



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN

MUSEO DE SITIO
ARQUEOLÓGICO, TULUM, QUINTANA ROO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A R Q U I T E C T O

P R E S E N T A :

BARDO IGNACIO GONZÁLEZ ZÚÑIGA



ASESOR: ARQ. JOSÉ ALBERTO BENÍTEZ RODRÍGUEZ

NOVIEMBRE DE 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres

A mi esposa e hijos... por ser el motor de mi vida

A mis profesores y compañeros...

*en especial a:
Arq. José Alberto Benítez Rodríguez
Ing. Francisco González Ponce*

gracias, sin ustedes esto no hubiera sido posible.

	Página
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO PRIMERO.- MARCO GENERAL	9
1.1. Objetivos.	
1.2. Fundamentación.	
1.3. Tema y Temática.	
CAPÍTULO SEGUNDO.- ANTECEDENTES	12
2.1. Antecedentes históricos del lugar.	
2.2. Antecedentes históricos del tema.	
2.2.1 Museografía en México.	
CAPÍTULO TERCERO.- GENERALIDADES DEL TEMA	22
3.1. Clasificación de los museos y su planificación.	
3.2. Recomendaciones básicas para museos.	
3.3. Sugerencias de diseño para espacios expositivos.	
CAPÍTULO CUARTO.- CONTEXTO SOCIAL	39
4.1. Introducción.	
4.2. Estado y movimiento de la población.	
4.2.1. Población total por principales localidades según sexo.	
4.2.2. Población total por sexo.	
4.2.3. Pirámide de edades.	
4.2.4. Proyección de población para Tulúm.	
4.3. Factores económicos.	
4.3.1. Población ocupada por sector de actividad.	
4.3.2. Población económicamente activa por grupo quinquenal de edad.	
4.4. Vivienda.	
4.4.1. Viviendas particulares habitadas, ocupantes y promedio de ocupantes por vivienda.	
4.4.2. Materiales predominantes en pisos, en paredes y en techos de la vivienda.	
4.5. Educación.	
4.5.1. Población de 15 años y más por grupo quinquenal de edad y condición de alfabetismo.	
4.5.2. Población masculina y femenina de 15 y más años por nivel de instrucción.	

4.6. Turismo.

- 4.6.1. Introducción.
- 4.6.2. Oferta hotelera del municipio de Tulúm.
- 4.6.3. Categoría hotelera predominante en el municipio.
- 4.6.4. Perfil de los visitantes a la zona de la Riviera Maya.
- 4.6.5. Afluencia de los visitantes a las zonas arqueológicas administradas por el INAH.
- 4.6.6. Perspectivas del turismo en la región.

CAPÍTULO QUINTO.- MEDIO FÍSICO.....50

5.1. Medio físico natural.

- 5.1.1. Introducción.
- 5.1.2. Localización y ubicación geográfica.
- 5.1.3. Análisis de clima.
 - 5.1.3.1. Temperatura, clima y humedad relativa.
 - 5.1.3.2. Precipitación pluvial.
 - 5.1.3.3. Vientos dominantes.
 - 5.1.3.4. Asoleamiento.
 - 5.1.3.4.1. Montea solar.
- 5.1.4. Análisis del sitio.
 - 5.1.4.1. Orografía, geología económica y suelos.
 - 5.1.4.2. Sismicidad, deslizamientos y derrumbes.
 - 5.1.4.3. Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.
 - 5.1.4.4. Hidrología superficial y subterránea.
 - 5.1.4.5. Flora y fauna.

5.2. Medio físico urbano.

- 5.2.1. Introducción.
- 5.2.2. Infraestructura.
- 5.2.3. Equipamiento Urbano.
 - 5.2.3.1. Museos existentes en el estado de Quintana Roo.

CAPÍTULO SEXTO.- NORMATIVIDAD.....71

- 6.1. Uso de Suelo.
- 6.2. Radio de Influencia.
- 6.3. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur, Municipio de Tulúm (PPDUPS).
- 6.4. Reglamento de Construcción para la Zona Peatonal y Turística de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (consideraciones especiales).

CAPÍTULO SÉPTIMO.- PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	77
7.1. Modelos análogos.	
7.1.1. Museo de Sitio en Tajín, Veracruz.	
7.1.2. Museo de Sitio en Xochicalco, Morelos.	
7.1.3. Museo de las Culturas del Norte, Paquimé, Casas Grandes, Chihuahua.	
7.1.4. Academia de Ciencias de California, Estados Unidos.	
7.2. Arquitectura Maya.	
7.2.1. La casa maya tradicional.	
7.2.2. Urbanismo.	
7.2.3. Estilos.	
7.2.4. Elementos en fachadas.	
7.2.5. La bóveda maya.	
7.2.6. Pintura mural.	
7.2.7. Arquitectura de la Zona Arqueológica de Tulúm.	
7.3. Principios básicos de sustentabilidad.	
7.4. Programa de necesidades.	
7.5. Análisis de áreas.	
7.6. Matriz de interrelación.	
7.7. Diagrama de funcionamiento.	
CAPÍTULO OCTAVO.- PROYECTO EJECUTIVO	104
8.1. Proyecto Arquitectónico.....	105
- Plano topográfico de la zona arqueológica.	
- Plantas de conjunto y arquitectónicas.	
- Cortes de museo y auditorio.	
- Fachadas.	
- Perspectivas.	
8.2. Proyecto Estructural.....	126
- Memoria de cálculo.	
- Planos estructurales.	
8.3. Proyecto de Instalaciones.	
8.3.1. Instalación Hidráulica.....	150
- Memoria de cálculo.	
- Plantas arquitectónicas y detalles	
- Isométricos.	
8.3.2. Instalación Sanitaria.....	160
- Memoria de cálculo.	
- Planta de tratamiento	
- Plantas arquitectónicas.	

- Detalles.
- Isométricos.
- 8.3.3. Instalación contra incendios.....173
 - Plantas arquitectónicas.
- 8.3.4. Instalación Eléctrica.....177
 - Plantas arquitectónicas.
 - Detalles.
 - Diagramas y cuadro de cargas.
- 8.4. Acabados.....187
 - Resumen de acabados.
 - Plantas Arquitectónicas.
- 8.5. Identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes.....193
- 8.6. Factores económicos.....203
- CONCLUSIÓN.....205**
- ANEXOS.....206**
- BIBLIOGRAFÍA.....215**

Introducción

El presente trabajo, es el resultado del análisis y síntesis de la información obtenida por medio de la investigación bibliográfica y de sitio, misma que permitió realizar el proyecto de un Museo de Sitio en la zona arqueológica de Tulúm, el cual responde a las necesidades planteadas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

Tomando en cuenta que Tulúm es el segundo sitio arqueológico más visitado en México y que sus instalaciones no satisfacen la demanda del turista nacional y extranjero, será necesario dotar de infraestructura y equipamiento adecuados, siendo una de las necesidades dicho museo, plasmado así en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano programado por el Municipio de Tulúm, 2010-2030.

La investigación previa al desarrollo del proyecto, contempla aspectos históricos del lugar, análisis del medio natural y físico, factores sociales y normativos, modelos análogos tanto de museos de sitio, como de la arquitectura maya tradicional; así como principios básicos de sustentabilidad (condicionante del proyecto).

En consecuencia el proyecto atenderá y será destinado a atender al visitante nacional y principalmente al turista extranjero, el cual demanda servicios turísticos de mayor capacidad en dicha región.

Capítulo primero.- **Marco general**

1.1. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- ⊕ Realizar el proyecto ejecutivo para un Museo de Sitio, en la Zona Arqueológica de Tulúm (Zona turística de la Riviera Maya, Quintana Roo), destacando la espectacularidad del emplazamiento del entorno y la relevancia arquitectónica de la zona, considerando los principios básicos de la sustentabilidad.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- ⊕ Proyectar un Museo de Sitio, donde confluyan la arquitectura contemporánea y prehispánica, destacando la espectacularidad del emplazamiento paisajístico y la relevancia histórico-arquitectónica del conjunto.
- ⊕ Diseñar los criterios de cálculo de estructura, instalaciones hidráulica, sanitaria, eléctrica, y especiales; proponer los acabados y los materiales de construcción que ayuden a favorecer la conservación y la integración al ambiente.
- ⊕ Considerar los principios básicos de la sustentabilidad en beneficio del medio ambiente.

1.2. FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO.

Situado en la zona turística de la Riviera Maya, Tulúm es el segundo sitio arqueológico más visitado de México, con un aproximado de 2,000 visitantes diarios. Esta condición implica, junto con el gran potencial de afluencia de público, un desbordamiento de sus infraestructuras y una amenaza para su conservación.

El diseño de un Museo de Sitio, sugerido por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), constituye un desafío en el que se pretende elevar el renombre del lugar en el mundo. Para ello realiza una invitación a desarrollar un museo con una superficie total de 15,000 m², situada fuera del área amurallada, buscando privilegiar lenguajes contemporáneos capaces de dialogar con el paisaje y el legado prehispánico desde una actitud discreta; teniendo en cuenta la topografía y los materiales locales, el clima y la luz, así como el respeto ambiental y el impacto socio-cultural del proyecto.

Todo lo anterior aunado al Plan Parcial de Desarrollo Urbano programado por el Municipio de Tulúm, 2010-2030, el cual prevé el crecimiento de la Ciudad de Tulúm, amenazando como ya se mencionó, la conservación de este importante patrimonio cultural.

1.3. TEMA Y TEMÁTICA.

GÉNERO: TURÍSTICO.

SUBGÉNERO: CULTURA.

INDICADOR: MUSEO DE SITIO.

UBICACIÓN: ZONA ARQUEOLÓGICA DE TULÚM, CORREDOR TURÍSTICO DE LA RIVIERA MAYA, QUINTANA ROO.

TEMÁTICA

Integración Arquitectura – Paisaje.

Quintana Roo, cuenta con las playas más hermosas que baña el Mar Caribe, y la demanda de los turistas es cada vez mayor, por tal motivo se está dando gran impulso de desarrollo a este lugar, que es sin duda alguna, punto importante de captación de divisas para el país.

La belleza natural es extraordinaria, la selva prácticamente virgen, los bancos de coral (segundos en importancia en el mundo) y las diferentes tonalidades del agua hacen del lugar un recinto, como lo han de haber denominado los antiguos mayas; por eso mismo se pretende alterar lo menos posible a la naturaleza, logrando una arquitectura integrada al paisaje, conservando así una de las grandes obras maestras del mundo, la naturaleza misma.

Capítulo segundo.- **Antecedentes**

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL LUGAR.

INFORMACIÓN GENERAL.

Tulúm es uno de los sitios más antiguamente registrados y conocidos por el mundo occidental, pues ya en 1518 el cronista español Juan Díaz narra haber visto una ciudad “tan grande como Sevilla” con una torre, que indudablemente era el Castillo de Tulúm, el cual en aquel tiempo aún era ocupado por los habitantes de esa jefatura independiente.

Las fuentes del siglo XVI designan al sitio con el nombre de “Zamá”, que posiblemente se refiera a la palabra maya para “mañana” o “amanecer”, lo cual es comprensible ya que el sitio se encuentra emplazado en la porción más alta de la costa oriental, en donde justamente contemplar el amanecer es un espectáculo especialmente notable.

El nombre de Tulúm, por tanto, parece ser relativamente reciente. Traducido al español como “muralla” o “palizada”, en clara alusión a la muralla que aquí se conserva, este nombre parece haber sido empleado para designar a la ciudad cuando ya se encontraba en ruinas, y es precisamente con este nombre con el que es consignado en el siglo XIX, cuando Stephens y Catherwood lo “redescubren” completamente abandonado, justo antes del inicio de la Guerra de Castas.

HISTORIA.

Los edificios actualmente visibles en Tulúm, pertenecen en su totalidad al último período de ocupación prehispánica de la península de Yucatán: el postclásico medio – tardío (1200 – 1550 d.C.). Sin embargo, la presencia de algunos elementos claramente asociables a períodos más antiguos, como la estela I, fechada para 564 d.C., así como de la estructura 59, que contiene algunos elementos estilísticos del período clásico, indican que el asentamiento puede haberse originado en una época considerablemente más antigua, quizás el clásico temprano (400 o 500 d.C.).

De acuerdo con los estudios arqueológicos publicados en los últimos años, existe evidencia suficientemente consistente para asegurar que Tulúm habría sido una de las principales ciudades mayas de los siglos XIII y XIV. Ernesto Vargas ha destacado su ubicación estratégica entre las provincias (*Kuchkabalob*) de Cohuhuac y Cozumel, lo cual, sumado a su emplazamiento sobre la elevación más alta de la región y su eficiente sistema defensivo, le habría ubicado como un asentamiento ineludible para cualquier ruta comercial y para la explotación de los ricos recursos marítimos de la costa de Quintana Roo. De acuerdo con el autor antes

mencionado, Tulúm habría funcionado políticamente como un asentamiento (o batibil) independiente del dominio de otras provincias, hasta prácticamente la llegada de los españoles en el siglo XVI, cuando fue definitivamente abandonado.

EL SITIO.

Tulúm es el mejor y más conocido ejemplo del estilo costa oriental, nombre con el cual se designa al estilo arquitectónico de los edificios construidos en la costa norte de Quintana Roo entre 1200 y 1520 d.C. Sus construcciones, en particular el Castillo y el Templo de los Frescos, destacan por su buena conservación y por la gran calidad de las pinturas murales que aún se conservan en el interior de ambos.

Por ser el más ampliamente estudiado, tanto en el aspecto arqueológico, como en el etnohistórico, la visita a Tulúm es fundamental para entender la vida y costumbres de los mayas postclásicos de Quintana Roo.

Al encontrarse con el antiguo asentamiento prehispánico, el visitante podrá ver los edificios que en su momento constituyeron el núcleo principal (ceremonial y político) de la ciudad, monumentalmente delimitados por la muralla mejor conocida del mundo maya. En el entorno de esa muralla, en un área que actualmente no puede ser visitada, se encontraba un enorme número de casas construidas de madera y palma, de las cuales hoy prácticamente no se conserva ninguna evidencia.

La muralla antes mencionada delimita al conjunto principal por sus lados norte, sur y oeste, ya que la porción oriental mira directamente al mar. El perímetro de su muralla mide 380 m de norte a sur por 165 m de este a oeste y 3 m de altura, cuenta con cinco accesos y dos torres de observación, que dan cuenta del grado de control que en su momento se ejerció sobre quienes pretendieron entrar a esta zona.

En la porción central del sitio se encuentran los edificios principales, delimitados por una segunda muralla interior; la mayor parte de ellos tuvo funciones de tipo ceremonial y entre ellos, el Castillo es el más sobresaliente, por su tamaño, ubicación y la singular fachada de su templo superior, con tres accesos ornamentados con columnas serpentinas, complementados con una deidad descendente y dos mascarones zoomorfos en las esquinas. Cabe mencionar que la imagen actual del Castillo es producto de diversas etapas constructivas, la más reciente de las cuales está representada por dos pequeños templos ubicados a ambos lados de

la escalera principal. Al frente del Castillo se encuentra una plataforma, posiblemente para danzantes, y a los lados otros edificios que complementan el arreglo del conjunto, y entre los cuales cabe mencionar al Templo de las Series Iniciales, donde se encontró la fecha más temprana documentada en Tulúm.

Al norte se encuentra el Templo del Dios Descendente, conformado por un pequeño basamento sobre el que se construyó un templo ornamentado con la imagen de un dios descendente, principal elemento iconográfico de la ciudad.

Frente al conjunto antes descrito se encuentra la calzada principal, que es una verdadera calle sobre la que se ubicaron diversos edificios residenciales, el más importante de los cuales es el templo de los frescos, que es una construcción originalmente conformada por una habitación rodeada por un pórtico en tres de sus lados. Las pinturas murales que se conservan en sus paredes retratan, según Arthur Miller, a una serie de seres sobrenaturales residentes en el inframundo, que por un momento aparecen retratados entre la oscuridad y la luz, y que constituyen uno de los más importantes testimonios de la pintura mural maya prehispánica.

La Casa de las Columnas y la Casa del Halach Uinik, ubicadas en el área de la calzada, constituyen interesantes ejemplos de la arquitectura residencial de Tulúm, en tanto que la Casa del Cenote ubicada en el sector norte del conjunto amurallado, documenta la importancia que los mayas habrían dado al culto acuático, especialmente al vinculado a los cenotes y a la oscura liquidez que albergaban.

El grupo Kukulcán, ubicado justo al norte de el Castillo, comprende diversas estructuras menores, siendo la más notable el Templo del Dios del Viento, nombrado así por la redondez de su basamento, tradicionalmente relacionado a Kukulcán como Dios de los Vientos o al Hécatl del centro de México.

Finalmente, debe destacarse la importancia del área de playa, en donde seguramente habrían atracado las naves mayas dedicadas al comercio en torno a la península, y que hoy constituye el área más visitada del asentamiento arqueológico¹.

¹ Fuente. Página de Internet <http://sedetur.qroo.gob.mx/zonas%20arqueologicas/sitios/tulum/index.html>



² Fuente. Revista Arquine, febrero de 2006.

2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL TEMA.

Museum es una palabra latina, derivada del griego mouseion, que en principio se refería a un templo dedicado a las nueve musas. Hasta el renacimiento no se aplicó este término para referirse a una colección de objetos bellos y valiosos.

El primer mouseion, fundado alrededor del 290 a.C. en Alejandría (Egipto) por Tolomeo I Sóter, era un gran edificio donde se reunían los sabios y eruditos que eran mantenidos por el Estado. Disponían de un comedor, sala de lectura, claustro, jardín botánico, parque zoológico, observatorio astronómico y biblioteca (la famosa Biblioteca de Alejandría). También albergaba y se usaban para la enseñanza objetos como instrumentos quirúrgicos y astronómicos, pieles de animales, colmillos de elefantes y bustos. El museo y la mayor parte de su biblioteca fueron destruidos hacia el año 270 durante unos enfrentamientos civiles.

En los templos de la antigua Grecia abundaban las estatuas, jarrones, las pinturas y adornos de bronce, oro y plata, dedicados a los dioses; algunas de estas obras se exhibían también para el disfrute del público. Del mismo modo, también en los templos de la antigua Roma (así como en los foros, los jardines, los baños y los teatros) se podían contemplar obras de arte. En las villas de generales y estadistas se exhibían para el goce privado las obras artísticas y el botín capturado en las guerras. El emperador Adriano fue incluso más lejos al reproducir en su villa algunos de los lugares y famosas construcciones que había visto en Grecia y Egipto. De hecho, la Villa Adriana se puede considerar precursora de los museos al aire libre de la actualidad.

Los museos que conocemos en la actualidad se constituyeron en Europa en el siglo XVIII, y la mayor parte de ellos provenían de grandes colecciones privadas o reales. En 1750, el gobierno francés comenzó a admitir público, sobre todo artistas y estudiantes, dos veces por semana, para que contemplaran unos 100 cuadros colgados en el Palacio de Luxemburgo de París, cuya colección se trasladó después al Museo del Louvre. Este centro, que tuvo sus comienzos en las colecciones del rey Francisco I en el siglo XVI, se convirtió durante la Revolución Francesa en el primer gran museo público; abrió sus puertas en 1793. El Museo Británico de Londres fue fundado como institución pública en 1753, pero los visitantes tenían que solicitar la entrada por escrito. Aún en 1800 era posible tener que esperar dos semanas para conseguir una entrada, y los visitantes, en pequeños grupos, sólo podían permanecer dos horas.

Entre otros museos fundados en el Siglo de las Luces, están el Museo Nacional de Nápoles (1738), la Galería de los Uffizi en Florencia (1743), el Museo Sacro (1756) y el Museo Pío Clementino (1770-1774), partes de los Museos Vaticanos y el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (1771). Las colecciones reales fueron abiertas al público en Viena (1700), Dresde, (1746) y en el Museo del Ermitage en San Petersburgo (1765).

Pronto en la historia de los museos modernos comenzaron a surgir los especializados en determinados temas o áreas. También han tenido gran desarrollo los museos dedicados a la historia nacional, regional o local, entre los que se engloban tanto museos convencionales como casas, lugares o distritos históricos. Los complejos al aire libre pueden incorporar edificios completos o establos, iglesias, talleres y molinos. Este tipo de museo al aire libre de cultura popular, etnografía e historia social se desarrolló en Escandinavia a finales del siglo XIX. El Skansen, un museo de la vida tradicional sueca, se inauguró en Estocolmo en 1891. Hoy día, estas instituciones son muy populares en Gran Bretaña y también se pueden encontrar en la Europa del Este, África, América del Norte y Latinoamérica.

Entre las actividades educativas, uno de los objetivos principales de los museos contemporáneos es el análisis de las colecciones mediante muestras permanentes y exposiciones especiales, programas para escolares en sus colegios o en el museo, visitas guiadas por el personal del centro o por especialistas, conferencias y recorridos para adultos, programas de televisión y radio, proyección de películas y representaciones artísticas. Muchos museos prestan objetos con cierta frecuencia a otras instituciones para exposiciones y también organizan muestras itinerantes que visitan otras ciudades y así difunden sus fondos. Estas actividades hacen que los temas especializados estén a disposición de un público más amplio.

Los museos de arte suelen publicar catálogos de sus colecciones y exposiciones, a menudo ilustrados y con información sobre la apariencia física, la historia y, si lo consideran conveniente, la función que desempeñan los objetos. En cambio, pocos museos de ciencias y de historia hacen lo mismo. Los museos de las escuelas universitarias y de las universidades desarrollan una actividad educativa mediante publicaciones, exposiciones y colecciones.

La mayoría de los museos importantes crean y mantienen bibliotecas para la investigación y documentación de las colecciones. También cuentan con instalaciones independientes para las colecciones de diapositivas. Muchos museos (el Museo Británico, por ejemplo) comenzaron siendo al mismo tiempo bibliotecas y colecciones de objetos.

En los últimos años, las grandes exposiciones itinerantes han atraído multitudes, incluso a mucha gente que no solía visitar los museos con frecuencia. El pequeño o gran impacto popular de este tipo de exposición tiene que valorarse todavía con relación a las metas educativas de los museos. A algunos profesionales les preocupa que la atención de los medios de comunicación se centre en estos acontecimientos espectaculares y que los comisarios desatiendan la investigación, las publicaciones y las actividades educativas, que son los auténticos objetivos de los museos. Otros argumentan que esta asistencia masiva sirve para atraer la financiación gubernamental y privada, y prestar un nuevo apoyo público a los museos².

2.2.1. MUSEOGRAFÍA EN MÉXICO.

ÉPOCA PREHISPÁNICA.

Mientras en Europa durante el siglo XV se ejercía el influjo renacentista en las artes y el pensamiento, en otras regiones del mundo, importantes civilizaciones seguían su curso. Así en América aparecían las primeras colecciones que dieron lugar a la creación de los nuevos museos partiendo de dos de las grandes culturas prehispánicas: los incas del Perú y los aztecas del altiplano mesoamericano.

Al llegar los españoles al Perú se encontraron con fabulosas colecciones de objetos de variadas clases y materiales, principalmente orfebrería en oro, depositados, al igual que en la Grecia antigua, en los templos dedicados a los dioses. En Mesoamérica, había también tesoros de valía similar custodiados en templos y palacios de la gran capital, Tenochtitlan, donde se acumulaban ofrendas y tributos con trasfondos políticos y culturales. Había los *amoxcalli* o repositorios de libros de los antiguos mexicanos, jardines zoológicos y botánicos propiedad de los emperadores aztecas en los cuales se exponían y conservaban colecciones de animales y plantas, no sólo para ornato, sino para su uso medicinal, verdaderas colecciones de herbolaria que sirvieron de ejemplo para las que posteriormente se establecieron en Europa.

² Fuente. Enciclopedia de Arquitectura Plazola, Vol.8, 1999.

ÉPOCA COLONIAL.

Del impacto cultural que tuviera Europa con América, surgió la necesidad de conservar las costumbres, las tradiciones e interpretar la religión de un pueblo que al ser conquistado tuvo la necesidad de simbolizar y no olvidar su origen. Así, la museología novohispana no fue producto de la mentalidad milagrosa, sino del naturalismo ilustrado de los reyes borbónicos, principalmente Carlos III, y de su ego de superioridad interior, civilización, barbarie y despojo conquistador. El archivo de Lorenzo Boturini inició la gran colección que contiene el futuro Museo Nacional; su recopilación consta de códices y documentos indígenas que se remontaban hasta el archivo prehispánico de Texcoco.

Gabinetes novohispanos.

Del viejo mundo llegaron a México los gabinetes. En su origen eran muebles donde se guardaban objetos pequeños y muy apreciados. A fines del siglo XV y durante el siglo XVI, esta palabra se aplicó también a salas de pequeñas proporciones donde se guardaban piezas raras y valiosas. Así llegó a México este nuevo concepto espacial, el gabinete, a fines de siglo XVIII, el cual florecerá durante todo el siglo XIX. Se abrieron los ideales humanistas por estudiar y observar todo lo creado en el universo, para enriquecer la vida de los que forjarían la historia. Hubo clasificación científica y la transformación de bienes privados en patrimonios nacionales.

La evolución del gabinete se inició de 1779 a 1783, con los proyectos de Constanzo para el gabinete o museo del taller de grabado (futura Academia de San Carlos). Aunque el taller fue fundado desde 1778 y durante esos años llegaron algunas colecciones, probablemente no estaban expuestas al público. Desde 1791, por lo menos, sí se contaba ya con una galería artística pública. En 1787 fue la solemne apertura del real jardín botánico, con Martín de Sesse como director del mismo. En 1790 fue la inauguración del Gabinete o Museo de Historia Natural, ubicado en la calle de Plateros núm. 89 y fue fundado por José Longinos Martínez.

SIGLO XIX.

La evolución del gabinete fue espectacular gracias a todas las colecciones de objetos de ciencias y de física que se iban integrando al conocimiento del público. Humboldt, en 1803, comprobó que ya existía en el Colegio de Minería de México “un gabinete de física”.

Entre 1805 y 1808 el capitán Guillermo Dupaix y su grupo de investigadores hicieron estudios para recoger piezas arqueológicas acerca de los monumentos prehispánicos. La primera junta de antigüedades fue nombrada por el virrey Iturrigaray (1808-1822). Con esto se inició en México el desarrollo del gran espacio que más tarde sería el Museo.

A la vez que evangelizaban, los misioneros hicieron grandes recopilaciones e interpretaciones de toda la herencia cultural de este nuevo mundo. Francisco Javier Clavijero vio nacer el Museo de Antigüedades en 1821, espacio ideal para recuperar y conservar objetos del nuevo mundo. La cuestión de la patria museable constituye el hilo conductor del Museo Nacional. El indigenismo museográfico incipiente, que se plasmó en una especie de coleccionismo patriótico, resultó la principal justificación del Museo Nacional Moderno del siglo XIX.

SIGLO XX.

El museo fue el resultado de un doble proceso de apropiación-expropiación, producto de la historia escondida entre los indios, sus productos culturales directos y los que se autoconsideran sus herederos, los criollos-mestizos. Además de representar el espejo indio de los mexicanos que forma parte intrínseca del llamado indigenismo independentista.

Cabe mencionar que en la actualidad el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), se dedica a la investigación, conservación, protección y difusión del patrimonio prehistórico, antropológico, arqueológico e histórico de México. El INAH fue creado en 1939 a instancias del entonces presidente de la República, Lázaro Cárdenas, quien presentó una iniciativa legal al Congreso con la finalidad de transformar el Departamento de Monumentos Artísticos, Arqueológicos e Históricos de la Secretaría de Educación Pública (SEP), en un Instituto con personalidad jurídica y patrimonio propios. Su primer director general fue el antropólogo y arqueólogo mexicano Alfonso Caso.

Bajo responsabilidad del Instituto se encuentran más de 110,000 monumentos históricos y 25,000 zonas arqueológicas de todo el país. En 1988, el INAH quedó bajo la coordinación del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, órgano descentralizado de la SEP cuya finalidad es promocionar y difundir la cultura y las artes de forma más eficaz ³.

³ Fuente. Enciclopedia de Arquitectura Plazola, Vol.8, 1999.

Capítulo tercero.- **Generalidades del tema**

3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MUSEOS Y SU PLANIFICACIÓN.

Según la temática que desarrollan los museos se clasifican en:

Arte contemporáneo. Son aquellos que presentan colecciones recientes y actualizadas de artistas contemporáneos o de moda.

Ciencia y técnica. En ellos se exponen los avances más notables dentro de la ciencia y la tecnología, así como los inventos y progresos dentro de los campos de la física, matemática y cibernética.

De masa. Son aquellos que se visitan por su colección o atractivo comercial temporal.

Dinámicos. Son espacios atractivos e innovadores en donde la distribución de sus áreas está ligada a los recursos museográficos más modernos.

Escolares y comunitarios. Sirven para la conservación y divulgación de los testimonios naturales y culturales de su ámbito.

Especializados. En ellos se exhiben objetos específicos de un tema en especial (armas, medicina, ecología, embarcaciones, etcétera).

Experimentales. Se basan en el uso de métodos didácticos novedosos que convierten al público en participante de todo un espectáculo de dinamismo. Los museos por ser centros de enseñanza objetiva y permanente deben tener la capacidad de representar gran variedad de temas a partir de lo cual se tiene una clasificación especializada y un nombre específico según lo que exhibe.

Históricos. Las colecciones presentadas y exhibidas hablan de la historia de la nación, lugares o individuos. Se dividen en dos categorías: aquellos que concentran eventos, lugares y personas y dedicados a un periodo o modo de vida en particular de una región.

Por el lugar donde se ubican se clasifican en:

De sitio. Están ubicados en las zonas arqueológicas o en determinados monumentos históricos importantes; funcionan como introductores a los recorridos por dichas zonas (Museo del Tajín, Museo del Templo Mayor, en México; el de las Pirámides de Egipto, etcétera).

Locales. Están integrados por diversas colecciones o testimonios culturales del lugar.

Nacionales. Pretenden dar una visión general de la formación histórica del país, desde sus orígenes hasta el presente.

Regionales. Muestran el desarrollo histórico de cada estado o región del país.

En la actualidad el museo tiene que ser fundamentalmente un centro de comunicación entre el objeto y el espectador que propicie al hombre a vivir emocional y psicológicamente la confrontación con el objeto y su significado.

PLANIFICACIÓN

Dentro de cualquier museo debe existir una organización estratégica para el desarrollo de las exposiciones, las cuales son de tres tipos:

- ⊕ *Exposición permanente.* Representa el tesoro del museo.
- ⊕ *Exposición temporal.* Es la que permanece durante un lapso de dos o más meses en un museo.
- ⊕ *Exposición de novedades.* Es el anexo donde se exhiben las nuevas adquisiciones del museo.

PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DEL MUSEO

El museo por ser un lugar público o privado de enseñanza, requiere un diálogo entre una cultura y el hombre; su creación está precedida por la investigación y por la definición del objeto finalidad del mismo, de la que se desprende la labor museológica de conservación, protección y uso del recinto. Los museos se crean mediante dos líneas paralelas. La línea del equipo de asesores científicos y conservadores dedicados a la colección, y la línea de los arquitectos y museógrafos que deben darle forma, secuencia y contemporaneidad a los espacios, ritmos, dimensiones, etcétera, para que la finalidad pedagógico-estética tenga proyección humana íntegra, sin dejar de mencionar además, al personal de seguridad.

Debe haber interdependencia entre asesores, científicos, arquitectos, investigadores, estudiantes y artistas, lo cual es determinante para darle fisonomía propia al partido y a los espacios, y conseguir una ubicación cronotópica correcta de la obra, que es el principal problema arquitectónico, porque engloba a todos los demás.

La esencia del proyecto debe ser experiencia viva que exige que al transitar o habitar sus espacios se produzca una comprensión del presente gracias a la visión retrospectiva, y no sólo una observación del pasado.

La arquitectura debe ser auténtica y verdadera y contener la formación espacial del programa planteado por todos los que intervienen en la obra que se construye, debiendo todos ellos realizar diferentes acciones que permitan cumplir con éxito las funciones fundamentales de todo museo: la preservación y conservación del patrimonio, así como la promoción y difusión de éste entre la sociedad.

Para elaborar el programa arquitectónico, la relación entre los arquitectos y el resto de los profesionistas debe ser muy estrecha, a fin de tomar en cuenta todas las necesidades de tal manera que se logre un equilibrio entre su ubicación, funcionamiento y circulación. El programa tendrá como fin ser dinámico y social y generador de múltiples actividades, eventos y servicios al visitante en su difusión cultural.

UBICACIÓN Y TERRENO

Para la edificación de un museo hay restricciones en cuanto a la ubicación. Los reglamentos establecen como condición contar con estacionamiento y que los accesos sean amplios y no obstruyan la circulación vial.

Al igual que para cualquier proyecto, en los museos de sitio se debe llevar a cabo un levantamiento topográfico, estudios orográficos, hidrológicos, climáticos, de vegetación, vientos dominantes, materiales y acerca de la historia del lugar.

En un museo de planta nueva. La elección del sitio se hace en coordinación con los especialistas que intervienen en el proyecto arquitectónico, asesores de contenido y constructores. Primero se define el objeto y función del museo que está determinado principalmente por la colección que se exhibirá. Por lo general, con base en este dato se determina el estilo arquitectónico de la construcción.

Al iniciar el proyecto se debe realizar un estudio para lograr una buena planificación. Por la magnitud del proyecto, es necesario contextualizar el inmueble en el entorno. Se analizan las condiciones de propiedad inmobiliaria, como adquisición de terreno, costo de la adquisición y tiempo de trámites. Se debe considerar la posibilidad de construcción por etapas, además de obtener información sobre la infraestructura, como agua, luz y drenaje.

Se recomienda emplear en el diseño general, el diseño de acabados y la museografía, elementos formales y materiales de la región con el objeto de que le den personalidad propia al inmueble. El entorno natural es un auxiliar inmediato de cualquier propuesta arquitectónica, ya que muestra colores, formas y texturas que pueden ser retomadas para definir su carácter presente y futuro.

ORGANIZACIÓN

El museo es parte de una de las propuestas culturales más buscadas y promovidas por las instituciones gubernamentales, la iniciativa privada y la sociedad civil. Eso se debe al gran número de visitantes que llegan a estos espacios lo que permite una amplia difusión de ideas y conocimientos de sus colecciones. Por esta razón, el museo debe generar toda una gama de actividades y servicios para atender a un público diverso.

Para hacer frente a todos estos aspectos, el museo requiere una organización interna eficaz, capaz de realizar labores de planeación, administración y ejecución de programas de trabajo. Los espacios destinados para estos servicios requieren un porcentaje considerable de la superficie del inmueble (40% o más).

Su edificación debe generar una imagen propia, identificable como museo y capaz de integrarse al entorno, lo cual significa tomar en cuenta las relaciones entre las escalas urbana, arquitectónica, social, cultural y ecológica para establecer un adecuado planteamiento arquitectónico.

TRABAJO MUSEOGRÁFICO

Es el realizado por el museógrafo quien además es el encargado de la creación de las exposiciones de todo orden.

Espacio y circulación. El espacio es el lugar donde se formaliza una muestra. La circulación es el resultado de la relación entre lo expuesto y el espacio soporte, percibido por el visitante. Muchas veces una muestra ha de ser visitada en un orden determinado, entonces, es necesario proponer al visitante un itinerario de circulación que a menudo está condicionado por la propia disposición de las piezas y otros componentes.

Las circulaciones en un museo están configuradas por el guión museográfico que marca el recorrido correcto por las exposiciones. En el diseño de las circulaciones se debe prever el paso a las salas de exhibición o galerías desde las circulaciones destinadas al público en general. La circulación depende de la forma del local y de los objetos de la exposición. Es importante que el diseño de los recorridos no sea demasiado largo, para evitar el aburrimiento o el cansancio por parte del visitante.

Los requisitos para una buena exposición son: que los objetos exhibidos sean importantes; las colecciones deben estar arregladas de manera adecuada; todas las piezas se mostrarán con buena iluminación; todos los objetos deben estar protegidos contra los agentes destructores (luz natural, fuego, humedad, polvo, insectos, roedores, vandalismo y hurto); y el diseño será flexible para permitir su crecimiento⁴.

3.2. RECOMENDACIONES BÁSICAS PARA MUSEOS.

Los objetos artísticos y culturales, por su valor histórico y documental se convierten en piezas invaluable e insustituibles para la sociedad. Su carácter perecedero obliga a las instituciones museísticas a enfrentar el reto de su conservación, para garantizar a las sociedades presentes y futuras el disfrute y conocimiento de estos bienes.

Entendemos por conservación el conjunto de medidas que tiene como finalidad evitar el deterioro de los objetos y la prolongación de su vida. En este sentido, los museos deben asumir la función de conservación considerando desde la preservación del material con que se elabora el objeto, hasta la supervisión y control de su manipulación, e integridad física y seguridad.

En la actualidad existen en el mundo y en nuestro país instituciones encargadas de investigar y normar las diferentes condiciones que garanticen la protección del acervo del Museo. A continuación se enlista un resumen tomado de diferentes fuentes documentales, con los aspectos más importantes a considerar.

⁴ Fuente. Enciclopedia de Arquitectura Plazola, Vol.8, 1999.

CLIMATIZACIÓN

El medio ambiente en los museos está determinado principalmente por la humedad relativa y la temperatura. Estos factores inciden de una manera directa en el estado de conservación de los objetos expuestos o almacenados en los museos.

La buena conservación de las obras en estas instituciones exige el mantenimiento de una atmósfera climática relativamente estable, pues modificaciones bruscas de los factores mencionados puede provocar el surgimiento de moho o bacterias, así como fenómenos de corrosión, dilatación y contracción de los materiales que acelerarán el deterioro de las obras; por ello se hace necesario conocer los efectos dañinos que éstos puedan generar, las condiciones ideales en que pueden actuar sobre los objetos sin peligro alguno, y los equipos técnicos que permiten su control y medición.

Control de Humedad Relativa (HR)

El primer factor a controlar es la humedad relativa del ambiente. En el siguiente cuadro se establecen los rangos óptimos de control, según el género de las obras de que se trate.

<i>TIPO DE MATERIAL</i>	<i>PORCENTAJE %</i>		<i>TIPO DE MATERIAL</i>	<i>PORCENTAJE %</i>	
Piedra y cerámicas	Lo más seco posible	20-60	Armas y Metales	Bajo 30	15-40
Vidrio	45-60	40-60	Especímenes de ciencias naturales	40-60	40-60
Pintura sobre tela	45-60	40-55	Textiles	45-60	30-50
Pintura sobre madera y escultura policromada	45-60	45-60	Material Etnográfico	40-60	40
Instrumentos musicales y objetos decorativos	45-60	45-60	Material Plástico		50-60
Papel	45-60	40-60	Mobiliario	45-60	40-60
Fotografías y películas	30-45	30-45	Marfil y Hueso	45-60	40-60
Monedas	Bajo 30	Bajo 30			
	Fuentes: Dossier de Referencias Técnicas. Center de Documentation, UNESCO, ICOM, 1979. Págs. 15, 16 y 17.	Fuentes: Manual de Orientación Museológica y Museográfica, Dpto. de Museos y Archivos. Sistemas de Museos de Sao Paulo, 1987, Pág. 20.		Fuentes: Dossier de Referencias Técnicas. Center de Documentation, UNESCO, ICOM, 1979. Págs. 15, 16 y 17.	Fuentes: Manual de Orientación Museológica y Museográfica, Dpto. de Museos y Archivos. Sistemas de Museos de Sao Paulo, 1987, Pág. 20.

NIVELES DE HUMEDAD RELATIVA (HR) RECOMENDADOS SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL.

Control de clima

Las características técnicas de las obras determinarán las condiciones de control de clima. Las bajas condiciones de humedad relativa influyen en las condiciones de los pigmentos y soportes, ocasionando desecamientos, grietas, pérdidas de elasticidad y desprendimiento de pigmentos, la humedad alta favorece la presencia y desarrollo de los microorganismos (hongos).

Al igual que la humedad, las fluctuaciones de temperatura pueden crear efectos de deterioro en las colecciones y en tal sentido, es importante que se considere este aspecto para la conservación de las mismas.

Sobre los 25° C y una humedad alta se favorecen las condiciones para el desarrollo y proliferación de microorganismos, los cuales ocasionan graves deterioros en las obras de arte, especialmente en textiles, papeles y madera. Debe tenerse en cuenta que los rangos de fluctuación de la temperatura no deben exceder de 1° C por mes.

La temperatura ideal recomendada por varios especialistas en la materia, coinciden en los 21°C y condiciones de humedad adecuadas a los diferentes materiales, mencionados en la tabla anterior (normalmente alrededor del 50%).

Recursos Técnicos para el control y medición de factores climáticos

Materiales higroscópicos

Consisten en materiales que tienen la propiedad de absorber humedad, por lo que también se les conoce como amortiguadores; sirven como ejemplos el papel y la madera. Otro producto higroscópico de gran importancia por ser muy conocido y de fácil obtención, son los Cristales de Sílica Gel, amortiguador de naturaleza artificial capaz de eliminar humedad del ambiente inmediato a su presencia. Es de mucha utilidad en vitrinas, pues contribuye junto al thermohigrómetro, a restablecer el equilibrio ambiental.

Deshumificador

Es un aparato que permite absorber el excedente de humedad existente en el ambiente. Su capacidad de absorción es de un (1) aparato por cada 12 metros cuadrados de espacio (1 x 12 m²), por tanto, cuando haya exceso de humedad ocasionada por filtraciones, lluvias o inundaciones, puede ser preciso la utilización de varios equipos.

Humificador

Equipo de gran utilidad en lugares donde la humedad relativa está por debajo del 40%, ya que tiene la capacidad de aumentar la humedad del ambiente. Su uso evita el desecamiento del medio aglutinante y los soportes de las obras, a base de fibra de celulosa.

Aire Acondicionado

Equipo que modifica artificialmente la atmósfera de un lugar o espacio cerrado. Hay equipos de aire que trabajan mediante el flujo del enfriamiento de agua. Si trabajamos en una temperatura baja el flujo de agua es mayor, por lo tanto va a afectar la humedad relativa, aumentando de esta manera los niveles recomendados.

Equipos de medición

Son aparatos utilizados para la medición de los cambios de temperatura y humedad relativa del medio ambiente. Usualmente, hacen el registro de dichos cambios mediante gráficos. Entre ellos se encuentran: el thermohigrómetro (utilizado para calibrar o medir la temperatura y la humedad relativa contenida en el medio ambiente) y el thermohigrógrafo (mediante este instrumento se realiza la medición de la temperatura del medio ambiente, a través de una hoja de registro).

Ambos aparatos, sobre la base de las variaciones encontradas en el clima, sugieren los procedimientos a seguir, los cuales deberán ser aplicados de acuerdo a las funciones que desempeñan en el medio climático de los Museos.

ILUMINACIÓN

Otro factor de suma importancia en el adecuado manejo de colecciones en Museos, es el relativo a las condiciones de iluminación a las que se someten los objetos expuestos. La iluminación en los Museos es un elemento fundamental para la exhibición de las colecciones; las más utilizadas son: luz natural, luz de sol, luz artificial (fluorescente, incandescente, halógena y de sodio).

Cada una de estas tienen un rango de luz y calor diferente, su utilización depende del objeto a exponer, su sensibilidad y la distancia entre el objeto y la lámpara.

Sin embargo, la exposición prolongada de los objetos, sea a luz natural o no, puede causar grandes daños en las obras (resecamiento, decoloración, craqueladuras, etc.)

La buena utilización de los efectos lumínicos debe considerar algunas recomendaciones:

1. Evitar que los rayos solares incidan directamente sobre los objetos.
2. Neutralizar la luz natural ocasionada por grandes ventanales utilizando vidrios polarizados o filtros para rayos ultravioleta (UV).
3. No utilizar lámparas incandescentes en vitrinas. En caso de no poder evitar su uso deben mantenerse lo más alejadas posibles de los objetos expuestos.
4. Debe preferirse el uso de lámparas fluorescentes o la luz de halógeno, puesto que reducen los rayos UV. La lámpara seleccionada deberá tener las dos cualidades siguientes:
 - buen rendimiento de color
 - emisión controlada de rayos ultravioleta (UV)
5. Los rayos ultravioleta pueden ser eliminados mediante:
 - filtros especiales
 - iluminando los objetos mediante reflejos de luz sobre una pared blanca, ya que este color absorbe los rayos UV.
6. A fin de lograr uniformidad en la iluminación, la luz artificial debe ser recibida por el objeto por vía indirecta.
7. Durante el tiempo que el Museo esté cerrado al público, se recomienda apagar las luces. También se utilizan sistemas de control de luz específicamente en aquellas áreas salas que contengan colecciones con materiales muy sensibles, sólo se encenderá la luz por pocos minutos y con muy baja intensidad.
8. Para cerámicas, piedra, metal, madera, cuero sin teñir y lacas se deberán tener 150 luxes por m² como máximo.
9. Para tejidos, trajes, acuarelas, tapices, grabados, manuscritos, colecciones de historia y material botánico se deberán tener 50 luxes por m² como máximo.

CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA

Uno de los principales problemas de las obras compuestas por material orgánico (madera, papel, tela, cuero, etc.) es el ataque de insectos y microorganismos: cucarachas, hormigas, hongos, entre otros.

La presencia en las obras de artes de las plagas mencionadas se debe a las siguientes razones:

- Que la temperatura del medio ambiente sea superior a 24° C, y que la humedad relativa supere igualmente el 60%.
- Que exista acumulación de polvo, grasas y otras impurezas atmosféricas en el ambiente que rodea las obras.

Para controlar la contaminación biológica en las colecciones de los Museos se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tener un estricto control ambiental. La temperatura promedio debe oscilar entre los 18 y 22° C, mientras la humedad relativa debe mantenerse entre 50 y 60%.
- Limpiar periódicamente los objetos con plumeros, brochas de cerda suave y paños secos, los cuales deberán estar limpios antes de usarse. De esta manera se evita la proliferación de polvo y grasa que contribuyen al surgimiento y desarrollo de insectos y microorganismos.
- Los sitios y áreas donde las obras reposan (depósitos, estantes, vitrinas, cajas de embalaje, etc.) deben permanecer en estado de pulcritud.
- Durante los traslados de obras, evitar los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa.
- Los materiales inorgánicos, como las rocas, poseen compuestos y sales solubles que pueden servir de alimento a microorganismos e insectos. Para evitar este tipo de problemas, se deben mantener las condiciones de limpieza y adecuada climatización.
- En caso de ataque de insectos, el tratamiento recomendable son las fumigaciones periódicas, preferiblemente por medio de gases de bromuro de metilo. No deben aplicarse sustancias fungicidas sobre las obras.
- Si una obra está contaminada debe aislarse del resto de la colección, mientras se realiza su correcta fumigación a base de gases. Se recomiendan las revisiones periódicas.
- Detectar el foco de infección o el origen del ataque para eliminarlo definitivamente.

SEGURIDAD EN EL MUSEO

Un Museo, como entidad depositaria responsable de la salvaguarda, preservación y divulgación del patrimonio de una comunidad, debe encarar con responsabilidad el aspecto de seguridad de su acervo cultural.

La pérdida o destrucción de cualquier material histórico, artístico o científico significaría siempre un perjuicio para toda la comunidad.

De una manera general la seguridad aplicada a los Museos implicará: protección contra incendios (principalmente extinguidores), protección contra robos y vandalismo, y sistemas de seguridad y vigilancia (alarmas, luces de emergencia, pararrayos, etc.) y prevención en la construcción del edificio (resistencia a sismos y huracanes).

Protección contra incendios

Una de las situaciones que exige mayor atención en los Museos son las condiciones de seguridad personal y material en caso de incendio, ocasionados principalmente por la manipulación imprudente de líquidos inflamables, instalaciones eléctricas deficientes, instalaciones de aire acondicionado inadecuadas y negligencia humana.

La importancia de prevenir estos siniestros requiere tomar en cuenta una serie de recomendaciones entre las que destacan: elaboración de normas en conjunto con el personal de bomberos de la zona, las instalaciones eléctricas del Museo deben ser revisadas periódicamente por especialistas, prohibir fumar en los alrededores y dentro del museo, evitar la acumulación de materiales de desecho o altamente inflamables, evitar sobrecargas eléctricas, colocar los extintores en sitios fácilmente accesibles, señalar las salidas de emergencia y mantenerlas libres.

Además el personal y los vigilantes deben estar siempre alertas ante la posibilidad de que el fuego sea una maniobra de distracción bien planificada, para encubrir un robo. Es aconsejable que el personal esté entrenado para llevar adelante un plan de rescate de objetos o colecciones que establezca prioridades acerca de qué objetos salvar primero, cómo y bajo qué condiciones. El plan de salvamento debe señalar dónde encontrar los implementos tales como escaleras o material de embalaje, donde se guardan -

las llaves de reserva de las puertas y vitrinas cerradas (lugar que deberá estar bajo la supervisión de un vigilante), así como los lugares seguros donde poder trasladar los objetos. La policía y el servicio de bomberos deben tener conocimiento del plan.

Todo Museo debe contar con elementos preventivos contra incendios, adecuados a la naturaleza de las colecciones y edificio. Para combatir el fuego en sus distintas manifestaciones de origen, actualmente se utilizan extinguidores de polvo químico seco, además de las tradicionales, agua, tierra o arena seca. Debemos señalar que al menos para el contenido de los Museos, el uso del agua como elemento de extinción de incendios, puede colaborar aún más a la destrucción del patrimonio en forma irreparable, sobre todo manejada a gran presión.

Protección contra robos y vandalismo

En los Museos deben adoptarse medidas de seguridad que impidan la desaparición de obras de colección. En este sentido el desarrollo de una política eficaz de seguridad contra robos debe considerar: cámaras de vigilancia y equipo de videograbación las 24 horas, rondines de vigilancia al abrir y cerrar el Museo, barreras o cordones de protección que rodean los objetos expuestos en sala, a menos que se trate de esculturas o instalaciones participativas; así como un inventario sistemático del acervo expuesto y en bodega.

En lo referente a los actos vandálicos la vigilancia eficiente e intensiva es el mejor modo de evitar las agresiones contra las obras de Museos. Un ambiente limpio, agradable y en buen estado contribuye a evitar actos de vandalismo.

Sistemas de Seguridad y Vigilancia

Todo sistema de seguridad y vigilancia en un Museo tiene como finalidad primordial el proteger los objetos y colecciones de la misma institución. Contribuye además en la conservación de los mismos, toda vez que impide el contacto directo del público con las piezas o el comportamiento inadecuado de algún visitante.

En los servicios de seguridad y vigilancia consideramos tanto los dispositivos o sistemas especiales, como el recurso humano que presta tal servicio. En este sentido clasificamos los sistemas de seguridad y vigilancia según su radio de acción, en tres tipos:

1. Seguridad y Vigilancia externa: corresponde a la efectuada en las áreas exteriores de la institución (a través de muros y cercas).

2. Seguridad y Vigilancia interna: son los servicios prestados por equipos especiales o por personal que recorre las áreas interiores de la edificación (salas, oficinas, talleres, pasillos, balcones, escaleras, etc.).

3. Seguridad y Vigilancia especial: es el servicio que de manera particular se presta en áreas delimitadas a objetos o colecciones específicos (cajas de seguridad, vitrinas, salones, objetos, etc.).

Es importante destacar que el elemento humano es el factor insustituible en todo proceso de seguridad y vigilancia, puesto que en el hombre radica desde la planificación y diseño del sistema hasta su adecuada puesta en servicio y supervisión.

Dispositivos técnicos de seguridad

La importancia y efectividad de los sistemas de detección ha sido reconocida y su tecnología se ha desarrollado hasta el punto de poder, en muchos casos, ser regulados a distintos tiempos de respuesta.

Para decidir el tipo de detectores a instalar, el Museo debe siempre tener en cuenta los objetos bajo su protección y su situación económica, a fin de seleccionar el sistema o equipo más efectivo en relación a su costo, entre el equipo técnico de seguridad se encuentran: sensores de presencia, cámaras de seguridad, equipo de videograbación, alarmas visuales y auditivas, etc.

Prevención en la construcción del edificio

Por ser un edificio que albergará objetos de gran valor cultural se debe poner especial atención y cuidado en el sistema constructivo a emplear, considerando la naturaleza del suelo y los fenómenos que puedan dañar la construcción como es el caso de sismos, huracanes e inundaciones⁵.

⁵ Fuente. Página de internet. http://museosdevenezuela.org/Documentos/Normativas/Normativa4_1.shtml

3.3 SUGERENCIAS DE DISEÑO PARA ESPACIOS EXPOSITIVOS.

Al iniciar el diseño o proyecto de un espacio expositivo es de suma importancia definir su actitud, esto se refiere al tipo de museo, el tipo el servicio que habrá de prestar y los tipos de salas que habrá de contener.

DEFINICIÓN DEL TIPO DE SALA

Es muy importante aclarar, desde el principio, el tipo de sala que se requiere para cumplir los criterios que haya formulado el Museo en función de los análisis previos.

Esta elección repercutirá en los criterios expositivos, en el equipamiento técnico y en la relación con el edificio.

Los tipos de salas de los espacios expositivos se clasifican en:

- salas convencionales (específicas para la exposición, pudiendo ser temporales o permanentes)
- salas multiusos (convive con otros usos no expositivos)
- salas especializadas (su diseño está en función del uso que va a contener)
- salas residuales (áreas destinadas a otros usos, por ejemplo circulaciones)
- salas en espacios históricos (convive con zonas arqueológicas o históricas)

COHERENCIA EN LOS ESPACIOS EXPOSITIVOS

Tiene que haber un equilibrio entre el tipo de sala y las opciones expositivas que se tengan dentro del Museo; por ejemplo en arquitecturas históricas, arqueológicas o de sitio, debe predominar una propuesta que permita un montaje que relacione el espacio con la obra, lo más flexible posible, para evitar confrontaciones entre ambos.

COHERENCIA CON EL EQUIPAMIENTO TÉCNICO

Si hay posibilidad de hacerlo, se debe dotar a la sala de la luz natural, ya que sus matices son difícilmente sustituibles por la artificial. Se aprovecha más cuanto más alta se sitúe; en caso de aberturas laterales debe estar a un nivel superior a los 1.80 m., en caso contrario su aprovechamiento es nulo.

En cuanto a la luz artificial, compuesta generalmente por una mezcla entre la de acento y la ambiental, con posibilidad de variar tanto su potencia como su haz lumínico, se calculará la capacidad necesaria.

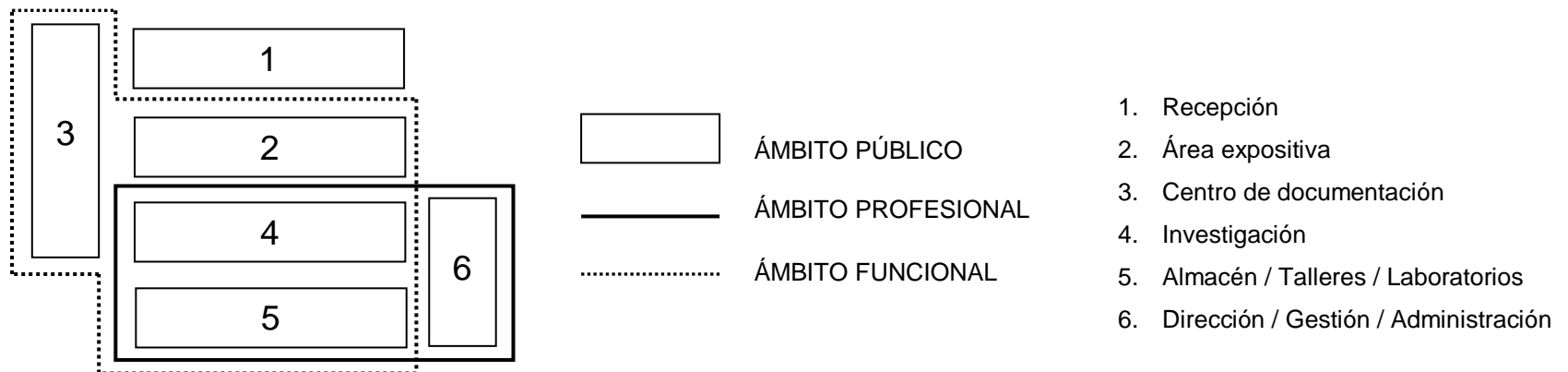
Cuando el espacio, donde se va a ubicar, el área expositiva, tiene interés, debe preverse su iluminación, independientemente de la de la sala.

En cuanto a los techos, se puede plantear una estructura independiente, de ser posible móvil, colgada del techo y que soporte todo el paquete de instalaciones (iluminación, climatización, seguridad, controles, etc.). Se acompañará el proyecto con la especificación de las diferentes sujeciones de los diversos elementos.

LA RELACIÓN CON LAS OTRAS ÁREAS

A la hora de diseñar la sala, hay que tener en cuenta una última característica: su conexión con el resto del edificio. Desde su acceso al exterior, su relación con los almacenes, con las aulas, talleres y laboratorios.

Sirva como orientación general, tanto si se trata de un gran museo o centro cultural especializado, como de una modesta sala en un equipamiento medio (dispondrá solo de algunas áreas), los siguientes esquemas⁶:



ESQUEMA DE ÁREAS INDIVIDUALES Y ÁMBITOS GENERALES⁷

^{6,7} Fuente. MUSEOS, ARQUITECTURA Y ARTE, Los espacios expositivos, Juan Carlos Rico, Ed. Sílex, España 1999, pág. 344.

ÁREAS INDIVIDUALES		
Recepción con servicio al público completo:	Información	
	Recepción de grupos (aulas, etc.)	
Espacio expositivo		
Área de investigación		
Documentación (incluye todos los posibles servicios de información, biblioteca, archivo, ludoteca, videoteca, informática, etc.)		
Almacenamiento y trabajo (talleres, laboratorios, etc.)		
Dirección, gerencia y administración		
ÁREAS GENERALES		
Ámbito público	Estructura todas aquellas áreas que el visitante puede recorrer libremente:	Recepción *Exposición Documentación
Ámbito profesional	Incluye todas las actividades especializadas del trabajo interno:	*Investigación Almacén / talleres / laboratorios Documentación Exposición
Ámbito funcional	Es el motor mecánico del museo	*Dirección, gestión, administración Investigación Almacén / talleres / laboratorios
* Área vertebral de cada ámbito		
RELACIONES CON EL EXTERIOR: Además de las conexiones tradicionales de la información y publicada de las exposiciones, se perfilan asociaciones más sólidas con otras instituciones:		
Investigación	—————>	Con universidades y centros especializados
Educativa	—————>	Teórico —————> Centros docentes
	—————>	Práctica —————> Talleres, laboratorios

ÁREAS INDIVIDUALES Y ÁMBITOS GENERALES⁸

⁸ Fuente. MUSEOS, ARQUITECTURA Y ARTE, Los espacios expositivos, Juan Carlos Rico, Ed. Sílex, España 1999, pág. 345.

Capítulo cuarto.- **Contexto social**

4.1. Introducción.

Este capítulo hace referencia a los aspectos demográficos de la región, los cuales, proveen un panorama general de desarrollo de la zona en los aspectos de población, economía y cultura. Estos ayudan a identificar el desarrollo que ha tenido el municipio de Tulúm (antes parte del municipio de Solidaridad) y la creciente tendencia a la actividad económica, el comercio y los servicios, así como a la población que será atendida con este proyecto.

El marco social analizado en este trabajo contiene aspectos como son: población total del municipio, el sector de actividad principal de la comunidad, la población económicamente activa (PEA), el nivel de alfabetización, así como el nivel de educación y cultura de la región. Estas estadísticas abarcan los últimos quince años, además de hacer comparativas con los niveles estatales en algunos casos.

Estos datos, son presentados en su mayoría por medio de gráficas, siendo los más recientes en las actualizaciones del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y corresponden al Cuaderno Estadístico del Municipio de Solidaridad, al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población Tulúm 2006-2030 y al Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

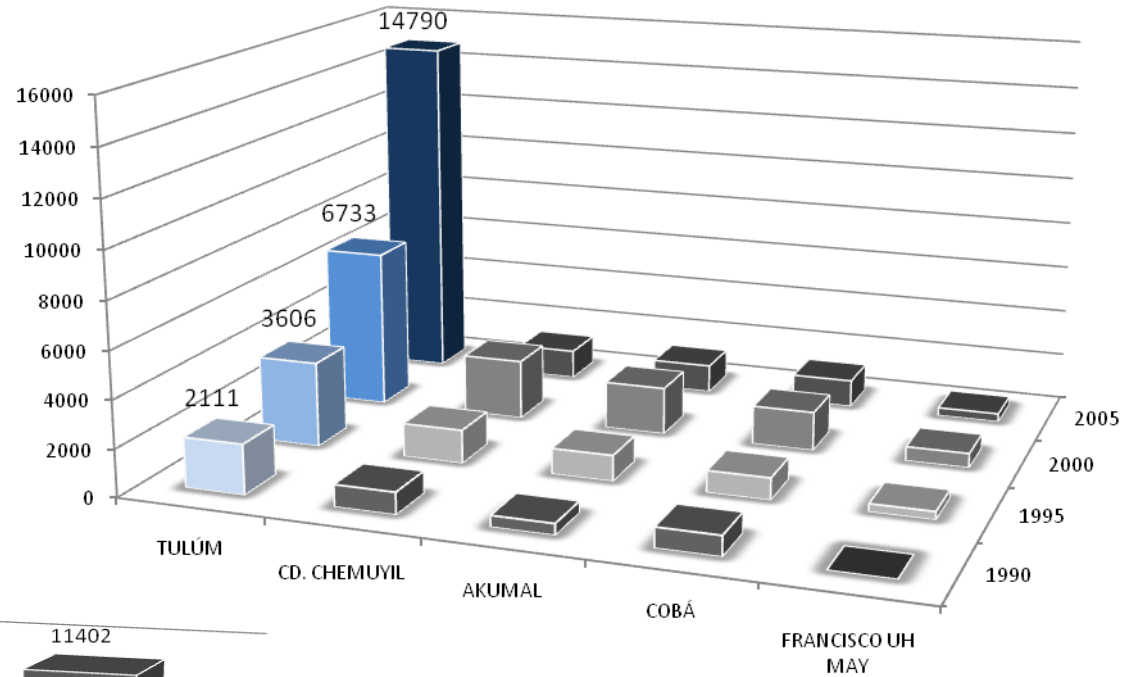
Tulúm fue declarado municipio hace apenas tres años, el 13 de marzo de 2008, por lo que oficialmente no hay un registro de población que incluya las 29 localidades rurales que ahora forman parte del noveno municipio del estado de Quintana Roo.

Actualmente el poblado de Tulúm, es la cabecera municipal y la única población urbana del municipio, según datos del INEGI. De acuerdo con datos publicados en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población Tulúm 2006-2030, en 1980 se reportan 540 habitantes en el poblado de Tulúm, el cual registra un crecimiento de población del 586% durante el periodo de 1990 a 2005, incrementándose de 2,111 a 14790 habitantes⁹.

