallado de su cuenca y su característica. Considerar una cuenca hidrográfica como una región natural y estudiarla de la forma más completa posible, es el paso previo para desarrollar proyectos de desarrollo socioeconómico para dicha cuenca. Los temas a estudiar son: clima de la cuenca y diferencias espaciales del clima en la propia fuente fluvial, relieve, suelos, afluentes, caudal y régimen de los ríos, pendientes, sitios de presas y cauces.

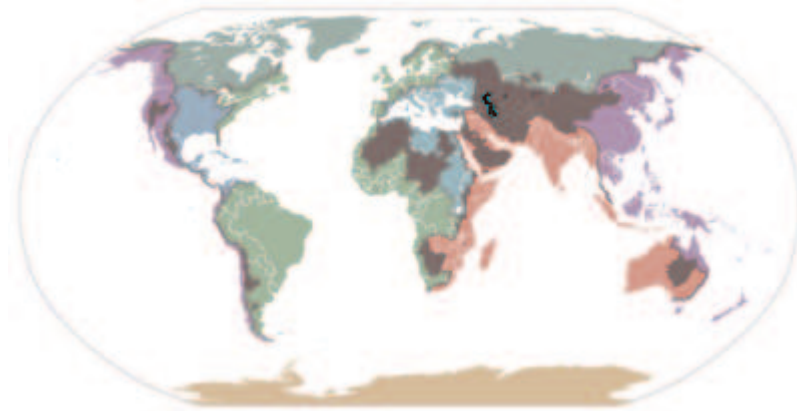


Vertiente hidrográfica

Es un conjunto de ríos con sus afluentes que desembocan en un mismo mar. Es un concepto cuya utilidad se debe a que integra ríos con características similares y cuyo estudio, por lo tanto, puede tener ciertas aplicaciones interesantes en el análisis espacial tanto de países individualmente considerados como de continentes, sobre todo, en lo que se refiere al inventario de recursos.

Divisoria de vertientes

Se refiere a las cumbres del relieve que separan dos vertientes entre sí. Por ejemplo, la Divisoria Continental en los Estados Unidos separa los ríos que drenan hacia el Pacífico, como Colorado y el Columbia, de los que drenan hacia el Golfo de México, como es el caso de Río Grande y del Mississippi con sus afluentes por la margen derecha.



Cuencas hidrográficas de los principales mares y océanos.
wikipedia.com

2.2.2 Lago

Un lago es un cuerpo de agua dulce o salado más o menos extensa que se encuentra alejada del mar, el aporte del agua a los lagos viene de los ríos y el afloramiento de aguas freáticas. Los lagos más grandes se forman aprovechando depresiones creadas por fallas. Otros se forman por la obstrucción de vallas, debido a avalanchas a sus laderas, también se pueden formar lagos artificialmente por la construcción de una presa.

Desde el punto de vista ecológico tiene gran interés el conocimiento del origen de los ambientes lénticos (lagos y lagunas), pues esto determina la forma y persistencia de las cubetas y explica la duración de estos sistemas, cuya permanencia es transitoria. La vida de los lagos en general es relativamente breve.

Los lagos se originan por diversas causas, entre las cuales mencionaremos la acción de los glaciares. Muchos lagos actuales tienen ese origen (Finlandia, Canadá, Ex Union Soviética), por tanto no sobrepasan los once mil años de existencia. La acción de los glaciares para formar lagos puede ocurrir por excavación, por deposición de morrenas y materiales que cierran una cuenca y por obstrucción de hielo.

Algunos lagos y lagunas se originaron por otras causas: por derrumbes que obstruyeron pasos estrechos o gargantas entre dos montañas; por movimientos tectónicos de la tierra (Tanganika y Baikal); por disolución de rocas calcáreas debido a la acción de las aguas con hundimiento del fondo; por represamiento de aguas en cráteres de volcanes apagados.

Los lagos de las planicies aluviales se producen durante las crecidas de los grandes ríos. Hacia los lados pueden inundar zonas hasta algunos kilómetros de distancia. Al volver el agua al cauce normal permanecen algunos cuerpos aislados.

Los lagos kársticos son comunes en las depresiones del tipo de las dolinas (los cenotes de Yucatán y Montebello en Chiapas y en otras formas mayores).



2.2.3 Río

Es una corriente natural de agua que fluye con continuidad.

Posee un caudal determinado y desemboca en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río, es su desembocadura: Algunas veces terminan en zona desértica, donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación.

Los ríos como recursos naturales

Usos Urbanos

Constituyen un recurso fundamental, principalmente, en lo que se refiere al abastecimiento de agua potable para las ciudades, y el drenaje de las aguas servidas a través de las cloacas de esas ciudades.

Usos Agrícolas

Irrigación.

Navegación Fluvial

Canalización, y establecimiento de puertos fluviales.

Elementos de cuenca

En una cuenca se identifican los siguientes elementos:

El río principal

El río principal actúa como único colector de agua. A menudo la elección del río principal es arbitraria, pues se pueden seguir distintos criterios para su elección (el curso fluvial más largo, el de mayor caudal medio, el de mayor caudal máximo, el de mayor superficie de cuenca).

Estacionales

Estos ríos son de zonas con clima tipo mediterráneo, en donde hay estaciones muy diferenciadas, con húmedos y secos.

Transitorios

Son los ríos de zonas con clima desértico o seco, de caudal esporádico, en los cuales se puede estar sin precipitaciones durante años. Esto es debido a la poca frecuencia de las tormentas en zonas de clima de la región, pero cuando existen descargas de tormenta, que muchas veces son torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad.

Alóctonos

Son ríos, generalmente de zonas áridas, cuyas aguas proceden de otras regiones (de ahí su nombre) más lluviosas.



Río Nilo
www.wikipedia.com



Río Mississippi
www.wikipedia.com



2.2.4 Laguna

Laguna es la denominación que recibe cualquier agua estancada. La diferencia con los lagos no es muy precisa, salvo que se supone que una laguna tiene menor extensión y profundidad. Las lagunas que se encuentran cercanas al litoral y están asociadas a un origen marino se les llaman marismas.

No obstante, existen lagunas más grandes y profundas que algunos lagos, motivo por el que la diferencia se limita exclusivamente a la toponimia o a la denominación tradicional de un área lacustre. Otra característica habitual de las lagunas es que se presentan agrupadas en aquellos lugares en los que los cursos fluviales no pueden desembocar en otros mayores o en él, y desaguan en depresiones de suelos impermeables.

2.2.5 Arroyo

Arroyo o quebrada es una quebrada natural de agua, que normalmente fluye con continuidad, pero que a diferencia de un río, tiene escaso caudal que puede desaparecer durante el verano.

2.2.6 Lluvia

La lluvia (del latín *pluvia*) es un fenómeno atmosférico que consiste en la precipitación de gotas de agua

Tipos de lluvia:

Lluvias de convección

Lluvias orográficas

Lluvias frontales: frente frío y frente cálido

Efectos de las lluvias

La intensidad de las lluvias se mide en milímetros de agua caída, es decir, la altura del agua caída en una superficie plana y medida en milímetros. Cien milímetros de agua de lluvia equivale a un litro de agua por metro cuadrado, que es la forma de medir la cantidad de agua de lluvia.

2.2.7 Agua Subterránea

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa presente en cada momento en los continentes, con un volumen mucho más importante que la masa retenida en lagos o circundante, y aunque menor al que los mayores glaciares, las masas extensas pueden alcanzar millones de kilómetros. El agua del subsuelo es un recurso importante, pero de difícil gestión por su sensibilidad a la contaminación y la sobreexplotación.

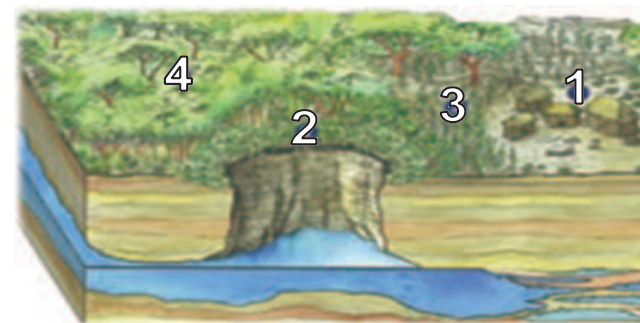
Antiguamente se creía que las aguas subterráneas procedían del mar y habían perdido su salinidad al filtrarse entre las rocas. Hoy se sabe que es agua procedente de la lluvia. Las aguas subterráneas forman grandes depósitos que en muchos lugares constituyen la única fuente de agua potable disponible. A veces, cuando circulan bajo tierra, forman grandes sistemas de cuevas y galerías. En algunos lugares regresan a la superficie, brotando de la tierra en forma de fuentes o manantiales. Otras, hay que ir a recogerlas a distintas profundidades excavando pozos.

La velocidad a la que el agua se mueve depende del volumen del intersticio (porosidad) y del grado de intercomunicación entre ellos. Los dos principales parámetros de que depende la permeabilidad. Los acuíferos pueden ser materiales sedimentarios de grano relativamente grueso (gravas, arenas y limos). Si los poros son suficientemente amplios, una parte del agua circula libremente a través de ellos, impulsadas por la gravedad, pero otra queda fijada por las fuerzas de la capilaridad y otras motivadas por interacciones entre ella y las moléculas minerales.

Descarga

Pozo tradicional de poca profundidad.

El agua subterránea emana de forma natural en distintas clases de surgencias en las laderas (manantiales) y a veces en fondos del relieve, siempre allí donde el nivel freático intercepta la superficie. Cuando no hay surgencias naturales, el agua subterránea se puede acceder a través de pozos, perforaciones que llegan hasta el acuífero y se llenan parcialmente con agua subterránea, siempre por debajo del nivel freático, en el que provoca además una depresión local.



Caverna inundada de la Península mexicana de Yucatán.

1. Dzonot (poblado) 2. Toolché (franja arbolada) 3. Desmontes con fines agrícolas 4. Arboleda (refugio).

Fuente: www.ekbalam.com.mx



2.2.8 Acuíferos

La diferencia entre la cantidad de precipitación y la cantidad de agua arrastrada por los ríos se filtra bajo el suelo y forma los acuíferos. La filtración depende de las características físicas de las rocas. La porosidad no es sinónimo de permeabilidad, pues determinadas rocas como las arcillosas, aunque tienen una gran porosidad, son prácticamente impermeables ya que no disponen de conductos que se comuniquen.

Un acuífero es un estrato de formación geológica que permite la circulación del agua por sus poros y/o grietas. Dentro de estas formaciones podemos encontrar con materiales muy variados como gravas de ríos, calizas muy agrietadas, areniscas porosas poco cementadas, arenas de playa, algunas formaciones volcánicas o depósitos de dunas.

Desde el tipo de vista de su conformación, se pueden distinguir los acuíferos libres y los confinados. siendo:

- (a) Río o lago, en este caso es la fuente de recarga de ambos acuíferos.
- (b) Suelo poroso no saturado.
- (c) Suelo poroso saturado, en el cual existe una camada de terreno impermeable, formado por ejemplo por arcilla, en ese estrato impermeable, confina el acuífero con cotas inferiores.
- (d) Suelo impermeable.
- (e) Acuífero no confinado.
- (f) Manantial
- (g) Pozo que capta agua del acuífero no confinado.
- (h) Pozo que alcanza el acuífero confinado, frecuentemente el agua brota como en un surtidor o fuente, llamado pozo artesiano.

Recarga

El agua del suelo se renueva en general por procesos activos de recarga desde la superficie. La renovación se produce lentamente cuando la comparamos con la de los depósitos superficiales, como los lagos, y los cursos de agua. El tiempo de residencia (el período necesario para renovar por completo un depósito a su tasa de renovación normal) es muy largo. En algunos casos la renovación está interrumpida, por la impermeabilidad de las formaciones geológicas superiores (acuitardos) o por circunstancias climáticas sobrevenidas de aridez.



Corte esquemático

Demuestra los diferentes tipos de acuíferos según su ubicación. Unicarp.

En ciertos casos se habla de acuíferos fósiles, estos son bolsones de agua subterránea, formados en épocas geológicas, y que a causa de variaciones climáticas ya no tienen actualmente recarga.

El agua de las precipitaciones (lluvia y nieve), puede tener distintos destinos a su vez una vez alcance el suelo.

2.2.9 Humedal

Un humedal es una zona de tierras planas en la que la superficie se inunda permanente o intermitentemente, al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres. La categoría biológica de humedal comprende zonas de propiedades geológicas, diversas: bañados, ciénagas, esteros, fangales, pantanos, así como las zonas de costa marítima que presentan anegación periódica por el régimen de mareas (manglares).





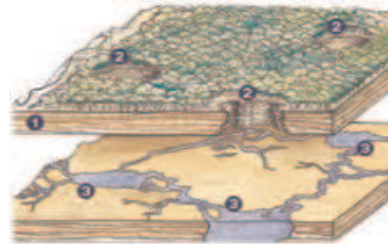
Humedal

Fuente: www.wikipedia.com

2.2.10 Cenote

La palabra cenote proviene del vocablo maya dzonot, que significa hoyo en el suelo o pozo. Estos son formaciones naturales, formados y conectados con las corrientes de aguas subterráneas, verdaderos ríos que mantienen una dinámica en ellos.

Generalmente los cenotes se forman cuando se derrumba el techo de las cavidades subterráneas que se habían creado debido a la disolución del carbonato de calcio de la roca madre, se consideran de agua pura porque no ha sido tocada por la luz.



Placa rocosa de la Península de Yucatán, México.
1.Placa rocosa 2.Cenotes3. Sistema hidrologico subteraneo

Existen varios tipos de **cenotes**. Algunos son abiertos y de forma cilíndrica con paredes verticales que llegan a unos cuantos metros de la superficie del agua, como por ejemplo el **cenote** sagrado de Chichén Itzá.

Otros, en cambio, de tipo de caverna o de cántaro tienen una salida estrecha a la superficie y en ellos la luz es muy reducida. En los cenotes más cercanos a la costa, como la mayoría de los del estado de Quintana Roo, el nivel de sus aguas está mucho más cerca de la superficie del terreno y contienen agua marina sobre la que flota una capa de agua dulce, El nivel de las aguas de éstos depende de la fluctuación de las mareas.

Durante la época prehispánica y colonial fueron de vital importancia para el desarrollo de la civilización ya que fueron el principal abastecimiento de agua para estas sociedades y sin ellos difícilmente se hubiera podido desarrollar la cultura maya en esa área sin ríos superficiales.

Los hombres del pasado utilizaron las cuevas como fuentes de abasto de agua y campamentos, donde encontramos actualmente sus huellas de fogatas y de comidas, abrigo temporales, lugares de sepulturas, recintos iniciativos, santuarios con figuras y representaciones pictográficas, que han quedado como testimonios de la relación material y espiritual del hombre con esta particularidad de la naturaleza. Muchos seres fantásticos, como los Aluxes, viven o están relacionados con los cenotes. Fray Diego de Landa, evangelizador del siglo XVI, suponía que los cenotes se formaban al caer un rayo, creencia similar a la de los mayas.



Cenote utilizado para obtener agua dulce con la cual subsistían los antiguos pobladores mayas.

Fuente: www.famsi.org



2.3 Captación Pluvial (Sistemas Prehispánicos)

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola.

En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso.

La captación del agua para uso agrícola necesita de mayores superficies de captación por obvias razones, por lo que en estos casos se requiere de extensas superficies impermeables para recolectar la mayor.



Temascal

Nakum, vano de puerta, vista interior hacia el exterior
Fotografía: Marsha Hori, 2004.

2.3.1 Obra Hidráulica

Se entiende por obra hidráulica o infraestructura hidráulica a una construcción, en el campo de la ingeniería civil donde el elemento dominante tiene que ver con el agua.

Una obra hidráulica significa de por sí sola una modificación de la naturaleza que puede ser importante, dada la envergadura actual de estas obras. Normalmente, la modificación que provoca del medio natural es favorable: disminución o supresión de crecidas, suministro de agua en períodos de escasez, producción de riegos, energía, etc. Para eso se hace la obra: para lograr un dominio sobre ciertos aspectos desfavorables.

2.3.2 Acropólis

En mesoamérica designan conjuntos arquitectónicos de carácter generalmente religioso o, eventualmente residencial, y se destacan por su peculiar concentración, volumen y altura; están hechas artificialmente en la cúspide de cerros, son totalmente artificiales, como resultado de una importante serie de ampliaciones y / u obras de terracería que acaban por construir una megaestructura, cuya unidad viene dada básicamente por una o varias plataformas.



Este es el mayor sistema de captación y conducción de agua pluvial, siendo necesario para esto grandes trabajos de relleno para lograr la nivelación deseada y manejar el agua pluvial hacia calzadas, aguadas, campos inundables.

3.3.3 Calzadas

En algunas calzadas de las que se tiene aún arquitectura visible, pueden observarse drenajes en los basamentos o murallas de poca altura que se desplantan directamente sobre las nivelaciones estucadas, por ejemplo, en las murallas que limitan y protegen los grupos principales del sitio, calzadas y plazas.

Algunas fueron elevadas artificialmente para evadir los bajos o topografías muy variadas en las que encontraban a su paso, se han encontrado también adecuaciones en las construcciones para evitar estancamientos de agua, consistente en canales que lo atraviesan a lo ancho con dos orificios de salida para drenar el agua hacia el nivel más bajo del terreno.

La Calzada Maler en Yaxhá, muestra desagües hacia la parte norte, según la topografía del lugar, éste abastecería a la aguada que allí se formaba en épocas lluviosas.

2.3.4 Plazas

Por lo general, al desplantar los conjuntos de edificios importantes sobre plataformas artificiales, los constructores tuvieron cuidado de hacer desniveles que guiaran las aguas hacia drenajes para evitar las inundaciones durante las lluvias. Estos drenajes conducían hacia terrenos bajos y, en ocasiones, hacia depresiones que presumiblemente fueron adaptadas para recibir y retener el preciado líquido. Las plazas de los centros estuvieron ampliamente estucadas, lo que propiciaba que el agua corriera fácilmente hacia depósitos de agua, característica común en ciudades tanto de las Tierras Bajas como de las Tierras Altas de la zona Maya, y de otras zonas de Mesoamérica (Fialko, 1992).

2.3.5 Galería Filtrante

La galería filtrante es una estructura construida en el suelo con la finalidad de captar agua subterránea. A diferencia de los pozos, que se construyen con la misma finalidad, la galería filtrante es aproximadamente horizontal y termina en una cámara de captación.

2.3.6 Presas

Son aquellas que se construyen con tierra o con una pantalla de material impermeable en el paramento de aguas arriba de la misma.

2.3.7 Presa hidráulica

En arquitectura se denomina presa o represa a un muro grueso de piedra u otro material, como hormigón; material suelto o granular, que se construye a través de un río, o canal para almacenar agua y elevar su nivel con el fin de regular a el caudal, para su aprovechamiento en el riego de terrenos, en abastecimiento de poblaciones.

