

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
TALLER TRES

CENTRO ACUATICO XOCHIMILCO

Tesis Profesional para obtener el Título de Arquitecto

Presenta:

MIGUEL ANGEL GONZALEZ PIEDRA

Sinodales: Arq. José Antonio Ramírez Domínguez  
Arq. Israel Hernández Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinosa de la Lama

México, D.F. a 28 de Abril del 2014



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 mi Madre, Mi todo,  
que aun con la ausencia de mi padre,  
me brindo siempre su amor,  
y me hizo sentir como si nunca nada me faltara.

## INTRODUCCIÓN

## CAPÍTULO 1. Justificación del Tema

1.1	¿Qué es un Centro Acuático?	1
1.2	¿Qué es la Natación?	1
1.3	Antecedentes Históricos	3
1.4	Técnicas	4
1.4.1	El Crol	4
1.4.2	La espalda	5
1.4.3	La Braza	5
1.4.4	La mariposa	5
1.4.5	Waterpolo	6
1.5	Órganos Rectores	7
1.5.1	Organismos Mundiales	7
1.5.2	Organismos Nacionales	8
1.6	Normatividad	9
1.7	Planteamiento del Problema	10

## CAPÍTULO 2. Análisis del Sitio

2.1.	Características Físico - Climatológicas	12
2.1.1.	Ubicación Geográfica	12
2.1.2.	Clima	16
2.1.2.1.	Orografía	16
2.1.2.2.	Hidrografía	17
2.1.2.3.	Flora	17
2.1.2.4.	Fauna	17
2.2.	Usos de Suelo	18

2.3.	Características Socio – Demográficas	18
2.3.1.	Denominación Toponímica	18
2.3.2.	Patrimonio de la Humanidad	19
2.3.3.	Turismo	20
2.3.4.	Composición Política	20
2.3.5.	Población	21
2.3.6.	Vivienda	22
2.3.7.	Economía	22
2.4.	Equipamiento Urbano	23
2.4.1.	Vialidad y Transporte	23
2.4.1.1.	Vialidad	23
2.4.1.2.	Transporte	24
2.4.1.3.	Pavimentación	25
2.4.2.	Equipamiento y Servicios	25
CAPÍTULO 3. Marco Teórico		
3.1.	¿Qué es un Modelo Análogo?	28
3.1.1.	Centro Acuático Nacional de Pekín	28
3.1.2.	Centro Acuático de Londres	29
3.1.3.	Conclusión	31
3.2.	Normas de Diseño	32
3.2.1.	Reglamento de Construcciones del Distrito Federal	32
3.2.2.	Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico	35
3.2.2.1.	Estacionamientos	35
3.2.2.2.	Habitabilidad, accesibilidad y funcionamiento	36
3.2.2.3.	Higiene, servicios y acondicionamiento ambiental	36
3.2.2.4.	Comunicación, evacuación y prevención de emergencias	37

3.2.3.	Federación Internacional de Natación	40
3.2.4.	SEDESOL	43
CAPÍTULO 4. Programa Arquitectónico		
4.1.	Programa de Necesidades	47
4.1.1.	Zonas Exteriores	47
4.1.2.	Zona de Acceso	47
4.1.3.	Zona Administrativa	47
4.1.4.	Zona de Servicios	48
4.1.5.	Zona de albercas y fosa de clavados	48
4.2.	Diagrama de Funcionamiento General	49
4.2.1.	Diagrama de Funcionamiento Zona Administrativa	50
4.2.2.	Diagrama de Funcionamiento Cafetería	51
4.2.3.	Diagrama de Funcionamiento Sanitarios Hombres y Mujeres	52
4.3.	Programa de Áreas	53
4.4.	Memoria Descriptiva	56
CAPÍTULO 5. Proyecto de Instalaciones		
5.1.	Instalación Hidráulica	59
5.1.1.	Abastecimiento	59
5.1.2.	Dotación por Normatividad	59
5.1.3.	Cálculo de gastos hidráulicos de diseño	61
5.1.4.	Determinación de Gastos	63
5.1.5.	Distribución	64
5.1.5.1.	Cálculo de Bombeo	64
5.1.6.	Tubería y Equipos	67
5.1.7.	Cálculo de Calderas	68

5.2.	Instalación Sanitaria	71
5.2.1.	Abastecimiento	72
5.3.	Instalación Eléctrica	72
5.3.1.	Distribución Eléctrica	75
5.3.2.	Conductores	75
5.3.3.	Calculo del número de Circuitos	77
5.3.4.	Energía Solar aplicada a albercas olímpicas	79
5.4.	Tipos y Clasificación de los tratamientos de agua en las Piscinas	81
5.4.1.	Métodos Físicos	81
5.4.1.1.	Filtración con Skimmers	81
5.4.1.2.	Filtración con Rebosaderos	84
5.4.1.3.	Material Filtrante	85
5.4.2.	Métodos Químicos	85
5.4.3.	Métodos Físico – Químicos	87
5.4.3.1.	Ionización Cobre – Plata	88
5.4.3.2.	Electrolisis de sal o cloración salina	88
5.4.3.3.	Tratamiento por luz ultravioleta	90
5.4.3.4.	Tratamiento mediante Ozono	90
5.4.4.	Control de PH	91
5.4.5.	Accesorios	92
5.5.	¿Qué es una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?	93
CAPÍTULO 6. Proyecto Estructural		
6.1.	Memoria Descriptiva	95
6.1.1.	CYPECAD	96
6.1.2.	Memoria Técnica de Armadura Tipo	97
6.1.3.	Memoria Técnica de Cimentación Tipo	98

6.1.4.	Recubrimientos	98
6.1.4.1.	Panel Hebel para Muros Fachada	98
6.1.4.2.	Sistema Fachada TP – 52	99
CONCLUSIONES		100
BIBLIOGRAFÍA		101
MEMORIAS DE CÁLCULO		
PLANOS		

Este Proyecto de Tesis está enfocado a una necesidad deportiva y recreativa que surge en mi Ciudad, la Delegación de Xochimilco, y como una afinidad personal por las Actividades Deportivas desde mi infancia.

De este modo se hará un análisis Completo, para determinar en primera instancia la Zona de Estudio, así como los diferentes factores que afectan a dicha área, tales como las características del Medio Físico, Natural, Económico y Contextual. La parte actuante para este Proyecto es la Zona Norte de la demarcación, colindando con el anillo Periférico.

Dentro de los objetivos se encuentra satisfacer las necesidades de Recreación de los habitantes de la Delegación Xochimilco, así como también fungir como sedes de apoyo a nivel regional en el Distrito Federal, se propondrá un Centro Acuático aunado a las Instalaciones del Complejo Deportivo de la Pista Olímpica de Remo y Canotaje “Virgilio Uribe” como parte de dar un Fomento e incrementar la afluencia a estas instalaciones, se analizaran y propondrán los espacios adecuados de acuerdo a Análogos de estudio con el fin de llevar a cabo el entrenamiento de los deportes acuáticos de manera alternada con estándares de diseño a nivel Internacional, se analizaran del mismo modo los criterios de Estructurales y de Instalaciones, así como proponer sistemas de reciclamiento de agua, se estudiara la antropometría del usuario de una alberca Olímpica de usos múltiples.

El enfoque de este estudio es diseñar los espacios deportivos, esparcimiento y entretenimiento que los usuarios requieren para su completo desarrollo como deportista.

# Capítulo 1. Justificación del Tema

### 1.1 ¿Qué es un Centro Acuático?

Un Centro Acuático está diseñado con una flexibilidad inherente para dar cabida a la realización del extenso gabaje de la disciplina de la natación, considerado un deporte aeróbico que obliga al cuerpo a mover todos los músculos con menor esfuerzo que otros deportes. Está pensado para fomentar la recreación y estimular la interacción entre el ser humano y el líquido vital, el agua.

Su localización se centra en una demanda recreativa expuesta por los habitantes de una demarcación, en la realización de justas deportivas, y en respuesta a la rentabilidad de un recinto de tal magnitud, se implementa para ambas.

Un Centro Acuático cuenta con las áreas para dar cabida a pruebas de entrenamiento, competencias nacionales e internacionales. Es un escenario el cual cuenta con una o varias piscinas, fosa de clavados, áreas de calentamiento, gradas y zonas de recreación.



*Centro Acuático Nacional de Pekín. Olimpiadas de Beijing 2008*

### 1.2 ¿Qué es la Natación?

La Natación es la habilidad que permite al ser humano desplazarse en el agua, gracias a la acción propulsora realizada por los movimientos rítmicos, repetitivos y coordinados de los miembros superiores, inferiores y el cuerpo, que le permiten mantenerse en la superficie y vencer la resistencia que ofrece el agua para desplazarse en ella.

Es sin duda alguna, uno de los deportes más completos, por ello los que lo practican suelen tener una fuerza física mayor a los que no lo hacen.

La Natación competitiva consiste en nadar con el fin de mejorar las marcas propias, es un deporte de auto-superación.

Se hizo popular en el siglo XIX, y es un evento importante de los Juegos Olímpicos desde los primeros Juegos Olímpicos modernos de 1896 en Atenas. Se lo considera uno de los deportes más completos en cuanto a beneficios en la salud y físico.

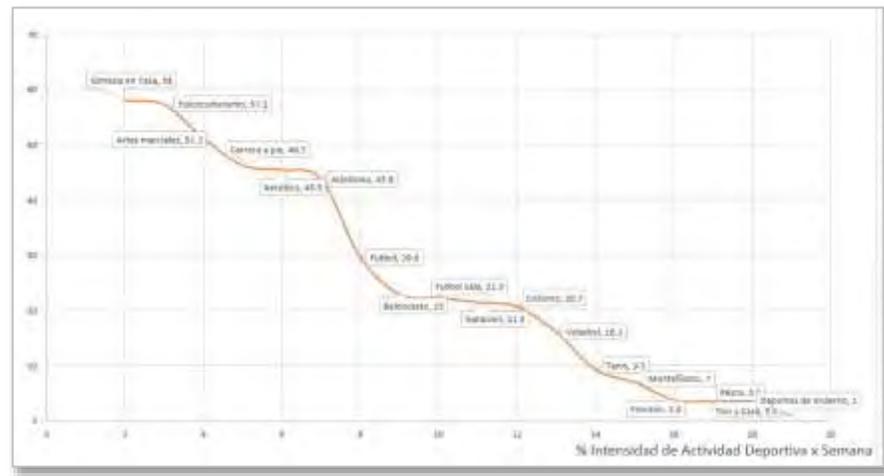
Normalmente, los principales obstáculos para aprender a nadar son el miedo al agua o al nerviosismo, que genera tensión muscular (barreras psicológicas muy frecuentes).

A menudo se empieza a enseñar a niños de corta edad como medida de prevención de accidentes (que suelen producirse justamente por no saber nadar) y además, cada vez más colegios los incluyen en sus planes de estudio.

Cabe destacar que “de niños es más fácil incorporar técnicas”, pero de todas maneras nunca es tarde para aprender este beneficioso deporte, recomendado además, en la mayoría de los casos de patologías especialmente a nivel óseo o rehabilitaciones, ya que es un deporte de bajo impacto.

La Natación puede practicarse en cualquier tipo de recinto, pero con una serie de consideraciones como las siguientes: temperatura adecuada, vigilancia, y considerar que las corrientes y mareas pueden resultar un peligro si se realizan en zonas o en épocas no aconsejables.

La natación es un deporte en el que la competición se centra sobre todo en el tiempo. Es por eso que en las últimas décadas los nadadores se han concentrado en el único propósito de batir récords. Del mismo modo se están batiendo continuamente los récords de distancia



y resistencia impuestos por los nadadores de maratón. En consecuencia, las diferencias que separan a hombres y mujeres dentro de la natación de competición se han reducido mucho; ha descendido la edad en que los nadadores pueden competir con éxito y aún no se han alcanzado los límites físicos de la especialidad.

### 1.3 Antecedentes Históricos

El origen de la natación es ancestral y se tiene prueba de ello a través del estudio de las más antiguas civilizaciones. El dominio de la natación, del agua, forma parte de la adaptación humana desde que los primeros homínidos se transformaron en bípedos y dominaran la superficie terrestre.

Se tienen indicios de que fueron los japoneses quienes primero celebraron pruebas anuales de natación en sentido competitivo, en tiempos del emperador Sugu en el año 38 antes de Cristo.

Los fenicios, grandes navegantes y comerciantes, formaban equipos de nadadores para sus viajes en el caso de naufragios con el fin de rescatar mercancías y pasajeros. Estos equipos también tenían la función de mantener libre de obstáculos los accesos portuarios para permitir la entrada de los barcos a los puertos. Otros pueblos, como los egipcios, etruscos, romanos y griegos, nos han dejado una buena prueba de lo que significaba para ellos el agua en diversas construcciones de piscinas artificiales. Sin embargo, el auge de esta actividad física decayó en la Edad Media, particularmente en Europa, cuando introducirse en el agua era relacionado con las enfermedades epidémicas que entonces azotaban. Pero esto cambió a partir del siglo XIX, y desde entonces la natación ha venido a ser una de las mejores actividades físicas, además de servir como terapia y método de supervivencia.

En la era moderna, la natación de competición se instituyó en Gran Bretaña a finales del siglo XVIII. La primera organización de este tipo fue la National Swimming Society, fundada en Londres en 1837. En 1869 se creó la Metropolitan Swimming Clubs Association, que después se convirtió en la Amateur Swimming Association (ASA).

El primer campeón nacional fue Tom Morris, quien ganó una carrera de una milla en el Támesis en 1869. Hacia finales de siglo la natación de competición se estaba estableciendo también en Australia y Nueva Zelanda y varios países europeos habían creado

ya federaciones nacionales. En los Estados Unidos los clubs de aficionados empezaron a celebrar competiciones en la década de 1870.

A pesar de que en la antigua Grecia la natación ya se practicaba, hecho que quedó reflejado en escritos como la Iliada o La Odisea, además de en multitud de utensilios de barro, este deporte nunca formó parte de los Juegos Olímpicos antiguos. Sin embargo, la natación sí estuvo presente en los primeros Juegos modernos de Atenas de 1896 y desde entonces siempre ha estado incluida en el programa olímpico.

En 1908 se organizó la Fédération Internationale de Natation Amateur (FINA) para poder celebrar carreras de aficionados.

La competición femenina se incluyó por primera vez en los Juegos Olímpicos de 1912.



*Interior del Centro Acuático Nacional de Pekín. Olimpiadas de Beijing 2008*

## 1.4 Técnicas

A través del tiempo se han perfeccionado cuatro estilos de nado con los que se compete en la actualidad; dicha evolución de los estilos proviene esencialmente de la búsqueda de la mejora de la velocidad.

### 1.4.1 El crol

El estilo crol se define como el desplazamiento humano en el agua caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una

circunducción completa y el de las segundas un batido, con una rotación de la cabeza, coordinada con los miembros superiores para realizar la inspiración.

#### 1.4.2 La espalda

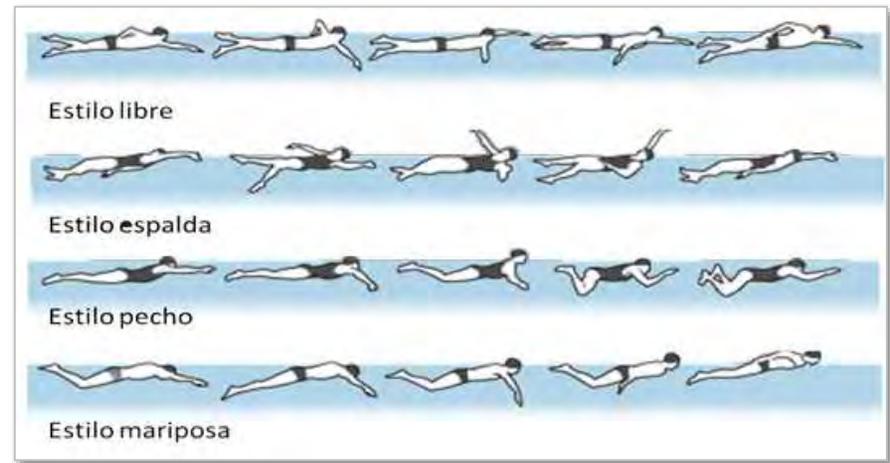
El estilo espalda se define como el desplazamiento humano en el agua caracterizado por una posición dorsal del cuerpo y movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una circunducción completa y el de las segundas un batido; existiendo un giro en el eje longitudinal durante el nado.

#### 1.4.3 La braza

El estilo braza se define como el desplazamiento humano en el agua caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento simultáneo, simétrico y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, describiendo el movimiento de las primeras una trayectoria circular y el de las segundas una patada, con un movimiento de ascenso y descenso de hombros y caderas que, coordinado con los miembros superiores permite realizar la inspiración.

#### 1.4.4 La mariposa

El estilo mariposa se define como el desplazamiento humano en el agua caracterizado por una posición ventral del cuerpo y movimiento simultáneo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, siendo el movimiento de las primeras una circunducción completa y el de las segundas un batido; con una ondulación de todo el cuerpo que, coordinada con los miembros superiores permite realizar la inspiración.



*Estilos de Nado por orden de aparición, libre o Crol, espalda, pecho o braza y mariposa*

### 1.4.5 Waterpolo

Es un deporte que se practica en una piscina, en la cual se enfrentan dos equipos. El objetivo del juego es marcar el mayor número de goles en la portería del equipo contrario, durante el tiempo que dura el partido. Los equipos cuentan en el agua con 6 jugadores y un portero. Se diferencian por el color del gorro (generalmente, blanco los locales, azul el equipo visitante y rojo los porteros). Existen faltas, expulsiones temporales y expulsiones definitivas. Un partido se divide en cuatro tiempos de juego efectivo (cuando la pelota está en juego) de 8 minutos cada uno. Los jugadores no pueden pisar el suelo de la piscina, ya que está prohibido y generalmente la profundidad de la piscina no se lo permite. Los jugadores tienen que mantenerse todo el partido flotando, lo que les hace consumir mucha energía. Un equipo tiene 30 segundos de posesión de la pelota para efectuar un lanzamiento a la portería contraria.

Hay seis jugadores de campo y un portero en cada equipo. Salvo el portero, las posiciones de los demás jugadores pueden variar a lo largo del partido según la situación lo demande. Los jugadores, por tanto, deben saber desenvolverse en cualquier posición a pesar de tener una donde son especialistas.

Tradicionalmente los jugadores se sitúan en arco alrededor de la portería contraria a una distancia aproximada de siete metros. El boya (también llamado pivote o avant-piquet) se sitúa en el centro del ataque y a una distancia de unos dos o tres metros de la portería contraria. Los puestos para este deporte son:

- El boya: El puesto más característico del waterpolo, suele ser el jugador más corpulento, más inteligente y con más potencia de tiro. Se tiene que situar cerca de la portería, a dos o tres metros. Su función es finalizar las jugadas. Al tener esta faceta de organizador tiene que jugar gran parte del tiempo de espaldas a la portería.



*Jugada de Waterpolo en los Juegos Olímpicos de Beijing 2008.*

- Extremos: Suelen ser dos, uno a cada lado de la portería, lo ideal que el extremo 1, el derecho, sea zurdo. Deben jugar con el boya e intentar estar en línea despejada con él.
- Central, cubreboya o cierre: Se sitúa en la misma línea que el boya pero a más distancia de la portería, por ello tiene que tener un buen control de los pases largos.
- Laterales: Colocados entre el boya y los extremos. A media distancia de la portería su función es la de penetración y la de dinamización, por lo que tienen que ser técnicos y rápidos.

Como en el balonmano o en el fútbol el portero tiene un rol de juego muy distinto a sus compañeros, sus entrenamientos y sus cualidades físicas tienen que ser distintas. En el Waterpolo el portero es una pieza fundamental del equipo.

## 1.5 Órganos Rectores

Dentro de cada disciplina existen Organismos o Dependencias que son aquellas que establecen las Normas de todos los deportes; así mismo, su objetivo en común es unificar en cualquier parte del mundo donde se desarrollen justas competitivas la correcta ejecución.

### 1.5.1 Organismos Mundiales

COI. El Comité Olímpico Internacional coordina las actividades del Movimiento Olímpico. Además, está encargado de supervisar y administrar todo lo concerniente a los Juegos Olímpicos. Es dueña de todos los derechos asociados a los símbolos olímpicos: la bandera, el himno, el lema, el juramento y los juegos. Controla los derechos de transmisión de los juegos, la publicidad y demás actividades de acuerdo a la Carta Olímpica. Por otra parte, es el organismo internacional encargado de organizar y seleccionar las ciudades que serán sedes de los Juegos Olímpicos cada cuatro años.

FINA. La Federación Internacional de Natación (en francés, Fédération Internationale de Natation, FINA) es la organización internacional que se dedica a regular las normas de la natación a nivel competitivo, así como de celebrar periódicamente competiciones y eventos. La FINA controla cinco deportes acuáticos, la natación, la natación sincronizada, la natación en aguas abiertas, los saltos y el waterpolo.

### 1.5.2 Organismos Nacionales

CONADE. La Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE), como actualmente la conocemos, es una institución del gobierno mexicano, encargada de desarrollar e implantar políticas de Estado que fomenten la incorporación masiva de la población a actividades físicas, recreativas y deportivas que fortalezcan su desarrollo social y humano, que impulsen la integración de una cultura física sólida, que orienten la utilización del recurso presupuestal no como gasto sino como inversión y que promuevan igualdad de oportunidades para lograr la participación y excelencia en el deporte.

COM. El Comité Olímpico Mexicano es la institución que atiende en el país todo lo relacionado con la aplicación de los principios que conforman la Carta Olímpica, conjunto de normas y reglamentaciones del Comité Olímpico Internacional que rigen al Movimiento Olímpico en el mundo.

SINADE. El Sistema Nacional de Cultura Física y Deporte es la máxima Instancia Colegiada permanente (Pleno) de representación y de Gobierno, con funciones de dirección, control y cumplimiento de las políticas fundamentales emanadas del Programa Sectorial de la materia, que reúne a todos sus integrantes para constituirse en un Pleno y una representación constituida en un Consejo Directivo (Cuerpo Colegiado).

CODEME. La Confederación Deportiva Mexicana se encarga de encauzar la organización y desarrollo del deporte a nivel nacional, mediante la vigilancia de una correcta aplicación y actualización de los estatutos que regulan la vida interna de cada uno de los miembros del deporte federado. Todo ello bajo el estricto apego al marco jurídico normativo vigente y con la consigna de facilitar la transparencia dentro de cada uno de los procesos empleados; así mismo su visión es alcanzar los niveles de excelencia administrativa y regulatorios del marco legal que permitan la consolidación del deporte federado como base del sistema deportivo nacional, mediante el fortalecimiento de los programas de apoyo destinados para promover el desarrollo y crecimiento de los organismos integrantes de la Confederación.

FMN. La Federación Mexicana de Natación, es el organismo competente de carácter nacional, representativo de México, de la natación, nado sincronizado, polo acuático, clavados, masters y natación en aguas abiertas, para normar la participación, representación, sanción y estímulo de las personas físicas o morales constituidas en Clubes y Asociaciones, que afilian a deportistas, jueces y árbitros, entrenadores, técnicos, directivos, promotores y Organismos Afines, ya sea con carácter

profesional o no, integrados, adscritos al Sistema Nacional de Cultura Física y Deporte a través del Sistema de Registro del Deporte Federado y considerados particular y conjuntamente, como miembros del Deporte Federado Nacional.

Asociación de Natación del Distrito Federal. Su objetivo es el de fomentar las especialidades acuáticas en el Distrito Federal, organizar y unificar a todos los deportistas, oficiales y directivos de las especialidades acuáticas, planificar, organizar, normar, controlar, supervisar y evaluar los programas y deportistas que practican las disciplinas, y apoyar los programas elaborados por los órganos oficiales del deporte distrital. Establecer, cuidar, modificar y vigilar el cumplimiento de las normas técnico-deportivas conforme a la Reglamentación de la FMN Y FINA, determinando la integración de las selecciones representativas del Distrito Federal en las competencias Nacionales o Internacionales de su competencia, siempre con deportistas debidamente afiliados a la Asociación.

#### 1.6 Normatividad

La FMN, establece 6 reglamentos:

1. Reglamento de Normatividad Técnico-Administrativa de la Disciplina de Clavados
2. Reglamento de Nado Sincronizado
3. Reglamento de Afiliaciones
4. Reglamento de la Disciplina de Polo Acuático
5. Reglamento de la Disciplina de Natación
6. Reglamento de la Disciplina de Clavados

### 1.7 Planteamiento del Problema

La problemática se centra en deterioro de las instalaciones de la Pista de Remo y Canotaje “Virgilio Urbide”, que se encuentra al sur del Distrito Federal, en la hermosa zona lacustre de la Delegación de Xochimilco, y paralela al canal de Cuemanco, el cual mide 2 200 metros de longitud por 125 metros de ancho, fue una de las nuevas construcciones que se realizaron expresamente para que México recibiera a los deportistas de todo el mundo que competirían en los Juegos Olímpicos de México 68.

Después de los Juegos Olímpicos, la Pista fue destinada al resguardo de la Secretaría de Marina, que lo mantuvo bajo su jurisdicción hasta mediados de la década de 1980's, cuando pasó a manos de Promoción Deportiva del Distrito Federal y actualmente lo administra el Gobierno de la Ciudad de México, a través de la Delegación de Xochimilco.

En estos últimos años, este complejo Olímpico ha sido testigo de un constante abandono y una baja

promoción; dado que este se vincula con actividades acuáticas, como lo son las disciplinas de Remo y Canotaje, el planteamiento de esta Tesis se basa en un Proyecto de un Centro Acuático aunado a las Instalaciones, como medio para retomar este sitio de Alto Rendimiento, y transformarlo en una Unidad Deportiva más completa, donde se vinculen el ejercicio de ambas disciplinas.

El sector deportivo del área metropolitana se encuentra limitado a unos ciertos sectores, lo que produce que los habitantes de la periferia tengan dificultad para llegar a dichas instalaciones. Es necesario descentralizar la cultura del deporte y responsabilizar



*Vista área de la Pista Olímpica de Remo y Canotaje después de su construcción*

a la sociedad de esta, no se puede permitir que esta cultura deportiva siga siendo de privilegios de elites (Acuática Nelson Vargas, Grupo Casa Blanca, etc.).

No podemos seguir adoptando una actitud pasiva ante nuestra sociedad, se tiene conciencia de nuestra sociedad y hacernos responsables por nuestra propia educación; SINADE, Programas Institucionales, COM, CONADE, UNAM, en sus planes de difusión deportiva y cultural, plantean hacer partícipe a la sociedad en materia de educación del deporte respetando la diversidad y la libertad de expresión, facilitando el acceso a los servicios deportivos.