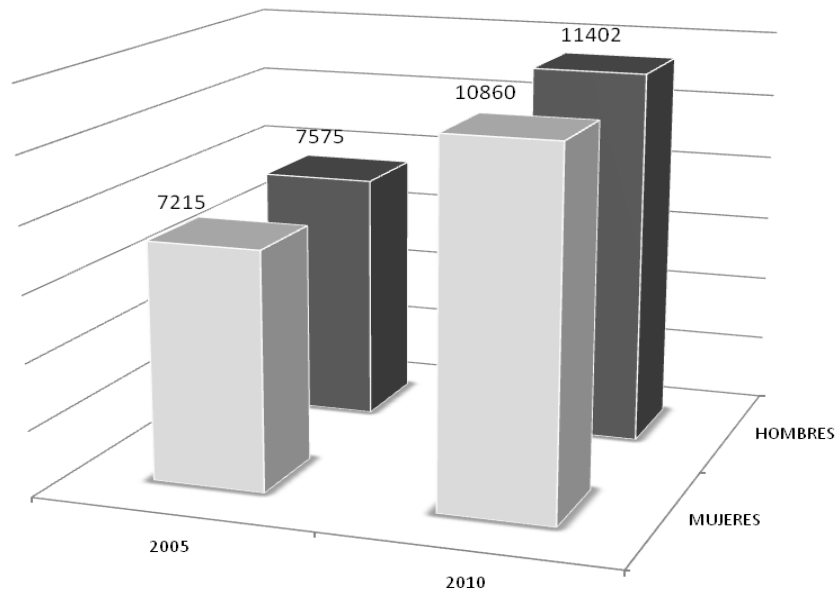
⁹ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

4.2. Estado y movimiento de la población.

4.2.1. POBLACIÓN DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE TULÚM¹⁰.

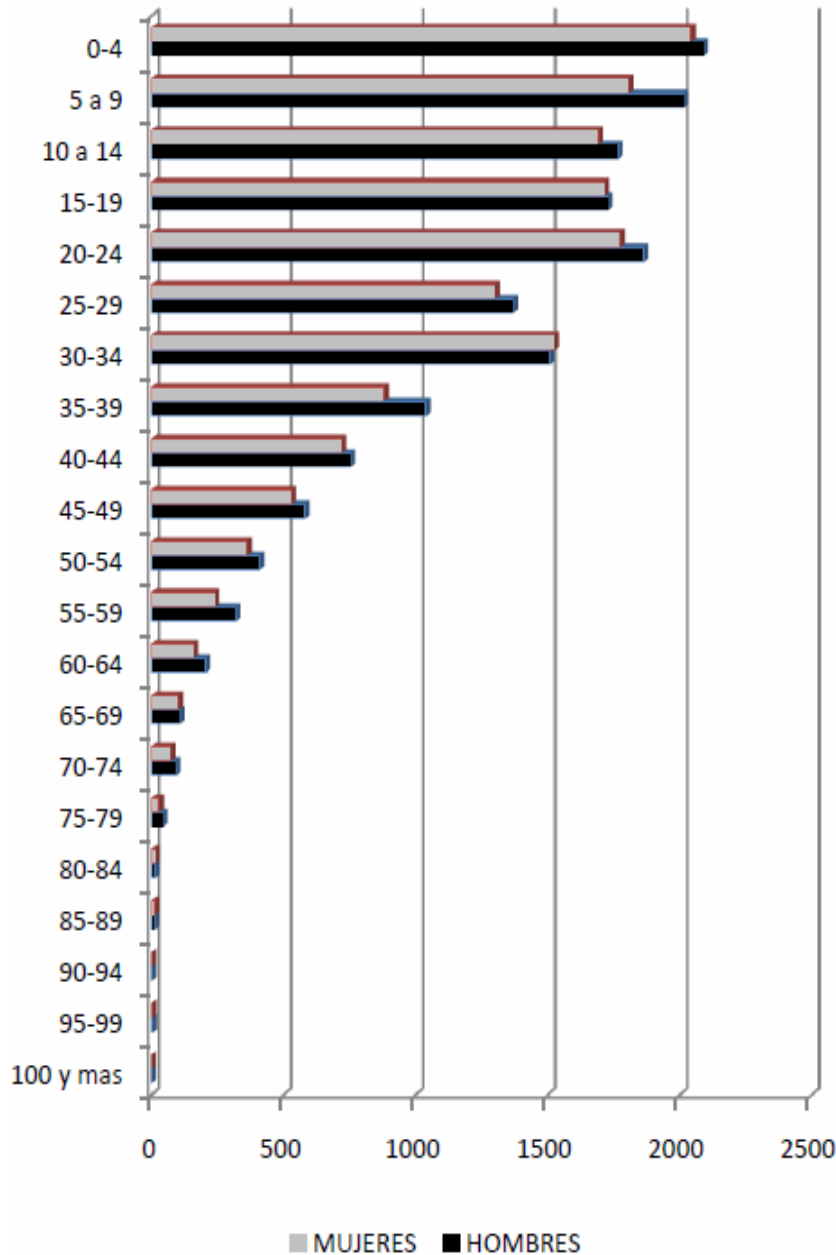


4.2.2. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO DEL MUNICIPIO DE TULÚM¹¹.

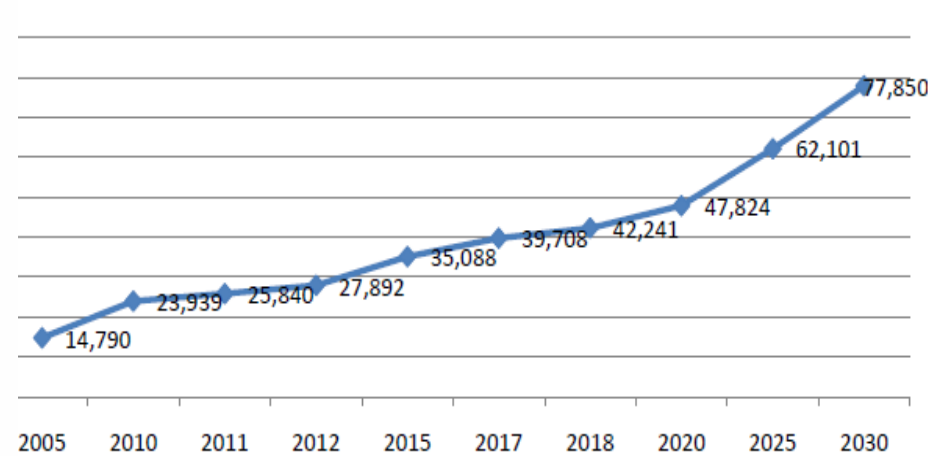


^{10,11} Fuentes: Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030. INEGI, 2005.

4.2.3. PIRÁMIDE DE EDADES¹².



4.2.4. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN EN TULÚM¹³.



La población del municipio de Tulum se concentra principalmente en cuatro centros urbanos: Akumal, Ciudad Chemuyil, Cobá y Tulum.

El grupo de edad que predomina es el de 20-24 años, resaltando también la población infantil, menor de 10 años de edad.

La distribución de la población por género no parece variar con el paso de los años, reportándose una ligera predominación de los hombres (51%) sobre las mujeres (49%), salvo en algunas pequeñas comunidades donde predominan las mujeres debido principalmente a la migración de los varones¹⁴.

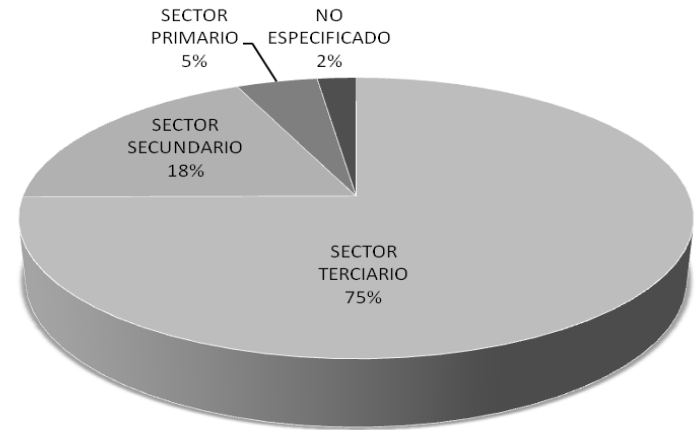
¹² Fuente. PNDUT.

^{13, 14} Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

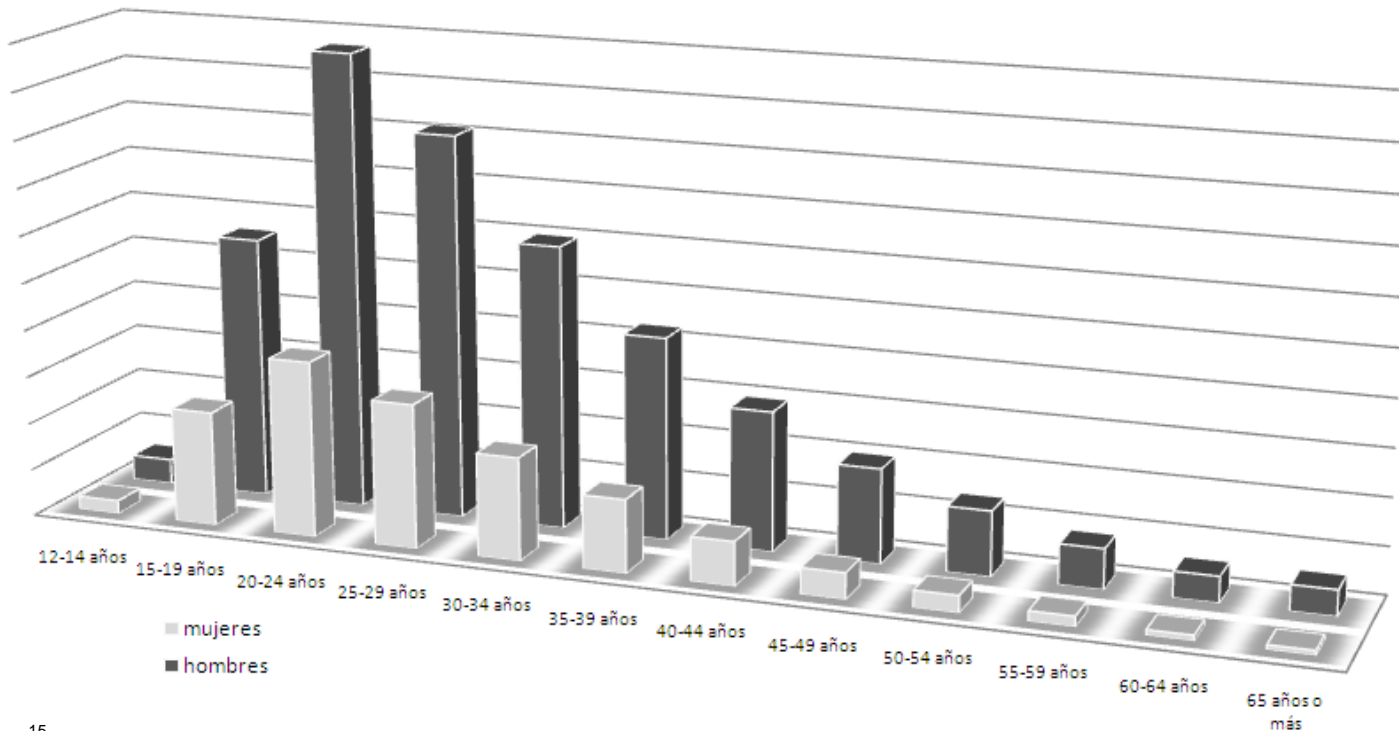
4.3. Factores económicos y empleo.

4.3.1. POBLACIÓN OCUPADA POR SECTOR DE ACTIVIDAD (PORCENTAJE) ¹⁵.

SECTOR PRIMARIO:	Agricultura, Ganadería, Aprovechamiento Forestal, Pesca y Caza.
SECTOR SECUNDARIO:	Minería, Industrias Manufactureras, Electricidad y Agua, y Construcción.
SECTOR TERCIARIO:	Comercio, Transportes, Correos y Almacenamiento, Información en Medios Masivos, Servicios y Actividades del Gobierno.



4.3.2. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SEXO SEGÚN GRUPO QUINQUENAL DE EDAD ¹⁶.

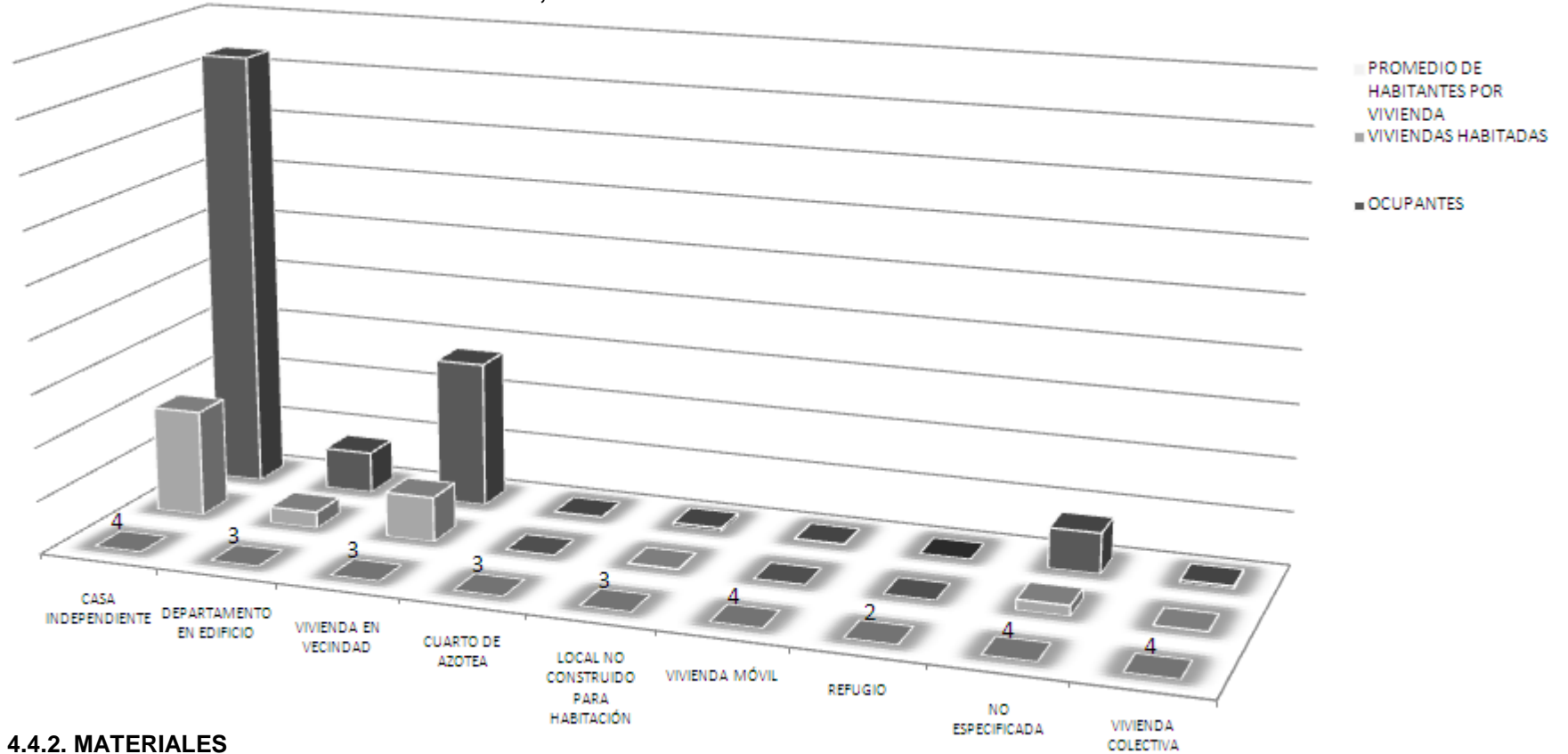


¹⁵ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

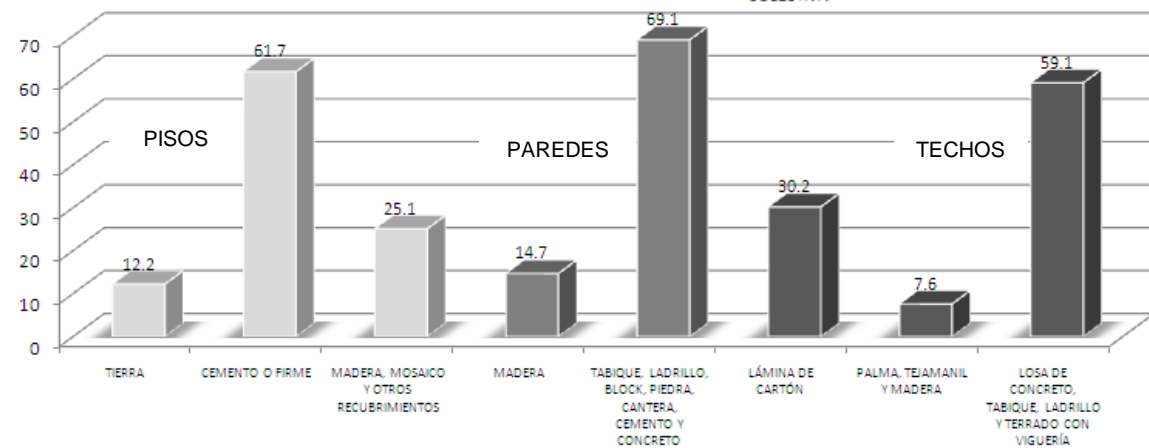
¹⁶ Fuente. INEGI.

4.4. Vivienda.

4.4.1. VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS, OCUPANTES Y PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA ¹⁷.



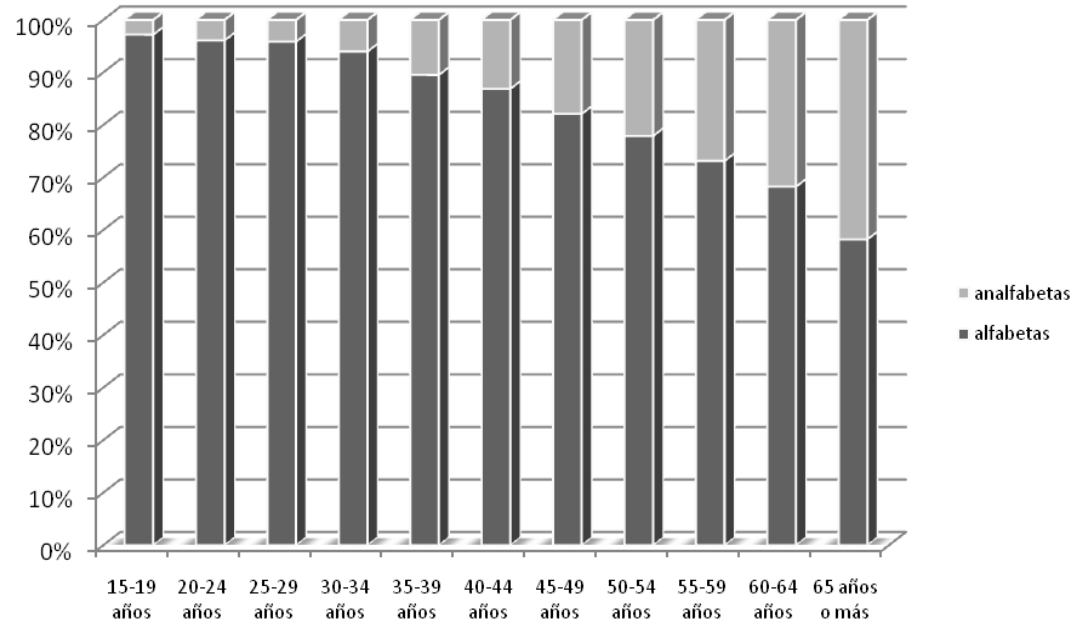
4.4.2. MATERIALES PREDOMINANTES EN PISOS, EN PAREDES Y EN TECHOS DE LA VIVIENDA ¹⁸.



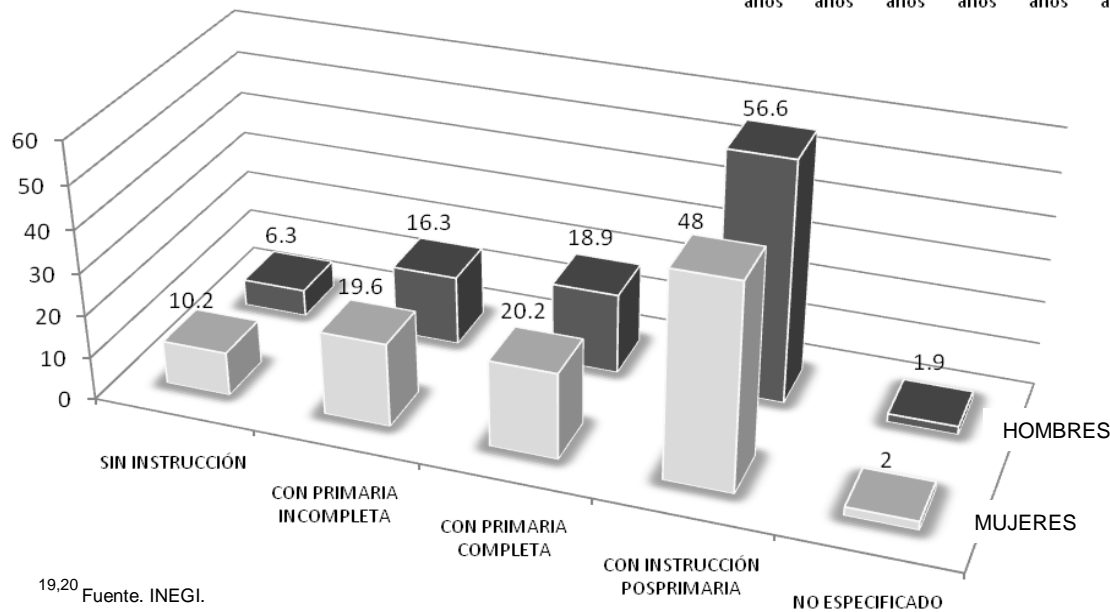
^{17,18} Fuente: INEGI.

4.5. Educación.

4.5.1. POBLACIÓN DE 15 AÑOS Y MÁS POR GRUPO QUINQUENAL DE EDAD Y CONDICIÓN DE ALFABETISMO ¹⁹.



4.5.2. POBLACIÓN MASCULINA Y FEMENINA DE 15 Y MÁS AÑOS POR NIVEL DE INSTRUCCIÓN ²⁰.



^{19,20} Fuente. INEGI.

4.6. Turismo.

4.6.1. INTRODUCCIÓN.

Nuestra vida se ve afectada por grandes acontecimientos en ciertos momentos y en lugares determinados, a tal grado que el mundo se ha vuelto tan pequeño que nos transportamos a lugares diferentes con gran naturalidad, por lo que comienza siendo una aventura, se convierte en una actividad cotidiana.

Hace 50 años los viajes eran un acontecimiento reservado a muy pocos privilegiados, ahora son actividad de una fuerte mayoría, que se realiza con toda clase de propósitos: trabajo, investigación, placer y aventura.

Uno de los fenómenos más significativos de nuestra sociedad actual, son los grandes adelantos y desarrollos tecnológicos en sistemas de transportes, este hecho ha proporcionado una creciente corriente turística tanto en el orden nacional como internacional, convirtiendo al turismo como la actividad de mayor importancia económica mundial, cuyo volumen de transacciones ha superado otras importantes actividades humanas.

Planteada la exigencia anterior, habremos de referirnos en lo particular a cada una de las denominaciones que generalmente se aplican al turismo según su:

- a) Origen: nacional y extranjero.
- b) Motivación: recreación, descanso, cultura, salud y trabajo.
- c) Permanencia: corta y larga estancia.
- d) Forma de viajar: excursión y autónomo.
- e) Medio de transporte: aéreo, terrestre y acuático.
- f) Posibilidad de ejecución: libre y dirigida.
- g) Implicación económica: activo y pasivo.

Las consecuencias de este fenómeno han sido espectaculares; el número de turistas se han multiplicado y los atractivos turísticos se han diversificado en todos los aspectos.

En México el turismo tiene gran importancia, ya que es un generador de divisas y creador de empleos gracias al pasado histórico y cultural de nuestro país y a las características ecológicas.

La principal actividad económica de la región Caribe Norte de Quintana Roo (RCN) es la turística, aunque se realizan otras actividades en menor medida como son las actividades agropecuarias, forestales, extractivas, industriales y comerciales. El turismo ha sido el motor del desarrollo de la región y del estado.

Por mucho, el turismo en la región es la principal actividad económica. Para el año 2005 de acuerdo con información de SECTUR, Cozumel y Cancún recibieron el 20.3% del turismo de internación al país es decir, 2'682,276 visitantes, ocupando el primer lugar de las 10 ciudades más visitadas de México.

La industria turística en las localidades del municipio de Tulum en el 2009, indican una oferta hotelera de 121 establecimientos con un 5,447 cuartos, el 62% de los cuales son de categoría gran turismo.

Es por ésta razón, que está en manos del arquitecto transmitir a los visitantes la cultura, tradiciones y forma de vida de nuestro país para presentar una imagen digna y actual.

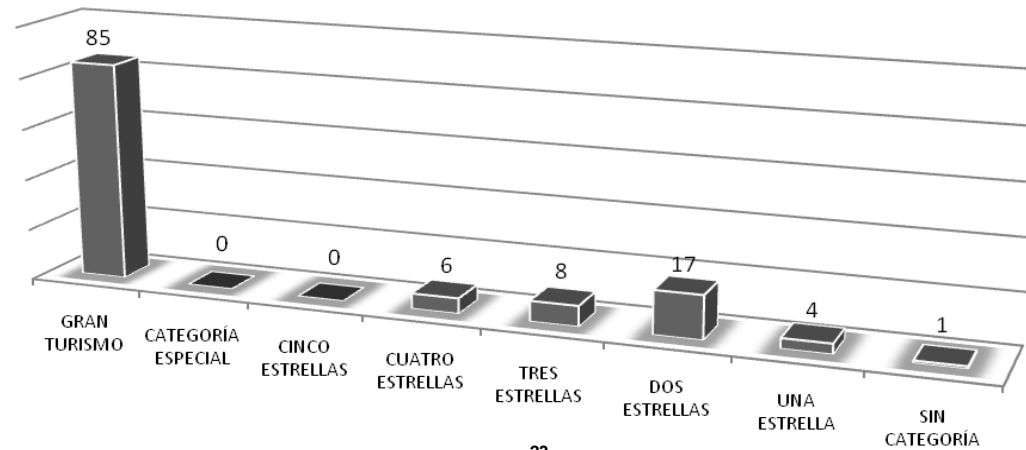
4.6.2. OFERTA HOTELERA DEL MUNICIPIO DE TULÚM ²¹.

Oferta Hotelera del Municipio de Tulum (cuartos)										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
AKUMAL	1528	2037	2052	2,237	2,201	3,443	4,134	4,371	4,369	3,402
COBA	0	0	40	40	40	40	42	42	42	44
PUNTA ALLE	0	0	2	2	2	20	20	20	20	47
SIAN KA'AN	9	9	9	9	9	23	23	23	23	39
TANKAH	0	24	24	27	27	27	13	13	13	13
TULUM	672	932	944	1,232	1,243	1,296	1,586	1,638	1,672	1,902
TOTAL MPIO	2209	3002	3071	3,547	3,522	4,849	5,818	6,107	6,139	5,447

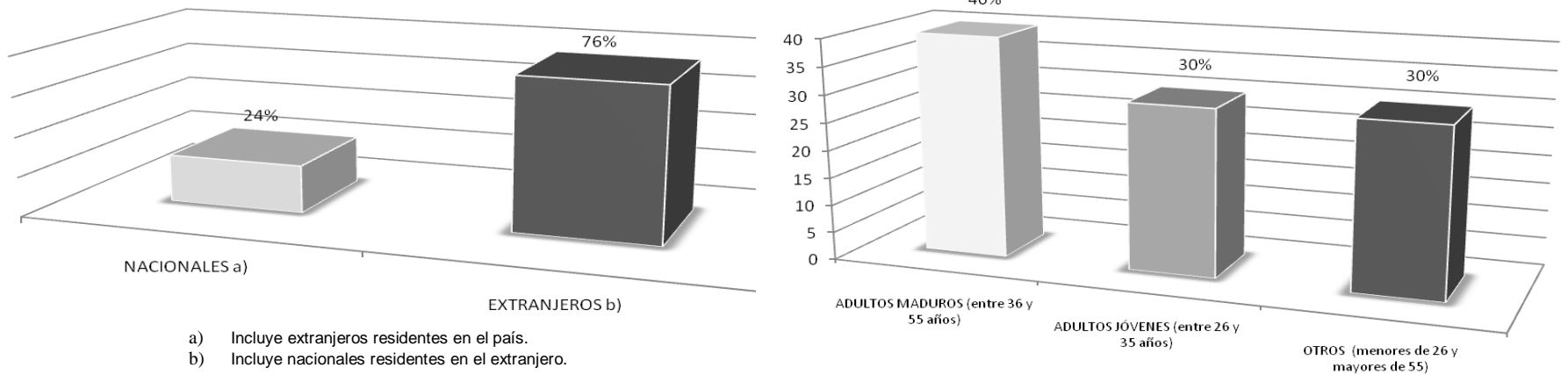
²¹ Fuente. Fideicomiso de Promoción Turística de la Riviera Maya, 2009.

Oferta Hotelera del Municipio de Tulum (Hoteles)										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
AKUMAL	20	22	23	55	55	56	26	26	26	24
COBA	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
PUNTA ALLE	0	0	1	1	1	3	3	3	3	5
SIAN KA'AN	1	1	1	1	1	3	3	3	3	4
TANKAH	0	8	8	11	11	11	2	2	2	2
TULUM	34	37	37	53	54	61	60	61	65	85
TOTAL MPIO	55	68	71	122	123	135	95	96	100	121

4.6.3. CATEGORÍA HOTELERA PREDOMINANTE EN EL MUNICIPIO ²².



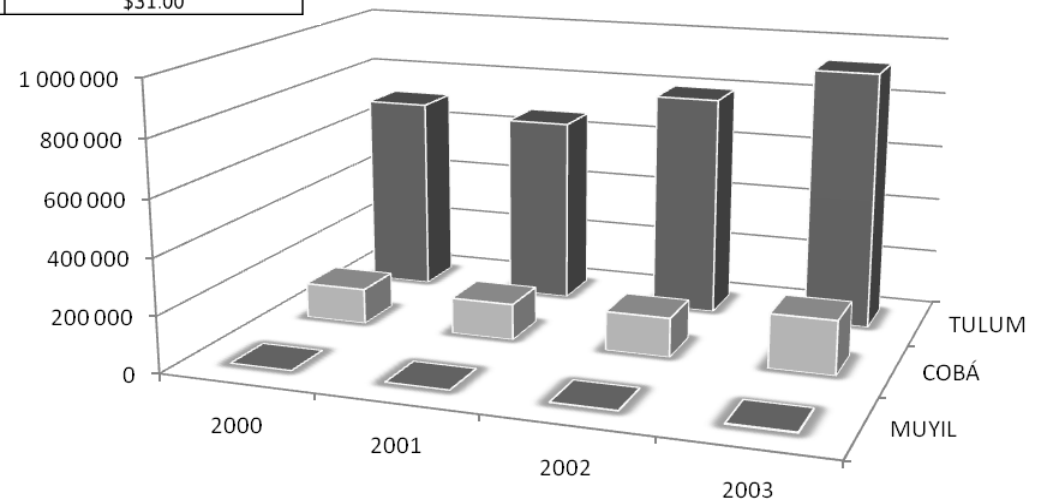
4.6.4. PERFIL DE LOS VISITANTES A LA ZONA DE LA RIVIERA MAYA ²³.



^{22,23} Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

4.6.5. AFLUENCIA DE LOS VISITANTES A LAS ZONAS ARQUEOLÓGICAS ADMINISTRADAS POR EL INAH ²⁴.

Zona arqueológica	Categoría	Tarifa
Tulum	AAA	\$51.00
Tulum, después del horario normal	AAA	\$170.00
Cobá	AAA	\$51.00
Kohunlich	AA	\$49.00
San Gervasio	A	\$41.00
Dzibanché - Kinichná	A	\$41.00
Chacchoben	A	\$41.00
Xelhá	B	\$37.00
Oxtankah	B	\$37.00
El Meco	B	\$37.00
El Rey	B	\$37.00
Xcaret (únicamente zona arqueológica)	B	\$37.00
Muyil	C	\$31.00



4.6.6. PERSPECTIVAS DEL TURISMO EN LA REGIÓN.

Para el año 2020 se esperan 10'191,000 turistas de los cuales 7'679,000 serán foráneos. Para el año 2030, se pronostican 14'220,000 visitantes, siendo extranjeros 10'666,000. En cuanto a ingresos se pronostican para el año 2030, 15,186 millones de dólares de los cuales 12,797 serán de turistas extranjeros. De igual manera se estima que para el año 2020 la Región contará con 100 mil cuartos de hotel aproximadamente y para el año 2030 se pronostican 136,886 cuartos de hotel en la Región Caribe Norte.

La mejor perspectiva para la región es lograr la diversificación de la oferta turística de sol y playa, con otros segmentos como son cruceros, turismo náutico, golf, ecología y aventura, negocios, grupos y convenciones, parques temáticos y entretenimiento, casinos y espectáculos ²⁵.

²⁴ Fuente. INAH, Quintana Roo, 2009.

²⁵ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

Capítulo quinto.- Medio físico

5.1. Medio físico natural.

5.1.1. INTRODUCCIÓN.

Desde los páramos ventosos en las cumbres de volcanes con más de cuatro mil metros de altura, hasta los húmedos llanos cubiertos de selvas tropicales, la región del Mundo Maya es un mosaico de ambientes, climas, floras y faunas.

A lo largo del verano y el otoño la región puede recibir violentos y devastadores ciclones, así como benéficas ondas marítimas tropicales; en el invierno y la primavera, se establecen luchas entre diversos vientos y las masas de aire polar. Además, a cortas distancias suelen encontrarse ambientes muy variados: semidesiertos espinosos, selvas altas, bosque de altura, pantanos y manglares, lagos de origen volcánico y arrecifes coralinos.

Se calcula que en el Mundo Maya hay unas ocho mil especies de plantas con flores, seiscientas de aves (más que en toda Europa) y posiblemente mil doscientas de mariposas diurnas. Toda esta riqueza se encuentra en un territorio la mitad del tamaño del estado de Texas. Y no sólo eso.

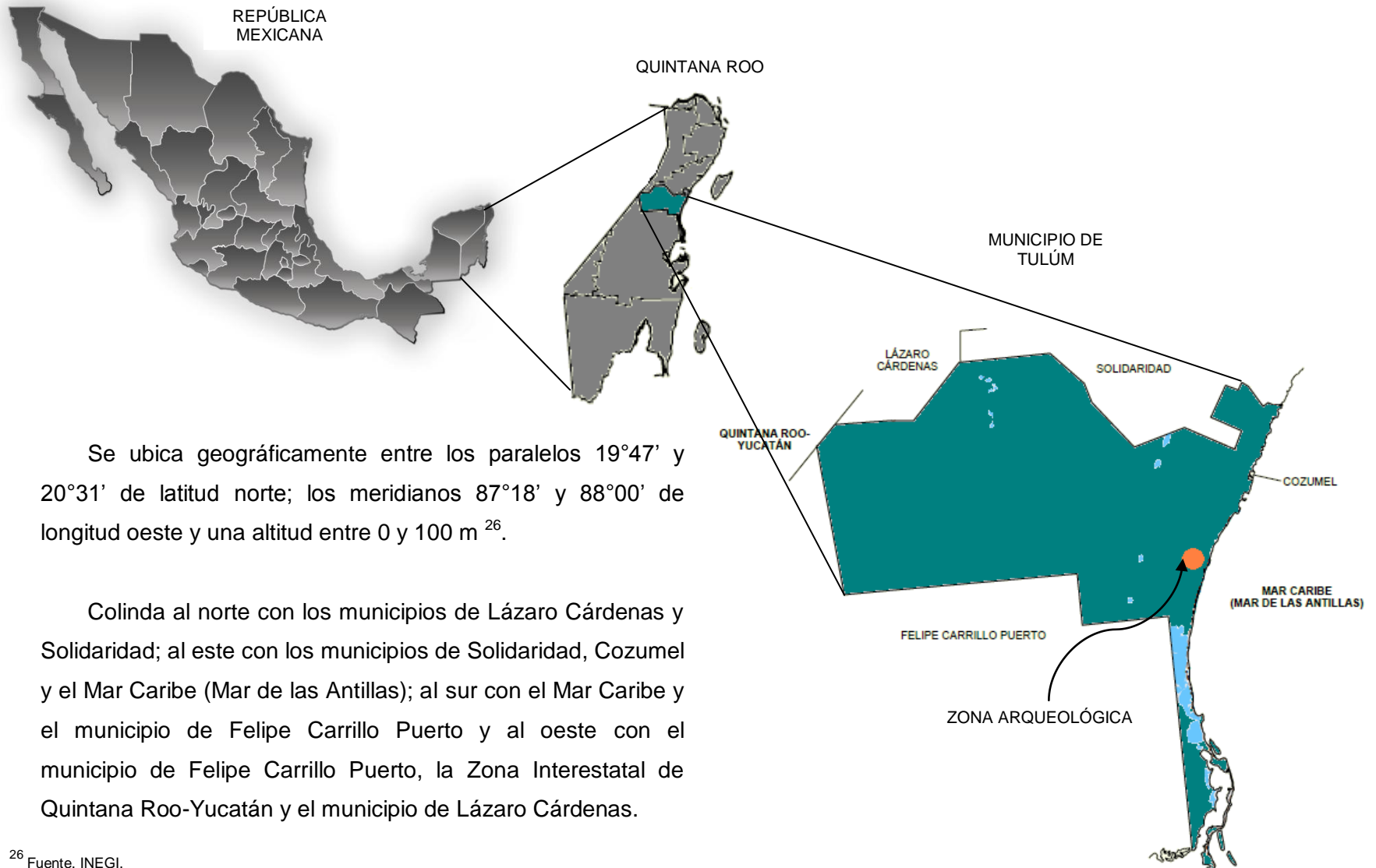
Durante casi cien millones de años esta región estuvo en un aislamiento tal que propició el desarrollo de formas de vidas propias, diferentes de las actuales en los territorios cercanos. Al mismo tiempo sirvió como puente entre América del norte y del sur, favoreciendo que las especies aquí evolucionadas se sumaran a las muchas otras que llegaron de ambos subcontinentes.

El estudio del medio físico y urbano nos permitirá conocer las características naturales y artificiales en la región donde se propone el Museo de Sitio.

Este capítulo contiene información de aspectos naturales como son estadísticas climatológicas, datos de asoleamiento, topografía, hidrografía, entre otros. En tanto que los aspectos artificiales incluyen la infraestructura y el equipamiento urbano como principales elementos de análisis.

5.1.2. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La zona arqueológica de Tulum está localizada en el Estado de Quintana Roo, en la costa de la península de Yucatán, ocupando el extremo este de la región maya, teniendo como escenario el mar Caribe; se localiza dentro del Municipio de Tulum a 128 kilómetros al sur de Cancún.



Se ubica geográficamente entre los paralelos 19°47' y 20°31' de latitud norte; los meridianos 87°18' y 88°00' de longitud oeste y una altitud entre 0 y 100 m ²⁶.

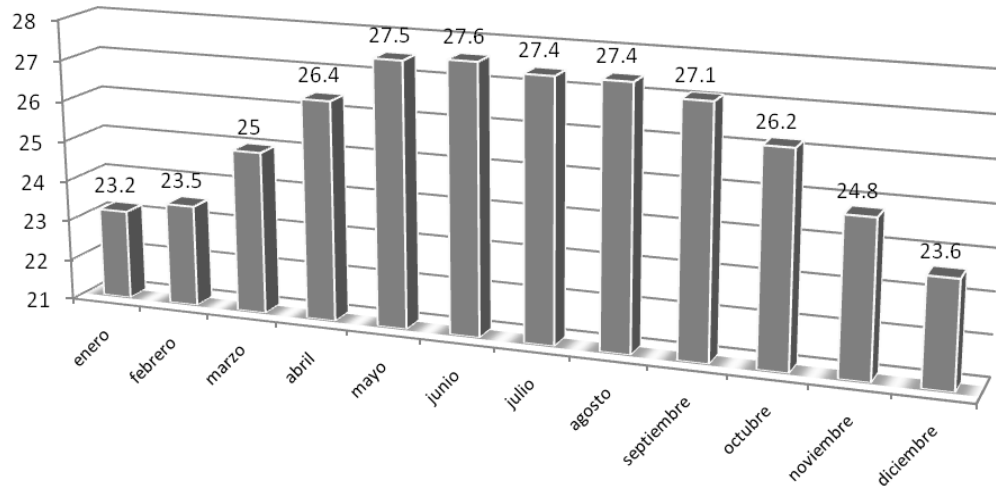
Colinda al norte con los municipios de Lázaro Cárdenas y Solidaridad; al este con los municipios de Solidaridad, Cozumel y el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al sur con el Mar Caribe y el municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el municipio de Felipe Carrillo Puerto, la Zona Interestatal de Quintana Roo-Yucatán y el municipio de Lázaro Cárdenas.

²⁶ Fuente. INEGI.

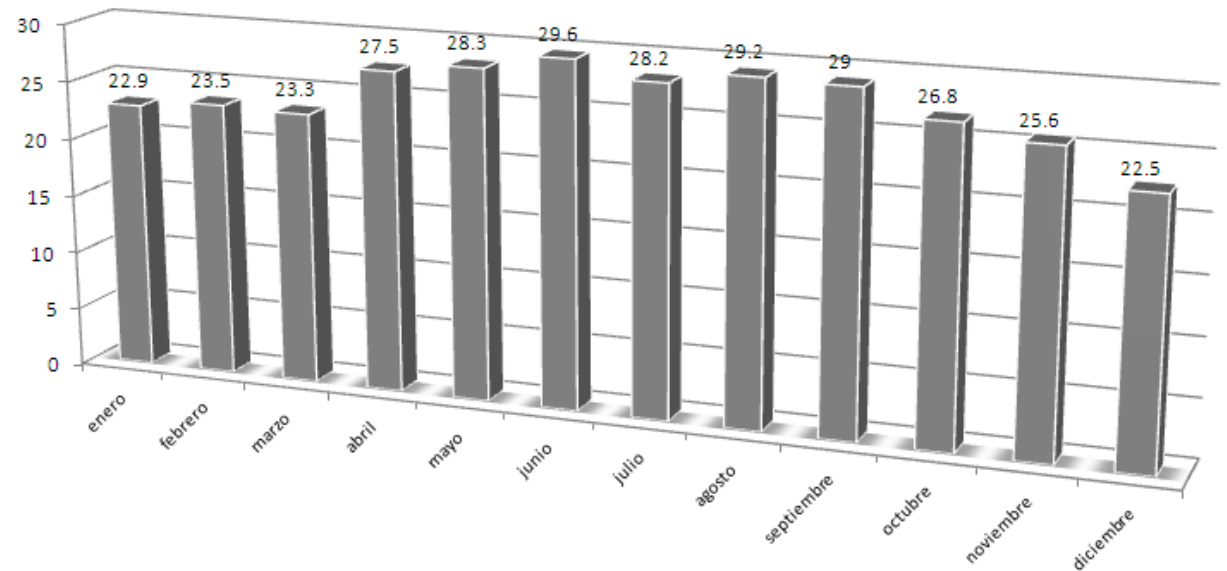
5.1.3. ANÁLISIS DEL CLIMA.

5.1.3.1. Temperatura, clima y humedad relativa.

El rango de temperatura media durante el año 2010 fue de 26.4°C y la media durante los años de 1980 al 2004 fue de 25.8°C; el clima se clasifica en cálido subhúmedo con lluvias en verano y una humedad relativa que oscila entre el 70 y 85% ²⁷.



temperatura media anual 1980-2004

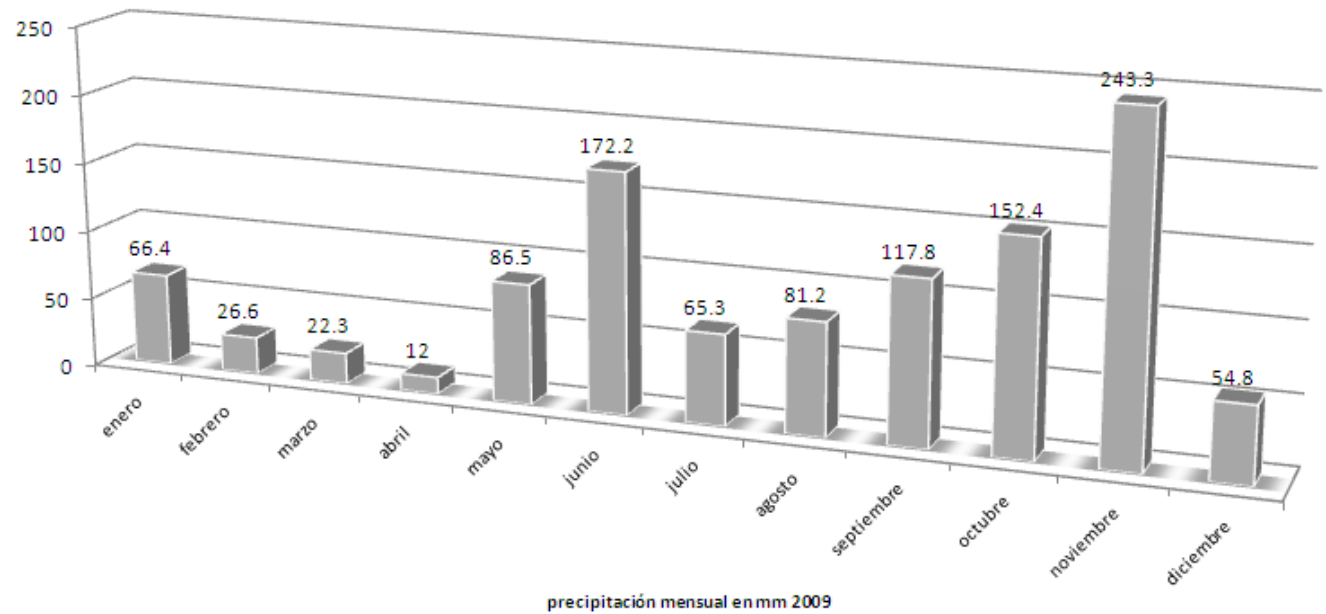
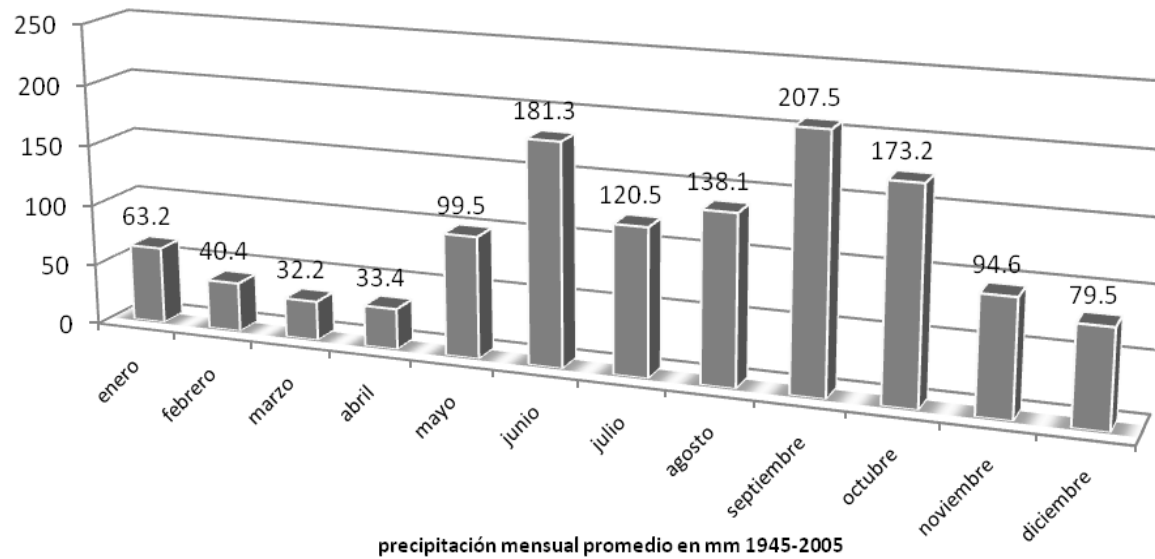


temperatura media anual 2010

²⁷ Fuente. SMN, 2010.

5.1.3.2. Precipitación pluvial.

El rango de precipitación en el municipio de Tulum se estima en 1150 mm, con una precipitación anual para el año 2009 de 1100.9 mm en comparación con el periodo de 1945 – 2005 que fue de 1263.3 mm en promedio ²⁸.





²⁸ Fuente. SMN, 2010.

5.1.3.3. Vientos dominantes.

Los vientos dominantes son los alisios y se presentan de marzo a agosto, provenientes del este y sureste con velocidades de 25 km/h en promedio y hasta 50 km/h durante perturbaciones tropicales. Durante los meses de septiembre a febrero se presentan vientos del norte, los cuales en promedio se mantienen en 25 km/h, pero pueden alcanzar velocidades entre 80 a 90 km/h lo que hace descender la temperatura local considerablemente, provocando lluvias, grandes oleajes y marejadas. Debido a su ubicación geográfica esta zona es la de mayor concurrencia de huracanes del país.






Entre los huracanes más importantes en los últimos años se encuentran el huracán Gilberto en 1988 de categoría 5, el Roxana, que en 1995, azotó directamente las costas de la Reserva Sian Ka'an 10 km al sur del Parque Nacional Tulúm, causando erosión de playas y duna costera, así como el Emily y Wilma en 2005 con categoría 5 éste último, de acuerdo a la escala de huracanes Saffir-Simpson.

A medida que un ciclón tropical se organiza, pasa por dos categorías iniciales, éstas no están contenidas dentro de la escala de Huracanes de Saffir Simpson, pero clasifican a un ciclón tropical en formación y se utilizan como categorías adicionales a la misma. Son la Depresión tropical —un sistema organizado de nubes y tormenta eléctrica con una circulación cerrada y definida— y la Tormenta tropical —un sistema organizado de fuertes tormentas eléctricas con una circulación bien definida que muestra la distintiva forma ciclónica²⁹.

 Depresión tropical	Velocidad del viento	0-17 m/s	0-62km/h	0-38 mph
	Marea	0 m		0 ft
	Nivel de daños	Lluvias que pueden llegar a causar graves daños e incluso inundaciones.		
 Tormenta tropical	Velocidad del viento	18-32 m/s	63-117km/h	39-73 mph
	Marea	0-3 m		0-12 ft
	Nivel de daños	Lluvias abundantes que pueden provocar inundaciones devastadoras.		

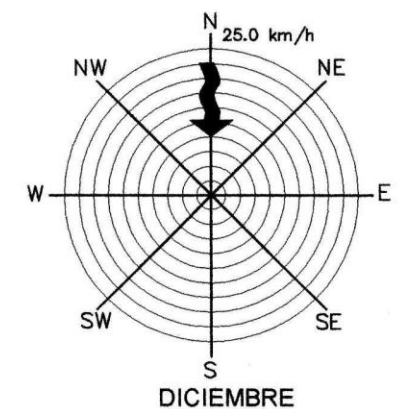
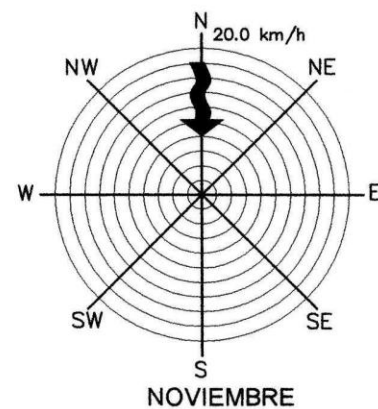
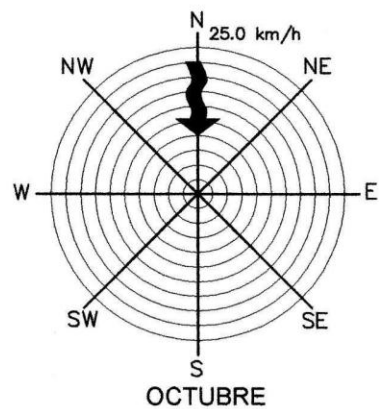
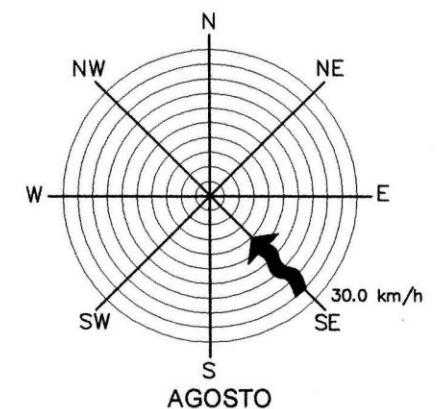
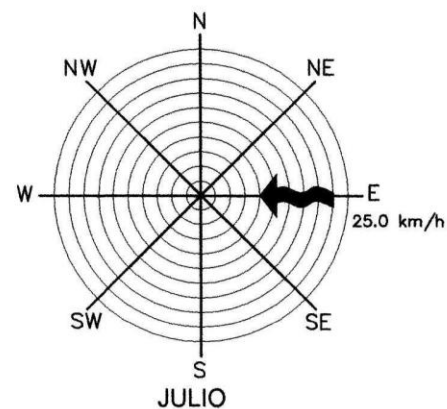
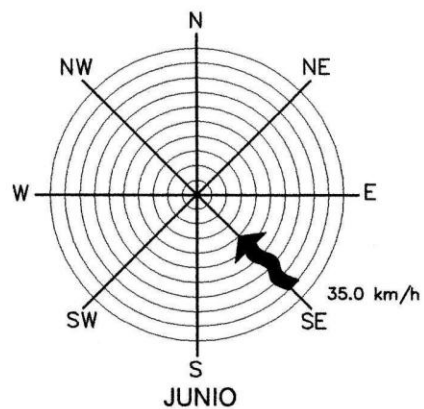
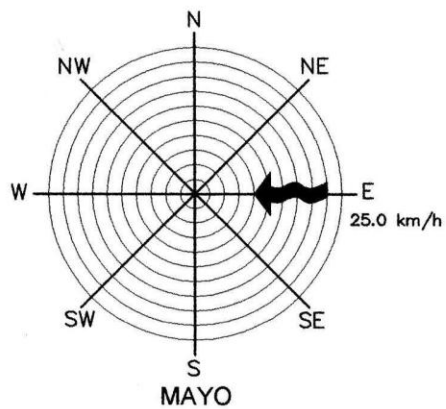
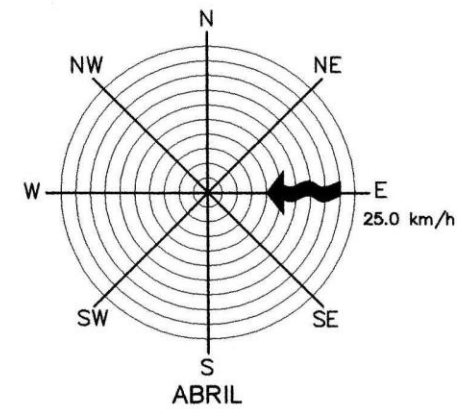
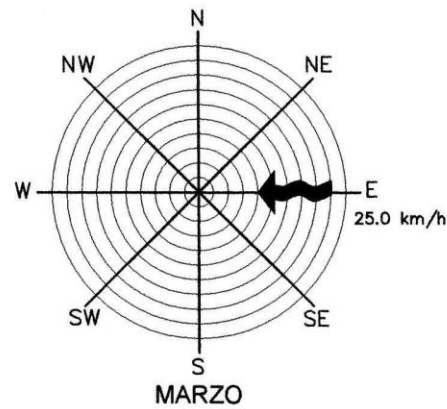
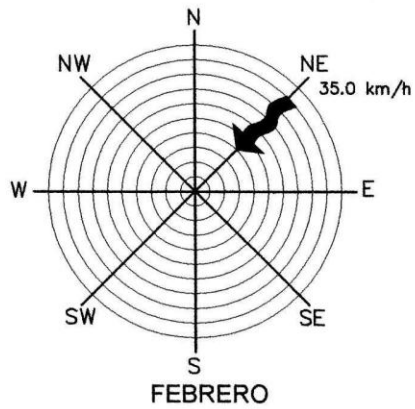
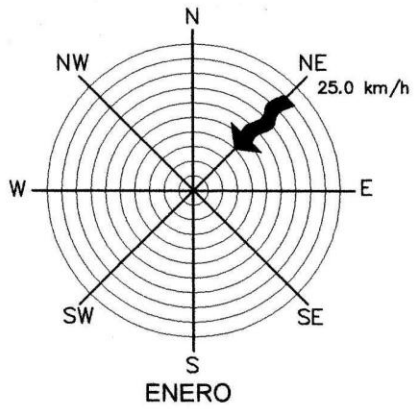
²⁹ Fuente. Página de internet. http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_huracanes_de_Saffir-Simpson.

Cuando la intensidad de un ciclón tropical supera la clasificación de Tormenta tropical, se convierte en un huracán. Las cinco categorías, en orden ascendente de intensidad son ³⁰:

 Categoría 1	Velocidad del viento	33–42 m/s	119–153 km/h	74–95 mph
	Marea	1.2–1.5 m		4–5 ft
	Nivel de daños	Sin daños en las estructuras de los edificios. Daños básicamente en casas flotantes no amarradas, arbustos y árboles. Inundaciones en zonas costeras y daños de poco alcance en puertos.		
 Categoría 2	Velocidad del viento	43–49 m/s	154–177 km/h	96–110 mph
	Marea	1.8–2,4 m		6–8 ft
	Daños potenciales	Daños en tejados, puertas y ventanas. Importantes daños en la vegetación, casas móviles, etc. Inundaciones en puertos así como ruptura de pequeños amarres.		
 Categoría 3	Velocidad del viento	50–58 m/s	178–209 km/h	111–130 mph
	Marea	2.7–3,7 m		9–12 ft
	Daños potenciales	Daños estructurales en edificios pequeños. Destrucción de casas móviles. Las inundaciones destruyen edificaciones pequeñas en zonas costeras y objetos a la deriva pueden causar daños en edificios mayores. Posibilidad de inundaciones tierra adentro.		
 Categoría 4	Velocidad del viento	59–69 m/s	210–249 km/h	131–155 mph
	Marea	4.0–5,5 m		13–18 ft
	Daños potenciales	Daños generalizados en estructuras protectoras, desplome de tejados en edificios pequeños. Alta erosión de bancales y playas. Inundaciones en terrenos interiores.		
 Categoría 5	Velocidad del viento	≥70 m/s	≥250 km/h	≥156 mph
	Marea	≥5,5 m		≥19 ft
	Daños potenciales	Destrucción de tejados completa en algunos edificios. Las inundaciones pueden llegar a las plantas bajas de los edificios cercanos a la costa. Puede ser requerida la evacuación masiva de áreas residenciales.		

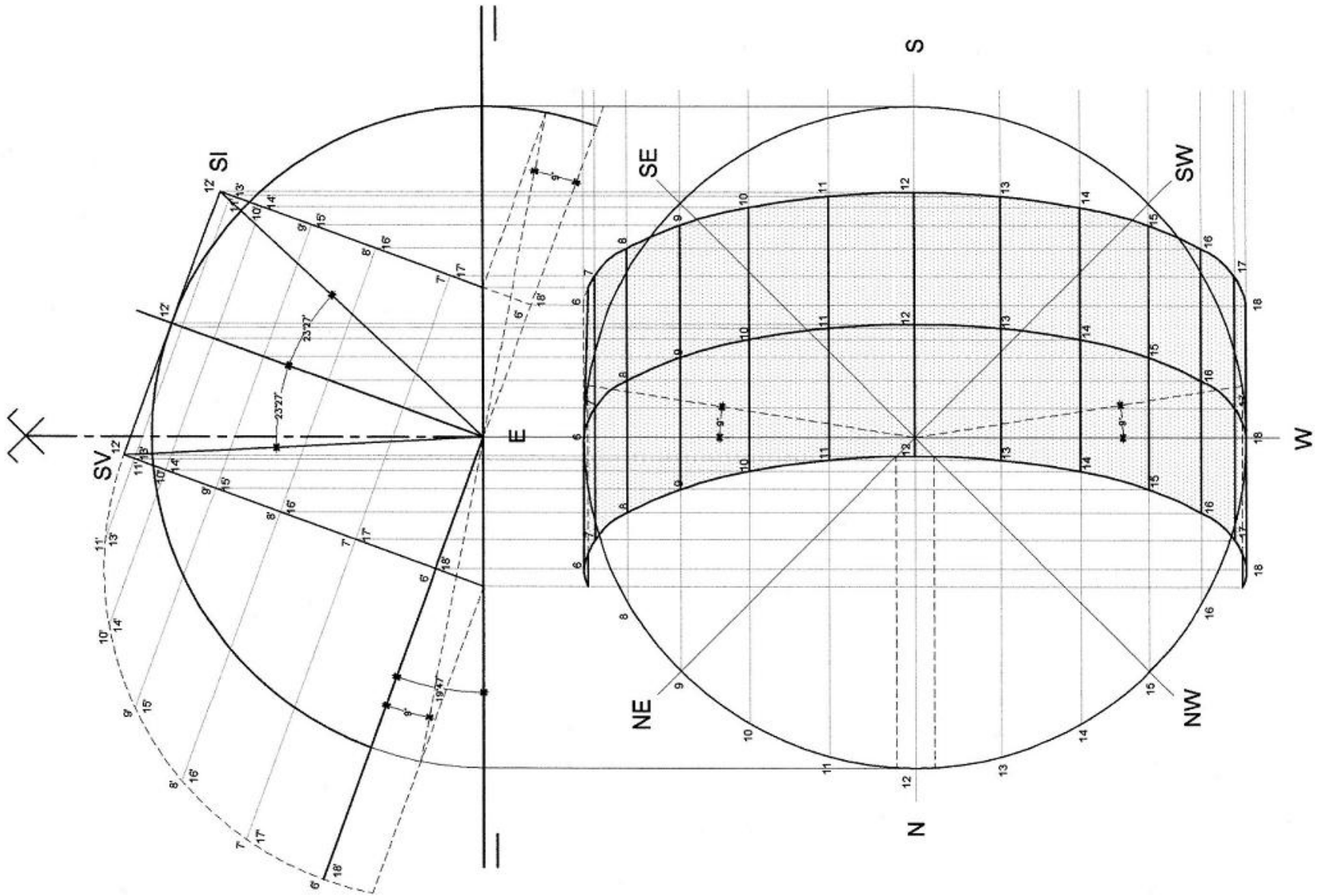
³⁰ Fuente. Página de internet. http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_huracanes_de_Saffir-Simpson.