2.3.8 Compuerta hidráulica

Una compuerta hidráulica es un dispositivo hidráulico-mecánico, destinado a regular el pasaje de agua en un canal, presas exclusas, u obras de derivación u otra estructura hidráulica.



Corte esquemático de un dique de gravedad de concreto
wikipedia.com



2.3.9 Aguada

Son depósitos de agua a cielo abierto formado por depresiones o bajos en el terreno, que la conservan durante algún tiempo después de la temporada de lluvias. Pueden ser naturales o artificiales, fueron construidos por los antiguos mayas, acondicionando partes bajas del terreno para coleccionar el agua de las lluvias. Se construían bordos dejando varios conductos para canalizar el agua de lluvia pudiendo conservarlas durante todo el año.



Aguada, Sitio Arqueológico Naranjo, Peten.
Fotografía: Marsha Hori

2.4 **C**onducción de agua pluvial

Si bien el agua de lluvia era la fuente básica de la que se alimentaron las plantas cultivadas en la agricultura de Mesoamérica conocida por ello como agricultura de temporal, posible hasta con 600-700 mm anuales, los campesinos antiguos se valieron de diversas obras artificiales para contar con agua adicional, para enfrentar la insuficiencia de lluvia, o para complementar la existente..

2.4.1 Canal

En arquitectura, se denomina canal a una construcción destinada al transporte de fluidos -generalmente utilizadas para agua- y que, a diferencia de las tuberías, es abierta a la atmósfera. También se utilizan como vías artificiales de navegación. La descripción de comportamiento hidráulico de los canales es una parte fundamental de la hidráulica y su diseño pertenece al campo de la ingeniería hidráulica, una de las especialidades de la ingeniería civil.

El conocimiento empírico del funcionamiento de los canales se remota a varios milenios. En la antigua Mesopotamia se usaban canales de riego, en la Roma Imperial se abastecían de agua a través de canales construidos sobre inmensos acueductos, y los habitantes del antiguo Perú construyeron algunos lugares de los Andes, canales que aún funcionan. El conocimiento y estudio sistemático de los canales se remota al siglo XVIII, con Chézy, Bazin y otros.

Canal natural

Se denomina canal natural a depresiones en los estuarios y bahías, que por ser más profundas que las aguas circundantes, permiten la navegación generalmente sin necesidad de dragado.

Canal (vía artificial de agua)

Un canal de navegación es una vía de agua hecha por el hombre que normalmente conecta lagos, ríos u océanos.

Los canales, salvo que estuvieran directamente excavados en roca impermeable, se revestían con un mortero impermeable compuesto de cal y pequeños fragmentos de cerámica triturada (*opus signum*). Los ángulos interiores se protegían con un cordón convexo del mismo material.



2.4.2 Canal de Riego

Los canales de riego tiene la función de conducir el agua desde la captación hasta el campo o huerta donde sera aplicado a los cultivos. Son obras de ingeniería importantes, que deben ser cuidadosamente pensadas para no provocar daños al ambiente y para que se gaste la menos cantidad de agua posible. Estan estrechamente vinculados a las características del terreno, generalmente siguen aproximadamente las curvas de nivel de este, descendiendo suavemente hacia cotas más bajas.

A lo largo de un canal de riego, se sitúan muchas y variadas estructuras, éstas son entre otras:

Obras de derivación, que como su nombre lo indica, se usan para derivar el agua (utilizando partidores), desde un canal principal (ej. una acequiza) a uno secundario (ej. un brazal), o de este ultimo hacia un canal terciario, o desde el terciario hacia el canal de campo o cañón de boquería. Generalmente se construyen de hormigón, o en mampostería de piedra, y están equipadas con compuertas, algunas simples, manuales (también denominadas tablachos), y otras que pueden llegar a ser sofisticadas.

Controles de nivel, muchas veces asociadas a las obras de derivación, son destinadas a mantener siempre, en el canal, el nivel de agua dentro de un cierto rango y, especialmente en los puntos terminales, con una inclinación descendente.

Controles de seguridad, éstos deben funcionar en forma automática, para evitar daños en el sistema, si por cualquier motivo hubiera una falla de operación. Existen básicamente dos tipos de controles de seguridad: los vertederos y los sifones.



Canal de conducción de agua hacia área de siembra
Fuente: Wikipedia.com

Secciones de aforo, destinadas a medir la cantidad de agua que entra en un determinado canal, en base al cual el usuario del agua pagará por el servicio. Existen diversos tipos de secciones de aforo, algunas muy sencillas, constan de una regla graduada que es leída por el operador a intervalos preestablecidos, hasta sistemas complejos, asociados con compuertas autorregulables, que registran el caudal en forma continua y lo transmiten a la central de operación computarizada.

Obras de Cruce del canal de riego con otras infraestructuras existentes en el terreno, pertenecientes o no al sistema de riego. Estas a su vez pueden ser de:

- Cruce de canal de riego con un canal de drenaje del mismo sistema de riego;
- Cruce de un dren natural, con el canal de riego, a una cota mayor que este último.
- Cruce de canal de riego con una hondonada, o valle;
- Cruce de canal de riego con una vía.

2.4.3 Acueducto

Su nombre proviene del latín *aquae ductus* ("conducción de agua").

En el siglo VII a.C., los asirios construyeron acueductos para abastecer de agua a la capital del reino, Nínive. También en esa época Ezequías, rey de Judea, hizo construir acueductos para llevar agua a Jerusalén. Los romanos construyeron los acueductos más importantes en tamaño, así como en mayor cantidad, en todos sus territorios.

Un acueducto es un sistema o conjunto de sistemas acoplados que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza hasta un punto de consumo distante.



Acueductos por medio de arcos
Conducción de agua.
Fuente: enciclopedia encarta.com



Un acueducto arranca en un sistema de captación de agua. El agua pasa de forma controlada a la conducción desde un depósito de cabecera.

2.4.4 Vertedero hidráulico

El vertedero es una estructura hidráulica destinada a permitir el pase, libre o controlado, del agua en los escurrimientos superficiales. Tiene varias finalidades entre las que destacan:

- Garantizar la seguridad de la estructura hidráulica, al no permitir la elevación del nivel, aguas arriba, por encima del nivel máximo.
- Garantizar un nivel con poca variación en un canal de riego, aguas arriba. Este tipo de vertedero se llama “pico de pato” por su forma.
- Construirse en una parte de la estructura que permite la evacuación de las aguas, ya sea en forma habitual o para controlar el nivel del reservorio de agua.

Generalmente se descargan las aguas próximas a la superficie libre del embalse, en contraposición de la descarga de fondo, la que permite la salida controlada de aguas de los estratos profundos del embalse.

2.4.5 Caudal y regimen fluvial

El caudal de un río es la cantidad de agua que lleva ese río en un momento dado. Se mide en m³/seg. en los sitios de aforo convenientemente situados según las necesidades en la planificación de las cuencas hidrográficas.

El régimen fluvial es el comportamiento o fluctuación del caudal a un río a lo largo del año. Se refiere a variaciones del caudal que suelen quedar registradas en los lugares de aforo.

2.4.6 Escorrentía

En hidrología, la escorrentía es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida dependiendo la pendiente del terreno.

Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real. Según la teoría de Holton se forma cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración del suelo. Esto solo es aplicable en suelos de zonas áridas y de precipitaciones torrenciales. Esta diferencia se corrige con la teoría de la saturación, aplicable a suelos de zonas de pluviosidad elevada constante. Según dicha teoría, la escorrentía se forma cuando los compartimentos del suelo están saturados de agua.

La escorrentía superficial es una de las principales causas de erosión a nivel mundial. Suele ser particularmente dañina en suelo poco permeables, como los arcillosos, y en zonas con una cubierta vegetal escasa.

Y en América del Sur, la Cordillera de Los Andes también constituye una divisoria de las tres vertientes que existen en el continente: Vertiente del Océano Pacífico, del Mar Caribe (Río Magdalena, en Colombia), y del Océano Atlántico (Orinoco, Amazonas, Paraná, etc.). En este último caso, las características tan diferentes de estos ríos nos sirven de ejemplo del uso del concepto vertiente, cuando se trata de estudiar la geografía a escala continental, en la que sólo tenemos en cuenta los rasgos más notables y generales: los ríos de la vertiente del Pacífico son relativamente cortos, con grandes pendientes, encajados profundamente en el relieve.

En cambio, la vertiente del Caribe presenta algunos ríos ancajados en valles tectónicos formados por la división del relieve en numerosas cordilleras paralelas: es el caso del Magdalena con su afluente el Cauca en Colombia, y del río Tocuyo en Venezuela. Por último, los ríos de la vertiente atlántica son muy largos, caudalosos, con escasas pendientes, con numerosos meandros, navegables, características que se deben a que la divisoria de vertientes se encuentra mucho más cerca del Océano Pacífico que del Atlántico.

Es por ello que al Océano Atlántico drena el 47% de todas las aguas Continentales, mientras que al Pacífico sólo van a desembocar el 13% de dichas aguas.



2.4.7 Técnica de regadío

La técnica de regadío tradicional es el regadío superficial. Este sistema a su vez tiene tres modalidades:

Inundación, que se aplica principalmente a los cultivos de arroz. Para poder aplicar este sistema el terreno debe ser trabajado de tal forma que las áreas a ser irrigadas, o parte de estas, deben ser prácticamente horizontales, rodeadas por pequeños diquesitos que contienen el agua. En esta modalidad, una vez que la parcela se ha llenado de agua, se cierra la entrada a la misma, el agua no circula sobre el suelo, se infiltra o evapora. Este tipo de riego, además de consumir mucha agua tiene también un efecto poco deseable de compactación del suelo.



Fajas, se utilizan en colinas poco pronunciadas, donde sería muy costoso formar parcelas horizontales. Las fajas siguen la dirección de la pendiente, que para una correcta distribución del agua, debe ser prácticamente uniforme. La pendiente transversal de la faja debe ser casi nula. Las fajas están separadas por pequeños diquesitos que raramente superan los 10-20cm., de manera que se pueda irrigar una faja por vez.

Surcos o caballón entre las plantas, se construyen en el momento de la labranza de la tierra, siguiendo aproximadamente las curvas de nivel, cuidando que se tenga una pendiente uniforme.

Estos sistemas son poco eficientes, ya que se emplea mucha más agua de la necesaria.

2.4.8 Alcantarillado

Se denomina alcantarillado o red de alcantarillado (del árabe *al-qantara*, el acueducto) al sistema de estructuras y tuberías usados para el transporte de aguas servidas (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se sitúan o se disponen o se tratan.

Componentes de una red de alcantarillado pluvial:

Los componentes de una red de alcantarillado pluvial son:

- **Cunetas**: Las cunetas recojen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.

- **Bocas de tormenta**: Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua de lluvia a los colectores, reteniendo parte importante del material sólido transportado.

- **Colectores principales**: Son tuberías de gran diámetro, con ductos de sección rectangular o canales abiertos, situados generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

- **Pozos de inspección** (de registro): Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

- **Áreas de expansión**: Estas estructuras se utilizan raramente, en casos críticos, donde es necesario laminar las ondas de avenidas.

Drenaje pluvial

Se conoce como drenaje pluvial al que conduce el agua de lluvia a los lugares donde se organiza su aprovechamiento.

En muchas localidades no se realiza la diferenciación entre drenaje sanitario y pluvial y todo el material recolectado es concentrado al mismo destino.

Se han encontrado vestigios de sistemas de drenaje en civilizaciones tan antiguas como las del Valle Indo, sin embargo estas eran superficiales y no subterráneas.

En el Imperio Romano el sistema era eficiente pero pestilente: la Cloaca Máxima, anterior a la época imperial, que todavía existe actualmente, constituye un ejemplo notable de la ingeniería sanitaria romana.



2.5 Almacenamiento de agua Pluvial

Los mayas utilizaron depresiones superficiales naturales como depósitos del agua, alineando muchos para reducir pérdidas de la filtración. También se aprovecharon del agua que fue recogida en las depresiones. Si bien el agua de lluvia era la fuente básica de la que se alimentaron las plantas cultivadas para la agricultura de Mesoamérica conocido por ello como agricultura de temporal, posible hasta 600-700mm anuales, los campesinos antiguos se valieron de diversas obras artificiales para contar con agua adicional para enfrentar la insuficiencia de lluvia, para completar la existente, realizar un segundo ciclo en el año, o adelantar la siembra y así tratar de evitar los efectos negativos de las heladas tempranas en caso de presentarse.

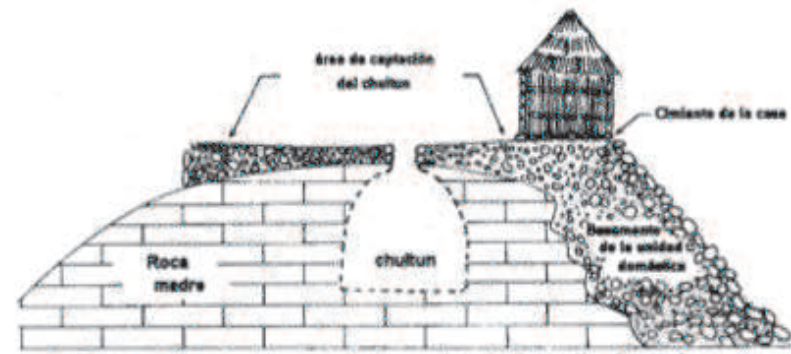
2.5.1 Chultunes

Los mayas antiguos aprovecharon al máximo el agua de la lluvia y construyeron canalizaciones y depósitos para su almacenamiento como los *chultunes*, que eran depósitos para recoger el agua de lluvia, principalmente los que vivían en las planicies.

Las características principales de los chultunes o cisternas arqueológicas o mayas, consisten en tener paredes aplanadas estucadas para evitar la filtración de agua, adecuar un área de captación rompiendo la capa superior de la piedra caliza y excavar los depósitos rocosos inferiores hasta obtener la forma de campana, botellón, bóveda o amorfa, casi siempre asimétrico a donde ingresaba el agua la que era conducida por medio de plataformas y nivelaciones artificiales.

2.5.2 Aguadas

Son reservorios de agua pluvial temporales, los cuales tenían la función de depósito y además, éstas al llegar a su límite a través del rebalse evacuaban sus excedentes hacia los campos inundables.



Chultún en el suelo
Ubicación de Chultún C-1
(ver página 58).
Fotografía: Marsha Hori, 2007.



Detalle chultún C-1
Se observa la boca y al fondo la tapadera de piedra. (ver página 58).
Fotografía: Marsha Hori, 2007.



2.5.3 Aljibe

El aljibe es un depósito destinado a guardar agua potable, procedente del agua de lluvia, que se recoge mediante canalizaciones, por ejemplo, de los tejados de las casas. Normalmente se contruye subterráneo, total o parcialmente.

Suele estar construido con ladrillos unidos con argamasa. Las paredes internas suelen estar recubiertas de una mezcla de cal, óxido de hierro, arcilla roja y resina de lentisco, para impedir filtraciones y la putrefacción del agua que contiene.

Durante mucho tiempo ha sido la única fuente de agua dulce en algunos lugares, donde posteriormente fue completado con la importación de agua dulce desde lagos cercanos. También se convirtió en la única forma de abastecer barrios enteros.

En años recientes (desde 1970) este método de almacenar agua se ha ido implantando en algunas localidades aisladas en el Salvador, por ejemplo en las laderas del Volcán Chichontepec, en la proximidad de San Vicente.

También se ha utilizado y se sigue utilizando este sistema en algunas de las Islas Canarias, donde el aljibe es parte inseparable de la construcción de una vivienda. Tal es la importancia del aljibe para la vida diaria que las aguas que surten al aljibe pertenecen al propietario de éste, aunque provengan de tejados o canales de casa colindantes.

2.5.4 Sarteneja

Llamadas en maya haltún, que quiere decir hoyo en la roca, es de forma irregular y se encuentra entre los campos de cultivo y las áreas poco depredadas a alrededor de la zona, su forma es arqueada, retienen el agua en épocas de lluvia y la conserva durante algunas semanas antes de que se filtre en las capas del subsuelo. Esta agua era empleada, y aún lo es hoy, para lavar herramientas, dar de beber a los animales y, en caso desesperado ya que el líquido no es muy limpio, saciar la sed. Muchas de ellas se hallan asociadas a inmuebles efímeros o se descubren en las orillas de los sacbeob.

2.6 U sos del agua

Desde mucho tiempo antes de iniciarse el desarrollo y expansión del ser humano sobre la superficie terrestre, el agua ha jugado un papel muy importante en el moldeado de la corteza terrestre, siendo su principal exponente el océano, el cual abarca más del 90% del agua existente en el planeta, además que en los continentes se han generando distintos

tipos de cuerpo de agua, tales como: ríos, lagos, lagunas, etc., todo los cuáles con contribuido en el moldeado de las formas terrestres.

Por su lado, a través de la historia humana se observa un creciente interés en el estudio de los recursos hídricos, principalmente para aprovecharlos en distintas actividades de las que realiza el ser humano en sus actividades normales, como por ejemplo: abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía, etc., de esta cuenta, se conocen muchos casos donde las grandes ciudades se fundaron cercanas a los cuerpos de agua (ríos, lagos, etc.).

Conforme el hombre ha ocupado las áreas aledañas a los ríos y lagos, la importancia del estudio de estos recursos se ha incrementado, principalmente al observar la facilidad con que las mismas pueden agotarse y contaminarse, además de la amenaza por inundaciones y crecidas que ellas pueden significar tanto para las poblaciones como zonas de aprovechamiento aledañas, principalmente durante las épocas de lluvias.

2.6.1 Riego

Los elementos básicos de los sistemas de riego prehispanicos que existieron básicamente son los siguientes: presas tanto almacenadoras como derivadoras que almacenaban y que elevaban el nivel del agua; canalizaciones de las corrientes desde sus fuentes; diques y albarradones, redes de canales de riego, compuertas de cabecera, derramaderos, entre otros.

El riego en Mesoamérica, en especial la meseta central, tuvo una gran importancia y sin duda jugó un papel relevante en el gran desarrollo de las antiguas civilizaciones. En términos muy generales el riego mesoamericano puede caracterizarse como disperso desde el punto de vista de su distribución geográfica y la escala de sus obras como pequeñas y medianas. Pero hubo excepciones: sobre todo en la Cuenca de México, en donde se desarrollaron obras monumentales de gran escala que llamaron poderosamente la atención de los españoles a su llegada en 1519.

2.6.2 Red de Abastecimiento

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concentradas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable.



Origen del agua:

Los sistemas de abastecimiento de agua potable se pueden clasificar por la fuente del agua, así se tiene:

- Agua de lluvia almacenada en aljibes;
- Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie.
- Agua subterránea, captada a través de pozos o galerías filtrantes.
- Agua superficial, proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales,
- Agua de mar.

Según el origen del agua, para transformarla en agua potable, deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección, hasta la desalinización.