## Capítulo 2. Análisis del Sitio

## 2.1 Características Físico – Climatológicas

### 2.1.1 Ubicación Geográfica

Dado que es un proyecto que formara parte del complejo deportivo de la Pista de Remo y Canotaje “Virgilio Urbide”, su localización se encuentra ya limitada, por tal motivo, se aprovechara el equipamiento y las rutas de acceso ya existentes.

El terreno destinado para dicho estudio se localiza al sur de la Ciudad de México, en los linderos de la delegación Xochimilco, colindando al norte con la delegación de Coyoacán.

Los datos otorgados por el sistema de coordenadas de Google Earth marcan una latitud  $19^{\circ}17'35.79''N$  y longitud  $99^{\circ}6'15.39''O$ .

El terreno consta con una área de 19462.23 metros cuadrados, y con un perímetro de 630.86 metros, Colindando al norte con el Anillo Periférico (Blvd. Manuel Ávila Camacho), al oeste con la calle Circuito Cuemanco Norte, el este con el Mercado de plantas de Cuemanco, y al sur con las Instalaciones de la Marina Nacional y el Complejo Deportivo de la Pista Olímpica de Remo y Canotaje “Virgilio Urbide”.

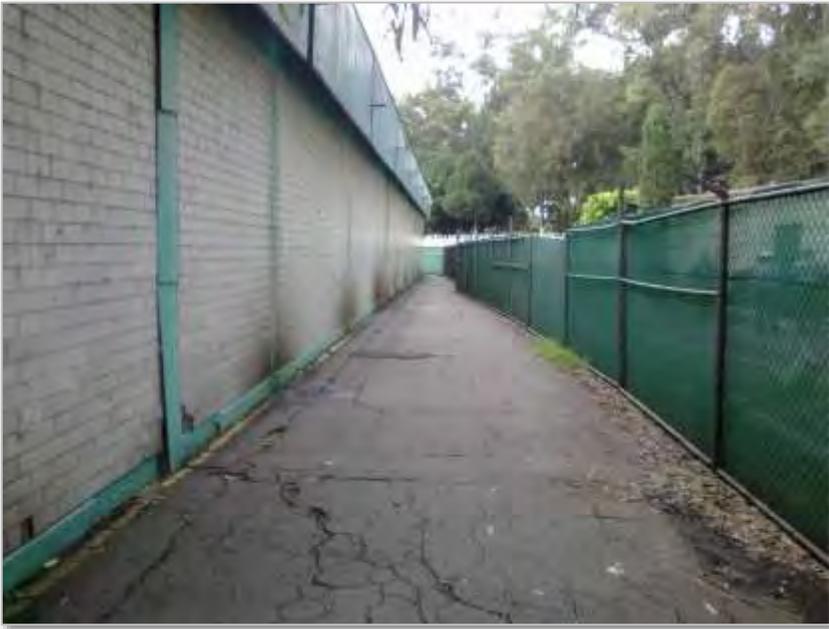


*Ubicación del Sitio en la República Mexicana*



*Ubicación de la toma de fotografías del terreno de estudio.*





### 2.1.2 Clima

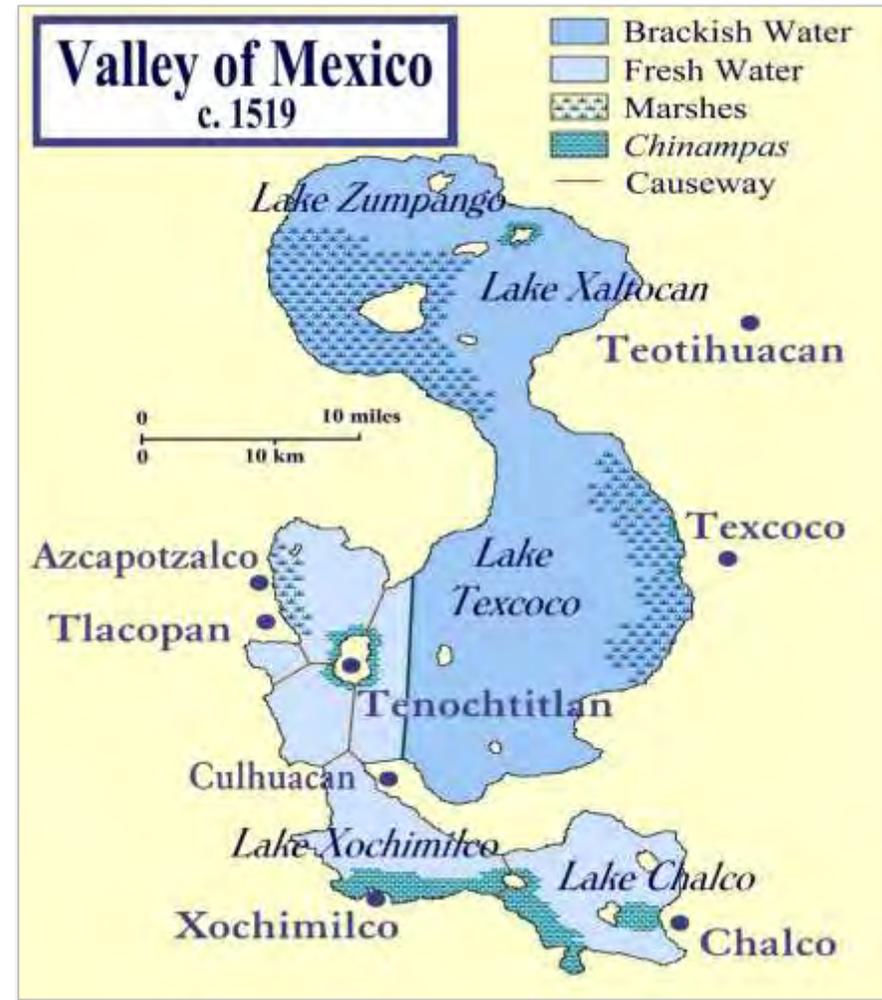
Xochimilco tiene un clima templado húmedo. La temporada de lluvias se presenta en la época de verano, principalmente en los meses de mayo a octubre, con una cantidad de 700 mm anuales y una temperatura media al año de 16.2°C, con temperaturas máximas de 31°C.

#### 2.1.2.1 Orografía

La demarcación se ubica dentro de la Cuenca de México, la cual forma parte de la provincia fisiográfica denominada Eje Volcánico Transversal, sistema montañoso que rodea amplios valles a los cuales llegaban las aguas de numerosos arroyos que descendían de los cerros durante la época de lluvias formando una gran laguna, a su vez Xochimilco forma parte de la subprovincia llamada Lagos y Volcanes de Anáhuac.

La parte sur de la delegación es la más abrupta, está cruzada por la Sierra del Ajusco donde sobresale como elevación principal el cerro Teuhtli, ubicado en el límite con la delegación de Milpa Alta. De este a Oeste se localizan los cerros de Tlamaxcalco, Teoca, Tochuca, Zompole y Tlamapa. Hacia el noroeste, en el límite con Tlalpan, se encuentran los cerros Tehuapaltepeltl, La Cantera, Texomulco y Xochitepec.

La parte sur de la delegación es la más llana, que es donde actúa el planteamiento del terreno.



Mapa esquemático de la ubicación de los lagos del Valle de México

### 2.1.2.2 Hidrografía

El origen del agua en el lago de Xochimilco es proveniente del resultado de las filtraciones de lluvia que produjeron flujos locales e intermedios. Y se presentan como pequeñas corrientes los ríos Parres y Santiago que bajan desde las estribaciones del Ajusco, el Río San Lucas que desagua en el lago y el río San Buenaventura que baja del Ajusco y desemboca en el Canal Nacional.

### 2.1.2.3 Flora

Los principales tipos de vegetación que se presentan en la delegación son los siguientes: bosque de pino, bosque de encino, pastizal, vegetación acuática y matorral serófilo.

Como vegetación acuática debido a la gran cantidad de canales se encuentran los árboles llamados “ahuejotes” *Salix bonplandiana*, a orilla de los canales; otro de los árboles característicos de esta zona, pero menos abundante es el “ahuehuate” *Taxodium mucronatum*, de fronda abundante y gran talla.

### 2.1.2.4 Fauna

La mayor parte de la diversidad de especies las encontramos dentro del Área Natural Protegida, siendo entre otras, las más representativas y por encontrarse en peligro de desaparecer: el ajolote (*Ambystoma mexicanum*), la rana (*Rana tlaloci*), tortugas palustres o casquitos (*Kinosternon hirtipes*), las musarañas (*Cryptotis parva*), el acocíl (*Cambarellus montezumae*) y el pez “charal” (*Chirostoma jordani*)

Las aves están representadas por garza blanca (*Ardea herodias*), gallareta americana (*Fulica americana*), jacana norteña (*Jacana spinosa*), pato golondrino (*Anas acuta*)

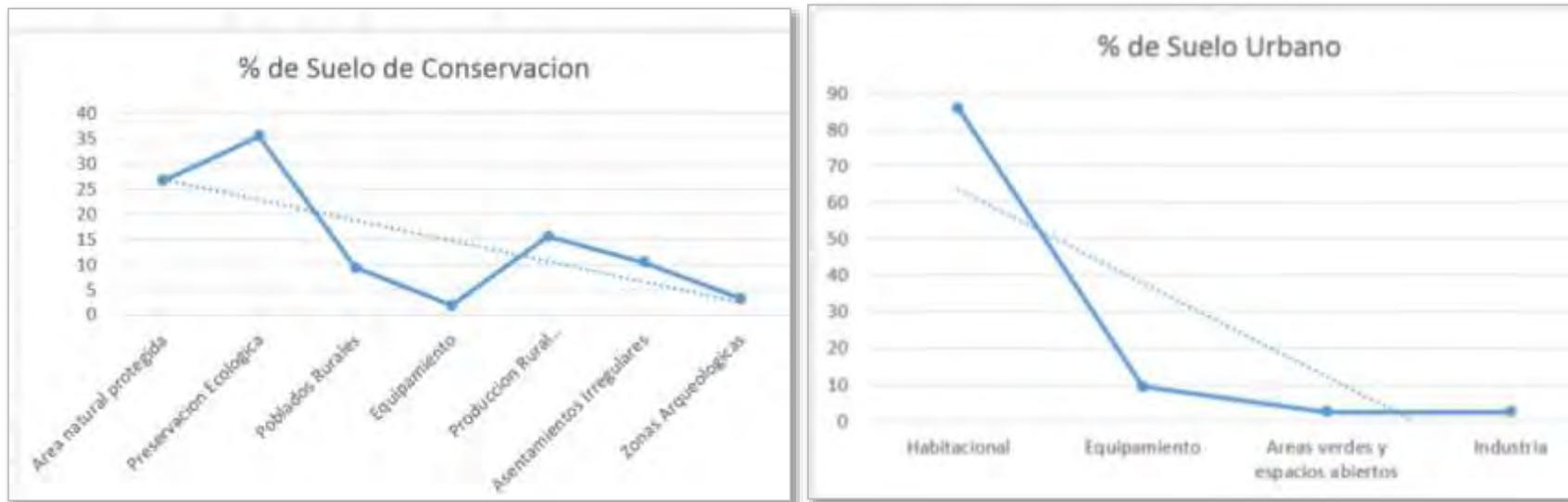


*Ajolote (Ambystoma mexicanum), especie en peligro de extinción, representativa de la delegación de Xochimilco.*

De las especies de peces introducidas al lago de xochimilco dominan la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y la carpa (*Cyprinus carpio*).

## 2.2 Usos de Suelo

La conformación de los usos de suelo en la delegación indican que un 20% corresponde a Suelo Urbano, el 21.3% corresponde al Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” y el 58.3% está representado por el Suelo de Conservación incluyendo los poblados rurales.



Tablas Comparativas de los Usos del Suelo de la Delegación de Xochimilco. Suelos de Conservación y Urbanos

## 2.3 Características Socio – Demográficas

### 2.3.1 Denominación Toponímica

La Palabra “Xochimilco” proviene del náhuatl y se compone de las palabras xochi(tl) que significa flor, mil(li), que significa milpa o sembradío y co que significa lugar. En su traducción es “en el sembradío de las flores”

### 2.3.2 Patrimonio de la Humanidad

El entorno de Xochimilco y sus alrededores tiene un gran valor ecológico, cultural e histórico. Para proteger el patrimonio de los pueblos lacustres, el 4 de diciembre de 1986 se delimitó mediante decreto del presidente Miguel de la Madrid un polígono conocido como Zona de Monumentos Históricos de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta. Esta zona tiene una superficie de 89,65 km<sup>2</sup> y comprende un gran número de edificios anteriores al siglo XIX que se encuentran en los pueblos alrededor de los antiguos lagos de Xochimilco y Chalco.

La Unesco declaró como Patrimonio de la Humanidad el área de las chinampas y los monumentos históricos el 11 de diciembre de 1987. El área contemplada en dicha declaratoria corresponde a terrenos pertenecientes a los ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, y comparte la declaración con el Centro Histórico de la Ciudad de México.

La declaratoria de Xochimilco como patrimonio de la humanidad ha estado en peligro varias ocasiones. La conservación de las chinampas está amenazada por varios factores entre estos, la extracción de agua para consumo humano, el cambio de uso de suelo, la introducción de sistemas industrializados para la producción agrícola y una gestión poco efectiva de la zona de conservación.



*Vista desde una de las tradicionales “trajineras” en uno de los canales de Xochimilco.*

### 2.3.3 Turismo

Xochimilco es uno de los lugares más visitados de la Ciudad de México por el turismo nacional e internacional. Entre sus principales atractivos turísticos se encuentran los canales donde se puede navegar tranquilamente a bordo de las típicas embarcaciones llamadas trajineras, disfrutando de comida típica que se vende en los alrededores de los embarcaderos y de la música local: marimba, salterio, mariachi y norteños. Las trajineras suelen adornarse con portadas con flores incrustadas, que formaban letras de nombres femeninos y se las puede subir por 9 embarcaderos en esta zona: Cuemanco, Caltongo, Fernando Celada, Salitre, Belém, San Cristóbal, Zacapa, Las Flores, Nuevo Nativitas y Belem de las Flores.

De igual forma se encuentra como principal atracción la enorme variedad de plantas y flores en venta (incluso carnívoras), así como también macetas de barro hechas a mano, principalmente en el mercado "madre selva" ubicado al lado del bosque de Nativitas donde también se puede disfrutar de "mesas" con asadores para un fin de semana inolvidable con la familia, incluso realizar fiestas y todo sin costo alguno o si lo prefieren aprovechar la renta de caballos para un paseo, de igual forma si requieren de asesoría en el cuidado de su jardín, pueden obtenerla con verdaderos profesionales o bien surtirse de todo lo necesario para crear uno, desde macetas hasta tierra completamente fértil a precios accesibles y para todos los estilos, dato que a la larga se ha convertido en otro tipo de atracción para algunos visitantes.

Digno también de visitarse es el Parque Ecológico de Xochimilco, área natural recuperada como parte del Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco en 1989, por los gobiernos federal y local. El PEX, combina con maestría la naturaleza y las actividades recreativas que encierran una enseñanza a favor del ambiente y la cultura, como un espacio de recreación familiar de habitantes de Xochimilco y zonas aledañas. Más de 215 hectáreas de agua, flora y fauna integradas en un paisaje que recuerda al que vieron nuestros antepasados hace más de 500 años.

### 2.3.4 Composición Política

Xochimilco se divide en 18 barrios; El Rosario, Santa Crucita, Caltongo, San Lorenzo, San Diego, La Asunción, San Juan, San Antonio, Belem, San Cristóbal, San Esteban, La Santísima, La Guadalupita, La Concepción Tlacoapa, San Marcos y Xaltocan. Existen 14 pueblos: Santa María Tepepan, Santiago Tepalcatlalpan, San Mateo Xalpa, San Lorenzo Atemoaya, Santa Cruz Xochitepec, San Lucas Xochimanca, San Francisco Tlalnepantla, Santa María Nativitas, San Gregorio Atlapulco, Santiago Tulyehualco, San Luis Tlaxialtemalco,

San Andrés Ahuayucan, Santa Cecilia Tepetlapa y Santa Cruz Acalpixca. Xochimilco se forma además por 45 colonias y 20 unidades habitacionales.

### 2.3.5 Población

Al iniciar el siglo XX, la cabecera de Xochimilco tenía una población de 10.712 personas. De acuerdo con el II Conteo de Población realizado por el INEGI en 2010, 415 007 personas en vivían en el territorio de la delegación. De ellos, 205 305 eran hombres y 209 702 eran mujeres.

La población de Xochimilco ha venido multiplicándose. En el primer año censal, la delegación contaba con menos de cincuenta mil habitantes. En el último conteo de población realizado por INEGI en el año 2010, ya superaba los 400 mil habitantes. La población de Xochimilco se concentra en una franja que atraviesa la delegación por el centro, y tiende a dispersarse hacia el sur, donde el pueblo de San Francisco Tlalnepantla sigue sin conurbarse físicamente a la ciudad de México.

La tasa de crecimiento de la población de Xochimilco es una de las más elevadas del Distrito Federal. Se ha convertido en el destino de movimientos de población que provienen ya de otras delegaciones (especialmente las delegaciones centrales de la capital), ya de otros estados de la república. Los nuevos habitantes de la delegación son atraídos por la disponibilidad de suelo baldío, que ha colocado a Xochimilco como una especie de reserva territorial de la ciudad de México. Sin embargo, la mayor parte de la tierra disponible pertenece a zonas de reserva ecológica, como son los ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco; o bien, la falda de la serranía sureña de la delegación. En la sierra se han establecido nuevas colonias populares en zonas de alto

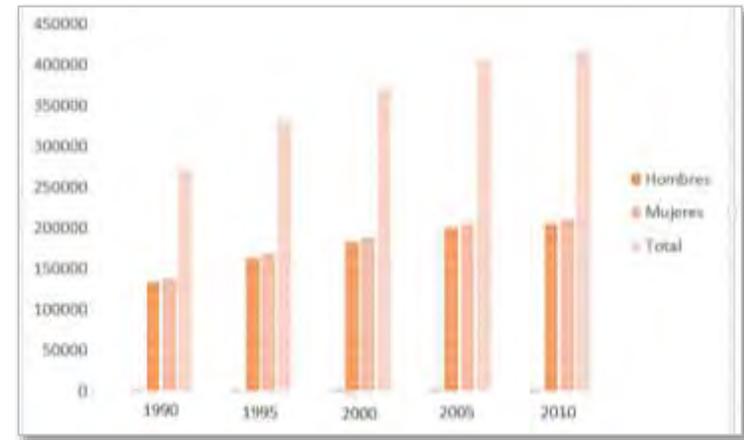


Tabla 1. Crecimiento Poblacional por Género de 1990 a 2010.

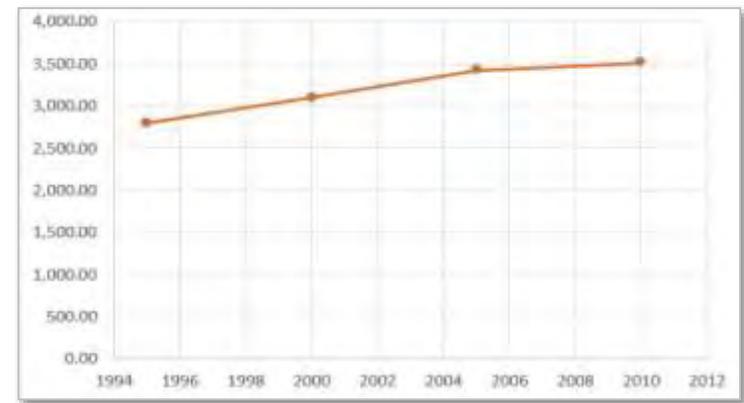


Tabla 2. Densidad de Población. Hab/Km<sup>2</sup>

riesgo, que se ven amenazadas por los deslaves de los cerros en temporada de lluvia.

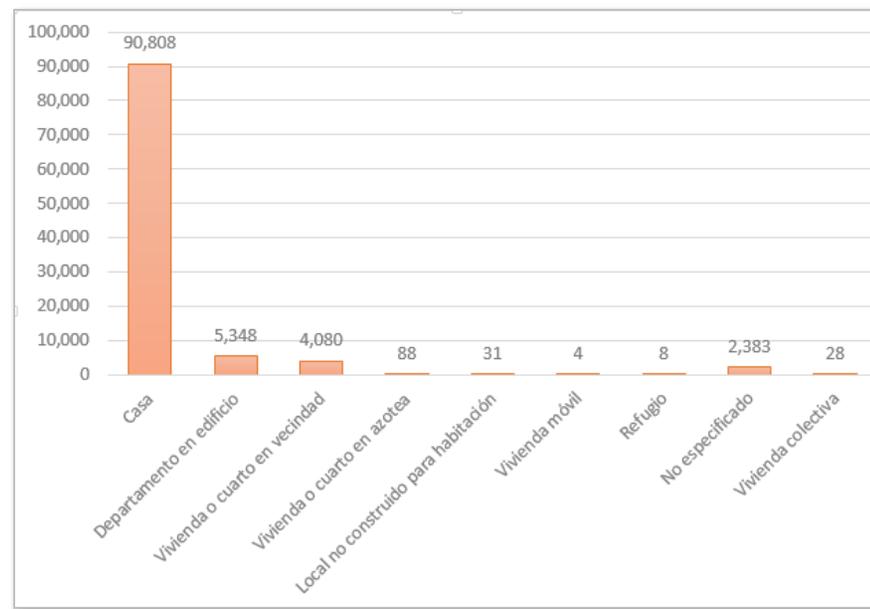
### 2.3.6 Vivienda

En la segunda mitad del siglo XX los procesos habitacionales de la delegación crecieron proporcionalmente al doble del Distrito Federal. En 1950 el parque habitacional sumaba 10 000 viviendas donde habitaban 47 000 personas, con una densidad domiciliaria de 4.7 ocupantes por vivienda. En 1995, luego de haber ascendido a 19.1 miles de unidades en 1970, el parque es de 73.3 miles de viviendas: más de siete el de 1950 y 3.8 veces el de 1970; mientras que en el Distrito Federal el crecimiento del parque habitacional entre ambos periodos fue de 3.21 veces y 1.64 veces, respectivamente. En la actualidad, de acuerdo con el Censo de 2010, la delegación cuenta con 415 007 de habitantes cuya relación con la vivienda acusa una densidad domiciliaria de 4.0 ocupantes por vivienda, menor a la de 1950.

Entre 1970 y 2010 crecieron tanto la población como la vivienda, aunque con mayor velocidad la primera. La relación entre ambas tasas, por esa razón, es de 0.82.

### 2.3.7 Economía

La actividad más representativa es el sector comercio con 5,882 unidades económicas censadas, seguido por el sector servicios con 2,234 y en tercer lugar las manufacturas con 478 unidades. El sector que ocupa más personal es el comercio, seguido por el manufacturero y al último los servicios.



*Número de Viviendas habitadas por tipo de Vivienda.*

Los ingresos más elevados se registran en el sector manufacturero (54.4%), los cuales representan el 2.57% de los ingresos generados en este sector en el Distrito Federal; lo sigue en orden de importancia el sector comercio con 37.7% y los servicios con 8.0% de los ingresos delegacionales.

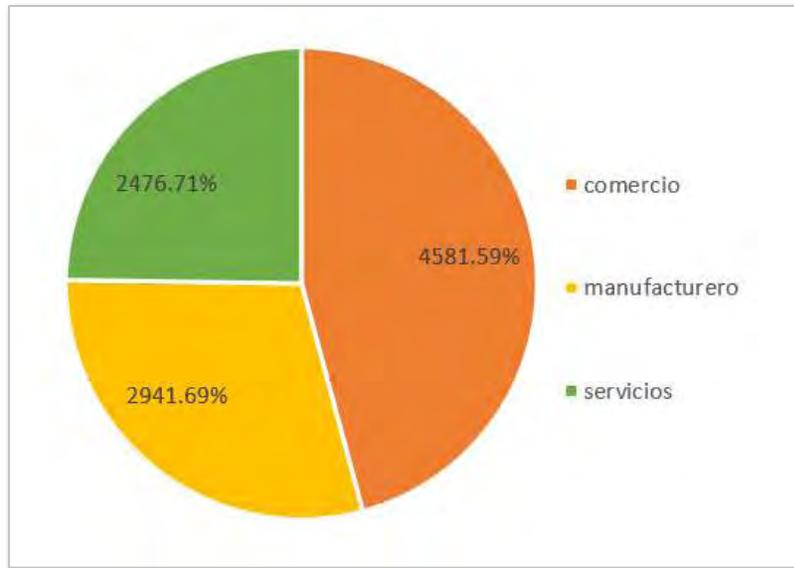


Tabla 1. Porcentaje de la Población según Ocupación.

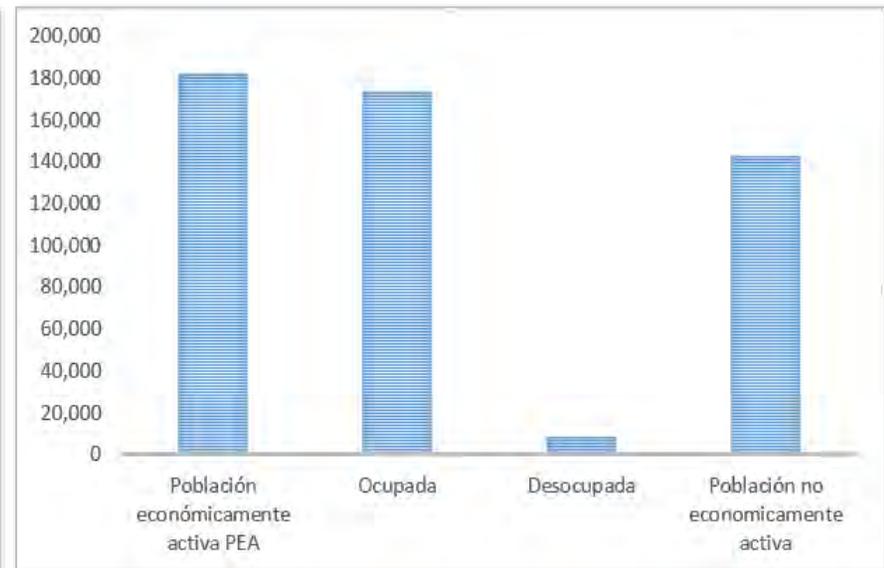


Tabla 2. Población económicamente activa.