VIENTOS DOMINANTES PROMEDIO 2010



5.1.3.4. Asoleamiento.

5.1.3.4.1. Montea solar para la Zona Arqueológica de Tulúm, Quintana Roo.



5.1.4. ANÁLISIS DEL SITIO.

5.1.4.1. Orografía, geología económica y suelos.

De acuerdo con la carta geológica editada por el INEGI el área se ubica en la porción Sur central de la parte mexicana de la Península de Yucatán y fisiográficamente corresponde a la plataforma de Yucatán. Esta región está constituida por una planicie calcárea donde se desarrollan depresiones y hundimientos del terreno que dan lugar a la exposición del manto freático (cenotes). La máxima altura del terreno es de 15 m sobre el nivel del mar hasta casi nulificarse en la franja litoral, donde se encuentran salientes rocosas, áreas pantanosas y lagunas marginales.

En esta porción peninsular el drenaje es subterráneo sin que existan corrientes superficiales debido a la gran permeabilidad del sustrato y la rápida infiltración del agua por fracturas del terreno.


Los recursos geológicos de mayor relevancia en esta región peninsular lo constituyen el agua subterránea alojada en un acuífero calizo con su nivel freático relativamente cercano a la superficie; calizas útiles como agregados pétreos; calizas y yesos útiles en la elaboración de cementos y arcillas plásticas, bajos en aluminio, que se utilizan de diversas maneras en la industria de la construcción.

Los suelos de la región tienen su origen en el material geológico de tipo calizo, la vegetación existente, la acción de microorganismos y fauna edáfica, procesos geomorfológicos de intemperismo, lixiviación, arrastre y depositación. De acuerdo a lo señalado por INEGI, en la zona de estudio se presentan la asociación litosol + rendzina de clase textural media (I+R/2) que presenta las siguientes características:









- Litosol: Son suelos donde aflora la roca madre, tienen una amplia distribución, se encuentra en todos los climas y con muy diferentes tipos de vegetación, con suelos sin desarrollo, con profundidad menor de 10 cm, tienen características muy variables según el material que los forma, su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en la que se encuentren, pudiendo ser desde alta a moderada.
- Rendzina: Son suelos que tienen una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal, no son muy profundos, son arcillosos y se presentan en climas cálidos o templados, con lluvias moderadas o abundantes, su susceptibilidad a la erosión es moderada ³¹.

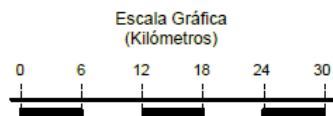
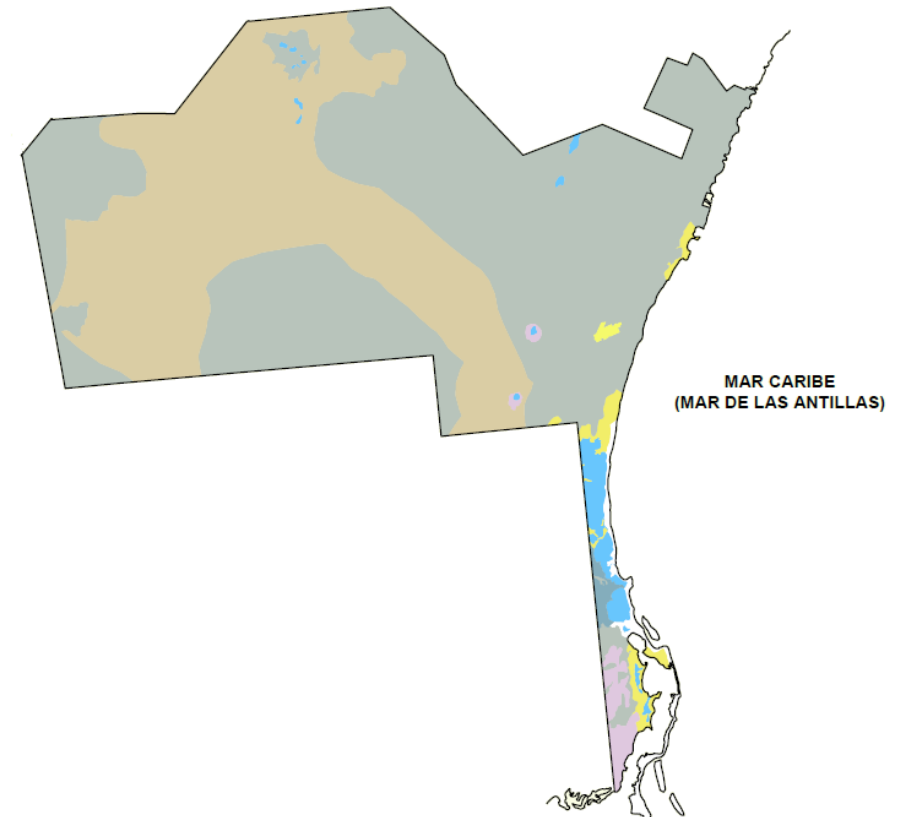
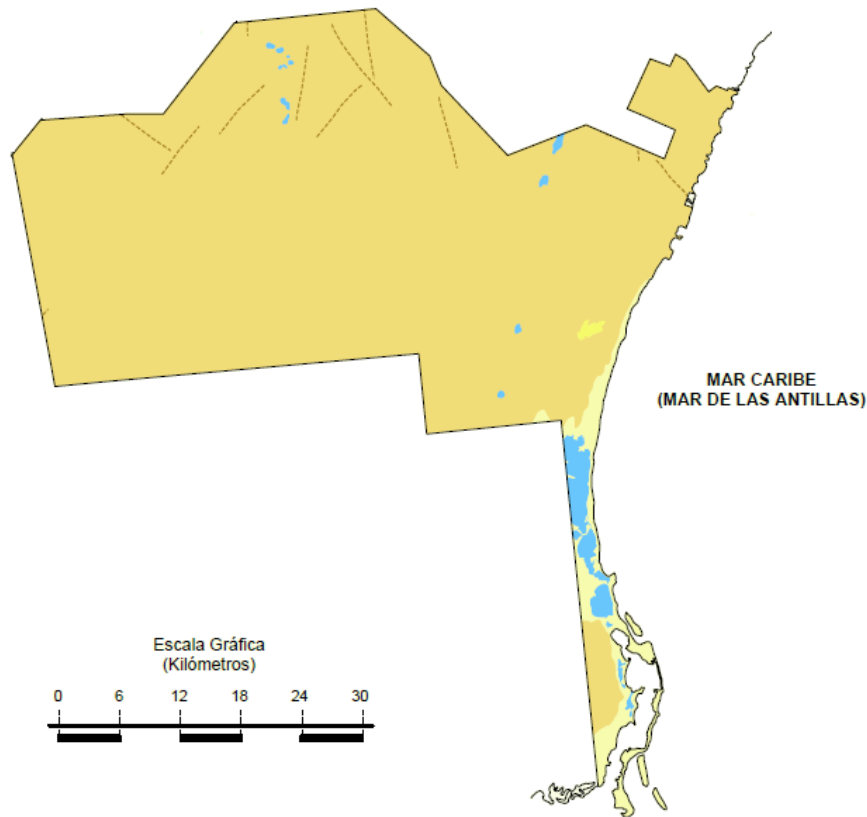
³¹ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

GEOLOGÍA
(Clase de roca)³²

Simbología	
	Sedimentaria
	Suelo
	Zona urbana
	Cuerpo de agua
	Fractura

SUELOS DOMINANTES³²

Simbología	
	Arenosol
	Gleysol
	Histosol
	Leptosol
	Phaeozem
	Solonchak
	Zona urbana
	Cuerpo de agua



³² Fuente. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tulum, Quintana Roo, 2009.

5.1.4.2. Sismicidad, deslizamientos o derrumbes.

Toda la Península de Yucatán se encuentra ubicada en la zona de más baja sismicidad de la República Mexicana clasificada dentro de la Zona “A” por el CENAPRED. En esta zona no se tienen registros históricos ni se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g).

Las características del relieve plano en la península de Yucatán, con una plataforma de rocas sedimentarias de hasta más de 3,500 m de espesor no permiten que se presenten deslizamientos geológicos de importancia.

Los procesos de disolución de la roca (Karstificación) son frecuentes en los mantos rocosos de la Península. Sin embargo, se reconoce que estos procesos se miden en tiempos geológicos, por lo que no se cuentan con registros que estos eventos estén ocurriendo en la actualidad. Por lo cual se considera muy remota la posibilidad de derrumbes por disolución, pero no así por la acción erosiva del agua y el viento que si pueden provocarlos en aquellos suelos que pudieran tener un alto grado de afectación por intemperismo ³³.

5.1.4.3. Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.

Los elementos geológicos que constituyen las capas que han dado origen a la Península de Yucatán, están formados principalmente de compuestos carbonatados entre los que destaca el carbonato de calcio. Dicho compuesto proporciona al sustrato características de alta absorción de agua y permeabilidad.

Por esta razón se reconoce que en la zona el agua de lluvia percola de manera eficiente hasta las capas profundas, alimentando así un acuífero subterráneo libre de gran importancia.

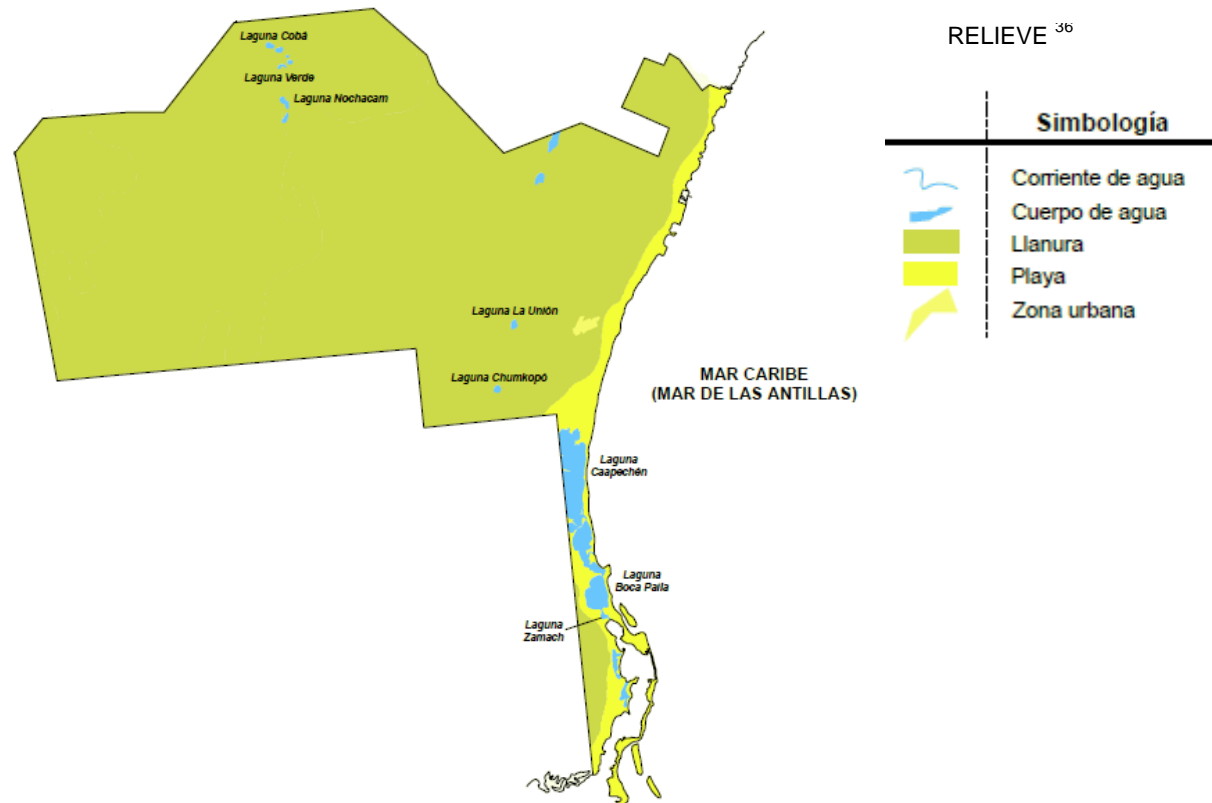
Con la disolución de la roca se han formado un gran sistema de formas cársticas que incluyen los cenotes, poljés y cavernas subterráneas con incluso cientos de metros de profundidad y decenas de kilómetros de longitud ³⁴.

^{33, 34} Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010- 2030.

5.1.4.4. Hidrología superficial y subterránea

La zona de estudio queda comprendida dentro de la Región Hidrológica RH-32 Yucatán Norte, en la subcuenca 32 A Quintana Roo. Esta subcuenca se caracteriza por un rango de escurrimiento de 0% a 5%, excepto en la franja costera donde se tienen escurrimientos desde 5% hasta 10% o 10% a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002).

La geohidrología del terreno se clasifica como: A.- Material consolidado con posibilidades altas; que brinda la facilidad de extracción del agua del subsuelo. El nivel estático del acuífero se ubica a una profundidad de 10 m, con una capa de agua dulce de hasta 20 m a 3 km de la costa, seguida de una capa salobre de hasta 10 m y posteriormente la capa de agua salada. Esta condición del sustrato requiere de una cuidadosa planeación en el uso del recurso agua para evitar la intrusión salina ³⁵.



³⁵ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

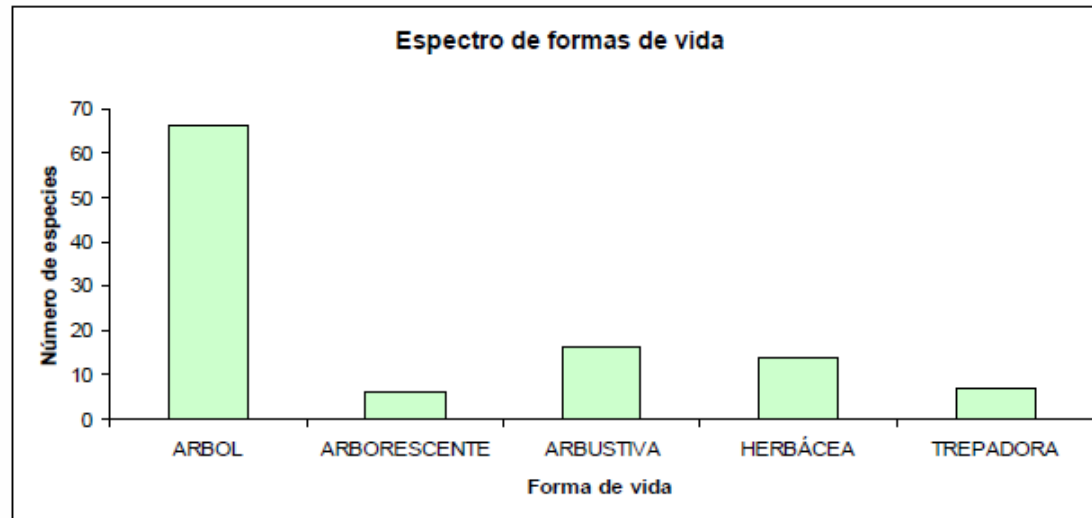
³⁶ Fuente. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tulúm, Quintana Roo, 2009.

5.1.4.5. Flora y fauna.

La flora en el municipio de Tulum, se distribuye de la siguiente manera: Selva (90.17%), manglar (2.07%), tular (1.38%), otro (0.41%) y área sin vegetación (0.40%).

La vegetación se conforma de selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, y selva baja subperennifolia, que son particularmente valiosas para la explotación forestal debido a la presencia de maderas preciosas como la caoba y el cedro. Por otra parte, en zonas próximas a las áreas inundables y al mar se han desarrollado comunidades de manglares, aunque la superficie que ocupan es relativamente pequeña. La zona costera posee manchones de vegetación de dunas.

Dentro de la amplia riqueza de especies de flora detectadas en la zona se encuentra árboles de: zapote, ramón, chechén, chacah, cedro, ya'axche, kitanche, papaya, sa'kbob, mahahau, hiraea obovata, bisil, mansoa verrucifera, tatsi, habín, kaniste, guaya y palma chit, todas distribuidas y presentes en el corredor Cancún - Tulum. En la orilla de la costa se localizan áreas de manglar y algunas ciénagas con especies tales como el mangle rojo y el mangle blanco. En la zona de las dunas costeras existe predominio de la uva de mar, así como la palma cocotera entre otros. Las áreas inundables o sujetas a inundación presentan vegetación de tule ³⁷.



³⁷ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

El estado de Quintana Roo pertenece a la región biogeográfica Neotropical y forma parte de la Provincia biogeográfica Yucatanense. Dentro del variado mosaico ambiental presente a lo largo del Corredor Turístico Cancún-Tulúm una notable diversidad de especies faunísticas encuentra los sitios apropiados para su alimentación, refugio y reproducción.

De acuerdo con la CONAMP (2007), la fauna terrestre del Parque Nacional Tulúm, está conformada principalmente por aves y los mamíferos pequeños y medianos. Entre los mamíferos más importantes que aún es posible encontrar en la región destacan el ocelote, el tigrillo y el leoncillo, el venado cola blanca, venado temazate y el pecarí de collar. Los mamíferos medianos y pequeños más comunes son el mapache, la zorra gris, el coatí, el sereque, el tepezcuintle, así como ratones de campo y ardillas. Los mamíferos mayores como el jaguar, puma y tapir prácticamente han desaparecido de la zona debido a la cacería y la disminución y fragmentación del hábitat. Existen algunas especies que se caracterizan por pertenecer a habitats perturbados, encontrándose comúnmente en los centros de población, siendo el caso de la lagartija, el ceniztonle y la iguana rayada.

Las aves se encuentran representadas por zanates, garzas blancas, colibríes y pequeños mamíferos como la zorra gris, ardillas, ratones, tlacuaches y por la noche abundan los murciélagos; que junto con la gran variedad de fauna marina representan un recurso importante de la localidad.

En lo referente al grupo de los peces, se ha reportado la presencia de al menos seis especies en el sistema acuático de los cenotes presentes en la zona de estudio. *Astyanax altior*, *Astyanax aenus* y *Poecilia orri*, especies comunes en los cenotes de la región que toleran aguas ligeramente salobres. También se ha reportado la presencia de algunas especies cavernícolas que prosperan al interior de los cenotes donde la luz no penetra. De particular importancia es *Ogiblia pearsei*, un pez ciego endémico de la Península de Yucatán que es muy sensible a cambios en sus condiciones ecológicas por ingreso de contaminantes y recorridos realizados por buzos.

En el litoral comprendido de Tulúm a Punta Allen, se localiza una parte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, "Puerta del cielo", que alberga más de 300 especies de aves acuáticas y una gran variedad de mamíferos. En esta reserva se reproducen

especies como el jaguar, el puma, el ocelote, el tigrillo, el mono araña, el venado cola blanca, y otros en peligro de extinción como el manatí³⁸.

5.2. Medio físico urbano.

5.2.1. INTRODUCCIÓN.

La ciudad de Tulúm se ubica en la parte central del estado, por lo que la ciudad funge como un nodo estratégico regional que articula y conecta a las tres regiones que componen al estado de Quintana Roo, su gran importancia radica porque cuenta con el mayor porcentaje de la infraestructura turística del estado más del 90 % a nivel estatal y por integrar atractivos naturales, históricos y culturales. De igual forma hacia el sur es un claro acceso a la región maya.

Como parte de la estructuración de ciudades en el estado y en apego a lo establecido en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2001-2006, se establece la importancia de la región Caribe norte concibiendo al corredor y a la zona turística más importante del país ya que su importancia radica en la generación de empleos, de infraestructura, de divisas, de impuestos, así como fortalece el desarrollo regional y estatal, constituyéndose desde la parte costera de Cancún-Isla Mujeres y Riviera Maya y delimitado al norte por Isla Blanca y hacia el sur por la ciudad de Tulúm.

Por lo que en este marco de transformación, crecimiento y evolución urbana durante este periodo de 10 años ha pasado de ser un *Centro integrador microregional* a la consolidación de un gran *Centro integrador de escala subregional*, que debe de contar con las condiciones de infraestructura, servicios, equipamientos, suelo urbanizable y del adecuado manejo del ambiente y del patrimonio cultural e histórico para dosificar y atender a las poblaciones residentes y flotantes³⁹.

^{38, 39} Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

5.2.2. INFRAESTRUCTURA.

5.2.2.1. Agua potable, red de drenaje y alcantarillado.

La cobertura de infraestructura y de servicios públicos como de agua potable, de drenaje y de alcantarillado ha aumentado con respecto a la evaluación de servicios del 2004, la ampliación de la red primaria de agua potable en las zonas consolidadas del municipio está en un 45% (finales del 2010).

Con respecto a la dotación de agua potable se aprecian dos vertientes, la primera se consideran a la denominada zona consolidada, como en la zona costera cuentan con la dotación de agua de calidad mientras como una segunda vertiente en las zonas alejadas se abastece mediante la extracción de agua de los cenotes y otras zonas que ya cuentan con la dotación mediante el servicio medido con pipas, principalmente en la zona de transición; cabe mencionar que se encuentra en proceso de culminación, la tercera planta de tratamiento de aguas residuales más importante de Quintana Roo ubicada en el municipio.

En la zona costera se está trabajando en proyectos para la ampliación de la red de drenaje, esto permite garantizar servicios de buena calidad en el municipio en el corto, mediano y largo plazo. El rezago ha sido característico de la entidad, lo que presenta una alarma en materia ambiental del sistema subterráneo de ríos y cenotes; por lo que es de suma importancia implementar una red de infraestructura sustentable con una clara tendencia al tratamiento y saneamiento de las aguas residuales, de la reutilización de las aguas tratadas y fundamentalmente en la captación de las aguas pluviales. Lo que permita mantener el sistema subterráneo sano tanto en dotación, como en calidad del líquido.

5.2.2.2. Alumbrado público y energía eléctrica.

El alumbrado público es una de las metas en la ampliación y suministro a corto, mediano y largo plazo, actualmente ya es suministrado por parte de la CFE y administrado por el municipio de Tulúm, es mediante la red primaria en proceso de consolidación principalmente en las zonas consolidadas del centro de población esta supera el 50% con respecto a la oferta suministrada en el 2004. Mientras en las zonas alejadas el suministro de alumbrado está en proceso ampliación ⁴⁰.

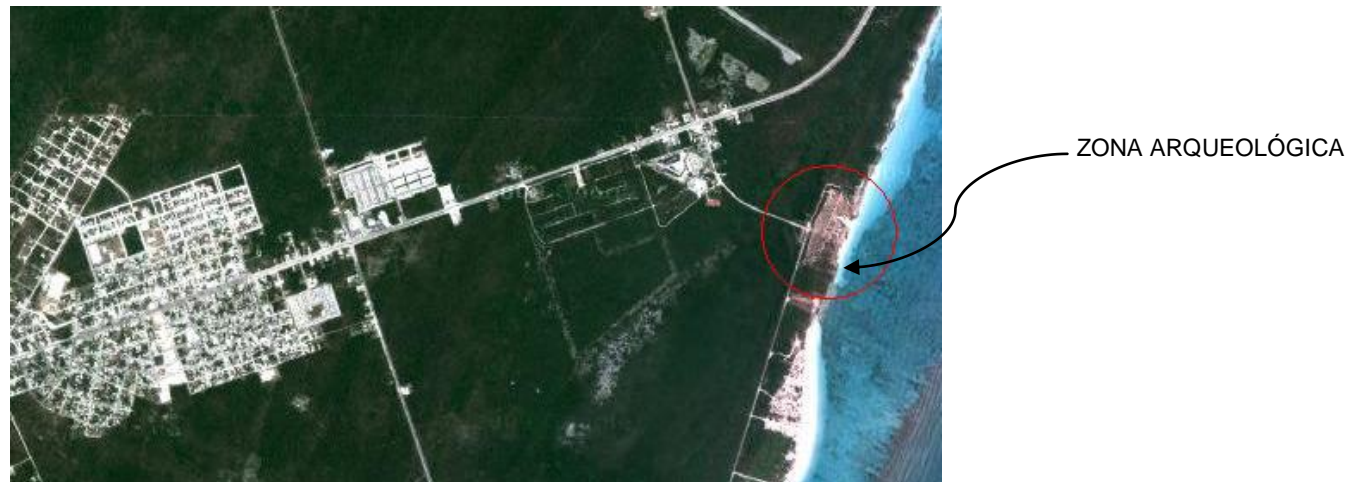
⁴⁰ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

Con respecto al suministro de la energía pública más del 90% del área urbana consolidada de la entidad cuenta con el servicio, suministrado por la CFE. Es suministrado en gran medida por la sub-estación eléctrica ubicada a 5 Km. de la población sobre la carretera a Cobá, y es alimentada por una línea de alta tensión de 34.5 Kv. Es suministrada mediante cableado aéreo soportado con postes de concreto.

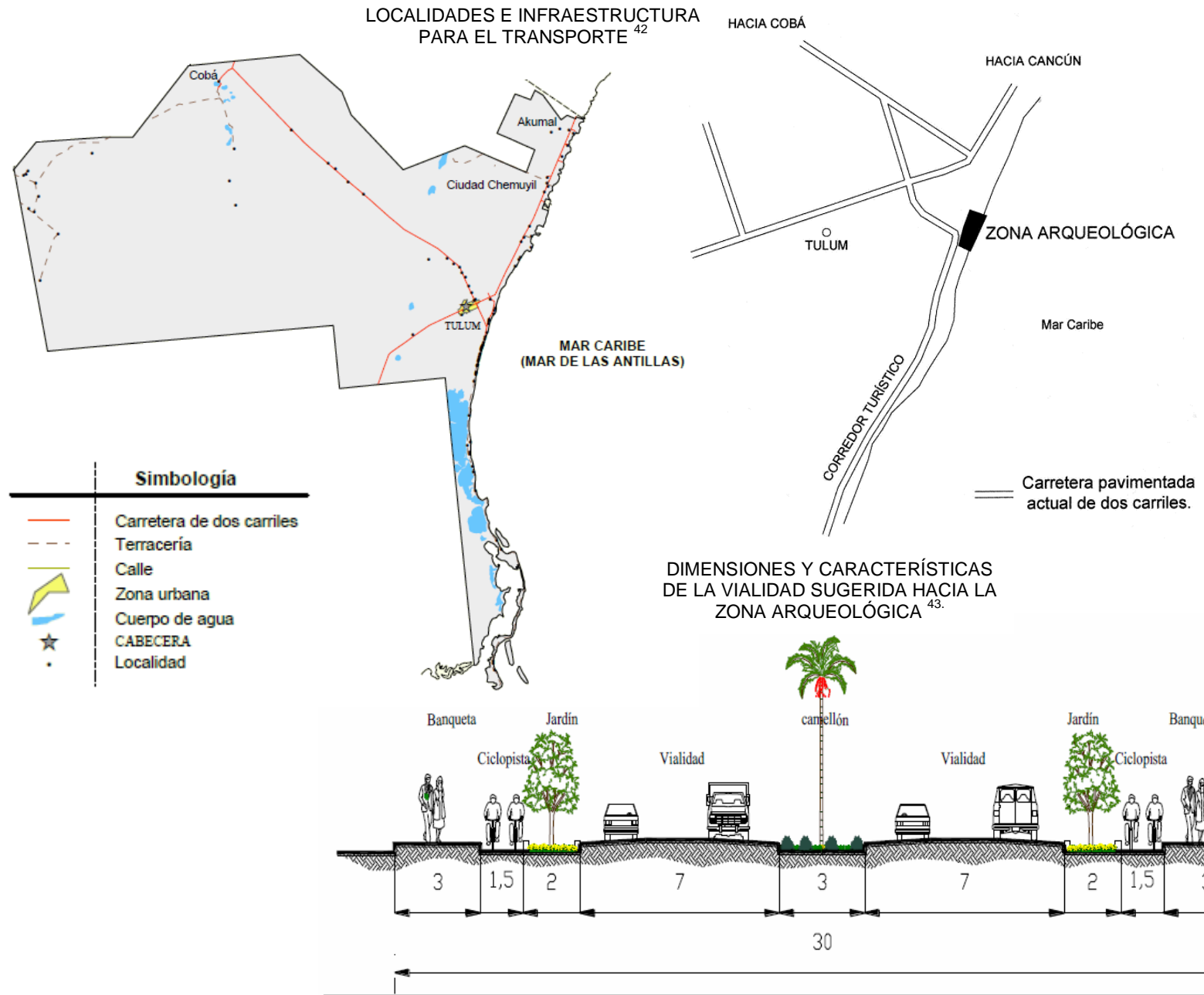
Comunidades como la de Punta Allen reciben el suministro a través de un generador diesel de 600 KVA, cuyos recursos para el combustible son aportados en partes iguales por los pobladores, el gobierno del estado y el municipal.

5.2.2.3. Servicio de teléfono, correos, telégrafos, internet y tv por cable.

La cobertura de redes de teléfonos se ha incrementado sustancialmente en la parte urbana, en la zona costera el servicio esta ampliado y asociado con el servicio de internet. El servicio de correos es todavía un medio de uso para los habitantes de Tulum, se ubica la única oficina de correos en la parte oriente de la cabecera municipal, el servicio de telégrafo es cada vez menos usado y ha sido remplazado con la modernización de las infraestructuras de internet, mientras el servicio de tv por paga está en crecimiento, éste destaca en la zona centro de la entidad y en zonas de la franja costera ⁴¹.



⁴¹ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

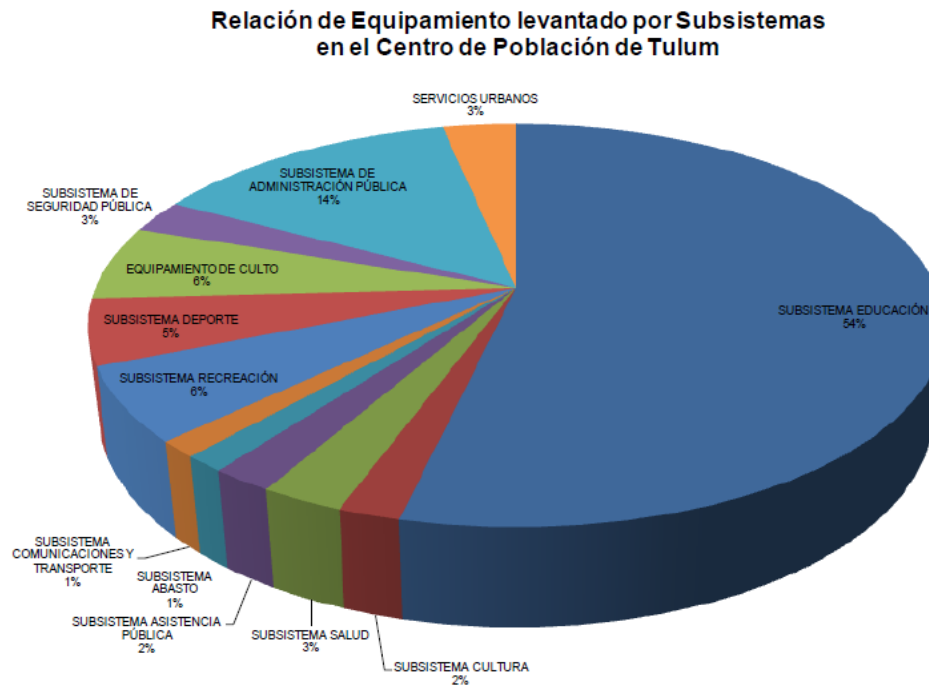


^{42,43} Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

5.2.3. EQUIPAMIENTO URBANO.

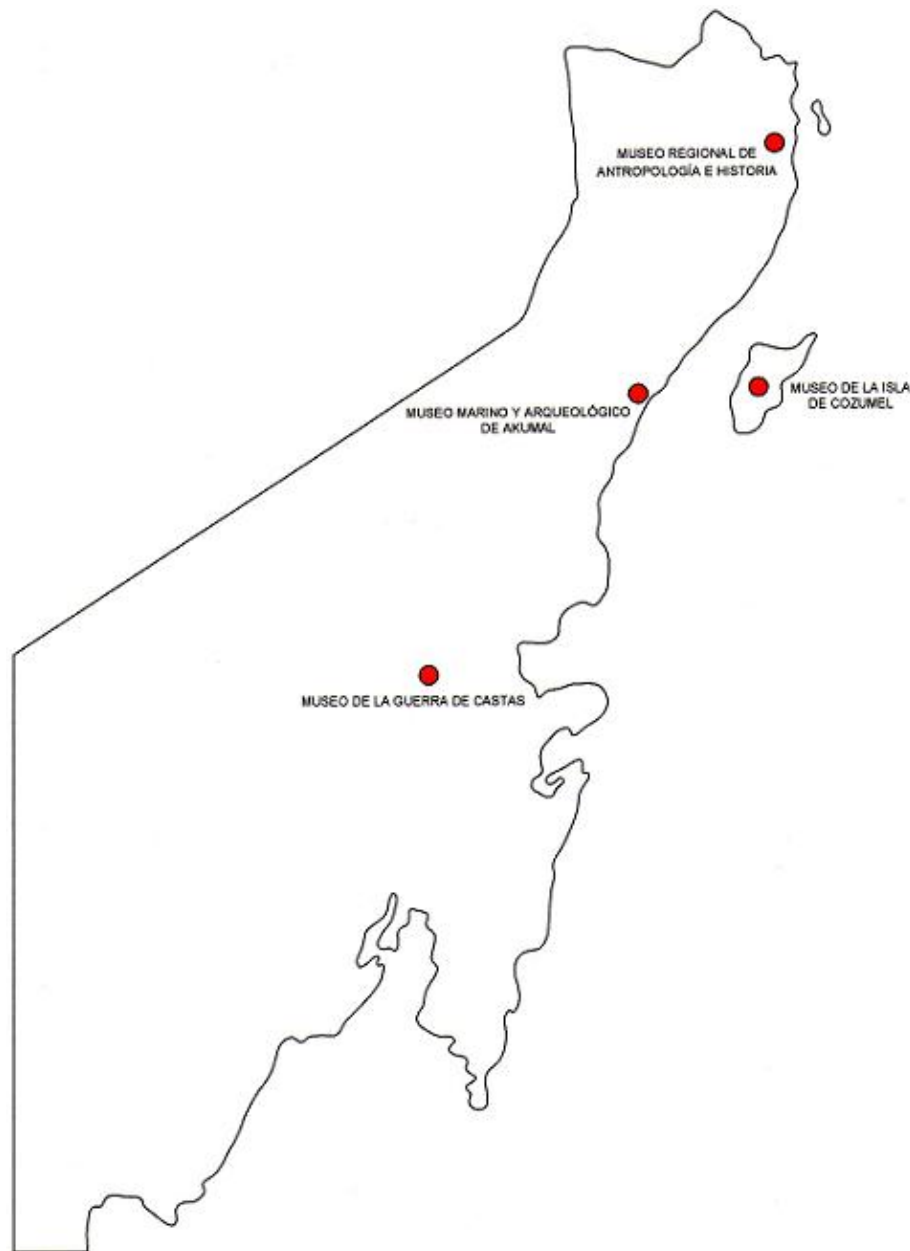
Haciendo un balance entre los equipamientos encontrados entre 2004 y 2010, estos se han incrementado considerablemente principalmente en el subsistema educativo (desde la básica hasta el nivel medio superior).

Los sectores menos atendidos son el subsistema en salud, de abasto, comunicaciones y transportes, cultura, asistencia pública y seguridad pública por lo que es apremiante por el grueso de población del municipio y primordial para la administración pública actual, establecer políticas y destinar recursos económicos públicos para cumplir con los requerimientos y de los espacios necesarios en el corto, mediano y largo plazo con base a los Criterios y Normas de Equipamiento Urbano a diversas escalas ya establecidos por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)⁴⁴.



⁴⁴ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

5.2.3.1. Museos existentes en el Estado de Quintana Roo.



Respecto al equipamiento similar al del proyecto ha desarrollar, sólo se cuentan en el estado cuatro museos: el Museo Marino y Arqueológico de Akumal, en la Ciudad del mismo nombre, en él se exhiben los restos del naufragio del barco "Nuestra Señora de los Milagros" de 270 toneladas, fabricado en Matanzas, Cuba, cañones y armas de guerra de cestos recuperados del Cenote de Xax-Cobá y estelas de la zona arqueológica de Chinkultik de Chiapas, el Museo Regional de Antropología e Historia, localizado en la Avenida Kukulcán a un costado del Centro de Convenciones en Cancún, su arquitectura moderna distribuye en dos secciones de una planta una exposición de la geografía e historia de la península de Yucatán, ilustra los aspectos principales de la vida de la civilización Maya con interesantes datos de sitios del antiguo imperio como Cobá, Tulúm y Kohunlich; el Museo de la Guerra de Castas, ubicado en la ciudad de Felipe Carrillo Puerto, en este museo se puede encontrar restos del episodio de la Guerra de Castas (1847-1902), y el Museo de la Isla de Cozumel, el cual es el atractivo de la ciudad, donde se muestra una síntesis de la historia de la isla, así como de los sistemas ecológicos de tierra y mar ⁴⁵.

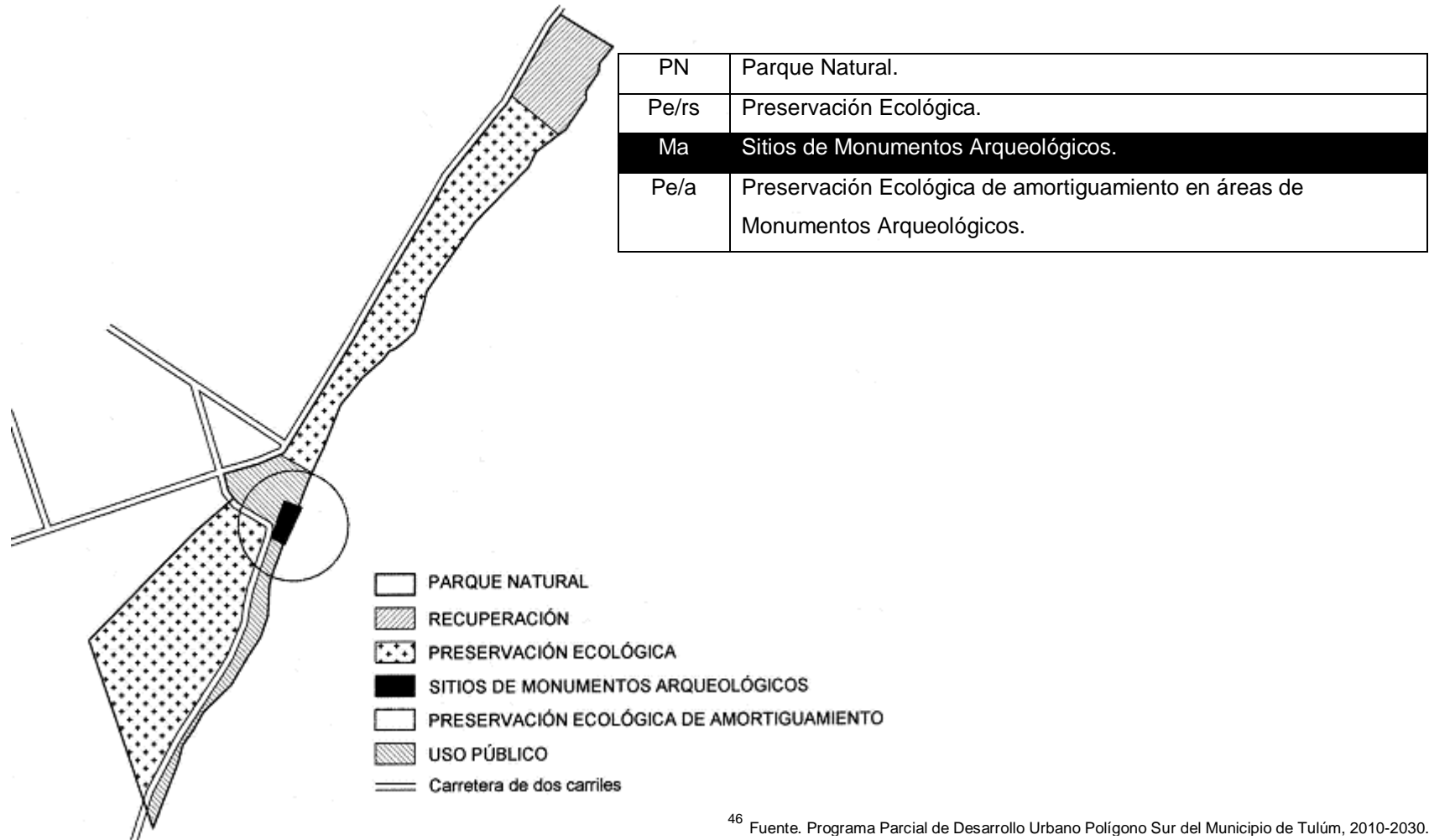
⁴⁵ Fuente. Página de Internet. <http://www.laregion.com.mx/qroo/guia/entretenimiento/museos.php>

Capítulo sexto.- **Normatividad**

6.1. Uso de Suelo.

Los criterios utilizados para la asignación de usos de suelo en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum se enfocaron en concentrar la zona de densidades altas hacia la parte Poniente del municipio al igual que la zona de Industria Ligera, manteniendo así, los usos con densidades bajas en la zona contigua a los ríos subterráneos, la reserva ecológica y la zona arqueológica.

A continuación se muestra la asignación de claves de uso de suelo, para la zona inmediata a la zona arqueológica ⁴⁶.



⁴⁶ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

Área de Conservación. Sus características de fisonomía y valores naturales y culturales forman parte del legado natural, histórico o artístico y que requieren de la aplicación de condicionantes para asegurar su conservación y mantenimiento. Las áreas se clasifican en: sitios arqueológicos y preservación ecológica de amortiguamiento en áreas de monumentos arqueológicos, áreas de protección ambiental o ecológica que incluye espacios en buen estado de conservación y que brindan un beneficio ambiental a la comunidad como la franja costera y aquellas zonas dedicadas a actividades ecoturísticas (área de cenotes y selva); áreas agrícolas tradicionales y que son parte del paisaje natural, núcleos, hitos o símbolos.

Área de Preservación Ecológica. Se consideran todas aquellas zonas que por sus elementos ambientales constituyen un patrimonio natural que por su importancia, escasez o valor mantiene valores ambientales, ciclos ecológicos e hidrológicos de importancia para la región y que deberán preservarse con la finalidad de evitar la desertificación y deterioro ambiental. En ellas solo se permitirán actividades de educación ambiental, investigación científica o el ecoturismo de observación de bajo impacto, se deberán adoptar medidas, modalidades y limitaciones que determinen planes de manejo y el Programa de Ordenamiento Ecológico Municipal.

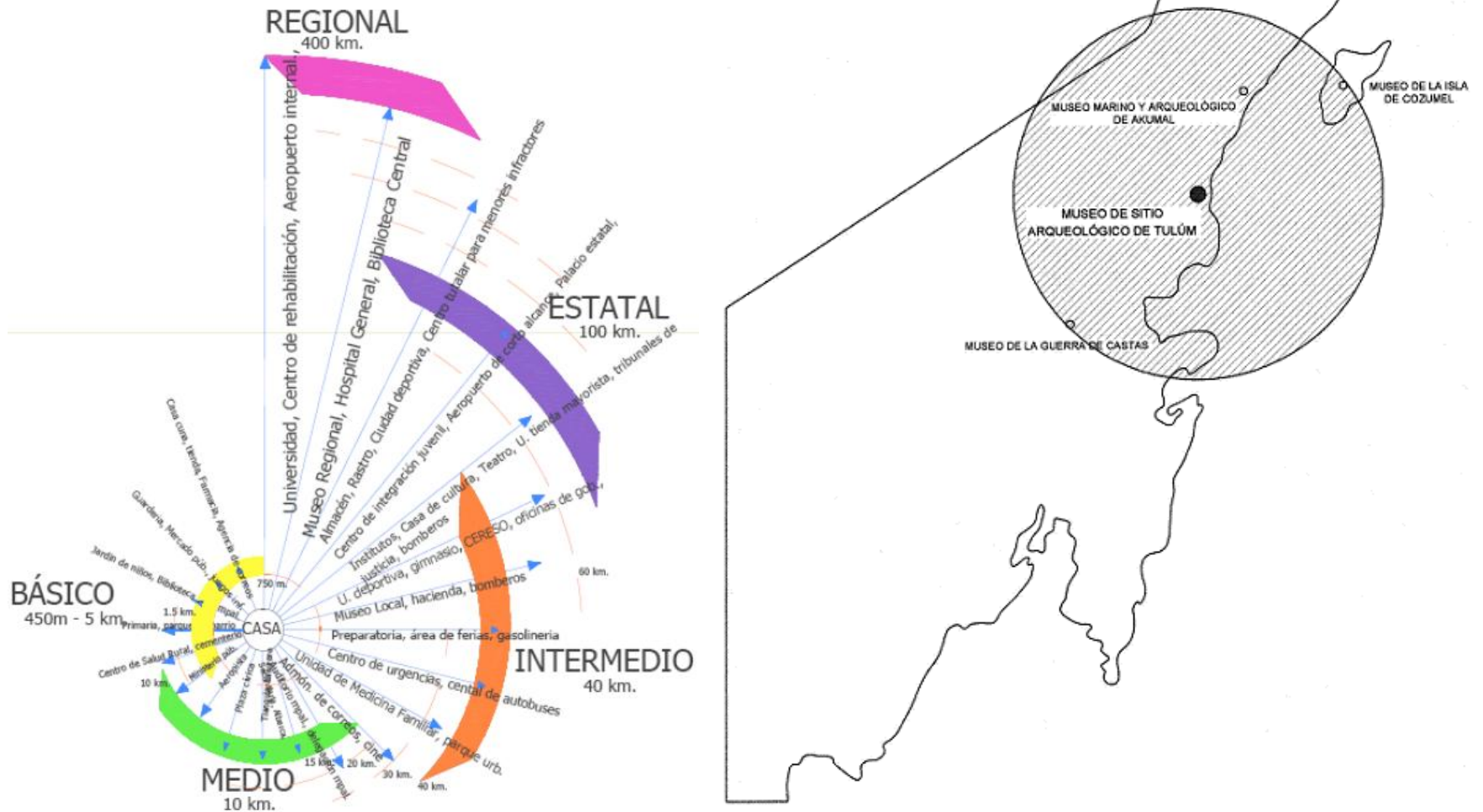
Como parte del aprovechamiento adecuado y sustentable, se plantean las acciones para la preservación, y conservación de las zonas de alto valor ambiental en el Programa Parcial del Polígono Sur de Tulúm.

- ✓ Garantizar que el crecimiento urbano no llegue hacia las zonas de preservación y conservación ecológica.
- ✓ Establecer un modelo de ordenamiento y crecimiento urbano-ecológico-sustentable, donde exista una revaloración por las zonas de preservación ecológica y estén protegidos por áreas verdes del lugar, así como estén interconectados por circuitos para bicicleta.
- ✓ Establecer actividades de bajo impacto como paseos, ciclistas y parques naturales y temáticos con PN en el perímetro de las zonas de PE/rs, donde prevalezca la cultura de la preservación de dichos espacios naturales y sirva como zona de amortiguamiento para dichas zonas ⁴⁷.

⁴⁷ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

6.2. Radio de Influencia.

Respecto al radio de influencia para el proyecto a desarrollar y de acuerdo con la normatividad vigente establecida por la SEDESOL, la clasificación entraría dentro del rango de equipamiento local, puesto que únicamente expondrá arqueología del sitio; abarcando así una distancia de hasta 50 km., como muestra el diagrama anexo ⁴⁸.



⁴⁸ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulum, 2010-2030.

6.3. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur, Municipio de Tulúm (PPDUPS).

Se integra en los diversos instrumentos de planeación y de ordenamiento del territorio, así como en los proyectos ecológicos y turísticos contemplados en el territorio estatal, para consolidar el turismo y la diversificación de las actividades en beneficio de los habitantes del municipio. Por lo que se establece el esquema de planeación integral, estratégico, incluyente y tendiente para consolidar el desarrollo urbano sustentable a corto, mediano y largo plazo, así como de la regulación del crecimiento y ordenamiento urbano del municipio.

Debido a los recientes proyectos detonadores promovidos a nivel nacional, estatal y local, al potencial turístico de Tulúm, se plantea como eje estructurador y motor al Desarrollo urbano en los mismos ordenes de planeación, con la regulación y ordenamiento del territorio de forma sustentable, estrechamente ligado a la conservación del medio ambiente a corto, mediano y largo plazo, en pleno ejercicio de la administración pública. Mediante la ejecución de un esquema de acciones, políticas y proyectos que fomenten el análisis y de la transformación de las debilidades para convertirlas en oportunidades y fortalezas a largo plazo ⁴⁹.

Los instrumentos en plena correlación con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Polígono Sur de Tulúm, Quintana Roo, son los siguientes:

1. Plan Estatal de Gobierno 2005-2011.
2. Plan Estratégico de Desarrollo Quintana Roo, 2025.
3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún-Tulúm 2001.
4. Programa Estatal de Desarrollo Urbano, 2002.
5. Programas Estatales y Sectoriales.
6. Programa Subregional de Desarrollo Urbano Turístico del Corredor Cancún-Riviera Maya (Región Caribe Norte).
7. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulúm.
8. Programa de Desarrollo Municipal 2005-2008.

⁴⁹ Fuente. Programa Parcial de Desarrollo Urbano Polígono Sur del Municipio de Tulúm, 2010-2030.

6.4. Reglamento de Construcción para la Zona Peatonal y Turística de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo ⁵⁰.

Debido a la reciente creación del Municipio de Tulum, las obras de construcción realizadas hasta este momento, deberán normarse por el Reglamento de Construcciones del Municipio de Solidaridad, y el Reglamento de Construcción para la Zona Peatonal y Turística de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Las características especiales y diferentes a los Reglamentos normalmente utilizados, se mencionan a continuación:

CAPÍTULO III

DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS

ARTÍCULO 5º.- Para fines de responsabilidad sobre la edificación de construcciones en la Zona Turística de Playa del Carmen, se contemplan varios puntos que deberán ser respetados en el proyecto, por el ingeniero o laboratorio donde se haya elaborado el cálculo estructural, el residente o supervisor de obra y principalmente del perito responsable.

3.- El diseño deberá considerarse para el soporte de los vientos de la región teniendo en cuenta que en el año de 1988 el huracán "Gilberto" logró alcanzar la categoría 5 la cual marca más de 250 kilómetros por hora.

4.- Deberá respetar en su proyecto, la altura máxima permisible de 3 niveles (planta baja y 2 niveles ó 8.00 metros), tomando en cuenta los niveles o desniveles del andador, calle, pavimento, etc., esta disposición viene legalmente decretada en el Plan de Ordenamiento de la Región denominada "Corredor Turístico Cancún - Tulum", publicada en el Periódico Oficial del Estado en el mes de julio de 1994.

5.- No deberá permitirse en ninguno de los casos la construcción de fosas sépticas, debido a que en la zona turística del andador peatonal se cuenta con servicio de drenaje sanitario.

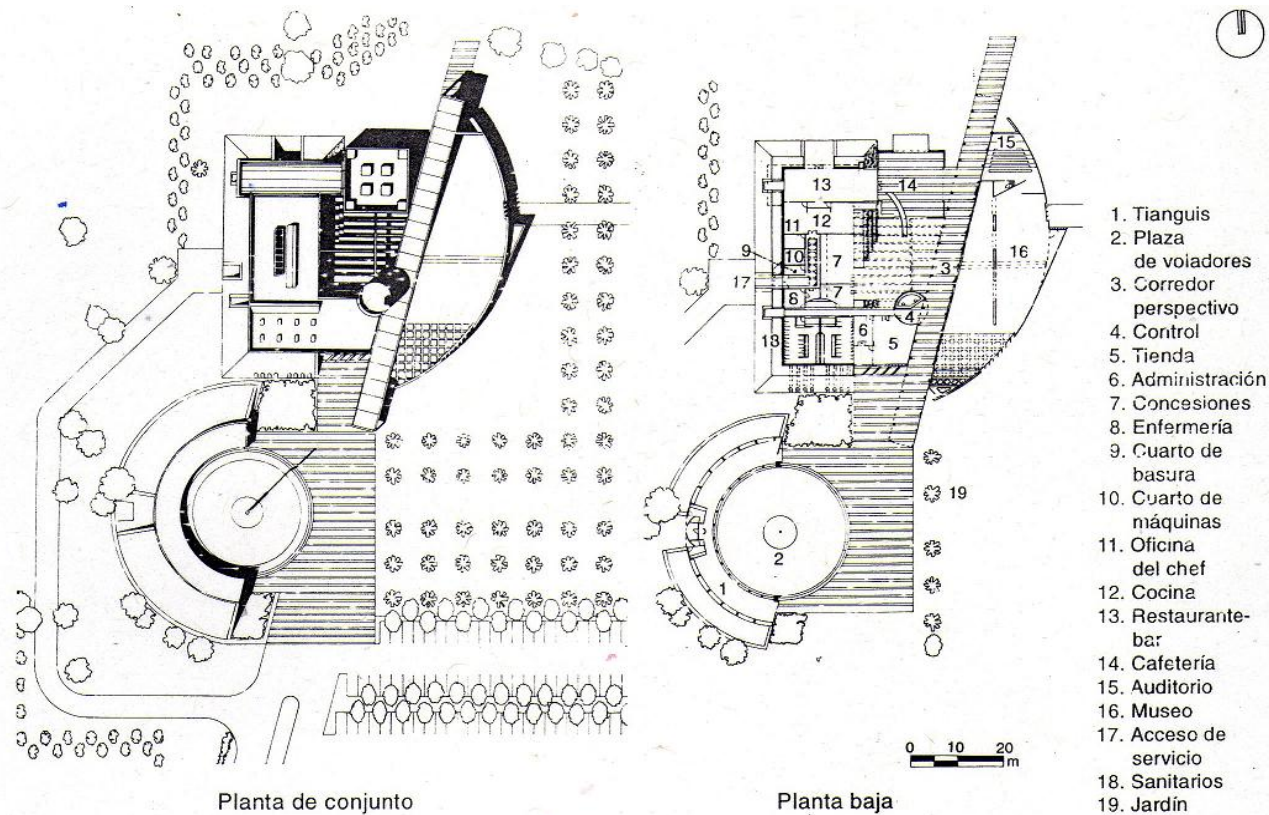
⁵⁰ Fuente. Reglamento de Construcción para la Zona Peatonal y Turística de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Capítulo séptimo.- Programa Arquitectónico

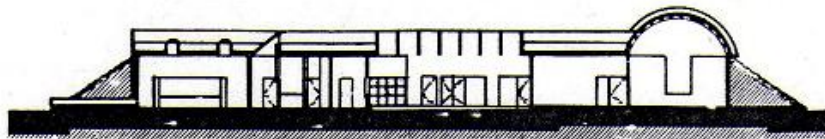
7.1. Modelos Análogos.

7.1.1. MUSEO DE SITIO EN EL TAJÍN, VERACRUZ.

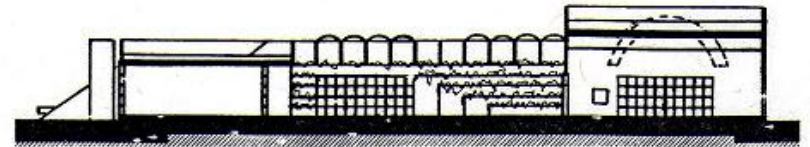
El conjunto del Tajín en Veracruz abarca una gran zona arqueológica que comprende un juego de pelota, palacios, plazas, plataformas y otras ruinas. El recinto para el *Museo de Sitio en El Tajín*, realizado por *Teodoro González de León*, en colaboración con Miguel Barbachano, se sitúa a 150 metros de la zona arqueológica. El concepto de distribución parte de un camino simbólicamente ascendente que va hacia las ruinas. El corredor abierto tiene remates visuales para los monumentos y puntos interesantes del paisaje. El acceso al museo se efectúa por medio del camino peatonal a través de un patio pergolado donde se ubican también la cafetería, restaurante, servicios sanitarios y comercios. Le precede una plaza circular donde se realizan las ceremonias de los Voladores de Papantla y, además, hay un edificio semicircular porticado donde están los puestos de venta de artesanías de la región.



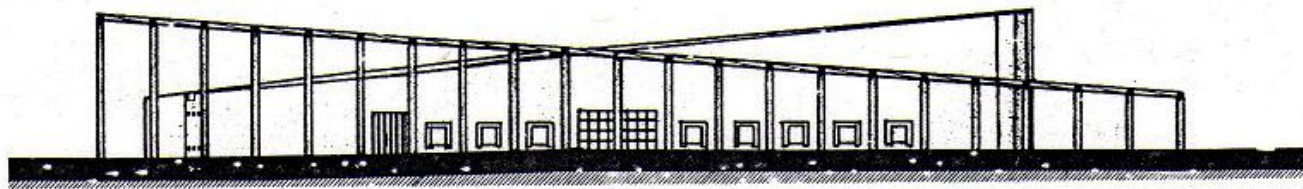
La composición formal es un ensamble de volúmenes contrastantes. Posee un volumen convexo del museo que hace eco al espacio cóncavo de la plaza de artesanías; el corredor ascendente se enfatiza con la cubierta descendente del museo; el cilindro de la recepción y el cuerpo de la cubierta del comedor juegan con el volumen cúbico de la cafetería. Los servicios están cubiertos con taludes de vegetación ⁵¹.



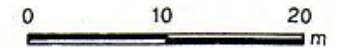
Corte por comedor



Corte por patio



Corte por corredor perspectivo



⁵¹ Fuente. Enciclopedia de Arquitectura Plazola.

⁵² Fuente imágenes a color. <http://www.bing.com/images/search?q=museo+tajin&go=&form=QBIR>.

7.1.2. MUSEO DE SITIO EN XOCHICALCO, MORELOS.

Las características físicas del Museo de Sitio de Xochicalco, en el estado de Morelos son un ejemplo a seguir en la construcción de nuevos recintos museográficos en el país y en el extranjero: autosuficiente y ecológico.

Inaugurado en abril de 1996, el museo luce en su exterior un color verde olivo con manchas ocre claro, con base roja, para lograr mimetizarlo con el monte que lo rodea, de esta forma no compite visualmente con la Zona Arqueológica de Xochicalco, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1999.

El museo, cuyo proyecto fue desarrollado por el doctor Rolando Dada Lemus, capta el agua de lluvia por las azoteas y es canalizada hacia enormes aljibes por debajo del edificio que tienen una capacidad de 556,000 litros. Esta agua sirve para abastecer los sanitarios, mantener las áreas verdes y es parte fundamental en los espejos y canales de agua que forman parte del sistema de ventilación. Las aguas residuales son tratadas y se dedican al riego de los jardines.

En la loma cercana a la explanada principal del centro ceremonial, se ubica el edificio bajo conceptos muy definidos en cuanto a su forma y función. Del estacionamiento se accede a un amplio espacio que, a través de un gran vitral nos ofrece una asombrosa panorámica de la zona arqueológica.

Se ingresa así a la primer sala donde puede verse, en el cruce de los ejes principales que generaron el proyecto, la maqueta de la zona e iniciar el recorrido por las demás salas. Hay también en esa sala introductoria una maqueta en piedra de mil años de antigüedad. La forma casi triangular de los salones y su perpendicular sistema de iluminación, nos invita a realizar el recorrido en el orden que los museógrafos han dispuesto y así vemos distintas piezas que nos conducen a través de la historia del centro ceremonial.

A la salida del museo, se llega a una plazoleta donde se puede tomar una calzada empedrada hacia las ruinas, o volver, rodeando el edificio y pasando junto a la cafetería, al estacionamiento. Toda la construcción ha sido planeada de manera que utilice la mayor cantidad de energía solar, tanto para generar electricidad que, almacenada en baterías de acumuladores, permite la iluminación nocturna y calentar el agua necesaria.

En las salas y pasillos se emplea la iluminación natural difundiendo por medio de prismas que la dirigen a donde es requerida, reduciendo la necesidad de iluminación artificial.

La temperatura interior se controla mediante el empleo de dobles muros hacia el exterior y aberturas en la parte inferior, por donde se toma el aire que al calentarse sube para salir por ventilas en la parte alta. Cabe aclarar que las tomas inferiores recolectan aire que se refrescó y humedeció, pues pasa sobre un canal circundante que lleva agua.

Dada su ubicación geográfica, Xochicalco es muy visitado, sobre todo al inicio de verano, en que los rayos del sol penetran perpendicularmente e iluminan de manera particular las cuevas, creando un ambiente misterioso ⁵³.



⁵³ Fuente página de internet. http://www.arts-history.mx/semanario/index.php?id_notas=15052007141238

7.1.3. MUSEO DE LAS CULTURAS DEL NORTE, ZONA ARQUEOLÓGICA DE PAQUIMÉ, CASAS GRANDES, CHIHUAHUA.

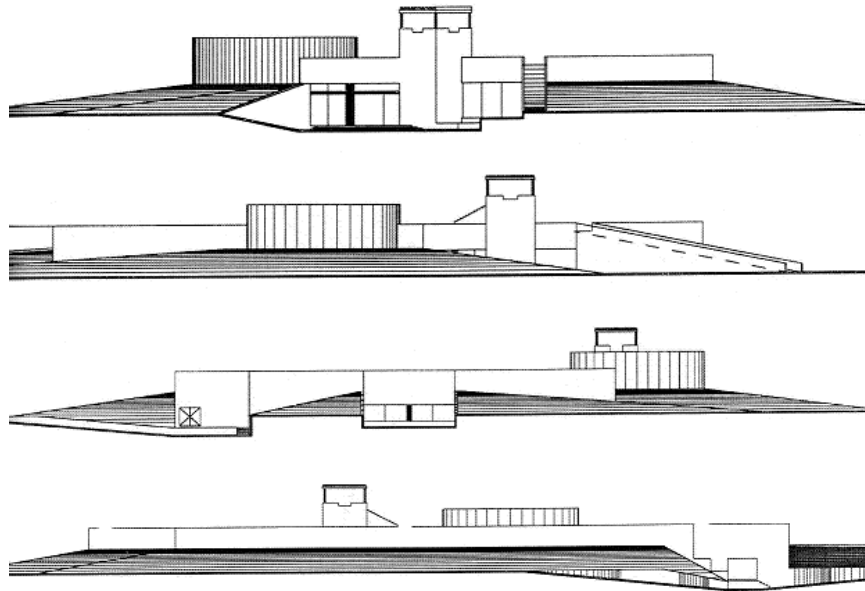
El carácter histórico y arqueológico del lugar, aunados a la fuerte presencia de las ruinas y a la belleza natural del paisaje y a la naturaleza definen limitantes específicas para este proyecto; desarrollado por el arquitecto Mario Schejtnan G. este museo de sitio recibió el Gran Premio Latinoamericano en la Bienal de Arquitectura en Buenos Aires, Argentina en el año de 1999.