2.6.3 Componentes del Sistema de abastecimiento

El sistema de abastecimiento de agua potable más complejo, que es el que utiliza aguas superficiales, consta de cinco partes principales, a saber:

- Almacenamiento de agua bruta,
- Captación
- Tratamiento
- almacenamiento de agua tratada
- Red de distribución

Se analiza a continuación cada uno de los componentes.

Almacenamiento de agua bruta.

El almacenamiento de agua bruta se hace necesario cuando la fuente de agua no tiene caudal suficiente durante todo el año para suplir la cantidad de agua necesaria. Para almacenar el agua de los ríos o arroyos que no garantizan en todo momento el caudal necesario, se construyen embalses.

En los sistemas que utilizan agua subterránea, el acuífero funciona como un verdadero tanque de almacenamiento, la mayoría de las veces con recarga natural, sin embargo hay casos en que la recarga de los acuíferos se hace por medio de obras hidráulicas especiales.

Captación

La captación de un manantial debe hacerse con todo cuidado, protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada.

La captación de las aguas superficiales se hace a través de las bocatomas, en algunos casos se utilizan galerías filtrantes paralelas al curso de agua para captar las aguas que resultan así como filtrado preliminar.

La captación de las aguas subterráneas se hace a través de pozos o galerías filtrantes.

2.6.4 Temascal

En algunas ruinas, incluidas las de Tikal, se han encontrado "temascales", o sea baños de vapor. Están provistos de un pequeño cuarto para sudar, más la sección en donde se producía el vapor y para refrescarse.

En algunas ciudades hay también estanques, cuyo piso está revestido de piedra o de una especie de cemento. Se han descubierto igualmente sistemas complicados de drenaje para sacar el agua de los patios que además de encerrados, estaban bajo el nivel de la base del edificio; es muy probable, además que las excavaciones revelen en el futuro que esas excavaciones existían en todas partes.



TEMASCAL, Sitio Arqueológico Nakum, Petén.
Fotografía: Marsha Hori



...Al tercer día invocaron a Chaac (dios de la lluvia) y éste derramó una lluvia fértil sobre las hendiduras secretas de la tierra que la revistió de hierbas, flores, plantas, y árboles. Y la lluvia continuó cayendo hasta el cuarto día, llenando cuanto hueco en la tierra hubiere y se crearon así las más bellas lagunas y cenotes...

El filósofo griego Tales de Mileto, en su afán por explicar el origen de las cosas, llegó a considerar el agua como el principio de todo lo que existe.



Chaac, Dios de la lluvia maya
Autor: Jens Rohark

CAPÍTULO 3





Sistemas hidráulicos conocidos en Mesoamérica Prehispánica

Mesoamérica tuvo como principal base material la agricultura, fue una sociedad agrícola y, por ello, desde su pasado más remoto valoró la importancia del **agua**, creando a través de ella su visión más profunda de la vida. El término náhuatl para pueblo o comunidad era *atepetl*, que significa “cerro de agua”, de la raíz *atl*, “agua”, y *tepetl*, “cerro”; éste manifiesta no sólo la cercanía geográfica que las culturas fundadoras mantuvieron con el recurso, sino su concepción simbólica originada por los toltecas antiguos de Teotihuacán. La mayor parte del pensamiento mesoamericano se ha reconstruido gracias a los restos arqueológicos, pues existe una gran ausencia de testimonios escritos, pero podemos saber que en Teotihuacán existen representaciones de divinidades que simbolizan distintas fuerzas naturales como el agua, el viento, el fuego y la tierra. Es cierto que estos cuatro elementos han cobrado un significado importante en diferentes culturas del mundo, pero no en todas se muestra la consolidación de una cosmovisión en la que las divinidades que los personifican construyen un complejo simbólico.

3.1 Evidencias del manejo del agua

En América prehispánica tanto las culturas zapoteca, tolteca, maya y azteca, en lo que es hoy México, Guatemala, San Salvador y Honduras, como las culturas chavín, pukara, tiwanaku, wari e inca en Perú, habían desarrollado complejos sistemas de riego. La presa prehispánica más antigua que se conoce data de comienzos del siglo VII a.C., es la Purrón en las proximidades de San José de Tilapa, cerca de 260 kilómetros al sureste de la Ciudad de México.

En Mesoamérica se ha identificado evidencia de diferentes tipos de sistemas hidráulicos, los cuales variaron en técnicas constructivas dependiendo de las necesidades de cada lugar. Ejemplos de estos sistemas han sido identificados en sitios como Iztapa, (México), donde se han encontrado canales de piedra de canto rodado con la función de desalojar las aguas pluviales de las plazas y a su vez conducirlos a una aguada (Lowe et al. 1982:77). En San Lorenzo Tenochtitlan (México), los Olmecas ostentaron sistemas de canalización con elementos labrados en piedra de una sola pieza reuniendo las piedras laterales y la base, teniendo como pieza adicional la piedra tapadera (laja; Coe et al. 1980:118).

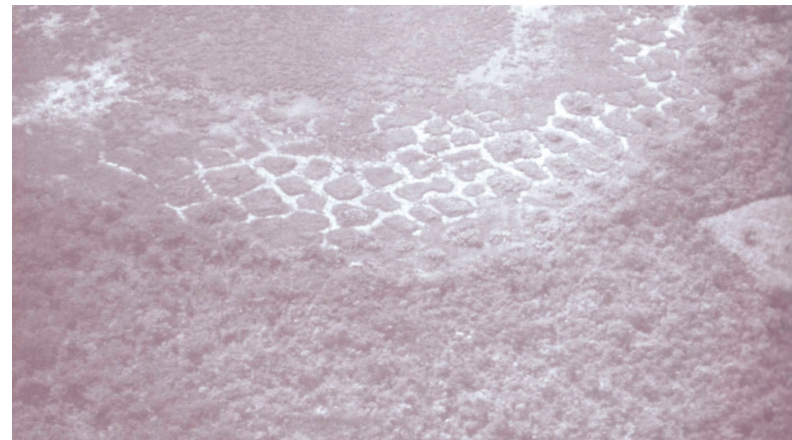
3.2 La agricultura: Sistemas intensivos

La agricultura intensiva constituyó la base económica fundamental de las culturas mesoamericanas y para tener éxito en sus cultivos, **aprovecharon las fuentes cercanas de aprovisionamiento de agua**. Con este fin los tempranos agricultores construyeron ingeniosos **canales de irrigación** que conducían el vital líquido desde **manantiales y ríos** hasta las parcelas donde crecían los diversos cultivos, especialmente el maíz.

Entre los métodos agrícolas intensivos que se sabe o se supone utilizaron los antiguos mayas, se encuentran el cultivo de los campos, los huertos familiares, la abricultura y las modificaciones hidráulicas.

El cultivo y quema es un ejemplo de agricultura extensiva, se necesitan zonas extensas para obtener rendimientos bastante altos por área, ya que gran proporción de la tierra debe quedar en barbecho en un momento dado.

Otros métodos intensivos, técnicas que se encuentran raramente o ya no existen hoy en esta zona, incluyen la agricultura en terrazas y en campos elevados.



vista aérea del pantano Pulltrouser, mostrando antiguos campos elevados (oscuro) y canales (claro), a lo largo del límite meridional del bajo. Fuente: La civilización Maya, Robert J. Sharer.



Otra característica común son los cuerpos de agua, los que en algunos casos son de grandes proporciones como la aguada cuadrada de 200 x 200 m del sitio arqueológico Poza Maya; La mayoría de los cuerpos de agua cercanos a los sitios son depresiones del terreno que recogen el drenaje de las colinas. Las colinas y los cuerpos de agua han condicionado la existencia de una extensa red de veredas y campamentos temporales de trabajadores que extraen productos de la selva esta red de comunicación tuvo su mayor auge a principios de este siglo, con la explotación del chicle y sirvió de base para las primeras investigaciones arqueológicas del noreste de Petén.



Bajo La Justa, Petén.
Fotografía: Marsha Hori octubre, 2004.

3.3 Derramaderos

Se tiene también el registro antiguo y actual de unos ingeniosos **sistemas de riego temporal por inundación** o avenidas conocidas como "derramaderos". Sus obras son efímeras, cuentan con canales de tierra y presas de tierra, piedras y ramas, que sirven para distribuir artificialmente las corrientes temporales sobre un área mayor que la que se podrían cubrir naturalmente. Se encauza el agua a las parcelas adyacentes para asegurar las cosechas del ciclo de temporal. Se han encontrado en Tepeaca, valle de Oaxaca, Chihuahua ("trincheras"), Oaxaca (río Salado), valle de Teotihuacan.

3.4 Chinampas

Su nombre proviene del *chinámitl*, que significa sobre el cercado.

Las obras de control de los niveles de agua encaminados a evitar tanto las inundaciones como la desecación de las **chinampas** y los **canales de navegación** (en caso de haberlos), que mejor se conocen, son los de la Cuenca de México desde la época prehispánica. Este sistema de obras hidráulicas se componía de una gran variedad de elementos técnicos cuyo fin era múltiple: por un lado proteger a las poblaciones fundadas en islotes o bien en penínsulas y en las orillas de los bajos lacustres. Al mismo tiempo esas obras mantenían el nivel de agua necesario en los canales para permitir la navegación y la irrigación de las célebres chinampas (islotes agrícolas construidos en los lagos y pantanos de poco fondo).



Actualmente Xochimilco es el único lugar de México donde subsisten las chinampas (jardines flotantes). Desde las canoas se recogen las flores para venderlas en la capital. Fuente: Biblioteca de Consulta Microsoft, Encarta 2003.

Las chinampas consisten en un entramado flotante, sobre el cual se coloca tierra vegetal, en el valle de México se utilizó por tener suelos tipo alubión, y un clima semidesértico con una humedad relativamente baja y con frecuentes heladas, los cuales no son favorables para la agricultura, principalmente se sembró hortalizas y flores. Por ello, el florecimiento de la civilización en esta región del México Antiguo debe .



3.5 Terrazas agrícolas

La construcción de terrazas agrícolas, sostenidas por muros de retención hechos de roca, permite aumentar la superficie cultivada en los terrenos montañosos, a al par que se atenúa los efectos de erosión, impidiendo el arrastre de las sustancias orgánicas contenidas en el suelo y reteniendo las aguas de lluvia para mantener la humedad. En la región maya existen terrazas que cubren muchos kilómetros cuadrados de superficie, y cuyos muros de retención se elevan hasta tres metros de altura sobre al superficie del suelo. También se han descubierto muchísimas terrazas agrícolas en las regiones zapoteca y mixteca; y Caso ha podido contar en un solo lugar Monte Negro, hasta 53 terrazas que abarcan prácticamente toda la superficie montañosa, desde las cumbres hasta el valle. Por otra parte el sistema de riego es compatible con el uso de instrumentos más primitivos que los necesarios para el cultivo del temporal; en el México Antiguo fue posible emplear este sistema si contar con el arado, la rueda y los animales de tiro, aunque requirió en la práctica gran cooperación en el trabajo y centralización en la organización social. De acuerdo con una investigación hecha por Palerm, se encontraron 382 poblaciones diferentes que tenían agricultura de regadío en el México Antiguo.

Las terrazas, metepantles y “presas”, fueron una de las respuestas que los agricultores mesoamericanos dieron a los terrenos escarpados y en declive. Con ellas intensificaron el uso de esos territorios tan frecuentes en el área: lomas, mesetas y cerros pedregosos, con sus hondonadas y barrancas. En ellos invirtieron sus esfuerzos para remodeladas los perfiles, creando terrazas y metepantles y un tipo de terraza llamada “presa”, hecha en el interior y a lo ancho de barrancas y cárcavas. Con estas estructuras acondicionaron el terreno a fin de atenuar los efectos de la erosión y contener el suelo en deslave, aumentar su grosor y el contenido de materia orgánica y, como consecuencia, su capacidad de absorción y de retención de la humedad y del agua de lluvia y de riego.

Se han encontrado restos de antiguas terrazas en ciertas partes de altiplanos mayas y en algunas regiones de colinas de tierras bajas. Los campos elevados, similares a “chinampas”(Jardines flotantes) en México central, permitieron dar uso productivo a tierras pantanosas o mal drenadas. Se cultivaban las cosechas en bordes paralelos o intersecantes de suelos bien drenados y fértiles, construidos a base de tierras del fondo del pantano.

Las estructuras de las terrazas presentan ciertas diferencias según el grado de modificación de la pendiente y la complejidad de las obras realizadas.

Se conocen tres tipos comunes de terrazas: las terrazas de ladera, las “presas” construidas en barrancas, cárcavas y cauces temporales de agua y los metepantles hechos en las pendientes más leves (Rojas, 1985). En el caso de los **metepantles**, bancales, melgas o semiterrazas, se modifica ligeramente la pendiente mediante el levantamiento de bordos. En ocasiones se ponen plantas en los lomos o setos vivos, consistentes en hileras sencillas o dobles de maguey y en ocasiones de nopal o frutales. Con frecuencia se cavan zanjas paralelas a las hileras de magueyes en la parte superior e inferior para recoger el agua de lluvia y disminuir la escorrentía, o bien un bordo paralelo para conservar los setos vivos (West, 1970). Este tipo de terraza es característico de las tierras marginales de la parte oriental de la Mesa Central, correspondiente a áreas subhúmedas y semiáridas del sur este de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla (West, 1970; Donkin, 1979).

En las terrazas de ladera la superficie de cultivo puede ser más o menos amplia, plana y horizontal, según sea la pendiente y las obras realizadas, desde simples terrazas de contorno y de temporal, hasta otras a manera de escalones y con irrigación permanente. Lo más frecuente es que el retén o muro de la terraza sea de piedra, pero también las hay de bloques de tepetate (capa de subsuelo calcárea) o aún de sólo tierra que se amarra con una cubierta vegetal de pasto.

En el caso de **muros de retención** dobles o triples se rellenaba la parte intermedia con cascajo (Donkin, 1979). Rojas (1985), menciona que este tipo de terrazas de ladera tiene dos variantes. La primera son las de temporal, con las superficies de cultivo en declive cuya función principal es la captura de aluviones, la reducción de la erosión y el control y retención de las escorrentías. En numerosas ocasiones estas terrazas contaban con riego proveniente de las avenidas de arroyos temporales.

El segundo tipo de terraza es casi siempre regada con agua de fuentes perennes.

Las terrazas que se han denominado **presas** y que localmente reciben el nombre de “trincheras”, “atajadizos”, “teceras”, “enlamados”, y “lama y bordo”, se construyen en series o conjuntos a lo largo de una barranca o cárcava que originalmente fue ocupada por un arroyo intermitente. Las superficies de cultivo están niveladas y el agua dreña hacia el relleno de las pendientes que la rodean.



La cuenca que alimenta estas terrazas generalmente tiene una superficie muchas veces mayor que el área cultivada. Este tipo de terraza representa un avance significativo en los sistemas de producción de cultivos que utilizan acumulaciones anuales pero no controladas de aluviones.

Las presas tienen muros de piedra sencillos, dobles y hasta triples y estos presentan a veces setos vivos y relleno. Con los muros se atajan y atrapan sedimentos (lama), se dirigen las escorrentías y se retiene la humedad, formando gradualmente la terraza.

3.6 **S**istemas lacustres

Diferentes sistemas lacustres constituyeron la base material para el asentamiento, sedentarización y desarrollo de grupos humanos desde que pobladores, provenientes del norte se asentaron en Mesoamérica.

La interacción de los grupos sociales con los sistemas lacustres fue importante en el paso de las aldeas a centros religiosos y de poder y en el desarrollo de la cultura (formas de vida de una sociedad), interacción que ha provocado la transformación significativa de éstos sistemas, lo que a su vez repercutió y provocó cambios al interior de la misma sociedad.



Lago Yaxha, Petén.
Fotografía: Marsha Hori octubre, 2004.

3.7 **S**istemas de inundación

En las zonas áridas y semiáridas el hombre ha desarrollado técnicas para sobrevivir ante condiciones ambientales tan adversas como la escasez de **agua**. Una de estas tecnologías se refiere al manejo y aprovechamiento de los escorrentías superficiales, técnica que data de miles de años. México es rico en tecnología tradicional relacionada con la conservación de suelo y el aprovechamiento del agua de lluvia; los aztecas y los mayas generaron tecnologías que aún persisten en forma exitosa, en las terrazas tipo Netzahualcóyotl en el Valle de México. Los agricultores mesoamericanos utilizaron ampliamente la construcción de terrazas a fin de intensificar el uso de las áreas en lomas, mesetas, cerros pedregosos, hondonadas y barrancas. El uso de estas estructuras permitía atenuar los efectos de la erosión, retener el suelo, aumentar el grosor del perfil del suelo y el contenido de materia orgánica y como consecuencia su capacidad de retención de humedad proveniente de la lluvia.

Las técnicas de captación de agua de lluvia, denominadas como **“Sistemas de Inundación”** o también como **“Captación de Agua de Inundación dentro del cauce”** y de **“Derivación de Aguas para Inundación”**. La diferencia entre estos dos sistemas de inundación es que en el primero se utiliza el agua para producción en el área que está sumergida durante los flujos máximos, por ejemplo a través de bloquear este flujo, mientras en el segundo se fuerza el flujo de salir de forma natural, por ejemplo a través de un sistema de canales o bordos a los campos cultivados. Obviamente debe evitarse el traslape entre los períodos de cultivo y los períodos del flujo en el sistema de captación de agua dentro del cauce y para ambos el control del agua es sumamente importante. Solamente se considera como **sistemas de captación de agua de lluvia**, los que utilizan corrientes efímeras o torrentes de corto período. Los sistemas de captación de agua de corrientes perennes o de torrentes de períodos mayores se consideran como formas de riego comunes.



3.8 Sistema constructivo empleado en los canales

Los tipos de canales que se desarrollaron en Mesoamérica fueron, en orden cronológico, los siguientes: en corte y en forma rectangular (Teopantecuanitlan); trapezoidal (Santa Clara Coatitlan); en U (Tlaxcala), y escalonado (Xoxocotlan). Más tarde apareció la forma de V (Otumba y Tula) (Doolittle 1990).

Otros desarrollos de la tecnología hidráulica fueron las formas incipientes de compuertas hechas con obstrucciones de tierra en los canales, o con compuertas de cabecera y de desagüe a manera de pueritas en los canales. Aunque no se han encontrado restos arqueológicos, existen evidencias gráficas de compuertas en dos códices: Mendocino y Cozcatzin.

Del tiempo de los olmecas, hacia 1000-800 a C., en La Venta, Tabasco y en San Lorenzo, Veracruz, se conservan curiosos ductos, integrados por lozas de piedra **acanaladas** estos conducían el agua a recipientes de carácter ritual, ubicados específicamente para realizar ceremonias dedicadas a las deidades acuáticas.