## 2.4 Equipamiento Urbano

### 2.4.1 Vialidad y Transporte

#### 2.4.1.1 Vialidad

La vialidad de acceso controlado más importante para la distribución del flujo vial en la delegación y las zonas circunvecinas es el Anillo Periférico Sur, arteria que tiene sus accesos principales sobre la Calzada México-Xochimilco y Prolongación División del Norte.

Estas arterias constituyen prácticamente la única posibilidad de comunicación entre la zona centro y el sur del Distrito Federal, con Xochimilco y aún más allá, hacia Milpa Alta y Tláhuac al suroriente.

La estructura vial actual de la delegación se compone de una vialidad de tipo primario constituida por la Prolongación División del Norte, que en su tramo sur permite la circulación de poniente oriente para continuar en forma de par vial hacia Camino a Nativitas hasta el Pueblo de Santiago Tulyehualco, para posibilitar la circulación oriente-poniente.

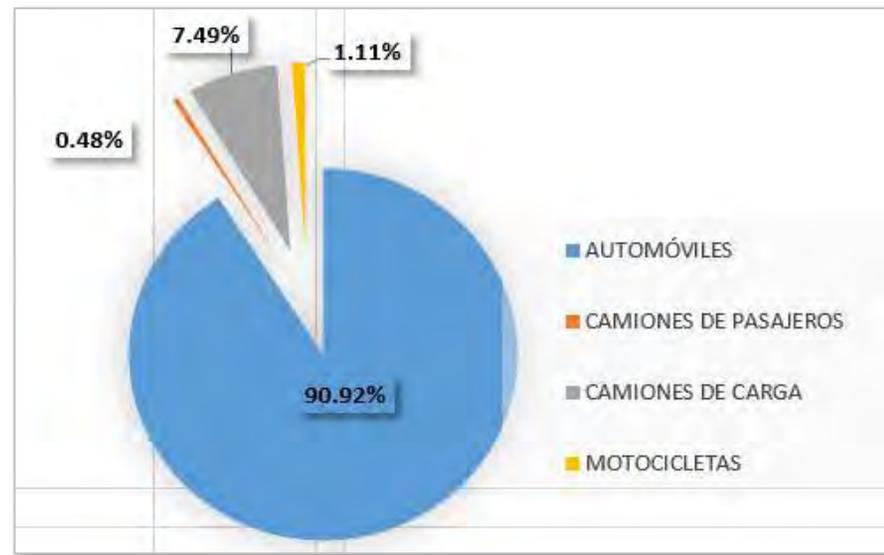
Por otra parte existe un déficit de estacionamientos en el Centro de Xochimilco debido a que la mayoría de los inmuebles en esta zona son antiguos y carecen de estacionamiento. La infraestructura en este rubro es deficiente, contando únicamente con un estacionamiento público en el sótano del Foro Cultural Quetzalcóatl, y otros de menor importancia ubicados a un costado del Jardín Morelos, Mercado 44, 77 y en las inmediaciones de los embarcaderos.

#### 2.4.1.2 Transporte

En cuanto al transporte, es importante considerar que la mayoría de la población se desplaza utilizando camiones y su cobertura es del 80% de la población, quedando sin servicio algunas colonias al oriente de la delegación; el servicio está cubierto por el sistema de transporte colectivo. Las condiciones de relieve de la zona sur no permiten proporcionar un servicio regular de transportes públicos de gran capacidad.

La Delegación Xochimilco cuenta con 16 paraderos de transporte público y cinco estaciones de tren ligero, de este modo se presta el servicio a través del servicio de microbuses, camiones, taxis y el tren ligero.

En cuanto a la estructuración del transporte colectivo se cuenta con el padrón del parque vehicular, paraderos y cierres



Porcentaje del parque Vehicular en la Delegación Xochimilco

de circuito, así como otras rutas de servicio que circulan por esta demarcación. Las áreas de transferencia principales se encuentran en el Centro Histórico de Xochimilco, Zacapa y Santiago Tulyehualco.

#### 2.4.1.3 Pavimentación

En cuanto a pavimentación la mayor parte de las zonas urbanas en barrios y pueblos se encuentran cubiertas así como carreteras y vialidades que las unen, sin embargo existen lugares dentro de esta misma zona que por desbordamiento de la propia población ha originado nuevos asentamientos y que una vez regularizados se tendrán que llevar a cabo Programas de pavimentación, tal es el caso de algunas calles de barrios como Caltongo, Xaltocan que únicamente cuentan con accesos pavimentados, y en colonias de reciente consolidación como Ampliación San Marcos (que presenta un déficit de 5%) San Lorenzo y la Cebada (que presenta un déficit de 60%). Así también en pueblos que colindan con la zona Ribereña de Canales y Chinampas como Nativitas, Santa Cruz Acalpixca, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco y Tulyehualco carecen de pavimentación.

#### 2.4.2 Equipamientos y Servicios

El equipamiento predominante en la delegación es el de recreación y deportes, el más bajo es el de áreas verdes. Sin embargo todos éstos se encuentran por debajo del promedio general del Distrito Federal, por lo que la población tiende a trasladarse a otras áreas fuera de la delegación en busca de servicios. La zona con mayor carencia, en cuanto a la cobertura adecuada de equipamiento es la Macrozedec y los asentamientos irregulares, que coincide a su vez con la carencia de infraestructura (agua potable y drenaje), debido a su reciente creación.

La Delegación Xochimilco cuenta con 47 escuelas pertenecientes al sector privado y un total de 109 inmuebles que albergan 173 escuelas públicas de los tres niveles educativos -preescolar, primaria y secundaria-, 2 CETIS; un plantel CONALEP, un plantel del Colegio de Bachilleres, una Escuela Nacional Preparatoria y la Escuela Nacional de Artes Plásticas de la UNAM.

Para el desarrollo de actividades recreativas y culturales, en Xochimilco funcionan 12 centros sociales y culturales, entre los que se encuentran el Foro Cultural Quetzalcóatl, La Casa del Arte y el Conjunto Cultural Carlos Pellicer; 17 bibliotecas; y 19 centros comunitarios en los que se imparten talleres de capacitación para el trabajo en apoyo a la economía doméstica de los habitantes de Xochimilco.

Para la práctica de actividades deportivas, existen 32 deportivos distribuidos en un centro deportivo, el Deportivo Ecológico de Cuemanco, 6 deportivos populares, 6 deportivos comunitarios y 18 módulos deportivos.

La red de abasto de la delegación se compone por 11 mercados públicos; 2 mercados de plantas, flores y hortalizas, 25 tianguis, y se complementa con aproximadamente 4,487 establecimientos mercantiles que funcionan en la demarcación.

Respecto a los servicios de salud, el ISSSTE tiene instalada una unidad médica y el Sector Salud y el Departamento del Distrito Federal 19, incluyendo el Hospital Pediátrico Infantil. Adicionalmente, en la delegación existen 6 oficinas postales y una telegráfica.

El servicio más favorecido es el de Recreación y deporte, esto sin duda influido por el peso de las instalaciones de gran magnitud como el Canal de Cuemanco.

Por ser una delegación con elevado porcentaje de suelo de conservación, en el interior del suelo urbano, se cuenta con un reducido número de áreas verdes y espacios abiertos, ya que presenta un índice del 0.29% con respecto al resto de la ciudad.

La Delegación de Xochimilco tiene grandes deficiencias en materia de equipamiento que deben de satisfacerse para elevar el nivel de vida de sus habitantes. Su cercanía con otras delegaciones que cuentan con equipamiento de cobertura metropolitana reduce las deficiencias; sin embargo, esto es un punto a retomar, en el aspecto recreativo para la propuesta de un Centro Acuático aunado a las Instalaciones de la Pista Olímpica de Remo y Canotaje, evitando así el tiempo de traslado de la población para este fin.



*Vista de uno de los descensos a la Pista Olímpica de Remo y Canotaje.*



*Zonificación de la zona actuante sobre el terreno de estudio.*

## Capítulo 3. Marco Teórico

### 3.1 ¿Qué es un Modelo Análogo?

Es un modelo arquitectónico con características similares al proyecto a desarrollar; en el cual se analizan el total de áreas destinadas a cada parte del programa, como lo son los servicios, por otro lado también el enfoque que se le proporciona a la estructura, la masa, la geometría y la iluminación.

Estos modelos sirven para un mejor entendimiento del programa a desarrollar, se retoman los aciertos y se aprende de sus errores.

Dado que se trata de un Centro Acuático con los más modernos estándares de diseño y operatividad, retomo los proyectos construidos para las Olimpiadas de Beijing en 2008 y Londres en 2012 respectivamente.

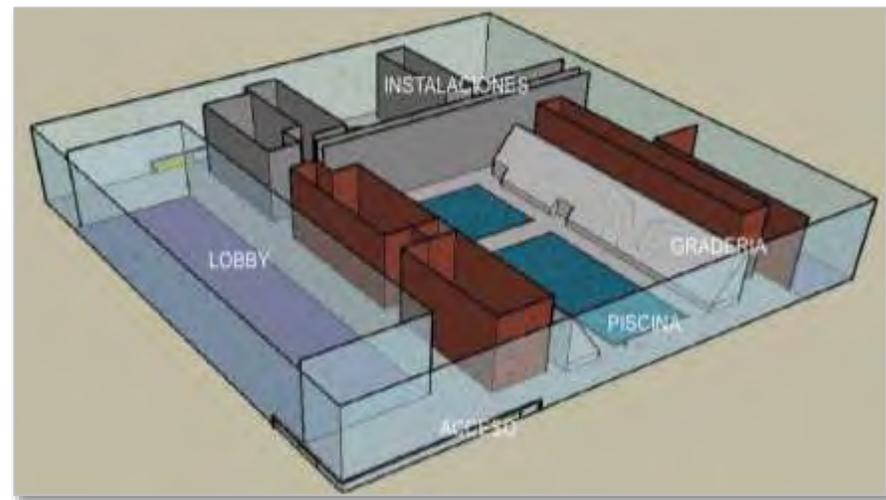
#### 3.1.1 Centro Acuático Nacional de Pekín

El Centro Acuático Nacional de Beijing, denominado “El Cubo de Agua”, cuenta con la capacidad de albergar 17,000 personas. En esta estructura se impartirán las competencias de natación, clavados y nado sincronizado durante las Olimpiadas. Ocupa un área de 65 000 m<sup>2</sup>.

Esta es una obra diseñada por el arquitecto australiano John Pauline.

Esta sede con una inversión de más de 110 millones de dólares, posee 11,000 asientos temporales los cuales se retiraron una vez terminadas las olimpiadas; este es ahora un Centro Acuático abierto al público de Pekín.

A la edificación se llega fácilmente a través de puentes, los cuales están rodeados por un foso de agua. Esta estructura forma un conjunto arquitectónico con el otro gran proyecto de estos Juegos, el Estadio Olímpico o “Nido”. La construcción del Cubo de Agua duro aproximadamente cuatro años.



*Distribución Esquemática del Centro Acuático Nacional de Pekín.*

El Cubo de Agua es la única estructura olímpica que fue financiada por donaciones de compatriotas chinos. Esta refleja la gran unidad entre los chinos en el extranjero y en el interior del país para organizar los Juegos Olímpicos a través de un esfuerzo compartido.

La estructura está construida por 6 700 toneladas de acero y 1 300 toneladas de varillas. La estructura del recubrimiento que le da la concepción del “Cubo de Agua” está hecha en forma de una almohada de aire ETFE y un sistema de membrana (la mas larga y más grande del mundo), la cual está construida sobre una superficie de 80,000 metros cuadrados. Es una especie de almohadillas transparente.



*Vista interior del Centro Acuático Nacional de Pekín.*

Esta membrana permite que el interior de la estructura este iluminada en un 90% por los rayos solares, además permite que el agua de la piscina se refleje en el interior de si.

### 3.1.2 Centro Acuático de Londres

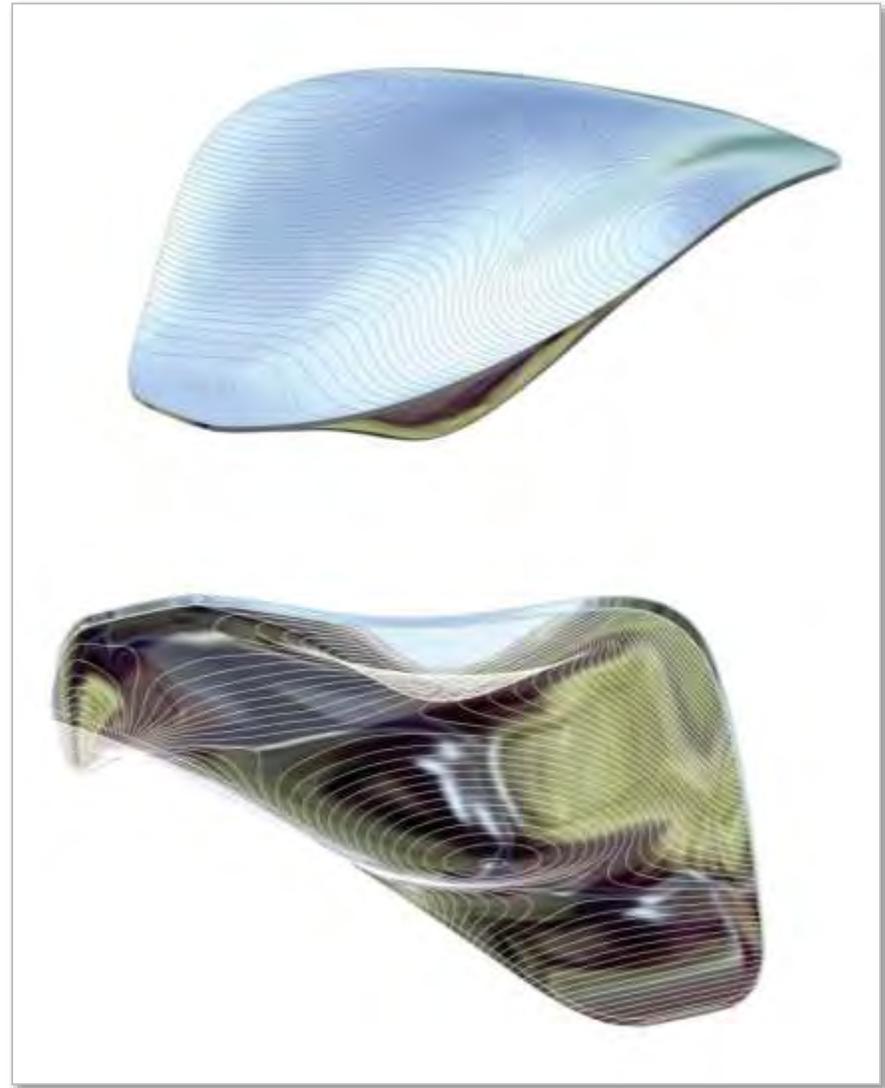
El concepto arquitectónico del Centro Acuático de Londres se inspira en la geometría fluida de agua en movimiento, creando espacios y un entorno que reflejan los paisajes de la ribera del Parque Olímpico. Un techo ondulado barre la tierra como una ola juntando las piscinas del Centro con un gesto unificador de la fluidez, al tiempo que describe el volumen de la natación y las piscinas de buceo.

El edificio se ha diseñado con gran flexibilidad para dar cabida a 17.500 espectadores para los Juegos Olímpicos de Londres 2012, al tiempo que quedará como legado a la ciudad dotándola de un escenario de gran comodidad para eventos multitudinarios, quedando con solo 2 500 asientos disponibles y 1 000 localidades adicionales para eventos de gran magnitud.

El Centro Acuático se encuentra dentro del Plan Maestro del Parque Olímpico. Situado en el extremo sur oriental del Parque Olímpico con la proximidad inmediata de Stratford, un nuevo acceso peatonal al Parque Olímpico a través del puente este-oeste (llamada la ciudad de Stratford Bridge) pasa directamente sobre el centro como puerta de entrada principal al Parque. Varios pequeños puentes peatonales también se conectan con el Parque Olímpico sobre el canal existente. El complejo de piscinas se enmarca dentro de la estrategia de espacios públicos principales del Parque Olímpico en Stratford, y las estrategias de planificación la ciudad: la conexión este-oeste del puente de la ciudad de Stratford y la continuación de la Villa Olímpica a lo largo del canal.

El Centro Acuático se planeó en un eje ortogonal que es perpendicular al puente de la ciudad de Stratford. Las tres piscinas están alineadas en este eje. La piscina de entrenamiento se encuentra por debajo del puente que contiene las piscinas de buceo y competencia, localizadas en el hall cubierto de la gran piscina. La estrategia general consiste en enmarcar la base del vestíbulo de la piscina como un podio conectado al puente de la ciudad de Stratford.

Este elemento podio permite incorporar una gran variedad de elementos de programación diferenciada en un único volumen arquitectónico, que parece ser completamente



*Imagen Conceptual inspirada en la geometría fluida del agua.*

asimilado con el puente cercano y el paisaje. El podio surge de debajo del puente, en cascada en todo el pasillo de la piscina hasta el nivel inferior del nivel de canal lateral.

El hall de la piscina se manifiesta sobre el podio mediante un gran techo con arcos a lo largo del mismo eje que las piscinas. Su forma es generada por el campo visual de los 17.500 espectadores en su modalidad olímpica. La geometría de doble curvatura crea una estructura de arcos parabólicos que proporcionan las características únicas de la azotea, única en el mundo.

Estructuralmente, la cubierta esta construida por cerchas de acero en sentido transversal y longitudinal, esta es fijada al suelo en las tres primeras posiciones con la abertura entre la cobertura y el podio utilizado para asientos adicionales para el público durante los Juegos Olímpicos, y luego se cierra con vidrio en la parte delantera para su uso después del evento.

### 3.1.3 Conclusión

Ambos complejos coinciden en el origen conceptual para los proyectos, el agua; así como en la orientación de la alberca de nado, la fosa de clavados y la ubicación de los trampolines.

La construcción de dichos Centros es en su mayoría por acero, dadas las exigencias formales de ambos diseños, dicho material es más fácil de manipular en relación con los sistemas constructivos tradicionales.



*Vista exterior de su construcción, en la que se aprecia los 3 puntos de apoyo de la estructura de la cubierta.*



*Vista exterior en la que resaltando los materiales de construcción, como lo son el vidrio y el concreto.*

Los accesos de luz natural favorecen el ahorro de energía, así como también la sensación de estar en un local completamente cerrado. Que dicho esto, las ventajas de un programa para desarrollar un proyecto que no esté abierto al aire libre es completamente viable debido a las variaciones drásticas del clima en la Ciudad de México, lo cual perjudicaría en su operatividad.

Dichas instalaciones están diseñadas para dar cabida a eventos internacionales, nacionales y regionales después de su uso Olímpico, quedando disponibles 6 000 y hasta 3 500 aforos respectivamente.

La ubicación de servicios, como lo son regaderas, vestidores, cuartos de máquinas, se encuentran por debajo de las graderías, aprovechando el espacio generado por la isoptica de las mismas.

### 3.2 Normas de Diseño

Se tomaran en cuenta dichas Normas y Reglamentos para la elaboración del Programa Arquitectónico de acuerdo a la zona actuante.

#### 3.2.1 Reglamento de Construcciones del Distrito Federal

ARTÍCULO 74.- Para garantizar las condiciones de habitabilidad, accesibilidad, funcionamiento, higiene, acondicionamiento ambiental, eficiencia energética, comunicación, seguridad en emergencias, seguridad estructural, integración al contexto e imagen urbana de las edificaciones en el Distrito Federal, los proyectos arquitectónicos correspondientes debe cumplir con los requerimientos establecidos en este Título para cada tipo de edificación, en las Normas y demás disposiciones legales aplicables.

ARTÍCULO 76.- Las alturas de las edificaciones, la superficie construida máxima en los predios, así como las áreas libres mínimas permitidas en los predios deben cumplir con lo establecido en los Programas señalados en la Ley.

ARTÍCULO 79.- Las edificaciones deben contar con la funcionalidad, el número y dimensiones mínimas de los espacios para estacionamiento de vehículos, incluyendo aquellos exclusivos para personas con discapacidad que se establecen en las Normas.

ARTÍCULO 81.- Las edificaciones deben estar provistas de servicio de agua potable, suficiente para cubrir los requerimientos y condiciones a que se refieren las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas.

ARTÍCULO 82.- Las edificaciones deben estar provistas de servicios sanitarios con el número, tipo de muebles y características que se establecen a continuación:

- IV. En los demás casos se proveerán los muebles sanitarios, incluyendo aquéllos exclusivos para personas con discapacidad, de conformidad con lo dispuesto en las Normas, y
- V. Las descargas de agua residual que produzcan estos servicios se ajustarán a lo dispuesto en las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas.

ARTÍCULO 83.- Las albercas contarán, cuando menos, con:

- I. Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua;
- II. Boquillas de inyección para distribuir el agua recirculada y de succión para los aparatos limpiadores de fondo, y
- III. Los sistemas de filtración de agua se instalarán de acuerdo con las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas.

ARTÍCULO 84.- Las edificaciones deben contar con espacios y facilidades para el almacenamiento, separación y recolección de los residuos sólidos, según lo dispuesto en las Normas y/o Normas Oficiales Mexicanas.

ARTÍCULO 88.- Los locales en las edificaciones contarán con medios de ventilación natural o artificial que aseguren la provisión de aire exterior, en los términos que fijen las Normas.

ARTÍCULO 89.- Las edificaciones que se destinen a industrias, establecimientos mercantiles, de servicios, de recreación, centros comerciales, obras en construcción mayores a 2,500 m<sup>2</sup> y establecimientos dedicados al lavado de autos, debe utilizar agua residual tratada, de conformidad con lo establecido en la Ley de Aguas del Distrito Federal, las Normas y demás disposiciones aplicables en la materia.

ARTÍCULO 91.- Para garantizar tanto el acceso como la pronta evacuación de los usuarios en situaciones de operación normal o de emergencia en las edificaciones, éstas contarán con un sistema de puertas, vestibulaciones y circulaciones horizontales y verticales con las dimensiones mínimas y características para este propósito, incluyendo los requerimientos de accesibilidad para personas con discapacidad que se establecen en este Capítulo y en las Normas.

ARTÍCULO 92.- La distancia desde cualquier punto en el interior de una edificación a una puerta, a una circulación horizontal o vertical que conduzca directamente a la vía pública, áreas exteriores o al vestíbulo de acceso de la edificación, medidas a lo largo de la línea de recorrido, será de cincuenta metros como máximo en edificaciones de riesgo alto y de sesenta metros como máximo en edificaciones de riesgos medio y bajo.

ARTÍCULO 99.- Salida de emergencia es el sistema de circulaciones que permite el desalojo total de los ocupantes de una edificación en un tiempo mínimo en caso de sismo, incendio u otras contingencias y que cumple con lo que se establece en las Normas; comprenderá la ruta de evacuación y las puertas correspondientes, debe estar debidamente señalizado y cumplir con las siguientes disposiciones:

- I. En los edificios de riesgo se debe asegurar que todas las circulaciones de uso normal permitan este desalojo previendo los casos en que cada una de ellas o todas resulten bloqueadas. En los edificios de riesgos alto se exigirá una ruta adicional específica para este fin;
- II. Las edificaciones de más de 25 m de altura requieren escalera de emergencia, y
- III. En edificaciones de riesgo alto hasta de 25 m de altura cuya escalera de uso normal desembarque en espacios cerrados en planta baja, se requiere escalera de emergencia.

ARTÍCULO 101.- Las edificaciones para deportes, aulas, teatros u otros espacios para actos y espectáculos al aire libre en las que se requiera de graderías deben cumplir con lo que se establece en las Normas.

ARTÍCULO 103.- Los locales destinados a cines, auditorios, teatros, salas de concierto, aulas o espectáculos deportivos deben cumplir con las Normas en lo relativo a visibilidad y audición.

ARTÍCULO 104.- Los equipos y maquinaria instalados en las edificaciones y/o espacios abiertos que produzcan ruido y/o vibración deben cumplir con lo que establece la Ley Ambiental del Distrito Federal, las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas.

ARTÍCULO 105.- Todo estacionamiento público a descubierto debe tener drenaje o estar drenado y bardeado en sus colindancias con los predios vecinos.

ARTÍCULO 107.- Los estacionamientos públicos deben contar con carriles separados para entrada y salida de los vehículos, área de espera techada para la entrega y recepción de vehículos y caseta o casetas de control.

ARTÍCULO 109.- Las edificaciones deben contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

ARTÍCULO 122.- El empleo de vidrios espejo y otros materiales que produzcan reflexión total en superficies exteriores aisladas mayores a 20 m<sup>2</sup> o que cubran más del 30 % de los paramentos de fachada se permitirá siempre y cuando se demuestre, mediante estudios de asoleamiento y reflexión especular, que el reflejo de los rayos solares no provocará en ninguna época del año ni hora del día deslumbramientos peligrosos o molestos, o incrementos en la carga térmica en edificaciones vecinas o vía pública.

### 3.2.2 Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico

#### 3.2.2.1 Estacionamientos

- En el Uso que refiere a Deportes y Recreación, como lo son Estadios, hipódromos, autódromos, galgódromos, velódromos, arenas taurinas, campos de tiro, etc. Se contempla 1 cajón de estacionamiento por cada 75 m<sup>2</sup> de construcción.
- Las medidas de los cajones de estacionamientos para vehículos serán de 5.00 x 2.40 m. Se permitirá hasta el sesenta por ciento de los cajones para automóviles chicos con medidas de 4.20 x 2.20 m. Estas medidas no incluyen las áreas de circulación necesarias;
- Cuando el estacionamiento sea en “cordón”, el espacio para el acomodo de vehículos será de 6.00 x 2.40 m. Se aceptarán hasta un sesenta por ciento de los cajones para automóviles chicos con medidas de 4.80 x 2.00 m. Estas medidas no incluyen las áreas de circulación necesarias.
- Los estacionamientos públicos y privados deben destinar un cajón con dimensiones de 5.00 x 3.80 m de cada veinticinco o fracción a partir de doce, para uso exclusivo de personas con discapacidad, ubicado lo más cerca posible de la entrada a la edificación o a la zona de elevadores, de preferencia al mismo nivel que éstas, en el caso de existir desniveles se debe contar con rampas de un ancho mínimo de 1.00 m y pendiente máxima del 8%. También debe existir una ruta libre de obstáculos entre el estacionamiento y el acceso al edificio.