El museo gira alrededor de un amplio patio circular y las tres salas de que consta, cada una de forma distinta y tema específico. El museo contiene además, salas para eventos educativos; librería y tienda; cafetería al interior y al exterior; amplio vestíbulo para eventos y reuniones; sala de conferencias e información y cubículo de control y vigilancia; sanitarios y servicios; talleres y bodegas. La forma circular del patio central y la terraza pergolada se pueden adaptar para que funcione como escenario para representaciones de danza, teatro o música. La azotea del edificio es accesible mediante rampas y funciona como un pequeño jardín botánico con plantas de la región y como un amplio mirador que permite observar las ruinas y el paisaje desértico.

Los muros circulares al exterior se recubrieron con piedra de la región de un color oxidado y rojizo, enfatizando su mimesis con los colores del paisaje. Los muros rectos a manera de grandes placas alargadas fueron aplanados pintándolos en un color tierra o arena.



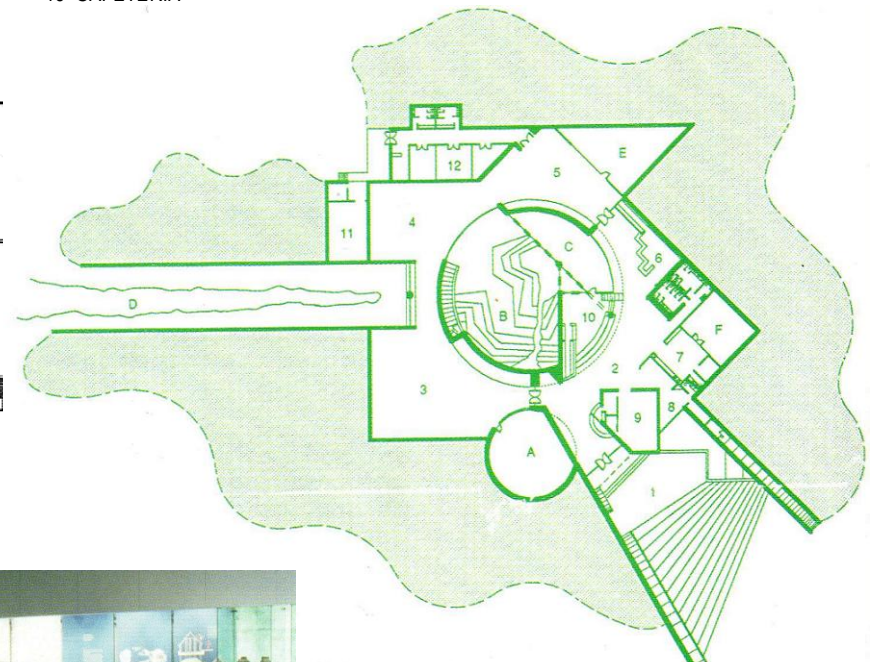
En suma, es un edificio que se integra al paisaje sin competir con el entorno arqueológico, con personalidad propia y contemporánea, que resalta la experiencia museográfica pero se complementa con lecturas ambientales que invitan a la reflexión, al descanso y al gozo ⁵⁴.



- 1 PLAZA DE ACCESO
- 2 VESTÍBULO
- 3 SALA DE EXPOSICIÓN 1
- 4 SALA DE EXPOSICIÓN 2
- 5 SALA DE EXPOSICIÓN 3
- 6 TIENDA EL MUSEO
- 7 ACTIVIDADES INFANTILES
- 8 ADMINISTRACIÓN
- 9 VIDEO/INFORMACIÓN
- 10 CAFETERÍA

- 11 CUARTO DE INSTALACIONES
- 12 SERVICIOS MUSEOGRÁFICOS

- A PATIO DEL DESIERTO
- B PATIO CENTRAL
- C CAFETERÍA TERRAZA/PÉRGOLA
- D PATIO CANON/RÍO
- E PATIO BOSQUE
- F PATIO DE NIÑOS



⁵⁴ Fuente texto e imágenes. Revista Enlace No.79, Museos, Auditorios y Bibliotecas, 1998.

7.1.4. ACADEMIA DE CIENCIAS DE CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS.

El estudio del Pritzker Renzo Piano con la colaboración de la Stantec Architecture de San Francisco se han encargado de firmar el museo más ecológico del mundo. Se trata de la nueva sede de la Academia de las Ciencias de California de EEUU, ubicada en pleno parque Golden Gate. Su estructura está naturalmente integrada, es como si surgiera del césped y se mimetizara con el entorno al estar recubierta de un manto verde.

El cuidado del medioambiente empezó con la elección de los materiales, primero, minimizando la cantidad y, después, eligiéndolos ecológicos, básicamente, piedra caliza, vidrio extra blanco y concreto. También los hay reciclados, algunos tan curiosos como el algodón obtenido de pantalones vaqueros que forman parte de los muros como aislamiento acústico.

El edificio es bioclimático. Está orientado para aprovechar al máximo la luz diurna [hasta un 90% de las necesidades] y las posibilidades de ventilación y climatización natural. Tampoco hay casi colores en su decoración, creando un entorno neutro y captador de luz.

La cubierta verde a la que se ha dado un nombre lleno de simbolismo se ha convertido en la imagen del nuevo museo. Pero también provee de aislamiento superior a todo el complejo, que se traduce sobre todo en un uso reducido de energía para aire acondicionado, al ser la cubierta la parte más expuesta al sol del verano. Esta cubierta verde también absorbe el agua de lluvia y evita así el desaprovechamiento de 13,6 millones de litros de agua. La vegetación empleada en el techo vivo cubre 10,000 m² y está formada por nueve especies diferentes de plantas nativas de la región de California, que no necesitan irrigación artificial, con lo que el mantenimiento y aporte de recursos ajenos al sistema natural es mínimo o nulo. Las plantas y sus flores atraen a otras especies autóctonas (insectos, aves) y beneficiosas para el sistema. El techo vivo integra el edificio en el paisaje y es una atracción visitable del museo.

La calefacción la provee un sistema de suelo radiante que reduce de un 5 a un 10% las necesidades energéticas para calentar el espacio, combinado con el sistema de recuperación de calor del sistema de ventilación forzada. El mantenimiento de condiciones de humedad constante en diversas colecciones se realiza mediante sistemas de humidificación por osmosis inversa, que tienen un consumo energético un 95 % menor que el resto. La forma ondulante del techo permite la entrada de aire a la plaza central, que actúa ventilando de manera natural y no forzada los espacios expositivos a su alrededor. En lo alto de estas cúpulas o colinas, los lucernarios se abren o cierran automáticamente para dejar salir el aire caliente del interior.

También hay ventanas equipadas con motores que se abren o cierran automáticamente para permitir o no la entrada de aire fresco al edificio. En las oficinas del personal del museo se utilizan también ventanas de apertura manual. Todos los vidrios del edificio están pensados para reducir el aporte de calor exterior.

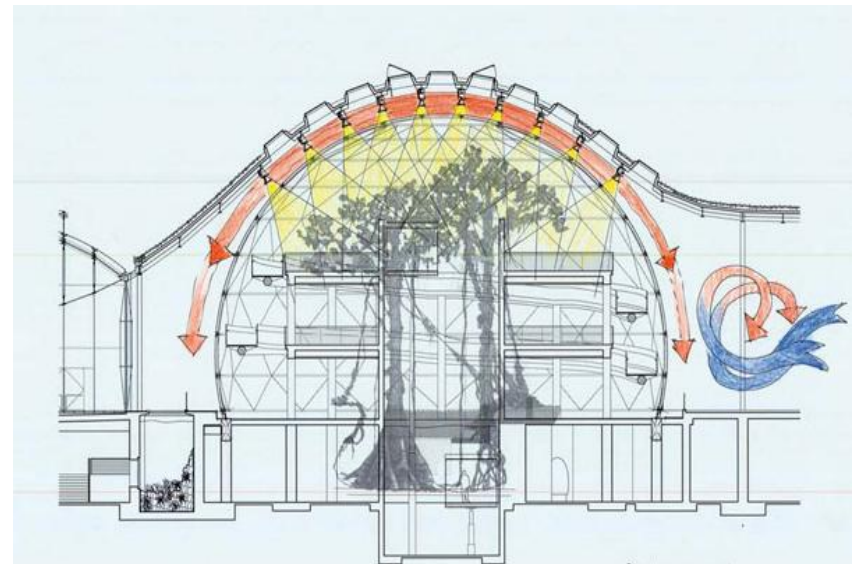
El edificio también está equipado con sensores de luz que regulan la luz artificial en función de la entrada de luz diurna. A lo largo del perímetro del techo que protege todo el complejo, 60.000 células fotovoltaicas proporcionan casi 213.000 kWh de energía limpia cada año, aproximadamente un 10 % de las necesidades del museo. Se han empleado células multicristalinas de alta eficiencia (llegan a alcanzar un 20%).

Otros sistemas menos visibles pero que igualmente ayudan a ahorrar agua potable y energía son todos los dispositivos de ahorro de agua para los inodoros y mingitorios.

En cuanto a la reducción del impacto ambiental del transporte, la Academia de las Ciencias dispone de un parking seguro para bicicletas y de una estación de recarga para vehículos eléctricos.

La Academia de Ciencias de California recibió la máxima certificación a un edificio sostenible, la LEED platino del US Green Building Council. Es oficialmente, el primer museo verde del mundo ⁵⁵.

⁵⁵ Fuente página de internet. http://es.wikiarquitectura.com/index.php?title=Academia_de_las_Ciencias_de_California



⁵⁶ Fuente imágenes. <http://www.bing.com/images/search?q=academia+de+las+ciencias+de+california&FORM=BIFD>

7.2. Arquitectura Maya.

7.2.1. LA CASA MAYA TRADICIONAL.

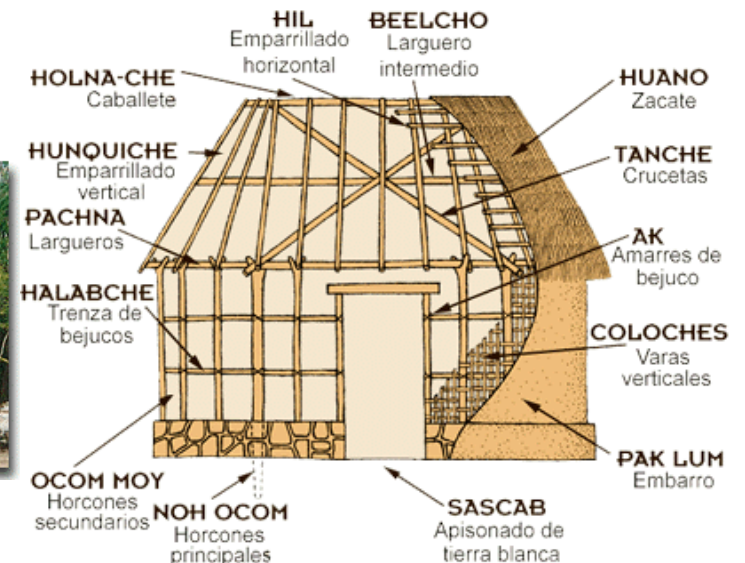
La casa maya prehispánica estuvo hecha de materiales orgánicos perecederos. Se cree que fue muy parecida a las viviendas rurales de hoy, pues los conquistadores españoles arribados en el siglo XVI sólo se interesaron por los edificios ceremoniales y no intervinieron en las habitaciones populares. Éstas, originalmente, se hallaban sobre plataformas de baja altura que delimitaban el espacio de cada núcleo familiar y que incluían entierros.

En la actualidad, los solares se marcan con bajos muros de piedras colocadas sin mezcla y llamados albarradas. Dentro de cada solar están la choza, el pozo, la letrina, el gallinero, la huerta y la batea para lavar la ropa, techada rústicamente.

La casa es una sola pieza, de planta rectangular y cabeceras semicirculares. No tiene ventanas y cuenta con una puerta central que ve hacia el este. A veces hay una puerta más, orientada hacia el oeste: es para comunicar con otra choza que sirve de cocina y granero; la cocina tradicional consta de tres piedras que sostienen un comal. Al colgársele hamacas, esa habitación única se convierte en dormitorio.

Los pisos están hechos de sascab, tierra blanca compacta puesta sobre un empedrado. Los muros son un armazón hecho de horcones y varas con embarro, y están blanqueados a la cal. En ocasiones, también incluyen un zócalo de piedra.

Como techumbre o palapa se utiliza una estructura de maderas cubierta de palma o zacate. En estas construcciones no hay metales y todo se amarra con bejucos.



7.2.2. URBANISMO.

Las zonas arqueológicas mayas son apenas una parte de lo que fueron grandes centros religiosos, políticos y comerciales. Allí, a partir de ciertos ejes, se agrupaban las amplias plazas escalonadas, vínculo a su vez con plataformas donde había templos, palacios y pirámides. La traza urbana es ordenada, de acuerdo a un patrón de medidas y a un simbolismo mágico aunque en ocasiones las calzadas, plazas, templos y pirámides se distribuían según las posibilidades de cada sitio.

Estas ciudades, que en la península de Yucatán (México) surgieron próximas a grandes pozos de agua natural, llamados cenotes, estaban comunicadas entre sí por sacbés, o caminos blancos. En ellas se realizaban ceremonias religiosas, se practicaba el sacro juego de pelota y, en días específicos, se instalaba el mercado.

Durante el periodo Posclásico (900-1500) aparecieron murallas. La clase alta, integrada por nobles y sacerdotes, habitaba intramuros, en grupos de señoriales casas y palacios. El pueblo vivía en los alrededores de las acrópolis, ocupando rústicas chozas agrupadas en núcleos familiares junto a los campos de maíz.

7.2.3. ESTILOS.

Los mayas crearon una arquitectura unificada. Dentro de esa visión estilística, y a través de periodos e influencias, se fueron dando manifestaciones regionales con características propias. En conjunto, ellas resumen los vínculos de un lugar con otro y sus pasos evolutivos.

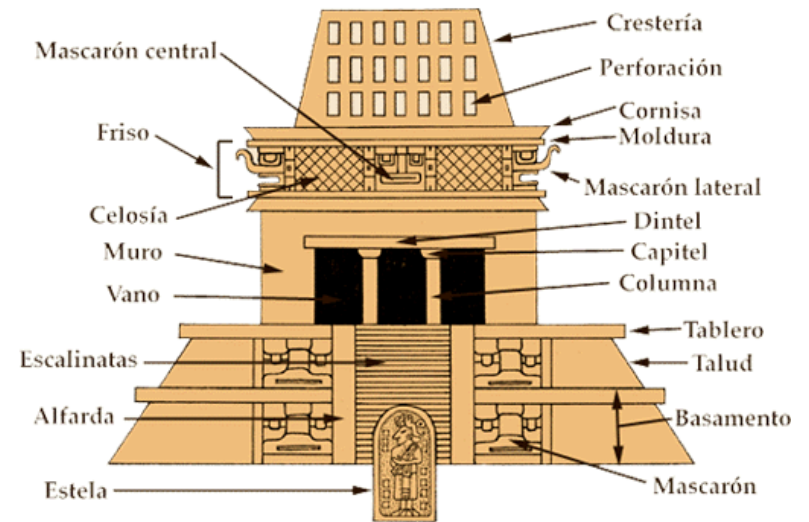
El estilo para la costa de Quintana Roo estuvo bajo influencia tolteca, posee regularidades propias: espaciosos templos con columnas interiores, techos planos sostenidos por vigas de madera, pórticos con columnas cilíndricas, dinteles ligeramente remetidos, las cornisas semejan ataduras y los frisos tienen nichos. Las principales ciudades de este estilo son Tulúm, El Rey, San Gervasio y El Meco.

7.2.4. ELEMENTOS EN FACHADAS.

Es en los frisos donde intervienen más elementos; por ejemplo, celosías tipo los emparrillados de varas de las casas rurales. Hay también celosías en miniatura, o a manera de pequeñas columnas que parecen troncos.

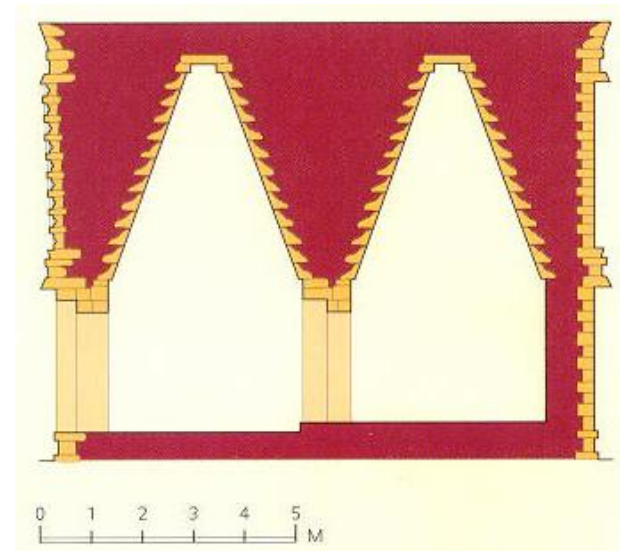
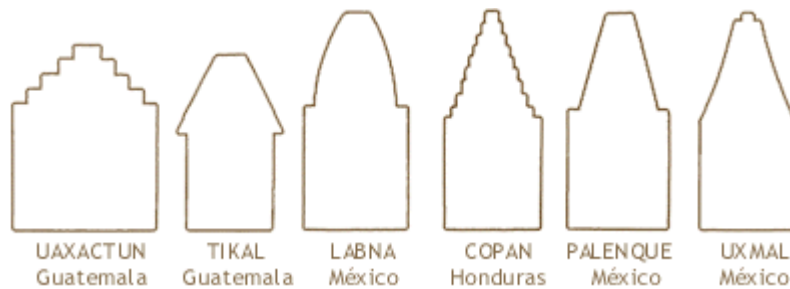
Son abundantes las formas geométricas y las grecas que simbolizan serpientes, así como otras imágenes de animales, flores y representaciones humanas. Muros relativamente delgados forman las cresterías, que le dan al edificio mayor altura y presencia; además, éstas quizá servían como marcadores astrales.

Las construcciones de piedra estuvieron cubiertas por un aplanado de estuco y pintadas generalmente de rojo. Todos estos elementos, que pudieran parecer sólo decorativos, forman un mosaico de símbolos sagrados.



7.2.5. LA BÓVEDA MAYA.

La bóveda maya techó tumbas, cámaras y otros recintos. Se hacía con hiladas sucesivas de piedras en saledizo, sobreponiendo en el vértice otra piedra como tapa. Se la llama arco falso porque no trabaja como cuña; dado que la piedra clave no rigidiza la estructura, los mayas no pudieron desarrollar claros amplios en el interior de sus templos. Hay arcos mayas como remate de algún sacbé (camino blanco) y en pasadizos a través de edificios.



7.2.6. PINTURA MURAL.

No son muchos los templos mayas decorados con murales. Los más significativos se hallan en Uaxactún, Mulchic, Chichén Itzá, Tulúm y Bonampak (ilustración), siendo estos últimos los de mayor refinamiento y calidad.

Se les pintó con la técnica del fresco, usando para ello una rica paleta de colores de origen mineral y vegetal, en la que debido a su luminosidad destaca el "azul maya", similar al turquesa.

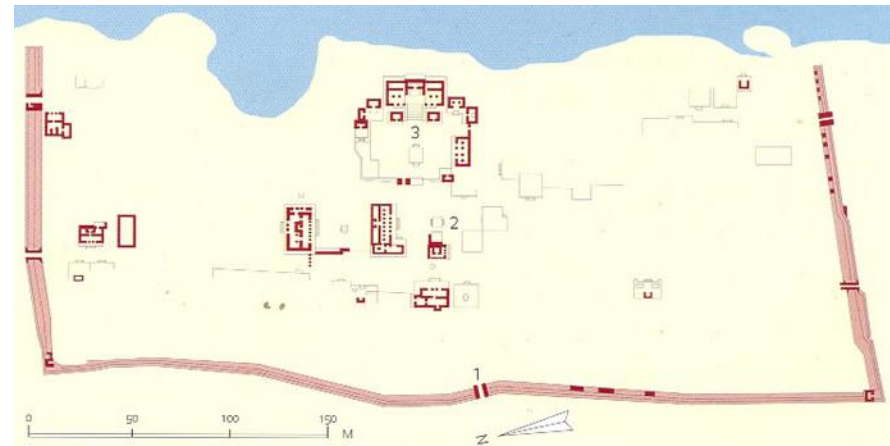
Por lo general, los murales representan escenas guerreras y ceremoniales y son fuente invaluable de información sobre los ritos, atuendos y una vasta parafernalia vinculados con la nobleza. Hay, asimismo, personajes a los que se identifica como gobernantes.



7.2.7. ARQUITECTURA DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TULÚM.

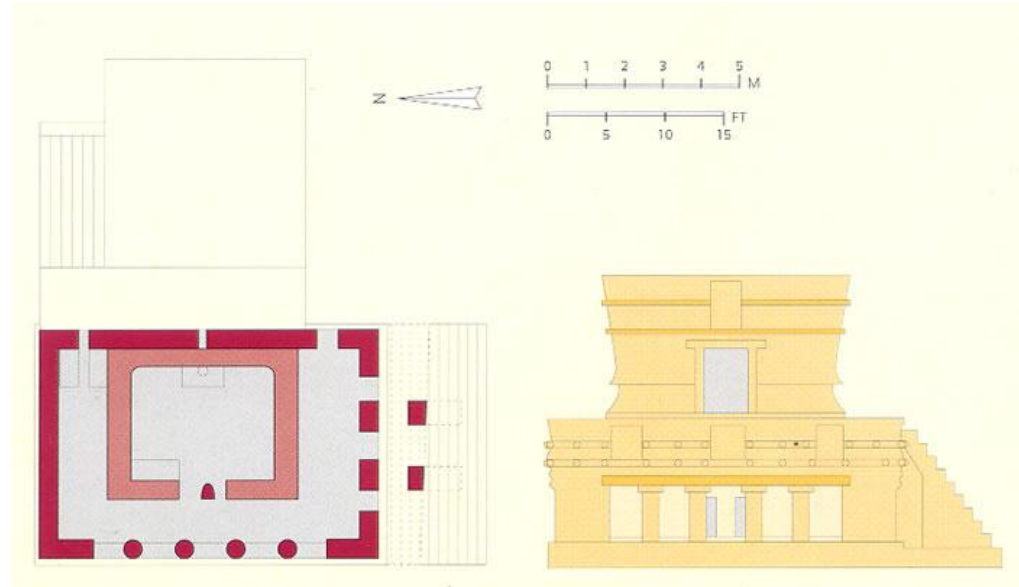
A orillas del Caribe y rodeado de murallas que completan la defensa natural de los altos acantilados, el emplazamiento de Tulúm presenta, alrededor del Castillo central, una serie de templos secundarios, que junto con el Templo de los frescos representan las estructuras más importantes.

1. Salida
2. El Castillo
3. Templo de los Frescos



La mole del Castillo, sigue siendo impresionante, pero su realización ha perdido en calidad, el aparejo es irregular y la mampostería tosca. En la parte superior, el templo, precedido por una gran escalinata saliente, incluye una *cella* con columnas cilíndricas.

Con su arquitectura vulgar y sus formas desconcertantes, Tulum lleva la marca de la decadencia. El Templo de los frescos, con sus bastas columnas de mampostería y su friso ondulante, es la expresión de un mundo que agoniza.



PLANTA Y ALZADO DEL TEMPLO DE LOS FRESCOS



EL CASTILLO



TEMPLO DE LOS FRESCOS

7.3. Principios básicos de sustentabilidad.

La arquitectura sustentable, también denominada arquitectura sostenible, arquitectura verde, eco-arquitectura y arquitectura ambientalmente consciente, es un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.

Los principios de la arquitectura sustentable incluyen:

- ⊕ La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto.
- ⊕ La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético.
- ⊕ La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables.
- ⊕ La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.
- ⊕ El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.

Energía y arquitectura.

La eficiencia energética es una de las principales metas de la arquitectura sustentable, aunque no la única. Los arquitectos utilizan diversas técnicas para reducir las necesidades energéticas de edificios mediante el ahorro de energía y para aumentar su capacidad de capturar la energía del sol o de generar su propia energía.

Entre estas estrategias de diseño sustentable se encuentran la calefacción solar, el calentamiento solar de agua, la generación eléctrica solar, la acumulación freática o la calefacción geotérmica, y más recientemente la incorporación en los edificios de generadores eólicos.

Calefacción eficiente.

Los sistemas de climatización (ya sea calefacción, refrigeración o ambas) son un foco primario para la arquitectura sustentable porque son típicamente los que más energía consumen en los edificios. En un edificio solar pasivo el diseño permite que éstos aprovechen la energía del sol eficientemente sin el uso de ciertos mecanismos especiales, como por ejemplo: células fotovoltaicas, paneles solares y colectores solares. Estos mecanismos especiales se encuadran dentro de los denominados sistemas solares activos. Los edificios concebidos mediante el diseño solar pasivo incorporan la inercia térmica mediante el uso de materiales de construcción que permitan la acumulación del calor en su masa térmica como el concreto, la mampostería de tabique común, la piedra, el adobe, el agua, entre otros.

Las ventanas se utilizan para maximizar la entrada de la luz y energía del sol al ambiente interior mientras se busca reducir al mínimo la pérdida de calor a través del cristal. En climas cálidos a tropicales se utilizan otras estrategias. El uso del doble vidrio hermético (DVH) reduce a la mitad las pérdidas de calor aunque su costo es sensiblemente más alto.

Enfriamiento eficiente.

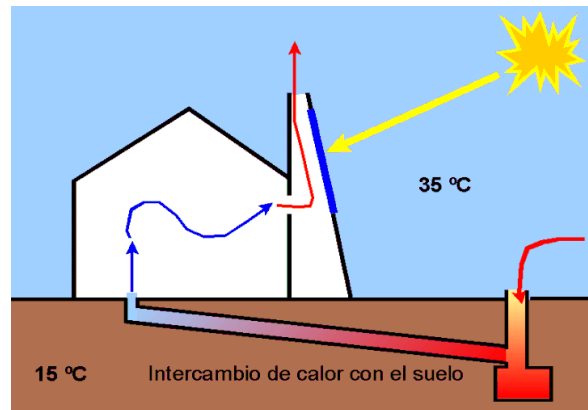
Cuando por condiciones particulares sea imposible el uso del refrescamiento pasivo, como por ejemplo, edificios en climas con veranos cálidos o con usos que implican una gran generación de calor en su interior (iluminación artificial, equipamiento electromecánico, personas y otros) será necesario el uso de sistemas de aire acondicionado. Dado que estos sistemas usualmente requieren el gasto de 4 unidades de energía para extraer 1 del interior del edificio, entonces es necesario utilizar fuertes y activas estrategias de diseño sustentable. Entre otras:

- ⊕ Adecuada protección solar en todas las superficies vidriadas.
- ⊕ Evitar el uso de vidrios en techos.
- ⊕ Buen aislamiento térmico en muros, techos y vidrios.
- ⊕ Concentrar los espacios de gran emisión de calor (ejemplo: computadoras, cocinas, etc.) y darles buena ventilación.
- ⊕ Ventilar los edificios durante la noche.

Refrescamiento pasivo.

En climas muy cálidos donde es necesario el refrescamiento el diseño solar pasivo también proporciona soluciones eficaces. Los materiales de construcción con gran masa térmica tienen la capacidad de conservar las temperaturas frescas de la noche a través del día. Para esto es necesario espesores en muros o techos que varían entre los 15 a 60 cm. Es necesario prever una adecuada ventilación nocturna que barra la mayor superficie interna evitando la acumulación de calor diurno. Puede mejorarse significativamente la ventilación en el interior de los locales con la instalación de una chimenea solar.

Durante el día la ventilación debe ser mínima. Así al estar más frescos los muros y techos tomarán calor corporal dando sensación de frescura. En climas muy cálidos los edificios se diseñan para capturar y para encauzar los vientos existentes, particularmente los que provienen de fuentes cercanas de humedad como lagos o bosques. Muchas de estas estrategias valiosas son empleadas de cierta manera por la arquitectura tradicional de regiones cálidas.



Producción de energías alternativas en edificios.

Las energías alternativas en la arquitectura implican el uso de dispositivos solares activos, tales como paneles fotovoltaicos o generadores eólicos que ayudan a proporcionar electricidad sustentable para cualquier uso. Para conocer la pendiente óptima del panel fotovoltaico en invierno (cuando el día es más corto y la radiación solar más débil) hay que restar al valor de la latitud del lugar el ángulo de la altura del sol. Se han construido edificios que incluso se mueven a través del día para seguir al sol.

Los generadores eólicos se están utilizando cada vez más en zonas donde la velocidad del viento es suficiente con tamaños menores a 8 m de diámetro. Los sistemas de calefacción solar activos mediante agua cubren total o parcialmente las necesidades de calefacción a lo largo del año de una manera sustentable. Los edificios que utilizan una combinación de estos métodos alcanzan la meta más alta que consiste en una demanda de energía cero y en los 80s se denominaban autosuficientes.

Implantación y emplazamiento.

La localización del edificio es un aspecto central en la arquitectura sustentable y a menudo no es tomada muy en cuenta. Aunque muchos arquitectos ecologistas sugieren la localización de la vivienda u oficinas ideal en medio de la naturaleza o el bosque esto no siempre es lo más aconsejable; ya que resulta perjudicial para el ambiente natural. Al estar aisladas aumentan el consumo de energía requerida para el transporte y conducen generalmente a emisiones innecesarias de gases de efecto invernadero. Debe buscarse una localización urbana o suburbana cercana a vías de comunicación buscando mejorar y fortalecer la zona. Esta es la actual tendencia del nuevo movimiento urbanista. Una cuidadosa zonificación mixta entre áreas industriales (limpias), comerciales y residenciales implica mejor accesibilidad para poder viajar a pie, en bicicleta, o usando el transporte público.

Materiales para edificios sustentables.

Los materiales adecuados para su uso en edificios sustentables deben poseer características tales como bajo contenido energético, baja emisión de gases de efecto invernadero como CO₂, ser reciclados, contener el mayor porcentaje de materiales de reutilización, entre otros. En el caso de maderas evitar las provenientes de bosques nativos y utilizar las maderas de cultivos como el pino, y el eucalipto, entre otras especies. Entre los materiales usados en la construcción que más energía propia poseen se encuentran el aluminio primario (215 MJ/kg), el aluminio comercial con 30% reciclado (160 MJ/kg), el neopreno (120 MJ/kg), las pinturas y barnices sintéticos (100 MJ/kg), el poliestireno sea expandido o extruido (100 MJ/kg) y el cobre primario (90 MJ/kg), junto a los poliuretanos, los polipropilenos y el policloruro de vinilo PVC.

Manejo de residuos

La arquitectura sustentable se centra en el uso y tratamiento de los residuos en el sitio, incorporando cosas tales como sistemas de tratamiento de aguas grises mediante filtros. Estos métodos, cuando están combinados con la producción de composta a partir de basura orgánica y la separación de la basura, pueden ayudar a reducir al mínimo la producción de desechos.

Azoteas verdes

Un techo verde, azotea verde o cubierta ajardinada es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación y tiene la función de mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir tecnologías que cumplen una función ecológica.

Los techos verdes se pueden usar para:

- ⊕ Cultivar frutas, verduras y flores.
- ⊕ Mejorar la climatización del edificio.
- ⊕ Reducir la temperatura de la azotea de 80°C a no más de 25°C.
- ⊕ Prolongar la vida del techo (requiere mantenimiento cada 35 años).
- ⊕ Reducir el riesgo de inundaciones, puesto que absorbe el 90% del agua de lluvia.
- ⊕ Filtrar contaminantes y CO₂ del aire.
- ⊕ Actuar como barrera acústica; el suelo bloquea los sonidos de baja frecuencia y las plantas los de alta frecuencia.
- ⊕ Filtrar contaminantes y metales pesados del agua de lluvia.
- ⊕ Proteger la biodiversidad.
- ⊕ Integrar el edificio al entorno.
- ⊕ Ahorrar hasta en un 40% los gastos de aire acondicionado.

Los techos verdes pueden ser clasificados en intensivos y extensivos, según la profundidad del medio de cultivo y del grado de mantenimiento requerido. Los techos intensivos son de tipo parque con fácil acceso y pueden incluir desde pasto, arbustos y hasta árboles pequeños. Los techos extensivos en cambio, están diseñados para requerir un mínimo de atención, tal vez desmalezar una

vez al año o una aplicación de abono de acción lenta para estimular el crecimiento. En general los techos extensivos se visitan sólo para su mantenimiento.

Otra distinción importante son los techos horizontales o con pendiente. El declive de estos últimos reduce el riesgo de mal drenaje del agua, si bien presenta también mayores problemas para mantener húmeda la tierra.

Las cubiertas ajardinadas incorporan bajo la tierra una lámina geotextil antirraíces para evitar que filtraciones de arena puedan obstruir los drenajes, así como para impedir que las raíces de las plantas puedan dañar los elementos inferiores de la construcción. También suelen incorporar paneles de nódulos, que poseen relieves en forma de botón donde pueden embalsar una pequeña cantidad de agua. De esta manera, las plantas pueden acceder a esa reserva en temporadas secas. Bajo estas láminas se ubica el aislamiento térmico (normalmente paneles rígidos) para soportar el peso de la tierra y las plantas sin deformarse y la lámina impermeabilizante del propio edificio.

Los techos verdes típicamente tienen los siguientes componentes:

- ⊕ Impermeabilizante Antirraíz: Es una capa de impermeabilizante especial que impide que las raíces de la vegetación puedan dañarlo.
- ⊕ Aislante: Protege la losa del calor o frío en exceso.
- ⊕ Capa de drenaje: Permite que el agua que no alcanza a retener el sustrato se pueda drenar.
- ⊕ Filtro: Evita que el sustrato se erosione con el agua.
- ⊕ Sustrato: Es el medio en el cual crece la planta (tierra especial).
- ⊕ Vegetación: Puede ser casi cualquier planta.



7.4. Programa de necesidades.

El diseño de un museo de sitio en una zona arqueológica constituye un desafío donde confluyen arquitectura contemporánea y prehispánica, infraestructura cultural y turismo, sustentabilidad y territorio.

Dentro de los posibles lugares sugeridos por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), la elección de Tulúm, en la costa de Quintana Roo, responde a razones de variada índole: desde la espectacularidad de su emplazamiento paisajístico y la relevancia histórico-arquitectónica del conjunto, hasta el renombre del lugar en el mundo.

Situado en la zona turística de la Riviera Maya, Tulúm es el tercer sitio arqueológico más visitado de México, con picos de más de 2,000 visitantes diarios. Esta condición implica, junto con el gran potencial de afluencia de público, un continuo desbordamiento de sus infraestructuras y una amenaza para su conservación.

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano y en plena correspondencia con el INAH, se desarrollará un museo con una superficie total de 15,000 m², situada fuera del área amurallada. Considerando ejemplos poco afortunados en este ámbito, cuyo afán protagónico compite con la arquitectura preexistente, se busca privilegiar lenguajes contemporáneos capaces de dialogar con el paisaje y el legado prehispánico desde una actitud discreta. Esto implica también tener en cuenta la topografía y los materiales locales, el clima y la luz, así como el respeto ambiental y el impacto sociocultural del proyecto.

Espacios generales a desarrollar:

- ⊕ *Zona exterior*
- ⊕ *Zona pública*
- ⊕ *Zona administrativa*
- ⊕ *Zona privada*
- ⊕ *Zona de servicios generales*

Programa de Necesidades				
<i>Zona exterior</i>	<i>Zona pública</i>	<i>Zona administrativa</i>	<i>Zona privada</i>	<i>Zona de servicios generales</i>
<p>ACCESOS Público peatonal (plaza de acceso) De personal y servicios</p> <p>ESTACIONAMIENTOS Autobuses Visitantes Personal Bicicletas</p> <p>CASETA DE CONTROL Vigilancia</p> <p>ÁREAS VERDES Azotea verde Jardines</p> <p>ESPACIOS EXPOSITIVOS AL AIRE LIBRE Jardines Pacios</p> <p>ESPACIOS DEL RESTAURANTE AL AIRE LIBRE Terraza</p> <p>AUDITORIO AL AIRE LIBRE Cabina de proyección Escenario Camerino Áreas de descanso Bodega de equipo</p>	<p>VESTÍBULO INTERIOR</p> <p>SERVICIOS PARA EL VISITANTE Taquillas Información Guardarropa y paquetería Sanitarios</p> <p>SERVICIOS COMPLEMENTARIOS Tienda del Museo Teléfonos Cafetería Restaurante Concesiones</p> <p>SALAS DE EXPOSICIÓN Temporales Permanentes Áreas de descanso Circulaciones</p>	<p>DIRECCIÓN Área secretarial Departamentos del personal administrativo Sala de juntas Sanitarios</p>	<p>ÁREA DE CURADURÍA Cubículos (2) Área de restauración Almacén Baño con ducha de urgencia y lavaojos</p> <p>ÁREA DE ALMACENES Zona y andén de carga y descarga Control Patio de maniobras Almacén Caja o habitación fuerte</p> <p>SALA DE CONTROL DE SEGURIDAD Vigilancia Site</p>	<p>ACCESO Y CONTROL</p> <p>ÁREA DE MANTENIMIENTO Taller Almacén</p> <p>COMEDOR DE EMPLEADOS</p> <p>COCINA</p> <p>CUARTO DE MÁQUINAS</p> <p>CUARTO DE BASURA</p> <p>CUARTO DE ASEO</p> <p>SANITARIOS DE SERVICIO Casilleros Vestidores</p>

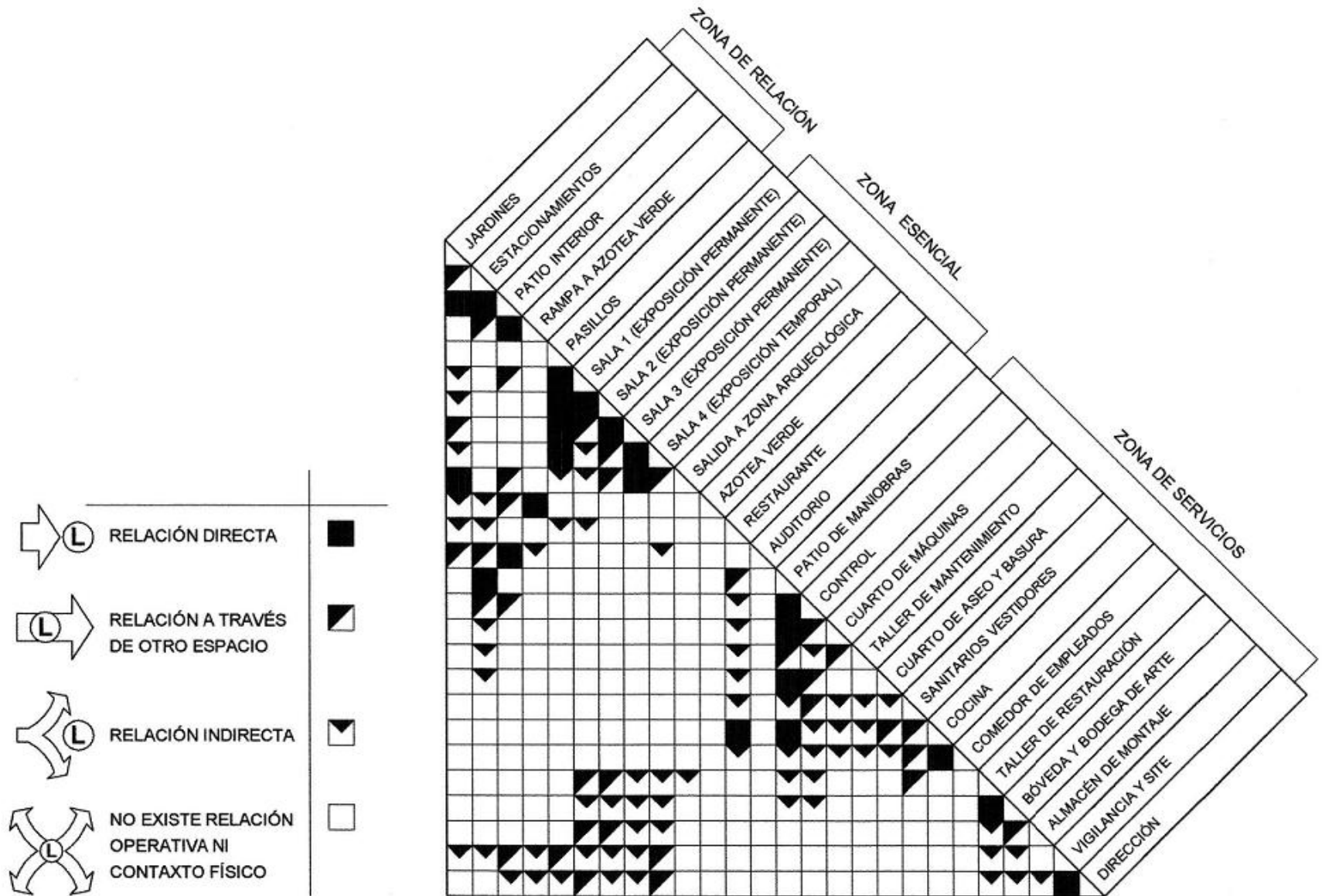
7.5. Análisis de áreas.

COMPONENTES	ÁREA PARCIAL m ²	% PARCIAL	ÁREA TOTAL m ²	% TOTAL
ZONA EXTERIOR			15278.60	100%
Acceso público peatonal (plaza y bahía de acceso)	918.60	6.0%		
Estacionamiento de autobuses (9 cajones)	378.00	2.5%		
Estacionamiento de automóviles para visitantes (121 cajones)	1540.00	10.0%		
Estacionamiento de automóviles para empleados (10 cajones)	125.00	0.80%		
Patio de Maniobras	255.00	1.70%		
Circulaciones en estacionamiento	3717.30	24.35%		
Casetas de control vehicular	6.85	0.045%		
Jardines, plazas y circulaciones exteriores	6921.95	45.35%		
Auditorio al aire libre	1415.90	9.25%		
MUSEO			2603.50	100%
ZONA PÚBLICA			1827.60	70.20%
Vestíbulo de acceso y áreas de descanso	250.90	13.70%		
Información, guardarropa y paquetería	15.10	0.85%		
Sanitarios	61.05	3.35%		
Tienda del museo	61.05	3.35%		
Área de comensales (restaurante)	243.25	13.30%		
Sala de exposición temporal (a cubierto)	160.75	8.80%		
Sala de exposición permanente (a cubierto)	698.00	38.20%		
Sala de exposición permanente (a descubierto)	287.90	15.75%		
Áreas exteriores (rampa)	49.60	2.70%		
ZONA ADMINISTRATIVA			79.95	3.10%
Privado del director (incluye sanitario)	13.60	17.0%		
Área secretarial	22.35	28.0%		
Privados del personal administrativo (2)	17.80	22.30%		
Sala de juntas	14.75	18.45		
Vigilancia y site	11.50	14.25		
ZONA PRIVADA			252.55	9.7%
Privados de curaduría (2)	19.60	7.80%		
Curaduría (baño con ducha de urgencia y lavaojos)	52.70	20.90%		
Bodega de arte	54.60	21.60%		

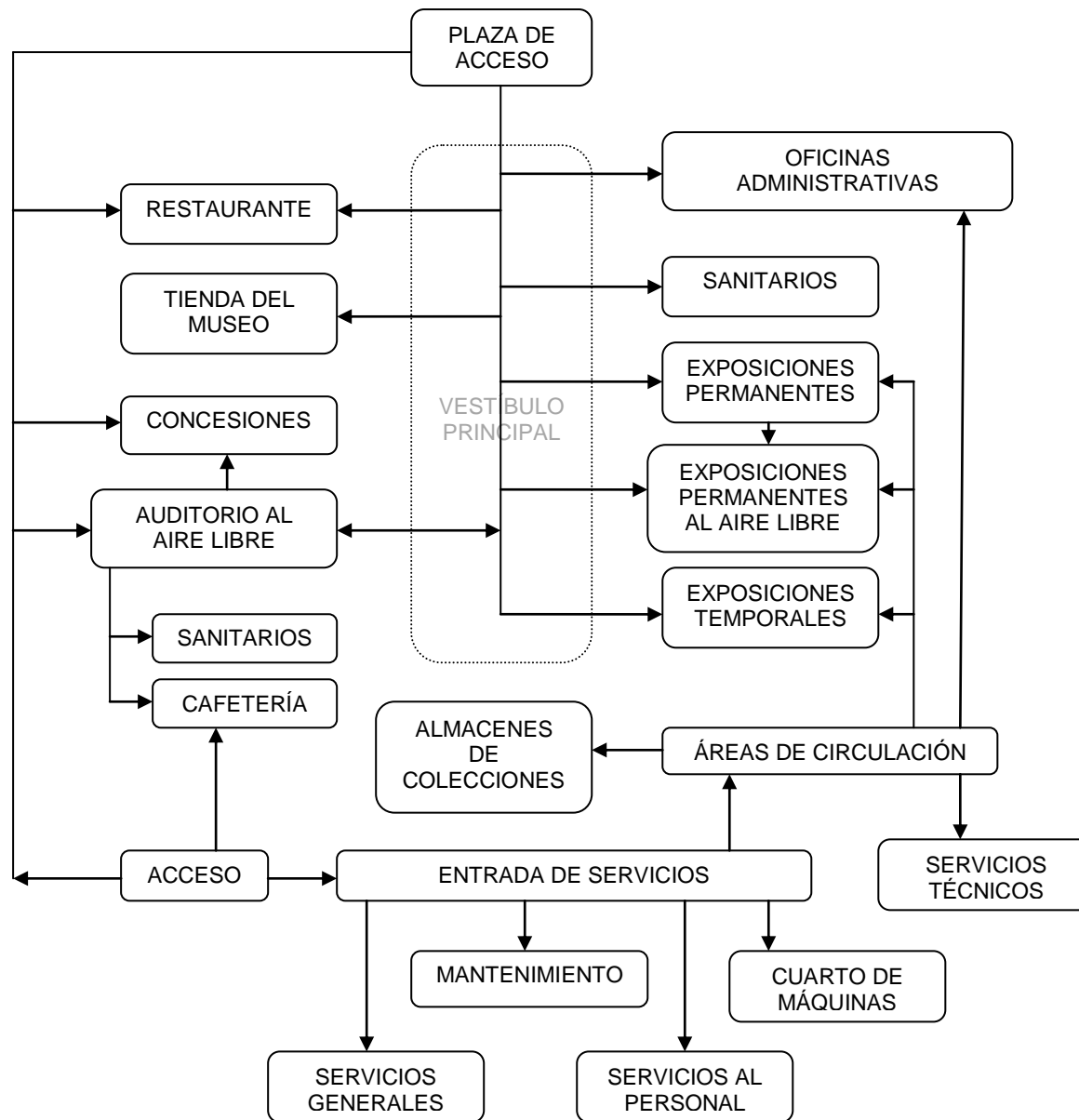
COMPONENTES	ÁREA PARCIAL m ²	% PARCIAL	ÁREA TOTAL m ²	% TOTAL
Bóveda de arte	18.50	7.30%		
Almacén de montaje	107.15	42.40%		
ZONA DE SERVICIOS GENERALES			443.40	17.0%
Acceso y control de servicio	4.65	1.00%		
Kardex	5.20	1.20%		
Cuarto de máquinas	43.75	10.50%		
Taller y bodega de mantenimiento	29.15	6.60%		
Comedor de empleados	34.65	7.80%		
Área de preparación (restaurante)	68.30	15.40%		
Almacén y cuarto frío (restaurante)	20.00	4.0%		
Cocina	72.45	16.30%		
Oficina del chef (restaurante)	11.70	2.60%		
Cuarto de basura	5.55	1.20%		
Cuarto de aseo	2.60	0.60%		
Sanitarios de servicio, casilleros y vestidores	45.70	10.30%		
Circulaciones	99.70	22.50		

RESUMEN DE ÁREAS			
ÁREA TOTAL DE LAS ÁREAS EXTERIORES, INCLUYENDO EL AUDITORIO		15278.60	85.4%
ÁREA TOTAL DEL MUSEO		2603.50	14.6%
ÁREA TOTAL DEL PROYECTO		17,882.10	100%

7.6. Matriz de interrelación.



7.7. Diagrama de funcionamiento.



Capítulo octavo.- **Proyecto Ejecutivo**

8.1. Proyecto Arquitectónico.

Descripción y concepto arquitectónico.

El presente proyecto se encuentra ubicado fuera de la muralla de la zona arqueológica de Tulum, dentro del recién creado municipio de Tulum en Quintana Roo, a una distancia de 58.00 metros al poniente¹ (distancia recomendada por el INAH).

La idea del INAH de contar con un museo de sitio en la zona y en plena correspondencia con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano 2010-2030, se prevé la construcción de un Museo y que mejor que ubicarlo en la cercanía de la zona arqueológica (una de las más visitadas a nivel nacional), aunado a ello se propone construir adicional al Museo, un auditorio al aire libre para presentar eventos nocturnos y conciertos especiales.

De este modo, se desplanta sobre un terreno prácticamente plano, sobre las curvas de nivel más elevadas para aprovechar la visual del entorno, un edificio de 2,600.00m² que albergará el Museo, con los servicios necesarios y un auditorio de 1415.90m² de igual manera con los servicios para operar de manera independiente al Museo; además de jardines, plazas y el estacionamiento necesario para cubrir ambas demandas de manera simultánea.

Encontramos en primer término una plaza de acceso a la cual se accede por medio de una bahía que deriva de la carretera principal, la cual se dirige a la zona turística y que en el proyecto aparece con las medidas propuestas en el arriba mencionado Plan Parcial de Desarrollo Urbano², se destina un espacio para estacionamiento de bicicletas, unos metros adelante se tiene el control y acceso al estacionamiento con una capacidad de 70 autos y 28 autobuses y el acceso controlado a la zona de servicios donde se tiene el estacionamiento de empleados y el patio de maniobras. A la taquilla se puede acceder tanto de la plaza de acceso como del estacionamiento y comunica a una plaza interior de donde se puede ir al auditorio, al museo o directamente a la zona arqueológica.

1. (INAH recomienda por lo menos 50 metros).

2. Detalle sección de calle, ver página 68.

Al entrar al museo se tiene un vestíbulo el cual permite dirigirse hacia la paquetería e informes, la tienda del museo, el restaurante, la administración, los sanitarios, la sala temporal y principalmente al inicio del recorrido de las salas permanentes. Una sala audiovisual da la bienvenida y la introducción de la exposición, de ahí se parte al recorrido el cual está delimitado por los elementos que conforman la exposición (piezas, vitrinas, etc.). Al terminar el recorrido de las salas permanentes cubiertas, encontramos el acceso a una sala abierta que a su vez da paso a visitar y recorrer la zona arqueológica. La distribución da la opción de regresar o no al interior del Museo y continuar observando la sala temporal o dirigirse a la zona del auditorio.

El acceso de servicios da paso al patio de maniobras, andén de carga y descarga y un estacionamiento para diez autos de los empleados del Museo. El acceso a la zona de servicios generales se da a través de una caseta de control ligado al pasillo de servicio del cual se distribuyen la zona de kardex, los sanitarios, casilleros y vestidores, el comedor de empleados, el cuarto de aseo y la zona privada del Museo donde se tiene el taller de curaduría, dos privados y las bodegas tanto de las piezas en guarda, como de materiales de montaje, también se tiene el acceso de servicio directo a las áreas expositivas. Desde el andén de carga y descarga se accede al cuarto de máquinas, el cuarto de basura y la cocina del restaurante.

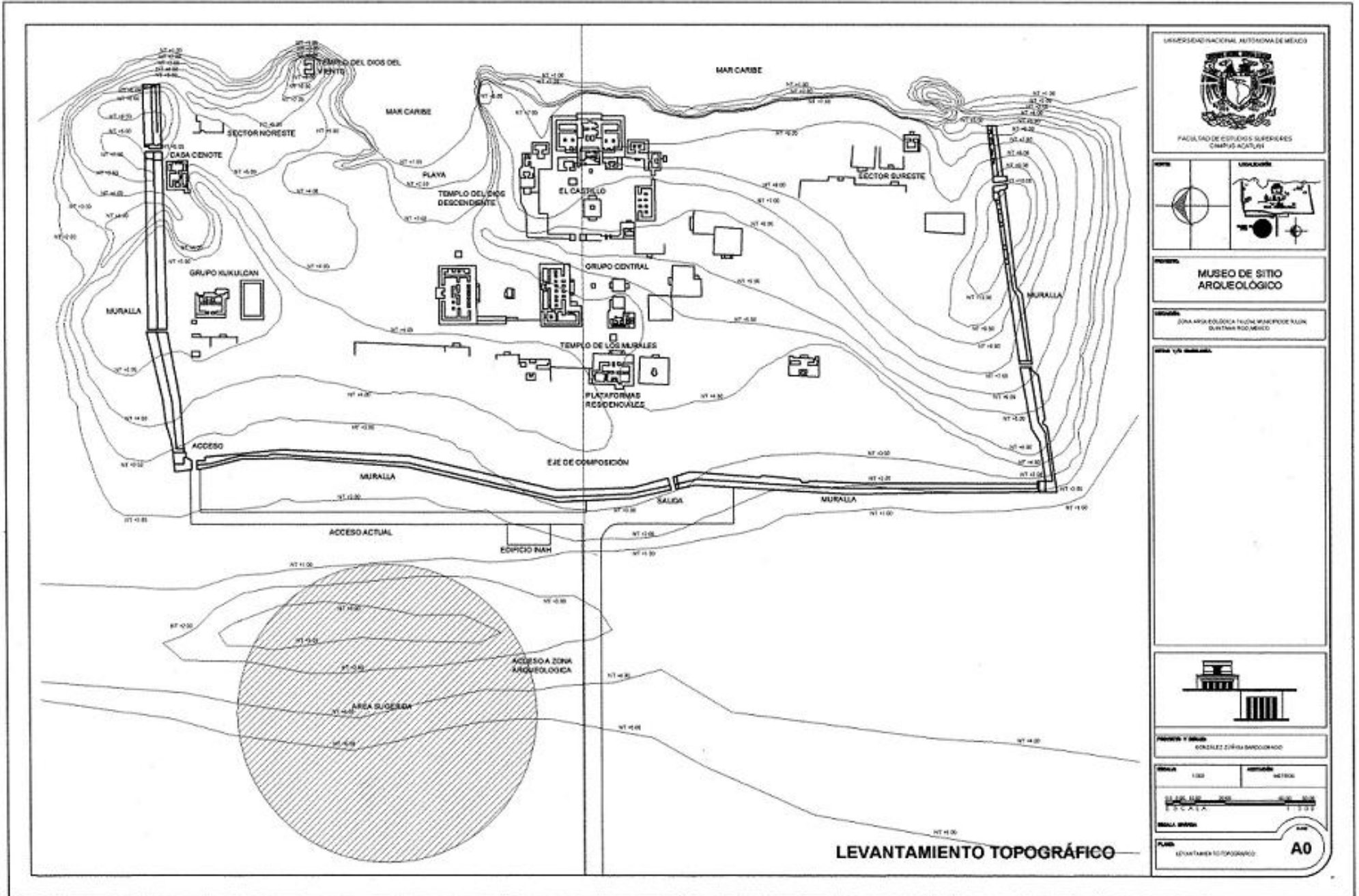
Es importante resaltar que desde el patio interior se puede acceder mediante una rampa a la azotea verde del Museo, la cual se vuelve un espectacular mirador hacia la zona arqueológica y el azul turquesa del mar; además de contar con una palapa de snacks y mesas para disfrutar la visual que se ofrece.

En lo referente al auditorio al aire libre, éste cuenta con lo necesario para operar de manera independiente al Museo, cuenta en relación directa con el patio interior con un espacio concesionado a comercios, una cafetería con área de comida o descanso y dos túneles y dos rampas que dan acceso a las gradas. Tiene además dos accesos de servicio, uno donde se encuentran los almacenes para el montaje de la luz y sonido y concha acústica desmontable y otro que comunica a los vestidores, sanitarios y camerinos para eventos.

El concepto arquitectónico aplicado en el Museo de Sitio para Tulúm, deriva de la premisa de aplicación de los principios básicos de sustentabilidad, la integración al paisaje y el aprovechamiento del emplazamiento paisajístico.

En la volumetría del edificio que alberga el Museo, predominan los elementos macizos sobre los vanos, las columnas en su mayoría equidistantes y el contar con una azotea verde con especies endémicas de la región y materiales en colores similares a los de la zona arqueológica, permiten su integración al ambiente circundante, que junto con la topografía y posición del edificio aprovechan la hermosa visual del entorno. El auditorio por ser un espacio abierto de forma semicircular, tiene como telón la zona arqueológica y con las mismas características del Museo con respecto a los materiales, se vuelve un atractivo más, que permitirá captar divisas adicionales a las generadas por el acceso a la zona arqueológica.