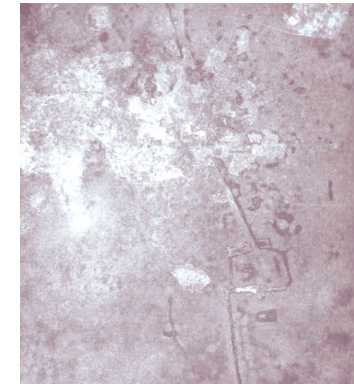


Pantano Pulltrouser, Belice: Vista de antiguos campos elevados; las aguas estancadas llenan los canales de drenaje obstruidos con sedimentos durante la temporada de lluvias. Fuente: La civilización Maya, Robert J. Sharer.



Edzná, Campeche, Mexico : vista aérea que muestra los restos de un antiguo sistema de canales (líneas oscuras), utilizado para drenaje, riego y posible defensa (nótese el grupo cercado en el centro derecha, abajo); el núcleo del sitio de Edzná es la zona más clara (centro, arriba), en donde se juntan varios canales. Fuente: La civilización Maya, Robert J. Sharer.

En Texcotzingo el agua se distribuía mediante canales excavados en la roca, llevándola a curiosos depósitos que hoy día llevan el nombre de los baños del rey y de la reina. En ciertas secciones, las escalinatas también excavadas en la roca se transformaban en cascadas cuando así se requería. Todo el cerro del Texcotzingo se convirtió, "por la acción del hombre, en el sitio sagrado, lugar deleitoso donde residía Tláloc, el señor de la lluvia. Los mexicas condujeron el agua potable que requerían para su vida cotidiana -mediante un acueducto hecho de argamasa-, desde los manantiales del cerro de Chapultepec, hasta el centro mismo de su ciudad-isla.



Excavaciones de temporada de secas en el pantano Pulltrouser. Fuente: La civilización Maya, Robert J. Sharer.

Tom Sever y su colaborador Dan Irwin de la Nasa, han observado fotos satelitales y, en ellas, Sever localizó indicios de antiguos canales de drenaje y riego en áreas semi-pantanosas cerca de las ruinas Mayas. Los residentes actuales hacen poco uso de estos pantanos de baja altitud (a los que ellos llaman "*bajos*"), y por mucho tiempo, los arqueólogos dieron por hecho que los Mayas tampoco los habían aprovechado. Durante la temporada de lluvias de junio a diciembre, los *bajos* son muy fangosos, y en la temporada seca se hidratan.

3.9 Canales de drenaje

Dentro de este tipo de canales se identifican dos variantes: canales tallados en barro y canales construidos con piedra.

En el sitio arqueológico Tak'alik Ab'aj (Guatemala), se hallan canales tallados en barro del periodo Preclásico Medio, se encuentran la sucesión de dos canales de barro asociados a la Estructura Sub 3 al sur del Juego de Pelota, los cuales fueron tallados en el basamento; con un largo conocido de 23 m con paredes curvo divergentes y el fondo plano con un ancho de 0.50 m y una profundidad de 0.20 m; presentando un desnivel de 1.10 m. (Schieber 1991 y 1994). Los canales construidos con piedra de canto rodado del periodo Preclásico Tardío tiene un sistema constructivo similar al de los canales de

abastecimiento, con la diferencia que en los canales de desagüe se utilizaba una piedra plana colocada sobre el suelo con la función de lecho del canal para evitar la erosión del terreno. Para esta época continúa el uso de piedras laterales tanto horizontales como verticales, lo cual hace variar el ancho y el alto de la luz del canal.



"Nuestra vida, como la vida vuestra, corta es;
Nuestra primavera, tan breve pasa;
Lo mismo crece para luego declinar
Como vosotros, o como todo lo que existe.
Morimos
Como lo hacen vuestras horas: así
Dejamos de ser.
Como del verano la lluvia,
O como en cada mañana, de rocío las perlas
Que nunca se encontrarán otra vez."

Robert Herrick.



Chaak, Dios de la lluvia maya
Autor: Jens Rohark



4. **T**riángulo **Yaxhá-Nakum-Naranjo**

El Parque Nacional Yaxha Nakum Naranjo, forma parte de la Conservación y el Manejo de Monumentos Culturales de Petén, el cual abarca la región de los grandes centros mayas con una extensión territorial de 370 kilómetros cuadrados.

El Congreso legislativo de Guatemala declaró área protegida los sitios arqueológicos mayas de **Yaxhá, Nakum y el Naranjo** ubicados al norte del septentrional departamento de El Peten fronterizo con México. "Estas zonas fueron declaradas área protegida por considerarse sitios arqueológicos que representan un legado de las civilizaciones mayas y una herencia valiosa para el país, con un valor educativo enorme", reza el decreto aprobado por el Congreso del 28 de octubre de 1992. El área protegida abarca una extensión de 37 mil 160 hectáreas y busca el desarrollo por medio de creación de empleo, educación ambiental, investigación científica y ecoturismo controlado

Además se creó el Plan Maestro del Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo, 2006-2010, el cual se enmarca dentro del contexto legal e Institucional Nacional, tanto del patrimonio natural regulado por La Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89, como Ley Del Patrimonio Cultural por la Ley del Protección del Patrimonio Cultural de la Nación, Decreto 26-97, específicamente en el decreto No. 55-2003.

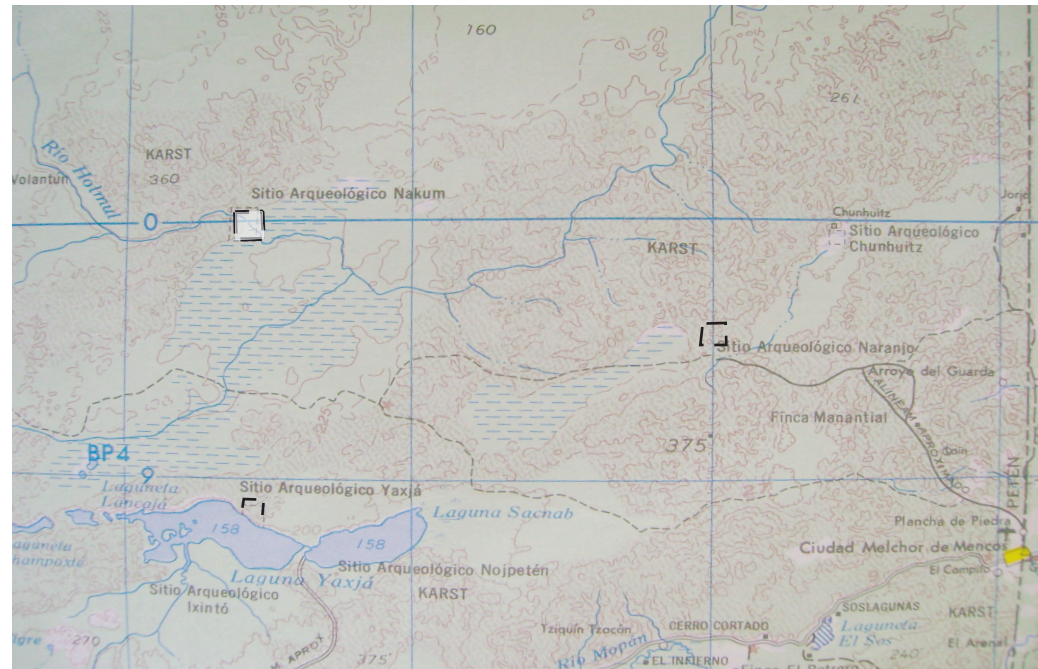
Mapa referencia

Ubicación de los sitios: Yaxha, Nakum y Naranjo.
Fuente: Hoja Tikal, Guatemala. IGN 1977.

El clima tropical con sus lluvias torrenciales, la vegetación selvática y los pozos y túneles de saqueadores en busca de tesoros arqueológicos han dañado severamente los edificios Mayas.

En 1988 el Instituto Alemán de Arqueología (DAI) mediante su Comisión de Arqueología General y Comparada (KAVA) participó en el programa de rescate del IDAEH. Como primera medida se realizó conjuntamente un proyecto piloto en el pequeño sitio posclásico Maya de Topoxté en una isla de la laguna Yaxhá, en el colaboran arqueólogos, arquitectos, ingenieros estructurales y topógrafos, así también biólogos que clasifican y documentan La flora y fauna de esa zona de bosque tropical e ingenieros forestales que catalogan y evalúan los recursos de la selva.

Se encomendó al estatal Consejo Nacional de Áreas Protegidas velar por el patrimonio natural del parque, y al Ministerio de Cultura y Deportes la protección de la arqueología y cultura del lugar.



4.1 Referencia Histórica del sitio Yaxhá

(Tomado del nombre maya: Yaaha= “agua verde”, Yaax “verde”, Ha “agua”, por Sylvanus Morley)

Yaxhá, es una ciudad maya considerada como una de las más grandes de Guatemala, el centro ceremonial del sitio cuenta con suficientes vestigios arqueológicos (montículos) para estudiarlos, consta de unas 500 estructuras sobre una colina.

El paisaje natural de este sitio estuvo conformado por relieves inclinados y afloramientos irregulares de roca caliza ubicados cerca de la orilla de la laguna Yaxha y se sitúa entre los cuerpos de agua de más importancia en la zona como los ríos Holmul y El Naranjo y los lagos Yaxha y Sacnab, además de varias pozas y aguadas.

El área tiene un clima cálido, con invierno, sin estación seca bien definida y con vegetación predominante de bosque.

La altitud máxima de los núcleos de sus edificaciones es de 250 m SNM.

Las edificaciones se caracterizan por sus grandes proporciones, dos juegos de pelota, varias acrópolis, pirámides, calzadas, etc.

El Edificio 216 es el más relevante del conjunto, es parte de la Acrópolis Este y está ubicado en el sector más elevado de todo el sitio.

Por otra parte, el Grupo Oeste de Yaxha, proporcionó evidencia de ocupación en el período Clásico Terminal (hasta el 1000 d.C.). El Grupo Este es un complejo residencial de nobles, formado por una plaza pequeña con 12 estructuras.

Yaxha tiene una larga ocupación que abarca desde el Preclásico Medio hasta el Clásico (1000 d.C.). En sus inicios es probable que existieran asentamientos incipientes o pequeñas aldeas y luego las primeras construcciones masivas que en su mayoría corresponden a plataformas. Para el Clásico Temprano (250-600 d.C.) se inicia la construcción a gran escala en el sitio, tal es el caso del Edificio 216 que alcanza una altura de aproximadamente 30 m. Este proceso constructivo y de remodelaciones prosigue hasta el Clásico Terminal (830-1000 d.C.), mientras que para el posclásico (1000-1697 d.C.) los materiales arqueológicos indican que solamente hubo un pequeño grupo que quedó habitando el lugar (Hermes et al. 1995:5-7).

En el año de 1931, este lugar fue declarado monumento nacional, y en 1904, se realizó la primera investigación, por medio del señor Toebert Maler, quien le da el nombre de Yaxha, en esta intervención se realizó el primer plano parcial del sitio, con el tiempo se realizaron



Laguna Yaxhá, Petén
Vista desde el edificio 216 hacia el este.
Fotografía: Marsha Hori, abril 2004.

Yaxha es el único sitio en El Petén, además de Tikal, que posee un complejo de templos gemelos, su alineación arquitectónica es similar a la del grupo E en Uaxactún.

Varias expediciones las cuales describiremos a continuación:

- 1618 Primera nota histórica del Lago Yaxhá por Villagutierra Sotomayor, quien describe la expedición de los padres Fuenlandia y Orbita de Mérida al Lago Petén Itza, siendo la vía de Tipu y el Lago Yaxha.
- 1914-15 Primera expedición, Morley y Spinder
- 1924 Segunda expedición, Frans Bloom
- 1928 Tercera expedición, Tulane
- 1929 Primera expedición aérea, Peabody con Linberg-Kidder y Ricketson.
- 1930 Expedición aérea Pensilvania con Madeira y Jamason
- 1932 Mapeo del sitio Lincoln.
- 1960 Plano de sitio Bullard Jr.
- 1980 Visita de Don y Prudence Rice.
- 1987 FLARR, primera visita Programa de Rescate
- 1988 Se realizó un análisis de daños en la arquitectura y a partir de la segunda mitad de 1988 se ejecutan las primeras emergentes a estabilizar distintos edificios en peligro de colapso Naranjo (Hermes, Noriega y Calderón).
- 1989 mayo, el Proyecto Nacional Tikal se hace responsable de la región del Triángulo Yaxhá-Nakum-Naranjo.
- 1993 octubre, con financiamiento del gobierno Alemán a través del Kredistanstalt fur Wiederaufbau (KfW), realizan varios trabajos hasta la fecha.





Laguna Sacnab, Petén
 Vista desde la carretera que conduce al Sitio Yaxhá. Vista este.
 Fotografía: Marsha Hori, abril 2004.

El primer trabajo de protección de arquitectura en la región se realiza en el Templo A de Nakum, luego en 1987 el Edificio 216 de Yaxhá, se apuntaló y luego se rellenó el agujero realizado por los saqueadores en el muro posterior del templo. En Nakum se hincaron los trabajos con el programa de recate (Apuntalamiento-cubierta-andamio), apuntalando 35 muros y cuatro bóvedas en peligro.

Las ruinas están localizadas según las Coordenadas Geográficas 17°04'03" y 89°23'51" (Hoja Laguna Yaxjá 2367 III).

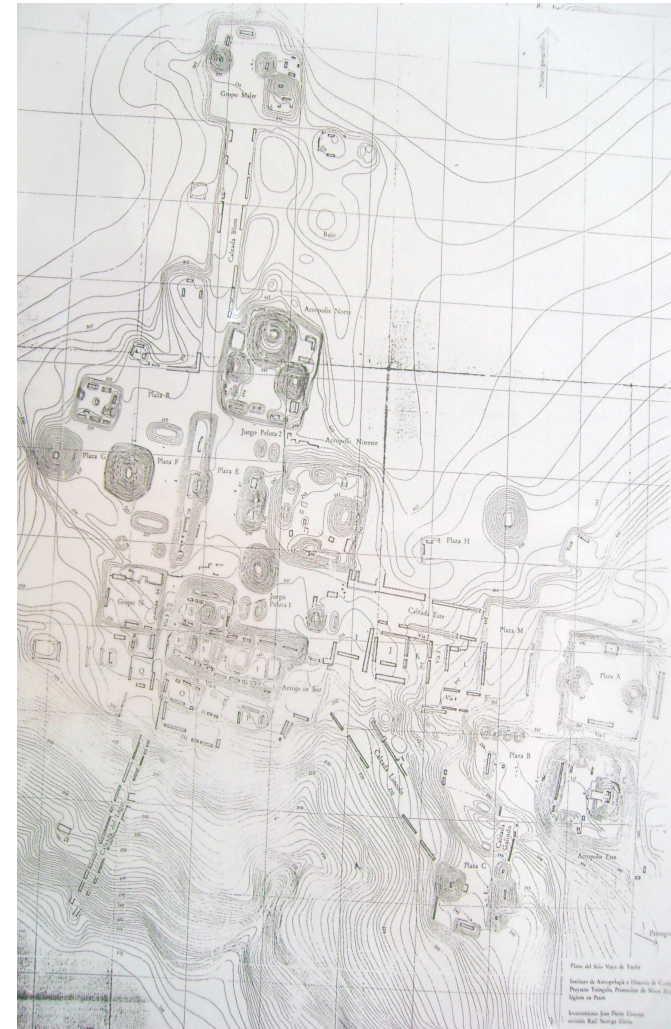
Se localiza al sureste del Parque Nacional Tikal y al Oeste de la ciudad de Melchor de Mencos.

Los ejes que definen a la ciudad van de norte a sur y de este a oeste, entre las principales características urbanas del sitio están sus calles, callejones y avenidas, axiales como la disposición de una plaza como centro astronómico, plaza C y una plaza con pirámides gemelas.

Los trabajos de investigación arqueológica dieron inicio en 1991 con Yaxhá.



Isometrico Sitio Yaxha
 Fuente: Biblioteca Encarta



Mapa Sitio Yaxhá
 Fuente: Instituto de Antropología e Historia de Guatemala.



4.2 Sitios Arqueológicos cercanos a Yaxhá

4.2.1 Nakum

Significado: olla rota o taza de barro

Fecha de ocupación: Periodo Clásico Terminal (aproximadamente: 715-850 D.C)

Situado a sólo a 17 Km. al norte de la laguna Yaxhá, cerca de las fuentes del Río Holmul, se encuentra Nakum, que probablemente fue en algún tiempo, un importante nexos comercial entre Tikal y la costa del Caribe.

Pertenece al municipio de Flores. Se encuentra a 225 msnm, latitud 17° 10'25", longitud 89° 24'25"

La historia de Nakum se da a conocer en el mundo como se describe a continuación:



Pirámide A, Catedral
Sitio Arqueológico Nakum.
Fotografía: Marsha Hori. 2004

Pirámide de entresijos
Sitio Arqueológico Nakum.
Fotografía: Marsha Hori. 2004

El prototipo de la construcción en Nakum fue de gran altura, con aposentos muy estrechos, muros verticales, con un ejemplo de cestería pesada formada por tres torres.

El complejo arquitectónico está formado por dos grupos de edificios ubicados en los extremos norte y sur del sitio y unidos por una calzada. El extremo norte posee una amplia plaza definida por edificios de baja altura, mientras que la plaza principal del extremo sur está delimitada por las altas construcciones tipo templo y por la Acrópolis Sur, la cual con sus diez patios definidos por construcciones tipo palacio de la sensación de un espacio muy restringido y monumental.

En el sitio se encuentra un complejo de conmemoración astronómica o complejo de ritual público al igual que en Yaxhá, el complejo del sur contiene una alineación astronómica de Grupo E, elemento de temprana aparición y larga tradición que fue considerado como observatorio astronómico, formado por los edificios A, C 1 y 2. Al Sur hay una acrópolis, comparable con la Acrópolis central de Tikal.

De las 15 Estelas conocidas del lugar, a tres se han dado fechas correspondientes a 771, 810 y 849.

Los pozos excavados en el extremo norte del sitio indicaron que este sector estuvo sujeto a inundaciones en época lluviosa, por esta razón los primeros pobladores se vieron obligados a elevar el nivel del terreno por medio de rellenos para estabilizar el suelo que sirvió de base para la primer etapa de Acrópolis del Norte, la cual se remota al Preclásico Tardío.



4.2.2 Naranjo

Esta situado a unos 12 kilómetros al noreste de La Laguna Yaxha, en el Peten oriental, y a una distancia semejante al oeste de la frontera entre Guatemala y Belice.

Sitio arqueológico, declarado monumento precolombino el 24 de abril de 1931.

Fecha de ocupación conocida: Periodo Clásico Terminal (aproximadamente 610-820 d.C.).

Su historia se describe a continuación:

1905 Descubrimiento del sitio por Teobert Maler, quien reporta el sitio y realiza publicaciones, planos, esquemas, fotografías, más adelante Sylvanus Morley trabajó en el sitio, como parte de su esfuerzo por registrar las inscripciones mayas de las tierras bajas.

De 1909 a 1923 Se hicieron varias expediciones del Instituto Carnegie de Washington.