- Los estacionamientos públicos tendrán una caseta de control anexa a las áreas de espera para el público, situada a una distancia no menor de 4.50 m del alineamiento y con una superficie mínima de 1.00 m<sup>2</sup>.
- Las rampas para los vehículos tendrán una pendiente máxima de 15%.

#### 3.2.2.2 Habitabilidad, accesibilidad y funcionamiento

- La altura máxima de entrepiso en las edificaciones será de 3.60 m.
- Los asientos de las graderías contarán con un área de 0.50 m<sup>2</sup>, y con un lado mínimo de 0.45 metros.
- Las circulaciones peatonales en espacios exteriores deben tener un ancho mínimo de 1.20 m, los pavimentos serán antiderrapantes, con cambios de textura en cruces o descansos para orientación de ciegos y débiles visuales. Cuando estas circulaciones sean exclusivas para personas con discapacidad se recomienda colocar dos barandales en ambos lados del andador, uno a una altura de 0.90 m y otro a 0.75 m, medidos sobre el nivel de banquetea
- Las áreas de descanso se podrán localizar junto a los andadores de las plazas, parques y jardines con una separación máxima de 30 metros.

#### 3.2.2.3 Higiene, servicios y acondicionamiento ambiental

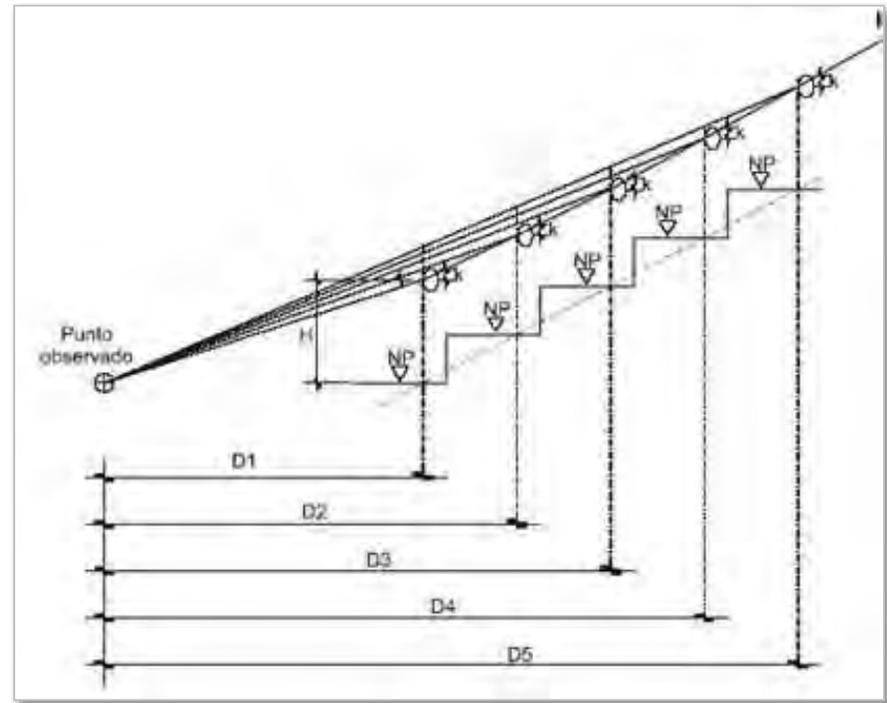
- La provisión de agua potable no será menor a de 150 litros diarios para los deportistas, y de 15 litros diarios para los espectadores.
- El número de muebles sanitarios que se destina para deportistas es de 4 excusados, 4 lavabos y 8 regaderas para un máximo de 50 usuarios, y por cada 50 usuarios más se implementará 3 excusados, 3 lavabos y 4 regaderas; y en lo que refiere a los espectadores, se destinarán 4 excusados y 4 lavabos para un máximo de 200 usuarios, y por cada 200 usuarios más se destinarán 2 excusados y 2 lavabos.
- Los baños públicos y centros deportivos deben contar, además, con un vestidor, un casillero o canastilla por cada regadera.
- Los sanitarios se ubicarán de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 m para acceder a ellos.

- En los casos de sanitarios para hombre, donde existan dos excusados se debe agregar un mingitorio; a partir de locales con tres excusados podrá sustituirse uno de ellos. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres.
- Las medidas para los muebles sanitarios será de 0.75 m de ancho por 0.90 m de fondo para excusados, de 0.75 m de ancho por 0.90 de fondo para lavabos y de 0.80 m de ancho por 0.80 m de fondo para regaderas.
- Las edificaciones contarán con uno o varios locales ventilados y a prueba de roedores para almacenar temporalmente bolsas o recipientes para basura, a razón de por cada m<sup>2</sup> construido se destine 0.01 m<sup>2</sup>.
- Los locales habitables y complementarios deben tener iluminación diurna natural por medio de ventanas que den directamente a la vía pública, azoteas, superficies descubiertas o patios que satisfagan las necesidades de las actividades de los usuarios.
- En lo que refiriese a iluminación artificial, se determinara un mínimo de 250 luxes para gimnasios y adiestramientos físicos, 75 luxes en sanitarios y vestidores y 100 luxes en circulaciones.
- Las edificaciones deberán contar con un local de servicio médico con un sanitario, lavabo y un excusado; y contara también con 1 mesa de exploración por cada 1 000 concurrentes.

#### 3.2.2.4 Comunicación, Evacuación y Prevención de emergencias.

- Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deben tener una altura mínima de 2.10 m y una anchura libre que cumpla con la medida de 0.60 m por cada 100 usuarios o fracción.
- En auditorios, teatros, cines, salas de concierto y teatros al aire libre, deben destinarse dos espacios por cada cien asistentes o fracción, a partir de sesenta, para uso exclusivo de personas con discapacidad; cada espacio tendrá 1.25 m de fondo y 0.80 m de frente, quedará libre de butacas fijas, el piso debe ser horizontal, antiderrapante, no invadir las circulaciones y estar cerca de los accesos o de las salidas de emergencia.
- Las gradas en las edificaciones para deportes y teatros al aire libre deben cumplir con las siguientes disposiciones:
  - I. Las filas podrán tener un máximo de 24 butacas cuando desemboquen a dos pasillos laterales y de 12 cuando desemboquen a uno solo; en todos los casos las butacas tendrán una anchura mínima de 0.50 m;
  - II. Las butacas deben estar fijas al piso, se pueden exceptuar las que se encuentren en palcos y plateas; y
  - III. Los asientos de las butacas serán plegadizos, a menos que el pasillo sea cuando menos de 0.75 m

- IV. El peralte máximo será de 0.45 m y la profundidad mínima de 0.70 m, excepto cuando se instalen butacas sobre las gradas, en cuyo caso se ajustará a lo dispuesto en las fracciones que anteceden;
- V. Debe existir una escalera con anchura mínima de 0.90 m por cada 9.00 m de desarrollo horizontal de gradería, como máximo; y
- VI. Cada 10 filas habrá pasillos paralelos a las gradas, con anchura mínima igual a la suma de las anchuras reglamentarias de las escaleras que desemboquen a ellas entre dos puertas o salidas contiguas.
- En escaleras el ancho mínimo es de 1.20 m, el peralte máximo será de 0.18 m por 0.10 m de mínimo
  - Las escaleras y escalinatas contarán con un máximo de 15 peldaños por descanso.
  - Las rampas peatonales deberán tener un máximo de 8% de pendiente.
  - Todas las edificaciones clasificadas como de riesgo medio o alto deben garantizar que el tiempo total de desalojo de todos de sus ocupantes no exceda de 10 minutos, desde el inicio de una emergencia por fuego, sismo o pánico y hasta que el último ocupante del local ubicado en la situación más desfavorable abandone el edificio en emergencia.
  - La velocidad, para fines de diseño para un desalojo en condiciones de emergencia, se considera de 2.5 m/seg, considerando como máximo, el paso de una persona por segundo por cada 0.60 m de ancho de la puerta más angosta, circulación horizontal o circulación vertical.
  - Las condiciones mínimas de visibilidad se obtendrán mediante métodos matemáticos o de trazo gráfico a partir de las visuales entre los ojos del espectador, él o los puntos más desfavorables del área o plano



*Método gráfico para el cálculo de la Isoptica Vertical.*

observados y las cabezas de los espectadores o asistentes que se encuentren frente o al lado suyo, según sea el caso. Para asegurar condiciones de igual visibilidad para un grupo de espectadores por encima de la cabeza de los demás, se determinará una curva conforme a cuyo trazo se escalonará el piso donde se encuentran los espectadores. La curva en cuestión se denominará Isoptica Vertical.

- El cálculo de la isoptica vertical define la curva ascendente que da origen al escalonamiento del piso entre las filas de espectadores para permitir condiciones aceptables de visibilidad. Dicha curva es el resultado de la unión de los puntos de ubicación de los ojos de los espectadores de las diferentes filas con el punto observado a partir de una constante  $k$ , que es la medida promedio que hay entre el nivel de los ojos y el de la parte superior de la cabeza del espectador. Esta constante tendrá una dimensión mínima de 0.12 m. Para calcular el nivel de piso en cada fila de espectadores, se considerará que la distancia entre los ojos y el piso es de 1.10 m tratándose de espectadores sentados y de 1.55 m si se trata de espectadores de pie.
- Los equipos de bombeo, de generación y de transformación eléctrica y la maquinaria en general, que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles, medida a 0.50 m en el exterior del predio, deben estar aislados en locales acondicionados acústicamente, de manera que reduzcan la intensidad sonora a dicho valor.
- Los establecimientos de alimentos y bebidas, los centros de entretenimiento, y centro de reunión de mas de 500 personas en las que la principal actividad sea auditiva que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles deben estar aislados acústicamente. El sistema constructivo y el aislamiento debe ser capaz de reducir la intensidad sonora, por los menos a dicho valor, medido a siete metros en cualquier dirección fuera de los linderos del predio del establecimiento.
- Los locales destinados a deportes y recreación deben contar con rejas con una altura mínima de 2.40 metros, o en su defecto una fosa con profundidad mínima de 2.00 metros.
- Para el diseño de albercas, trampolines y plataformas se debe tomar en cuenta lo siguiente:
- Las albercas deben contar con andadores en las orillas de las albercas con anchura mínima de 1.20 m para las públicas y de 0.90 en las privadas, con superficie áspera o antiderrapante, de tal manera que se eviten los encharcamientos.
  - I. Deben contar con un escalón de 0.10 m de ancho a una profundidad de 1.20 m con respecto a la superficie del agua en el muro perimetral de aquellas albercas públicas cuya profundidad sea mayor a 1.50 m.
  - II. Una escalera por cada 23.00 m lineales de perímetro, para las albercas públicas cuya profundidad sea mayor a 0.90 m. Cada alberca contará con un mínimo de dos escaleras.

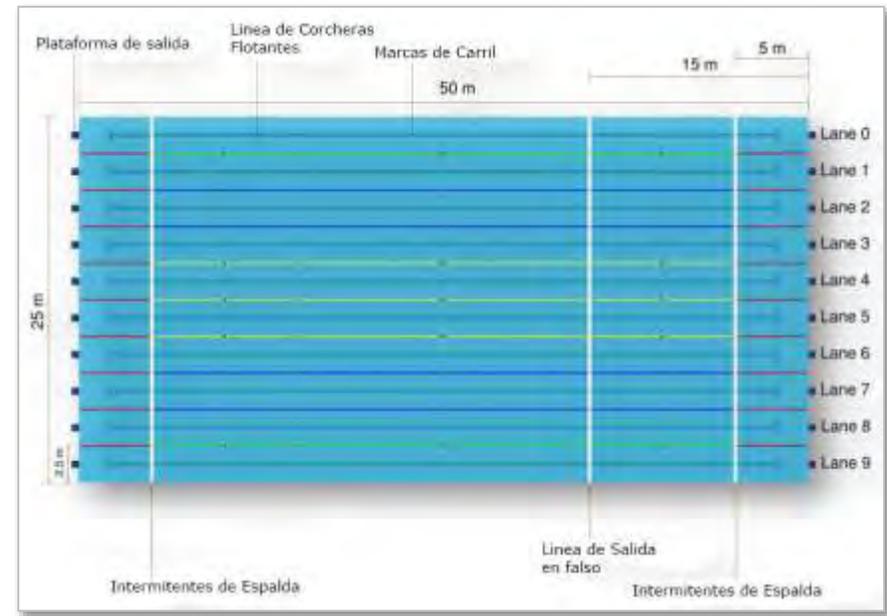
- III. Las alturas máximas permitidas serán de 3.00 m para los trampolines y de 10.00 m para las plataformas;
- IV. La anchura de los trampolines será de 0.50 m y la mínima de la plataforma de 2.00 m. La superficie en ambos casos será antiderrapante;
- V. Las escaleras para trampolines y plataformas deben ser de tramos rectos separados de la pared como mínimo 0.12 m y como máximo 0.16 m; contar con escalones de material o diseño antiderrapante, huellas de 0.12 m como mínimo y una separación entre peraltes no menor de 0.20 m y no mayor de 0.25 m, en su caso, deben satisfacer la norma mexicana aplicable; y
- VI. Colocar barandales en las escaleras y en las plataformas a una altura de 0.90 m en ambos lados y en estas últimas, también en la parte posterior.
- VII. La superficie del agua debe mantenerse agitada en las albercas con plataforma, a fin de que los clavadistas la distinguan claramente; deben diferenciarse con señalamientos las zonas de natación y de clavados, e indicarse en lugar visible las profundidades mínimas y máximas, así como el punto en que la profundidad sea de 1.50 m y en donde cambie la pendiente del piso del fondo.

### 3.2.3 Federación Internacional de Natación

Las especificaciones técnicas para la construcción de una piscina olímpica son:

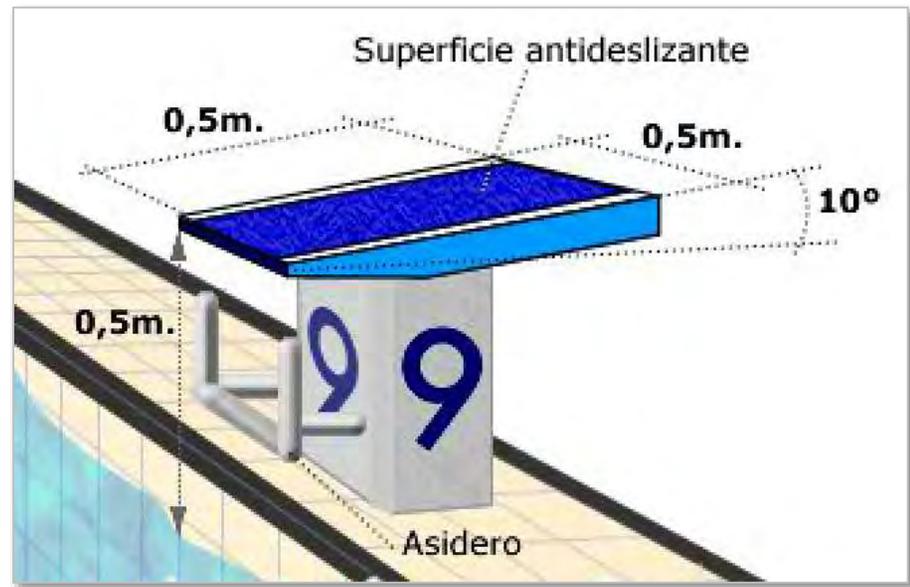
- Largo: 50 metros.
- Ancho: 25 metros.
- Profundidad: 2 metros como mínimo.
- Temperatura del agua: Estará comprendida entre los 25° y los 28° centígrados (77º y 82,4º Fahrenheit). Durante la competición el agua se debe mantener en un nivel de temperatura constante.

- Iluminación: La intensidad de luz sobre la piscina entera no será inferior de 1500 lux.
- Número de calles o carriles: Serán 8 para nadar más 2 en los extremos con el fin de reducir el oleaje producido por el choque de la ola del nadador con la pared.
- Anchura de calles o carriles: Los carriles tendrán por lo menos 2,5 metros de ancho, con dos espacios por lo menos de 0,2 metros para las calles de las paredes laterales.
- Corcheras flotantes: En total son 9 que dividen la piscina en 10 partes o calles, (sólo 8 calles para competir). La función de las corcheras es, además de separar a los nadadores, absorber el oleaje producido por el propio nado de los demás nadadores. Los 5 primeros metros y los 5 últimos serán de color distinto al resto de la corchera para indicar a los nadadores la cercanía a la pared de llegada o de volteo. También deberán tener otro color a los 15 metros de cada pared, y otra marca a los 25 m.
- Las corcheras tendrán un diámetro mínimo de 0,05 m. a 0,15 m. de máximo y deberán estar estiradas firmemente.
- Plataforma o poyete de salida, (Start block): Será firme y estarán bien sujetas. Su altura sobre la superficie del agua estará entre los 0,5 metros y 0,75 metros.
- El área superficial será de 0,5 metros por 0,5 metros y estará cubierto con material antideslizante.
- La inclinación máxima de la plataforma no será superior a los 10°.



*Esquema con las medidas para el diseño de una piscina olímpica.*

- La plataforma estará provista de un asidero para que los espaldistas puedan agarrarse de la plataforma en la salida. Dichos asideros están colocados horizontalmente entre los 0,3 metros y los 0,6 metros y paralelos a la superficie de la pared.
- Cada bloque debe estar numerado por cada uno de sus cuatro lados, de forma clara y visible.
- Banderines para las pruebas de espalda: Estarán situados a 5 metros de la salida y a 5 de la pared de volteo. Su altura será de 1,8 metros como mínimo y 2,5 m. como máximo sobre la superficie del agua.
- Los banderines sirven como referencia a los espaldistas para calcular la distancia a la pared tanto para no chocar como para realizar un correcto volteo.
- Cuerda de salida falsa: Esta cuerda distará de la salida 15 metros y a una altura sobre el agua de 1,2 m. como mínimo. En caso de salida falsa suena una señal y la cuerda cae al agua, indicando a los nadadores que, por algún motivo, se ha producido una salida falsa y deberán volver a su plataforma de salida.

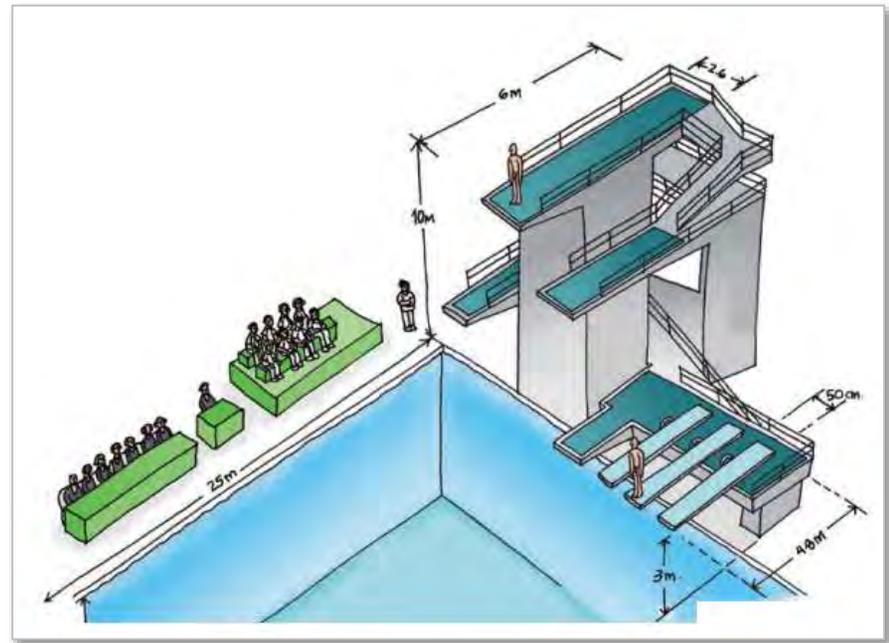


*Esquema con las medidas para el diseño de la plataforma de salida.*

Las especificaciones técnicas para la construcción de una fosa de clavados olímpica son:

- La fosa de clavados debe de medir 25.00 m por lado.
- Las profundidades máxima debe ser de 5.00 metros, en su punto medio de 3.50 m y en la parte baja de 3.00 m.
- La temperatura del agua se debe de encontrar entre 28 y 30 grados centígrados.

- La plataforma debe estar diseñada para saltos de 3, 5, 7 y 10 m respectivamente.
- Tanto el trampolín como la plataforma deben adentrarse 1.50 metros sobre el agua desde el borde de la alberca.
- La plataforma es forma y rígida; está a 10.00 m sobre el agua, y tiene 6.00 m de largo por 2.00 m de ancho. En sincronizados debe ser de 3.00 m.
- Tanto el trampolín como la plataforma están cubiertos por un material antideslizante para evitar accidentes.
- Los trampolines deberán de medir 4.80 m de largo por 0.50 m de ancho
- En el punto medio del trampolín está el fulcro, que es el que aumenta o disminuye la flexibilidad en el salto, mientras más atrás se coloque este mas altura tomaran los clavadistas.



*Esquema con las medidas para el diseño de la fosa de clavados.*

#### 3.2.4 SEDESOL

La Secretaria de Desarrollo Social, establece en su normatividad una clasificación para las áreas relacionadas con el Deporte, y en este un apartado para el elemento de Alberca Deportiva. Dicho local arquitectónico es un Inmueble y conjunto de instalaciones destinados a la práctica formal de los deportes acuáticos como la natación en sus diversas modalidades, los clavados, waterpolo, buceo, nado sincronizado, entre otros, con fines competitivos y de espectáculo al público.

Las instalaciones más importantes que la integran son: alberca olímpica o semiolímpica, fosa de clavados y plataformas en sus alturas reglamentarias, botadores, sistemas de calefacción y alumbrado, baños y vestidores, servicio médico, administración y control,

vestíbulo general y graderías para el público; contando complementariamente con plaza de acceso, estacionamiento público y áreas verdes.

Las áreas de albercas y graderías para el público pueden ser cubiertas o descubiertas; su dotación puede ser como elemento independiente o integrada a otras instalaciones deportivas, recomendándose su establecimiento en localidades a partir de 100,000 habitantes.

La jerarquía Urbana y el Nivel de Servicio es Estatal, abarcando un rango de población de 100 001 a 500 000 habitantes. El radio de servicio regional recomendado es de 15 kilómetros (30 minutos). La población usuaria potencial es aquella que entra en el rango de 11 a 50 años de edad (60% de la población total)

Para el dimensionamiento la unidad básica de servicio (UBS) es 1 m<sup>2</sup> construido, y se determina 2 m<sup>2</sup> de terreno por cada m<sup>2</sup> construido. Así como 1 cajón de estacionamiento por cada 50 m<sup>2</sup> construidos.

Para la dosificación se requieren de 2 500 a 12 500 UBS, y se establece un módulo tipo de 2 500 UBS, y se recomienda de 1 a 5 módulos, teniendo un rango de acción de 100 000 habitantes por modulo.

En el uso de suelo se recomienda una clasificación de Comercio, Oficinas u Servicios. Y en lo referente a la vialidad, que la ubicación del terreno sea sobre una avenida principal o secundaria.

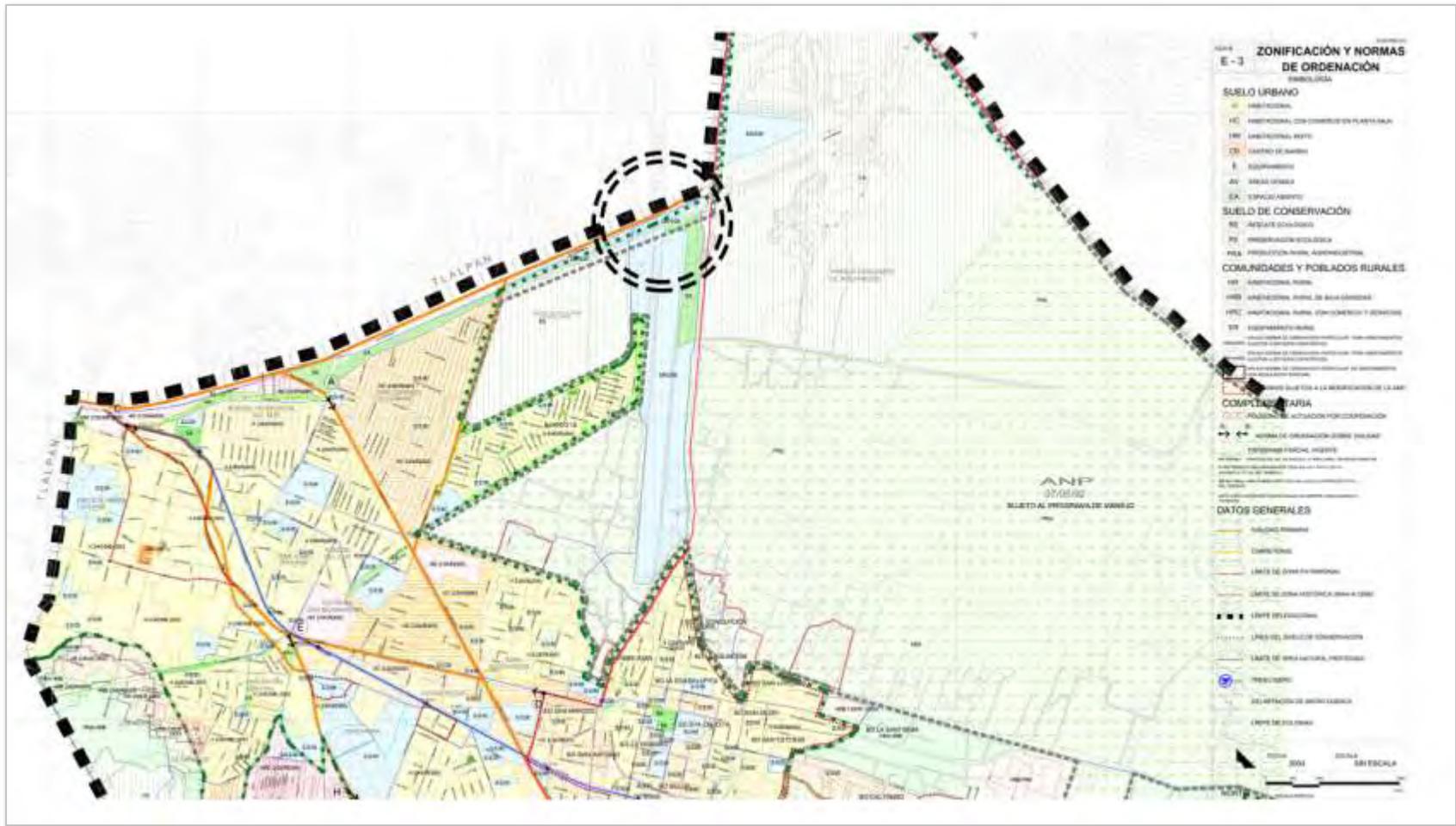
En lo referente a las características físicas del terreno se recomienda un área de 5 000 m<sup>2</sup> por cada módulo tipo, un frente mínimo de 50 m, y recomendable tener de 3 a 4 frentes, la pendiente del 2 al 4% positiva.