La luz natural juega un papel de suma importancia en el ahorro de energía, pues mediante las chimeneas solares, ésta penetra en los espacios con más requerimiento de luz, además de servir para extraer el aire caliente dentro del edificio. La azotea verde regula la temperatura al interior del Museo, permite su integración al paisaje y permite captar una gran cantidad de agua de lluvia, la cual ya filtrada se aprovecha en los servicios sanitarios y riego de jardines.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS ACATÚL

**MUSEO DE SITIO
ARQUEOLÓGICO**

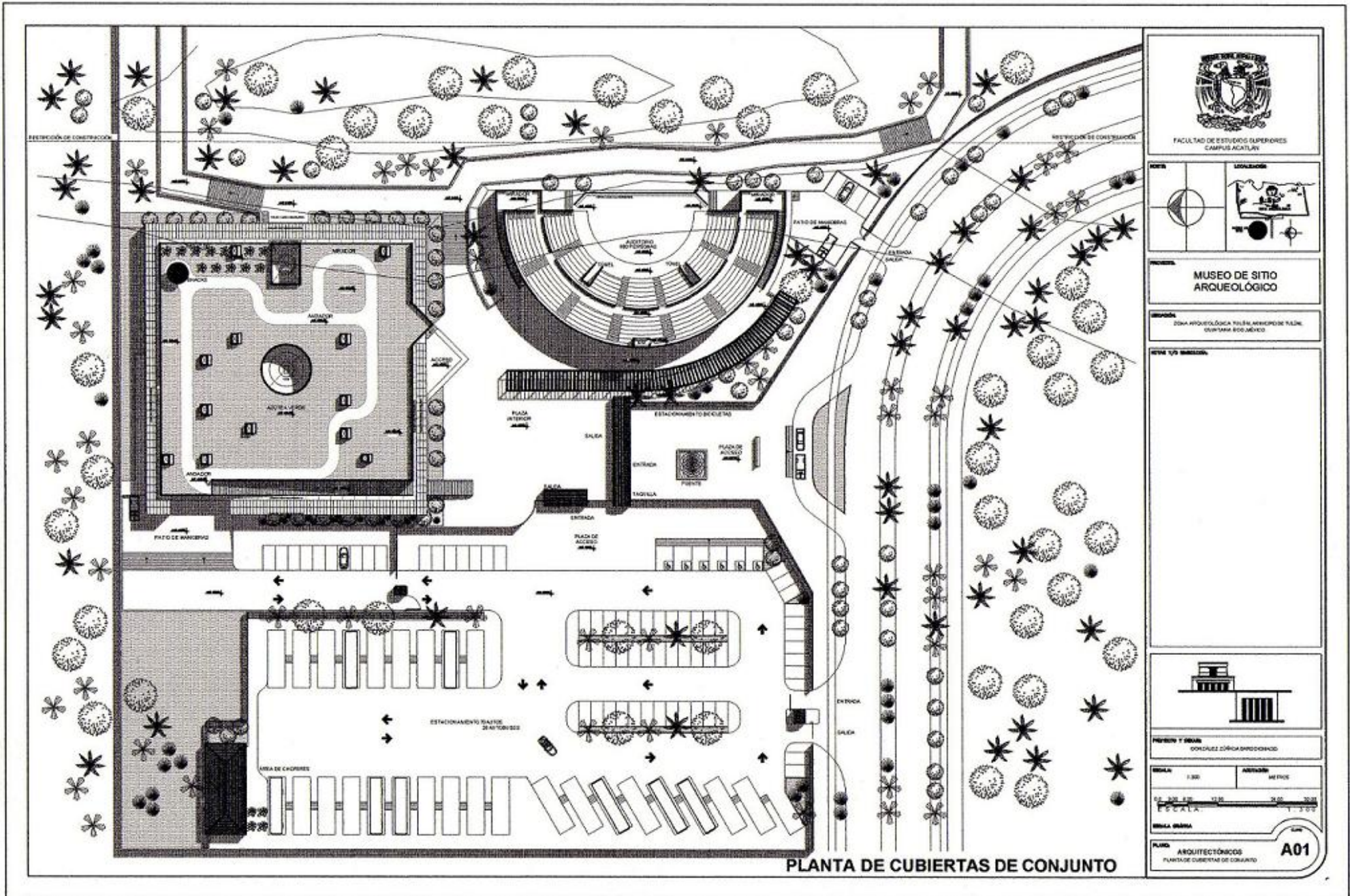
ZONA ARQUEOLÓGICA TULUM, QUINTANA ROO, MÉXICO

PROYECTO Y DISEÑO:
GONZÁLEZ ZORRA BARCOLOMEO

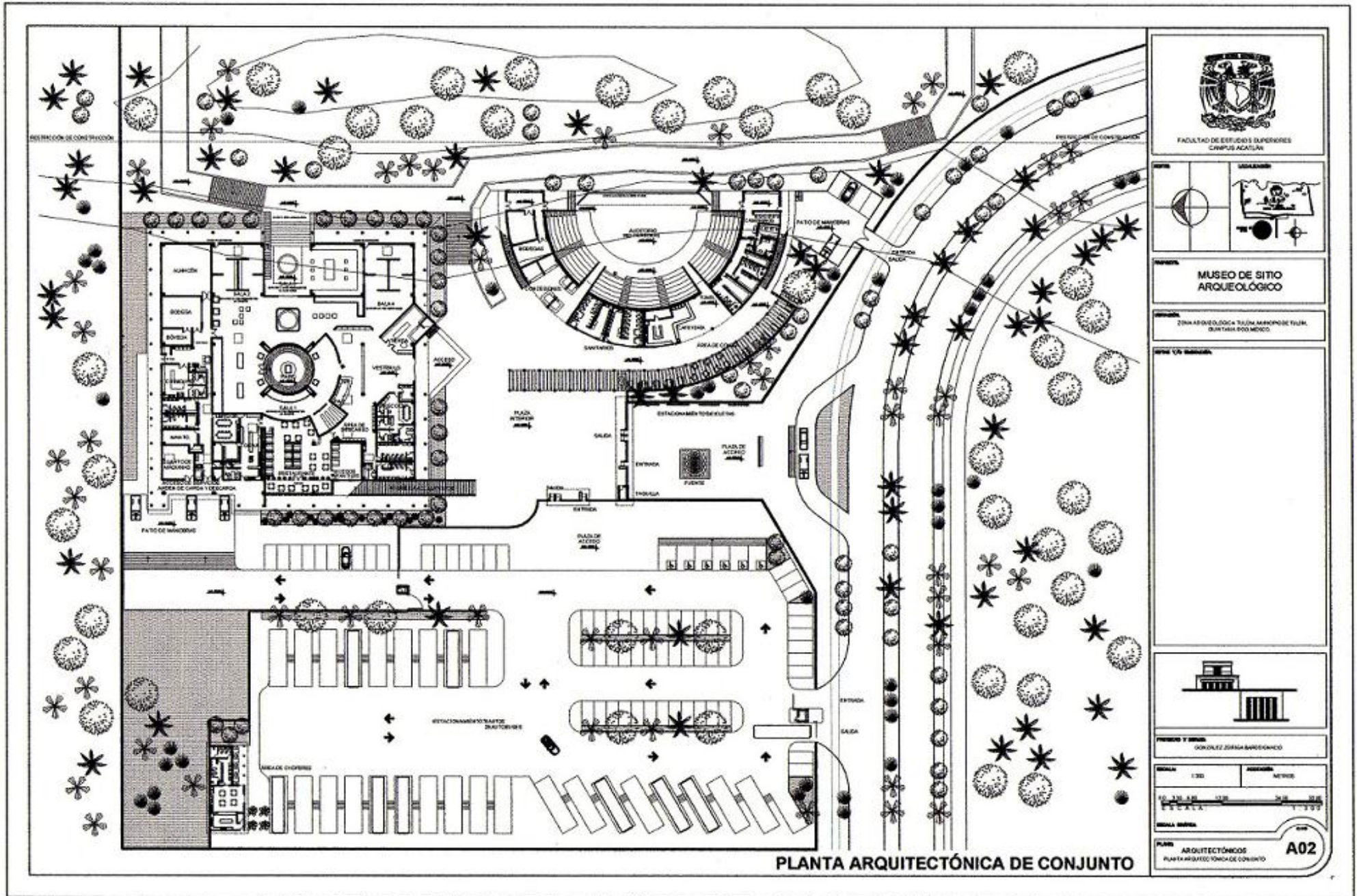
ESCALA: 1:100

PLANO: QUANTARCA TOPOGRÁFICO

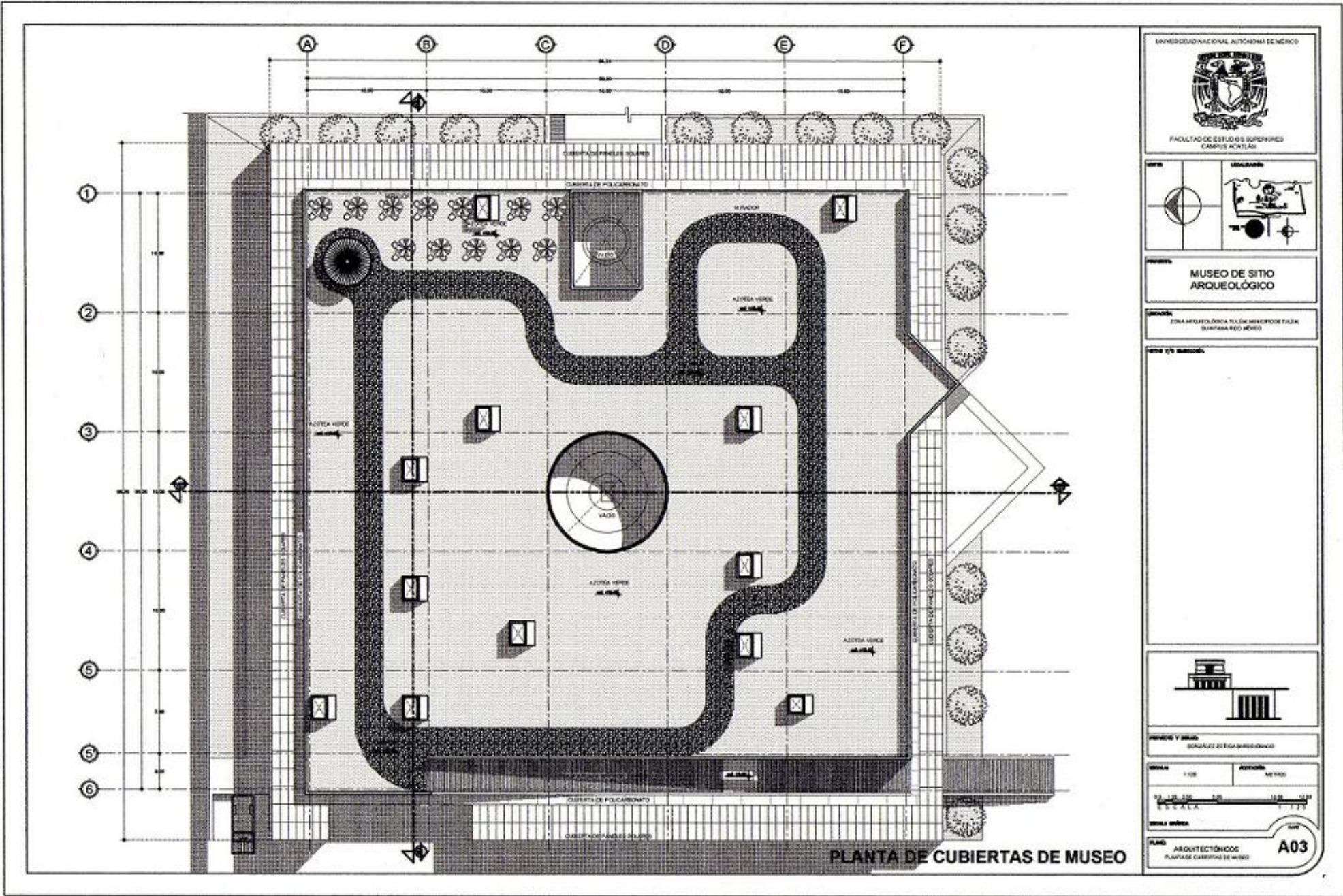
A0



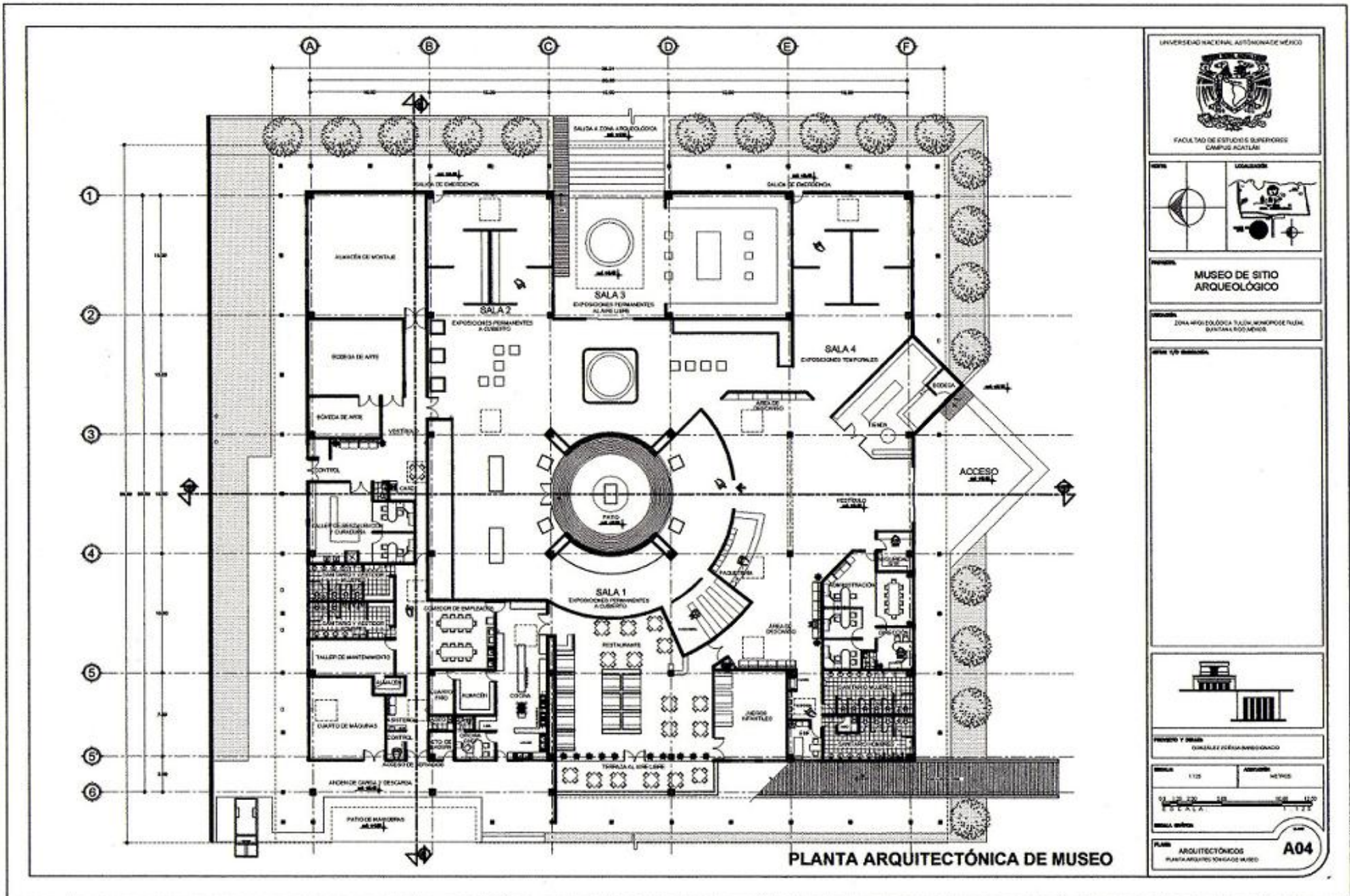
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CAMPUS ACATLÁN	
FECHA:	LOCALIZACIÓN:
	
MUSEO DE SITIO ARQUEOLÓGICO	
DESCRIPCIÓN: ZONA ARQUEOLÓGICA TULÚM, MUNICIPIO DE TULÚM, QUINTANA ROO, MÉXICO	
NOMBRE Y/O IMAGEN:	
	
PROYECTO Y DISEÑO: CONDUCTOR: ZÓRRA ESPINOZA	
ESCALA: 1:300	ANÁLISIS: SE FICUS
 ESCALA: 1:300	
PLANO: ARQUITECTÓNICOS PLANTA DE CUBIERTAS DE CONJUNTO	
A01	

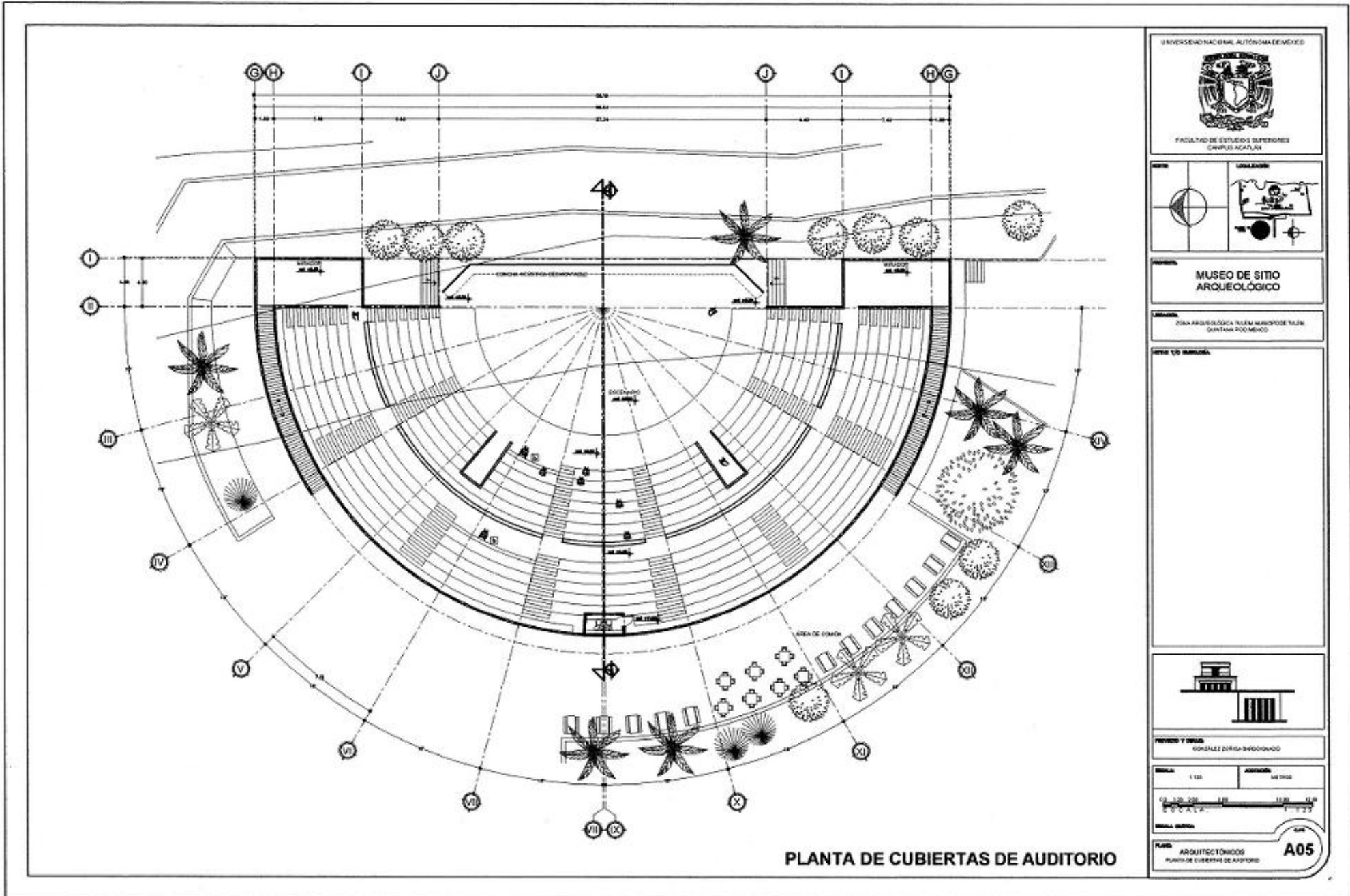


<p>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CAMPUS ACATLÁN</p>	
<p>MUSEO DE SITIO ARQUEOLÓGICO</p>	
<p>ZONA ARQUEOLÓGICA TULÚM, MUNICIPIO DE TULÚM, QUINTANA ROO, MÉXICO</p>	
<p>PROYECTO Y OBRA</p>	
<p>PROYECTO Y OBRA GONZÁLEZ ZARAGA BARROQUENO</p>	
<p>ESCALA: 1:200</p>	<p>UNIDAD: METROS</p>
<p>ESCALA: 1:1000</p>	
<p>PLANO: ARQUITECTÓNICO PLANTA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO</p>	
<p>A02</p>	



Museo de Sitio, Zona Arqueológica Tulum, Quintana Roo.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS AZTLÁN

**MUSEO DE SITIO
ARQUEOLÓGICO**

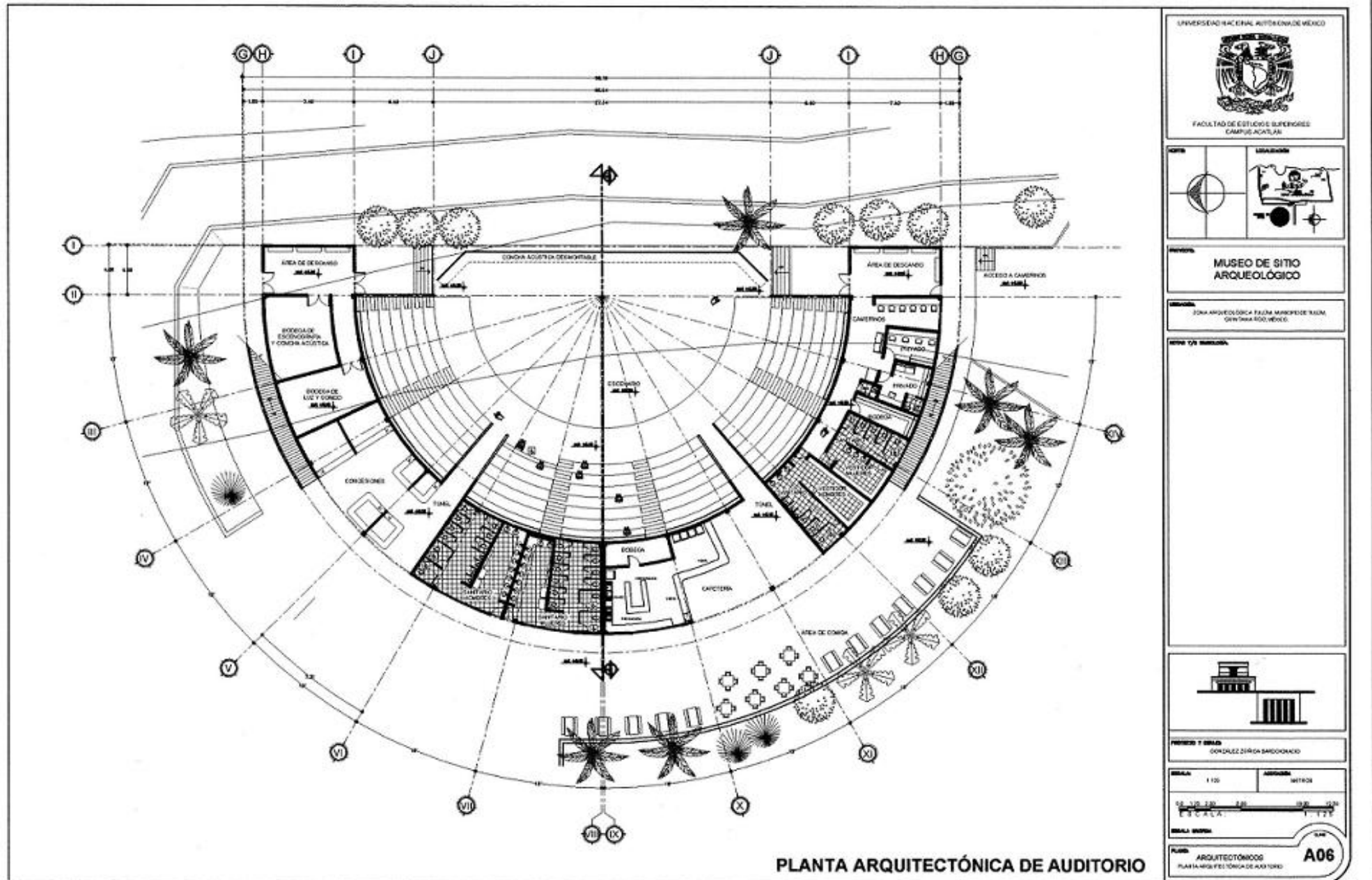
ZONA ARQUEOLÓGICA TULÚM MARIPÓSE TULÚM
QUINTANA ROO MÉXICO

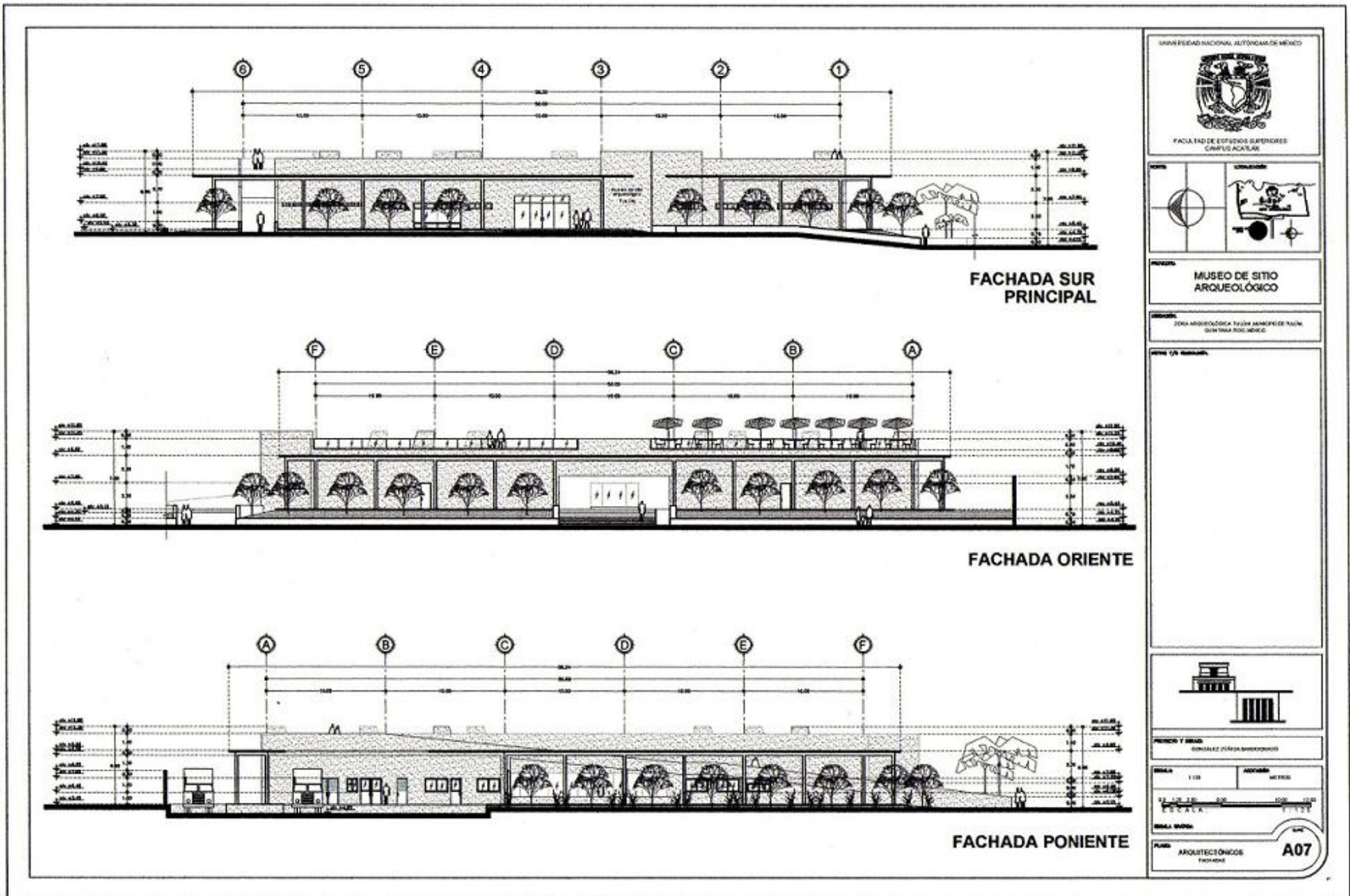
PROYECTO Y DISEÑO
GONZÁLEZ DIRIGIDA-SHIGOROVIC

ESCALA
1:100 METROS

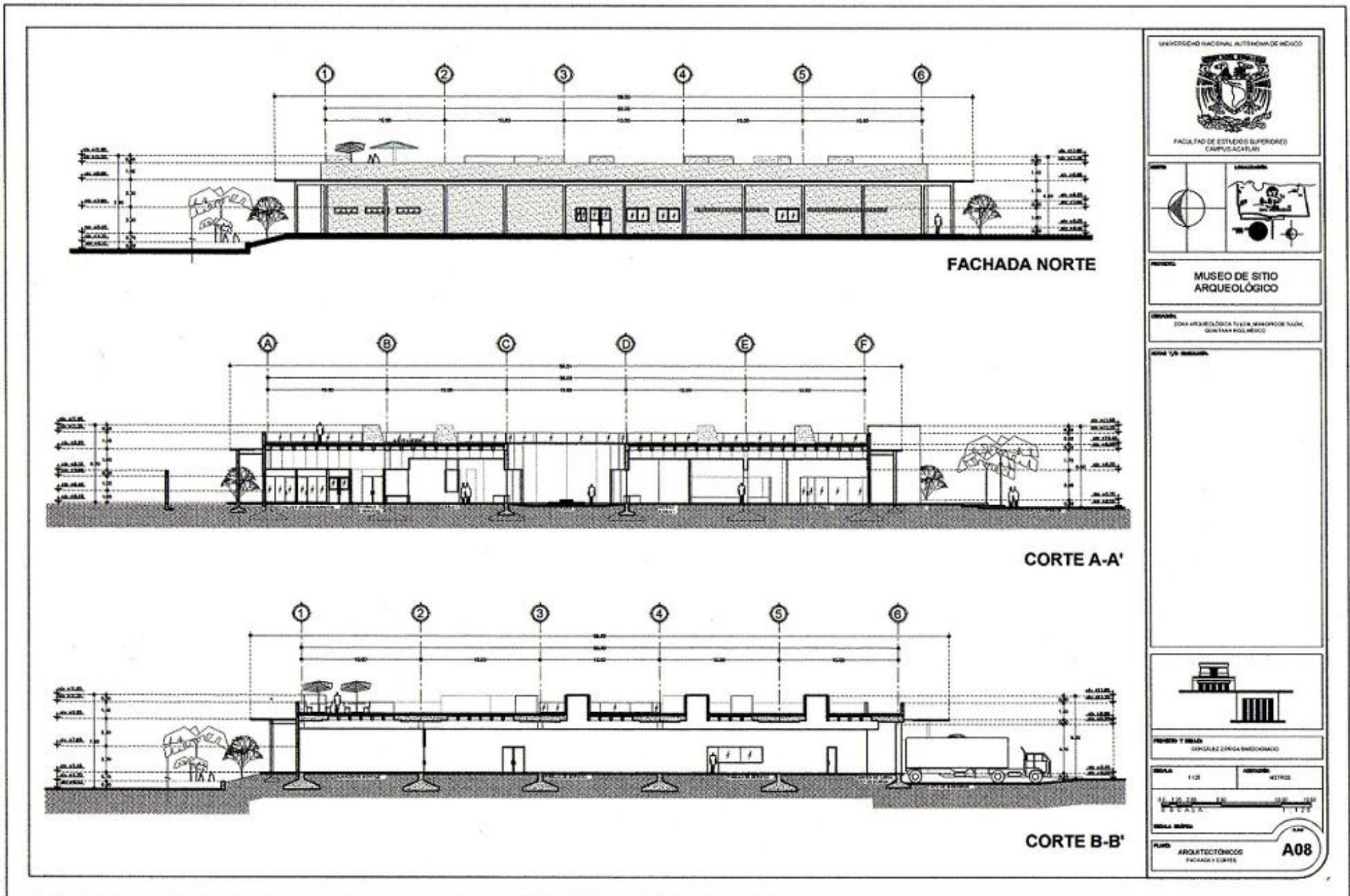
PLANO
ARQUITECTÓNICOS
PLANTA DE CUBIERTAS DE AUDITORIO

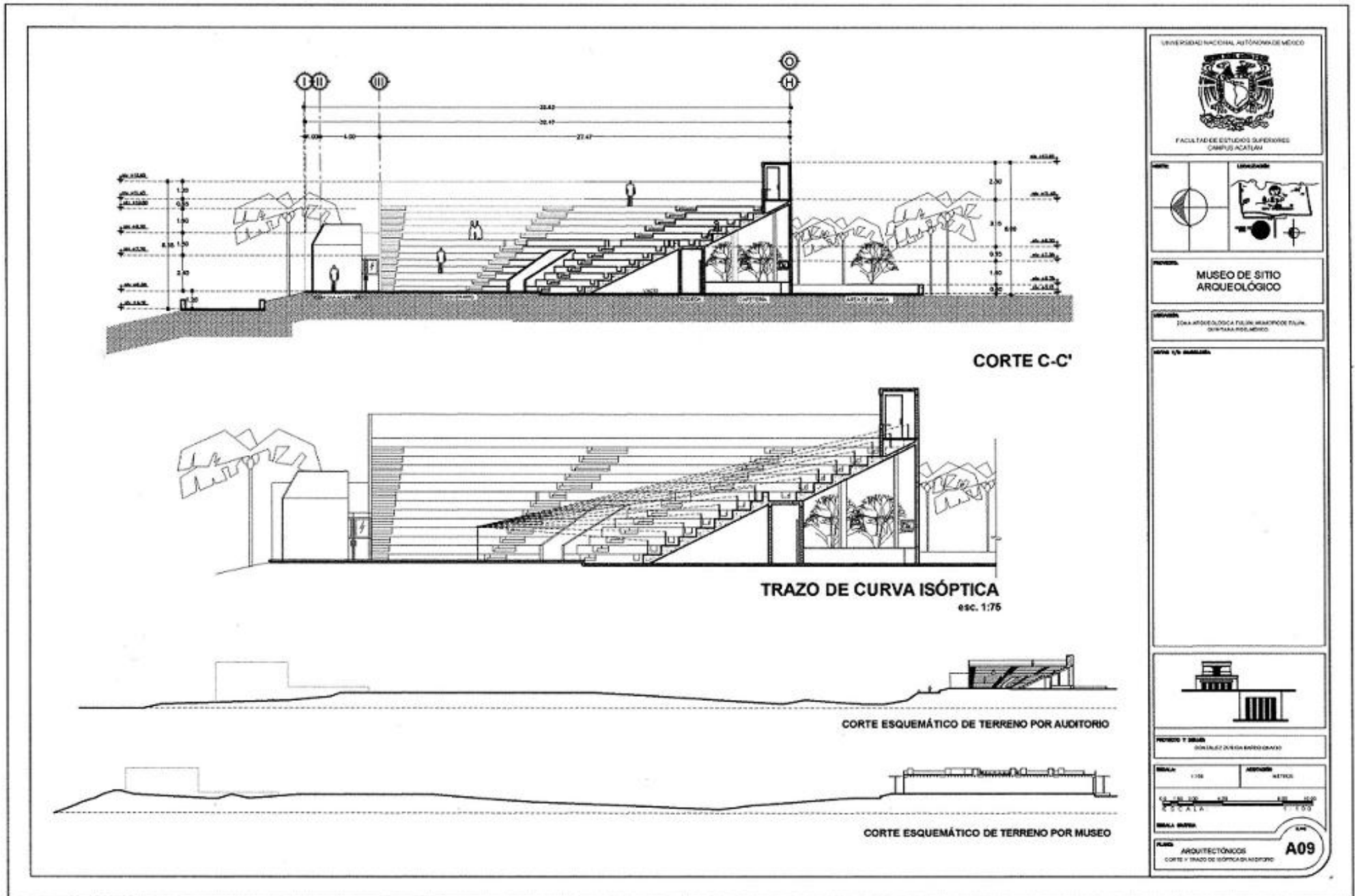
A05





 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CAMPUS ACATLÁN	
	
PROYECTO: MUSEO DE SITIO ARQUEOLÓGICO	
UBICACIÓN: ZONA ARQUEOLÓGICA, BUENOS AMANECES DE TULUM, QUINTANA ROO, MÉXICO	
SERVO Y OBRAS:	
	
DISEÑO Y OBRA: GONZÁLEZ JORGE SANDOVAL	
ESCALA: 1:25	ADICIÓN: METROS
	
PLANO: ARQUITECTÓNICOS FACHADA	
A07	







PLANTA DE CONJUNTO



PERSPECTIVA AÉREA DE CONJUNTO



PERSPECTIVA AÉREA DE CONJUNTO



PLAZA DE ACCESO Y BAHÍA VEHICULAR



FACHADA SUR (PRINCIPAL)



FACHADA ORIENTE (SALIDA A ZONA ARQUEOLÓGICA)



FACHADA PONIENTE (ACCESO DE SERVICIOS)



FACHADA SUR (PRINCIPAL)



FACHADA PONIENTE (ACCESO DE SERVICIOS)



FACHADA ORIENTE (SALIDA A ZONA ARQUEOLÓGICA)

8.2. Proyecto Estructural.

Descripción y memoria de cálculo estructural.

El sistema estructural del edificio está basado en elementos de concreto armado colados *in situ*. Una de las principales razones para la elección de este sistema, es la proximidad de los edificios con la costa, lo cual genera una considerable salinidad y alta corrosión en elementos metálicos. De este modo, el mantenimiento que se le debe a dar a la estructura es relativamente bajo en comparación con un sistema basado en acero.

Debido al uso que tiene el edificio, en especial en el área expositiva y al sistema estructural empleado, se requirieron claros entre columnas de 10.00 metros, los cuales son cubiertos con una losa reticular a base de nervaduras reforzadas en la zona del capitel de cada columna. Los muros perimetrales del edificio, y de la cocina son de block hueco de concreto de 20.0 cm. y 15.0 cm. de espesor respectivamente, en tanto que la mayoría de los muros interiores son de panel de yeso.

Como resultado de la carga total del edificio y la capacidad de carga del terreno que se considero igual a 20 ton/m², el sistema empleado en la cimentación está basado en la utilización de zapatas aisladas coladas *in situ*, debido a la falta de un estudio de mecánica de suelos real de la zona y a las características del terreno, no se justifica necesaria la colocación de trabes de liga entre zapatas, esto debido al supuesto de no existir asentamientos diferenciales.

Las mismas consideraciones aplican para la estructura del auditorio, que al igual que el Museo se estructura con trabes y columnas de las dimensiones indicadas en los planos y detalles estructurales, sobre las que se apoyan las rampas que dan forma al auditorio y que descansan sobre zapatas aisladas.

El cálculo estructural se realizó de acuerdo a la teoría plástica para la consideración de fuerzas horizontales debidas al viento y para los marcos formados por las columnas y franja de losa se efectuó mediante el método de Bowman.

ANÁLISIS DE CARGAS

Peralte mínimo para una losa reticular (nervada) $h_{mín} = L/33$: $L = 10.0 - 0.4 = 9.6$ m.
 $h_{mín} = 960/33 = 29.0$ cm. ; $d_{mín} = 29 + 2 = 31.0$ cm.
usaremos una losa de 40.0 cm. de espesor

CONCEPTO	KG/M ²
PESO PROPIO DE LA LOSA	508.0
SISTEMA DE NATURACIÓN (AZOTEA VERDE)	182.0
INSTALACIONES FIJAS	40.0
CARGA MUERTA TOTAL	730.00
CARGA VIVA	100.00
SUBTOTAL	830.00
FACTOR DE SEGURIDAD 0.40%	332.00
TOTAL DE PESO GRAVITACIONAL (Wg)	1162.00

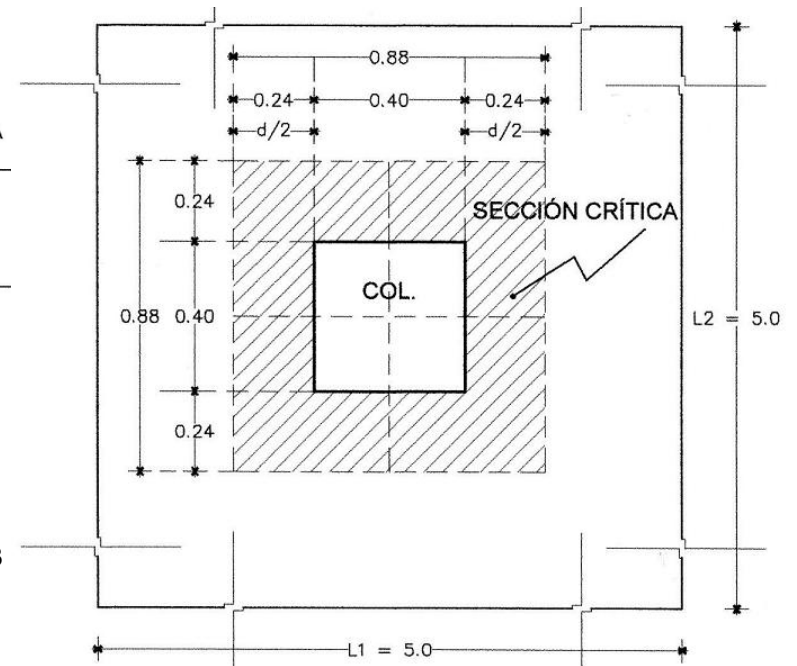
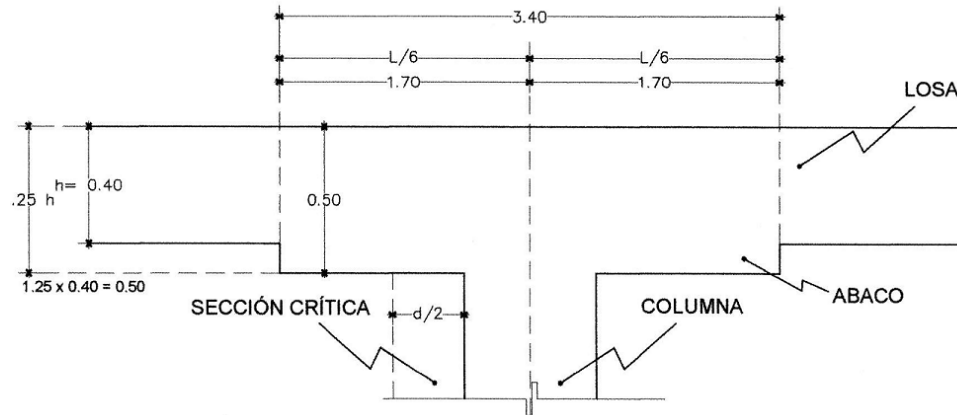
CONCEPTO	FACTOR*	KG/M ²
CARGA MUERTA FACTORIZADA	730.0 x 1.4	1022.0
CARGA VIVA FACTORIZADA	100.0 x 1.7	170.0
CARGA TOTAL FACTORIZADA (Wu)		1192.0

* Factor obtenido de acuerdo al Reglamento de Construcciones

Como $W_u > W_g$, se utilizarán **1192 kg/m²** para efectos de bajada de cargas.

ANÁLISIS GRAVITACIONAL

Para el análisis de cargas gravitacionales se considera la losa reticular dividida en una franja central igual a $L/2$ y una franja de columnas igual a $L/4$ en el lado de cada columna.



Sección crítica para cortante

$$40 + d = 40 + 48 = 88.0 \text{ cm}$$

$$\eta u = V_u / A_c \leq \phi 4 \sqrt{f'_c}$$

$$A_t = 5.0 \times 5.0 = 25.0 \text{ m}^2$$

$$A_{col} = 0.88 \times 0.88 = 0.77$$

$$\frac{0.77}{24.23 \text{ m}^2}$$

$$C_v \leq 3.0 \text{ cm}$$

$$C_v / C_M \leq 3$$

$$100 / 730 = 0.14 < 3 \text{ ok}$$

$$L / d \leq 3$$

Materiales: concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (losa)
concreto $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ (columnas)
acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Altura de entrepiso = 4.30 m.

Sección de columnas 40 x 40 cm

$$V_u = 1.192 \times 24.23 = 28.88 \text{ T}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} h_w d = 0.53 \sqrt{210} \times 88 \times 4 \times 48 = 129,768 \text{ kg}$$

$$V_c = 129.77 \text{ T}$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 129.77 = 110.3 \text{ T} > V_u = 28.88 \text{ T}$$

$$V_c = 1.1 \sqrt{f'_c} b_o d = 1.1 \sqrt{210} \times 88 \times 4 \times 48 = 258,128 \text{ kg}$$

$$V_c = 258,128 \times 0.85 = 219.3 \text{ T} \quad V_u < \phi V_c$$

Momentos factorizados en la losa

Momento total factorizado $M_o = W_u L_2 L_n^2 / 8 = 1.192 (10.0 \times 10.0^2) / 8 = \mathbf{149.0 T}$

La distribución del momento factorizado M_o del tablero, en momentos positivos y negativos en las franjas de columnas y centrales se efectuará de acuerdo a los coeficientes de la siguiente tabla:

	Momento Total (T-M)	Franja de columnas (T-M)	Mitades de franjas centrales (T-M)
CLARO EXTERIOR			
Negativo exterior	0.26 $M_o = 38.74$	0.26 $M_o = 38.74$	0
Positivo	0.52 $M_o = 77.48$	0.31 $M_o = 46.19$	0.21 $M_o = 31.29$
Negativo interior	0.70 $M_o = 104.30$	0.53 $M_o = 78.97$	0.17 $M_o = 25.33$
CLARO INTERIOR			
Negativo	0.65 $M_o = 96.85$	0.49 $M_o = 73.01$	0.16 $M_o = 23.84$
Positivo	0.35 $M_o = 52.15$	0.21 $M_o = 31.29$	0.14 $M_o = 20.86$

Revisión de los efectos de distribución de las cargas

Relación de carga muerta a carga viva $B_a = C_M / C_V = 730 / 100 = 7.3 \geq 2$

Cuando $B_a \geq 2$, los efectos de la distribución de las cargas pueden despreciarse.

Momentos factorizados en columnas

- a) Columnas interiores (claros iguales transversales y adyacentes)

$M_i = 0.07 (0.5 \times W_i L_2 L_n^2) = 0.07 (0.5 \times 1.7 \times 0.100 \times 10.0 \times 10.0^2) = \mathbf{5.95 T-M}$

Este momento y la carga axial factorizada sirven para el diseño de las columnas interiores.

- b) Columnas exteriores

El momento negativo exterior de la losa, debe transferirse directamente a las columnas. $M_n = \mathbf{38.74 T-M}$

Este momento se combina con la carga axial factorizada y se diseñan las columnas externas.

Acero de refuerzo en nervaduras

$$A_s = \frac{M_u}{f_r z f_y} = \frac{0.80}{0.9 \times 0.8235 \times 0.36 \times 4.2} = \mathbf{0.8924}$$

$A_s = 0.8924 M_u$

Áreas de acero en nervaduras

	Momento Total (T-M)	As cm ²	Franja de columnas (T-M)	As cm ²	Mitades de franjas centrales (T-M)	As cm ²
CLARO EXTERIOR						
Negativo exterior	38.74	34.57	38.74	34.57 7#8	0	0
Positivo	77.48	69.14	46.19	41.22 8#8	31.29	27.92 6#8
Negativo interior	104.30	93.08	78.97	70.47 14#8	25.33	22.60 4#8
CLARO INTERIOR						
Negativo	96.85	86.43	73.01	65.15 13#8	23.84	21.27 5#8
Positivo	52.15	46.54	31.29	27.92 6#8	20.86	18.60 4#8

No. de varillas por nervadura

FRANJA DE COLUMNAS			As = 34.57 7#8	As = 41.22 8#8	As = 70.47 14#8	
Claro exterior		%	As - Ext	As +	As - Int	No. de varillas por nervadura
Nervadura	50 cm	40	3	4	6	
Nervadura	20 cm	15	1	1	2	
Nervadura	20 cm	15	1	1	2	
Nervadura	20 cm	15	1	1	2	
Nervadura	20 cm	15	1	1	2	

FRANJA DE COLUMNAS			As = 65.15 13#8	As = 27.92 6#8	No. de varillas por nervadura
Claro interior		%	As - Int	As +	
Nervadura	50 cm	40	5	2	
Nervadura	20 cm	15	2	1	
Nervadura	20 cm	15	2	1	
Nervadura	20 cm	15	2	1	

MITADES DE FRANJAS CENTRALES			0 0	As = 27.92 10#6	As = 22.60 8#6	No. de varillas por nervadura
Claro exterior		%	As - Ext	As +	As - Int	
Nervadura	15 cm	21	0	2	2	
Nervadura	15 cm	21	0	2	2	
Nervadura	15 cm	21	0	2	2	
Nervadura	15 cm	21	0	2	2	
Nervadura	10 cm	16	0	2	1	

MITADES DE FRANJAS CENTRALES			As = 21.27 8#6	As = 18.60 7#6	No. de varillas por nervadura
Claro interior		%	As - Int	As +	
Nervadura	15 cm	21	2	2	
Nervadura	15 cm	21	2	2	
Nervadura	15 cm	21	2	2	
Nervadura	15 cm	21	2	2	
Nervadura	10 cm	16	1	1	

Revisión del cortante

$$V_{CR} = F_R b d (0.5) \sqrt{f' * c}$$

Franja de columnas

$$V_{CR} = F_R b d (0.5) \sqrt{f \cdot c} = 0.8 \times 130 \times 37.73 \times 0.5 \times 12.65 = \mathbf{24.89 T}$$

$$V = (W_u \times 5 \times 10.0) / 2 = (1192 \times 5.0 \times 10.0) / 2 = 29,800 \text{ kg} = \mathbf{29.8 T}$$

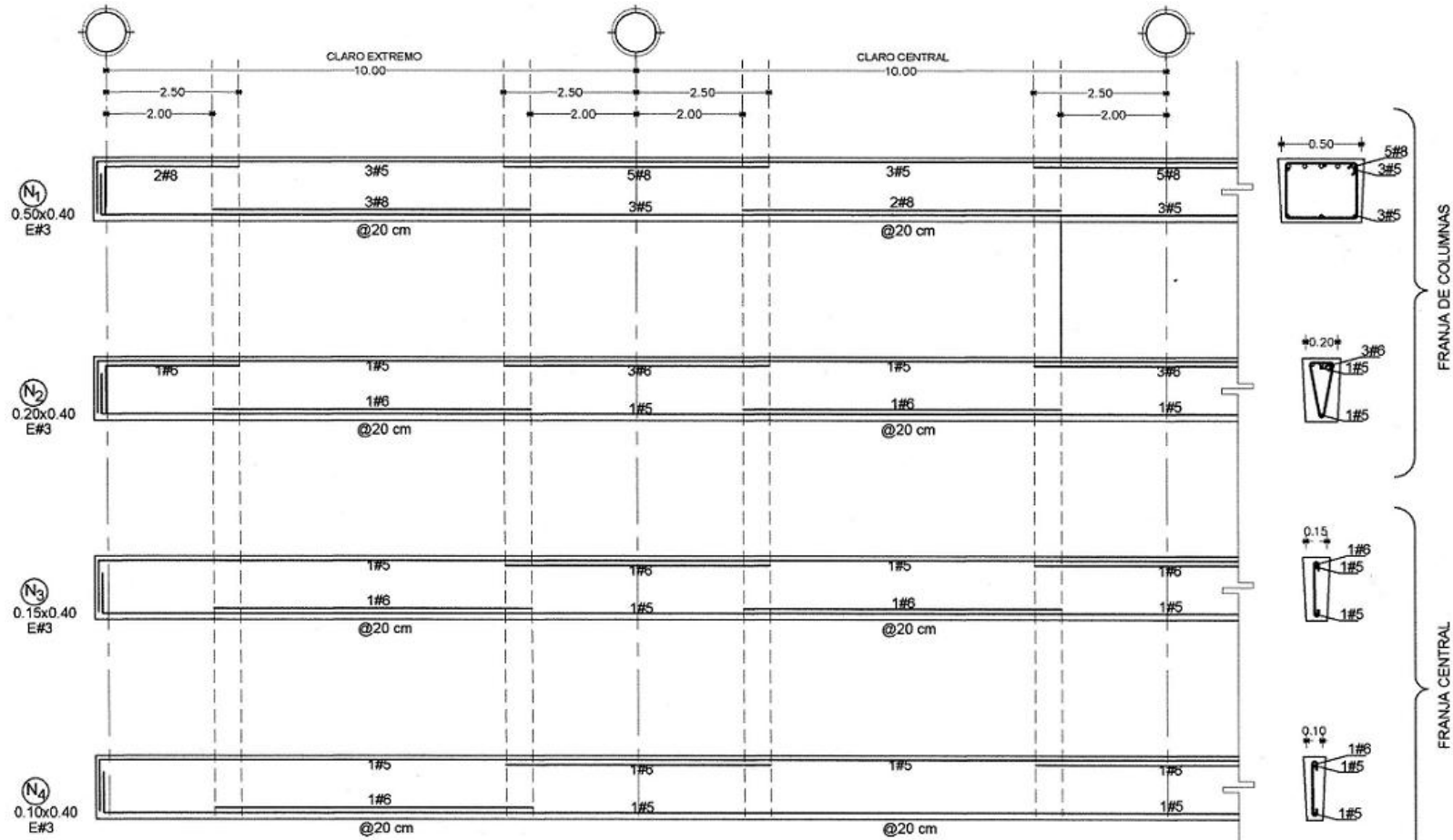
Franja de columnas						
	ancho	%	V/N	V _{CR} /N	V/N - V _{CR} /N	E#3
nervadura	50	40	11.92	9.95	1.97	@20
nervadura	20	15	4.47	3.73	0.74	@20
nervadura	20	15	4.47	3.73	0.74	@20
nervadura	20	15	4.47	3.73	0.74	@20
nervadura	20	15	4.47	3.73	0.74	@20

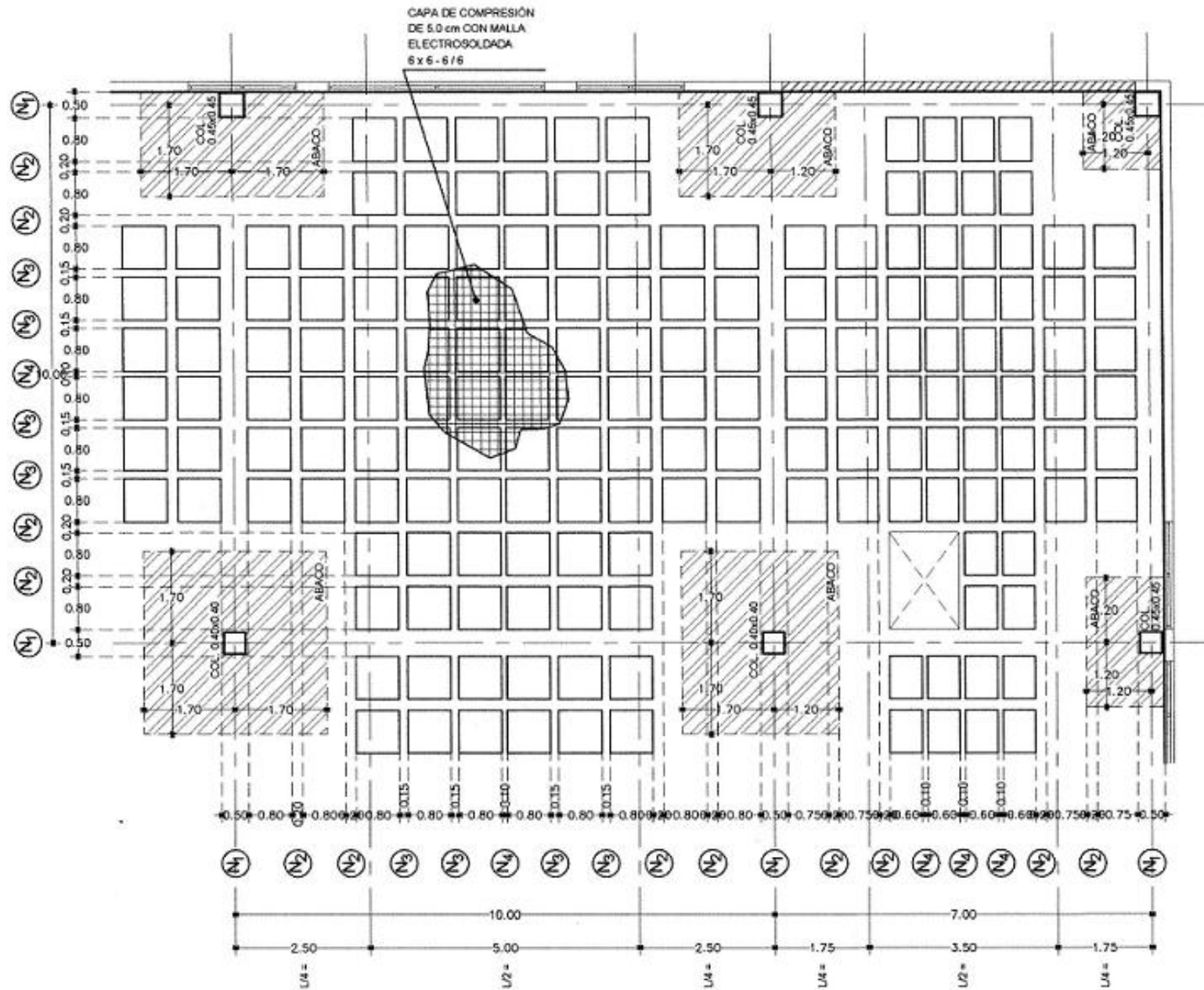
Franja central

$$V_{CR} = F_R b d (0.5) \sqrt{f \cdot c} = 0.8 \times 70 \times 37.73 \times 0.5 \times 12.65 = \mathbf{13.18 T}$$

$$V = (W_u \times 5 \times 10.0) / 2 = (1192 \times 5.0 \times 10.0) / 2 = 29,800 \text{ kg} = \mathbf{29.8 T}$$

Franja central						
	ancho	%	V/N	V _{CR} /N	V/N - V _{CR} /N	E#3
nervadura	20	30	8.94	3.95	4.99	@20
nervadura	20	30	8.94	3.95	4.99	@20
nervadura	10	15	4.47	1.98	2.50	@20
nervadura	10	15	4.47	1.98	2.50	@20
nervadura	10	15	4.47	1.98	2.50	@20





DETALLE DE LOSA RETICULAR

ANÁLISIS POR VIENTO

Clasificación de la estructura según su importancia: **GRUPO “A”** (ver tabla 1).

Clasificación de la estructura según su tamaño: **GRUPO O CLASE “B”**

$F_C = 0.95$ (factor que determina la influencia del tamaño de la construcción ver tabla 2).

Categoría del terreno según su rugosidad: **CATEGORÍA “1”** (ver tabla 4).

Determinación de la velocidad de diseño V_D en km/h: $V_D = F_t F_\alpha V_r$ donde:

- $F_t =$ Factor que depende de la topografía del sitio= 1.0 (ver tabla 3)
- $F_\alpha =$ Factor que toma en cuenta el efecto combinado de las características de exposiciones locales, del tamaño de la construcción y de la variación de la velocidad con la altura. (ver tabla 5).
- $V_r =$ Velocidad regional para este caso $V_r = 250$ km/h

Para obtener F_α , es necesario resolver la siguiente fórmula: $F_\alpha = F_c F_{r_z}$ donde:

- $F_c =$ factor que determina la influencia del tamaño de la construcción = 0.95
- $F_{r_z} =$ factor que establece la velocidad del viento con la altura “z” en función de la rugosidad del terreno de los alrededores “r”.

Para obtener F_{r_z} , es necesario resolver la siguiente fórmula: si $z \leq 10$ $F_{r_z} = 1.56 [10/\beta]^\alpha$ donde:

- $\beta =$ altura medida a partir del nivel del terreno= 245 (ver tabla 5).
- $\alpha =$ exponente que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura. = 0.101 (ver tabla 5).

Sustituyendo: $F_{r_z} = 1.56 [10/245]^{0.101} = 1.56 [0.0408]^{0.101} = 1.13$

$$F_\alpha = F_c F_{r_z} = 0.95 \times 1.13 = 1.07$$

$$V_D = F_t F_\alpha V_r = 1.0 \times 1.07 \times 250 = \underline{\underline{267.5 \text{ km/h}}} \quad V_D = \underline{\underline{267.5 \text{ km/h}}}$$

Presión dinámica de base en kg/m^2 : q_z $q_z = 0.0048 G V_D^2$ donde:

- $G =$ factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar. (ver tabla 6).
- $V_D =$ velocidad de diseño en km/h
- El factor 0.0048 corresponde a un medio de la densidad del aire.

Para obtener G , es necesario resolver la siguiente formula: $G = 0.392\Omega / 273 + T$ donde:

Ω = presión barométrica en mm de Hg = 760 mmHg (ver tabla 6)
 T = temperatura ambiente en °C = 30°C

Sustituyendo: $G = (0.392 \times 760) / (273 + 30) = 0.98$

$$qz = 0.0048 \times 0.98 \times 267.5^2 = 336.6 \text{ kg/m}^2 \quad \mathbf{qz = 337.0 \text{ kg/m}^2}$$

La presión actuante sobre una construcción determinada se obtiene tomando en cuenta principalmente la forma y está dada, de manera general, por la siguiente ecuación:

$$Pz = C_p qz \quad \text{donde } C_p = \text{coeficiente de presión}$$

Fuerzas sobre estructuras cerradas. Las fuerzas que se ejercen sobre estructuras cerradas, muros y techos, serán las resultantes de las presiones actuantes sobre sus superficies exteriores e interiores y deberán calcularse de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$F_e = Pz A_z \quad \text{con: } Pz = (P_e - P_i) \text{ para construcciones cerradas} \quad \text{donde:}$$

F_e = fuerza del viento que actúa perpendicularmente a la superficie, en kg.
 Pz = presión de diseño a la altura Z, en kg/m².
 P_e = presión exterior, en kg/m².
 P_i = presión interior, en kg/m².
 A_z = área de la estructura, en m².

Presiones exteriores. La presión exterior P_e , sobre una de las superficies de la construcción, se calculará utilizando la siguiente ecuación:

$$P_e = C_{pe} K_A K_L qz \quad \text{donde:}$$

P_e = presión exterior, en kg/m².
 C_{pe} = coeficiente de presión exterior.
 K_A = factor de reducción de presión por tamaño de área.
 K_L = factor de presión local.
 qz = presión dinámica de base del viento, en kg/m².

En las tablas 9, 10 y 11 de los anexos, se proporcionan valores del coeficiente de presión exterior C_{pe} , para muros y techos de construcciones con planta rectangular cerrada. Los parámetros referidos en esas tablas se ilustran en la figura 1 de los anexos, en la cual es importante observar que la denominación de los muros depende de la dirección en la que actúa el viento y que, en algunos casos, la altura H es función del ángulo α .

Cuando el valor de C_{pe} sea positivo, se tratará de un empuje sobre el área en cuestión; cuando sea negativo, se tratará de una succión. Esto significa que las presiones positivas actúan hacia la superficie y las negativas se alejan de ésta.

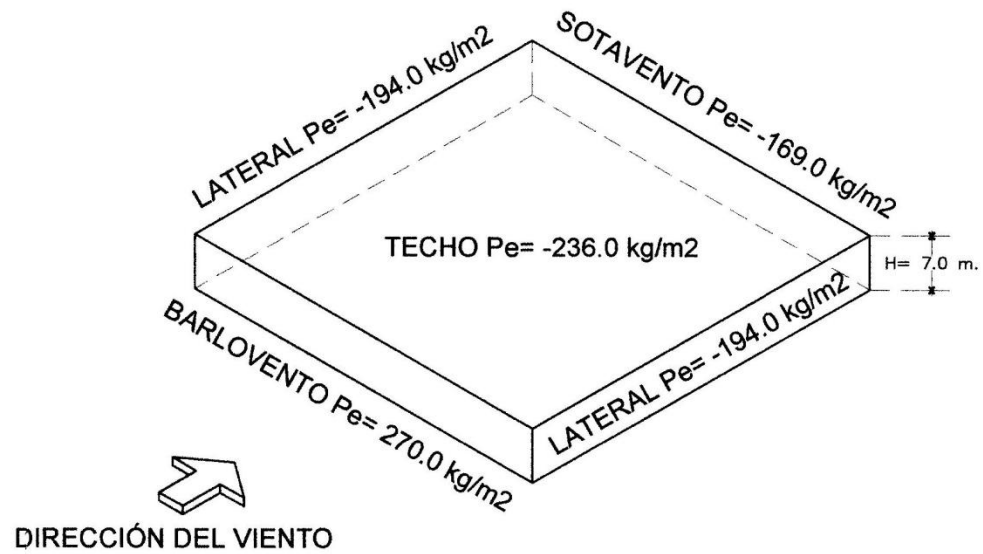
Factor de reducción de presión por tamaño de área, K_A . Los valores del factor K_A se indican en la tabla 7; en ella puede observarse que este factor depende del área tributaria de diseño. Para los casos no contemplados, el valor de K_A será igual a la unidad.

Factor de presión local, K_L . Se obtendrá de la tabla 8 y afectará sólo a las presiones exteriores. Las figuras 1 y 3 de los anexos complementan la tabla 8 para aclarar todas las variables y las zonas donde se aplica el factor de presión local. Para los casos no contemplados, el valor de K_L será igual a la unidad.

Cálculo de presiones exteriores.

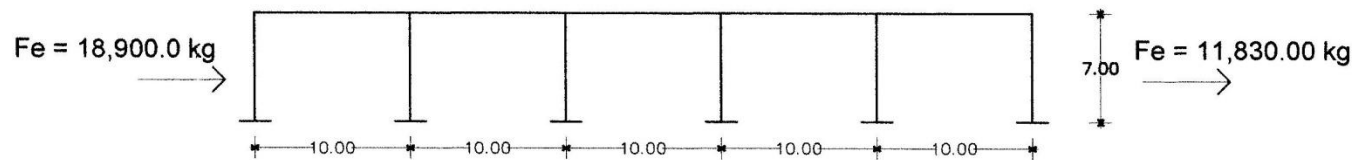
$$P_e = C_{pe} K_A K_L q_z$$

RESUMEN DEL CÁLCULO DE PRESIONES EXTERIORES						
ÁREA DE PRESIÓN	CASOS	C_{pe}	K_A	K_L	q_z kg/m ²	P_e kg/m ²
MURO A BARLOVENTO		0.8	0.8	1.25	337.0	269.60 = 270.00
MURO A SOTAVENTO		-0.5	1.0	1.0	337.0	-168.50 = -169.00
MUROS LATERALES	DE 0 A 1H	-0.65	1.0	1.0	337.0	-219.05 = -219.00
	DE 1H A 2H	-0.5	1.0	1.0	337.0	-168.50 = -169.00
ZONA DE TECHOS	BARLOVENTO	-0.7	1.0	1.0	337.0	-235.90 = -236.00
	SOTAVENTO	-0.3	1.0	1.0	337.0	-101.00



EFFECTO DEL VIENTO SOBRE UN ENTRE EJE

$$A = 10.0 \times 7.0 = 70.0 \text{ m}^2$$



$$F_t = 18,900.0 + 11,830.0 = 30,730.0 \text{ kg}$$

ANÁLISIS POR SISMO

Clasificación de la construcción según su destino: **GRUPO O CLASE "B"**

Clasificación según su estructuración: **TIPO 1**

Factor de comportamiento sísmico: **Q = 2**

Espectros de diseño para estructuras del grupo B

ZONA SÍSMICA	TIPO DEL TERRENO	a_0	C	Ta(s)	Tb(s)	r
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2

Elección del tipo de análisis: método simplificado

Coefficientes sísmicos reducidos para el método simplificado. Construcciones del grupo B

ZONA SÍSMICA	TIPO DEL TERRENO	Cs	Coefficiente sísmico reducido
A	I	0.08	$Cs_r = 0.08/2 = 0.04$

Considerando un entre eje:

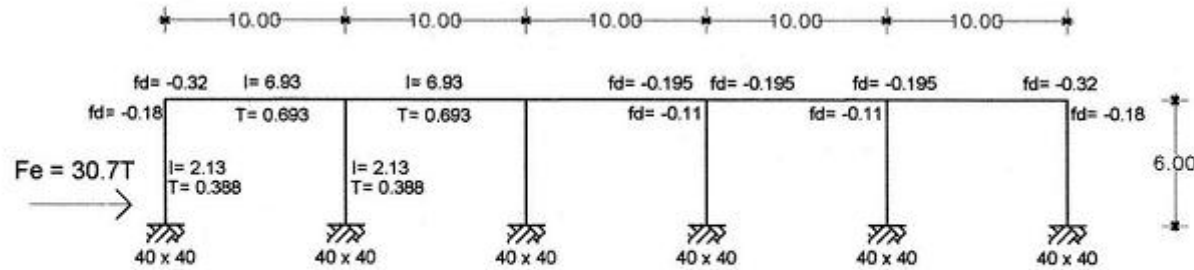
CONCEPTO	FACTOR*	KG/M ²
CARGA MUERTA FACTORIZADA	730.0 x 1.4	1022.0
CARGA VIVA FACTORIZADA	100.0 x 1.1	77.0
CARGA TOTAL FACTORIZADA (Wt)		1099.0

$$Wt = 10.0 \times 50.0 \times 1099 = 549.50 \text{ T.}$$

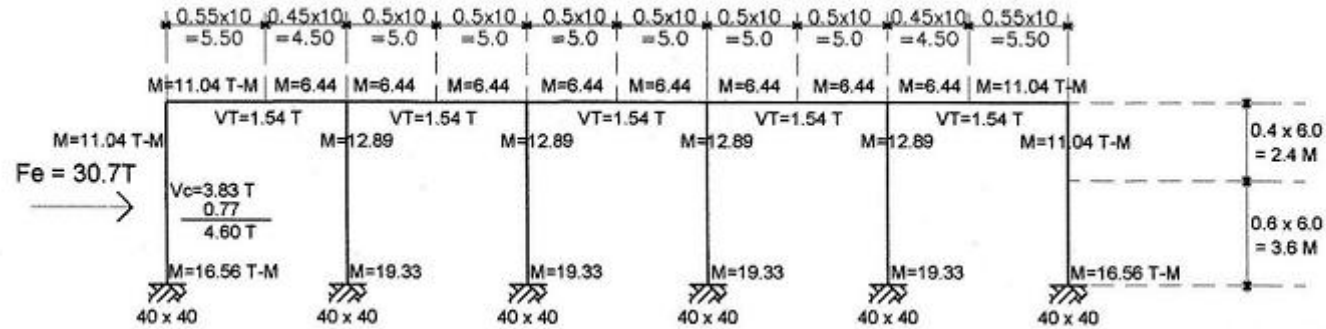
$$Fs = 549.50 \text{ T} \times 0.04 = 21.98 \text{ T.}$$

La fuerza sísmica es mucho menor a la producida por el viento, por lo tanto, no se tomará en cuenta este efecto. El edificio será analizado para efectos de carga gravitacional y viento.