1970 Inicio de vigilancia y mantenimiento del sitio por IDAEH

El grupo principal se compone por varios grupos de patios y un grupo elevado, al norte, en lo alto de una colina, se encuentra a lo largo de la ribera occidental de un extenso bajo, que aún hoy contiene agua, al menos en la temporada de lluvias.



Sitio Arqueológico Nakum
Fuente: Sacbé, la ruta maya, Una producción de XE IPN Canal Once



Los monumentos tallados de Naranjo, bastante numerosos incluyen 40 estelas, un altar, un dintel y una escalera con jeroglíficos.

Las fechas de estos monumentos cubren el periodo Clásico Tardío y sus textos registran las realizaciones de toda una sucesión de gobernantes, incluidas sus interacciones con otras importantes potencias de las tierras bajas.

Wac Chanil Ahau, "Señora Seis Cielo".
Estela 24 (702 d.C.), Naranjo, Guatemala.
Dibujo: Tomado de Sharer, 1999



4.2.3 Topoxte

Es la isla, donde se encuentra el centro ceremonial mayor, presenta cerca de 100 edificaciones y está organizada en tres zonas definidas: dos zonas elevadas con plataformas concéntricas modificando la topografía original de la isla (en algunas partes hay hasta 5 m de relleno), y una parte baja con edificios menores. Sobre las partes altas se encuentran edificios largos con columnas de tipo salón abierto, templos con plataformas escalonadas, escalinatas con alfardas rematadas, etc. La isla mide aproximadamente 450 m norte-sur por 400 m este-oeste, su contorno forma una curva que está abierta hacia el oeste y es así que se forma en el centro una bahía. En el este una zona llana de terreno se adentra en el lago hasta formar una punta o península pequeña. En el centro se encuentra la plaza principal que es de forma rectangular irregular y en ella se encuentran los mayores edificios del sitio.



Sitio Arqueológico Naranjo
Fuente: Sacbé, la ruta maya, Una producción de XE IPN Canal Once



Mapa de Topoxte
Fuente: www.famsi.org



4.2.4 Poza maya

Sitio ubicado en medio del bajo La Justa entre Yaxhá-Nakum, sobre una superficie elevada a 8 metros sobre el terreno plano, característico de una zona baja inundable. Al sitio se asocia un cuerpo de agua en forma cuadrada de 100m por 100m hecha por mano humana. A no ser por las excavaciones clandestinas no se observa arquitectura visible en peligro.

En 1992 se iniciaron los trabajos de documentación habiendo servido los resultados para una tesis profesional de arquitectura en grado de licenciado (Molina 1994).

En 1994 da inicio la investigación de edificios depredados y en 1995 el programa de humedales y la topografía alrededor del sitio.

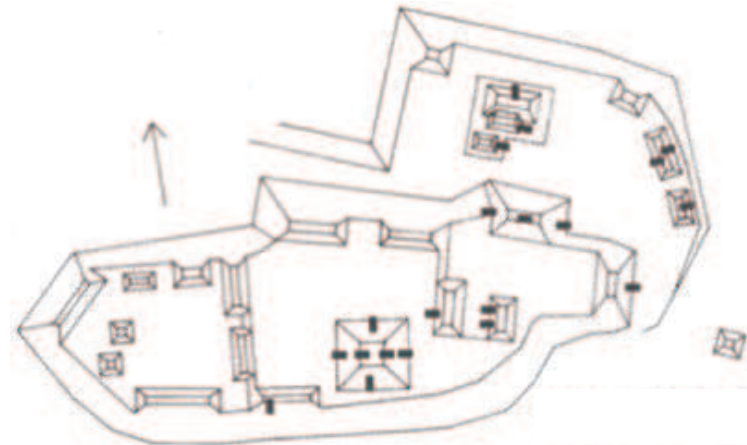


Mapa de Poza Maya
Fuente: www.yaxha.de

4.2.5 Pochitoca

Sitio ubicado dentro del mismo sistema geográfico de la Poza Maya, sin presentar arquitectura expuesta en peligro. Aun los restos de la base de una estela documentada por Ian Graham (aún no publicada).

En marzo de 1994 se inicio el proceso de documentación y seguimiento del deterioro en ese sitio. En 1995 se realizó el levantamiento topográfico incluyendo el cuerpo de agua cercano y el camino de acceso.



Mapa de Pochitoca
Fuente: www.yaxha.de



El hombre que tiene un profundo sentido de la Continuidad no puede verse a sí mismo como una Unidad accidental condenada a desvanecerse despues de unos años, sino como un individuo que forma parte de una gran procesión, influido y ayudado por quienes lo precedieron, y responsable, a su vez, de prestar ayuda y estimular a quienes habrán de seguirle.

Robert Gordon Menzies, *Carácter and Training*.



Chaak, Dios de la lluvia maya
Autor: Jens Rohark



Aplicaciones Hidráulicas Naturales y Artificiales en el Sitio Arqueológico Yaxhá

Desde sus comienzos el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo y vía de transporte, por ello los ríos es el lugar escogido para establecer las primeras civilizaciones, allí el hombre aprende a domesticar los cultivos y con ello encuentra la primera aplicación al agua lluvia; pero no depende directamente de ella para su supervivencia debido a la presencia permanente del agua superficial.

Cuando las civilizaciones crecieron demográficamente y algunos pueblos debieron ocupar zonas áridas o semiáridas, comenzó el desarrollo de formas de captación de aguas lluvias, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.

Diferentes formas de captación de agua de lluvia se han utilizado tradicionalmente a través de la historia de las civilizaciones; pero éstas tecnologías sólo se han comenzado a estudiar y publicar recientemente. Con base en la distribución de restos de estructuras de captación de agua de lluvia en el mundo y el continuo uso de estas obras en la historia, las técnicas de captación de agua de lluvia cumplen un papel importante en la producción agrícola y en satisfacer las necesidades domésticas.



TRIANGULO YAXHA - NAKUM - NARANJO

Se sitúa entre los cuerpos de agua más importantes de la zona: Río Holmul, El Naranjo y los lagos Yaxha, Sacnab y Champote, además de varias pozas y aguadas.

5.1 Sistema Hidráulico utilizado en el sitio Yaxhá (evidencia arquitectónica)

Para el emplazamiento de la ciudad, los manantiales naturales de agua y los terrenos aptos para la agricultura que rodean la zona, reflejaron la distribución arquitectónica de la urbe. Así mismo, los constructores aprovecharon al máximo las partes bajas y crearon, al hacer elevaciones artificiales, planos inclinados para recolectar agua a través de diversos sistemas hidráulicos que permitieran el flujo de las aguas hacia depósitos acondicionados para resguardarla o, simplemente, para ver las plazas libres de inundaciones durante la época de lluvias.

Los Mayas plantearon y ejecutaron numerosos proyectos de arquitectura hidráulica para proveer agua y facilitar la agricultura, defensa, comunicación y transportación. Pozos fueron excavados para proveer acceso a corrientes de aguas subterráneas, cisternas (chultunes), pozos de agua (aguadas), depósitos colectores y agua almacenada, con estos depósitos, fueron frecuentemente alimentados por elaborados sistemas de drenajes que canalizaron la lluvia recorriendo la arquitectura cívico ceremonial y/o residencial.

El sitio cuenta con más de 500 edificaciones repartidas en 37,100 hectáreas (6km²), se caracteriza por grandes complejos de edificios, entre los que cabe mencionar el Complejo de Pirámides Gemelas (único conocido fuera del área de Tikal), dos Juegos de Pelota, varias Acrópolis, un Conjunto de tipo Grupo E, templos, palacios y varias calzadas, una de las cuales desciende por 50 m hasta la orilla de la laguna, hasta la fecha cuenta con 40 estelas.



Laguna Yaxha, Petén.
Fotografía: Marsha Hori
2006

Los sistemas hidráulicos implicarían desde actividades constructivas y urbanísticas a aspectos productivos y su planeación y control, así como actividades ceremoniales y estructuras simbólicas y de representación.



El crecimiento de la ciudad y la demanda de una población en aumento seguro influyeron en la búsqueda de nuevos recursos de agua y técnicas audaces para conseguirla, a través de mano de obra especializada y de alta calidad.

Entre estas obras se tiene como ejemplo las canalizaciones a zonas adaptadas para la retención de agua y la construcción de *chultunes*, con lo que se aseguraba el suministro a la población. Sólo una organización política poderosa puede lograr obras civiles preponderantes para dar servicio y atender con satisfacción a una ciudad. No hay corrientes de agua superficiales cercanos a la zona, pero hay voluminosos mantos acuíferos, como las aguadas y el lago Yaxhá.

5.1.1 Fuentes Naturales

La región de la laguna Yaxhá pertenece al sistema de lagos de Petén Central. Se caracteriza por una hilera de lagunas orientadas este-oeste esparcidas por más de 100km. Las lagunas Yaxhá y Sacnab son los cuerpos de agua más al este del sistema de lagos: El lago Petén Itzá, al centro de 36 Km. De largo, es el cuerpo de agua más grande y más importante para toda el área.

La región de la laguna Yaxhá pertenece al sistema de lagos de Petén Central. Se caracteriza por una hilera de lagunas orientadas este-oeste esparcidas por más de 100km. Las lagunas Yaxhá y Sacnab son los cuerpos de agua más al este del sistema de lagos: El lago Petén Itzá, al centro de 36 Km. De largo, es el cuerpo de agua más grande y más importante para toda el área. El área esta influenciada por lluvias estacionales de mayo a noviembre, y una estación seca con lluvias ocasionales el resto del año. La precipitación anual media es de 1,530 mm., siendo los meses de junio a octubre los de mayor precipitación, con un 66% del total de lluvias respecto al resto de la estación lluviosa. Los meses con menores precipitaciones son de diciembre a abril. Se estima un total de 161 días de lluvia al año, lo que representa el 44% anual.

Mapa Laguna Yaxhá, Petén.
Detalle hoja cartográfica IGN, hoja 2367 III



Este sistema forma un corredor natural de comunicación. Se conecta al Este con los sistemas fluviales del río Mopan y Belice hasta el mar caribe; al oeste con los ríos San Pedro y Usumacinta hasta el golfo de México. Al Sur esta limitado por el sistema de cuatro colinas cársticas del cinturón plegado del Lacandón, y al Norte siguen los grandes humedales con áreas de bajos que llegan a inundarse, con difícil acceso y problemas de abastecimiento de agua en época seca.

La laguna de Yaxhá, con su turquesa característica, es el cuerpo de agua más importante dentro del Monumento Natural y está dividida de la laguna de Sacnab por un relleno de 4 Km. Junto con estas lagunas, el Monumento Natural Yaxhá alberga ríos que alimentan el área como el Ixtinto y el Holmul, humedales y aguadas, zonas propicias para la reproducción de varias especies de plantas y animales.

Un mapeo de Petén Central, en base a la hoja cartográfica 1:50,000 demuestra los siguientes sitios arqueológicos del preclásico y clásico en riberas, islas o al menos distantes 1 kilómetro de actuales sistemas lacustres: lago Yaxha con trece (Kuch, Ixtinto, Ladrones, Topoxte, Chac, Escondido, Tres Ollas, Yaxha y cinco más sin nombre); laguna Sacnab, ligeramente separada de Yaxha con nueve (Najpeten, Perdida, Napeten y seis sin nombre); laguna Lacaja con uno (La Coloradita); Laguneta Compoxté, uno (sin nombre); laguna Quexil, uno (cenote); Paxcamán, complejo de tres lagunetas que seguramente formaban una sola, tiene uno ubicado al noreste, aproximadamente a 1 kilómetro.



5.1.1.1 Bajos inundables

Los bajos inundables son depresiones naturales del terreno también forman parte importante del paisaje geográfico. Aunque no tienen agua normalmente, cuando las lluvias son fuertes pueden retenerla y muchas de ellas fueron adaptadas para ese fin. Por la humedad que guardan, también se utilizaron como lugares propicios para sembrar cultivos para la población.

5.1.1.2 Lago Yaxhá y sus alrededores

La porción perenne y permanente de agua más importante cercana al sitio Arqueológico, es sin lugar a dudas el Lago Yaxhá, debido a que esa fuente de agua puede ser utilizada tanto para consumo diario y doméstico, ya que es la única fuente natural cercana. Tiene una profundidad promedio de 50 metros, dimensiones de 5 km. de ancho de norte al sur, y de este a oeste aproximadamente en formas variables de 2 km. de largo. Su fondo es arcilloso, y se pierde visibilidad a los dos metros, pues toda la rivera del lago colindante al sitio posee material calcáreo propio de las edificaciones del sitio arqueológico en niveles superiores (comunicación verbal Noriega, 2006).



Lago Yaxhá

Se muestran todos los sistemas lacustres cercanos al lugar (Laguneta Champoxté, Lancajá, Laguna Yaxhá, Laguna Sacnab). Fuente: Mapar IGN

5.1.1.3 Río Holmul y Yaxhá

Importantes ciudades Mayas deben tener una historia ligada al río Holmul, cuyo origen se encuentra junto a las montañas situadas al norte del lago Macanche, entre ellas se encuentran el centro urbano El Zapote, en lo alto de la serranía de Macanche; Tikal y Yaxhá se asocian a tributarios del Holmul: Nakum, Holmul y Yaloche .

El Holmul puede considerarse como un río moribundo debido a que cada año desaparece una parte de su cauce por efectos de la deforestación y la construcción improvisada de caminos por parte de algunos madereros irresponsables; en su desaparición también incide el hecho de que las lluvias son cada vez más escasas en sectores donde la cobertura boscosa ya no existe, produciendo la consiguiente erosión y asolvamiento del cauce.



Río Holmul

Se alimenta del río Yaxhá, dista a 1000 metros aproximados del sitio, y a un nivel superior de 35 metros.





Ubicación de los bajos en la cercanía de Yaxhá

Fuente: Vilma Fialko, 2003
www.guatemalaturistica.com

5.1.1.4 Bajo La Justa

En las áreas inundables conocidas como bajos Santa Fe, La Justa y La Pinta, ubicados en las periferias de los centros urbanos mayores de Tikal, Yaxhá y Naranjo, se encontró evidencia de comunidades que habitaron allí continuamente desde el periodo Preclásico Medio hasta el Clásico Terminal (Fialko 1998), dichas comunidades de los bajos llegaron a desarrollar técnicas de manipulación de agua asociadas a campos drenados que implicaron la construcción de canales para concentrar el agua en reservorios aledaños a sectores residenciales. Estas técnicas hidráulicas propias de Comunidades de los Bajos, aparecen configuradas en el epicentro de Tikal, donde los primeros constructores del Preclásico Medio esculpieron el cerro calizo con la finalidad de crear un sistema de cuencas y canales que condujeran el agua hacia reservorios artificiales.

A pesar de no haberse ocupado para vivir las áreas de bajos, es posible observar que los sitios se concentran en mayor cantidad en las proximidades de los bajos o cauces de ríos, debido principalmente a la más fácil obtención del vital elemento para la sobrevivencia humana, como lo son el agua y tierras para el cultivo. Se considera que la distancia ideal dentro de lo que puede disponerse de los recursos básicos entre las comunidades agrícolas es de 5 Km. (Clarke 1977:163).

Esta afirmación permite discutir la posibilidad de cultivos temporales en áreas inundables, pues mientras que en invierno era factible el sembrar en las laderas de los cerros, en verano lo era también en los bajos por la cantidad de humedad que se preservaría en el suelo. Esta proximidad de los sitios cerca de las áreas de bajos y ríos fue reportado con anterioridad por Bullard(1960:365).

5.1.2 Captaciones y canalizaciones artificiales

El crecimiento de la ciudad y la demanda de una población en aumento seguro influyeron en la búsqueda de nuevos recursos de agua potable, seguramente los pobladores adecuaron vías en su entorno y sus edificios para captar la mayor cantidad de agua de lluvia.

El río Yaxhá se encuentra muy lejano al sitio, en el lado noreste, posiblemente no fue una fuente de captación o abastecimiento de agua debido su larga distancia y la diferencia de niveles.

5.1.2.1 PLAZAS

Por lo general, al desplantar los conjuntos de edificios importantes sobre plataformas artificiales, los constructores tuvieron cuidado de hacer desniveles que guiaran las aguas hacia drenajes para evitar las inundaciones durante las lluvias.

Estos drenajes conducían hacia terrenos bajos y, en ocasiones, hacia depresiones que presumiblemente fueron adaptadas para recibir y retener el preciado líquido.

Las plazas de los centros estuvieron ampliamente estucadas, lo que propiciaba que el agua corriera fácilmente hacia depósitos de agua, característica común en ciudades tanto de las Tierras Bajas como de las Tierras Altas de la zona Maya, y de otras zonas de Mesoamérica.



5.1.2.2 Murallas y basamentos

El asentamiento prehispánico en la Tierra Baja no fue una decisión fácil para los constructores Mayas, ellos debieron de prever las inclemencias del clima tropical y por eso eligieron amplias elevaciones naturales para la construcción de sus ciudades, sin embargo, en algunos lugares estas elevaciones no fueron lo suficientemente amplias para albergar la expansión de plazas ceremoniales, administrativas y complejos habitacionales de los grupos de poder, por lo cual se realizaron enormes nivelaciones adicionales con muros de contención que pronto dejaron de ser suficientes y se tuvieron que habilitar nuevos grupos sobre elevaciones naturales cercanas.

Los basamentos están contruidos con muros de roca bien canteada, dispuesta con amarre de sogas que contienen relleno de piedra, tierra y desechos.

5.1.2.3 Calzadas

El crecimiento urbano pudo haberse programado en base a un procedimiento constructivo que significó inicialmente la extracción de bloques de piedra de canteras seleccionadas, y luego la construcción de calzadas improvisadas que facilitaron el traslado de las piedras hacia el área de construcción. Posteriormente, las oquedades de las canteras que facilitaron el traslado de las piedras para convertirlas en reservorios o depósitos de agua, los cuales fueron alimentados con canales o drenajes contruidos a los lados de las calzadas para facilitar el desplazamiento de agua.

Las calzadas fueron contruidas con rellenos sostenidos con parapetos, siendo su ancho promedio de los parapetos es de 1 metro y la altura oscila entre los 50 centímetros.

Estas se contruyeron en el sitio, básicamente para unir núcleos de edificios, y en hidráulica fueron utilizados como elemento de captación y conducción de las aguas pluviales que se recolectaban de las diferentes plazas.

Las calzadas se han definido por tipos, segun se ha estudiado en el marco de investigaciones que el Proyecto Atlas Arqueológico de Guatemala, IDAEH, se llevó a cabo en la región sureste de Petén. Para la calzada Bloom, definida como Tipo C, pues se localiza en puntos estratégicos para facilitar el acceso a los centros de sitios u otros grupos principales; Esta calzada esta orientada rumbo norte, lo que indica su función ceremonial, posiblemente para eventuales ceremonias en petición de lluvia.