El terreno deberá contar indispensablemente con la infraestructura y los servicios de agua potable, alcantarillado o drenaje, energía eléctrica, alumbrado público, teléfono, pavimentación, recolección de basura y transporte público.

El programa arquitectónico para los módulos tipo de 2 500 m<sup>2</sup> construidos es de:

- Alberca cubierta de 1 000 m<sup>2</sup>
- Fosa de Clavados cubierta de 220 m<sup>2</sup>
- Baños y vestidores de 60 m<sup>2</sup>
- Cuartos de máquinas de 25 m<sup>2</sup>
- Administración y Control de 30 m<sup>2</sup>
- Área de Espectadores de 600 m<sup>2</sup>
- Circulaciones de 565 m<sup>2</sup>
- 50 cajones de estacionamiento en un área descubierta de 1 100 m<sup>2</sup>
- Áreas verdes y libres de 1 400 m<sup>2</sup> descubiertos

La altura recomendable de la construcción es de 1 nivel (16 metros)



Sección de la carta delegacional del Programa de Desarrollo Urbano de SEDUVI, en el que se marcan las áreas de afectación y los usos de suelo permitidos, que en nuestro caso de estudio es Equipamiento Rural.

## Capítulo 4. Programa Arquitectónico

## 4.1 Programa de Necesidades

### 4.1.1 Zonas Exteriores

- Áreas Verdes
- Circulaciones

### 4.1.2 Zona de Acceso

- Vestíbulo Principal
- Área de Espera
- Circulaciones
- Vigilancia
- Acceso al área de albercas
- Acceso a gradas (visitantes)

### 4.1.3 Zona Administrativa

- Recepción y área de espera
- Área secretarial
- Cubículos de instructores
- Oficina de administración
- Oficina de contabilidad
- Oficina de jefe de programas y actividades
- Sala de juntas

- Circulaciones

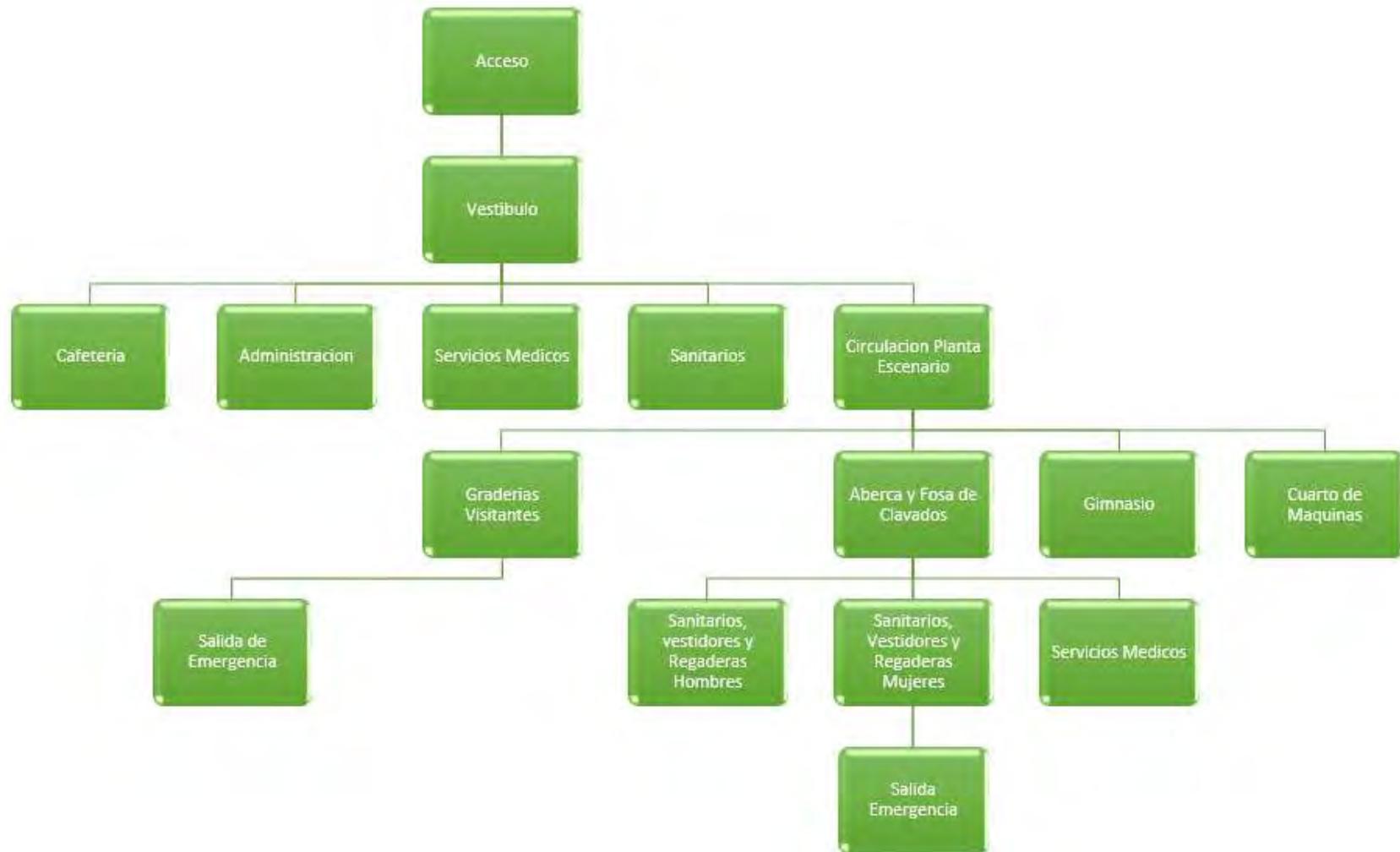
#### 4.1.4 Zona de servicios

- Cafetería
- Sanitarios hombres
- Sanitarios mujeres
- Circulaciones
- Área de servicios médicos
- Sanitarios, vestidores y regaderas (hombres)
- Sanitarios, vestidores y regaderas (mujeres)

#### 4.1.5 Zona de albercas y fosa de clavados

- Alberca Olímpica Multiusos
- Fosa de clavados
- Gimnasio
- Gradería
- Cuarto de Maquinas

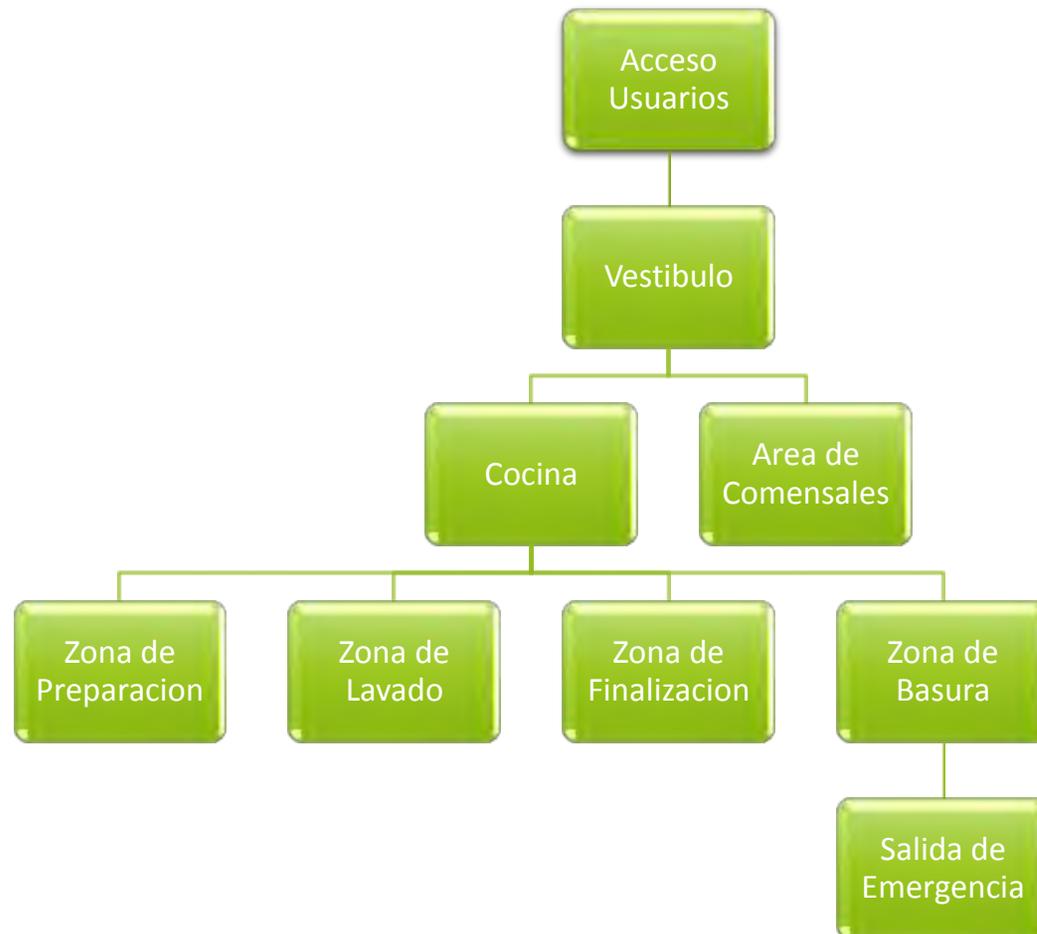
4.2 Diagrama de Funcionamiento General



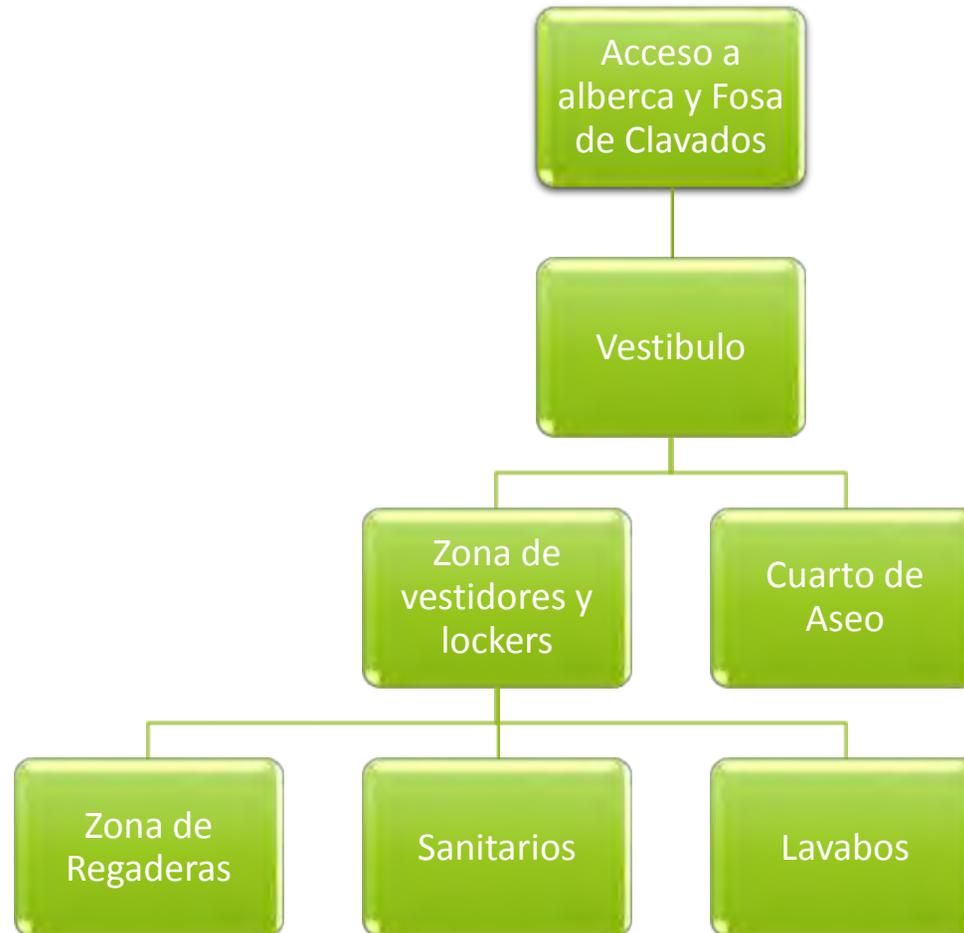
## 4.2.1 Diagrama de Funcionamiento Zona Administrativa



## 4.2.2 Diagrama de Funcionamiento Cafetería



## 4.2.3 Diagrama de Funcionamiento Sanitarios Hombres y Mujeres



## 4.3 Programa de Áreas

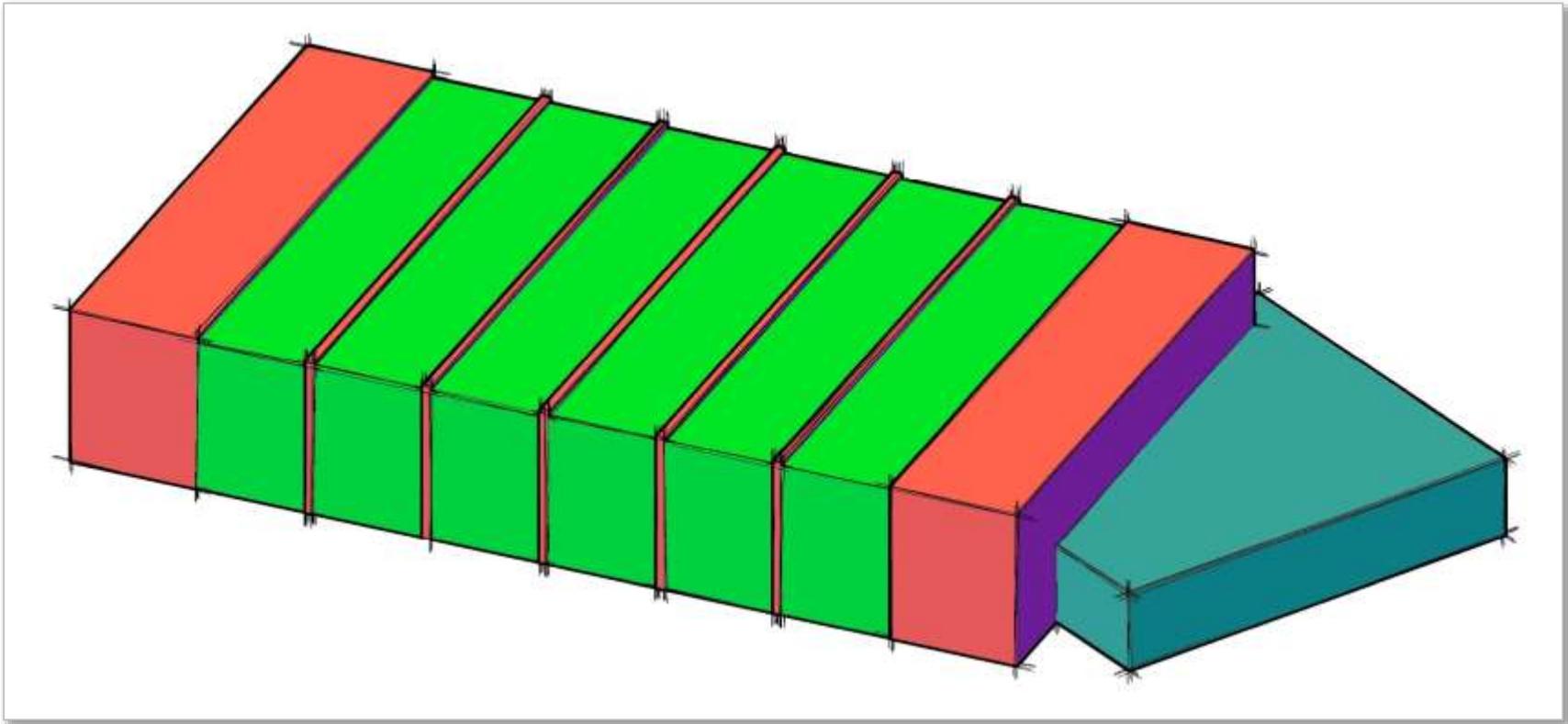
ESPACIO	AREA m2
Vestíbulo Principal	410.00
Area de espera	150.00
Vigilancia	20.00
Cuarto de Aseo	20.00
Almacén de limpieza	20.00
Zona Administrativa	102.00
Recepción y sala de espera	28.10
Area de secretaria	4.00
Archivo	7.50
Area de Instructores	10.60
Jefe Administrativo	10.95
Sala de Juntas	37.30
Zona de Servicios	370.00
Preparación de Alimentos	23.20
Area de comensales	250.00

Servicios Médicos	80.00
Recepción y sala de espera	30.00
Área para mesas de exploración	15.00
Sanitario	6.00
Consultorio medico	20.00
Sanitarios vestidores Hombres	227.50
Area de regaderas	19.00
Inodoros y mingitorios	29.00
Lavabos	15.40
Vestidores y casilleros	35.80
Sanitarios vestidores Mujeres	227.50
Area de regaderas	19.00
Inodoros	25.00
Lavabos	15.40
Vestidores y casilleros	35.80
Sanitarios Hombres Visitantes	127.50
Sanitarios Mujeres Visitantes	127.50

Zona de Albercas	3505.50
Alberca Olimpica	1295.36
Fosa de Clavados	635.00
Cuarto de Maquinas	160.00
Zona de Gradass	2039.50
Areas verdes	6150.00
Estacionamiento	2580.00
Vigilancia y Control	8.00
Cuarto de basura	12.40
Plaza de acceso	550.00

#### 4.4 Memoria Descriptiva

La planta escenario, se compone con el neto servicio a los atletas de alto rendimiento y usuarios; de la necesidad primaria del conjunto, las albercas; en esta planta se pueden apreciar la disposición de albercas, donde primer plano se localiza la Olímpica enmarcada por la zona de gradas, la disposición de esta es en base a la isoptica vertical que se establece en las Normas Técnicas Complementarias de Diseño incluidas en el reglamento de construcciones del Distrito Federal.



*Volumetría Conceptual, en la que se distingue el domo de la alberca y gradas, sesgado por materiales prefabricados de paneles de concreto celular (naranja) y un sistema de doble fachada acristalado (verde), y de lado derecho el área de servicios en revestimientos del mismo panel de concreto (azul).*

De la planta escenario se accede a los servicios de baños- regaderas, servicios médicos y bodegas donde se guardan los artículos para las diferentes actividades que se realizarán en el inmueble, los cuales se encuentran emplazados detrás del escenario por un corredor principal debajo de graderías para su rápida ocupación en el mismo nivel.

La zona de baños se compone de sanitarios, regaderas, vestidores y lockers, estas tres áreas se controlan por el local de préstamos de toallas y llaves para lockers, dentro ya de baños, estos se dividen correctamente en las áreas de usuarios con calzado, que vienen directamente del acceso, pies secos cuando el usuario descalzo circula dentro de lockers y pies mojados en zona de regaderas e inodoros, permitiendo con esto asepsia en la instalación.

Dentro de los baños, así como también en bodegas de rápido acceso dirigiéndose de la alberca se encuentran los artículos de limpieza y químicos empleados para su mantenimiento.

Dentro de este mismo corredor está la enfermería que tiene acceso directo al escenario para evitar circulaciones muertas del servicio en caso de emergencia, cuenta con una salida directa al fondo del corredor por medio de la rampa de servicios, y que comunica con el estacionamiento de servicio, donde se tomarán las precauciones y en eventos importantes de gran afluencia de deportistas se dispondrá de una ambulancia para un caso de emergencia, sin tener que salir del escenario principal, y perder demoras de tiempo.

La enfermería cuenta con sala de ocultación y diagnóstico este personal funcionará únicamente con atención de emergencias del conjunto.

Como primer plano antes de acceder al escenario principal, se encuentra la plaza de acceso, que plasma la magnitud de todo el inmueble, con recubrimientos de concreto en fachadas por elementos prefabricados, que se logran apreciar desde la vialidad primaria, el anillo periférico sur.

Una vez en la plaza de acceso, se encuentra la visual del acceso principal por medio de las escaleras, y no perdiendo en cuenta la accesibilidad de personas con capacidades diferentes, existe un sistema de rampas, las cuales conectan directamente al área de bajo gradas. Una vez en el vestíbulo principal, la recepción es la que nos dirige a la zona de cafetería, el área de gradas, y el acceso a usuarios (deportistas y personal de Entrenamiento).

Uno de los remates visuales de más importancia dentro del escenario es la plataforma de clavados, así como los trampolines de 3 metros, que denotan su plasticidad orgánica, y reta a los materiales llevar a su realización el concepto de la organicidad del agua. Estas plataformas magnifican la totalidad del interior del conjunto.

La plataforma cuenta además de las cuatro plataformas con estanque de acondicionamiento al agua que permanecen constantemente a la temperatura adecuada para el atleta y de un acceso directo de la fosa de clavados hasta las verticales de la plataforma.

Los trampolines se distribuyen por la fosa fuera de la plataforma acentuando así el valor de los clavados especializados en trampolines de tres y un metro de altura obteniendo un lugar preferente cada especialidad dentro de la misma fosa.

El escenario se divide a su vez en tres importantes zonas de albercas, la Olímpica, fosa de clavados y entrenamiento.

El área de entrenamiento es el contorno de toda la alberca olímpica, área que fue diseñada para que exista la convivencia entre todos los niveles de actividades.

El eje compositivo del conjunto es paralelo al recorrido del sol, nace tras los trampolines y la plataforma, y conforme pasa las horas del día se va ocultando en las zonas de servicio; la singular sesgada de los paneles de concreto celular y el sistema de doble fachada de acristalamiento mantiene iluminado de forma natural el inmueble, ventilado por aberturas en las partes superiores, y térmico en cualquier hora del día dadas las características físicas de dichos materiales prefabricados.

Las barreras verdes paralelas al eje compositivo absorben el ruido de la vialidad primaria, de igual forma brindan el confort visual de estar inmerso en un hábitat de la singular demarcación de Xochimilco.

El punto de partida del diseño, así como la concepción primaria del proyecto como un centro acuático, se basa en la interacción del complejo acuático de la Pista de Remo y Canotaje “Virgilio Uribe”, retomando esa gran importancia que se le dio en su origen para los juegos olímpicos de México 68, y generando una ciudad Deportiva en pequeña escala. Dicha interacción se configura por medio de recorridos peatonales desde dos puntos, el primero, el estacionamiento de la pista el cual se accede por el Anillo Periférico, y el segundo por parte posterior de los hangares de entrenamiento, mismos que conectan con el recorrido peatonal de más de 4000 metros que rodea todo el inmueble.

## Capítulo 5. Proyecto de Instalaciones

## 5.1 Instalación Hidráulica

### 5.1.1 Abastecimiento

El sistema de abastecimiento para el conjunto se obtendrá por medio de la red delegacional hacia la toma del conjunto, que depositara el agua en cisternas previamente diseñadas para tal efecto, cuya capacidad se obtendrá como respuesta al cálculo de los gastos de cada uno de los muebles.

La red delegacional cuenta con tuberías de diferentes diámetros siendo el principal de 12". Debido a la gran cantidad de agua necesaria para el correcto funcionamiento del conjunto se instalaran depósitos de agua tratada y de agua potable, en reciclaje del agua en albercas, deberán reutilizarse previo tratamiento para el riego, sanitarios, mingitorios, lavado de autos y decoraciones acuáticas como fuentes y espejos de agua.

### 5.1.2 Dotación por Normatividad

Genero	Cantidad	Unidad	Dotacion	Total	Duracion Actividad (hrs)	Qma (lts/seg)	Horario
Administracion	97	m2	6 lts/comensal/dia	582	9	0.017962963	9:00 a 18:00
Alimentos y bebidas	350	Comensal	6 lts/ comensal/dia	2100	9	0.064814815	9:00 a 18:00
Entrenamiento	200	Asistentes	10 lts/asistente/dia	2000	9	0.061728395	9:00 a 18:00
Estadios (gradas)	1800	Asiento	10 lts/asiento/dia	18000	9	0.555555556	9:00 a 18:00
Trabajadores	15	Trabajador	100 lts/trabajador/dia	1500	7	0.05952381	8:00 a 15:00

Estacionamiento	3062	m2	2 lts/m2/dia	6124	10	0.1701111111	8:00 a 18:00
Contra incendio	9000	m2	5 lts/m2 de construccion/dia	45000	24	0.5208333333	24 horas
Riego	7462	m2	5 lts/m2/dia	37310	9004	2.5909722222	8:00 a 12:00

La normatividad que permite obtener la dotación para el total del conjunto, se encuentra dentro del reglamento de construcciones del Distrito Federal, capítulo 6, sección primera.

#### Normas Técnicas Complementarias para la Instalación y Abastecimiento de agua potable capítulo 1.2

La sumatoria total de dotación diaria es de 112 616 lts / día, tomando en cuenta que la totalidad del agua no deberá ser potable descontaremos el volumen de agua tratada para crear un nuevo depósito del vital líquido, para ello tomaremos como idea la utilización del agua para metas no humanas.

- Estacionamiento                    6 124.00 lts / dia
- Contra incendio                    45 000.00 lts / dia
- Riego                                    37 310.00 lts / dia

En total tenemos por agua tratada y potable:

- Total                                    88 434.00 lts / dia    Agua tratada.
- Total                                    24 182.00 lts / dia    Agua Potable.

El Qma es de 4.0415 lts/seg.

### 5.1.3 Cálculo de gastos hidráulicos de diseño

La demanda diaria del conjunto se estableció por los variantes de utilización u ocupación de las instalaciones correspondientes en sus diferentes horarios; así como del agua potable que surtirá la delegación, obteniendo de esta el agua necesaria para cubrir las necesidades de agua tratada.

- Gasto medio anual  $Q_{ma} = \text{demanda diaria} / \# \text{ de segundos en un día}$
- Gasto máximo diario  $Q_{md} = CVD \times Q_{ma}$
- Gasto máximo Horario  $Q_{mh} = CVH \times Q_{md}$

CVD = COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA

CVH = COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA

- $Q_{ma} = 112\,616.00 \text{ lts/seg} / 86400 \text{ seg} = 1.3034 \text{ lps}$
- $Q_{md} = 1.3034 \text{ lps} \times 1.2 \% = 1.56 \text{ lps}$
- $Q_{mh} = 1.56 \text{ lps} \times 1.5 \% = 2.34 \text{ lps}$

Se considera con un valor de 1.2 al coeficiente de variación diaria, con lo cual se establece que en los días más críticos del año se requieren de un 20% más del valor medio establecido.