MOMENTOS DE DISEÑO A CONSIDERAR



MARCO: RIGIDEZES Y FACTORES DE DISTRIBUCIÓN



MOMENTOS EN MARCO

MOMENTOS DE DISEÑO EN COLUMNAS

$$V_c = \frac{N - 0.5}{N + 1} N = \frac{5.0 - 0.5}{5 + 1} 30.7 = 23.0 \text{ T (cortante en columnas)}$$

$$V_T = V - V_c = 30.7 - 23.0 = 7.7 \text{ T (cortante en traves)}$$

Mcv= 38.94 T-M Mv= 11.04 T-M 49.98 x 0.75 = 37.49	Mcv= 5.95 Mv= 12.89 T-M 18.84 x 0.75 = 14.13	Mcv= 5.95 Mv= 12.89 T-M 18.84 x 0.75 = 14.13	Mcv= 5.95 Mv= 12.89 T-M 18.84 x 0.75 = 14.13	Mcv= 5.95 Mv= 12.89 T-M 18.84 x 0.75 = 14.13	Mcv= 38.94 T-M Mv= 11.04 T-M 49.98 x 0.75 = 37.49
MD= 38.94	MD= 14.13	MD= 14.13	MD= 14.13	MD= 14.13	MD= 38.94
MD= 12.42 Mcv= 0 Mv= 16.56	MD= 14.5 Mcv= 0 Mv= 19.33	MD= 14.5 Mcv= 0 Mv= 19.33	MD= 14.5 Mcv= 0 Mv= 19.33	MD= 14.5 Mcv= 0 Mv= 19.33	MD= 12.42 Mcv= 0 Mv= 16.56

DISEÑO DE ELEMENTOS

COLUMNA EXTERIOR

$$P = 1.192 \text{ T/m}^2 \times 5.0 \times 10.0 = 59.60 \text{ T} + 2.92 = \mathbf{62.52 \text{ T}}$$

$$P_u = 62.5 \text{ T}$$

$$M_{u_x} = 39.94 \text{ T-M}$$

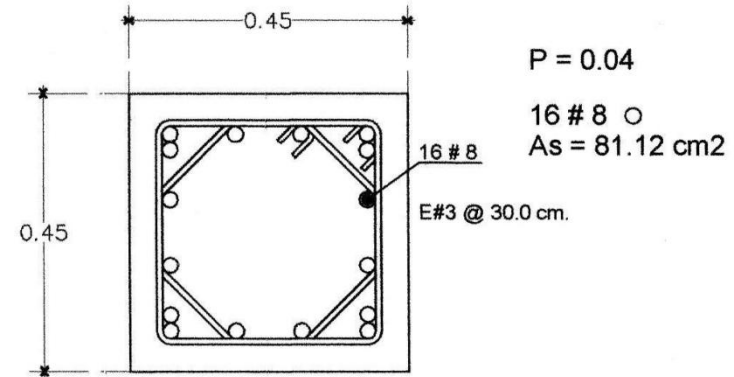
$$M_{u_y} = 11.68 \text{ T-M}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f^*c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 170 \text{ kg/cm}^2$$



$$r = 3 + 1 + 1 = 5.0 \text{ cm}$$

$$d = b - r = 45.0 - 5.0 = 40.0$$

$$d/b = 40.0 / 45.0 = 0.89$$

$$e_x = 38.94 / 62.5 = 0.62;$$

$$e_x/b = 0.62 / 0.45 = 1.38$$

$$e_y = 11.68 / 62.5 = 0.187;$$

$$e_y/h = 0.187 / 0.45 = 0.41$$

$$P_R = (1/P_{R_x} + 1/P_{R_y} - 1/P_{R_0})^{-1}$$

$$q = 0.04 (4200/170) = 0.99$$

$$P_{R_x} = F_R K_X bh f'_c;$$

$$P_{R_y} = F_R K_Y bh f'_c;$$

$$e_x/h = 1.38 \quad q = 0.99 \quad K_X = 0.3$$

$$e_y/h = 0.41 \quad q = 0.99 \quad K_Y = 0.8$$

$$P_{R_x} = 0.8 \times 0.3 \times 45 \times 45 \times 170 = 82,260 \text{ kg} = \mathbf{82.62 \text{ T}}$$

$$P_{R_y} = 0.8 \times 0.8 \times 45 \times 45 \times 170 = 220,320 \text{ kg} = \mathbf{220.32 \text{ T}}$$

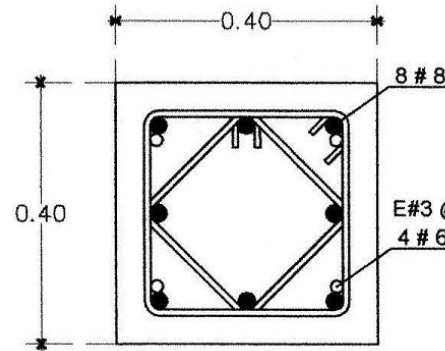
$$P_{R_0} = F_R (bh f'_c + A_s f_y) = 0.8 (45 \times 45 \times 170 + 81.12 \times 4200) = 547,963 \text{ kg} = \mathbf{547.96 \text{ T}}$$

$$P_R = (1/82.62 + 1/220.32 - 1/547.96)^{-1} = \mathbf{67.49 \text{ T} > 62.5 \text{ T} \text{ ok}}$$

COLUMNAS EXTERIORES DE 45 x 45 cm CON 16 # 8 y E # 3 @ 30 cm.

COLUMNA INTERIOR

$P_u = 120.0 \text{ T}$
 $M_{u_x} = 14.5 \text{ T-M}$
 $M_{u_y} = 4.35 \text{ T-M}$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 $f^*_c = 200 \text{ kg/cm}^2$
 $f'c = 170 \text{ kg/cm}^2$



$P = 0.0325$

$8 \# 8 \bullet$
 $4 \# 6 \circ$
 $A_s = 40.56 + 11.48 = 52.04 \text{ cm}^2$

$r = 3 + 1 + 1 = 5.0 \text{ cm}$
 $d = b - r = 40.0 - 5.0 = 35.0$
 $d/b = 35.0 / 40.0 = 0.88$

$e_x = 14.5 / 120.0 = 0.14;$ $e_x/b = 0.12 / 0.40 = 0.30$

$e_y = 4.35 / 120.0 = 0.036;$ $e_y/h = 0.036 / 0.40 = 0.09$

$P_R = (1/ P_{R_x} + 1/ P_{R_y} - 1/ P_{R_0})^{-1}$

$q = 0.0325 (4200/ 170) = 0.80$

$P_{R_x} = F_R K_x bh f'_c;$

$P_{R_y} = F_R K_y bh f'_c;$

$e_x/b = 0.30 \quad q = 0.80 \quad K_x = 0.9$

$e_y/h = 0.09 \quad q = 0.80 \quad K_y = 1.45$

$P_{R_x} = 0.8 \times 0.9 \times 40 \times 40 \times 170 = 195,840 \text{ kg} = \mathbf{195.84 \text{ T}}$

$P_{R_y} = 0.8 \times 1.45 \times 40 \times 40 \times 170 = 315,520 \text{ kg} = \mathbf{315.52 \text{ T}}$

$P_{R_0} = F_R (b h f'_c + A_s f_y) = 0.8 (40 \times 40 \times 170 + 52.04 \times 4200) = 392,454.40 \text{ kg} = \mathbf{392.45 \text{ T}}$

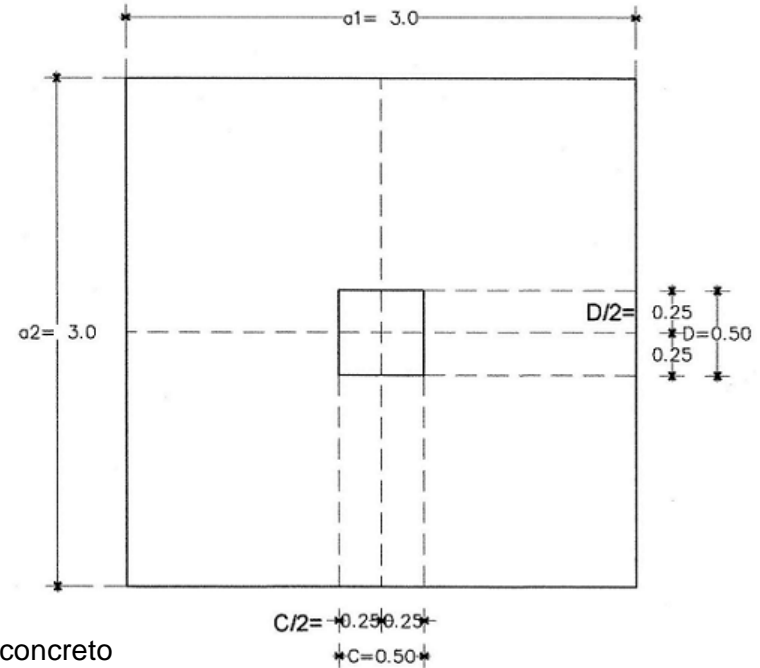
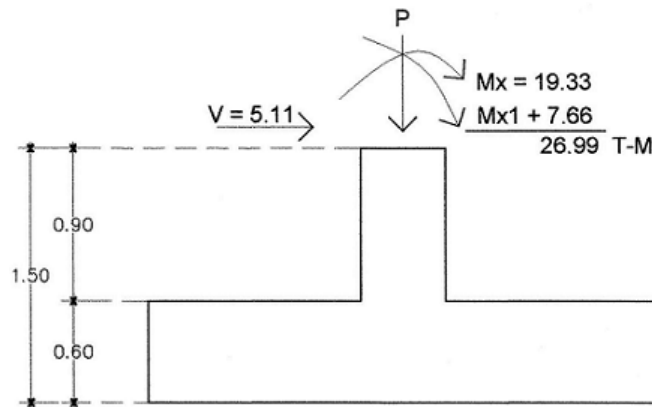
$P_R = (1/ 195.84 + 1/ 315.52 - 1/ 392.45)^{-1} = \mathbf{174.60 \text{ T} > 120.0 \text{ T} \text{ ok}}$

COLUMNAS INTERIORES DE 40 x 40 cm CON 8 # 8, 4 # 6 y E # 3 @ 30 cm.

CÁLCULO DE ZAPATA

$P = 120.0 \text{ T}$
 $P_p = 2.3 \text{ T}$
 $P_{col.} = 122.30 \text{ T}$
 $M_{u_x} = 19.33 \text{ T-M}$
 $M_{u_y} = 5.80 \text{ T-M}$
 $V_x = 5.11 \text{ T}$

$\gamma = 20 \text{ T / m}^2$ (capacidad del terreno)
 $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $\gamma_{terreno} = 1.6 \text{ T / m}^3$
 $\gamma_{concreto} = 2.4 \text{ T / m}^3$



$$P_u = [P + (\gamma_c - \gamma_t) V_c] F_c$$

donde: V_c = volumen del concreto
 F_c = factor de carga

$$V_c = (3.0 \times 3.0 \times 0.6) + (0.5 \times 0.5 \times 0.9) = 5.625 \text{ m}^3$$

$$P_u = [120.0 + (2.4 - 1.6) 5.625] = 124.5 \text{ T}$$

$$e_x = 27.0 / 124.5 = 0.217 \text{ M}; \quad e_y = 5.8 / 124.5 = 0.047 \text{ M}$$

$$a'_{2x} = 3.0 - 2e_x = 3.0 - 2 \times 0.217 = 2.57$$

$$Fact = P_u / A = 124.5 / 3.0 \times 2.57 = 16.15 \text{ T / m}^2 < F_{APM}$$

Cálculo del cortante actuante

$$V_u = (1.25 - 0.80) 16.15 = 7.26 \text{ T} < V_{CR} = 8.33 \text{ T} \text{ ok}$$

Penetración

$$\mathcal{U}_u = \frac{V_u}{A} + \frac{\alpha M_u C_3}{J_c}$$

C1 = 0.6 M
 C2 = 0.6 M
 C3 = 1.10 M

$V_u = P_u - [(C1+d) (C2+d)]$ Fact. Sustituyendo:

$V_u = 124.5 - [(0.6+0.8) (0.6+0.8)]$ 16.15

$V_u = 92.85$ T

$A = A_c = (b_o) (d) = 2d [(C1+d) + (C2 + d)]$ Sustituyendo:

$A = A_c = 2 \times 80 [(0.60 + 0.80) + (0.60 + 0.80)] = 448.00 \text{ cm}^2$

$$\alpha M_u = \left(1 - \frac{1}{(1+0.67) \sqrt{\frac{C_1+d}{C_2+d}}} \right) M_u$$

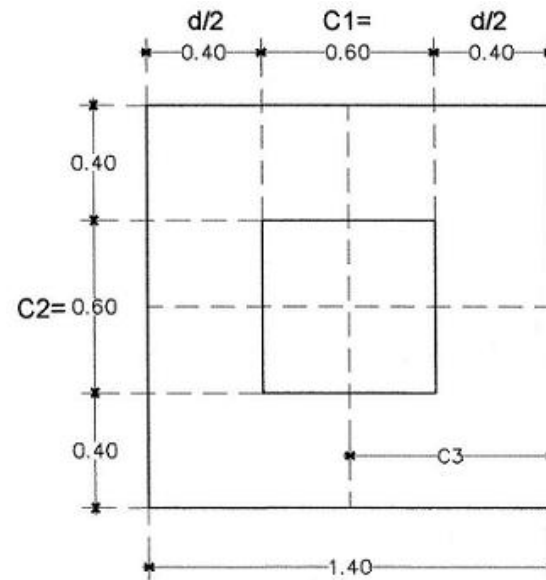
$\alpha M_u = \left(1 - \frac{1}{(1+0.67)1} \right) 26.7 = 10.71 \text{ T - M}$

$$J_c = \frac{d(C1+d)^3}{6} + \frac{(C1+d)d^3}{6} + \frac{d(C2+d)(C1+d)^2}{2} = \frac{80(60+80)^3}{6} + \frac{(60+80)80^3}{6} + \frac{80(60+80)(60+80)^2}{2} = 36,586,667 + 11,946,667 + 109,760,000$$

$J_c = 158, 293, 334$

$C_3 = \frac{1}{2} (110) = 55$ Sustituyendo:

$$\mathcal{U}_u = \frac{V_u}{A} + \frac{\alpha M_u C_3}{J_c} = \frac{(92.85 \times 10^3)}{140^2} + \frac{(10.71 \times 10^5) (110)}{158.29 \times 10^6} = 4.74 + 7.44 = \mathbf{12.18 \text{ kg/cm}^2}$$



Cálculo del esfuerzo al cortante resistente (V_{CR}):

$$V_{CR} = F_R \sqrt{f * c} = 0.9 \sqrt{200} = 12.73 \text{ kg/cm}^2 > \mathcal{U}$$

Refuerzo por flexión:

$$A_s = \rho b d = 0.003 \times 100 \times 80 = 30.4 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas del #6 $a_s = 2.87 \text{ cm}^2$

$$S = 100 (a_s) / A_s = 100 \times 2.87 / 30.4 = 9.4 \text{ cm}$$

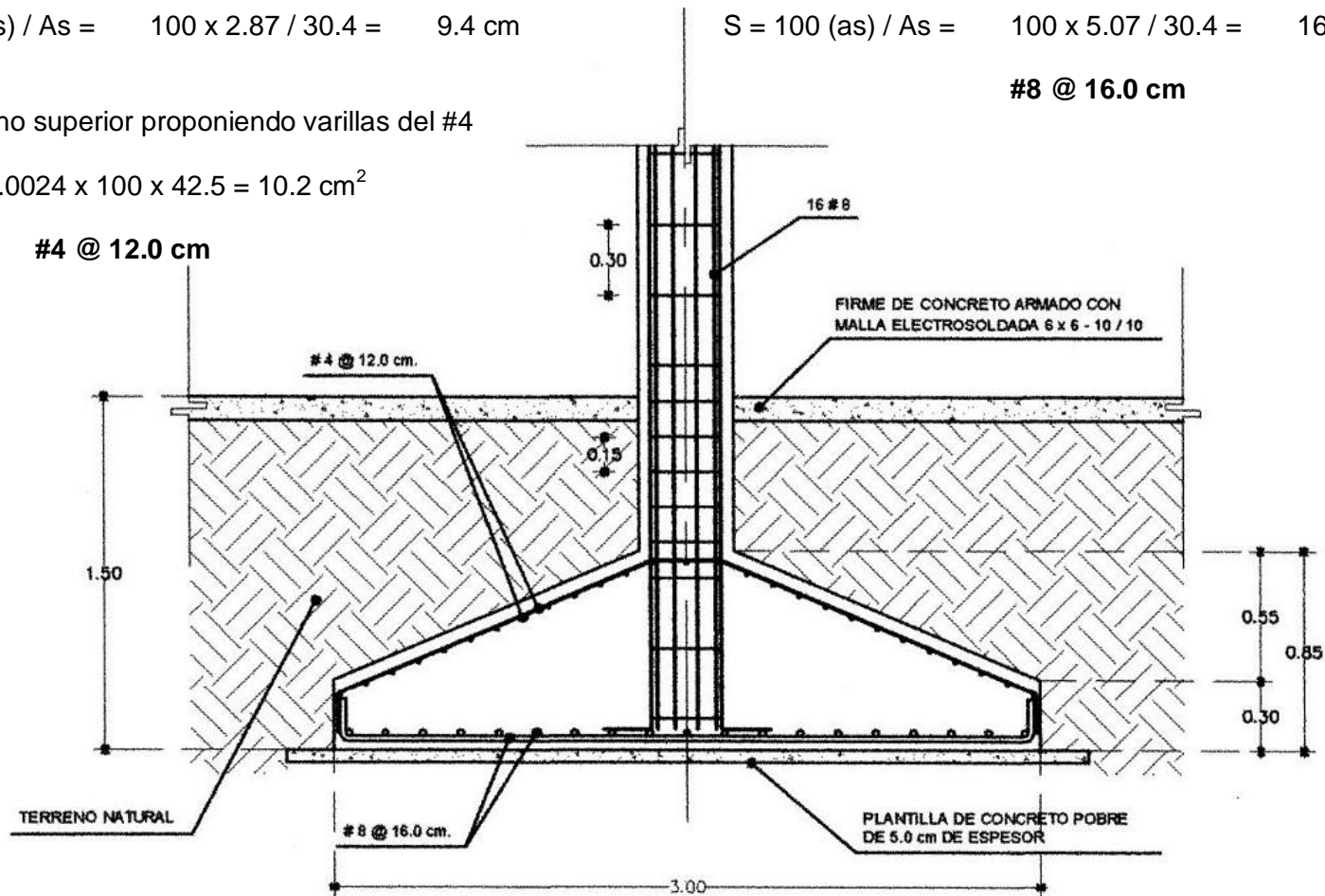
Proponiendo varillas del #8 $a_s = 5.07 \text{ cm}^2$

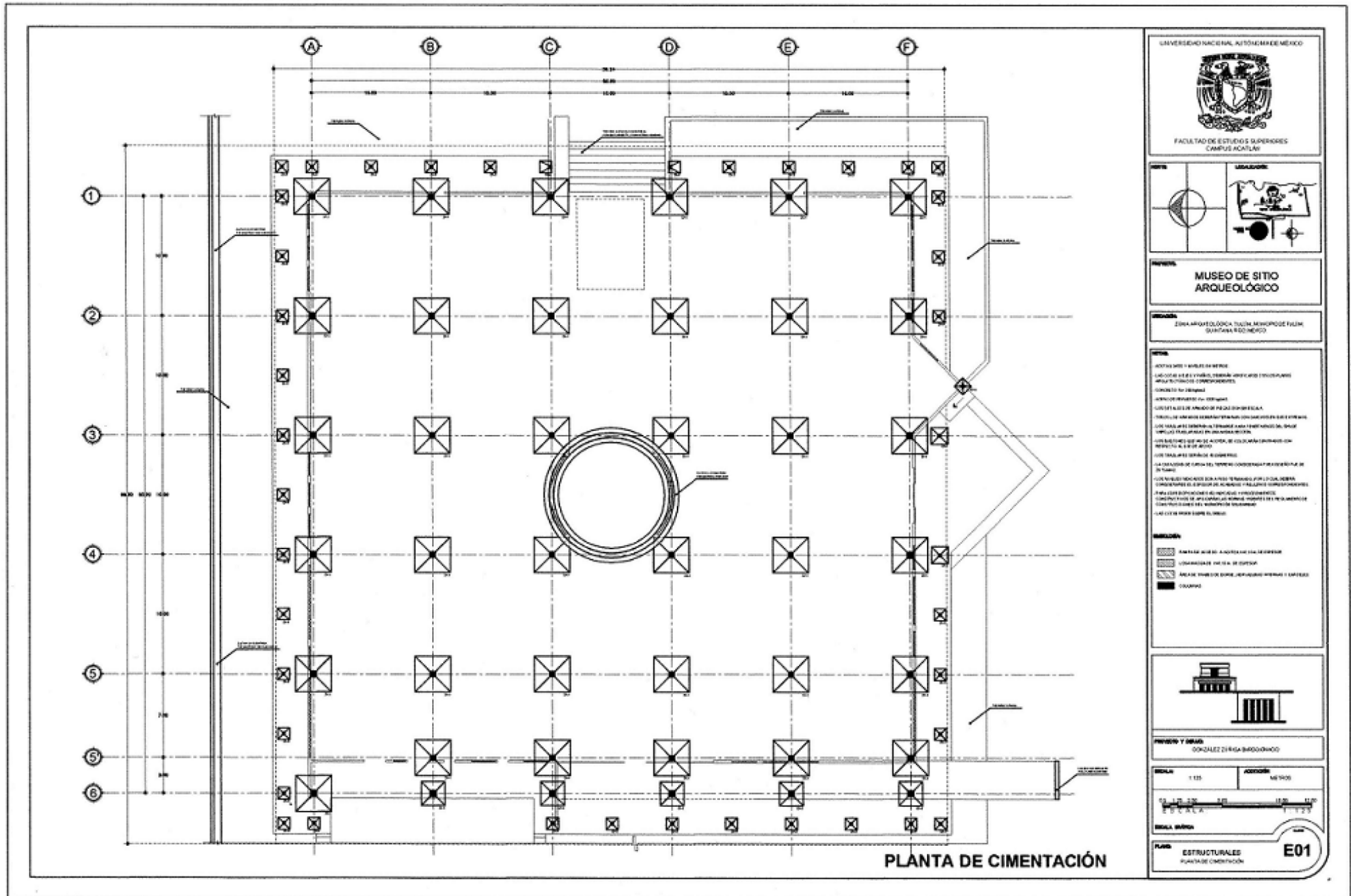
$$S = 100 (a_s) / A_s = 100 \times 5.07 / 30.4 = 16.7 \text{ cm}$$

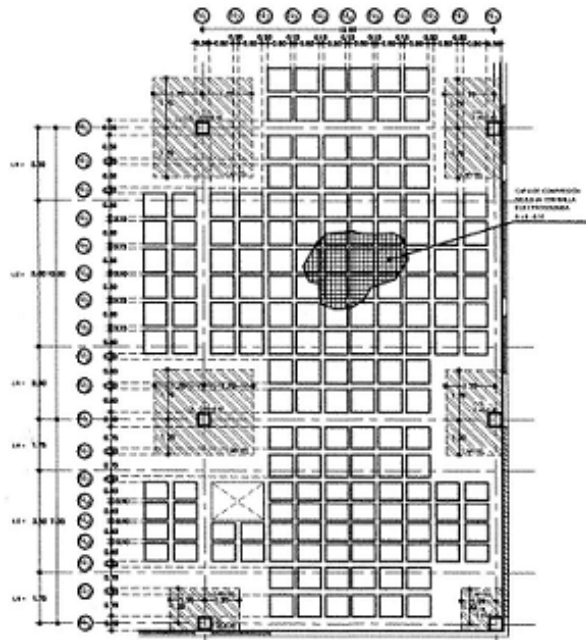
#8 @ 16.0 cm

Para el lecho superior proponiendo varillas del #4

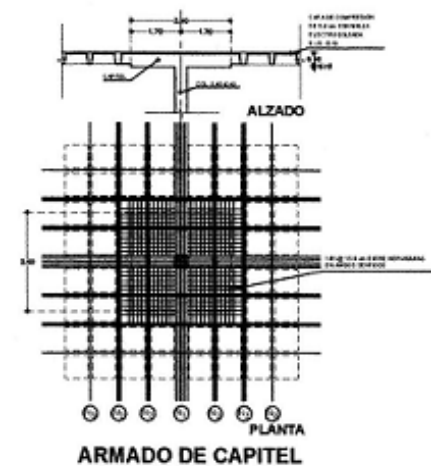
$$A_{s \text{ mín}} = 0.0024 \times 100 \times 42.5 = 10.2 \text{ cm}^2$$



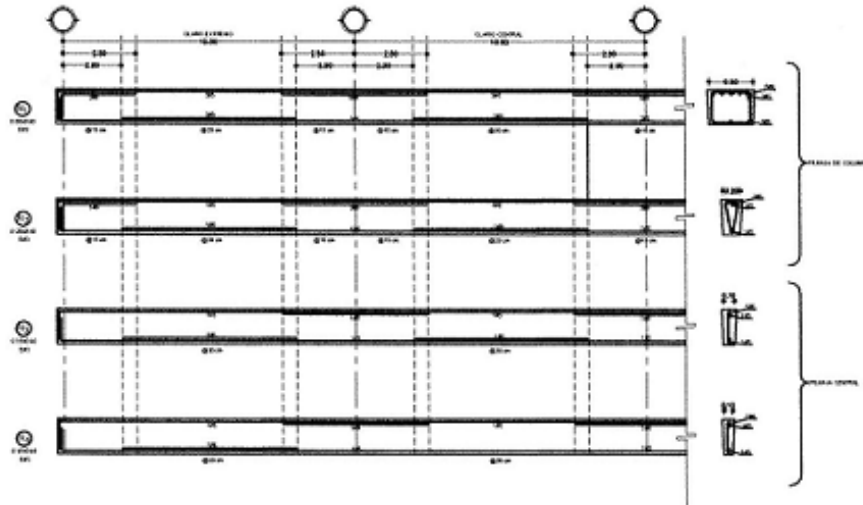




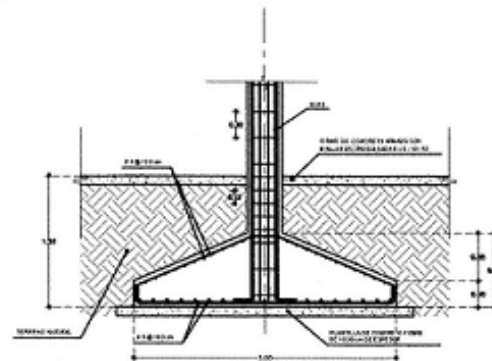
DETALLE DE LOSA RETICULAR



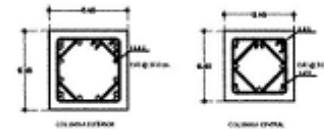
ARMADO DE CAPITEL



ARMADO DE NERVADURAS
S/E



DETALLE DE ZAPATA (ZA-1)
S/E



DETALLE DE COLUMNAS
S/E

DETALLES DE NERVADURAS, COLUMNAS Y ZAPATAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS ACATLÁN

UBICACIÓN

MUSEO DE SITIO
ARQUEOLÓGICO

ZONA ARQUEOLÓGICA TULUM, MUNICIPIO DE TULUM,
QUINTANA ROO, MÉXICO

DESCRIPCIÓN

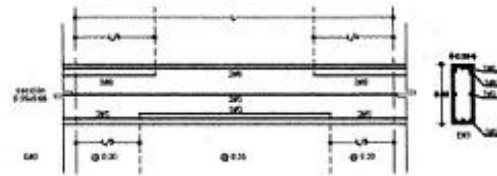
PROYECTO

ESTRUCTURALES

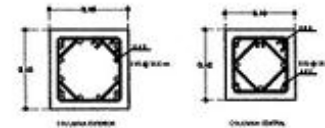
ESCALA: 1:75

PLANO: E03

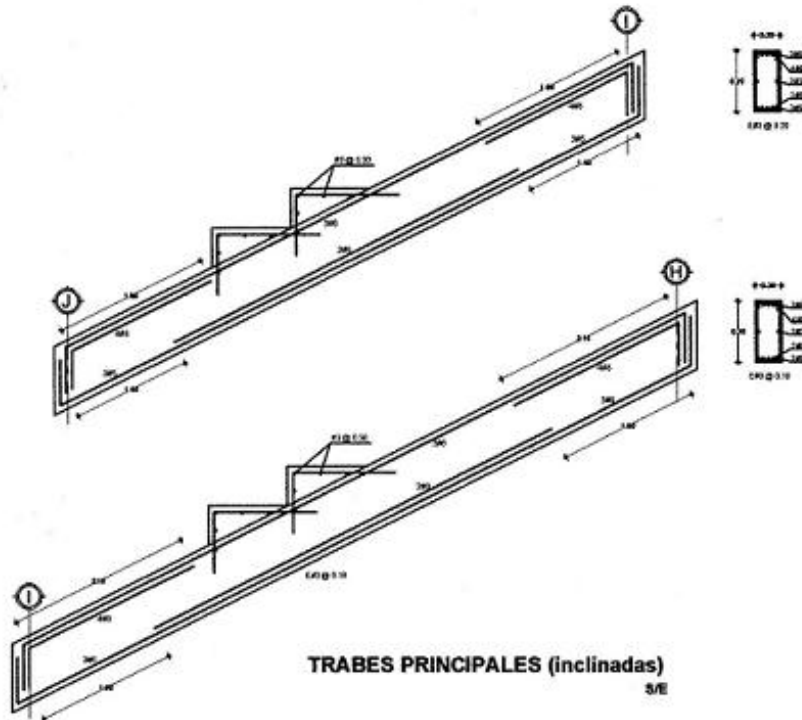
DETALLES DE NERVADURAS, COLUMNAS Y ZAPATAS



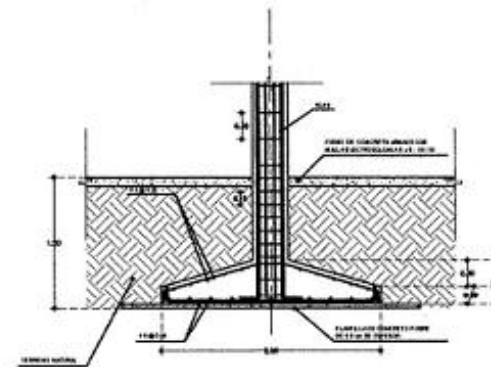
TRABES CIRCULARES (secundarias)
S/E



DETALLE DE COLUMNAS
S/E



TRABES PRINCIPALES (inclinadas)
S/E



DETALLE DE ZAPATA (ZA-6)
S/E

DETALLES ESTRUCTURALES DE AUDITORIO



MUSEO DE SITIO ARQUEOLÓGICO
ZONA ARQUEOLÓGICA TULUM, MUNICIPIO DE TULUM, QUINTANA ROO, MÉXICO

ADVERTENCIAS Y NOTAS GENERALES
 1. LAS COLUMNAS DE LOS PUEBLOS CIRCULARES DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.
 2. COMENTARIO: 20 mm Ø.
 3. TIPO DE REBARBA: 40-20 mm Ø.
 4. LOS DETALLES DE ARMADO DE LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.
 5. LOS DETALLES DE ARMADO DE LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.
 6. LOS DETALLES DE ARMADO DE LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.
 7. LOS DETALLES DE ARMADO DE LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.
 8. LOS DETALLES DE ARMADO DE LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.
 9. LOS DETALLES DE ARMADO DE LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.
 10. LOS DETALLES DE ARMADO DE LAS COLUMNAS DEBEN SER DE TIPO BARRAS ARMADAS CON REINFORZO CONFORME A LA NOMENCLATURA.



PROYECTO Y DISEÑO:
DORAZO DE LA SERRANÍA

ESCALA: 1:75

PLANO: ESTRUCTURALES
DETALLES ESTRUCTURALES DE AUDITORIO

E05

Proyecto de Instalaciones.

8.3.1. Instalación hidráulica

El abastecimiento de agua potable para el proyecto, está basado en dos fuentes, la primera es la toma de la red domiciliaria, la cual abastece una cisterna de 66,000 litros y es bombeada por medio de un equipo hidroneumático, ésta cisterna cuenta con la capacidad requerida para el gasto diario, de acuerdo al Reglamento de Construcciones (debido a la naturaleza del proyecto, no se considera conveniente la red de agua contra incendio).

La segunda fuente de abastecimiento, es la captación de agua pluvial (aspecto a destacar dentro del proyecto). Este sistema funciona por la captación y posterior canalización por medio de bajantes del agua de lluvia en la azotea verde, que van directamente y sin necesidad de pasar por filtros al sistema de almacenamiento, que cuenta con una capacidad de 420,000 litros, que dará servicio a los excusados y para el riego de áreas verdes. Cabe destacar que como parte de la aplicación de los criterios sustentables, se propone el uso de mingitorios secos, siendo la causa que esos últimos no se tomen en cuenta para el cálculo de la presente instalación.

La instalación hidráulica se realizó utilizando el método de Hunter, aplicándolo en el cálculo de los ramales de la instalación en general, y en particular del núcleo de sanitarios para visitantes, partiendo de establecer la equivalencia entre el gasto hidráulico de los muebles sanitarios alimentados y las unidades mueble (UM); también se utilizó el Reglamento de Construcciones del Municipio de Solidaridad Quintana Roo, para calcular la capacidad de la cisterna de abastecimiento de agua potable, así como la aplicación del sistema de recolección y aprovechamiento del agua pluvial.

Con el cálculo de UM, se obtiene el gasto de litros por segundo de los muebles a alimentar, el cual es utilizado para establecer el diámetro del ramal, tomando en cuenta la pérdida por fricción, el gasto en litros por segundo y la velocidad alcanzada por el agua dentro de la tubería. Este mismo procedimiento se aplicó tanto para el agua potable, como para el agua pluvial.

CÁLCULO DEL GASTO MÁXIMO DIARIO			
No. DE UNIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	LITROS/UNIDAD	GASTO DIARIO
980 ASIENTOS	AUDITORIO AL AIRE LIBRE	6.00 l/asiento/día	5,880.00
1500 ASISTENTES	MUSEO	10.00 l/asistente/día	15,000.00
108.90 m ²	OFICINAS	20.00 l/m ² /día	2,178.00
108 COMENSALES	RESTAURANTE	30.00 l/comensal/día	3,240.00
120 COMENSALES	CAFETERÍA Y SNACKS	16.00 l/comensal/día	1,920.00
185.79 m ²	RIEGO DE JARDINES	5.00 l/m ² /día	928.95
30 EMPLEADOS	EMPLEADOS	100.00 l/trabajador/día	3,000.00
48 COMENSALES	CAFETERÍA (PALAPA CHOFERES)	16.00 l/comensal/día	768.00
GASTO MÁXIMO DIARIO EN LITROS			32,914.95

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA CISTERNA	
GASTO MÁXIMO DIARIO EN LITROS	32,914.95
x 2 días de consumo	
CAPACIDAD DE LA CISTERNA	65,829.90*

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TOMA DOMICILIARIA	
GASTO MÁXIMO DIARIO EN LITROS	32,914.95
x 2 días de consumo	
CAPACIDAD DE LA CISTERNA	65,829.90
/ 86400 segundos	
GASTO EN LITROS POR SEGUNDO	0.76
DIÁMETRO CORRESPONDIENTE EN mm	37.5 mm = 38.00 mm = 1 ½"

*Adicional a la cisterna de agua potable, se construirá otra de mayores dimensiones para la captación de agua pluvial.

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES SANITARIOS EN UNIDADES DE GASTO (UM) MÉTODO DE HUNTER		
MUEBLE	TIPO DE MUEBLE	UNIDADES MUEBLE (UM)
EXCUSADO	FLUXOMETRO	10
LAVABO	LLAVE	2
REGADERA	MEZCLADORA	2
FREGADERO	LLAVE	4
LAVAPLATOS	MEZCLADORA	4
VERTEDERO	LLAVE	3
MINGITORIO	SECO	0

CÁLCULO DE UNIDADES MUEBLE (UM) EN EL EDIFICIO DEL MUSEO			
MUEBLE	CANTIDAD	UM	UM TOTALES
SANITARIO DE MUJERES			
EXCUSADO	6	10	60
LAVABO	5	2	10
SANITARIO DE HOMBRES			
EXCUSADO	4	10	40
LAVABO	5	2	10
ADMINISTRACIÓN Y ENFERMERÍA			
EXCUSADO	1	10	10
LAVABO	1	2	2
VERTEDERO	2	3	6
COCINA, COMEDOR DE EMPLEADOS Y SNACKS			
EXCUSADO	1	10	10
LAVABO	1	2	2
FREGADERO	7	4	28
LAVAPLATOS	2	4	8
ZONA DE SERVICIOS			
EXCUSADO	6	10	60
LAVABO	9	2	18
VERTEDERO	4	3	12
REGADERA	1	2	2
TOTAL DE UM EN MUSEO			278

CÁLCULO DE UNIDADES MUEBLE (UM) EN AUDITORIO			
MUEBLE	CANTIDAD	UM	UM TOTALES
SANITARIO DE MUJERES			
EXCUSADO	12	10	120
LAVABO	9	2	18
SANITARIO DE HOMBRES			
EXCUSADO	9	10	90
LAVABO	9	2	18
MINGITORIOS	4	0	0
CAFETERÍA			
VERTEDERO	1	3	3
FREGADERO	2	4	8
ZONA DE VESTIDORES Y CAMERINOS			
EXCUSADO	9	10	90
LAVABO	7	2	14
MINGITORIOS	3	0	0
VERTEDERO	1	3	3
TOTAL DE UM EN AUDITORIO			364

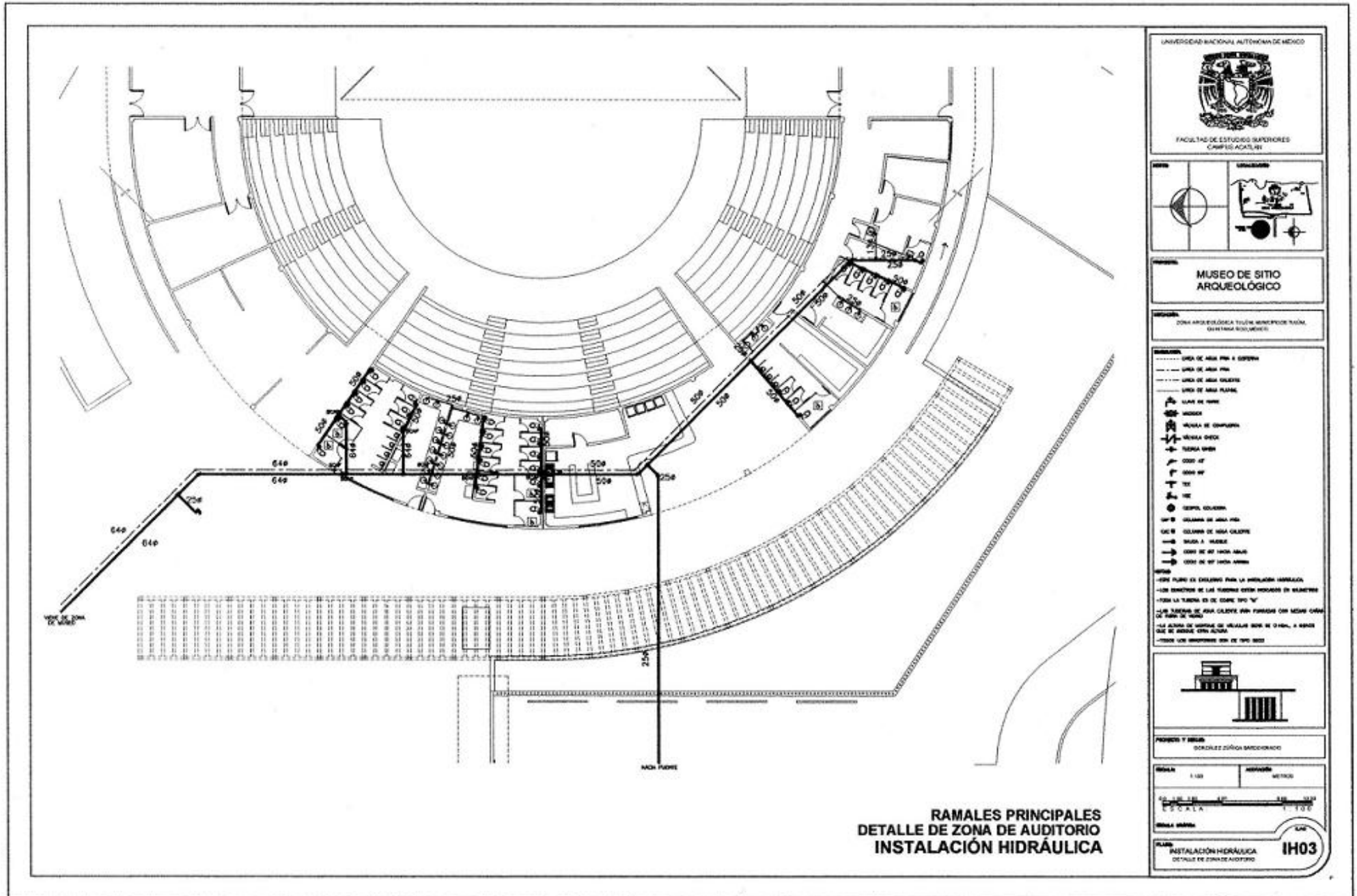
CÁLCULO DE UNIDADES MUEBLE (UM) PALAPA DE CHOFERES			
MUEBLE	CANTIDAD	UM	UM TOTALES
EXCUSADO	7	10	70
LAVABOS	4	2	8
MINGITORIOS	3	0	0
VERTEDERO	1	3	3
FREGADERO	2	4	8
TOTAL DE UM EN PALAPA DE CHOFERES			89

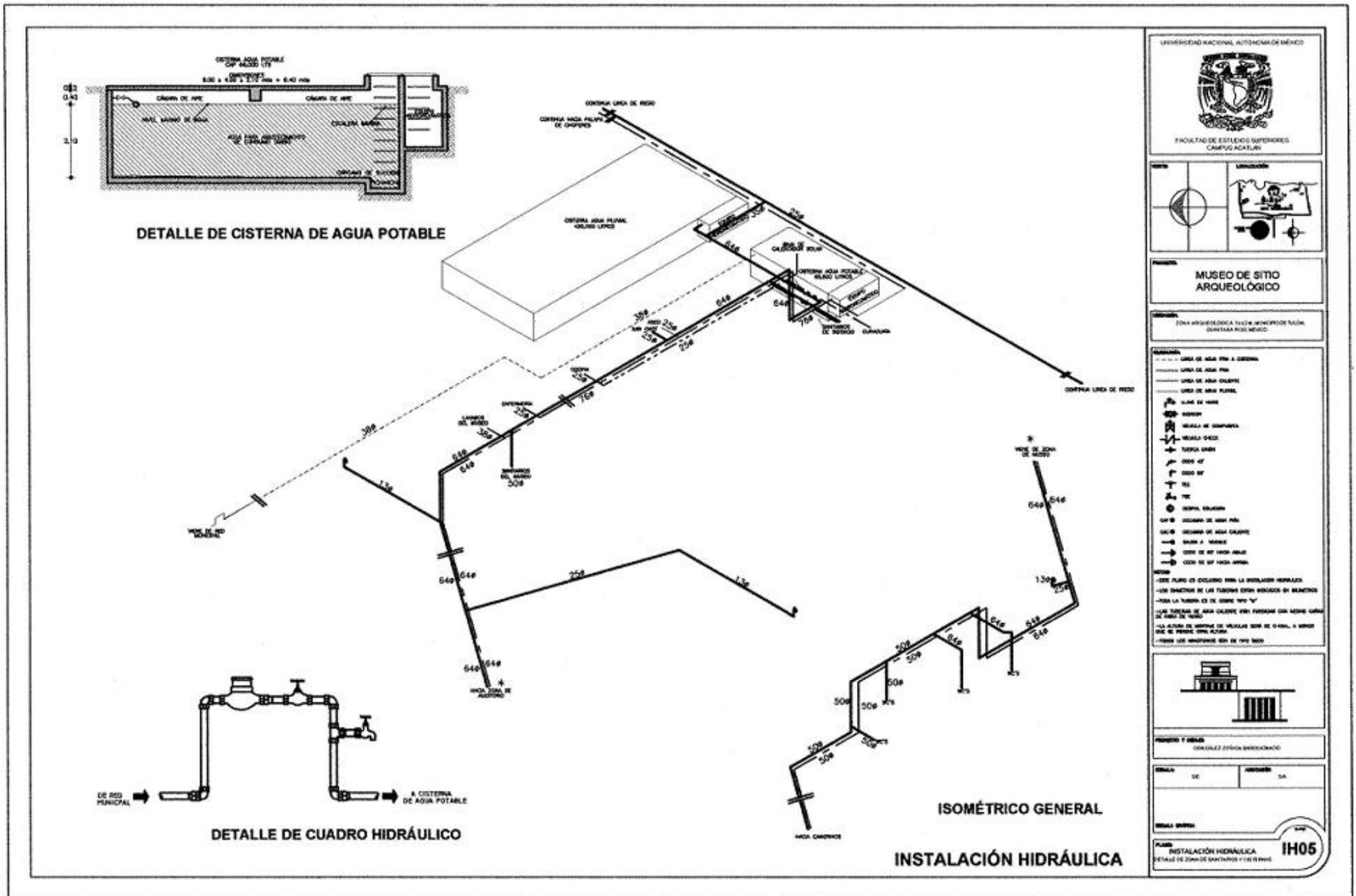
TOTAL DE UM EN MUSEO	278
TOTAL DE UM EN AUDITORIO	364
PALAPA DE CHOFERES	89
TOTAL DE UM DEL PROYECTO	731

EJEMPLO DE CÁLCULO DE DIÁMETROS EN EL NÚCLEO DE SANITARIOS DEL MUSEO (AGUA POTABLE)			
MUEBLE	UM CONECTADAS	GASTO EN LTS./SEG.	DIÁMETRO HORIZONTAL
EXCUSADOS EN SANITARIO DE HOMBRES	40	2.90	38 mm
EXCUSADOS EN SANITARIO DE MUJERES	60	3.50	50 mm
LAVABOS EN SANITARIOS DE HOMBRES Y MUJERES	20	2.20	38 mm
UM ACUMULADAS	120	ALIMENTACIÓN DEL NÚCLEO	50 mm

CÁLCULO DE DIÁMETROS PRINCIPALES DE LA RED HIDRÁULICA (AGUA POTABLE)			
ZONA	UM POR ZONA	GASTO EN LTS./SEG.	DIÁMETRO HORIZONTAL
SANITARIOS DEL MUSEO, HOMBRES Y MUJERES	120	4.60	50 mm
ADMINISTRACIÓN Y ENFERMERÍA	18	2.20	38 mm
COCINA, COMEDOR DE EMPLEADOS Y SNACKS	48	3.20	50 mm
ZONA DE SERVICIOS	92	4.15	50 mm
SANITARIOS DEL AUDITORIO, HOMBRES Y MUJERES	246	6.30	64 mm
CAFETERÍA	11	1.80	38 mm
ZONA DE VESTIDORES Y CAMERINOS	107	4.35	50 mm
UM ACUMULADAS TOTALES	642	ALIMENTACIÓN PRINCIPAL	76 mm

CÁLCULO DE DIÁMETROS PRINCIPALES DE LA RED HIDRÁULICA (AGUA PLUVIAL)			
ZONA	UM POR ZONA	GASTO EN LTS./SEG.	DIÁMETRO HORIZONTAL
SANITARIOS DEL MUSEO, HOMBRES Y MUJERES	120	4.60	50 mm
ADMINISTRACIÓN Y ENFERMERÍA		NO APLICA	
COCINA, COMEDOR DE EMPLEADOS Y SNACKS		NO APLICA	
ZONA DE SERVICIOS	92	4.15	50 mm
SANITARIOS DEL AUDITORIO, HOMBRES Y MUJERES	246	6.30	64 mm
CAFETERÍA		NO APLICA	
ZONA DE VESTIDORES Y CAMERINOS	107	4.35	50 mm
UM ACUMULADAS TOTALES	565	ALIMENTACIÓN PRINCIPAL	64 mm





8.3.2. Instalación sanitaria

Del mismo modo que la instalación hidráulica, la instalación sanitaria se agrupa por zonas, esto con la finalidad de simplificar los recorridos y dirigir las aguas negras hacia la planta de tratamiento. Como lo pide el Reglamento de Construcciones para la zona turística y peatonal, las aguas residuales del conjunto, pasan a través de la planta de tratamiento donde son limpiadas para mandar la menor cantidad de residuos hacia la red municipal de drenaje. El agua pluvial captada y filtrada por la azotea verde es dirigida a la cisterna que cuenta con una capacidad de 420,000 litros, con la finalidad de abastecer a los muebles sanitarios (WC). Cabe mencionar que el arreglo hidráulico permite abastecer con agua potable a los muebles sanitarios, en el supuesto que la cisterna de agua pluvial no contara con líquido.

Los recorridos y los cálculos de ésta instalación, están basados en los requerimientos que se establecen en el Reglamento de Construcciones del Municipio de Solidaridad. Los criterios aplicados a la instalación en general se refieren a la ubicación de registros en la línea de desagüe, la pendiente mínima de los ramales horizontales, materiales a utilizar, conexión de muebles sanitarios, ventilación de la instalación, etc. Al utilizar el método de Hunter del mismo modo que en la instalación hidráulica, se obtiene la equivalencia en unidades de desagüe para posteriormente aplicar las unidades acumuladas a las tablas del método y así especificar el diámetro correspondiente al ramal. En tanto que el diámetro de las bajadas pluviales (BAP), se determinó por medio de considerar que una bajada de 4" tiene una capacidad para desaguar 100 m² de azotea y de acuerdo a esto, se ubicaron el número de bajadas pluviales necesarias para la superficie de azotea del proyecto.

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES SANITARIOS EN UNIDADES DE DESAGÜE (UD)			
MUEBLE	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE MUEBLE	UNIDADES DE DESCARGA (UD)
EXCUSADO	PÚBLICO	FLUXÓMETRO	8
LAVABO	PÚBLICO	LLAVE	2
MINGITORIO	PÚBLICO	SECO	4
CESPOL COLADERA	PRIVADO	-	2
VERTEDERO	PRIVADO	LLAVE	3
REGADERA	PRIVADO	MEZCLADORA	2
FREGADERO	PRIVADO	MEZCLADORA	2
LAVAPLATOS	PRIVADO	MEZCLADORA	2

CÁLCULO DE UNIDADES DE DESAGÜE (UD) EN EL EDIFICIO DEL MUSEO			
MUEBLE	CANTIDAD	UD	UD TOTALES
SANITARIO DE MUJERES			
EXCUSADO	6	8	48
LAVABO	5	2	10
CESPOL COLADERA	1	2	2
SUBTOTAL			60
SANITARIO DE HOMBRES			
EXCUSADO	4	8	32
MINGITORIO	3	4	12
LAVABO	5	2	10
CESPOL COLADERA	1	2	2
SUBTOTAL			56
ADMINISTRACIÓN Y ENFERMERÍA			
EXCUSADO	1	8	8
LAVABO	1	2	2
VERTEDERO	2	3	6
SUBTOTAL			16
COCINA, COMEDOR DE EMPLEADOS Y SNACKS			
EXCUSADO	1	8	8
LAVABO	1	2	2
FREGADERO	7	2	14
LAVAPLATOS	2	2	4
CESPOL COLADERA	2	2	4
SUBTOTAL			32
ZONA DE SERVICIOS			
EXCUSADO	6	8	48
LAVABO	9	2	18
VERTEDERO	4	3	12
REGADERA	1	2	2
CESPOL COLADERA	2	2	4
SUBTOTAL			84
TOTAL DE UD EN MUSEO			248

CÁLCULO DE UNIDADES DE DESAGÜE (UD) EN AUDITORIO			
MUEBLE	CANTIDAD	UM	UM TOTALES
SANITARIO DE MUJERES			
EXCUSADO	12	8	96
LAVABO	9	2	18
CESPOL COLADERA	1	2	2
SUBTOTAL			116
SANITARIO DE HOMBRES			
EXCUSADO	9	8	72
LAVABO	9	2	18
MINGITORIOS	4	4	16
CESPOL COLADERA	1	2	2
SUBTOTAL			108
CAFETERÍA			
VERTEDERO	1	3	3
FREGADERO	2	2	4
CESPOL COLADERA	1	2	2
SUBTOTAL			9
ZONA DE VESTIDORES Y CAMERINOS			
EXCUSADO	9	8	72
LAVABO	7	2	14
MINGITORIOS	3	4	12
VERTEDERO	1	3	3
CESPOL COLADERA	2	2	4
SUBTOTAL			105
TOTAL DE UD EN AUDITORIO			338

TOTAL DE UD EN MUSEO	248
TOTAL DE UD EN AUDITORIO	338
TOTAL DE UD DEL PROYECTO	586

CÁLCULO DE DIÁMETROS PARA DESAGÜES			
NÚCLEO	UD CONECTADAS	DIÁMETRO EN MILÍMETROS Y PULGADAS	CAPACIDAD MÁXIMA DE UD
DESAGÜE PRINCIPAL	586	200 mm = 8"	600
SANITARIO DE MUJERES EN AUDITORIO	116	150 mm = 6"	350
SANITARIO DE HOMBRES EN AUDITORIO	108	150 mm = 6"	350
CAFETERÍA	9	75 mm = 3"	16
SANITARIOS DE VESTIDORES Y CAMERINOS	105	150 mm = 6"	350
SANITARIO DE MUJERES EN MUSEO	60	100 mm = 4"	90
SANITARIO DE HOMBRES EN MUSEO	56	100 mm = 4"	90
ADMINISTRACIÓN Y ENFERMERÍA	16	75 mm = 3"	16
COCINA, COMEDOR Y SNACKS	32	100 mm = 4"	90
ZONA DE SERVICIOS	84	100 mm = 4"	90

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PROPUESTA

Para poder cumplir con la normatividad en cuanto a descargas al manto acuífero, se instalará en el proyecto una planta de tratamiento PTAR SHARK System, con un tratamiento biológico adicional de Nitrógeno y Fósforo.

El tratamiento está conformado por los siguientes procesos:

Fosas sépticas. El efluente de las aguas residuales se canaliza hacia las fosas sépticas donde se realiza el tratamiento primario que debe asegurar: retención de sólidos gruesos, retención de grasas y retención de sólidos decantables en condiciones anaeróbicas.

Desfosfatación y Desnitrificación. Posteriormente, el efluente continúa hacia la etapa de desfosfatación y de desnitrificación, la cual se compone de un tanque anaeróbico agitado (tanque existente) y un tanque anóxico agitado en polietileno.

Proceso PTAR SHARK System.

Clarificador. El clarificador favorece la separación de fases sólido/liquido por medio de módulos de alta sedimentación, es decir, aclara el efluente antes de su desinfección y posterior descarga al medio receptor.

Biofiltro. El biofiltro es constituido de roca volcánica denominada "Tezontle". Además de filtrar el efluente, reteniendo los sólidos suspendidos, el Tezontle (de alta porosidad), asegura un soporte a diferentes bacterias que afinan el tratamiento biológico. La porosidad de la roca se traduce por grandes superficies de contacto entre los microorganismos y el efluente.

Desinfección. La desinfección se realiza por medio de pastillas de hipoclorito de sodio que destruye bacterias, virus y quistes amibianos. Posteriormente se aplican pastillas de Bisulfito para eliminar los residuos de cloro antes de retornar a cabeza del tratamiento.

La planta de tratamiento de aguas residuales que se proyecta para el Museo de Sitio Tulúm, se refiere a un Sistema de tratamiento que permitirá la descarga de las aguas al drenaje, de acuerdo con la normas vigentes de la SEMARNAT, o incluso pueden ser usadas para el riego de las áreas verdes.

Justificación

El Museo de Sitio, puede llegar a concentrar aproximadamente 2,000 ocupantes diarios. Además por encontrarse a pocos metros de la costa, se debe tener especial cuidado con el agua residual que se arroje al drenaje y por ningún motivo permitir filtraciones de ésta al acuífero subterráneo sin tratamiento alguno.

Es de vital importancia que las aguas residuales no alcancen los niveles freáticos y eliminar en lo posible la carga orgánica y biológica.

Objetivos

- ⊕ Depurar las aguas residuales para lograr una calidad de efluente, que permita su incorporación al drenaje costero y su utilización para el riego de las áreas verdes.
- ⊕ Cumplir con las condiciones particulares de descarga de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- ⊕ Cumplir con las condiciones particulares de los límites máximos permisibles de contaminantes de los lodos y biosólidos para su aprovechamiento y disposición final de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Inversión

El monto total aproximado de las obras de construcción y equipos de la planta de tratamiento es de \$ 430,000.00 pesos.

Capacidad productiva o de servicios

La capacidad de la planta de tratamiento es de 32,000 litros por día.

Debido a que no han comenzado las operaciones del Museo de Sitio Tulúm, no se han realizado los estudios fisicoquímicos de las aguas residuales, por lo que se tomó la calidad de esta agua como la referida en la literatura técnica especializada:

La planta de tratamiento tendrá como producto final un efluente que cumpla con las características requeridas en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Atributos relevantes del proyecto por sus efectos potenciales en el ambiente

Dada la naturaleza del proyecto, de ser una planta de prevención y mitigación de los impactos resultante de la descarga de aguas residuales, no se considera que la obra y operación de la planta tenga efectos negativos potenciales al ambiente.

Información general del proyecto

El área total donde se ubicará la planta de tratamiento es de 33 m².

Tecnología a utilizar

La planta de tratamiento SHARK System con capacidad de 32,000 L/día (considerando la norma) se complementa con un tratamiento biológico adicional de nitrógeno y de fósforo para limitar el impacto ambiental costero.

La PTAR SHARK System se presenta en versión manual y automatizada (Opcional). En su versión automatizada, la PTAR es controlada por medio de un sistema PLC. El retrolavado del biofiltro es automático gracias a juegos de electro-válvulas controladas por el PLC (Inyección conjunta de Aire y Agua).

En su versión manual, los juegos de By-pass (válvulas PVC) fácilmente accesibles facilitan la operación por el técnico. La planta incluye un medidor de flujo electromagnético con pantalla digital y función "histórico". La operación del sistema consiste en verificar el buen funcionamiento general (soplador, bombas) y a añadir pastillas de hipoclorito de sodio para la desinfección (semanal) y pastillas de Bisulfito (mensual).

El servicio de operación y mantenimiento puede realizarse por los técnicos de la empresa proveedora de la planta (limpieza, control, químicos, extracción de lodos, reportes técnicos, análisis y optimización continua, etc.).