Éstas conducen a los ríos que llegan a estructuras con posible función ceremonial, tal es el caso de la Calzada del Lago, en este caso sabemos que el objetivo fue el agua y puede tener una función relacionada con el comercio y la extracción de agua. Con respecto a las funciones hidráulicas que las calzadas pudieran tener, tenemos el ejemplo de la Calzada Bloom y la Calzada Lincoln, las que sirvieron para habilitar la aguada que les colinda al este, y para controlar el nivel del agua se contruyeron a través de la calzada canales de desagüe.



Calzada del Lago

Vista hacia el sur (Lago Yaxhá). Se puede apreciar el cambio de nivel entre la Calzada y la Acrópolis Sur .



Calzada Bloom

Vista hacia el norte. Se aprecian los paramentos escalonados, los que sirven como muros de contención.



5.2 Chultunes Investigados en Yaxhá

Los mayas utilizaron depresiones superficiales naturales como depósitos del agua, alineando muchos para reducir pérdidas de la filtración. También se aprovecharon del agua que fue recogida en las depresiones.

Si bien el agua de lluvia era la fuente básica de la que se alimentaron las plantas cultivadas en la agricultura de Mesoamérica conocida por ello como agricultura de temporal, posible hasta con **600-700 mm** anuales, los campesinos antiguos se valieron de diversas obras artificiales para contar con agua adicional, para enfrentar la insuficiencia de lluvia, para complementar la existente, realizar un segundo ciclo en el año, o adelantar la siembra y así tratar de evitar los efectos negativos de las heladas tempranas en caso de presentarse.



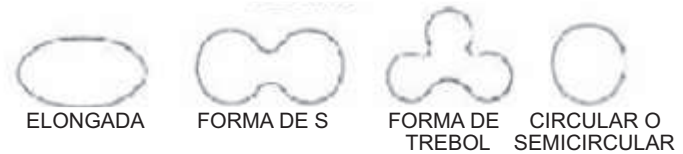
Chultún
Boca de chultun en el sitio Yaxhá
Fotografía Marsha Hori, 2006



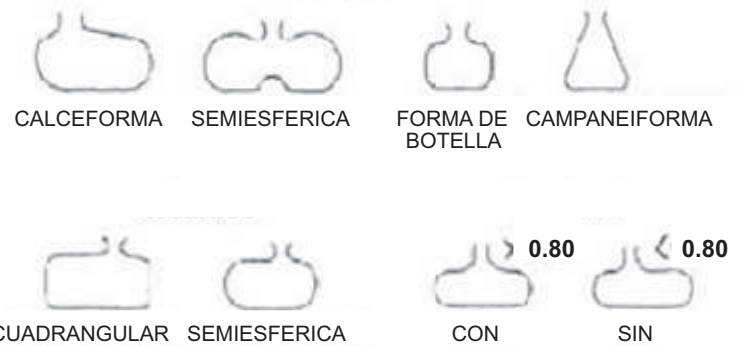
Chultún
Boca de chultun en el sitio Yaxhá
Fotografía Marsha Hori, 2006

El IDAEH, dentro de sus proyectos efectuados, realizó en el año 2004, excavaciones y recorridos en el sitio, localizando 60 chultunes en las periferias de Yaxhá, de los cuales 24 se encuentran en las proximidades de las estructuras más monumentales. (Ver mapa 1)

CARACTERÍSTICAS GENERALES PLANTA



SECCION



ACCESOS A CÁMARA



FORMAS DE CHULTUNES ENCONTRADOS, YAXHÁ, PETÉN.
Fuente: IDAEH

Se ha utilizado genéricamente el término “Chultún” a pesar de estar de acuerdo con la opinión de Zapata (1989-23), en el sentido que si “... Chultún significa cisterna labrada en la roca para contener agua de lluvia; proviene de la contracción chulub (agua de lluvia) y tun (piedra labrada)...” es incorrecto utilizar este nombre para cavidades que tuvieron cualquier función que no fuera almacenar agua y principalmente agua de lluvia”. Por consiguiente, aquí se indicarán brevemente, ya que ninguno está asociado claramente al almacenamiento de agua, al no existir aun algún nombre preciso



Localización de aguadas y chultunes en el núcleo de edificaciones Sitio Arqueológico Yaxhá

- A- Las aguadas 1 y 2, surgieron por la posible extracción de material para la nivelación de la Calzada Bloom (sistema artificial).
- B- La aguada 3, es un sistema natural en el cual se aprovechó la topografía del terreno (depresión).
- C- El campo inundable se produce cuando las aguadas 1, 2 y 3, llegan a su capacidad máxima (rebalse), y en el cual también se aprovechó la topografía del terreno.
- D- La aguada No.4, se supone es un campo inundable, actualmente el agua que allí converge no tiene un drenaje definido; probablemente se maneja un drenaje francés, ya que no hay evidencia de algún canal abierto que lo conecte con algún elemento o que dirija sus aguas a la laguna.
- E- Ubicada al noreste de la calzada Lincoln, esta la aguada artificial identificada con el No.5, esta se dirigió por la extracción de piedra caliza, material que fue utilizado para la construcción de edificaciones.

Todas las aguadas se encuentran ubicadas en los costados de las calzadas; Se abastecen de agua de lluvia captada en las plazas canalizadas a través de las calzadas.

Los actuales chultunes localizados en el sitio, se encuentran levemente cubiertos de vegetación, dos de ellos, el C-1 y el C-2, son los únicos que tiene tapadera de piedra, y se puede descender únicamente al C-2.

Debido a la maleza que se mantiene en los alrededores de las edificaciones actualmente, es difícil ubicarlos. No se ubica ningún chultun entre la laguna y las edificaciones, en la mayoría de los casos estos fueron dispuestos en las periferias de las edificaciones y cercanos a plazas (acrópolis).

Los chultunes están catalogados dentro de los sistemas artificiales de captación de agua, sin embargo no se puede definir a cabalidad que estos hayan sido para captar agua.

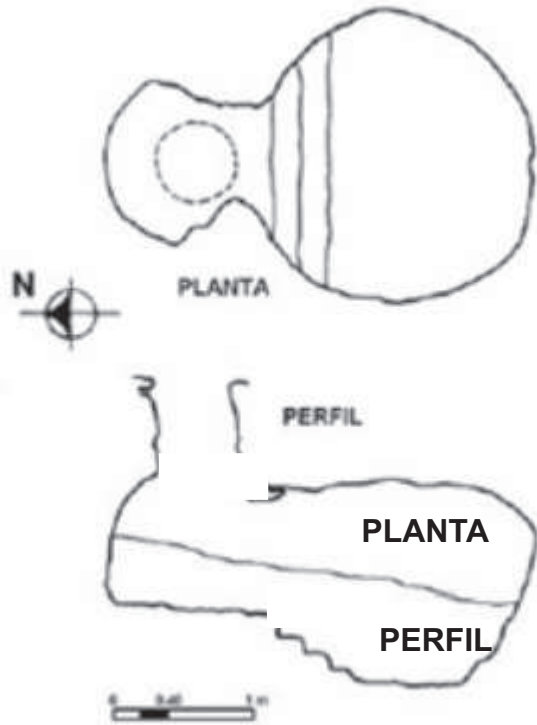
Plano No.1
SITIO ARQUEOLOGICO YAXHÁ.
Localización de chultunes,
y ubicación de aguadas.



Mapa del Sitio Yaxhá
Instituto de Antropología e Historia
Jean Pierre Coureau / Raúl Noriega
Curvas de nivel de 1mt.
KAVA, Alemania.



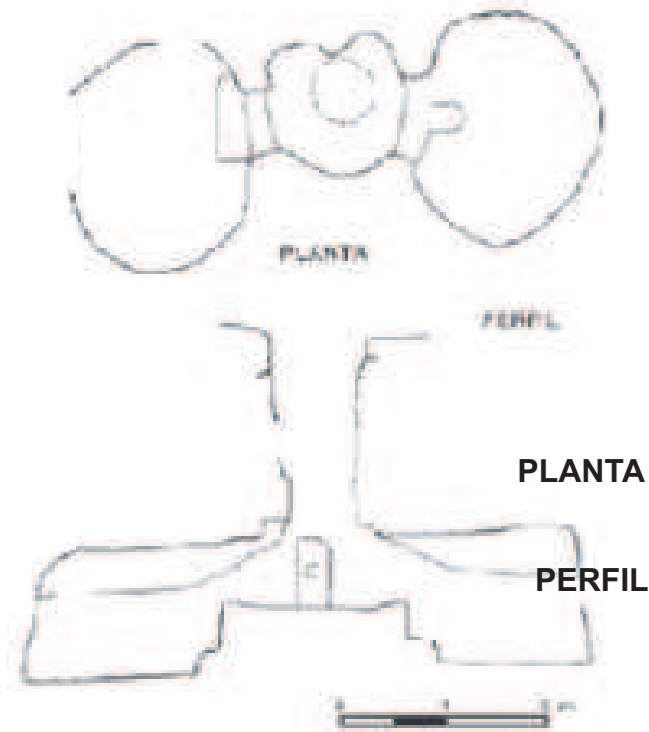
Para el preclásico medio, puede ubicarse el Chultun 10 que tiene planta circular y sección cálceiforme, probablemente fue usado para llevar a cabo reuniones o rituales privados.



Chultun No. 10, Preclásico medio, Yaxhá, Petén
Fuente: IDAEH

Fecha para predominan la doble. Todos lo debieron funcionar para la realización de algún tipo de actividad civil o ceremonial privada, esto tomando como base la cuidadosa talla que presentan los Chultunes 2 y 9, y las ofrendas de los Chultunes 7 y 13. En el Chultun 18 se depositaron restos humanos sin ninguna relación anatómica.

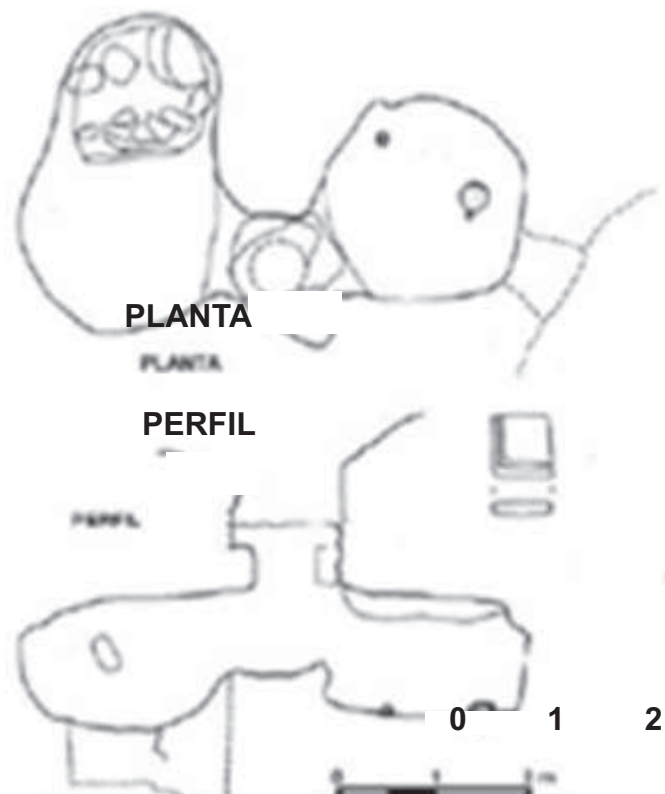
El Chultun 8 tiene su cierre en un momento muy tardío al fin del Preclásico o al inicio del Clásico Temprano, tiene planta de ocho y sección semi-esférica doble, se asume que tuvo función de tipo ritual tomando en cuenta la evidencia de ofrenda y entierro, que fueron depositados al momento de su cierre. Los Chultunes 24 y 25 presentaron evidencia de actividad para el Clásico, la cerámica muy escasa y erosionada, sólo permitió establecer de manera general su uso para el Clásico, tienen planta semicircular irregular, el 24 con sección campaniforme y el 25 con sección cálceiforme.



Chultun Preclásico tardío, Yaxhá, Petén
Fuente: IDAEH



Cinco chultunes presentan evidencia de actividad durante el clásico tardío (3, 4, 5, 6 y 15), todos proporcionaron poco material arqueológico, pero se puede generalizar su función como almacén de diversos materiales. Predominan las plantas irregulares y la sección cálceo forme, tres de estos chultunes tienen planta irregular, uno en forma de ocho y el otro en forma circular; cuatro tienen sección cálceoforme y uno semiesférica triple. El Chultún 12 tiene clara evidencia de uso durante el Clásico Tardío y el Posclásico, pues se encontró material de ambas épocas mezclado en todos los lotes excavados, su función pudo haber sido de basurero.

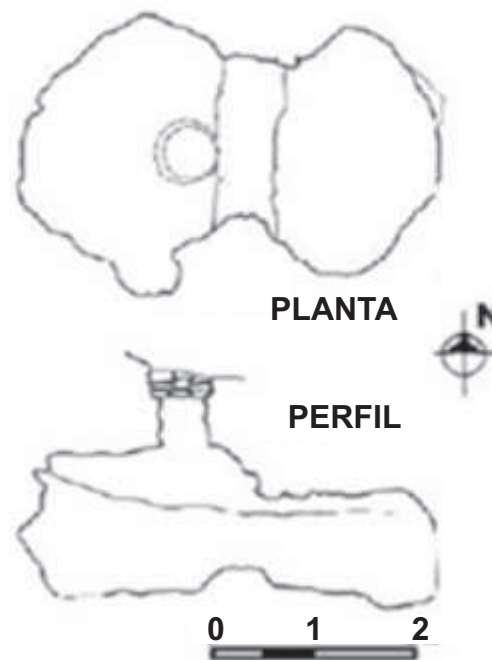


Chultun Clásico temprano, Yaxha, Peten
Fuente: IDAEH

Los Chultunes 14 y 17 se fechan para el posclásico, ambos tienen planta en forma de ocho, el Chultún 17 tiene sección cálceo forme y el 14 semiesférica doble, ambos debieron tener la función de almacenaje y en algún momento el 17 de basurero.

En los alrededores de la laguna Yaxhá, los chultunes no tuvieron como función primordial el almacenamiento de agua. Los únicos ejemplos a los que puede asignarse una función de almacenamiento de materias no sólidas sin recipientes secundarios, son dos Chultunes ubicados en Topoxte, y el Chultún 2, que debió servir para trabajos constructivos (por ejemplo elaboración y almacenamiento de mezclas aglutinantes).

La abundancia de artefactos líticos y cerámicos de indudable función utilitaria, y la ausencia casi total de incensarios dentro de la muestra cerámica, pueden ser indicadores de que la función de los chultunes fue de tipo más bien doméstico (bodega, silo, almacén, etc.), que ritual. Es posible que para el periodo Clásico no se utilizaran ni se construyeran chultunes con planta en forma de trébol (tres recintos). La mayor parte de chultunes con dos y tres recintos presentan el piso del área común - usualmente bajo el acceso - más alto que el piso de los recintos.



Chultún , Clásico Tardío, Yaxhá, Petén.
Fuente: IDAEH



5.3 Canalización del agua pluvial en los conjuntos

El Sitio Arqueológico de Yaxhá, fue creado con sistemas hidráulicos artificiales con los cuales se manejó el agua pluvial.

La captación del agua se daba a través de plazas y calzadas, su conducción era también a través de las calzadas que funcionaban como grandes canales abiertos, los que transportaban el agua a sus diferentes reservorios naturales y artificiales.

5.3.1 Grupo Maler

Este grupo se encuentra a una distancia de 1km. y a la altura de 65.00 metros de sobre el nivel de la laguna Yaxhá.

En esta plaza se utilizó el relleno como técnica para poder captar y encausar el agua pluvial hacia las aguadas y campos inundables, así como para el cultivo.

También se desarrolló la técnica de plataformas elevadas (acrópolis). Para sostener estos rellenos se construyeron paramentos en todo su perímetro. (ver figura A)



Vista de la Plaza Maler, al fondo se observa la Calzada Bloom
Fotografía: Marsha Hori



Edificio B
Vista noreste
Fotografía: Marsha Hori

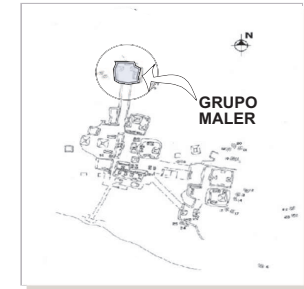


Figura A
Grupo Maler
Fuente: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| S i m b o l o g í a | |
|---------------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



5.4.14 Riberas de la laguna Yaxhá

Para finales del año 2006, la orilla de la laguna Yaxhá se localiza aproximadamente a unos 10 metros mas abajo del ultimo escalón del muelle original construido por el IDAEH en el año 1992, de la parte norte de la laguna, su nivel a bajado aproximadamente 3 metros, esto debido a que al sitio lo atraviesa una falla geológica (conversacion con Raúl Noriega),lo cual fue resultado de un sismo que sucedió hace aproximadamente 2 años (2004), en este suceso alguna formación calcárea subterránea sufrió un cambio, formando un vació que se debio llenar de agua, lo cual hizo que la laguna bajara su nivel quizás unos 5 metros, del año 1996 a la fecha ha bajado el nivel de agua, geólogos expertos en la materia indican que quizás estas formaciones rocosas calcáreas se fisuraron, quedando un vació que llenar en alguna profundidad que no se tiene conocimiento y se espera que recupere su nivel original.



Laguna Yaxhá
Vista de sur a este
Fotografía Marsha Hori, 2004.



Laguna Yaxhá
Vista de este a sur
Fotografía Marsha Hori, 2004.

También se tiene registros que en el clásico Tardío se abandonan más del 90% de los sitios ocupados (según Don y Prudente Rice, 1976:97). Se hicieron estudios en todas las cuencas de las lagunas cercanas, lo que concuerda con Bernard Hermes y Gustavo Martínez (2005:38), no existe continuidad poblacional en los períodos clásico Terminal y posclásico.



5.4.3 Calzada Bloom

Localizada al noreste del sitio, comunica las plazas F y G con el grupo Maler, al este con dos aguadas, al oeste una plataforma de barro; al sureste esta limitada por la Acrópolis Norte, Suroeste por plataformas con los edificios 40, 41 y 42.

La calzada recorre 335 metros de largo por 33.50 metros de ancho en la parte norte, esta orientada 5° al noreste tiene un ancho de 36.50 metros, su pendiente es al este 3%.

Debido a la topografía del terreno, posee dos muros exteriores compuesto por dos cuerpos el primero con una cornisa inferior. Tiene un graderío en la parte media del lado oeste que mide 5.65 metros de largo con una saliente de 2.30 metros, que conforman los 9 escalones que descienden a una plaza quizás que se dirige únicamente a un edificio.

El nivel superior en toda su extensión tiene un piso de estuco, su inclinación es hacia el este, lo que conduce las aguas pluviales hacia las aguadas. El parapeto del lado este posee 12 aberturas o canales, cada uno de 2 metros de largo por 0.90 de ancho aproximado. Está ubicada dentro del período clásico Tardío.