Se considera con un valor de 1.5 al coeficiente de variación horaria, con lo cual se establece que en las horas más críticas del día se requiere de un 50% más del valor máximo establecido.

Cálculo del diámetro de la toma general del predio.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad \text{Formula de continuidad}$$

Para llevar a cabo este calculo se descontaran los gastos de recirculación o destinados en agua tratada.

Siendo:

$$Q_{ma} = 1.3034 \text{ Ips}$$

$$4 \times 0.0013034 = 0.0052136$$

$$\pi \times 1.2 = 3.7699$$

$$\sqrt{0.0052136 / 3.7699} = 0.371$$

$$\text{Diámetro } \emptyset = 0.0371$$

$$\text{Diámetro } \emptyset = 37.10 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro comercial } \emptyset = 1 \frac{1}{2} \text{ "}$$

Por lo tanto la toma se propone de un diámetro comercial de 1 ½" de material de cobre tipo M.

Calculo de volúmenes de almacenamiento.

- El Volumen a retener de agua potable será de : 24 182.00 lts / dia
- El volumen a retener de agua tratada será de: 88 434.00 lts / dia

Dada la demanda diaria será posible calcular las dimensiones de los depósitos de agua; para el proyecto se han destinado en el acceso de Servicio las áreas adecuadas para dicho fin.

Su capacidad será :

- Agua potable : 24.20 m<sup>3</sup>
- Agua tratada : 88.44 m<sup>3</sup>

Más 15% de cámara de aire ambos casos.

Por lo tanto deducimos que para dotar la población del conjunto necesitamos espacios de almacenamiento de las siguientes características, áreas destinadas previamente en el proyecto.

- Agua potable : 24.20 m<sup>3</sup> + 15% cámara de aire = 28.85 m<sup>3</sup>
- Agua tratada : 88.44 m<sup>3</sup> + 15% cámara de aire = 101.80 m<sup>3</sup>

El agua tratada será tomada de la recirculación de lavabos y regaderas del conjunto así como del agua pluvial captada; antes del tratamiento se instalara una cárcamo para almacenar este residuo donde se incorporara una celda para sedimentación y un desfogue hacia la red de drenaje que se dirige al cárcamo de bombeo del municipio.

#### 5.1.4 Determinación de Gastos

Para realizar el cálculo de los diámetros de las redes de alimentación, necesitaremos conocer el gasto máximo probable expresado en litros por segundo. Al inventariar los muebles hidráulicos del conjunto determinaremos el gasto máximo probable de cada uno por medio de la consulta de las normas técnicas complementarias del IMSS que proporciona el gasto por mueble generado tanto de agua fría como de agua caliente.

Los valores de unidades muebles fueron tomados de las normas de diseño de ingeniería del IMSS de 1993; así como el método de conversión de la tabla 2.2.6.2 de unidades mueble a litros por segundo; será entonces:

- 272 U.M. = 4.08 lts/seg. Gasto máximo probable

Siendo el gran total de las instalaciones hidráulicas, sin embargo la red será dividida en dos canalizaciones que requieren diferente tipo de almacenamiento y presión de la distribución por redes, estas son, el agua tratada para mingitorios y w.c. solo en el rubro de muebles sanitarios y deberán también al igual que los otros servicios contar con el sistema hidroneumático de distribución.

Mueble	Tipo de Servicio	Unidades Propias	Numero de Muebles	Total de Unidades
Inodoro	Publico	5	34	170
Inodoro	Privado	3	4	12
Mingitorio	Publico	3	4	12
Lavabo	Publico	1	15	15
Lavabo	Privado	1	5	5
Regaderas	Publico	3	16	48
Regaderas	Privado	2	2	4
Fregaderos	Privado	3	2	6
TOTAL				272

Por lo tanto tenemos que para los servicios de agua potable contamos con un total de 78 U.M. Y para la distribución del agua tratada tendremos 194 U.M.

1.17 lts/seg y 2.91 lts/seg respectivamente, estas serán las demandas a cubrir por los sistemas de bombeo hidroneumático.

#### 5.1.5 Distribución

##### 5.1.5.1 Calculo de bombeo

Para el cálculo del tanque presurizado se toma en cuenta el flujo de litros por segundo a satisfacer, la presión del tanque en mercado es de 590 x el total de lps a dotar. Por lo tanto tenemos que para:

$$1.17 \times 590 = 690.30 \text{ lps} = 11.505 \text{ lpm}$$

$$2.91 \times 590 = 1\,716.90 \text{ lps} = 28.615 \text{ lpm}$$

Con estos resultados podemos conocer la capacidad del tanque y sus dimensiones así como la capacidad de la bomba piloto que arrancara el sistema.

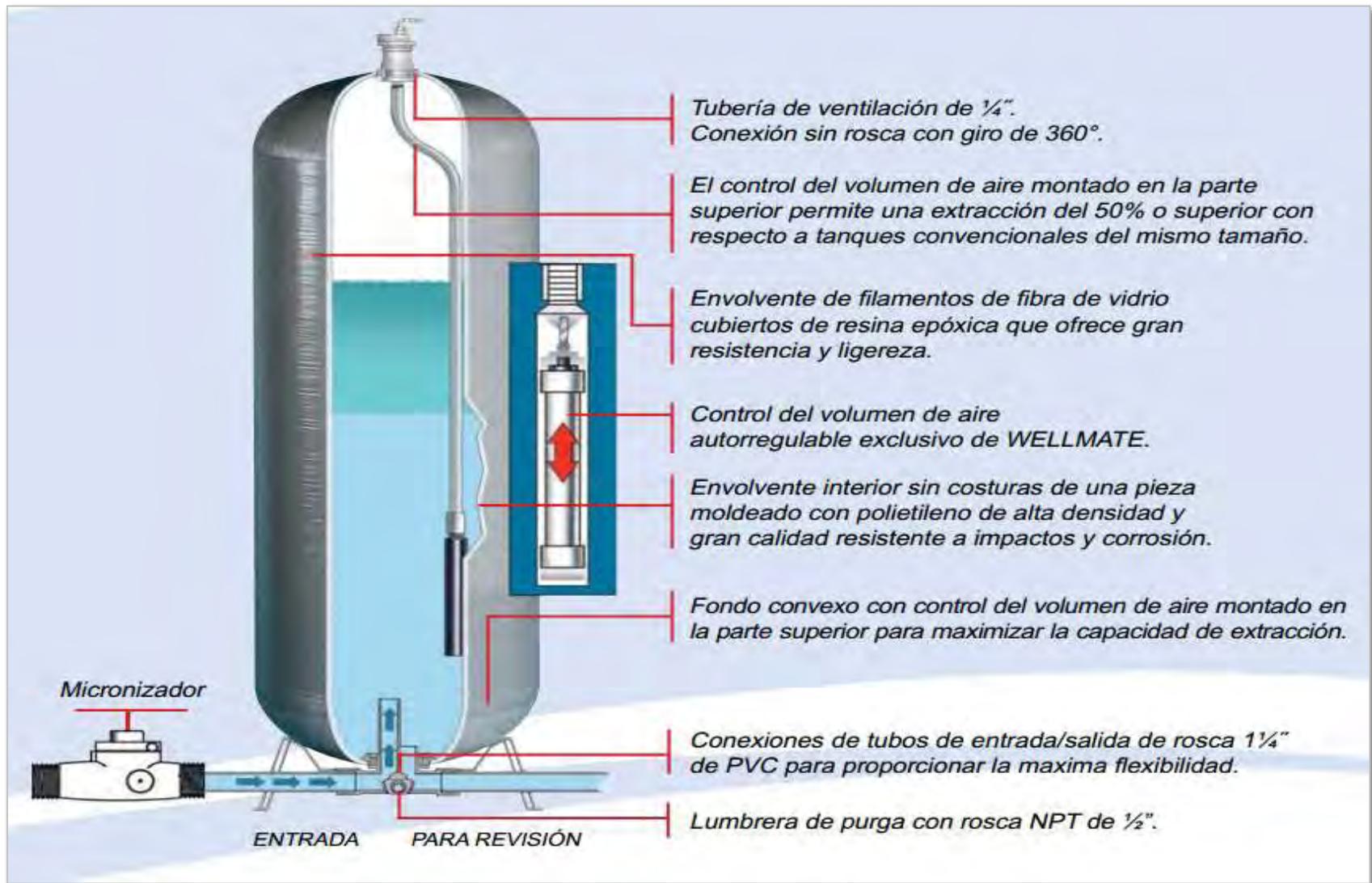
Los equipos hidroneumáticos sirven para mantener la presión constante en las tuberías de aguas blancas dentro de cualquier instalación. Estos aparatos permiten que el agua salga a la presión y flujo adecuado, sin importar lo retirado que estén los diferentes puntos de agua de la entrada principal del inmueble.

El equipo propuesto es el sobrepasa los requerimientos en ambos casos, por lo tanto queda aceptado.

### Especificaciones

#### Datos técnicos de la Serie HT

Número de modelo de conexión rápida	Capacidad en litros	Presión máxima de trabajo en kPa / bares	Extracción para configuración 30 / 50** en litros	Diámetro* en cm	Altura* en cm	Altura* entrada/salida al suelo en cm	Conexión del sistema Sup. Inf.	Peso* en kg
HP-7/WM-HP-110	114	500 / 5,0	25,0	41	111	3,8	Tub. vent. 1/4 Rosca 1 1/4 "	11,8
HP-9/WM-HP-150	151	500 / 5,0	34,1	41	144	3,8	Tub. vent. 1/4 Rosca 1 1/4 "	13,2
HP-8SQ/WM-HP-150SQ	151	500 / 5,0	30,3	53	90	5,1	Tub. vent. 1/4 Rosca 1 1/4 "	15,4
HP-18/WM-HP-300	303	500 / 5,0	67,4	53	157	5,1	Tub. vent. 1/4 Rosca 1 1/4 "	20,0
HP-26/WM-HP-450	454	500 / 5,0	96,5	61	184	5,1	Tub. vent. 1/4 Rosca 1 1/4 "	29,0



Componentes del tanque Hidroneumático propuesto

### 5.1.6 Tubería y equipos

Las líneas de distribución se realizarán con tubo rígido de cobre tipo "M" hasta diámetros de 75 mm, a partir de este diámetro se utilizará tubería de acero cedula 40 sin costura. Para los tubos de cobre las conexiones serán de bronce fundido para soldar o de cobre forjado para uso en agua y en el caso de la tubería de acero serán de acero soldable sin costura cedula 40. ambos tipos de material se unirán por medio de soldadura, en el caso del cobre se usará soldadura de baja temperatura de fusión con aleación de estaño 50% y plomo 50%. En el caso de la tubería de acero se utilizará soldadura eléctrica de electrodo de calibre adecuado al espesor de la tubería.

Las conexiones y accesorios de la red hidráulica serán compatibles al material a unir cuando sean soldables deberán cumplir con las aleaciones indicadas en proyecto y cuando sean roscables se reforzará la unión con material sellador silicones o teflón para cada caso en particular ya sean válvulas o uniones roscables.

El medio de distribución hidráulica dentro del conjunto arquitectónico se llevará a cabo por medio de tres importantes objetivos:

Alimentación a las zonas de albercas, que se considerarán independientes al uso normal del líquido para toda la instalación, pues esta agua llevará tratamiento especial adecuado para la correcta composición química y temperatura idóneas para los usuarios.

Alimentación de muebles de contacto humano en primer instancia, como son regaderas lavabos y fregaderos, agua que provee la delegación por medio de la red principal y de la cual se almacena en las cisternas previamente diseñadas

Alimentación de muebles sanitarios, drenado riego de las áreas verdes del conjunto, lavado de vehículos y sistema contra incendio, en las instalaciones por medio de la Planta de tratamiento; esta red se compone de la recirculación de regaderas, lavabos, mingitorios, fregaderos, coladeras y captación de agua de lluvia.

El método de distribución mecánico será por medio de tanques presurizados y equipos de bombeo por toda la red para todos los casos.

- **MOTOBOMBAS:** Son de alta eficiencia, tienen impulsor cerrado y sello mecánico. Se pueden ocupar para los voltajes que se requiera, ya sea trifásico o monofásico.
- **TABLEROS DE CONTROL:** Incluyen interruptor termo magnético y arrancador magnético para cada motobomba. Selector para operar el equipo manual o automáticamente de acuerdo al programa ejecutado por una confiable tarjeta electrónica

intercambiable que alterna el trabajo de las motobombas obteniendo un desgaste uniforme, y coordina las mismas haciendo que trabajen todas al mismo tiempo en caso de que el gasto de agua así lo requiera. La protección por bajo nivel evita que el equipo funcione cuando no hay agua en la cisterna. Las luces de información permiten un fácil diagnóstico de la operación del equipo.

- **TANQUES:** Del tipo precargado (membrana) que tiene numerosas ventajas sobre los obsoletos tanques tradicionales. Es muy eficiente, ya que suministra más del doble de agua que un tanque convencional. No requieren mantenimiento; el agua y el aire están separados por la membrana, al no mezclarse no existe pérdida de aire, por lo que no requiere ningún sistema de reposición de aire tal como compresor o supercargador. Es higiénico y de larga vida, ya que agua y lámina no están en contacto, no hay corrosión ni oxidación.

### 5.1.7 Calculo de calderas

En la ciudad de México, específicamente en Cuernavaca la temperatura del agua en el punto mínimo es de (10°C) que es en las mañanas invernales.

Para calentar 1 litro de agua en 1 °C se utiliza 1kcal. La caldera seleccionada es la de máxima capacidad que es el modelo A PREX-2000 cuya potencia es de 2 000 000 kcal/h.

	Kcal/h	Kcal/h	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h	mm	mm	mm	mm	mm	mm	pulg	pulg	pulg	Kg	Lts	Kg
Modelo	Potencia	Potencia Quem.	Sup transferencia	Consumo GH	A	B	C	D	E	F	X	Y	Z	Peso	Cap.	Peso total
A.PREX-70	70.000	90.000	5.43	9.68	850	1000	1100	700	200	700	1 1/2	1 1/2	1/2	350	170	520
A.PREX-90	90.000	110.000	6.95	11.83	850	1000	1100	700	200	700	1 1/2	1 1/2	1/2	350	170	520
A.PREX-110	110.000	130.000	8.54	13.98	850	1000	1100	870	200	700	1 1/2	1 1/2	1/2	373	210	583
A.PREX-120	120.000	150.000	9.31	16.13	850	1000	1100	870	200	700	1 1/2	1 1/2	1/2	373	210	583
A.PREX-140	140.000	170.000	10.86	18.28	1000	1200	1500	1200	250	800	2	2	1/2	587	245	832
A.PREX-2000	2.000.000	2.390.000	155.20	252.75	1400	1750	2845	2850	558	1330	6	6	1	3720	1870	5590

Tabla de ficha técnica de los modelos APREX para el dimensionamiento de las calderas.

La temperatura adecuada para competencias olímpicas en la categoría de nado es de 26°C a 28°C esto quiere decir que es necesario elevar la temperatura en (18°C)

- Calculo de calderas para la alberca olímpica

La temperatura adecuada para competencias olímpicas en la categoría de nado es de 26°C a 28°C esto quiere decir que es necesario elevar la temperatura en (18°C)

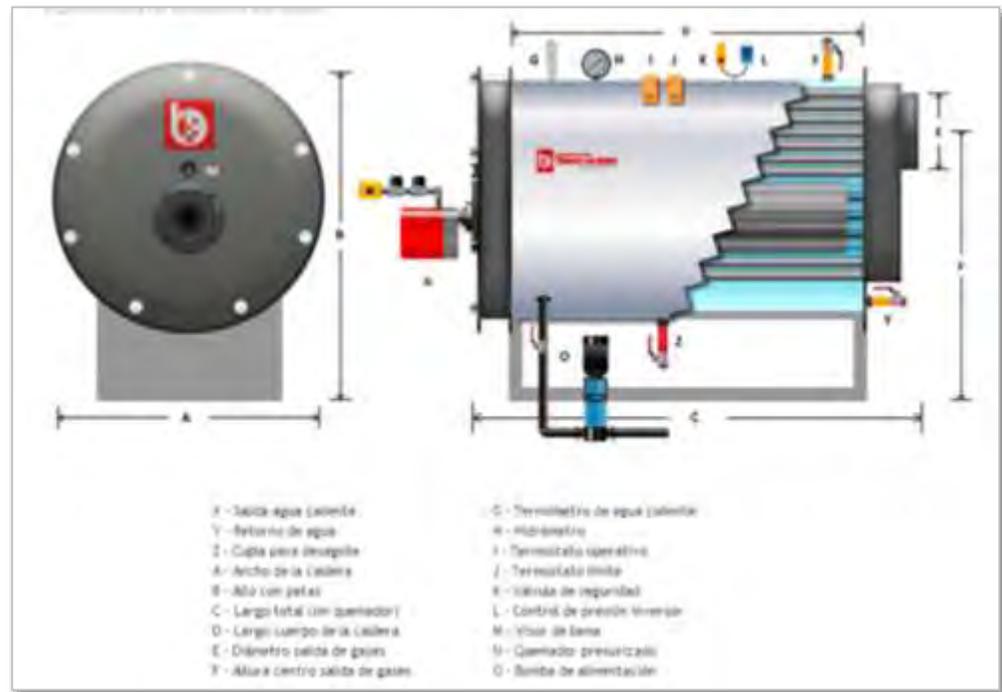
Para lograr calentar 18°C los 2 500 000 litros de agua de la alberca son necesarias 45 000 000kcal

Con 12 calderas se obtiene una potencia de 24 000 000kcal/h si dividimos la necesidad 45 000 000kcal entre 24 000 000kcal/h nos da 1.87h es decir 1:25horas

- Calculo de calderas para fosa de clavados

Para lograr calentar 18°C los 2 584 000 litros de agua de la alberca son necesarias 46 512 000kcal

Con 8 calderas se obtiene una potencia de 16 000 000kcal/h si dividimos la necesidad 46 512 000kcal entre 16 000 000kcal/h nos da 2.90 h es decir 2:54 horas



*Componentes de una caldera Tipo APREX.*



Ver Especificaciones

#### Tanques Planta y Almacenamiento

Cap. Litros	Gal. Nominal	Diámetro m	Longitud m	Tara kg
12 600	3329	2,20	4,05	2381
17 200	4552	2,20	5,27	3203
19 700	5204	2,33	5,40	3728
65 980	17 431	3,34	8,63	11 683
89 020	23 517	3,34	11,25	15 785
112 070	29 607	3,34	13,87	19 887
135 120	35 696	3,34	16,49	23 988
158 160	41 783	3,34	19,12	28 235
181 210	47 872	3,34	21,74	32 346
204 260	53 961	3,34	24,36	36 448
227 300	60 048	3,34	26,98	40 550
250 350	66 137	3,34	29,61	44 652

Hoja técnica para el dimensionamiento del tanque estacionario, modelo CYTSA.

## 5.2 Instalación sanitaria

La red de recolección de aguas negras del proyecto se basan en el cálculo y diseño en el reglamento de construcciones del distrito federal y las normas técnicas complementarias del IMSS.

Dentro del conjunto arquitectónico se dispondrá de una planta de tratamiento de aguas residuales, en la cual serán encausados los escurrimientos pluviales, el agua de regaderas, lavabos, wc, y demás muebles debidamente separados por medio de distintos tramos de tuberías para su reutilización en riego, contraincendio, wc, y ambientaciones que no tengan un contacto humano directo

El tratamiento de estas agua serán depositadas en cisternas especiales ya previamente calculadas en la instalación hidráulica; la cual será distribuida por todo el conjunto por medios mecánicos e hidroneumáticos.

El agua pluvial que resulte difícil de captar, como lo son áreas verdes y estacionamiento aportaran a la recarga acuífera, conservando de esta manera el equilibrio natural del ecosistema del terreno.

La tubería de desagüe en el interior del conjunto será de policloruro de vinilo “ P.V.C.” de fabricación nacional y deberán cumplir con la norma NOM – E – 12 - 1978 de tipo anger, que se comprende del tipo macho campana. Los materiales de unión entre la conexión y el tubo se realizaran por medio de anillos de hule y se utilizaran conexiones codos y piezas elaboradas bajo la misma norma antes mencionada.

Dentro del conjunto se colocaran registros de mampostería fabricados en sitio y tendrán una separación entre si máxima de 20 mts, para su correcta limpieza y desasolve, y se colocaran en cada cambio de dirección de los albañales correspondientes, estos variaran sus dimensiones dependiendo lo establecido en el reglamento de construcciones del distrito federal y las normas técnicas complementarias. En la tubería suspendida se dispondrá de tapones de registro a razón 10 mts entre si para su correcto mantenimiento según lo dispuesto en las normas técnicas complementarias.

Las bajadas de aguas negras que se necesiten dentro de la edificación no intervendrán en su recorrido con elementos estructurales del conjunto y se adosaran a los muros más próximos para su recubrimiento acorde a los acabados de cada zona salvo donde la tubería baje por lecho bajo de losa o por ductos de instalaciones.

### 5.2.1 Abastecimiento

Para calcular el gasto sanitario de las redes de desagüe, con el cual se determinan los diámetros de las tuberías, se utilizó el método de unidades mueble o método de Hunter basado en las unidades mueble de gasto de cada núcleo sanitario o de servicios. Para determinar el número de unidades mueble que corresponde a cada mueble y el diámetro del ramal se consultaron las disposiciones de las normas técnicas complementarias del IMSS.

### 5.3 Instalación Eléctrica

Para realizar el proyecto de la instalación eléctrica dentro del conjunto arquitectónico se llevaran a cabo los lineamientos marcados por el reglamento de construcciones del distrito federal así como de las normas correspondientes a dicho capítulo en los criterios normativos de ingeniería del IMSS.

El servicio de energía eléctrica es suministrado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El suministro y dotación de energía se realizara por la subestación de potencia Xochimilco, ubicada en Av. Canal de Chalco casi esquina con el Anillo Periferico, a través de líneas de transmisión. Y se realizara por medio de una acometida subterránea que se conecta directamente al cuarto eléctrico de maquinaria donde el transformador del conjunto se encargara de convertir la alta tensión en 220 v de servicio en baja tensión para surtir a todos los servicios.

Dentro del cuarto de maquinaria eléctrica, una vez acometida la línea de tensión y regulada llegara al tablero general de donde se controla la totalidad del servicio y de donde se repartirá a los tableros de cada área específica del conjunto.

Los servicios que se requieren en las instalaciones son:

1. Cargas de alumbrado
2. Cargas de contactos
3. Motores
4. Calefacción y Aire acondicionado

Para el alumbrado se necesitaran:

1. Cargas de alumbrado general
2. Cargas de alumbrado exterior
3. Cargas de alumbrado en pasillos
4. Cargas de alumbrado en aparadores
5. Cargas de alumbrado en letreros
6. Cargas de alumbrado de alto consumo
7. Cargas de alumbrado en señalización
8. Cargas de alumbrado de emergencia

Para ello a pesar del buen servicio de dotación por parte del Distrito Federal, se contara con una planta generadora de energía eléctrica de emergencia, la cual será de combustión interna de combustible diesel, para los casos en los cuales el suministro de energía de la CFE sea interrumpido por fallas o trabajos ajenos a las instalaciones, es importante contar con el servicio de esta maquinaria, ya que la importancia del elemento arquitectónico, requiere una calidad de excelencia para el usuario pues es imprescindible la iluminación del área de albercas para su correcto funcionamiento, conjuntamente a ello la mayoría de los locales, al ser comerciales y de administración hace inevitable la utilización del servicio.

Esta planta deberá entrar en operación automáticamente al ocurrir una interrupción eléctrica en un lapso no mayor de 10 segundos gracias al transfer que puntea la señal eléctrica a esta.

En la planta alimentara se encuentra un tablero general de emergencia donde se colocaran los servicios más importantes de las instalaciones para su correcto funcionamiento o desalojo como, alumbrado en pasillos, escaleras, elevadores, exteriores, etc.

El equipo elegido para la planta de emergencia constara de una QAS ya que estos equipos tienen potencias que van de los 16 a 165 KVA en emergencia y con distintas tensiones. En el caso de los QAS la gama puede ser de las 14 hasta las 330 KVA en emergencia. Cubriendo así las necesidades de todo el complejo en servicios de emergencia.

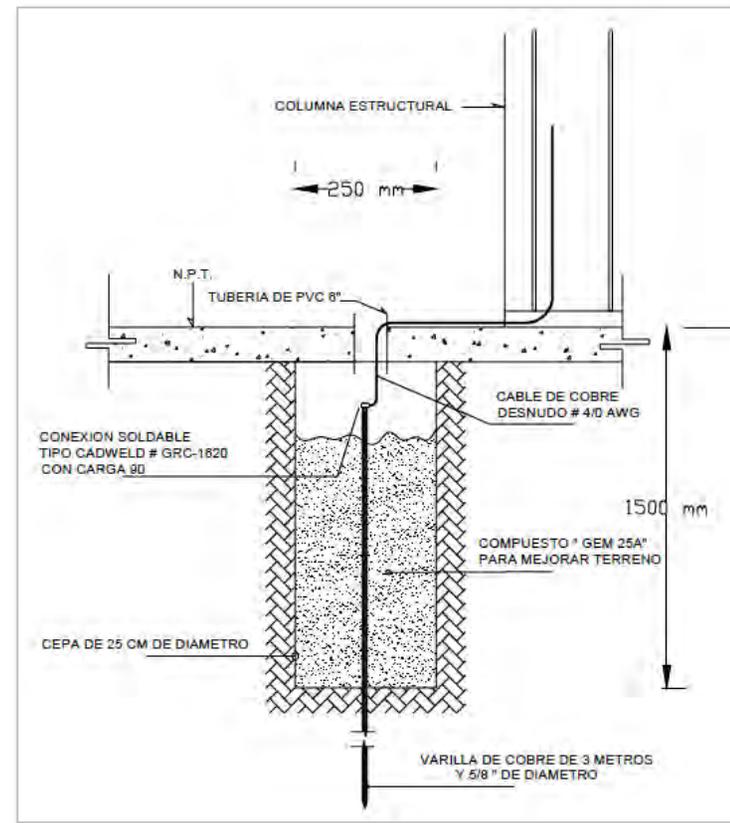
Esta será por su operación de corriente alterna, de servicio secundario, de enlace para el servicio de construcción interior con capota de insonorización.