Selección, preparación del sitio y construcción

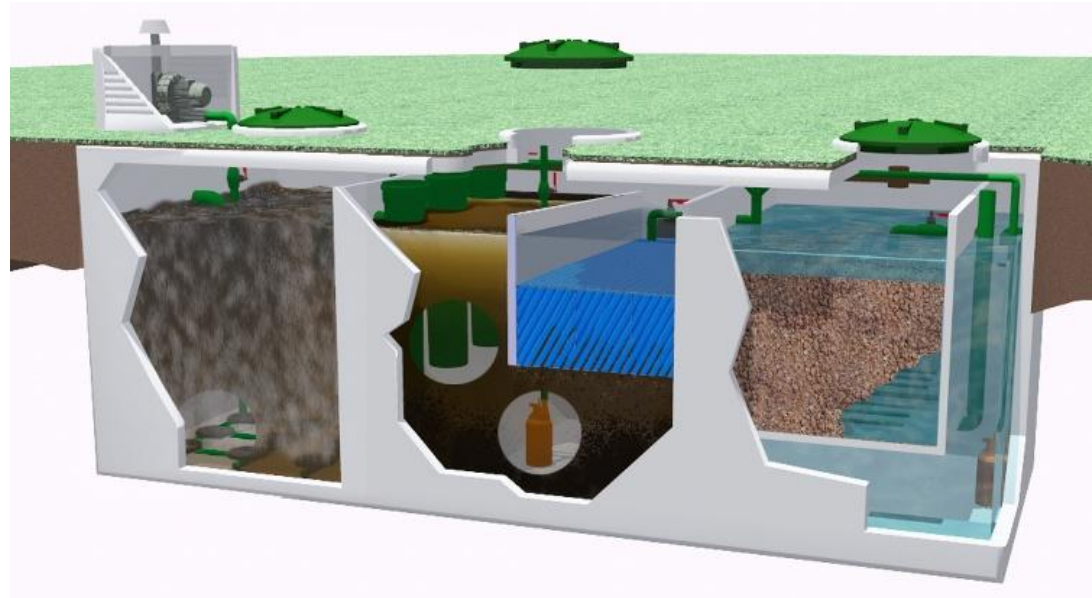
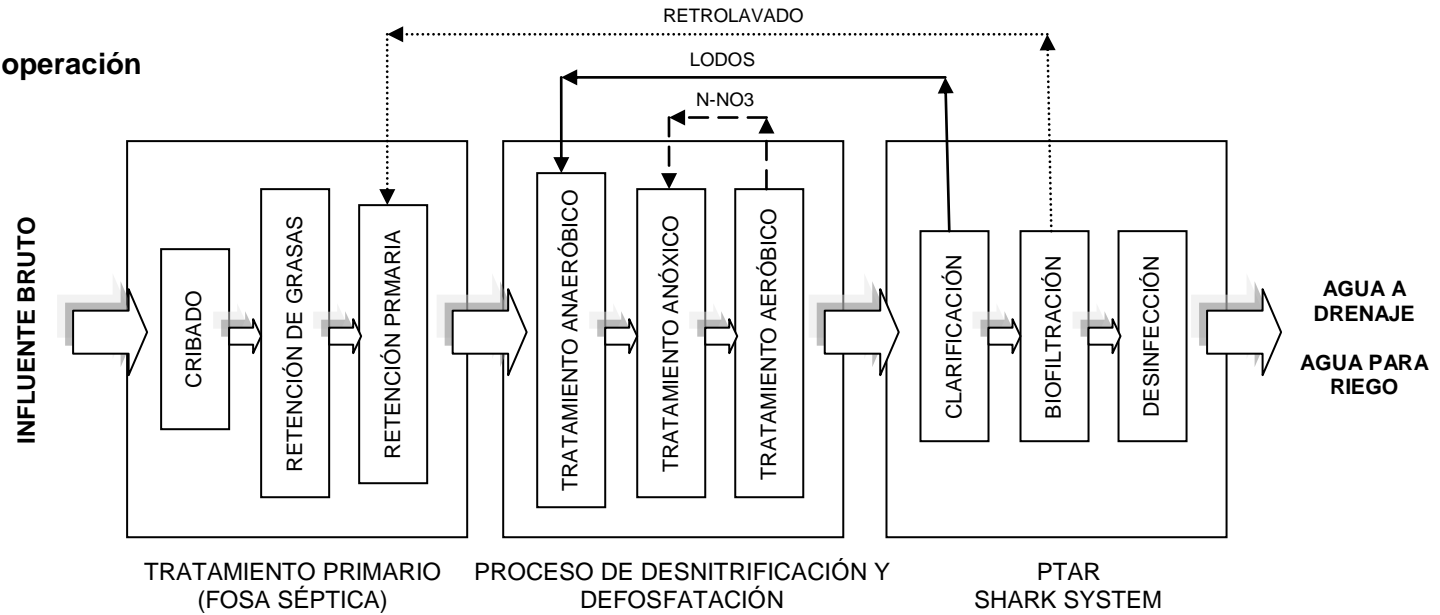
La elección del sitio de instalación de la planta se realizó por medio de criterios de logística operacional, es decir se instalará de manera semisuperficial en un sitio dentro de las áreas verdes del Museo, en la parte más alejada de las áreas de exposición y tránsito peatonal, para que no afecte la estética del lugar y facilite su operación.

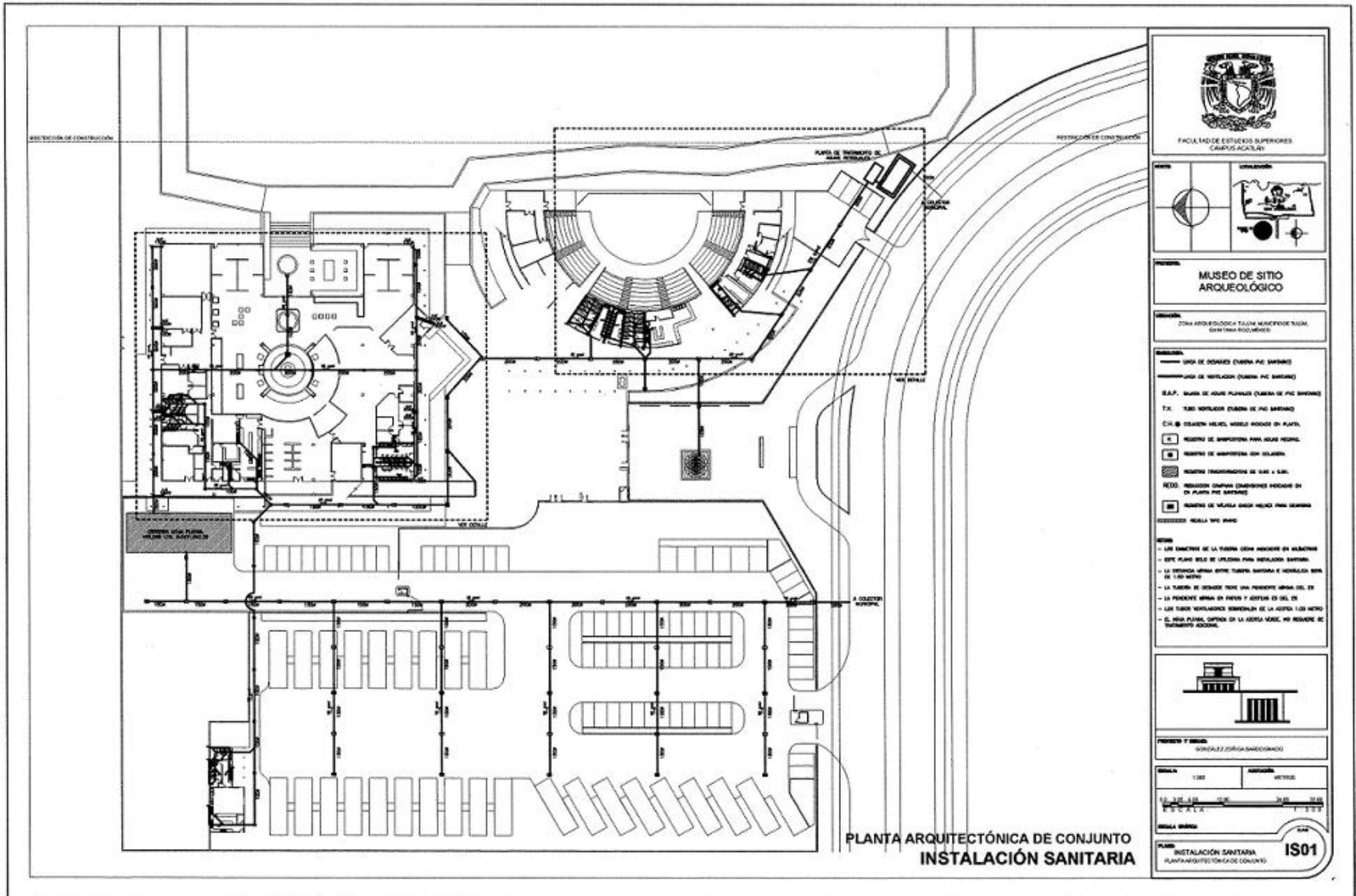
La preparación del sitio constará solamente de compactación y nivelación. En la construcción de la planta se utilizaron materiales de la región e importados y la tecnología más avanzada para la construcción de este tipo de plantas. Para la obra civil se utilizaron camiones de volteo, revolvedoras de concreto, grúa, perforadoras, compresores, plantas eléctricas y bombas de agua.

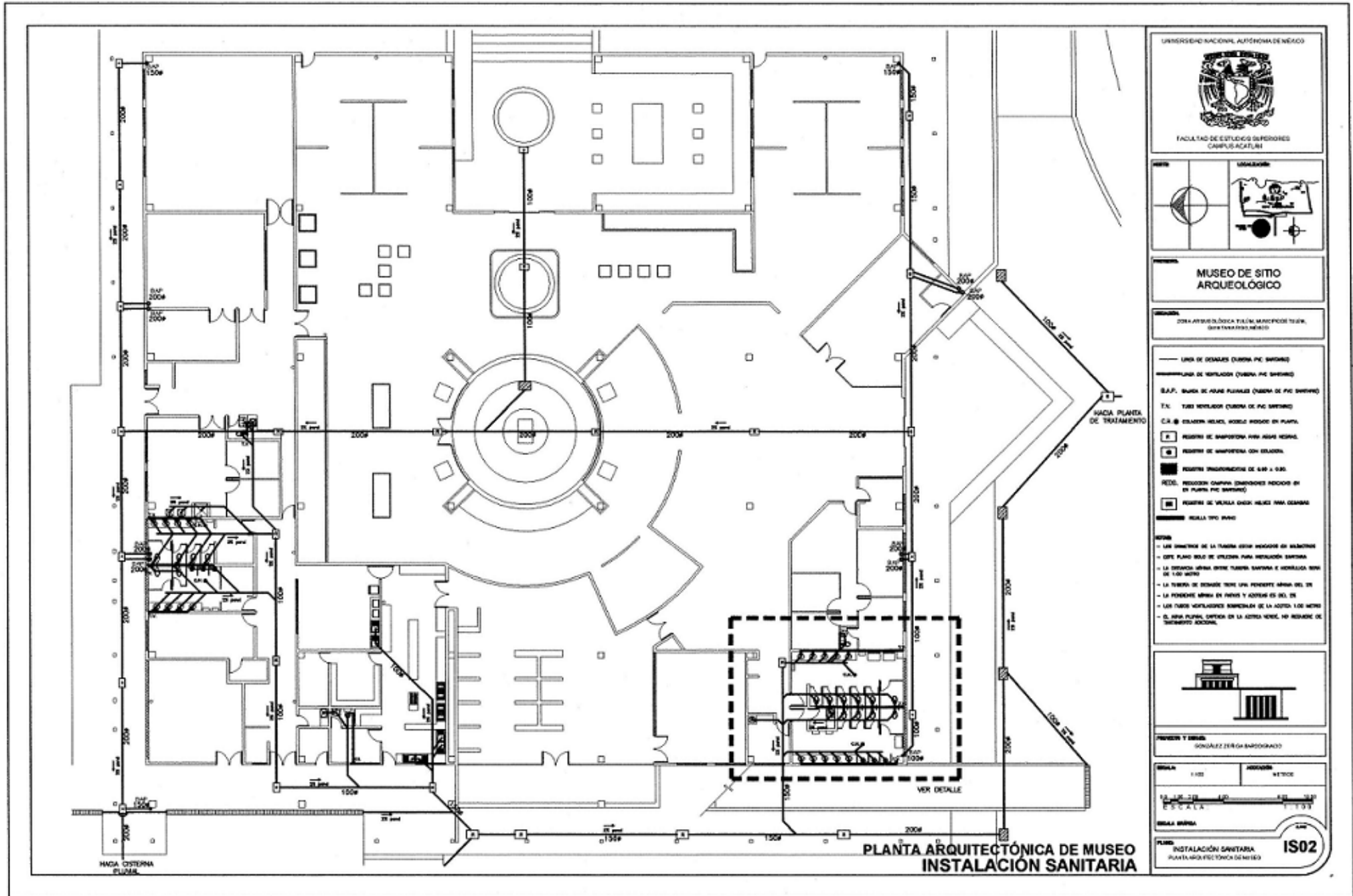
Los materiales que se utilizaron para la construcción de la planta fueron: plantilla de concreto armado de 10cm con varillas de ½" cemento, acabados impermeabilizantes y pinturas anticorrosivas.

La construcción consiste en excavar a 1.20m de profundidad, posteriormente se cuela una plantilla de concreto armado de 10 cm constituido con varillas de ½” en ambos sentidos y se colocan los tanques prefabricados. La planta será semisuperficial, ya que estará 1.20m enterrada y tendrá 1.20m de infraestructura superficial.

Programa de operación







UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CARRERAS ACADÉMICAS

**MUSEO DE SITIO
ARQUEOLÓGICO**

ZONA ARQUEOLÓGICA TULUM, MUNICIPIO TULUM,
QUINTANA ROO, MÉXICO

— LÍNEA DE DETAJES (CUBETA P.E. SANEADO)
 — LÍNEA DE VENTILADOR (CUBETA P.E. SANEADO)
 S.A.F.: BUNDA DE HERRAJE PLUMAJES (CUBETA DE P.E. SANEADO)
 T.V.: TUBO VENTILADOR (CUBETA DE P.E. SANEADO)
 C.R.: CUBETA RESERVA, MODELO POCO EN PLANTA

■ PUESTOS DE SANEAMIENTO SIN HERRAJE RESERVA
 ■ PUESTOS DE SANEAMIENTO CON HERRAJE RESERVA
 ■ PUESTOS PRECONSTRUIDOS DE S.A.P. A CUBO
 REDES: PUESTOS CAMPIÑA (SANEAMIENTO INDIVIDUAL EN SU PLANTA P.E. SANEADO)
 ■ PUESTOS DE VENTILACIÓN GRUPO HERRAJE PARA CUBETA

■ HERRAJE TÍPO BANDA

NOTAS:

- LAS DIMENSIONES DE LA TUBERÍA SON DE 150MM EN DIÁMETRO
- COEF. PLANO BOLD DE UTILIZACIÓN PARA INSTALACIÓN SANITARIA
- LA TUBERÍA DEBEN SER DE TUBERÍA SANITARIA E HERRAJE BANDA DE 150MM
- LA TUBERÍA DE RESERVA DEBE SER UN PUESTO AFUERA DEL DE
- LA PUNDA DEBEN EN HERRAJE Y CUBETA EN SU DE
- LOS TUBOS VENTILADORES DEBEN SER DE LA CUBETA 150MM
- EL HERRAJE PLUMAJES DEBEN EN LA CUBETA VENTILADOR DE SANEAMIENTO INDIVIDUAL

PUESTOS Y BUNDA
HERRAJE ZER GA BARRIGONADO

ESCALA: 1:100 UNIDADES: METROS

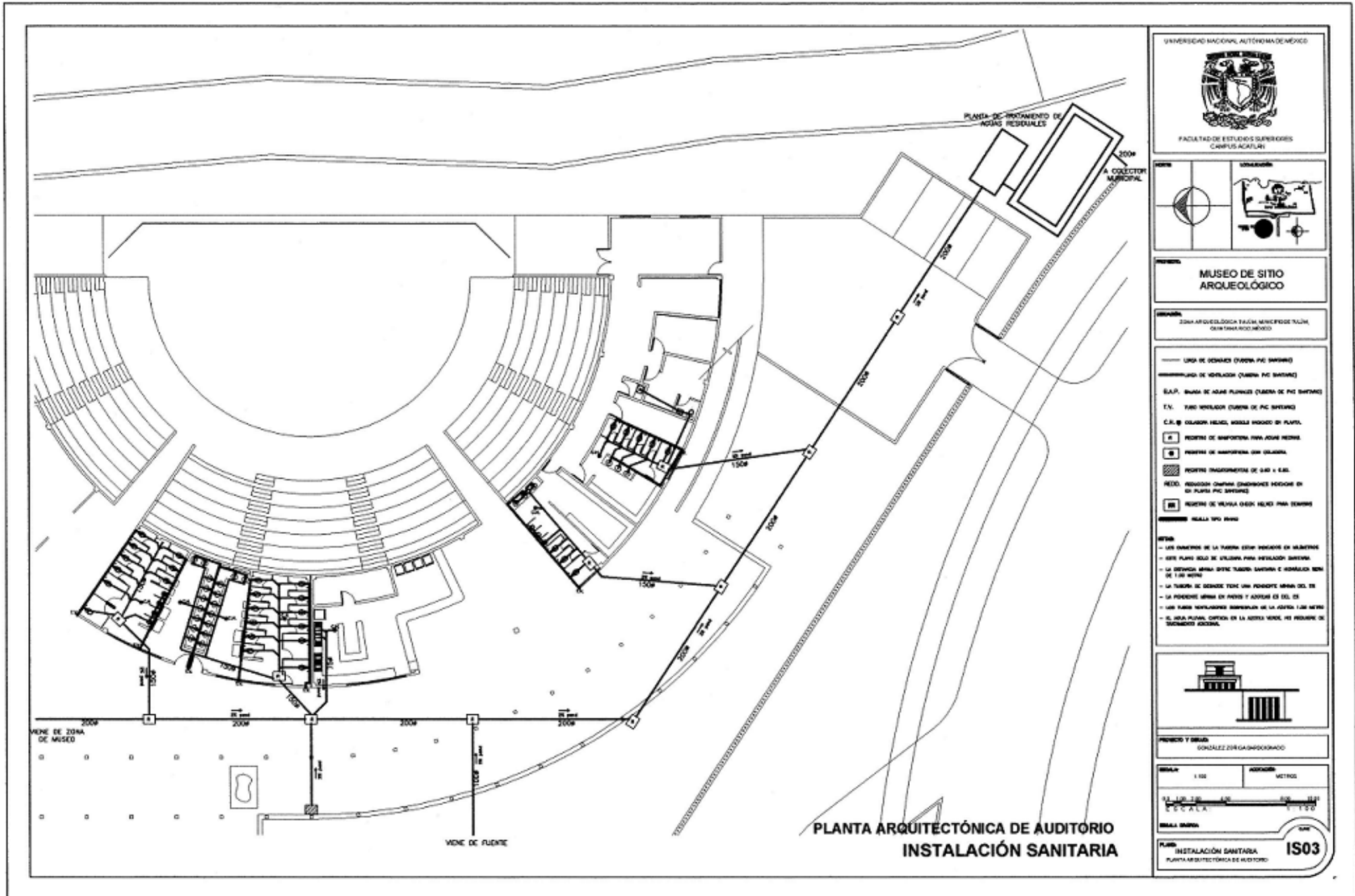
1:0 2:0 3:0 4:0 5:0 6:0 7:0 8:0 9:0 10:0
E S C A L A 1:100

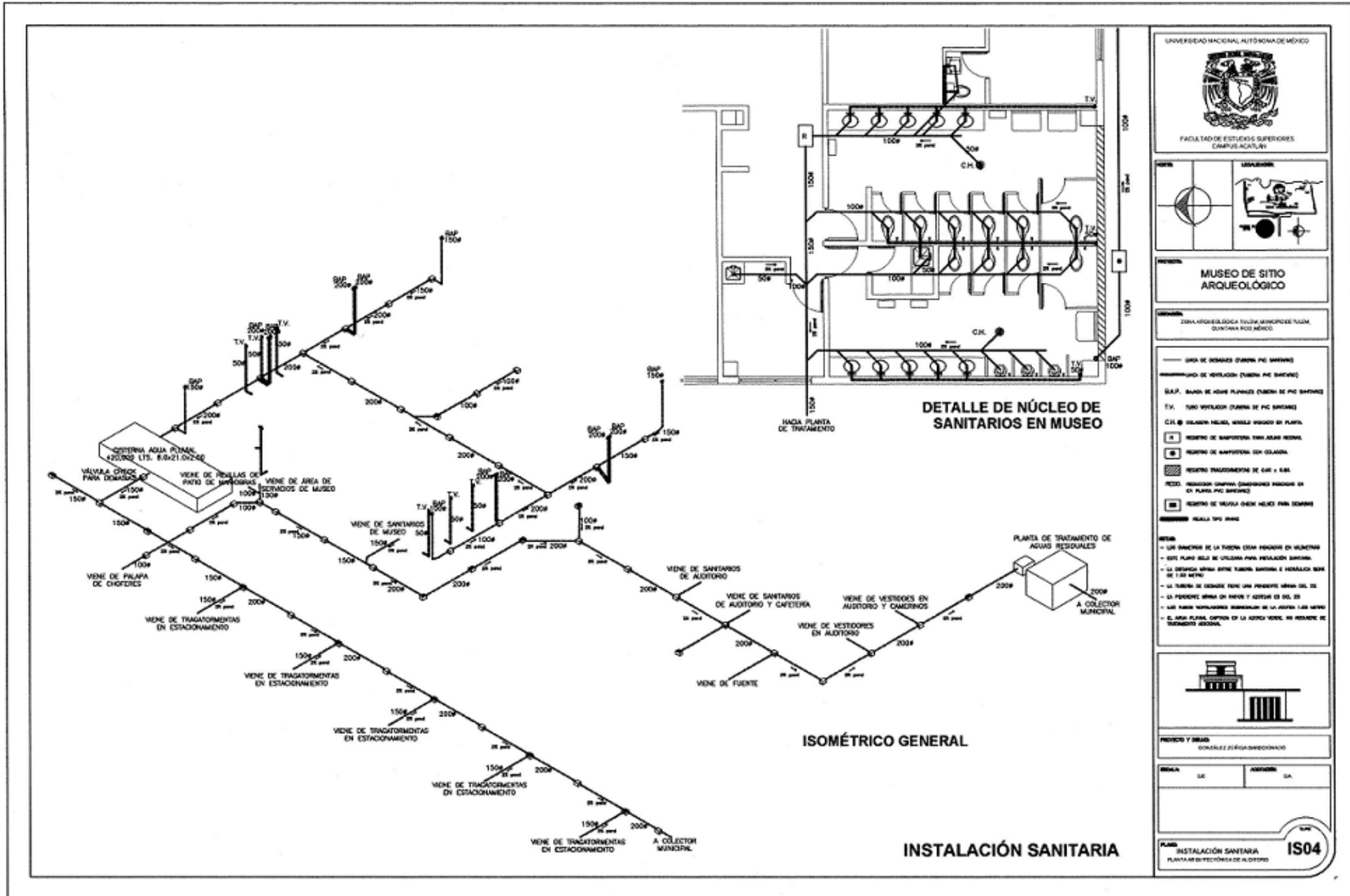
ESCALA BANDA: 1:50

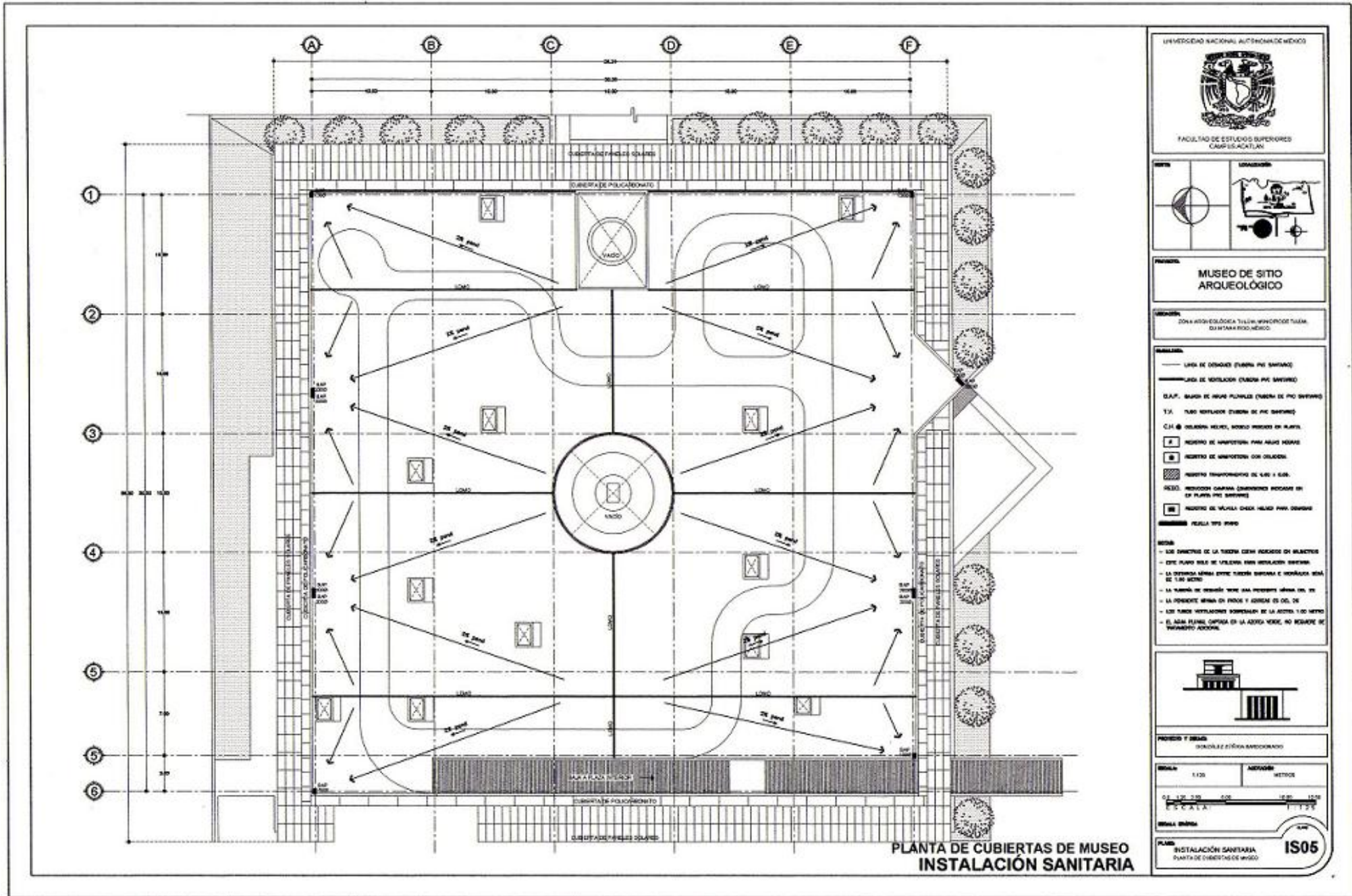
PLANO: INSTALACIÓN SANITARIA
PLANTA ARQUITECTÓNICA DEL MUSEO

IS02

Museo de Sitio, Zona Arqueológica Tulum, Quintana Roo.







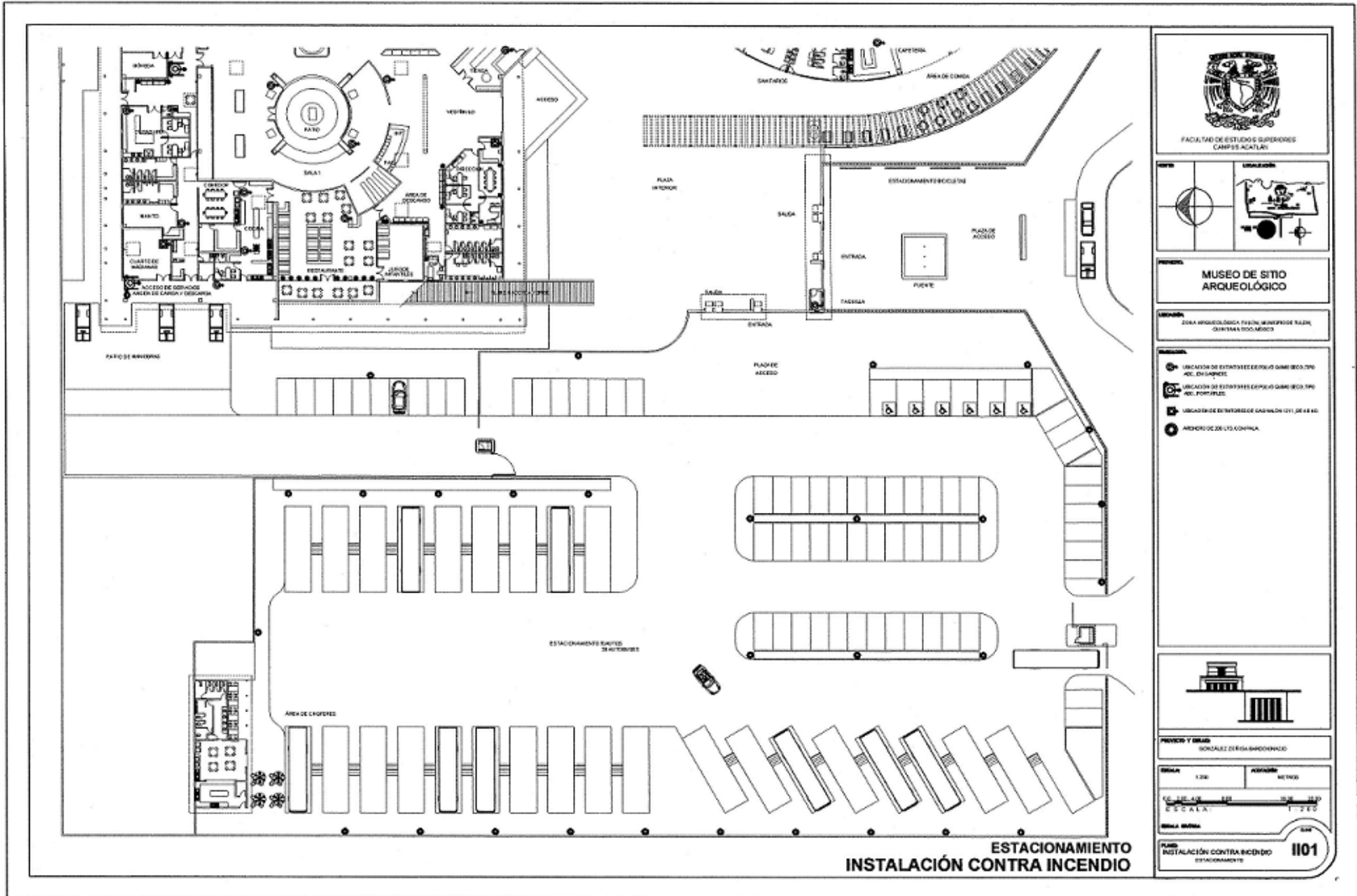
8.3.3. Instalación contra incendio

Para el contenido de los Museos, el uso del agua como elemento de extinción de incendios, puede colaborar aún más a la destrucción del patrimonio en forma irreparable, sobre todo manejada a gran presión. Será conveniente instalar detectores de humo o calor con dispositivos visuales y sonoros, con la única finalidad de dar aviso a los equipos de seguridad tanto internos como externos. Además se seleccionaran materiales de preferencia incombustibles y con la mayor resistencia al fuego posible.

Para extinguir algún incendio dentro del Museo, se recomienda la utilización de extintores de polvo químico seco tipo ABC, se colocarán en cada local a una distancia máxima de 30 metros, en lugares de fácil acceso y debidamente identificados de 4.5 a 6.0 kg., y de 30 kg, sobre ruedas en las zonas de mayor riesgo. En las áreas de concentración eléctrica, como es el cuarto de máquinas y el "site", se instalarán además extintores manuales de gas halón 1211, de 4.0 kg.

En el caso del estacionamiento, se colocarán areneros con capacidad de 200 litros, a una distancia máxima de 10 metros, en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación (cada arenero deberá contar con una pala).

En los siguientes planos se indica la ubicación de los extintores y los areneros correspondientes.



Museo de Sitio, Zona Arqueológica Tulum, Quintana Roo.

8.3.4. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica del Museo, parte de la considerable demanda eléctrica del edificio, originada por la permanente iluminación de las salas de exposición y los servicios complementarios.

Gran parte de la demanda eléctrica, se busca sea mitigada por el aprovechamiento de la luz natural y la energía captada a través de los paneles solares, que junto con elementos como sensores de presencia y focos fluorescentes, permitirán reducir el consumo total; el cual se estima en 72,860 W/h.

La acometida suministrada en alta tensión, se dirige al cuarto de máquinas donde se encuentra la subestación y las baterías del sistema solar, y de donde parte la alimentación a 7 tableros ubicados en los lugares más convenientes para la operación del Museo.

El cálculo de la instalación eléctrica presentada para este proyecto, consiste para efecto de Tesis, en la distribución de las cargas eléctricas en tableros y circuitos de la instalación en general y el cálculo de los niveles de iluminación requerida en una de las salas de exposiciones del Museo. Además se contempla el cálculo de la energía captada a través de los paneles solares propuestos en el proyecto.

El procedimiento empleado para el cálculo de los niveles de iluminación en la sala 4 del Museo es el establecido por la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación A.C., la cual proporciona los datos relativos a los niveles de iluminación requeridos para desarrollar distintas actividades. Por el tipo de objetos que se presentan en el Museo de Sitio (en su mayoría piedras), se recomiendan 150 luxes x m² como máximo. Los niveles de iluminación en México establecen una “iluminación general” de 300 a 200 luxes x m². Consideraremos en promedio 200 luxes x m².

Cálculo del índice de cuarto:
$$IC = \frac{(largo)(ancho)}{h(largo+ancho)}$$

Cálculo de lúmenes a emitir:
$$CLE = \frac{(nivel\ de\ iluminación)(superficie)}{(CU)(FM)} \quad \text{donde:}$$

CU= coeficiente de utilización

FM = factor de mantenimiento

Cálculo de luminarias requeridas: $NL = \frac{\text{(cantidad de lúmenes a emitir)}}{\text{lúmenes emitidos por luminaria}}$

Sustituyendo: $IC = \frac{(16.55)(9.85)}{4.30 (16.55+9.85)} = 1.4$ TIPO F

$$CLE = \frac{(200)(156m^2)}{(.46)(.70)} = 96,894.40 \text{ lúmenes}$$

$$NL = \frac{96,894.40}{6300} = 15.38 = \mathbf{15 \text{ luminarias}}$$

El cálculo de los calibres del cable eléctrico se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$mm^2 = \frac{(2)(I)(D)}{(57)(V)(\%C)} \quad \text{donde:}$$

I= amperaje de pastilla

D= distancia máxima del recorrido

V= voltaje de alimentación

%C= porcentaje de caída

El resultado de aplicar dicha fórmula se ve reflejado en los calibres marcados en el detalle de la sala 4 del Museo.

Para determinar la cantidad de watts que producen los paneles solares, primeramente debemos conocer los niveles de radiación solar en el lugar del proyecto, para ellos nos apoyaremos en la información proporcionada por la NASA en su página <http://eosweb.larc.nasa.gov>; la cual determina un nivel de radiación de 5.18 KWh/m²/día (promedio anual). Conociendo que la máxima eficacia que alcanzan los paneles solares en la actualidad oscila en el rango del 12%, (esto depende de la calidad del panel solar y la inclinación de la celda con respecto a la latitud) tenemos:

$$5.18 \text{ KWh/m}^2/\text{día} \times .12 = 0.6216 \text{ KWh/m}^2/\text{día}$$

Área de paneles solares en m² del proyecto: 495.00 m²

$$(0.6216 \text{ KWh/m}^2/\text{día}) (495.00 \text{ m}^2) = 307.70 \text{ KWh/día}$$

En un año los paneles solares generarán: 307.70 KW/día x 365 días = 112,310.5 KW/año

Si el cálculo eléctrico arrojó 72,860 Wh, en un día son: 1,748,640 W/día; y en un año son: 638,253,600 W/año = 638,253.60 KW/año.

- 638,253.60 KW/año - equivalen al 100% de energía eléctrica requerida.
- 112,310.50 KW/año - equivalen al 17.6% de ahorro energético, usando los paneles solares*

El cálculo anterior coincide con la información técnica proporcionada por el fabricante de celdas solares, el cual proporciona el dato de 225 KW al año por una celda solar de 1m².

* Esto considerando el uso eléctrico al máximo, las 24 horas del día los 365 días del año.

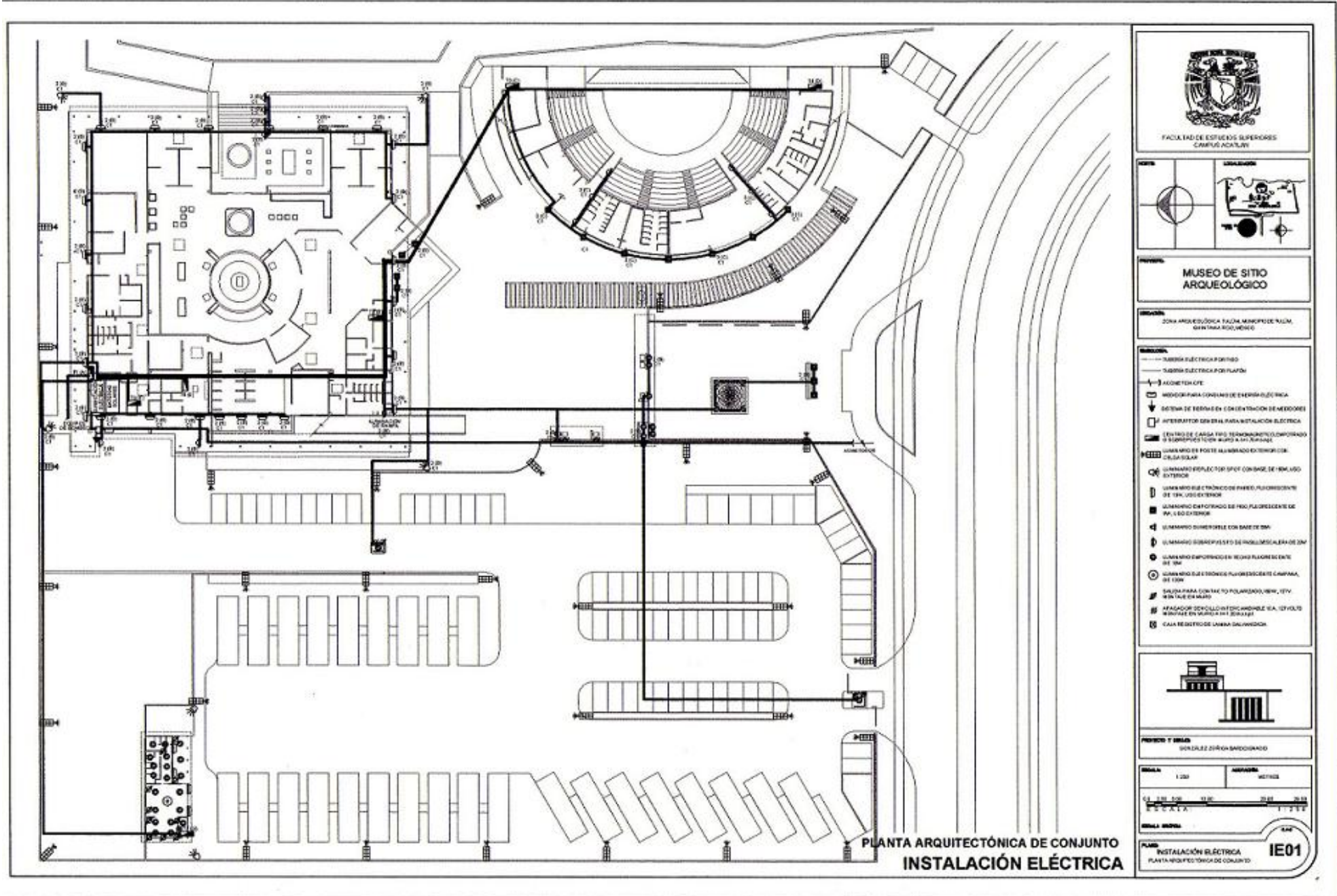


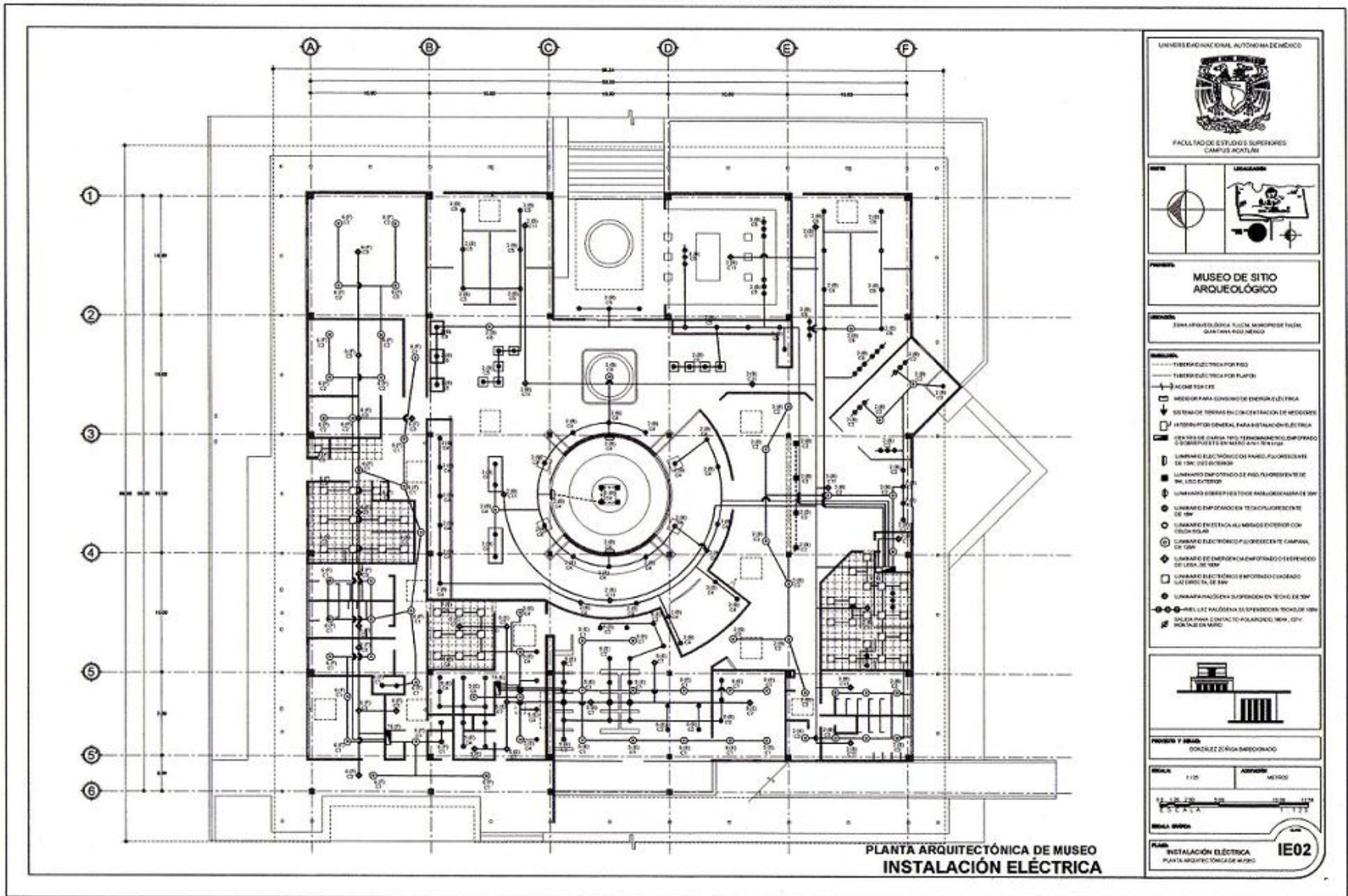
NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data

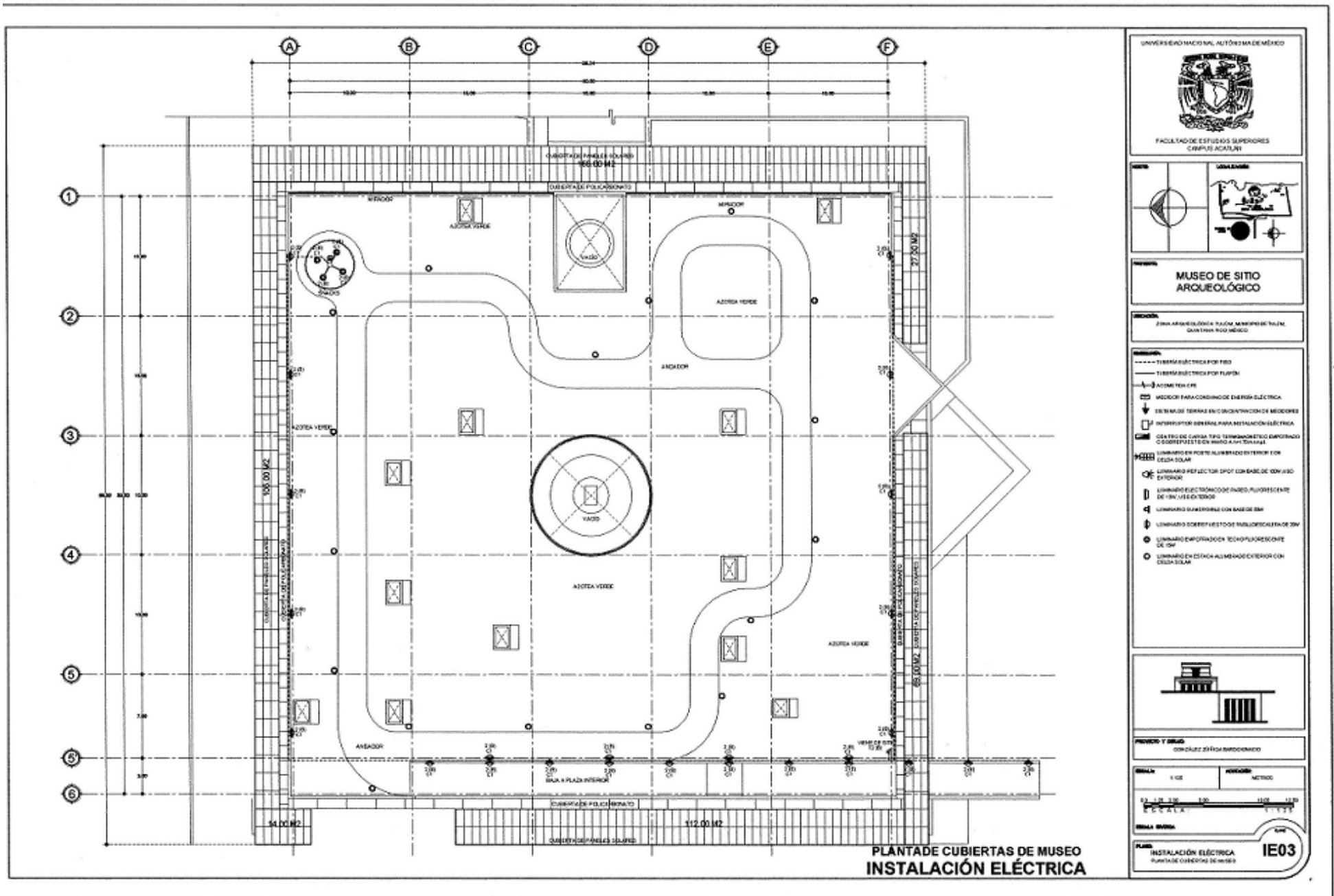


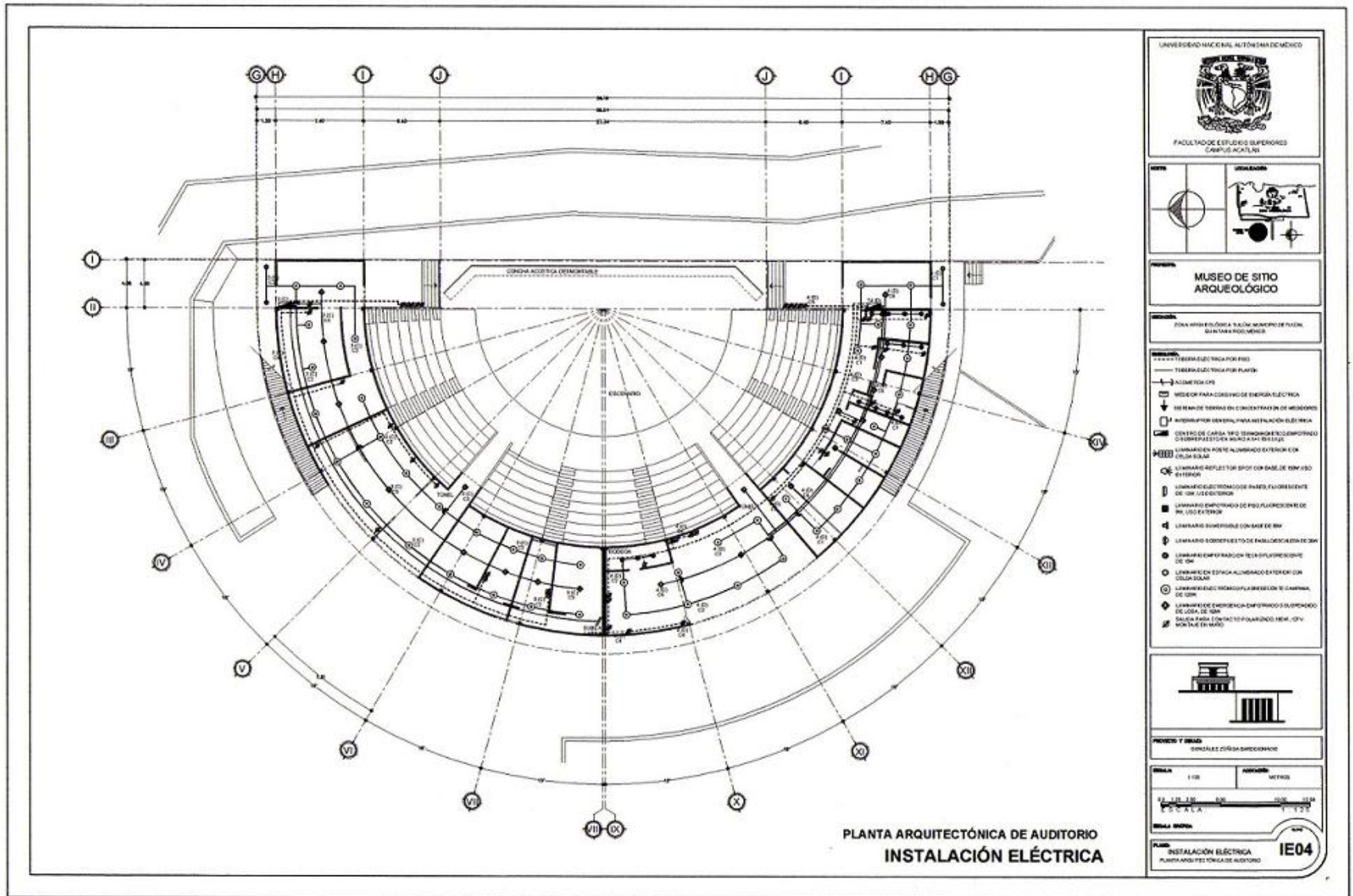
Latitude 19.47 / Longitude 88 was chosen.

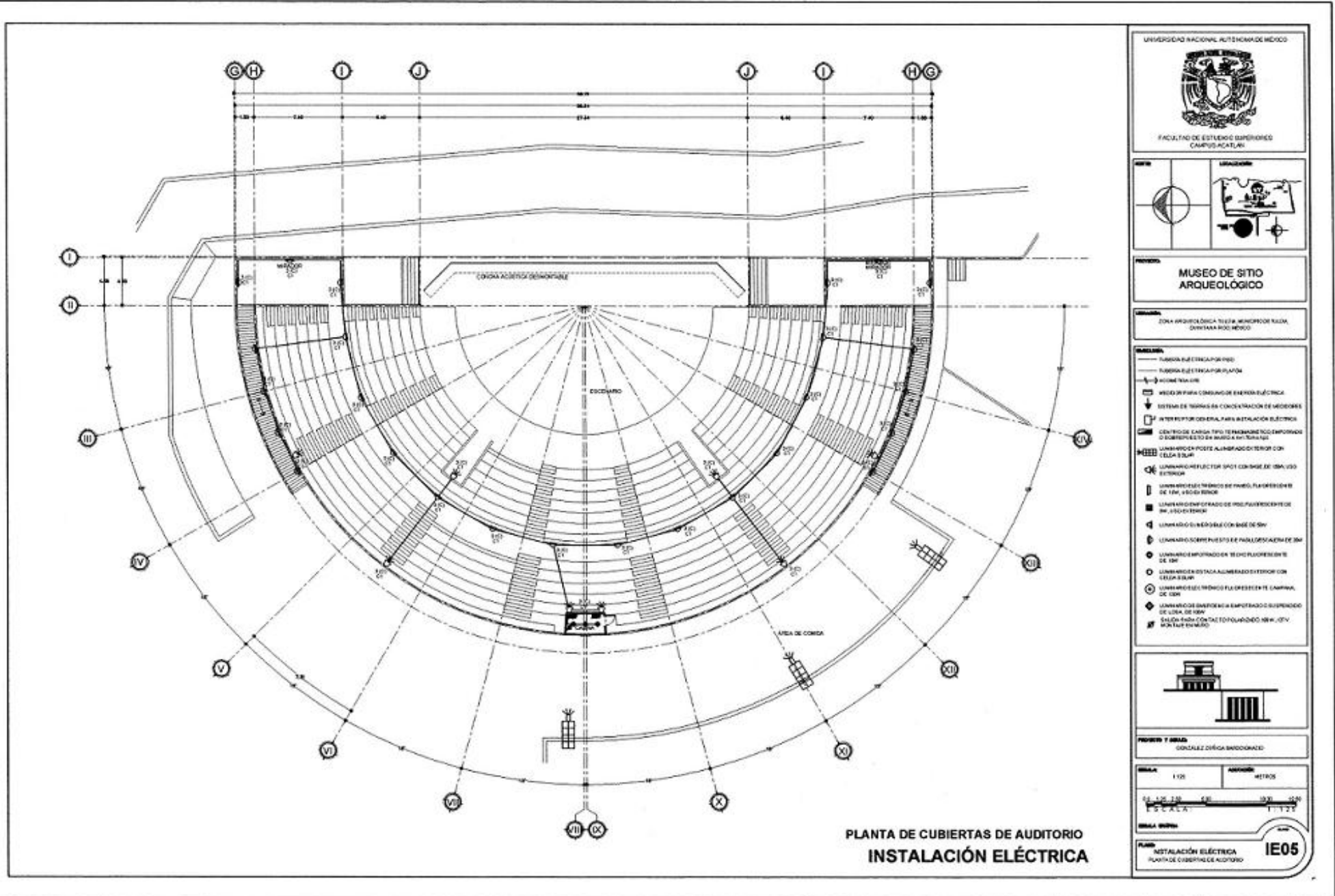
Month	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed	Earth temperature	Heating degree-days	Co
	°C	%	kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C	°C-d	
January	23.2	59.9%	5.02	101.5	3.4	25.1	0	
February	23.9	69.2%	5.85	101.3	3.7	25.4	0	
March	25.6	75.2%	6.41	101.1	4.8	27.1	0	
April	27.2	77.3%	6.66	100.8	5.5	28.5	0	
May	28.1	80.5%	6.39	100.5	5.4	29.5	0	
June	28.6	83.3%	4.75	100.1	6.6	29.6	0	
July	28.2	84.1%	4.09	100.2	7.2	29.0	0	
August	27.9	85.0%	4.00	100.2	6.4	28.8	0	
September	27.7	83.6%	4.58	100.6	5.0	29.1	0	
October	27.6	76.5%	5.01	101.0	4.4	29.2	0	
November	26.6	65.1%	4.67	101.3	4.8	28.0	0	
December	24.7	57.0%	4.72	101.5	4.0	26.2	0	
Annual	26.6	74.7%	5.18	100.8	5.1	28.0	0	











8.4 Acabados.

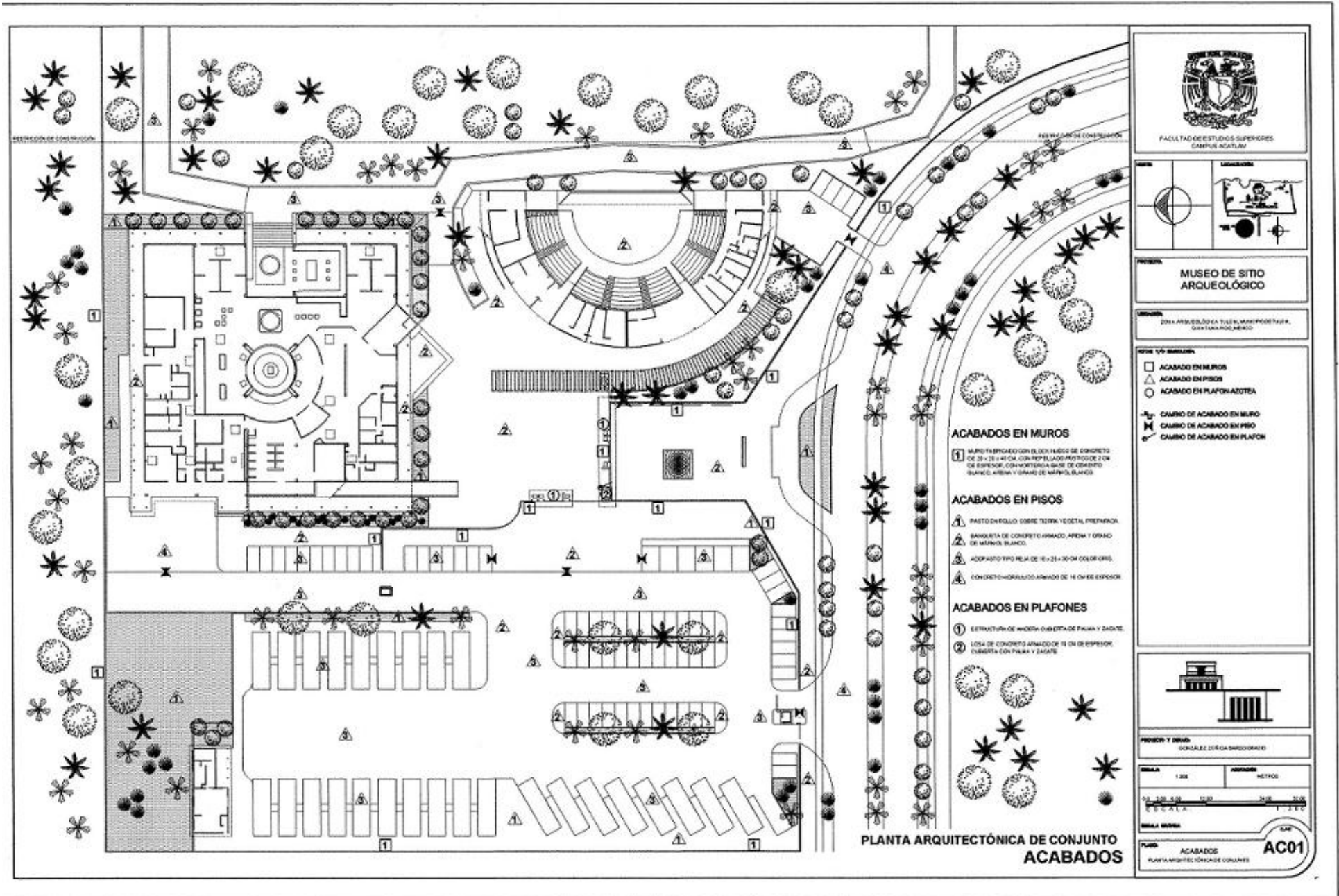
CUADRO DE ACABADOS EN MUROS				
ACABADOS EN MUROS	BASE		INICIAL	FINAL
	1	MURO FABRICADO CON BLOCK HUECO DE CONCRETO DE 20 x 20 x 40 CM.		REPELLADO RÚSTICO DE 2CM DE ESPESOR CON MORTERO A BASE DE CEMENTO BLANCO, ARENA Y GRANO DE MÁRMOL BLANCO.
	2	MURO PRETEL FABRICADO DE CONCRETO ARMADO DE 20 CM DE ESPESOR Y 90 CM DE ALTURA.		REPELLADO RÚSTICO DE 2CM DE ESPESOR CON MORTERO A BASE DE CEMENTO BLANCO, ARENA Y GRANO DE MÁRMOL BLANCO.
	3	PORTAVIDRIO TIPO SERVILLETERO	CRISTAL CLARO DE 9 MM DE ESPESOR Y 100 CM DE ALTURA.	CANTOS PULIDOS.
	4	BASTIDOR METÁLICO PREFABRICADO A BASE DE PERFILES GALVANIZADOS.	PANEL DE YESO PARA INTERIORES CON REFUERZOS METÁLICOS, CINTA DE REFUERZO Y PASTA PARA SELLADO.	APLICACIÓN DE PINTURA VINÍLICA BLANCA APLICADA A DOS MANOS.
	5	MURO FABRICADO CON BLOCK HUECO DE CONCRETO DE 20 x 20 x 40 CM.	APLANADO DE CEMENTO ARENA DE 1.0 cm. APROXIMADO DE ESPESOR.	APLICACIÓN DE PINTURA VINÍLICA BLANCA APLICADA A DOS MANOS.
	6	MURO FABRICADO CON BLOCK HUECO DE CONCRETO DE 20 x 20 x 40 CM.	APLANADO DE CEMENTO ARENA DE 1.0 cm. APROXIMADO DE ESPESOR.	COLOCACIÓN DE AZULEJO BLANCO DE 20.0 x 33.5 cm.
	7	MURO FABRICADO DE CONCRETO ARMADO DE 15.0 CM. DE ESPESOR, A BASE DE CEMENTO BLANCO, ARENA Y GRANO DE MÁRMOL BLANCO.		
	8	MURO FABRICADO DE CONCRETO ARMADO DE 15.0 CM. DE ESPESOR, A BASE DE CEMENTO BLANCO, ARENA Y GRANO DE MÁRMOL BLANCO.		COLOCACIÓN DE AZULEJO BLANCO DE 20.0 x 33.5 cm.