La técnica desarrollada en esta calzada fueron los rellenos, debido a las dimensiones que posee, funcionó tanto para captación como para evacuación del agua pluvial hacia las aguadas y campos inundables que se ubican en sus costados.

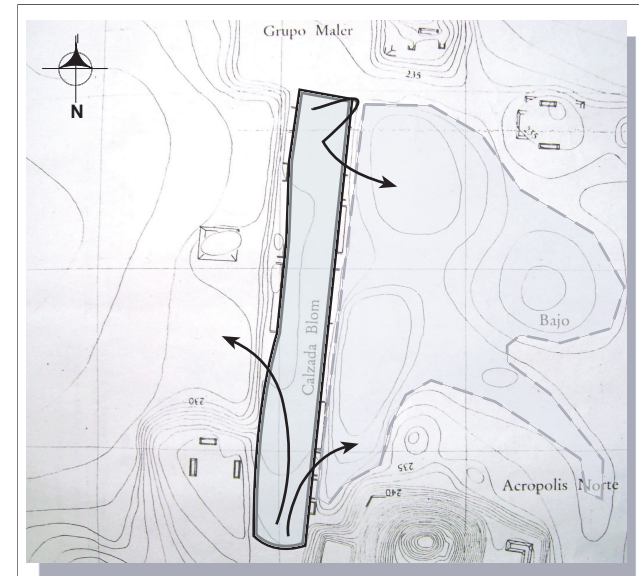


Figura C
CALZADA BLOOM

Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



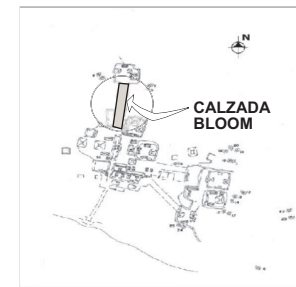
Parapeto noreste de la Calzada del Lago.
Fotografía: Marsha Hori.



Parapeto noroeste de la Calzada del Lago.
Fotografía: Marsha Hori.



Abertura o canal que desemboca hacia las aguadas este de la Calzada del Lago.
Fotografía: Marsha Hori.



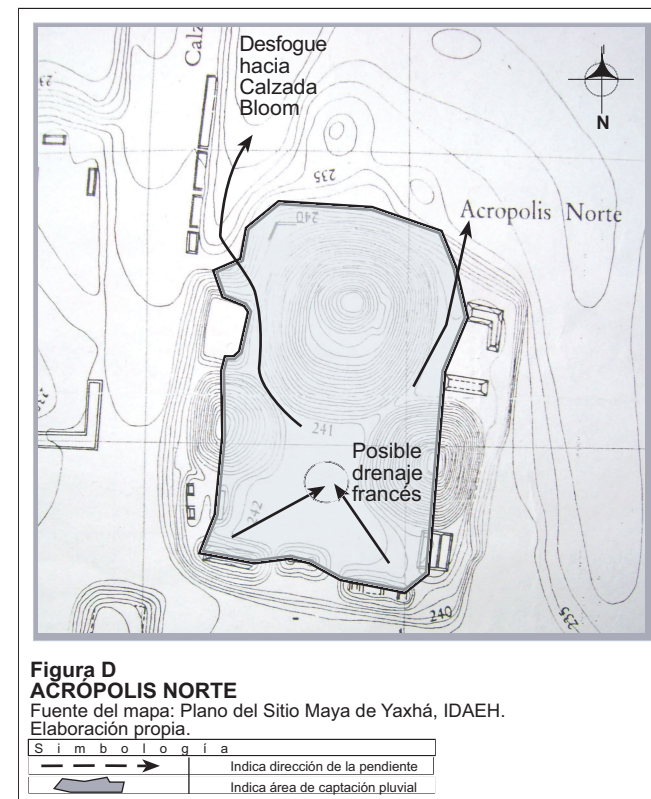
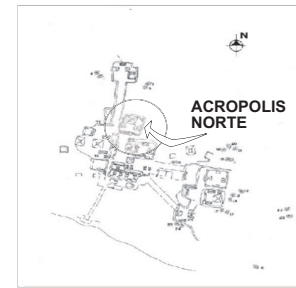
5.4.4 Acrópolis Norte

Se caracteriza por tener un patrón triádico, típico del Preclásico Tardío. La estructura de mayor elevación es el edificio 142, desde su plataforma superior se observa la laguna, el mirador y la plataforma superior del edificio 216.

Esta plaza presenta una particularidad, al centro de ella se dirigen las aguas que allí se escurren de edificios y de lluvia, quizás exista un drenaje tipo francés que lo absorbía y lo dirigía hacia los reservorios aguadas traseras ubicadas al norte, pero parte de esta agua se cuela entre los edificios 142 y corre en dirección norte hacia la esquina inicial del lado este de la Calzada Bloom, para ingresar a lo que quizás fue una aguada.



Edificio 142, Acrópolis Norte
Fotografía: Marsha Hori.



5.4.5 Grupo Oeste

Esta plaza se ubica del centro del sitio al oeste; pertenece al clásico Terminal, esta asentado sobre una plataforma elevada artificialmente 68 metros respecto al lago Yaxhá, y a una altura de 237 msnm.

Consta de un grupo de tres plazas identificadas bajo las literales R, G y F; las plazas tienen una dimensión total aproximada de 150m x 200m.

El conjunto de estas plazas tiene una pendiente hacia el noreste, de donde el agua de lluvia escurre hacia una depresión que la conduce a una aguada, cruzando transversalmente la Calzada Bloom.

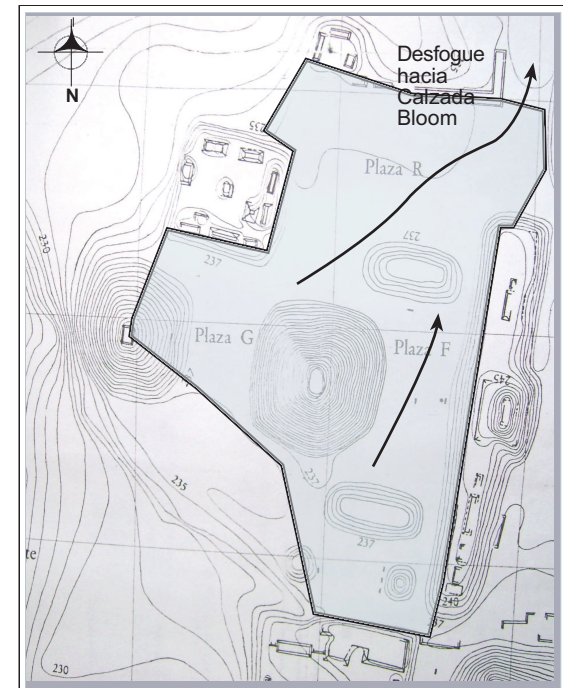
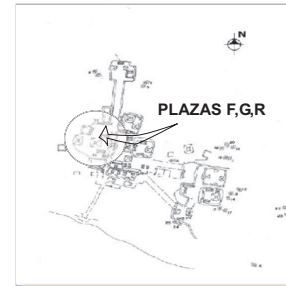


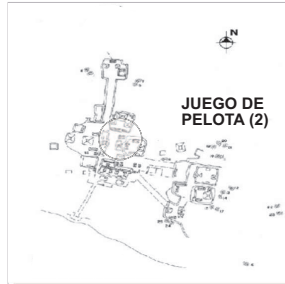
Figura E
PLAZAS F, G, R.
Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| S i m b o l o g í a | |
|---------------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



5.4.6 Juego de Pelota (2)

Ubicado al sur de la acrópolis norte, se fecha para el periodo clásico Terminal, con sus dos estructuras ubicados de norte a sur, una base de piso casi plana, sugiere un desfogue suave por las actividades que allí se realizaban, quizás la dirección de las aguas de lluvia se conducían hacia sus extremos (escorrentía artificial).



JUEGO DE PELOTA
Vista norte, se puede observar el montículo este y oeste.
Fotografía: Marsha Hori, Yaxhá 2004.

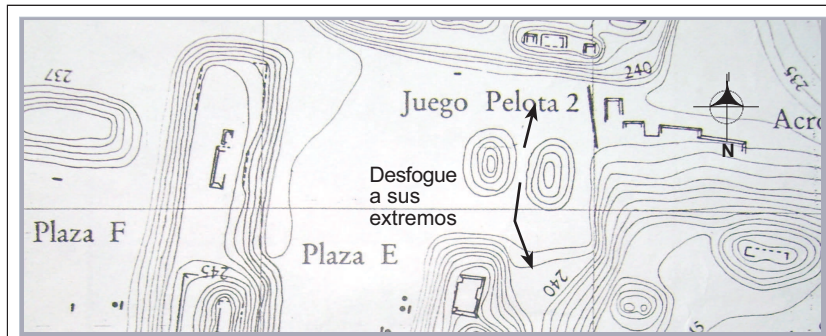


Figura F
JUEGO DE PELOTA (2)
Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



5.4.7 Plaza A (Complejo de pirámides gemelas)

La técnica desarrollada en esta plaza (acrópolis) fue el relleno, confinado por paramentos o muros de contención en todo su perímetro.

Se encuentra a una altura de 95 metros respecto a la laguna Yaxhá, y a 295 metros s.n.m. su ubicación está hacia el este.

La escorrentía de sus pendientes se dirige a las partes más bajas de la plataforma, en la cual posiblemente el agua pluvial se conducía hacia el lago por la pendiente natural del terreno.

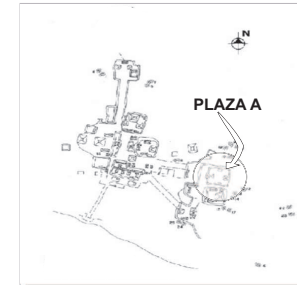


FOTO 1
Muro de Contención.



FOTO 2
Montículo pirámide gemela.



FOTO 3
Montículo pirámide gemela.



FOTO 4
Plataforma del palacio.

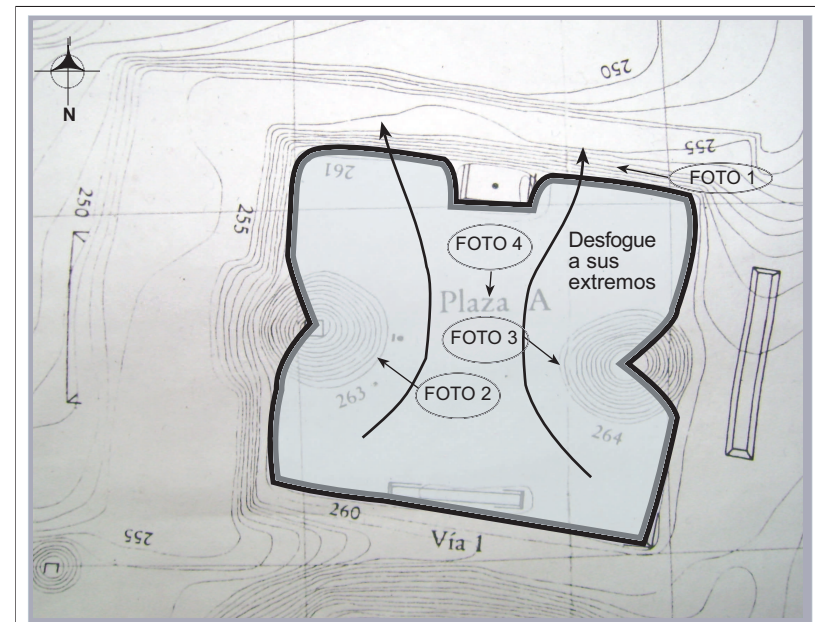


Figura G
CÓMPLJO PIRÁMIDES GEMELAS
Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |

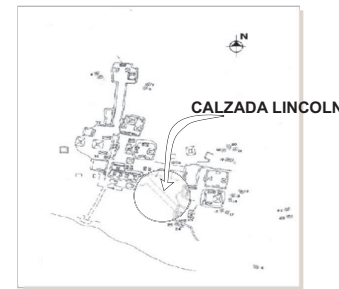


5.4.8 Calzada Lincoln

Se tiene referencia de la cantera que al ya no ser utilizada para extracción de piedra caliza, se usó para reservorio de agua de lluvia, dirigen a ella el agua de lluvia que escurria de la vía 3 y vía 4 según observaciones en el sitio y sus curvas de nivel.

La técnica desarrollada en esta calzada fue el relleno con paramentos o muros de contencion.

Divide su caudal de su eje central hacia el este que va dirigido a una aguada artificial; y del eje central al lado sur, los paramentos estan seccionados para permitir que toda el agua que llega a la calzada del lago sea drenada al lago a través de la pendiente natural del suelo.



CALZADA LINCOLN

Vista noreste

Fotografía: Marsha Hori, Yaxhá 2007

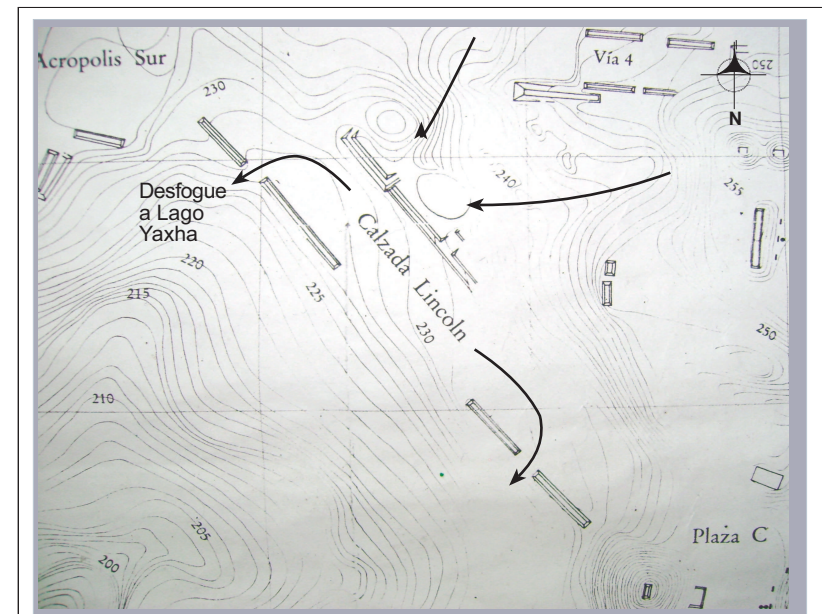


Figura H
CALZADA LINCOLN

Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



5.4.9 Calzada del Lago y Vía 5:

Por estar estas dos vías en dirección norte sur, y en continuidad una de otra, se forman como un solo eje.

La técnica desarrollada en estas calzadas fue el relleno con parapetos en sus costados, y debido a la pendiente natural del terreno, probablemente funciono como un canal de conducción directa de agua de lluvia hacia el lago Yaxhá.



Inicio de la Vía 5 parte sur.
Fotografía: Marsha Hori



Fin Calzada del Lago, vista soroeste,
al fondo se observa el lago Yaxhá.
Fotografía: Marsha Hori.



Inicio de la Calzada del Lago parte sur.
Fotografía: Marsha Hori.

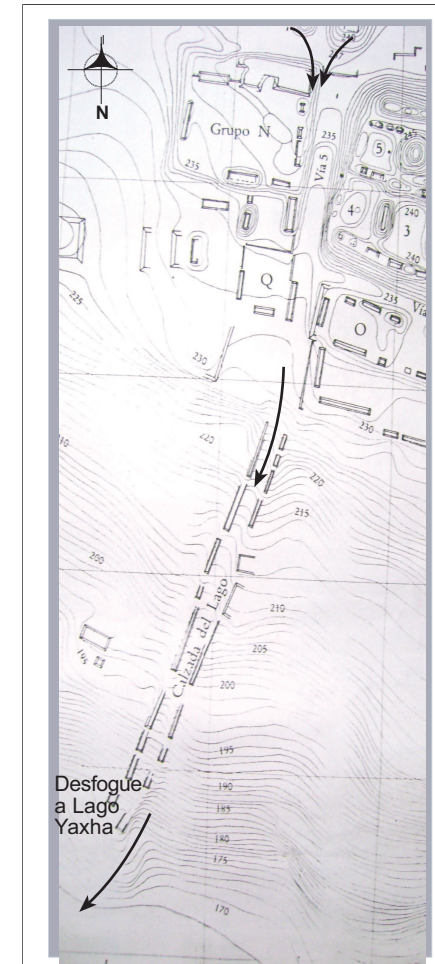


Figura 1
CALZADA DEL LAGO Y VÍA 5
Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



5.4.10 Acrópolis Este

Su plaza es una plataforma que se eleva a 271 msnm, y esta conformada por un palacio y un patrón triádico, siendo el principal edificio el 216, con 30 metros de altura; Las construcciones pertenecen a la segunda mitad del Clásico Tardío.

Esta plataforma es la más elevada del sitio y la diferencia con respecto a la más baja, el grupo suroeste de 225 msnm, es de 46 metros.

Debido al nivel que posee y las curvas de nivel cercanas una de otra, nos indica que su pendiente de escurrimiento de agua pluvial, está dirigida al lago Yaxhá.



Plaza de la Acrópolis Este, Se observa el palacio, al fondo el lago Yaxhá.
Fotografía: Marsha Hori.



Edificio 216 fachada oeste
Fotografía: Marsha Hori.

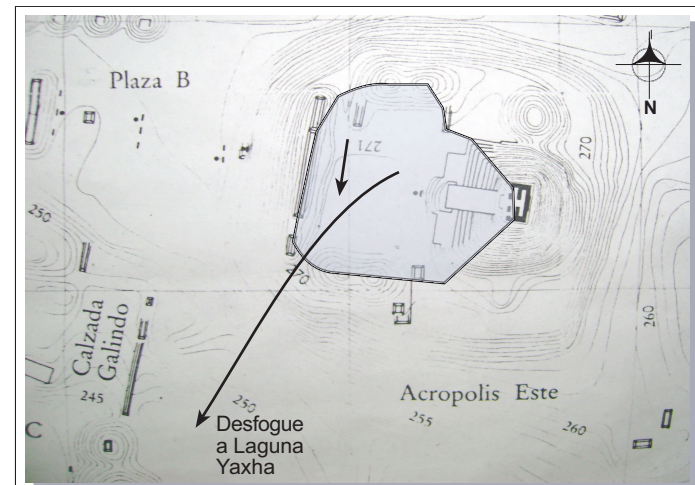
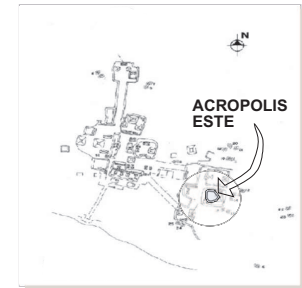


Figura B
Acrópolis Este

Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.

Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



5.4.11 Acrópolis Sur

Se asocia con la zona residencial de élite en el centro del Sitio, está compuesta por seis patios limitados en sus costados por edificios con recintos abovedados, estas construcciones se ubican dentro del períodos calcio tardío al clásico Terminal. Presentan patrones de cerramiento, lo que indica la privacidad o quizás el área de mayor resguardo o seguridad del sitio.