Se contará con una unidad ininterrumpible de potencia UPS, que dará servicio a los circuitos de informática, telefonía y servicios de seguridad. Esta unidad mantiene una tensión de salida estable, protege contra picos y ruidos eléctricos proporcionando un respaldo de energía por medio de baterías, durante determinado tiempo, en este caso de 20 minutos.

El sistema eléctrico contará con una conexión a tierra, cuya finalidad es la de optimizar el funcionamiento proyecto eléctrico y proteger la integridad física de los usuarios alargando la vida útil de los servicios eléctricos del conjunto, evitando el regreso de corriente eléctrica.

El sistema de tierras consta de:

1. Dispersores y electrodos; varilla de acero con recubrimiento de cobre tipo copperweld.
2. Conductores; cables trenzados de cobre electrolítico semiduro desnudo o con aislamiento.
3. Conectores que unen los electrodos con conductores que deberán ser de tipo soldable.
4. Abrir un pozo alrededor del electrodo de aproximadamente 80 cm. de diámetro, y como mínimo de 80 cm. de profundidad; aunque conviene que sea lo más profundo posible.
5. Quitar, de la tierra retirada del pozo, toda piedra que pudiera existir y tratar de desmenuzar cualquier terrón grande.
6. Mezclar en partes iguales el gel o la bentonita con la tierra recién tratada, procurando formar una mezcla lo más uniforme posible.



Detalle de la varilla de tierra

### 5.3.1 Distribución Eléctrica

La distribución de la energía dentro del conjunto será por medio de los tableros específicos por cada área, alimentados directamente del tablero general a la sección que le corresponda, por ejemplo del tablero de administración, al área de invitados especiales; la distribución del cableado será por medio de racks o charolas entre losa y plafón, por piso será por medio de ductos de PVC encofrados, registrables a cada 15 metros de distancia y por muros se guiarán por ranuras previamente elaboradas o entre la estructura de muros divisorios de tablaroca, cemenpanel, dens glass, durock o cualquier material que requiera el mismo proceso constructivo.

### 5.3.2 Conductores

Los conductores serán de cobre con aislamiento tipo THW-LS, para 90°C y 600 volts, es decir resistente a la humedad, no propagar el fuego, tipo anti flama. La caída de tensión mínima permisible en los conductores será de 5% a la toma de corriente más alejada del tablero de distribución.

Los contactos serán alimentados con corriente normal y de emergencia, serán del tipo duplas polarizadas y se alojarán en las cajas de conexión (chalupas) fijadas por medio de tornillos.

Los contactos alimentados con corriente regulada, serán del tipo monofásico dobles polarizados, con tierra física aislada, alojados y fijados de la misma manera. Estos se colocarán a una altura estándar de 0.30 m o especificados.

Los apagadores serán sencillos del tipo balancín, con el mismo sistema de fijación y se colocarán a una altura máxima de 1.15 mts. sobre nivel de piso terminado.

La iluminación de áreas comunes y espacios abiertos se manejará directamente por medio de tableros eléctricos previamente dispuestos en las áreas correspondientes a la zona de trabajo asignada por proyecto.

La disposición de los tableros de distribución quedarán siempre bajo la inspección y operación de los empleados de mantenimiento, y siempre estarán lejos del alcance visual de los usuarios y empleados no capacitados para su correcto manejo y control, estarán provistos de interruptores termomagnéticos que protegen la instalación eléctrica de todo el edificio así como a los aparatos que se les sirve.

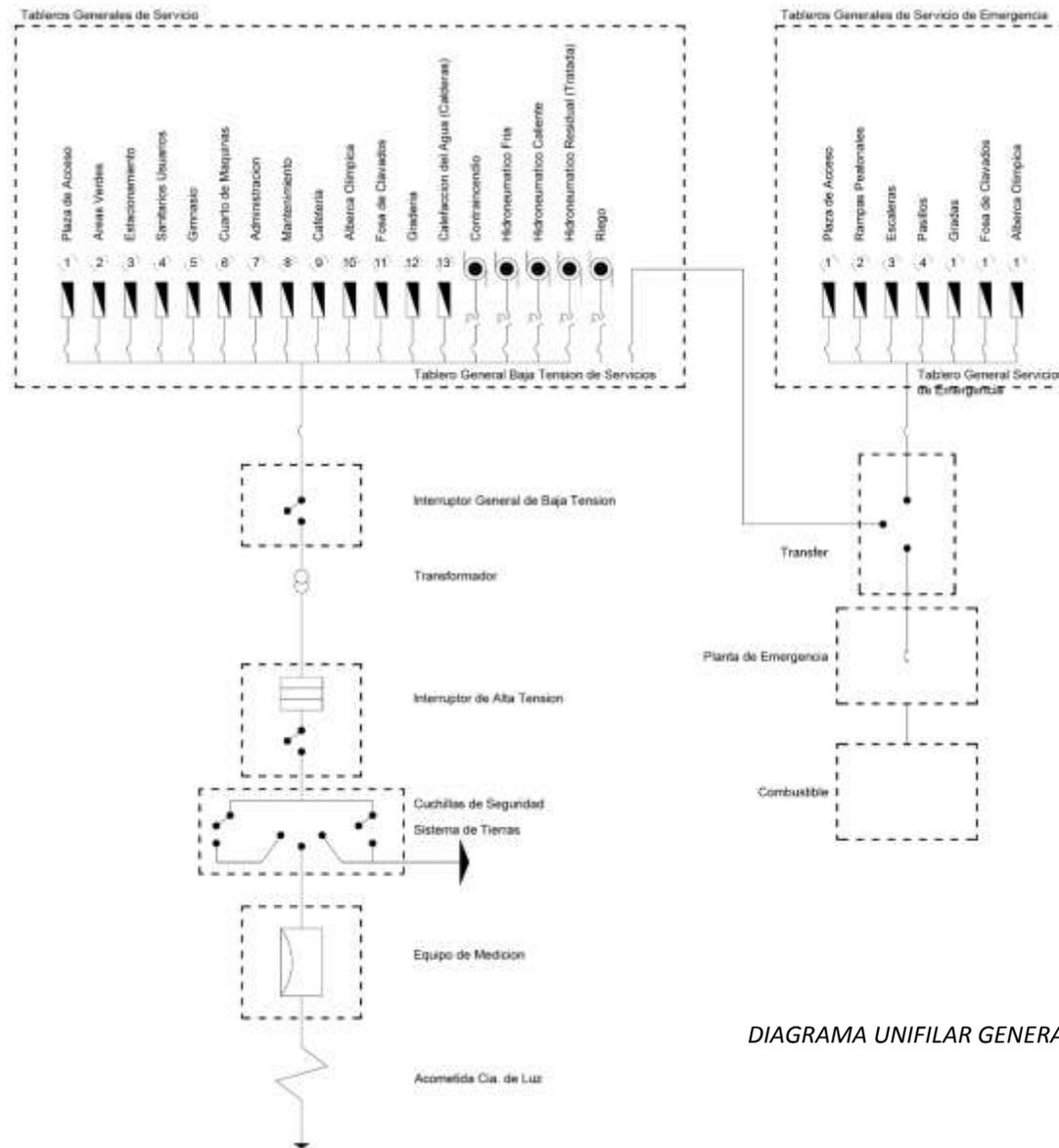


DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

Los tableros de distribución tienen como objetivo, dosificar la energía eléctrica por grupos o zonas de utilización, siendo los centros de operación de los circuitos, a los cuales ofrece protección, previniendo las descargas directas a los aparatos, alumbrados y motores de la red por medio de interruptores termomagnéticos.

### 5.3.3 Cálculo del número de circuitos.

Para ello tomaremos como referencia de la zona comercial, la cafetería del conjunto ya que esta por tener diversos tipos de iluminación y aparatos en uso requiere un análisis más completo que en otro tipo de áreas que por su uso son mucho más homogéneas en su diseño de electrificación.

Una vez conocido el inventario eléctrico del centro de carga solamente procedemos a vaciar operaciones que arrojaran los resultados óptimos en circuitos para el tablero de distribución.

En alumbrado contamos con 3388 watts      15 amp de protección.

15 amp x 127 volts = 1905                       $3388 / 1905 = 1.77 \therefore$  tendremos 2 circuitos de 1694 watts al balanceo

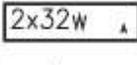
Para contactos: 20 amp de protección

20 amp x 127volts = 2540                       $3280 / 2540 = 1.27 \therefore$  tendremos 2 circuitos de 1640 watts al balanceo

Y ya que encontramos contactos de voltajes mas altos por el tipo de aparatos que alimentan y la suma de estos, no sobrepasa la protección de 2540 se empleara un solo circuito para dichos contactos quedando, el primero sobrado en protección sin perjudicar la instalación eléctrico del centro de carga.

El sistema de alumbrado es parte fundamental del conjunto, ya que las albercas deben tener iluminación de muy alto consumo eléctrico tanto para el espectador como para los usuarios directos y personal de entrenamiento y calificadores. La iluminación de

escenario se compone de reflectores con forma oval ya que se proporciona una máxima capacidad de aprovechamiento en la iluminación con la mínima superficie de área. Lo que significa un rendimiento mejorado a través de un rango balanceado de óptica.

TABLERO DE DISTRIBUCION										
<b>TABLERO : C-01</b>		Proyecto : Centro Acuatico Xochimilco					TENSION: 127 VOLTS			
Ubicacion : Planta Baja NPT + 5.61			MARCA Square 'D			ALUMBRADO: 15amp = 1905				
Cobertura : Conjunto General			SGB-NQOD-244L22			CONTACTOS: 20amp = 2540				
Fecha : Octubre 2013										
CIRCUITO	PROTECCION TERMOMAGNETICA	 250W.	 90W.	 64W.	 70W	 70W	 70W	 180_W	 220_W	TOTAL WATTS
CIRCUITO 1	1 X 20							6		1080
CIRCUITO 2	1 X 20								10	2200
CIRCUITO 3	1 X 15	1	7			6	6			1720
CIRCUITO 4	1 X 15		7	2	13					1668
<b>T O T A L</b>		250	1260	128	910	420	420	1080	2200	6,668

*Tablero de balanceo Cafetería. Planta Baja NPT + 5.61*

La iluminación subacuática será uniforme y de color blanco, no presentara tonos coloridos en el cuerpo de agua ya que la instalación no es propia para dichos diseños de iluminación, pues el conjunto es utilizado únicamente como centro de actividades deportivas, se aplicaran para albercas y gradas iluminación a base de vapor de sodio por su gran densidad de iluminación y por ser de alta presión adecuadas para este fin.

El diseño de iluminación mas contrastante se aplicara en la sección de comercios y plazas de acceso como un motivo atrayente, para el usuario en general, donde predominaran los colores azul y verde sobre fachadas de cristal y concreto de dichas zonas, se ocuparan luminarias y lámparas de aditivos metálicos y reflectores de vapor de mercurio para dar la intención de colorido al proyecto.

En las áreas generales se aplicara la luz fluorescente necesaria para su correcto funcionamiento para evitar así alzas en los presupuestos destinados a dicha partida.

La luz de emergencia se aplicara únicamente en circulaciones verticales como escaleras y rampas, así como en pasillos y vomitorios de las gradas para su desalojo en estacionamiento y plaza de acceso principal en un 40% de alumbrado; de igual manera la iluminación de la zona de gradas, la fosa de clavados y la alberca olímpica, con un mínimo de iluminación permitiendo así el desalojo de los competidores y el personal de servicio.

#### 5.3.4 Energía Solar Aplicada a Albercas Olimpicas

Para albercas cubiertas, si se siguen las indicaciones del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), la temperatura seca del aire del local será entre 2 °C y 3 °C mayor que la del agua, con un mínimo de 26 °C y un máximo de 28 °C, y la humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 5% y el 70%, siendo recomendable escoger el valor de diseño 60%.

Dado el importante volumen con el que nos encontramos, mantener la temperatura dentro de estos límites requiere de grandes cantidades de energía.

El conjunto de aprovechamiento solar para calentamiento de piscina cuenta con los siguientes subsistemas:

- Subsistema de captación. Constituido por los colectores térmicos, que van a ser los encargados de recibir la radiación solar y transformarla en calor.
- Subsistema de intercambio. Encargado de transferir calor desde el circuito de colectores hasta el circuito secundario de acumulación solar.
- Subsistema de almacenamiento. En este caso, constituido por el propio vaso de la piscina •

- Subsistema de control. Realiza las labores de parada y puesta en marcha de la instalación solar, en función de la diferencia de temperaturas entre el campo de colectores y la sonda situada en la parte mas baja del primer acumulador solar, y de la temperatura en la zona mas alta del ultimo deposito solar o en el retorno de la piscina.

La conexión del sistema auxiliar con el sistema solar, en el caso de calentamiento de la piscina, se hará, preferiblemente, en paralelo.

Las instalaciones solares, con una vida útil media de 20 años, son una prueba de una tecnología de confianza y de alto nivel. Para las piscinas cubiertas siempre será necesario realizar un calentamiento del agua contenida en el vaso, por lo que además de un equipo de apoyo auxiliar convencional. Cuando se trate de una piscina descubierta, tendremos la opción de no contar con algún tipo de calentamiento auxiliar, en este caso sólo tienen una temperatura confortable en algunos meses del año, y rara vez se encuentran lo suficientemente tibia durante la tarde o muy temprano, por la mañana.

Esto ha traído como consecuencia que se tengan que buscar nuevas alternativas de uso de energía y se ha encontrado que el uso de la energía solar encuentra aquí un campo de aplicación muy interesante, ya que la utilización de la energía solar en forma adecuada y eficiente puede suministrar toda la energía que se necesita para mantener la temperatura de la piscina dentro de un rango aceptable.

Ésta es una de las pocas aplicaciones en donde el costo del equipo solar es equiparable con el de los sistemas tradicionales. Si también se toma en cuenta que la energía solar es gratuita y que no contamina, la opción por el uso de energía solar para el calentamiento de piscinas se hace mucho más atractiva e interesante.

Debido a las bajas temperaturas de operación de estos sistemas (20-30 °C), se pueden utilizar colectores de energía solar muy sencillos, con tratamiento de pintura negra cuando se trate de una zona con buenas condiciones de irradiación.

## 5.4 Tipos y Clasificación de los tratamientos del agua en las piscinas

Todas las piscinas independientemente de su tamaño y de su utilización, estarán dotadas de varias instalaciones de tratamiento del agua, que asegure las garantías de su uso, sin que tenga ninguna sustancia nociva para la salud de los usuarios, controlando las condiciones físico-químicas y bacteriológicas del agua. Los métodos de depuración, control y tratamiento del agua de una piscina, evitarán lo descrito anteriormente y nos permitirán una calidad del agua óptima, con garantías para nuestra salud y para el medio ambiente. Existen varios métodos de depuración y soluciones para el tratamiento del agua en las piscinas.

- Métodos Físicos
- Métodos Químicos
- Métodos Físico – Químicos
- Control de PH

### 5.4.1 Métodos Físicos

#### 5.4.1.1 Filtración con Skimmers

El agua se aspira del fondo de la piscina a través del sumidero, y de la superficie por medio de los skimmers y en determinados casos de la toma de barredera, llegando al filtro por conducciones separadas provistas de sus correspondientes válvulas y retornando a la piscina a través de las boquillas de impulsión (figura 1).

Los skimmers disponen de una compuerta en su boca frontal, trabajando por aspiración del grupo o grupos de bombeo, siendo sus dimensiones aproximadas de 20-25 cm aproximadamente de diámetro. Admiten solo el agua de la lámina superficial y son distribuidos en el perímetro superior de la piscina, justo debajo de la piedra de coronamiento. Se colocará uno cada 25 m<sup>2</sup> de lámina de agua o fracción, con un mínimo de 2. Deben estar convenientemente situados a favor de los vientos predominantes para ayudar al arrastre de la suciedad hacia ellos. Es necesario recordar que el nivel del agua debe de mantenerse en la mitad de las tapas de los skimmers para un buen funcionamiento y la toma de barredera debe de ubicarse unos 15 cm por debajo de ese nivel máximo de agua.

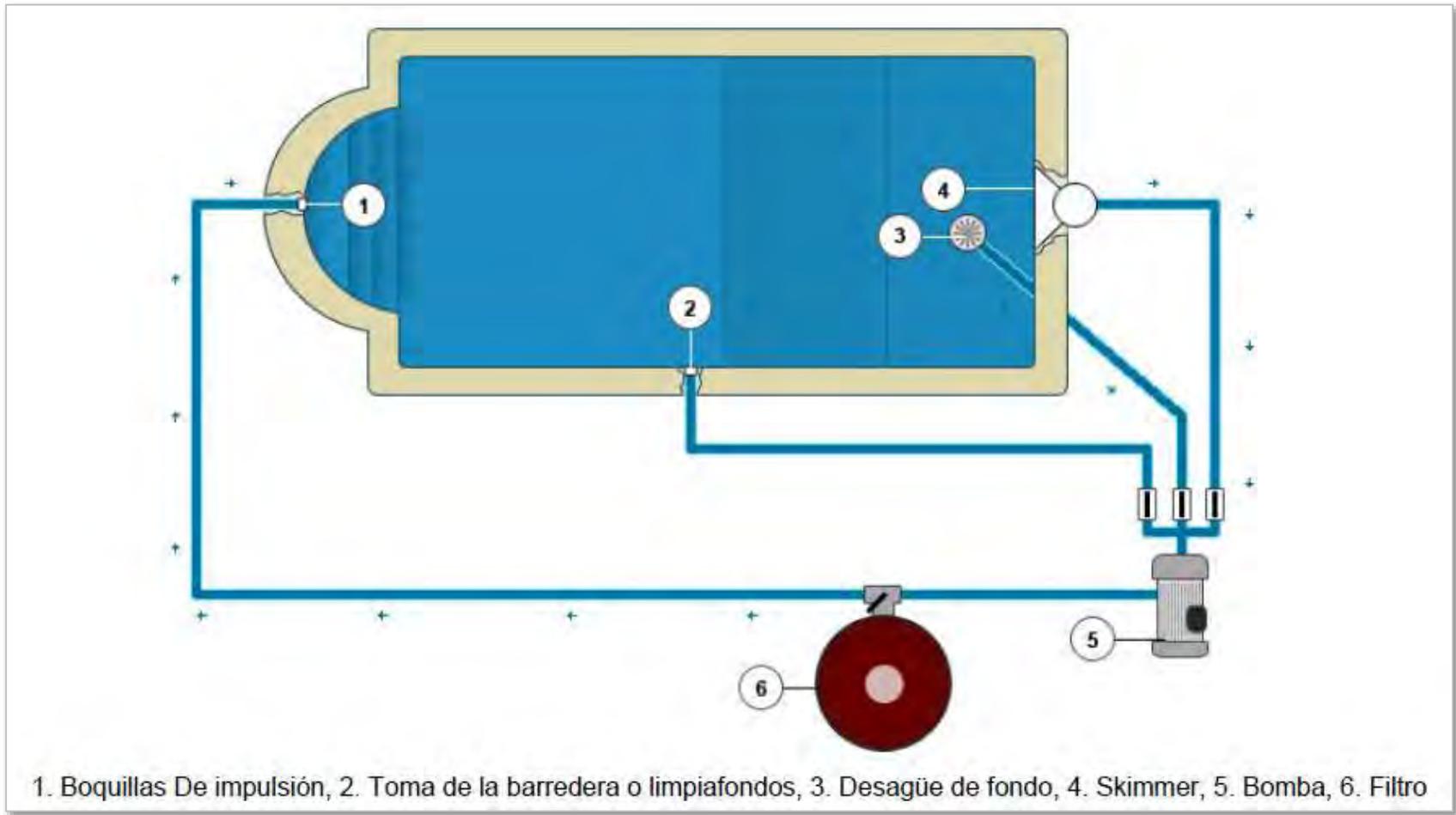


Figura 1. Esquema del filtrado con Skimmers

Los distribuidores de salida o impulsores (figura 2) van instalados en el lado opuesto del sumidero y de los skimmers, proporcionando de esta manera una renovación total del agua de la piscina. Se instalan a una altura de unos 20 cm por debajo del nivel del agua como se podido ver en el esquema de la figura 3.



Figura 2. Impulsores

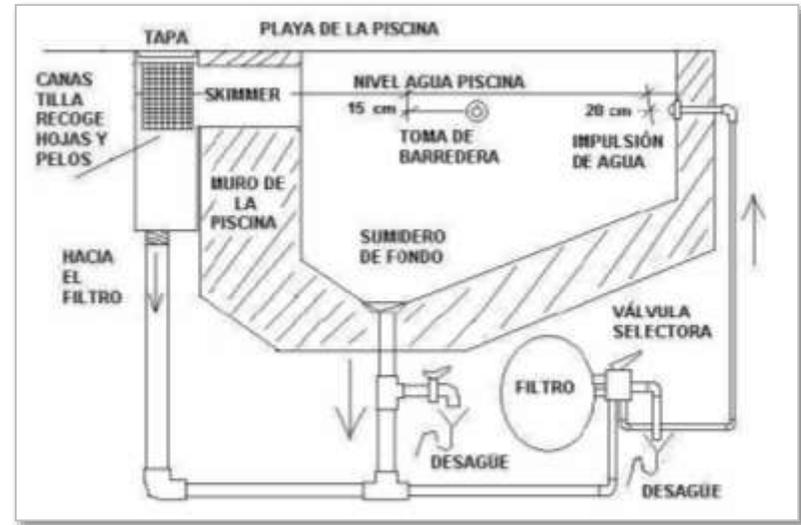


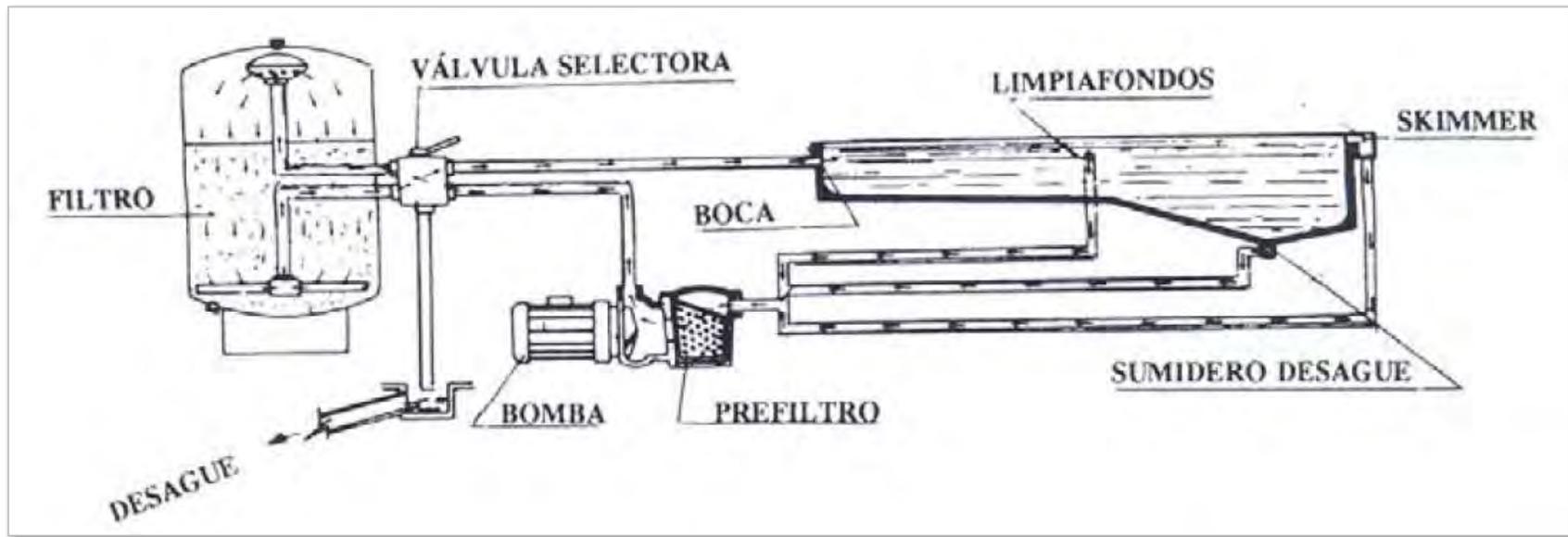
Figura 3. Esquema y ubicación de los elementos de una piscina con skimmers

Los elementos necesarios en la instalación para llevar a cabo la filtración son como ya se ha indicado:

- Los skimmers, toma de desagüe-fondo, toma de barredera
- Equipo de bombeo
- Válvula selectora
- Filtro
- Impulsores

En concreto, las piscinas con Skimmers son una opción económica pero ineficaz desde punto de vista de la eficiencia. Dando mejores resultados en piscinas simplemente rectangulares, que en piscinas de formas sinuosas o complicadas.

Para terminar, en la figura a continuación, se puede ver a modo de resumen un esquema general básico del funcionamiento de la instalación de filtrado con skimmers.



#### 5.4.1.2 Filtración con rebosaderos

Es un sistema de limpieza idéntico al de filtración con skimmer y por tanto, los elementos del sistema de filtrado y el funcionamiento es igual que lo descrito en el caso anterior, lo único que los diferencia es la sustitución del skimmer por el rebosadero perimetral, que los impulsores están en el fondo y no en las paredes laterales del vaso de la piscina y que en la mayoría de los casos es necesaria la instalación del depósito de compensación.

### 5.4.1.3 Material Filtrante

Una vez descritos los dos sistemas de filtración es necesario definir el componente de filtrado. Se refiere al material que se introducirá en el interior del filtro para poderse realizar el tratamiento de filtración.

Un medio de filtración debe de cumplir ciertas funciones en un filtro de presión. La función principal es retener los sólidos del agua. Cuanto más rugosa es la microestructura del medio filtrante, más efectivo es este medio para retener las partículas sólidas del agua, es decir, si la superficie es rugosa, pequeñas partículas en el agua quedarán retenidas con más facilidad que en un medio con superficie lisa<sup>15</sup>.

Uno de los métodos más usados y conocidos en la actualidad es la arena de sílice, pero existen muchos sistemas de filtrado activo en uso, como son la zeolita y en los últimos años la utilización de AFM (active filter media).

### 5.4.2 Métodos Químicos

Como se ha visto, la filtración y la recirculación es una de las partes más importantes para mantener limpia y saludable el agua de la piscina, pero por sí solas no son suficientes para tener un agua clara y libre de gérmenes. La filtración del agua tiene que estar íntimamente apoyada en un tratamiento químico que mantenga el agua del vaso de la piscina en unas condiciones adecuadas de uso.