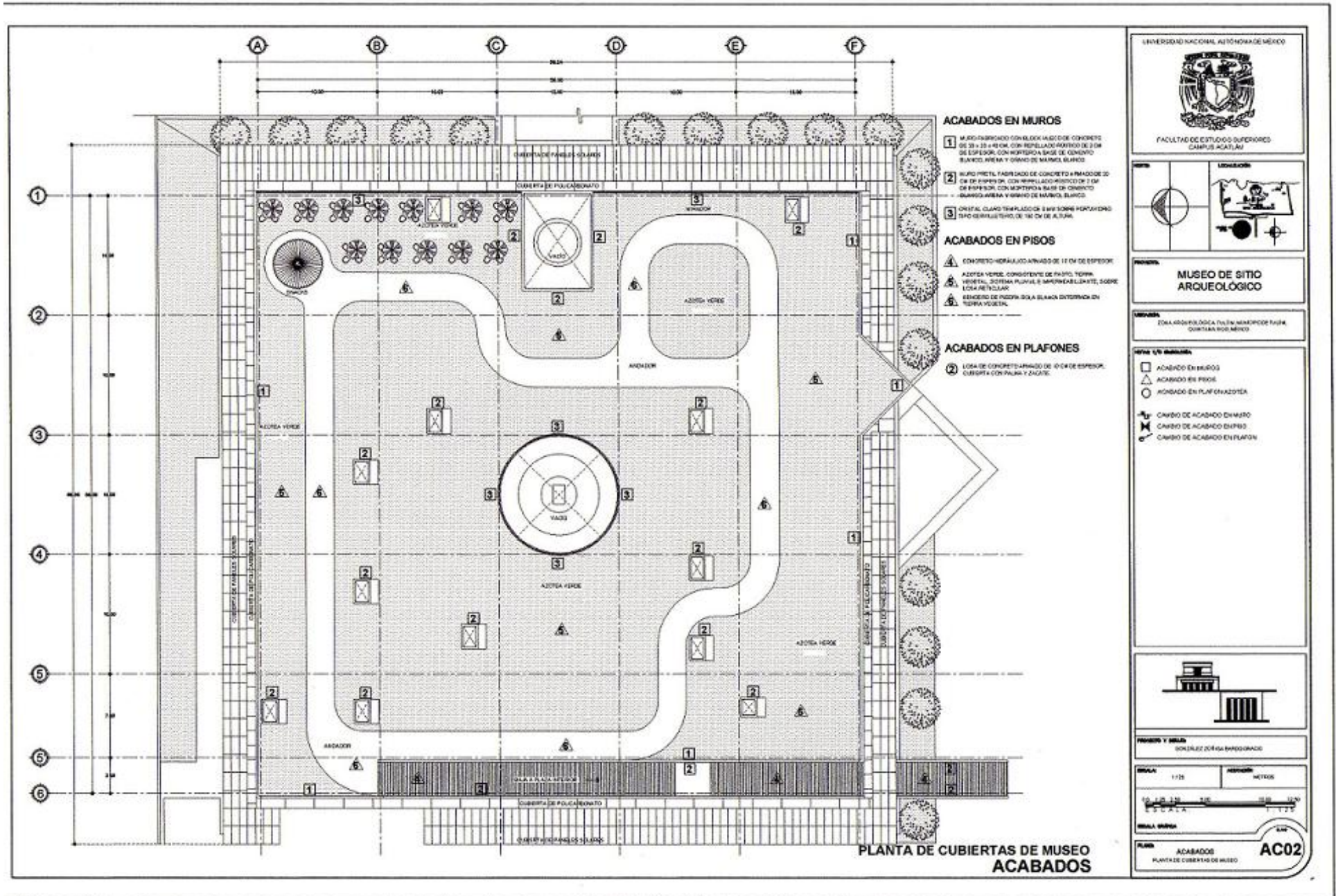
CUADRO DE ACABADOS EN PISOS				
ACABADOS EN PISOS	BASE		INICIAL	FINAL
	1	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.	TIERRA VEGETAL PREPARADA.	PASTO REGULAR EN ROLLO.
	2	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.	BANQUETA DE CONCRETO ARMADO BLANCO, ARENA Y GRANO DE MÁRMOL BLANCO.	ACABADO MARTELINADO.
	3	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.	BASE DE ARENA BLANCA DE 15 CM DE ESPESOR, COMPACTADA Y NIVELADA	ADOPASTO TIPO REJA DE 10 x 25 x 30 CM COLOR GRIS.
	4	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.		CONCRETO HIDRÁULICO ARMADO DE 10 CM DE ESPESOR.
	5	SISTEMA PARA AZOTEA VERDE.	TIERRA VEGETAL PREPARADA.	VEGETACIÓN ENDÉMICA
	6	SISTEMA PARA AZOTEA VERDE.	TIERRA VEGETAL PREPARADA.	PIEDRA BOLA COLOR BLANCO.

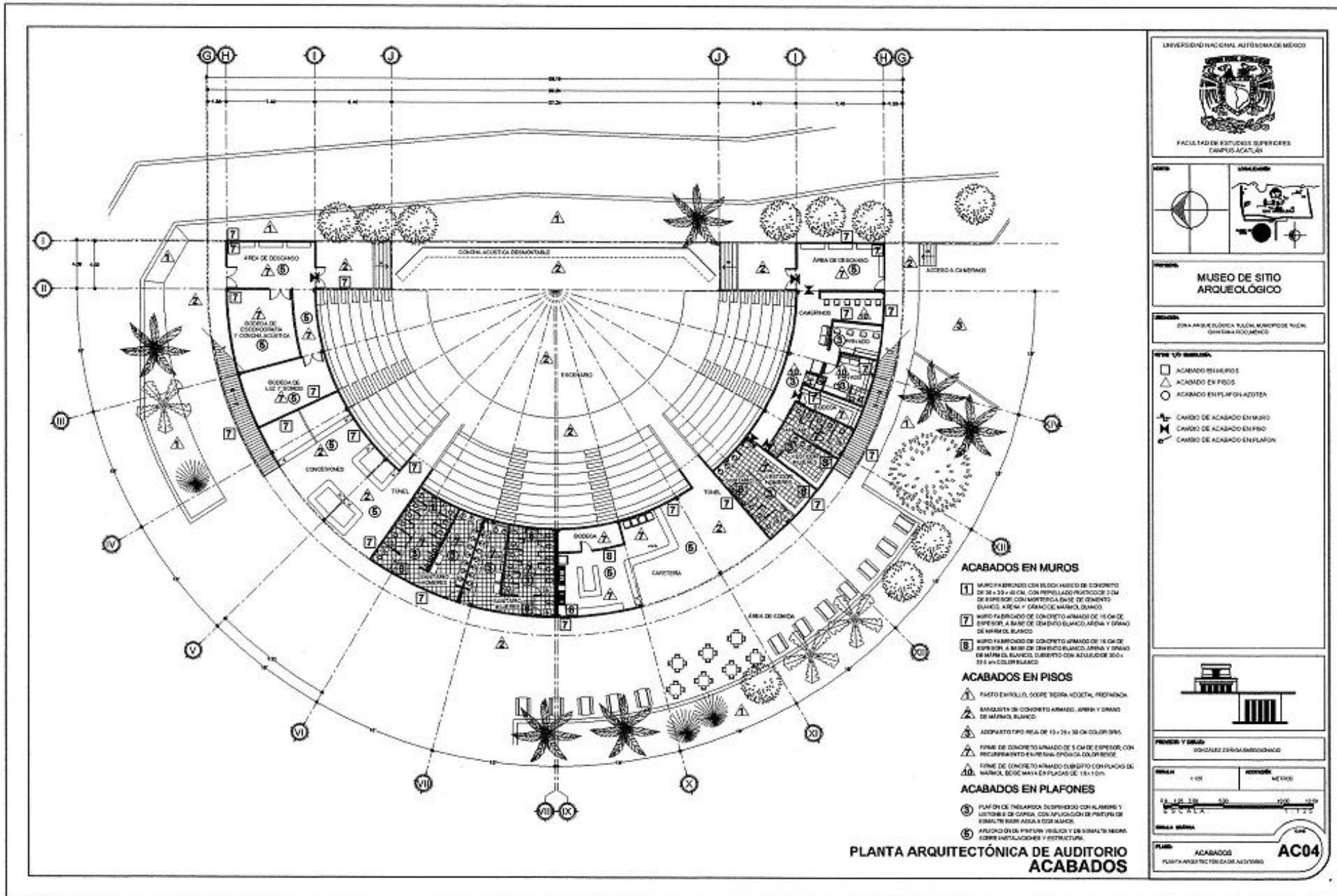
7	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.	FIRME DE CONCRETO ARMADO DE 5CM DE ESPESOR.	RESINA EPÓXICA DE 4MM EN CLOR BEIGE.
8	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.	FIRME DE CONCRETO ARMADO DE 5CM DE ESPESOR.	RESINA EPÓXICA DE 4MM EN CLOR BLANCO.
9	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.	FIRME DE CONCRETO ARMADO DE 5CM DE ESPESOR.	MÁRMOL CAFÉ TABACO EN PLACAS DE 1.0x1.0 m.
10	TERRENO NATURAL COMPACTADO Y NIVELADO.	FIRME DE CONCRETO ARMADO DE 5CM DE ESPESOR.	MÁRMOL BEIGE MAYA EN PLACAS DE 1.0x1.0 m.
11	FIRME DE CONCRETO ARMADO DE 5CM DE ESPESOR.	MÁRMOL BEIGE MAYA EN PLACAS DE 1.0x1.0 m.	PLACAS DE FOMI EN TAPETES DE 1.0x1.0 m.

CUADRO DE ACABADOS EN PLAFONES

CUADRO DE ACABADOS EN PLAFONES				
	BASE	INICIAL	FINAL	
ACABADOS EN PLAFONES	1	ESTRUCTURA DE MADERA FORMANDO EMPARRILLADOS HORIZONTALES Y VERTICALES.	CUBIERTA DE PALMA Y ZACATE.	
	2	LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 10.0 cm. DE ESPESOR.	ESTRUCTURA DE MADERA FORMANDO EMPARRILLADOS HORIZONTALES Y VERTICALES.	
	3	LOSA RETICULAR DE CONCRETO ARMADO DE 40.0 cm. DE ESPESOR.	PANELES DE TABLAROCA SUSPENDISOS CON ALAMBRES Y LISTONES DE CARGA.	APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE BASE AGUA, APLICADA A DOS MANOS.
	4	LOSA RETICULAR DE CONCRETO ARMADO DE 40.0 cm. DE ESPESOR.		COLOCACIÓN DE PLAFÓN REGISTRABLE EN MÓDULOS DE 61 x 61 cm., SUSPENDIDO DE LOSA MEDIANTE ALAMBRES Y LISTONES DE CARGA.
	5	LOSA RETICULAR DE CONCRETO ARMADO DE 40.0 cm. DE ESPESOR.		APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE BASE AGUA Y VINÍLICA NEGRA SOBRE INSTALACIONES Y ESTRUCTURA.
	6	LOSA RETICULAR DE CONCRETO ARMADO DE 40.0 cm. DE ESPESOR.	PANELES DE TABLACIMIENTO SUSPENDISOS CON ALAMBRES Y LISTONES DE CARGA.	APLICACIÓN DE PINTURA VINÍLICA, APLICADA A DOS MANOS.
	7	ARMADURA DE PERFILES DE ACERO		CUBIERTA DE POLICARBONATO COLOR HUMO.







8.4. Identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes

Metodología general para evaluar los impactos ambientales

Se utilizan varias técnicas de apoyo para la identificación y análisis de los daños en el entorno. La primera fase de todo análisis de impacto consiste en describir todas las actividades que el proyecto conlleva y por el otro, todos los componentes ambientales que pudieran resultar afectados por la aplicación del proyecto, por lo que resulta útil elaborar una lista de control tanto de los componentes ambientales como de los del proyecto.

Hay dos tipos de componentes a conocer, unos ambientales en los que habrá que emplazar (insertar) elementos de naturaleza física, biológica y humana; y otros que serán los componentes del proyecto en los cuales se incluyen las actividades realizadas en las etapas de preparación del terreno, construcción y operación.

Para la identificación y evaluación de los impactos, el más popular de los métodos es una adaptación de la matriz de Leopold, basada en la matriz de cribado (screening) de la Oficina Federal de Evaluación y Revisión del Canadá (FEARO). Esta matriz relaciona mediante un cuadro de doble entrada, los componentes ambientales (en el eje horizontal) con las actividades del proyecto (eje vertical) todas ellas identificadas en la lista de control. De ésta manera, la identificación de los impactos ambientales que se generarán por la ejecución de este proyecto, se hizo mediante el empleo de una matriz, en la que los elementos del medio natural, social y económico se ubican en las filas, y las actividades de preparación del sitio y construcción se encuentran en las columnas, señalando aquellos puntos donde una determinada actividad generará un impacto.

Como se observará, las filas de la matriz se dividen en tres áreas generales: aspectos fisicoquímicos, aspectos ecológicos y aspectos socioeconómicos, los cuales a su vez, se subdividieron en los elementos que requieren ser evaluados. Para cada impacto identificado, se realiza una evaluación y clasificación según los siguientes criterios:

Por el efecto del impacto:

Impacto negativo (-)

Impacto positivo (+)

Por la intensidad:

Impacto mínimo (1)

Impacto menor (2)

Impacto intermedio (3)

Impacto mayor (4)

Impacto máximo (5)

Por su persistencia:

Impacto temporal (T)

Impacto permanente (P)

Por su capacidad de recuperación:

Irreversible (I)

Reversible (R)

Por el momento en que se manifiesta:

Impacto latente (L)

Impacto inmediato (In)

Impacto de momento crítico (MC)

Mediante esta técnica es posible detectar fácilmente, aquellas actividades que causarán efectos adversos al ambiente, así como los impactos positivos que pueda generar el proyecto.

Identificación de los efectos en el sistema ambiental

Tabla. Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales.

ASPECTOS	COMPONENTES	ETAPAS		
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
FÍSICO-QUÍMICOS	Cuerpo de agua	-3 P I In	- 1 P I In	+ 3 P In
	Suelo	-1 P I In	-2 P I In	-
	Calidad del aire	-2 TR In	-2 T R In	-
	Niveles de ruido	-1 T R In	-2 T R In	-
	Desechos líquidos	-1 T R In	-1 T R In	-
	Desechos sólidos	-1 T R In	-1 T R In	-2 P R In
	Desechos gaseosos	-	-	-1 P R In
ECOLÓGICOS	Clima	-	-	+ 2 P In
	Vegetación	-1 P I In	-	-
	Fauna	-1 P I In	-	-
	Paisaje natural	-1 P I In	- 1 P I In	-
SOCIO- ECONÓMICOS	Aspectos sociales	+1 T In	+1 T In	-
	Aspectos económicos	+3 T In	+3 T In	+4 P In
	Aspectos culturales	-	-	+3 P In
	Servicios públicos	-1 T R In	-1 T R In	+1 P L

Impactos ambientales generados

Identificación y evaluación de impactos

Etapa de preparación del sitio y construcción

- Agua

Durante esta etapa al eliminarse la cubierta vegetal, rellenarse y nivelarse el terreno, se perderán superficies de infiltración del agua pluvial afectando la recarga del acuífero subterráneo. Se consideró un impacto mínimo, negativo, permanente e irreversible (-3 P I In) por ser una superficie mediana y contar con acabados permeables en áreas exteriores.

- Suelo

Al encontrarse el terreno afectado por la construcción del Museo, se considera que el impacto por la preparación del sitio impactará al suelo, por la limpieza y nivelación del terreno. Es por eso que se considera un impacto mínimo, negativo, permanente e irreversible (-1 P I In). En la etapa de construcción se considera un impacto por las labores de excavación, cimentación y la obra civil en general, la cual causará compactación permanente del suelo. Por lo anterior se considera un impacto negativo, menor, permanente, irreversible y de efecto inmediato (-2 P I In).

- Aire

La utilización de maquinaria y equipo pesado genera emisiones de contaminantes al aire (partículas, monóxido de carbono, óxidos de azufre, hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno), que pudieran afectar momentáneamente la calidad del aire. El impacto se considera negativo, mínimo temporal, reversible y de efecto inmediato (-2 T R In) ya que por la mediana magnitud y temporalidad de las emisiones, no se afecta de manera considerable éste componente ambiental.

- Ruido

Por la generación del ruido por la operación de la maquinaria de construcción, se considera un impacto negativo, temporal, reversible y de baja intensidad, (-1 T R In) tanto para la etapa de preparación como para la construcción del Museo.

- Desechos líquidos

Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción, la generación de desechos líquidos estará representada por los desechos sanitarios del personal que trabaje en la obra, para lo cual se utilizarán sanitarios portátiles. Por otra parte también se considera la generación de pequeñas cantidades de aguas residuales provenientes de la preparación de concretos y morteros.

Debido a lo anteriormente mencionado, se considera la generación de un impacto negativo temporal, reversible por dispersión natural, así como de efecto inmediato al medio afectado (-1 T R In).

- Desechos sólidos

Durante las actividades de preparación del sitio y de construcción de la obra civil, se generarán residuos sólidos no peligrosos, entre los que se encuentran: rocas, papel cartón y cascajo producto de los empaques de los materiales, que por su carácter no peligroso se considera que se generará un impacto negativo mínimo temporal, que será de efecto inmediato, pero reversible al ser retirados del lugar (-1 T R In).

- Clima

El proyecto, en sus etapas de preparación del sitio y construcción, no afectan de manera alguna el clima de la zona.

- Flora y fauna

El impacto por la construcción del Museo en la flora y fauna del terreno es muy bajo, expresado mayormente por el retiro de la vegetación donde se establecerán las plazas, estacionamientos, el auditorio y el mismo Museo, afectará a las especies animales que habiten en ese lugar. Debido a lo anterior se considera un impacto mínimo, negativo, permanente irreversible, debido a que no se podrán alcanzar de nuevo las condiciones originales del ecosistema y de efecto inmediato (-1 P I In).

- Paisaje

Estrictamente hablando, cualquier construcción puede modificar la armonía visual de un paisaje natural. En algunos casos, las modificaciones pueden ser muy evidentes y en otros, pueden ser inadvertibles e integrarse armónicamente construcción y paisaje. En este caso debido a las características de integración al paisaje, las modificaciones son menos agresivas, por lo que no se consideró un impacto negativo, permanente irreversible y de efecto inmediato (-1 P I In).

- Aspectos Sociales

La construcción del Museo no provocará cambios demográficos o afectaciones a comunidades, sino por el contrario, atenderá una necesidad de la población al generar fuentes de trabajo y captar divisas para la región. Por ser la construcción una actividad productiva, su impacto se determina como menor, positivo y temporal de efecto inmediato (+1 T In).

- Aspectos económicos

La construcción del Museo impactará positivamente en la generación de ingresos en los trabajadores de la industria de la construcción de la región al abrir fuentes de trabajo, tanto temporales, como permanentes. Durante la etapa de construcción se

generarán beneficios económicos en algunos sectores industriales y de la construcción, por lo que se considera un impacto intermedio, positivo, y temporal y de efecto inmediato (+3 T In).

- Aspectos culturales

En las etapas de preparación y construcción del Museo no se provocarán cambios en los patrones culturales de la población y no afectará el área arqueológica o de interés histórico de la zona. No se consideraron impactos en este aspecto.

- Servicios públicos

La etapa de construcción del Museo no impacta significativamente sobre algún servicio público, sin embargo por encontrarse al margen de una carretera altamente transitada por los turistas de la región, los traslados del personal a trabajar en obra y los movimientos de materiales ocasionarán algunas afectaciones, es por ello que se considera para éstas etapas un impacto negativo, temporal, reversible y de efecto inmediato (-1 T R In).

Identificación y evaluación de impactos

Operación del Museo

- Agua

El volumen de agua que se descargará al drenaje a través de la planta de tratamiento será aproximadamente de 960 m³ mensuales. Sin embargo el agua residual que se trata en esta planta mejorará su calidad, y al ser utilizada para el riego de las áreas verdes, contribuirá al ahorro de agua. Debido a esto y a que esta planta es una medida de mitigación de impactos ambientales, se considera que el impacto del Museo es positivo, intermedio, permanente y de efecto inmediato (+3 P In).

- Suelo

No se consideran impactos negativos sobre este componente ambiental durante la etapa de operación del Museo, en virtud de que no se depositarán o verterán residuos directamente al suelo.

- Aire

No se consideran impactos negativos a la calidad del aire, debido a que a pesar de la emisión de biogas al medio, no se generará en cantidades significativas que pudieran afectar la calidad del aire.

- Niveles de ruido

La generación de ruido por la operación de bombas y vehículos de transporte (camiones de basura, repartidores, etc.) de las instalaciones del Museo, no generará contaminación al exterior ni molestias a los visitantes y empleados, ya que los niveles de ruido -

en los límites del terreno son inferiores a los valores máximos que fijan las disposiciones ambientales (65 dB). Por lo anterior, no se considera que pudiera existir un impacto negativo de este componente.

- Desechos líquidos

El Museo no generará desechos líquidos importantes, ya que el agua utilizada en las diferentes etapas de operación serán integradas al proceso de tratamiento de la planta, por lo que no se considera que la operación pueda generar un impacto negativo en cuanto a este punto.

- Desechos sólidos

Los residuos sólidos generados durante la operación del Museo son los referentes a basura, tanto orgánica como inorgánica, además de que estos serán almacenados en la zona destinada al almacenamiento de residuos sólidos del Museo, para su posterior transporte al relleno sanitario del Municipio de Tulúm. Adicional a esto se realizará una separación de desechos, previos a la recolección por el servicio de limpia del Municipio. Debido a lo anterior, se considera que la generación de residuos sólidos tenga un impacto negativo menor, reversible, permanente e inmediato sobre el medio (-2 P R In).

- Desechos gaseosos

La operación del Museo, debido a la eliminación de equipos de aire, no generará desechos gaseosos a la atmósfera, los únicos serán los referentes a la planta de tratamiento de aguas, dada su condición anaeróbica de la degradación de materia orgánica, generará biogas, el cual se dispersa de manera natural en el medio. Este gas no se genera en volúmenes significativos, por lo que las emisiones se encuentran dentro de los máximos permisibles de la normatividad correspondiente. Debido a lo anterior, se considera un impacto negativo mínimo, permanente, reversible y de efecto inmediato (-1 P R In).

- Clima

La utilización de la azotea verde, además de mantener la temperatura al interior del Museo, permite carecer de equipos de aire, de tal suerte que se evitará cualquier daño, es por ello que se considera un impacto positivo, medio, permanente y de efecto inmediato (+2 P In).

- Flora y fauna

No se considera que haya impactos negativos durante la operación del Museo sobre la vegetación y la fauna, salvo fauna nociva, por lo que no se considera la generación de impactos.

- Paisaje

La operación del Museo impactará de forma permanente en el paisaje, sin embargo mediante la utilización de materiales típicos de la región, la poca altura de los edificios y el respeto en la medida posible de la vegetación del lugar, permitirá su integración a este, es por ello que se considera un impacto negativo, medio, permanente, irreversible y de efecto inmediato (-2 P I In).

- Aspectos sociales

No se consideran impactos sobre los aspectos sociales de la población trabajadora y habitante de los alrededores.

- Aspectos económicos

Durante la operación del Museo, se generarán empleos formales, beneficiando a la población del municipio, además generará la captación de divisas, provenientes principalmente del turismo extranjero por concepto de entradas, esto aunado al auditorio que podrá ser rentado para eventos especiales. Por ello se considera un impacto positivo mayor, permanente y de efecto inmediato (+4 P In).

- Aspectos culturales

Por las características del proyecto, se hace evidente el fomento de la cultura, tanto en los aspectos prehispánicos, como en el cuidado del medio ambiente, es por ello que se considera un impacto positivo intermedio, permanente y de efecto inmediato (+3 P In).

- Servicios públicos

Aunque en la operación del Museo se verán afectadas las vías de acceso, por el continuo tránsito de vehículos, el municipio de Tulum tiene contemplada la ampliación de la vialidad y el fomento en el uso de transportes ecológicos, es por ello que se considera un impacto positivo menor, permanente con efecto latente (+1 P L).

Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales

Etapa de preparación del sitio y construcción:

Para evitar o minimizar los impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la empresa constructora llevará a cabo las siguientes acciones:

- Para prevenir la contaminación de la calidad del agua subterránea y del suelo por las excretas y la propagación por medio del viento de organismos patógenos se suministrará una letrina portátil y se colocará en un sitio adecuado de fácil acceso.
- Para restituir en lo posible la pérdida de la capa vegetal, se respetará lo más posible la vegetación en áreas verdes, además se sembrarán especies típicas de la región en las áreas desmontadas.

- Para mitigar el impacto sobre la calidad del aire, las emisiones de residuos gaseosos a la atmósfera y el ruido producido por la maquinaria, se procurará que ésta esté en buenas condiciones de carburación y que opere en horarios que no afecten a la población cercana.
- Para evitar polvos fugitivos se exigirá a los proveedores de material que se rocíe agua sobre ellos y se cubra con lonas, además de utilizar concreto premezclado.
- En cuanto a los desechos sólidos, se recolectarán y almacenarán diariamente en espera de ser transportados fuera de la construcción, tanto para su reciclaje como para su destino final.
- Para prevenir cualquier posibilidad de un accidente en la construcción de las instalaciones, se aplicarán todas las medidas de seguridad establecidas en la Ley Federal del Trabajo y en las Normas Oficiales Mexicanas que apliquen al proyecto.

Etapa de operación del Museo:

Para evitar o minimizar los impactos ambientales durante la etapa de operación del Museo, la empresa llevará a cabo las siguientes acciones:

- Los desechos sólidos, se recolectarán y almacenarán diariamente en el espacio destinado, en espera de ser transportados fuera del Museo, tanto para su reciclaje como para su destino final.
- Para mantener la calidad del agua que se descarga al drenaje, se tomarán muestras y analizarán las características del flujo de descarga, manteniéndose siempre por debajo de los límites máximos permisibles que fijen las Normas Oficiales correspondientes.
- Con el fin de evitar la contaminación del suelo y del manto freático por la generación de lodos de la planta de aguas, estos serán recolectados en pipas especiales para su transporte a la zona de tratamiento y disposición final del Ayuntamiento de Tulum (lagunas de secado).

Conclusiones referentes al impacto ambiental

Como resultado de la presentación y descripción de las diferentes etapas del proyecto, de las características del medio natural y socioeconómico, así como de la evaluación de los impactos que se generan, se concluye lo siguiente:

- La mayor parte de los impactos negativos se darán durante las etapas de preparación del terreno y la construcción de la planta.
- Los impactos negativos durante la construcción de las instalaciones sobre la calidad del aire, la vegetación y el paisaje natural fueron mínimos y en la mayoría de los casos de carácter temporal.
- Las medidas de prevención y de mitigación propuestas, evitarán dañar más las características ecológicas de la zona donde se construirá el Museo.
- Durante la operación del Museo, no se generan residuos que pudieran impactar a alguno de los componentes ambientales, su manejo, almacenamiento y disposición final, ya que no son considerados como riesgosos ni peligrosos.
- Los residuos generados por el proceso de tratamiento de las aguas, se manejarán de manera adecuada, por lo que no se genera un impacto negativo significativo al medio.
- El funcionamiento del Museo no afecta negativamente a la población, y en cuanto a cultura ambiental está será fomentada de manera permanente.

Como conclusión final del estudio, se puede afirmar que la construcción y operación del Museo de Sitio, no generará impactos negativos significativos sobre el medio natural.

8.6. Factores económicos

El presente proyecto parte de la iniciativa del Ayuntamiento de Tulúm (planteado en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano) y del INAH, de dotar de equipamiento a la Zona Turística y Arqueológica de Tulúm, Quinta Roo.

Criterio de costos

En cuanto a la justificación económica se estudia muy general, dando un parámetro tomando en cuenta los m² de terreno y los m² de construcción (donde se incluirán las áreas de estacionamiento, pavimentos, áreas ajardinadas y demás).

Costo del edificio

m ² de terreno =	el terreno será donado por el Ayuntamiento de Tulúm	
m ² de construcción =	17,882.10 m ² x \$ 8,835.00*	= \$ 157,998,353.50
planta de tratamiento =	\$ 430,000.00	} \$ 6,288,505.00
celdas solares =	\$ 2,400,000.00	
azotea verde =	\$ 3,458,505.00	

costo total aproximado = \$ 164,286,858.50

Se tratará de reducir el tiempo de ejecución de la obra, con el fin de que pueda ser rentable y recuperar la inversión en el menor tiempo posible.

Ingresos del Museo

Tarifa de acceso en horario normal: \$ 51.00

Tarifa de acceso en horario especial: \$ 170.00

Considerando visitas en promedio de 1000 visitantes diarios (existen registros del INAH con picos de hasta 2000 visitantes diarios) tenemos:

* Fuente: BIMSA

$1000 \times \$ 51.00 = \$ 51,000.00$ diarios $\times 365 = \$ 18,615,000.00$ anuales, los cuales equivalen al 80% de los ingresos del Museo, el restante 20% se representa en la siguiente tabla:

9.5% de alimentos =	\$ 1,768,425.00
7.5% de bebidas =	\$ 1,396,125.00
1.0% de concesiones =	\$ 186,150.00
2.0% renta auditorio =	\$ 372,300.00

Ingresos anuales totales: \$ 22,338,000.00

Si dividimos el costo total entre los ingresos anuales tenemos un tiempo aproximado de recuperación, que para este caso sería de 7 años 4 meses.

Notas:

1. El costo estimado total incluye un factor de indirectos de 1.20 sobre los precios unitarios.
2. Los costos incluyen el pago por los impuestos respectivos excepto el IVA.
3. Los costos estimados son más IVA.
4. El costo final no incluye el costo correspondiente a los proyectos requeridos.
5. La cantidad de m² construidos incluye todas las zonas del proyecto.

CONCLUSIÓN

En México el turismo tiene gran importancia, ya que es un generador de divisas y creador de empleos gracias al pasado histórico y cultural de nuestro país aunado a las características ecológicas. El turismo en Tulúm ha sido motor del desarrollo de la región y del estado.

Por otro lado el cuidado de los sitios arqueológicos, su cuidado y promoción, incentivan aún más el desarrollo del turismo.

Es por éstas razones que se propone un proyecto que conjunta el fomento del turismo, la divulgación de la cultura y el cuidado del medio ambiente, pues además de contribuir a la economía de la región y el país, servirá de ejemplo para considerar los elementos sustentables aplicables a las construcciones.

Está en manos del arquitecto transmitir a los visitantes la cultura, tradiciones y forma de vida de nuestro país para presentar una imagen digna y actual, sin descuidar nunca el cuidado de nuestro deteriorado medio ambiente.

Históricamente los grandes cambios de conciencia en la humanidad se derivan de etapas de profundo sufrimiento (guerras, desastres naturales, hambre, etc.). Enseñar a nuestros hijos "con el ejemplo" a cuidar y mejorar el medio ambiente, es evitarles sufrir el deterioro y escasez irreversible de los recursos naturales. Heredar un mundo enfermo no nos da ningún derecho de entregarlo así a las siguientes generaciones.

ANEXOS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS SEGÚN SU IMPORTANCIA

GRUPO	DESCRIPCIÓN
A	Estructuras para las que se recomienda un grado de seguridad elevado. Pertenecen a este grupo aquellas que en caso de fallar causarían la pérdida importante de un número importante de vidas, o perjuicios económicos o culturales excepcionalmente altos; asimismo, las construcciones y depósitos cuya falla implique un peligro significativo por almacenar o contener sustancias tóxicas o inflamables, así como aquellas cuyo funcionamiento es imprescindible y debe continuar después de la ocurrencia de vientos fuertes tales como los provocados por huracanes. Quedan excluidos los depósitos y las estructuras enterradas. Ejemplos de este grupo son las construcciones cuya falla impida la operación de plantas termoeléctricas, hidroeléctricas y nucleares; las centrales telefónicas e inmuebles de telecomunicaciones principales, puentes, estaciones terminales de transporte, estaciones de bomberos, de rescate y de policía, hospitales e inmuebles médicos con áreas de urgencias, centros de operación en situaciones de desastre, escuelas, estadios, templos y museos . Del mismo modo pueden considerarse los locales, las cubiertas, los paraguas que protejan equipo especialmente costoso, y las áreas de reunión que pueden alojar a más de doscientas personas , tales como salas de espectáculos, auditorios y centros de convenciones.
B	Estructuras para las que se recomienda un grado de seguridad moderado. Se encuentran dentro de éste grupo aquellas que en caso de fallar, representan un bajo riesgo de pérdida de vidas humanas y que ocasionarían daños materiales de magnitud intermedia. Este es el caso de las plantas industriales, bodegas ordinarias, gasolineras, comercios, restaurantes, casas para habitación, viviendas y edificios de departamentos y oficinas, hoteles, bardas cuya altura sea mayor de 2.50 metros y todas las construcciones cuya falla por viento pueda poner en peligro a otras de ésta clasificación o de la anterior. Se incluyen también salas de reunión y espectáculos, y estructuras de depósitos, urbanas o industriales no incluidas en el grupo A, así como todas aquellas construcciones que forman parte de plantas generadoras de energía y que, en caso de fallar, no paralizarían el funcionamiento de la planta. Asimismo, se consideran en este grupo las subestaciones eléctricas y las líneas y postes de transmisión de menor importancia que las del grupo A.
C	Estructuras para las que se recomienda un bajo grado de seguridad. Son aquellas cuya falla no implica graves consecuencias, ni puede causar daños a construcciones de los grupos A y B. Abarca, por ejemplo, no sólo bodegas provisionales, cimbras, carteles, muros aislados y bardas con altura no mayor que 2.50 metros, sino también recubrimientos, tales como cancelerías y elementos estructurales que formen parte de las fachadas de las construcciones, siempre y cuando no representen un peligro que pueda causar daños corporales o materiales importantes en caso de desprendimiento. Si por el contrario, las consecuencias de su desprendimiento son graves, dichos recubrimientos se analizarán utilizando las presiones de diseño de la estructura principal.

TABLA 2. CLASE DE ESTRUCTURA SEGÚN SU TAMAÑO Y FACTOR F_c

CLASE	DESCRIPCIÓN	F_c
A	Todo elemento de recubrimientos de fachadas, de ventanearías y de techumbres y sus respectivos sujetadores. Todo elemento estructural aislado, expuesto directamente a la acción del viento. Asimismo, todas las construcciones cuya mayor dimensión, ya sea horizontal o vertical, sea menor que 20 metros.	1.0
B	Todas las construcciones cuya mayor dimensión, ya sea horizontal o vertical, varíe entre 20 y 50 metros.	0.95
C	Todas las construcciones cuya mayor dimensión, ya sea horizontal o vertical, sea mayor que 50 metros.	0.90

TABLA 3. FACTOR DE TOPOGRAFÍA LOCAL F_t

SITIOS	TOPOGRAFÍA	F_t
Protegidos	Base de promontorios y faldas de serranías del lado de sotavento.	0.8
	Valles cerrados.	0.9
Normales	Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores que 5%.	1.0
Expuestos	Terrenos inclinados con pendientes entre 5 y 10%, valles abiertos y litorales planos.	1.1
	Cimas de promontorios, colinas o montañas, terrenos con pendientes mayores que 10%, cañadas cerradas y valles que formen un embudo o cañón, islas.	1.2

TABLA 4. CATEGRÍA DEL TERRENO SEGÚN SU RUGOSIDAD

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS	LIMITACIONES
1	Terreno abierto, prácticamente plano y sin limitaciones.	Franjas costeras planas, zonas de pantanos, campos aéreos, pastizales y tierras de cultivo sin setos o bardas alrededor. Superficies nevadas planas.	La longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser de 2000 m. o 10 veces la altura de la construcción por diseñar, la que sea mayor.
2	Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones.	Campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones tales como setos o bardas alrededor, árboles y construcciones dispersas.	Las obstrucciones tienen alturas de 1.5 a 10 m, en una longitud mínima de 1500 m.
3	Terreno cubierto por numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas.	Áreas urbanas, suburbanas y de bosques, o cualquier terreno con numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas. El tamaño de las construcciones corresponde al de las casas y viviendas.	Las obstrucciones presentan alturas de 3 a 5 m. la longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser de 500 m o 10 veces la altura de la construcción, la que sea mayor.
4	Terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas.	Centros de grandes ciudades y complejos industriales bien desarrollados.	Por lo menos el 50% de los edificios tiene una altura mayor que 20 m. las obstrucciones miden de 10 a 30 m. de altura. La longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser la mayor entre 400 m y 10 veces la altura de la construcción.

TABLA 5. VALORES DE α Y β

CATEGORÍA DEL TERRENO SEGÚN SU RUGOSIDAD	A			β (m)
	CLASE DE ESTRUCTURA			
	A	B	C	
1	0.099	0.101	0.105	245
2	0.128	0.131	0.138	315
3	0.156	0.160	0.171	390
4	0.170	0.177	0.193	455

TABLA 6. RELACIÓN ENTRE LA ALTITUD Y LA PRESIÓN BAROMÉTRICA

Altitud (msnm)	Presión barométrica (mm de Hg)
0	760
500	720
1000	675
1500	635
2000	600
2500	565
3000	530
3500	495

TABLA 7. FACTOR DE REDUCCIÓN, K_A , PARA TECHOS Y MUROS LATERALES

ÁREA TRIBUTARIA EN m^2 A	FACTOR DE REDUCCIÓN K_A
≤ 10	1.0
25	0.9
≥ 100	0.8

TABLA 8. FACTOR DE PRESIÓN LOCAL, K_L

PRESIÓN EXTERNA	CASOS		PARTE DE LA ESTRUCTURA	ALTURA DE LA ESTRUCTURA	ZONA DE AFECTACIÓN	ÁREA DE AFECTACIÓN	K_L
Empuje (+)	1		Muro de barlovento	Cualquiera	Cualquiera sobre el muro de barlovento.	$\leq 0.25 a^2$	1.25
Succión (-)	2	(a)	Techo	Cualquiera	El ancho de la zona será de $1.0a$, a todo lo largo del borde del techo incluyendo la cumbrera si es un techo a dos aguas.	$\leq a^2$	1.50
			Muros laterales	$H < 25$ m.	El ancho de la zona será de $1.0a$, a lo largo de los bordes verticales del muro de barlovento.	$\leq a^2$	1.50
	(b)	Muros laterales	$H \geq 25$ m.	La zona afectada se localiza a una distancia mayor que $1.0a$, a partir del borde del muro de barlovento.	$\leq 0.25 a^2$	1.50	
		3	(a)	Techo	Cualquiera	El ancho de la zona será de 0.5^a , a todo lo largo del borde del techo incluyendo la cumbrera si es un techo a dos aguas.	$\leq 0.25 a^2$
	Muros laterales			$H < 25$ m.	El ancho de la zona será de $0.5a$, a lo largo de los bordes verticales del muro de barlovento.	$\leq 0.25 a^2$	2.00
	(b)	Muros laterales	$H \geq 25$ m.	El ancho de la zona será de $1.0a$, a lo largo de los bordes verticales del muro de barlovento.	$\leq a^2$	2.00	
4	Muros laterales	$H \geq 25$ m.	El ancho de la zona será de $0.5a$, a lo largo de los bordes verticales del muro de barlovento.	$\leq 0.25 a^2$	3.00		

TABLA 9. COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR, C_{pe} , PARA MUROS EN BARLOVENTO Y SOTAVENTO DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA

Muro	Dirección del viento θ , en grados	d/b	Inclinación del techo γ , en grados	C_{pe}	
Barlovento	Normal ($\theta = 0^\circ$) o paralela ($\theta = 90^\circ$) a las generatrices	Cualquiera	Cualquiera	0.8	
Sotavento	Normal ($\theta = 0^\circ$) o paralela ($\theta = 90^\circ$) a las generatrices, para techos a cuatro aguas.	≤ 1	$< 10^\circ$	-0.5	
		$= 2$		-0.3	
		≥ 4		-0.2	
	Normal ($\theta = 0^\circ$) a las generatrices, para techos a una o dos aguas	Cualquiera	$10^\circ \leq \gamma \leq 15^\circ$	-0.3	
			20°	-0.4	
	Paralela ($\theta = 90^\circ$) a las generatrices, para techos a una o dos aguas	≤ 0.1	Cualquiera	$\geq 25^\circ$	-0.75
		≥ 0.3		-0.5	
		≤ 1		-0.5	
	$= 2$	-0.3			
	≥ 4	-0.2			

NOTAS:

- Esta tabla se aplica con la ayuda de la figura 1.
- Para valores intermedios de d/b y γ , los valores del coeficiente C_{pe} , pueden interpolarse linealmente.

TABLA 10. COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR, C_{pe} , PARA ZONAS DE MUROS LATERALES DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA

Distancia horizontal a lo largo de un muro lateral medida a partir de la arista común con el muro de barlovento	Coefficiente de presión exterior C_{pe}
de 0 a $1\bar{h}$	-0.65
de $1\bar{h}$ a $2\bar{h}$	-0.5
de $2\bar{h}$ a $3\bar{h}$	-0.3
$> 3\bar{h}$	-0.2

NOTAS:

- Esta tabla se aplica con la ayuda de la figura 2.
- La distancia horizontal se determina en función de la altura de la construcción, h , la cual a su vez se calcula según la Figura.2.

TABLA 11. COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR, C_{pe} , PARA ZONAS DE TECHOS DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA

Inclinación del techo, cubierta de barlovento (CB)	Relación \bar{h}/d	C_{pe}
γ		
10°	≤ 0.25	-0.7, -0.3
15°		-0.5, 0.0
20°		-0.3, 0.2
25°		-0.2, 0.3
30°		-0.2, 0.4
35°		0.0, 0.5
$\geq 45^\circ$		0.0, $0.8\text{sen}\gamma$
10°	0.50	-0.9, -0.4
15°		-0.7, -0.3
20°		-0.4, 0.0
25°		-0.3, 0.2
30°		-0.2, 0.3
35°		-0.2, 0.4
$\geq 45^\circ$		0.0, $0.8\text{sen}\gamma$
10°	≥ 1.0	-1.3, -0.6
15°		-1.0, -0.5
20°		-0.7, -0.3
25°		-0.5, 0.0
30°		-0.3, 0.2
35°		-0.2, 0.3
$\geq 45^\circ$		0.0, $0.8\text{sen}\gamma$

NOTAS:

1. En los casos donde se muestren dos valores del coeficiente C_{pe} , el techo deberá diseñarse para el más desfavorable, ya que debido a la turbulencia del viento, el techo puede estar sometido a presiones positivas o negativas. Asimismo, deben considerarse las diferentes combinaciones entre presiones exteriores e interiores con el fin de seleccionar la condición más adversa en el diseño.

2. Si se requieren valores del coeficiente de presión correspondientes a valores intermedios de γ , y de la relación \bar{h}/d , puede realizarse una interpolación lineal, la cual se llevará a cabo entre valores del mismo signo.

FIGURA 1. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA CERRADA

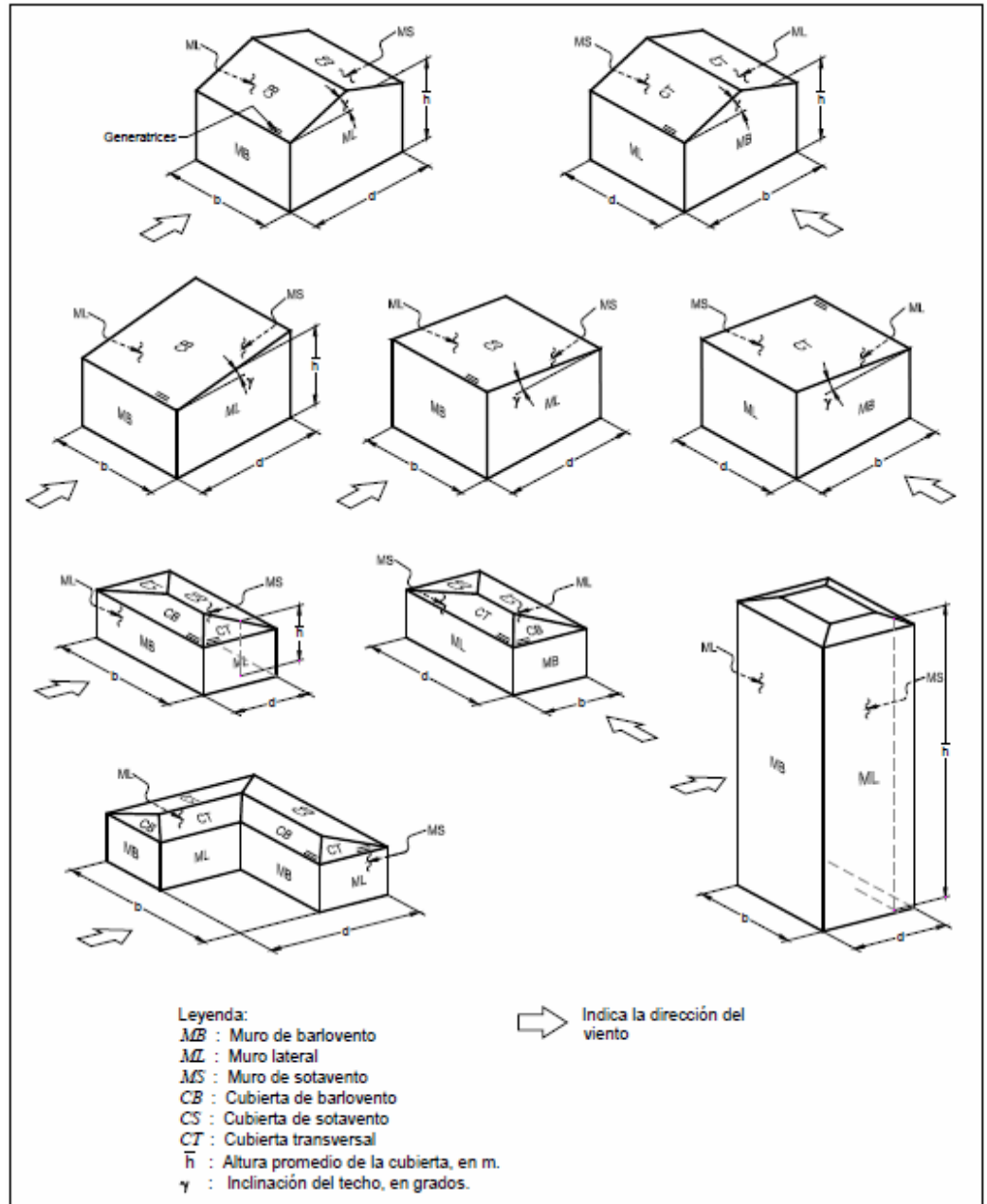
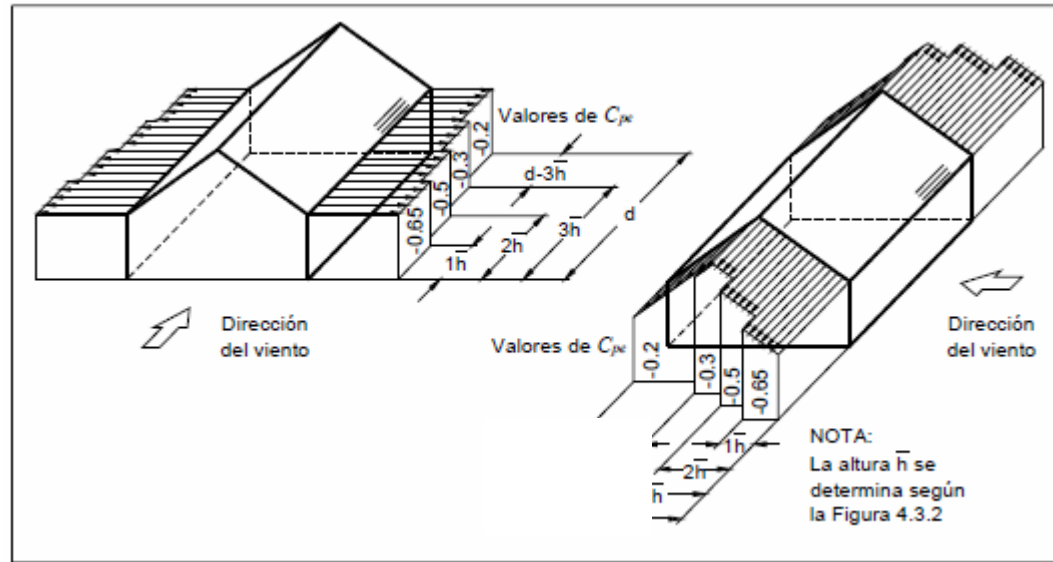
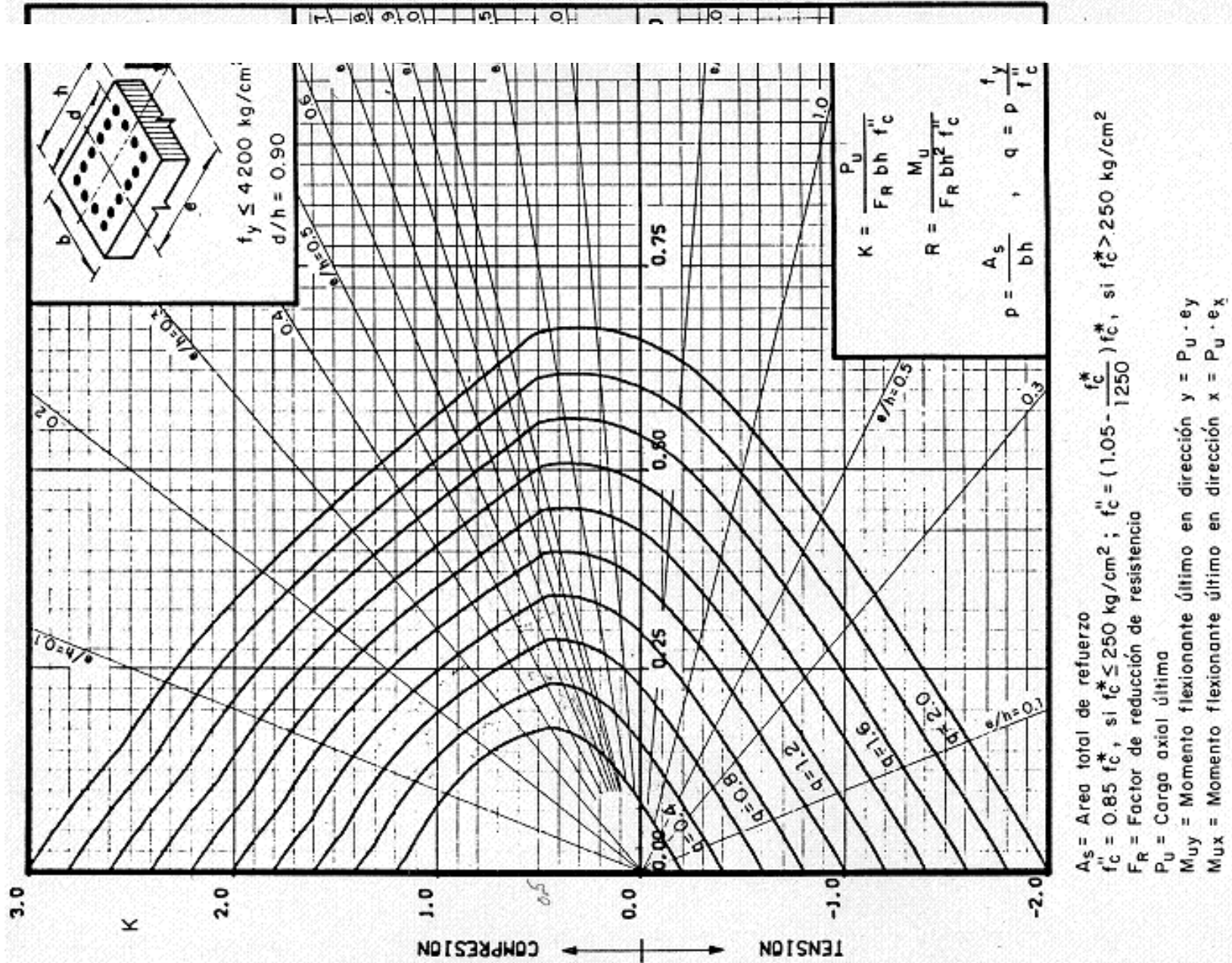
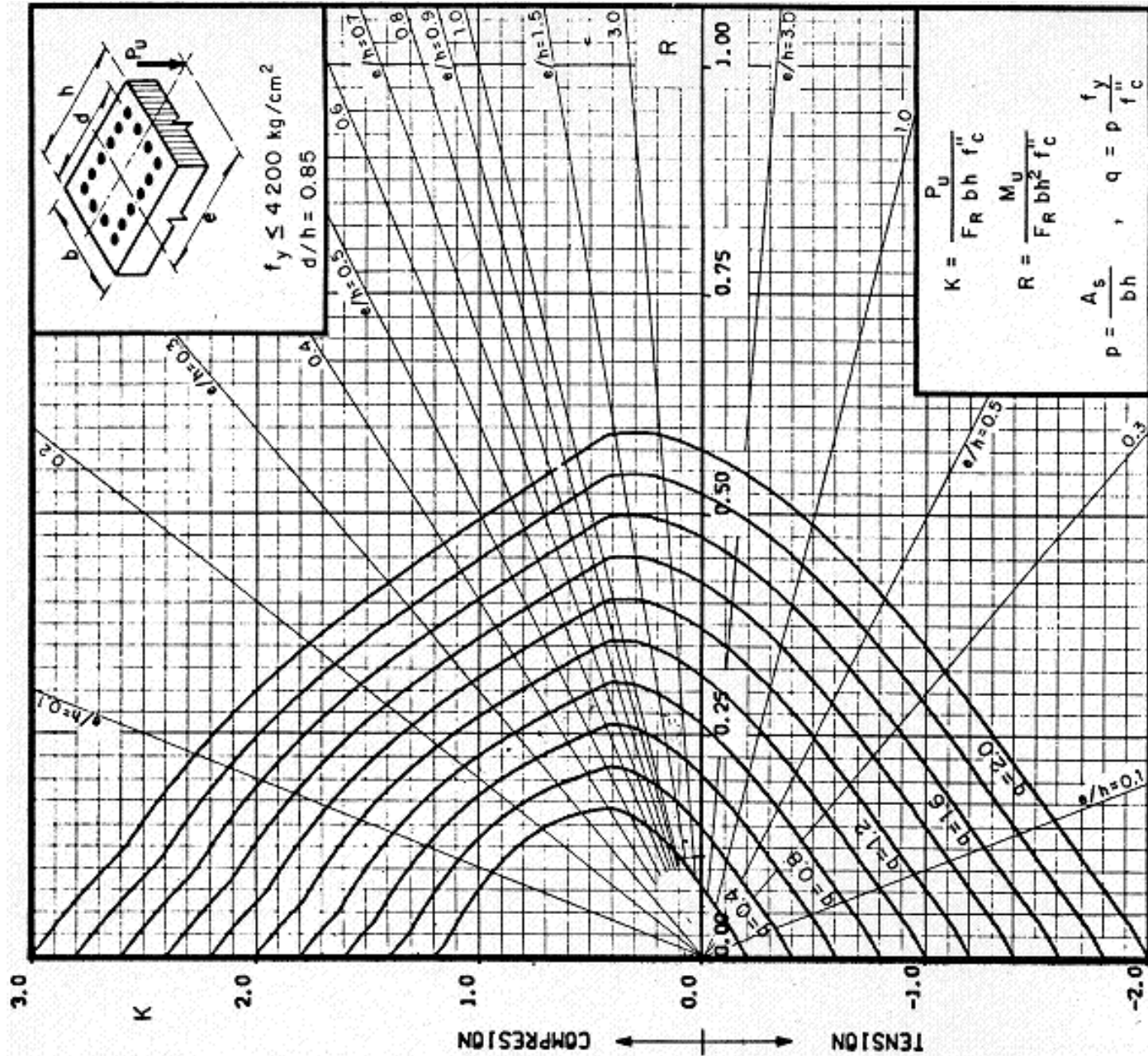


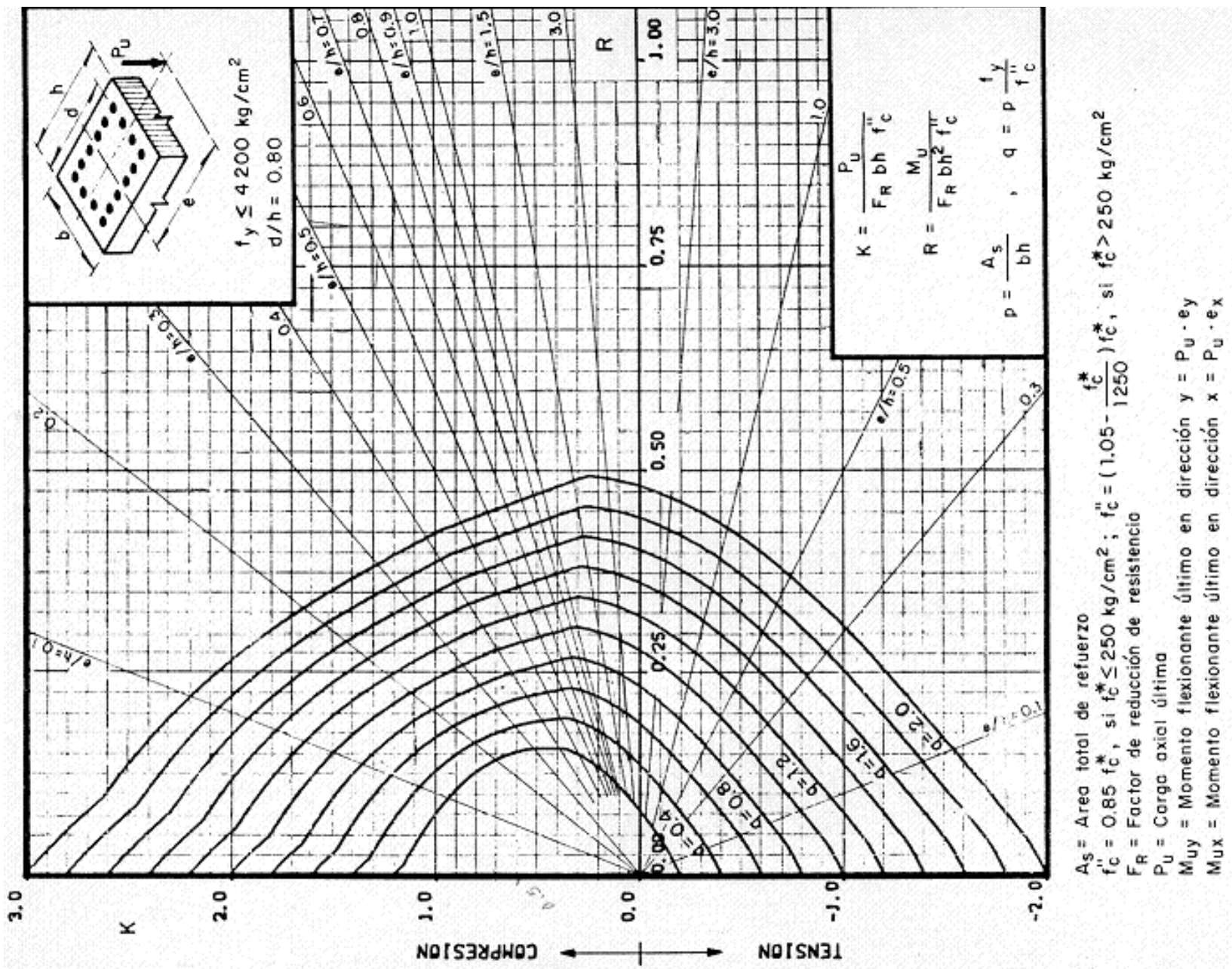
FIGURA 2. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA CERRADA







A_s = Area total de refuerzo
 $f_c'' = 0.85 f_c^*$, si $f_c^* \leq 250 \text{ kg/cm}^2$; $f_c'' = (1.05 - \frac{f_c^*}{1250}) f_c^*$, si $f_c^* > 250 \text{ kg/cm}^2$
 F_R = Factor de reducción de resistencia
 P_u = Carga axial última
 M_{uy} = Momento flexionante último en dirección $y = P_u \cdot e_y$
 M_{ux} = Momento flexionante último en dirección $x = P_u \cdot e_x$



CONCHA ACÚSTICA LEGACY

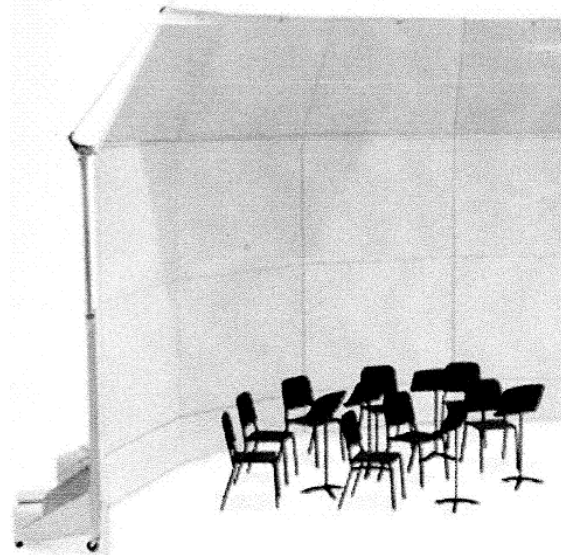
La más moderna tecnología Wenger le ofrece una concha acústica atractiva y eficaz a un precio accesible. El sistema Legacy puede ser instalado rápida y fácilmente por una sola persona. Y su movilidad le permite transformar acústicamente casi cualquier espacio de su establecimiento en un recinto de actuación. Y cuando la actuación finaliza, las conchas acústicas Legacy se descuelgan rápidamente y se guardan juntas en forma compacta.

Información del Producto:

- Las unidades Legacy propician una excelente combinación de sonidos y mejoran la proyección acústica hacia la audiencia.
- Superficie de cobertura más grande que cualquier otra concha acústica portátil.
- El mecanismo elevador requiere solo seis giros para que la pantalla se alce a la posición de pleno funcionamiento.
- Las marquesinas cónicas y/o rectangulares se adaptan a 4 posiciones posibles: Ángulos de 45°, 60°, 75°, o 90°, con altura total de 9' 8" (295 cm) a 15' 2" (462 cm).

ESTRUCTURA:

- La duradera estructura de acero proporciona un soporte excelente.
- Marco de aluminio reforzado para añadir rigidez.
- Las esquinas redondeadas de los paneles proporcionan seguridad adicional.
- Los contrapesos están colocados detrás de la pantalla para evitar que se inclinen hacia delante y provoquen accidentes.
- Estructura de paneles de madera termofusionada.
- Diseñado con ruedas giratorias de alta duración para facilitar un rodamiento estable y ubicarlo fácilmente.



Museo de Sitio, Zona Arqueológica Tulum, Quintana Roo.

BIBLIOGRAFÍA

NUEVOS MUSEOS

Espacios para el arte y la cultura
Joseph M. Montaner
Ed. Gustavo Gili, S.A.
Barcelona, 1990.

MUSEOS, ARQUITECTURA Y ARTE

Los espacios expositivos
Juan Carlos Rico
Ed. Sílex.
España 1999.

MONTAJE DE EXPOSICIONES

Juan Carlos Rico
Ed. Sílex.
España 1996.

ENCICLOPEDIA DE ARQUITECTURA PLAZOLA Vol.8

Alfredo Plazota Cisneros
Ed. Plazola Editores.
México, 1999.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS PRÁCTICAS

Diego Onesimo Becerril L.
México, 1995.

DATOS PRÁCTICOS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

Diego Onesimo Becerril L.
México, 1995.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

Luis Arnal Simón
Editorial Trillas.
México, 1998.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO

México, 2000.

CUADERNO ESTADÍSTICO MUNICIPAL, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO

Inegi.

PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO PARA EL MUNICIPIO DE TULÚM 2010-2030
México 2010.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA LA ZONA PEATONAL Y TURÍSTICA DE PLAYA DEL CARMEN, MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD,
QUINTANA ROO.
México 2008.

COMENTARIOS, AYUDAS DE DISEÑO Y EJEMPLOS DE LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO, DDF.
Series del Instituto de Ingeniería No. ES-201 1991

MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES PARA DISEÑO POR VIENTO
México 2008