Levantado sobre una plataforma de cambio de nivel con su alrededor de 10 metros aproximadamente, se observa un pequeño declive hacia el sur, el agua se reúne en la plaza dos y se escurre en dirección a la pendiente que conduce al lago (escorrentía artificial).

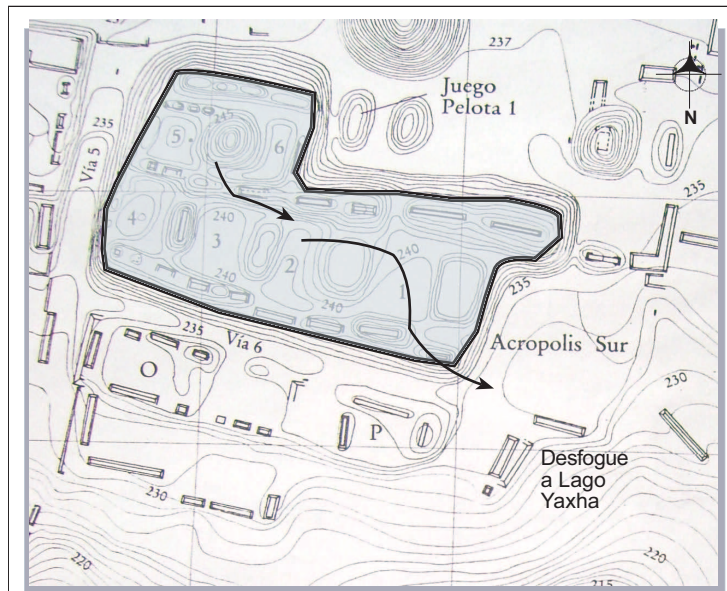
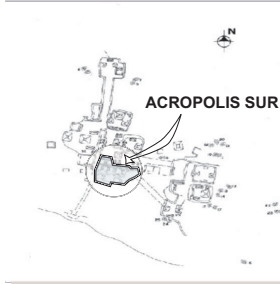


Figura J
ACRÓPOLIS SUR
Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |

5.4.12 Plaza B

Desde esta plaza se asciende a la acrópolis este, se llega a ella por la calzada Galindo que conecta también con la plaza C, Se encuentra a una altura de 255 m.s.n.m, y a 86 metros respecto al lago Yaxhá.

Esta plaza es bastante plana, el escurrimiento quizás se dio hacia el lago, ya que su pendiente así lo indica.

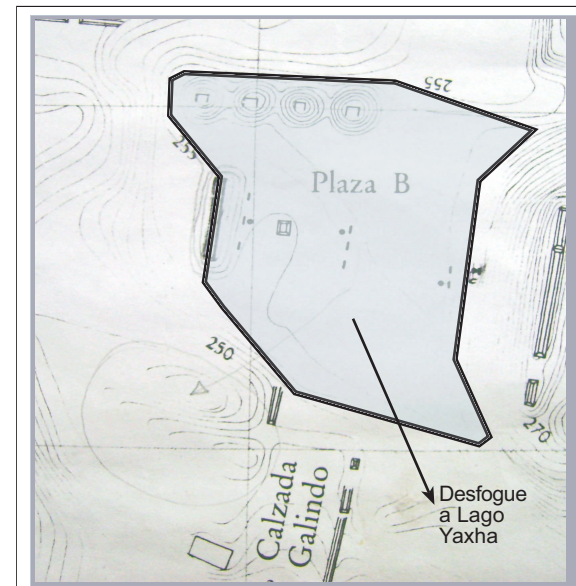
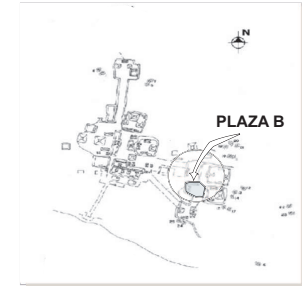


Figura K
PLAZA B
Fuente del mapa: Plano del Sitio Maya de Yaxhá, IDAEH.
Elaboración propia.

| Simbología | |
|------------|----------------------------------|
| | Indica dirección de la pendiente |
| | Indica área de captación pluvial |



5.4.13 **V**ivienda y Área de Cultivo

La dispersión de los asentamientos para vivienda se ubica en las partes altas de la topografía de las periferias del sitio de arquitectura monumental, pequeños sitios se han encontrado con arquitectura monumental menor, lo que hace pensar que era los pobladores y obreros del sitio, por ejemplo, el Sitio Tres Ollas, Oxlaj, La Escoba Alcalche, Poza Maya, Pochitoca, y otros pequeños.

Sus áreas de siembra se encontraban en los pequeños bajos, ya que la época de lluvia les proporcionaba el agua para su riego y permanencia de humedad que quizás controlaron con algún tipo de terraza.

En una sección del bajo de arbusto a 2km. de Yaxhá, Laura Levi descubrió varias elevaciones de tierra lineales que parecen ser los restos de antiguas plataformas de cultivo. Por lo menos tres de las plataformas son muy claras, miden 3m. de ancho y 20m de largo, además de estas tres se observaron bastantes modificaciones en el bajo que parecen ser plataformas similares pero erosionadas. Estos elementos arqueológicos se descubrieron hacia el final del trabajo de campo de la temporada del año 1995.



Conclusiones

- Esta investigación se desarrolla dentro de un periodo de tiempo y espacio sumamente insignificante para la dimensión de la obra hidráulica al que uno tiene que descubrir, investigar o interpretar de toda la ciudad. Por lo que se hace de análisis o reportes escritos del Sitio, así como las constantes visitas de campo, de donde sale a la luz su historia, y en las que me baso para dar mis consideraciones.
- En la cultura maya se encuentran enormes obras hidráulicas cuyo objetivo era regular la esorrentía de agua de lluvia mediante un cauce o canal. En los periodos de lluvias, almacenaban agua para asegurar el suministro en los periodos de sequía o verano, el sistema estaba formado por hondonadas o fosas naturales complementadas con cisternas excavadas o chultunes.
- Los sistemas hidráulicos de los que existe evidencia en el Sitio, son básicamente para captación, evacuación y reserva de agua pluvial (temporal), debido a que tenían fuentes permanentes de agua cercanas a sus núcleos de edificaciones. No existe evidencia de cuevas o ríos subterráneos.
- Toda edificación posee un sistema de evacuación de agua pluvial, seguramente se manejó un extenso programa de mantenimiento, debido a que actualmente se hacen aberturas en la base de los muros de templos para drenar el agua de lluvia acumulada.
- La variedad de formas en los chultunes denota que no se manejaron o tuvieron patrones constructivos, más parece ser que se hicieron de acuerdo a la necesidad requerida, y no se asegura que éstos hayan sido depósitos de agua para uso particular.
- La evidencia proporcionada durante la investigación realizada indica claramente que las cavidades hechas en la roca caliza tuvieron distintas funciones, no precisamente almacenamiento de agua. En el Sitio se aprecia una aguada artificial, producto de la extracción de piedra caliza (calzada Lincoln).
- Por medio del estudio de transecto, se reveló un patrón de estructuras domésticas diseminadas en el área entre dos centros ceremoniales principales, Yaxhá y Nakum. Un requisito indispensable sería la cercanía a suministros básicos como el agua y buenas tierras para el cultivo, por lo que la densidad de población se concentra principalmente en las áreas de serranía, existiendo una aparente relación entre la cantidad de sitios agrupados y las proximidades a fuentes de agua.
- Es interesante observar cómo los grupos tienden a concentrarse en el área alta inmediatamente al norte de un bajo o río, mientras que en el sector intermedio al asentamiento tiende a disminuir por factores aún no bien establecidos.
- Estos sitios pudieron abastecerse de agua mediante la construcción de aguadas artificiales cercanas a una estructura, las cuales están ubicadas en las partes lejanas a la laguna, ya que no existe evidencia arqueológica de canales abiertos o subterráneos que demuestren el constante transporte de agua de una fuente permanente de agua, pues algunos ríos y riachuelos cercanos al sitio se encuentran muy por debajo de los niveles de las plazas y edificaciones.
- Entre estas obras se tiene como ejemplo las canalizaciones a zonas adaptadas para la retención de agua como los son las aguadas, la más grande quizás al extremo este de la calzada Bloom y otras pequeñas temporales dispersas en todo el sitio, con lo que se aseguraba el suministro a la población, seguramente los pobladores de la parte alta de la laguna debían establecerse en una área en donde su recolección fuera más próxima que caminar hasta la laguna, estas serían: aguadas (artificiales y naturales), campos inundables y chultunes.
- Como elemento característico de la arquitectura en el sitio destacan ciertas adecuaciones en los edificios y sus azoteas a fin de proporcionar pendientes al agua de lluvia, evitar estancamientos en los edificios, y para que no rebozara a plazas y explanadas de la ciudad.
- El agua para beber pudo haberse recolectado de riachuelos, el río Yaxhá o bien dándose la estación lluviosa de la caída del techo de las viviendas almacenándose en tinajas, tecomates o vasijas destinadas para beber.
-



- Los sistemas hidráulicos naturales son más eficientes ya que no necesitan mantenimiento y algunos son utilizados para el almacenamiento de agua (campos inundados, aguadas). En la región de Petén, los grandes reservorios de agua son fuente de vida para distintas especies de fauna y flora. Las aguadas de menores dimensiones contenían agua que no puede ser utilizada para uso doméstico.
- En algunas de las plazas quizás se maneja el drenaje francés, pues en una fuerte tormenta claramente se aprecia el acumulamiento de agua desde el centro, y con el transcurrir de los minutos ésta se escurre.



Recomendaciones

-Debido a que este estudio analiza los sistemas hidráulicos prehispánicos y en especial los utilizados en el sitio arqueológico de Yaxhá (núcleos de edificaciones), se deja abierta la posibilidad para investigar si en este sitio se desarrolló algún tipo de técnica diferente a los demás sitios (periferia).

-Ya que las limitaciones de esta investigación no permitieron determinar cuál es el sistema hidráulico más efectivo y adecuado para captar, evacuar y almacenar agua pluvial; de ser necesario profundizar más sobre este tema para determinar si en la combinación de sistemas está la efectividad.

- Se recomienda profundizar sobre el simbolismo en el uso ritual del agua, en sus ceremonias, debido a que las aguadas en el caso de Yaxhá, se ubican al costado de las calzadas.



Fuentes de consulta

Abaj Takalik: Arquitectura y simbolismo del Templo 12. Tesis de Licenciatura, Área de Arqueología, Escuela de Historia, USAC, Guatemala, 1995.

Barrientos Tomas Q., **XXIII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Capítulo 5: Evolución Tecnológica del sistema de canales Hidráulicos en Kaminaljuyu y sus implicaciones Sociopolíticas.

Cabrera Tania, **XX SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Capítulo 29: Resultados preliminares de las investigaciones realizadas en el grupo Maler, Yaxhá Peten. 2006.

Calderón Zoila, Bernard Hermes, **CHULTUNES EN LOS ALREDEDORES DE LA LAGUNA YAXHÁ, PETÉN,** [www.famsi.org/reports/03101es/10calderon hermes/10calderon hermers.pdf](http://www.famsi.org/reports/03101es/10calderon%20hermes/10calderon%20hermes.pdf)

Culbert Patric, Laura Levi, Brian Mckee, Julie Kunen, **X SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala.

Dominguez María, William J. Folan, **XXII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Capítulo 11: CALAKMUL, MEXICO: Aguadas, Bajos, Precipitación y Asentamiento en el Peten Campechano.

Fialko Vilma, **XIII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Arqueología de las Tierras Bajas Investigaciones en el Norte y Este de Petén. Capítulo 41: Recursos Hidráulicos en Tikal y Sus Periferias.

Fialko Vilma, **XIII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Capítulo 39: Asentamientos Preclásicos entre Tikal y Nakum.

Gonzalez De laMata Rocío, José F. Osorio Peter J. Schmidt, **EL FLUJO DIVINO: MANEJO DEL AGUA EN CHICHEN ITZA,** documento PDF, WWW.famsi.org

Hermes Bernard, Zoila Calderón, Estela Pinto, Rene Ugarte, **IX SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA,** Guatemala. Capítulo 1: Investigación Arqueológica en Nakum, Yaxhá y Topoxté, Región Noroeste de Petén.

INAH, **Los Chultunes** Sistemas de captación y almacenamiento de agua pluvial. Colección Científica 182, México. 1989.

Laporte Juan Pedro, **IX SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA,** Guatemala. Capítulo 16: La Cuenca del río Mopán-Belice: Una subregión cultural de las Tierras Bajas Mayas Centrales.

Laporte Juan Pedro, B. Arroyo, H.L. Escobedo y H.E. Mejía, **XVI SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Los chultunes de Chichen Itzá 2002.

Lou Brenda, P. **IX SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Capítulo 3: Exploraciones Arqueológicas en los espacios intersitios entre Yaxhá y Nakum.

Lou, Brenda, Informe final de trabajo de campo, un compendio. **Los trabajos arqueológicos en el lado oeste de la laguna.** Informe entregado al Intituto de Antropología e Historia de Guatemala. 1997.

Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia de Guatemala, Banco Alemán para la reconstrucción, Embajada Alemana, Fundacion G&T., **YAXHÁ, LAGUNA ENCANTADA, NATURALES, ARQUEOLOGIA Y CONSERVACION.** Editorial Galería Guatemala, Fundación G&T.

Raul Noriega Girón, Oscar Quintana Samayoa, **X SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLOGICAS EN GUATEMALA.** Guatemala. Capítulo 22: Trabajos de Restauración en edificios de Topoxte, Yaxhá y Nakum. 1996.

Rice, Don 1976 **Middle Preclassic Maya Settlement in the Central Maya Lowlands.** Journal of Field Archaeology .1976.

Plan Maestro Yaxhá - Nakum - Naranjo, 2006 - 2010. Guatemala, 2006.



Rice Don, **XIII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA**. Guatemala.
Capítulo 45: Ingeniería Hidráulica en Petén Central, Guatemala.1999

Sharer Robert, **LA CIVILIZACIÓN MAYA**. México
Fondo de Cultura Económica, 1998. Año IX, No. 93

Sodi M. Demetrio, con la colaboración de Adela Fernández, **ASI VIVIERON LOS MAYAS**. México.
Panorama Editorial, S.A, decimoséptima reimpresión, 2000.

Tecnología y Obras Públicas en el México Prehispánico Fuente: México en el Tiempo No 30 mayo-junio 1999
Texto: Felipe Solís , LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS.

Thompson Erick, **HISTORIA Y RELIGIÓN DE LOS MAYAS**. México.
Siglo Veintiuno editorial, s.a de c.v,
Octava edición, 1987.

Veenhuizen Rene, **Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia Sistemas de Inundación**, Oficial Profesional Asociado en Suelos, FAO.

Recinos Recinos, **POPOL VUH** Las antiguas historias del Quiche.

Sylvanus Morley, **THE INSCRIPTIONS OF PETÉN** EEUU: Carnegie Institution of Washington, 1938, cuarta edición.

Thompson Erick, **GRANDEZA Y DECADENCIA DE LOS MAYAS**. México.
Fondo de Cultura Económica, 2003.

Wiley, Gordon R., T Patrick Culbert y Richard E.W. Adams, **The Petén Postclassic: Perspectives from the Central Petén Lakes**. University of New México Press, Albuquerque. 1986.





Chaak, Dios de la lluvia maya
Autor: Jens Rohark



Anexo



Glosario

Aljibes

Depósito destinado al transporte de un líquido.
Embarcación o buque acondicionado para el transporte de agua dulce.

Antropogeno

Parte de la antropología que trata de la descripción de las razas humanas y de sus variedades.

Argamasa

Mortero hecho de cal, arena y agua, que se emplea en las obras de albañilería.

Asentamientos

Instalación provisional, por la autoridad gubernativa, de colonos o cultivadores en tierras destinadas a expropiarse.

Autóctonos

Se dice de los pueblos o gentes originarios del mismo país en que viven

Calcáreas

Que tiene cal.

Cestería

Sitio donde se hacen cestos o canastos.
Tienda donde se venden.
Arte del cesterero.

Dragado

Ahondar y limpiar con draga los puertos, los ríos, etc.

Edáficos

Perteneciente o relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a las plantas.

Efímeros

Pasajero, de corta duración.
Que tiene la duración de un solo día.

Lecho

cama (armazón para que las personas se acuesten).

Melgas

mellizo.

Pecuaría

Perteneciente o relativo al ganado.

Peregrinaje

Dicho de una persona: Andar por tierras extrañas.

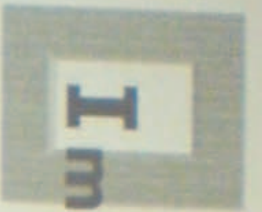
Silvicultura

Cultivo de los bosques o montes.
Ciencia que trata de este cultivo.

Xerofilas

Se dice de todas las plantas y asociaciones vegetales adaptadas a la vida en un medio seco.

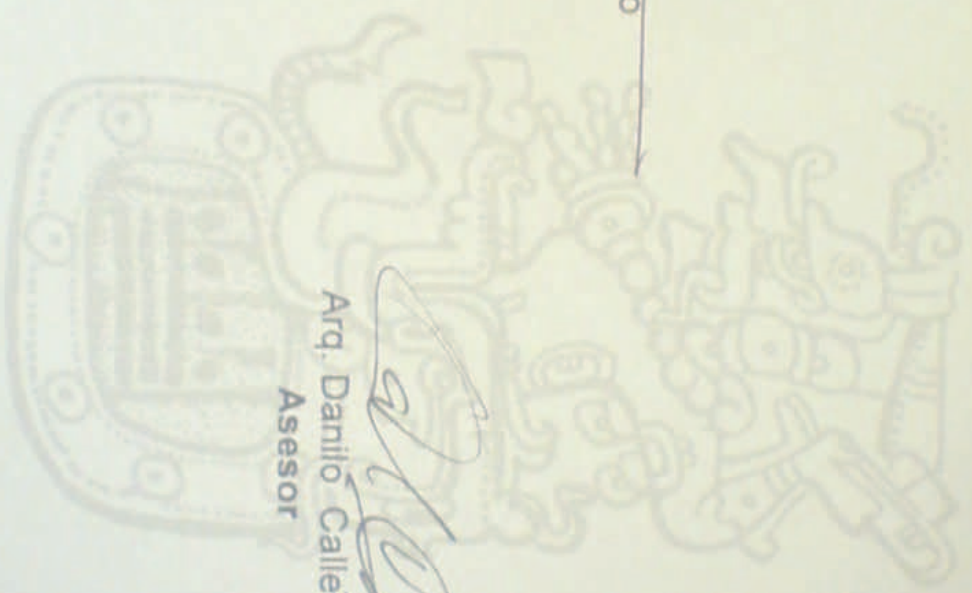




Imprimase

Arq. Carlos Valladares Cerezo
DECANO

Marsha Akemi Hori Rivas
Sustentante



Arq. Danilo Callén
Asesor