Las bacterias, hongos y virus solo se eliminan con productos desinfectantes; la proliferación de algas solo se previene eficazmente con alguicidas, y las partículas y turbiedades más finas solo se pueden filtrar a través de floculantes.

También se usarán productos que controlen y regulen el pH, ya que si no se mantienen unos niveles adecuados, el tratamiento de limpieza a seguir puede ser totalmente ineficaz. Los compuestos químicos más utilizados van a ser descritos a continuación, siendo en un principio los productos clorados los que han tenido y tienen una mayor repercusión.

- Cloro: El cloro es un agente químico muy activo que actúa por oxidación. Convierte los residuos orgánicos complejos, como pueden ser: (piel, pelo, etc), algas y suciedad orgánica variada, en compuestos simples que pueden evaporarse en forma de gas. La desinfección con este compuesto es el método más usado, fácil, eficaz y barato. Su nombre comercial es Sinclor (Ácido tricloroisocianúrico).

Las plastillas de cloro es la opción más habitual a la hora del cuidado de la piscina privada, desde hace unos años ha mejorado mucho esta forma de mantenimiento, ya que las pastillas actuales además de clorar de forma progresiva contienen otros productos que ayudan al mantenimiento de la piscina, como son bactericidas, alguicidas, cristalizadores, fungicidas, floculantes, etc. Cuando el cloro se aplica al agua requiere, dependiendo del tipo de agua, un mayor o menor período de contacto y una mayor o menor dosis del desinfectante. Generalmente, un agua relativamente clara, con un pH cerca de la neutralidad, sin muchas materias orgánicas y sin fuertes contaminaciones, requiere de unos cinco a diez minutos de contacto con dosis menores a 1 mg/l de cloro. En cada caso se deberá determinar la dosis mínima requerida para que permanezca un pequeño residuo libre entre 0.4 y 1,5 mg/litro o p.p.m (partes por millón) que asegure un agua exenta de agentes patógenos vivos.

- Hipoclorito de sodio: Otro compuesto clorado que se suele utilizar con gran frecuencia en forma líquida o en pastillas. Compuesto con fórmula NaClO. La solución del hipoclorito de sodio se utiliza con frecuencia como desinfectante y como agente blanqueante. Se obtiene a partir del cloruro sódico en un proceso electroquímico. Se puede administrar a través de una bomba de dosificación.

Su utilización modifica el pH del agua, por lo que es necesario llevar un control de este. Tiene un gran poder desinfectante, es letal para varios microorganismos, virus y bacterias vegetativas. Tiene un carácter residual lo cual favorece su poder desinfectante.

Su principal inconveniente es su coste comercial y su manipulación, aunque esto último desaparecería si se generara “in situ” mediante un proceso físico-químico, tal y como se verá en el siguiente apartado.

- Dióxido de cloro: Debido a sus cualidades oxidantes selectivas, su aplicación es una alternativa a ser considerada donde, además de la desinfección, se requiere mejorar la calidad organoléptica del agua. Tiene un gran efecto en el control del sabor y el olor, pero su uso como desinfectante se ve limitado a causa de su complejidad y sensibilidad en la producción, y a un relativo coste elevado.

El dióxido de cloro no se vende como un producto listo para su uso, por lo que debe generarse in situ. Además, su producción y manejo entrañan complejidad y riesgos. Por lo que se usa en combinación con otras sustancias químicas para el tratamiento del agua.

- **Peróxido de hidrógeno:** El peróxido de hidrógeno es un desinfectante líquido, ecológico, libre de cloro, bromo y otras sustancias tóxicas. se caracteriza por su eficacia y bajo consumo en la desinfección y tratamiento de agua de piscina ecológico y sin toxicidad.

Tiene un gran poder, por lo que el agua se mantiene desinfectada incluso en los días de más calor y en el caso de que la piscina sea poco utilizada, el producto tarda más en consumirse, gracias a su efecto depósito. Pero su principal problema reside en que es necesario de una manipulación especializada, ya que es muy peligrosa. Esto implica que el uso de este compuesto eleve el coste de la instalación además de ser más caro que el cloro.

- **Bromo:** Tiene una eficacia desinfectante similar al cloro pero el bromo es más activo a pH elevados. No provoca malos olores ni irrita la piel, los ojos, mucosas, cabello o ropa. También tiene más capacidad de eliminar las algas, de hecho se puede utilizar en combinación con el cloro para ese uso. Se comercializa en tabletas y también puede ser usado con dosificadores automáticos. A diferencia del cloro, el bromo es un producto que tiene un elevado coste.

#### 5.4.3 Métodos Físico Químicos

Los métodos físico-químicos son sistemas que mediante un proceso físico transforman sustancias no desinfectantes en otras que sí lo son para la limpieza del agua de la piscina. Estas transformaciones se realizan “in situ”, según la demanda del agua y los productos que se generan se dosifican automáticamente según las exigencias del agua a tratar.

Los métodos físico-químicos más utilizados para la desinfección de piscinas son:

- Ionización cobre-plata.
- Electrólisis de sal o cloración salina.
- Luz ultravioleta.
- Tratamiento mediante ozono.

#### 5.4.3.1 Ionización cobre – plata

Es un sistema muy eficaz capaz de destruir microorganismos resistentes a otros procesos químicos. La utilización de un equipo de ionización cobre/plata en la red de circulación de agua, sea o no calefactada, provee efectos antiincrustantes, alguicidas, bacteriostáticos y estabilizadores de pH. Es necesaria la utilización de otros productos químicos de forma eventual, en un 10% de lo habitualmente aplicado.

Este tratamiento físico-químico del agua modifica las propiedades de las sales presentes en la misma, estabilizando los niveles de acidez (pH), e inhibiendo los procesos de incrustación y corrosión en los circuitos, bombas, filtros y calderas y creando un ambiente no propicio para la formación y crecimiento de algas y hongos.

Este sistema se instala en el circuito de filtrado, de acuerdo al caudal indicado por el fabricante de la misma, y antes de la caldera si la hubiere.

#### 5.4.3.2 Electrolisis de sal o cloración salina

La electrolisis de sal es un sistema de producción de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) mediante sal ( $\text{NaCl}$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Este sistema combina una alta tecnología y una ingeniería novedosa, con un material básico y muy económico en nuestra sociedad, como es la sal. Produce el cloro en forma de hipoclorito de sodio sin que exista ningún peligro en su manejo y aplicación.

Básicamente, la electrolisis salina supone el paso de una corriente continua por unos electrodos de titanio activados contenidos en una cámara de electrólisis sin separación de compartimentos. A través de esta cámara se recircula el agua del vaso que contiene una concentración de sal (cloruro sódico) alrededor de 3-6 grs/l.

El sistema de electrólisis salina no tiene consumo teórico de sal ya que trabaja en un ciclo cerrado. Cuando el agua salada se somete al proceso de electrolisis de sal, se convierte en hipoclorito de sodio que desinfecta el agua, pero en cuanto dicha agua retorna a la piscina y entra en contacto con el aire, el hipoclorito de sodio se volatiliza y vuelve a convertirse en sal que queda disuelta de nuevo en el agua (figura 3.25). Efectivamente, la electrogeneración de hipoclorito sódico ( $\text{NaClO}$ ) a partir de cloruro sódico vuelve nuevamente a rendir cloruro sódico tras la oxidación de la materia orgánica o la eliminación de patógenos.

Con este proceso se genera cloro puro sin otros subproductos indeseables aunque si productos que alargan el tiempo del efecto desinfectante. No provoca irritación en los ojos, las mucosas y la piel. Aunque es necesario realizar una nivelación del pH.

Se pueden tener esquemas de electrolisis salina en línea o con un by-pass, y siempre por detrás del sistema de calentamiento de agua si existe.



*Esquema de instalación en línea y by-pass*

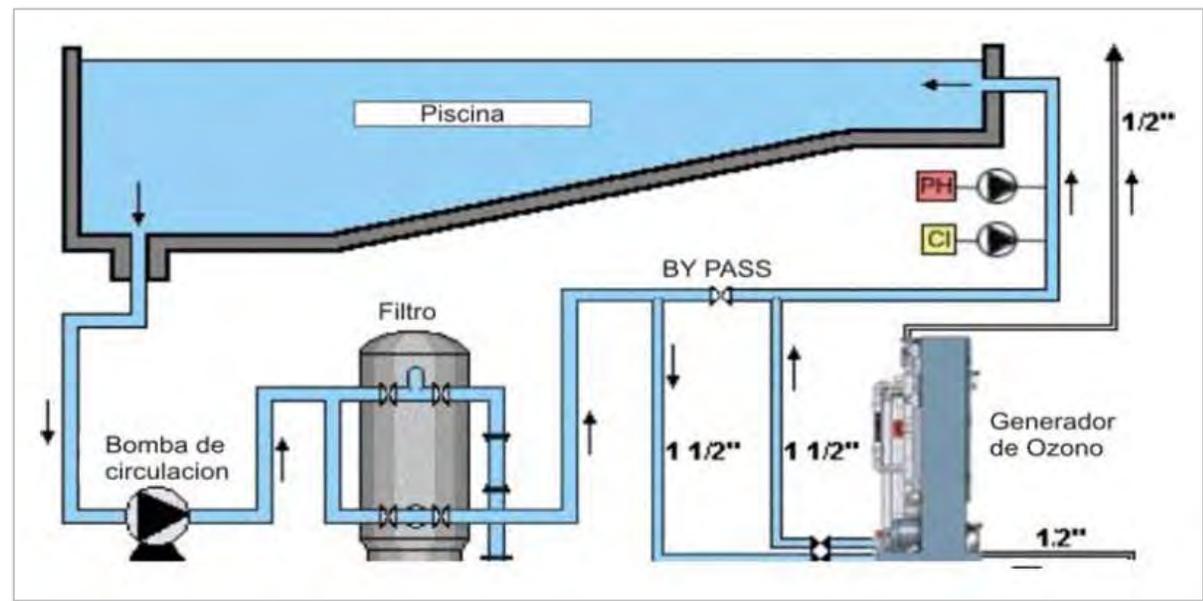
#### 5.4.3.3 Tratamiento por luz ultravioleta

El equipo automático de rayos de luz ultravioleta UV-C consigue una doble desinfección del agua mediante una reducción muy importante de las cloraminas (cloro combinado) y la neutralización de las bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el agua, impidiendo que se reproduzcan.

El resultado es una excelente calidad del agua, sin malos olores ni problemas de irritación de los ojos, menor gasto de producto químico y ahorro de agua de renovación. Pero solo se puede considerar como un proceso de apoyo, es necesario el aporte de otros elementos de desinfección.

#### 5.4.3.4 Tratamiento mediante Ozono

El ozono ( $O_3$ ) es un agente desinfectante muy efectivo y puede ser usado en piscinas reemplazando al cloro y el bromo que contienen productos químicos para la desinfección. El ozono una vez utilizado para la desinfección pasa a formar oxígeno y no deja rastro en el agua, pero el agua de la piscina para su mantenimiento necesita que tenga siempre una pequeña cantidad de desinfectante, por lo que el ozono al no tener carácter residual, debe utilizarse en compañía de otro compuesto, ya sea



Esquema de tratamiento de piscina con generador de ozono.

clorado u otro producto químico parecido. En muchos casos la cantidad de cloro en el agua de la piscina baja del 90%.

El ozono se produce artificialmente mediante vario métodos, el más usado es mediante la electricidad, en un proceso llamado “descarga de corona”, necesita oxígeno que extraen del aire o de bombas de oxígeno y electricidad.

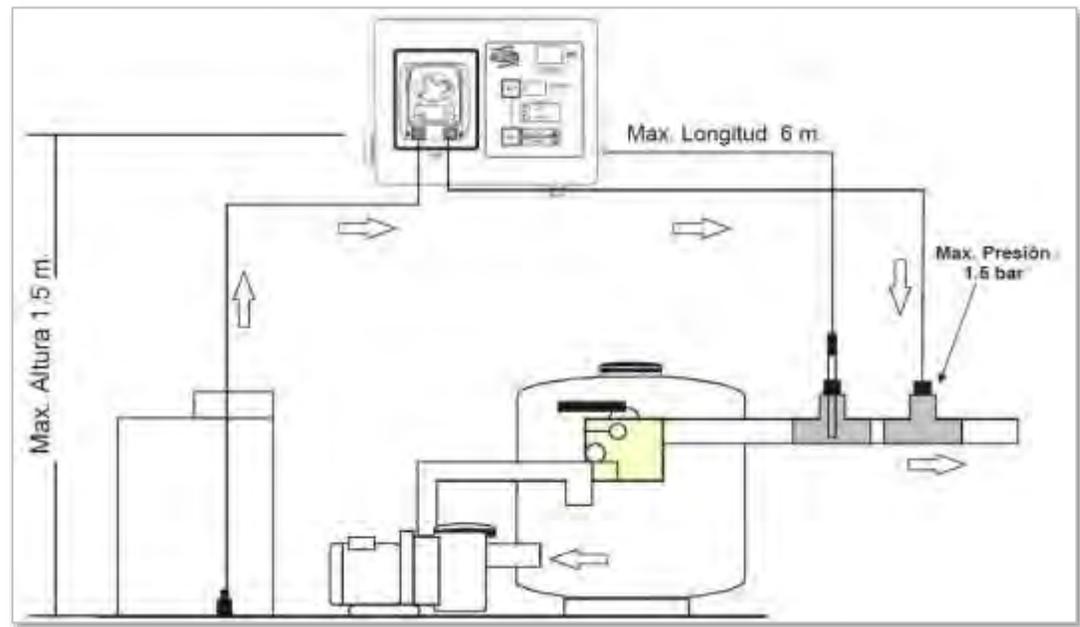
Su principal beneficio es la casi eliminación de típico olor a piscina, eliminación de los ojos rojos y demás desventajas del uso exclusivo del cloro y su peor desventaja es el coste y la instalación.

Comparado con otros procesos descritos la maquinaria necesaria es muy grande, por lo que requiere de un gran espacio y como se ha dicho anteriormente es necesario el aporte adicional de productos complementarios.

#### 5.4.4 Control del PH

Aunque el concepto de pH no es tan familiar como lo es el de la cloración, no es por ello menos importante. El pH óptimo para el agua de una piscina debe situarse en el rango 7.2 - 7.8, en el que afortunadamente el cloro es donde presenta su mayor efectividad. Un agua ácida (pH inferior a 7.0) puede producir corrosión en los accesorios de la piscina, mientras que un pH demasiado alcalino (mayor de 7.8) favorecerá la formación de incrustaciones calcáreas así como una pérdida de efectividad del cloro.

Además los procesos de cloración tienden a modificar el pH del agua por lo que es necesario realizar un control sobre este,



*Control automático de PH integrado con sistema de electrolisis salina*

incluso en algunos procesos de tratamiento de agua van unidos al control de pH. En la actualidad, la medida del pH del agua es un procedimiento sumamente sencillo.

Simplemente basta con introducir un electrodo en el agua y visualizar la medida directamente en el regulador. Sin embargo, no conviene olvidar que, como en cualquier otra técnica analítica, para obtener una medida de pH correcta es necesario realizar una buena calibración del regulador. Aun provocando un aumento del coste de la instalación es más óptimo realizar la regulación de forma automática, evitando la manipulación de productos peligrosos, que no exista una exactitud en las mediciones y que el control no sea continuo, cosa que puede acarrear problemas al resto de la instalación.

#### 5.4.5 Accesorios

Para asegurar las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas es obligatorio el uso de duchas antes de introducirse en ellas y en el caso que existan zonas con césped o tierra se puede hacer uso de lava-pies. Ambos elementos necesitan del abastecimiento de una red hidráulica procedente de la red de abastecimiento general, y no procedente de la piscina y de la misma forma los desagües de dichos elemento se reunirán para acometerse a la red de alcantarillado, nunca a la recirculación de la piscina.

Existen otros accesorios hidráulicos como pueden ser los jets de masaje, que si pertenecen al ciclo de la piscina, y que principalmente se usan para mejorar la confortabilidad de los usuarios. Este sistema de jets de masaje pretende crear un espacio de relax en la piscina, permitiendo a los usuarios disfrutar de un agradable baño con un coste no muy elevado.

El sistema de jets de masaje irá independiente de los otros sistemas hidráulicos. Mediante el pulsador piezoeléctrico se abre la electroválvula de aspiración del fondo del vaso, que activa la bomba que suministra agua y posteriormente la conduce hasta las boquillas de impulsión<sup>2</sup>. Allí el agua se mezcla con el aire procedente del exterior y provoca el chorro de masaje aire-agua. El accionamiento puede ser temporizado o manual.

### 5.5 ¿Qué es una Planta de tratamiento de Aguas Residuales?

Es el conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

- Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo
- Tratamiento integrado para producir el efecto esperado
- Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Para el dimensionamiento de esta Planta se dispone primero a saber el número de usuarios a beneficiar, y recurrir a la ficha técnica del fabricante. En este caso son las plantas de tratamiento de aguas servidas ECO PAEX, las cuales cuentan con un sistema de tratamiento biológico, con una aireación extendida de 24 horas.

Las características generales son un estanque dividido en dos compartimientos, uno donde se produce la aireación donde se entrega oxígeno al agua y las condiciones necesarias para que los microorganismos se reproduzcan y reduzcan la materia orgánica; y el otro donde se produce la sedimentación, para hacer que las bacterias formadas no escapen con el agua tratada y puedan ser reenviadas al primer compartimiento para que sigan purificando el agua.

Son estanques fabricados en poliéster reforzado en fibra de vidrio cumpliendo las normas de fabricación ASTM, dando una mayor durabilidad al estanque, especialmente si se encuentra enterrado. El diámetro de este modelo permite asegurar una altura de columna de agua, sobre nuestros difusores, es suficiente para asegurar una buena transferencia de oxígeno al agua y evitar los costos adicionales por mantenimiento de equipo y energía.

Cada planta posee un sistema de distribución hidráulico interno que permite la mayor eficiencia del sistema, de la misma forma se ha diseñado un sistema de retorno de bacterias optimizando el proceso. El diseño de esta planta ha contemplado el diseño de sistemas prototipos llegando a este diseño final optimizado.

El diseño de estas plantas de tratamiento de aguas servidas buscan la simplicidad de la operación, equipando la planta con sistemas fáciles de remover y limpiar, con escotillas especiales que facilitan la supervisión y el trabajo normal de operación de la planta.

Favorece un mayor tiempo de retención, mucho mayor que los diseños de purificación nacionales, lo que permite asegurar que las bacterias degraden adecuadamente la materia orgánica que arrastra el agua servida, hemos considerado zonas de decantación mayores al promedio permitiendo una mayor retención de partículas (bacterias), se complementa con un sistema eficiente de distribución hidráulica más una recirculación de lodo muy eficiente. Se han considerado sistemas dosificadores especiales con sistemas de control fáciles de chequear, operar, limpiar y estanques de contacto de cloro, con un volumen útil mayor para asegurar una buena desinfección reduciendo el consumo de cloro.

La calidad del agua a la entrada es de  $DBO_5$  250 mg/L pudiendo tratar sin problemas hasta 350 mg/L. SST 200 mg/L pudiendo tratar hasta 275 mg/L.

La calidad del agua de salida es de  $DBO_5 < 35$  mg/L y SST  $< 30$  mg/L, permitiendo con una dosis baja de cloro asegurar una reducción de los coliformes fecales a  $< 1000$  NMP/100 mL. Cumple con NCH 1.333 calidad del agua para diferentes usos del agua, en especial para la tabla N° 5 de dicha norma que señala la calidad necesaria para ser utilizada en riego y el DS N° 90/ MINSEGPRES que regula las descargas de aguas residuales a cuerpos o masa de aguas superficiales.

En su equipamiento incluye difusores de alta transferencia de oxígeno, sopladores poco ruidoso y de bajo consumo de energía, tableros de operación simple y segura, sistema de recirculación simple y fácil de regular.

Los costos de operación son a base de energía y consumo de cloro líquido (hipoclorito de sodio) o pastillas de cloro (hipoclorito de calcio).

## Capítulo 6. Proyecto Estructural

## 6.1 Memoria Descriptiva

Se diseñara el sistema constructivo, en base los requerimientos de programa arquitectónico, a las expectativas formales del diseño del Centro Acuático, y a la eficiencia en la construcción con materiales modernos, como lo son el acero, el vidrio y los materiales prefabricados.

Dada la magnitud del Conjunto Arquitectónico, solo se analizara para su procedimiento de cálculo y consecutivamente el pre dimensionamiento de las secciones el domo de la Planta Escenario.

Y como parte del planteamiento estructural del Conjunto, se propone la estructura de la zona de gradas a manera de marcos rígidos de concreto armado, con trabes ligas, zapatas y contratraves de concreto. Para las zonas exteriores se establecerán muros tabique rojo recocido, con rigidizadores (castillos) a cada 3 metros, cadenas de cerramiento cada 2.50 metros, contratraves y zapatas aisladas, así como losas reticulares de concreto armado con un espesor de 8 a 10 cm

Se ha propuesto el sistema constructivo a base de estructuras espaciales, que para este caso, son armaduras de acero, las cuales satisfacen las necesidades de librar claros superiores a los 50 metros, brindando ligereza a la estructura, por consecuente una cimentación más sencilla, y los gastos de ejecución de obra significativamente menores en relación a sistemas constructivos convencionales, como el concreto armado.

La estructura del trampolín de 3 metros, así como la de la torre de plataformas se plantean como estructuras independientes al domo principal, y se harán a base de columnas y trabes de concreto armado dando la singular forma de su concepto, recubriendo estas con el mismo panel fachada que se propone para las secciones de las armaduras del domo principal

La resistencia del terreno según la clasificación del reglamento de construcciones del Distrito Federal, ubican el terreno de estudio en la Zona I, la cual posee una resistencia de 2 a 4 toneladas por metro cuadrado, que para fines prácticos se harán los cálculos a un valor de 3 Tn/m<sup>2</sup>.

El domo a cuestión de análisis se compone de 9 armaduras, con la misma geometría.

### 6.1.1 CYPECAD

Dadas las exigencias estructurales de claros mayores de 50 metros, en el domo principal de nuestro conjunto arquitectónico, he dispuesto el procedimiento de cálculo y dimensionamiento a un software de un amplio uso en la construcción. El Software CYPECAD es uno de los pocos programas de cálculo de estructuras por ordenador desarrollados en España con un largo historial. Los primeros productos comercializados extensamente para este fin fueron de las empresas Soft y Fhecor al principio de los 80 pero, en la actualidad, no tienen productos para cálculo estructural.

CypeCAD es uno de los programas de cálculo más extendidos en arquitectura y obra civil en España, con aproximadamente 48.000 profesionales registrados.

Existe un elevado número de aplicaciones adjuntas al programa, que cubren las funciones típicas del diseño de edificios y obra civil, tales como generadores de precios, de presupuestos (programa Arquímedes), programas de ayuda para el cumplimiento de la normativa, cálculo de instalaciones, etc. Pero la función principal del programa CYPECAD es el cálculo de estructuras de hormigón armado mediante método matricial.

Una de las principales ventajas, es la vinculación de los planos de proyecto, ya que se pueden configurar en diferentes formatos y tamaños de papel, ya sean estándar o definidos por el usuario. Además, se pueden dibujar por impresora, plotter o exportar a formato DXF y DWG. En los planos de planta es posible incluir los DXF o DWG que se han utilizado para definir la obra.

CYPECAD, es un software el cual ha sido concebido para realizar el cálculo y dimensionamiento de estructuras de hormigón armado y metálicas, sometidas a acciones horizontales y verticales, para viviendas, edificios y proyectos de obra civil.

La utilización de CYPECAD garantiza la máxima fiabilidad de cálculo y el mejor diseño de planos.

CYPECAD y una aplicación de su software: Nuevo Metal 3D están conectados mediante las Estructuras 3D integradas, que permiten incluir en CYPECAD una estructura con los mismos supuestos de cálculo que tiene Nuevo Metal 3D.

Una estructura 3D integrada es una estructura metálica (acero o aluminio) o de madera, formada por nudos y barras con seis grados de libertad que se conecta y vincula a la estructura principal del edificio gestionada por CYPECAD.

Estructuras 3D integradas de CYPECAD no es un módulo propiamente dicho: para definir las basta con disponer de permisos para utilizar CYPECAD y Nuevo Metal 3D en la licencia de uso. Es factible añadir varias estructuras 3D a un mismo proyecto de CYPECAD.

Una estructura 3D integrada está vinculada a la estructura de CYPECAD mediante las conexiones, las cuales pueden situarse sobre los siguientes elementos de CYPECAD: pilares, arranques (sobre los que luego podrá definirse una zapata o encepado), vigas, forjados de losa maciza o reticulares o losas y vigas de cimentación.

CYPECAD permite introducir una estructura 3D integrada de dos modos: Creando directamente en CYPECAD una obra de Nuevo Metal 3D o Importando una obra de Nuevo Metal 3D sobre una obra de CYPECAD ya existente o sobre una obra nueva.

Con las Estructuras 3D integradas, CYPECAD también se beneficia de los módulos exclusivos de Nuevo Metal 3D. En el apartado Módulos de CYPECAD se indican: los exclusivos de CYPECAD, los comunes con Nuevo Metal 3D y los exclusivos de Nuevo Metal 3D que pueden utilizarse en las estructuras 3D integradas de CYPECAD.

#### 6.1.2 Memoria técnica de Armadura Tipo

Se procede a ingresar los datos de carga, acciones directas como sismo, e indirectas como las fuerzas de succión y presión por viento en el Software CypeCAD, se da pie al planteamiento de una geometría tipo, una armadura cuadrada con una distancia entre apoyos de 54 metros y una altura de 16 metros.

Se dispone a generar las memorias de cálculo, de cada una de las secciones, y se procede al criterio propio de optimización de dichos elementos, para después ser exportados a archivos CAD y realizar los planos estructurales.

Se llega a la conclusión de la utilización de vigas IPC, dadas sus características de peralte y gran resistencia, como elementos montantes horizontales y verticales para el planteamiento estructural del domo del Centro Acuático. Al final de esta tesis se adjuntan las memorias de cálculo de cada una de las secciones, de la cual solo mostrare 2 ejemplos, un montante horizontal (IPC 1575 x 406 x 232.4) y un montante vertical (IPC 1067 x 508 x 77.9) para fines prácticos de la comprensión de la elaboración de este sistema estructural.

### 6.1.3 Memoria técnica de cimentación tipo

Una vez analizadas las cargas propias de la estructura, instalaciones, recubrimientos, fuerzas actuantes de viento por succión y presión, diseño sísmico, se procede al dimensionamiento de la cimentación; una vez ingresados los valores de cargas, el software CypeCAD define 5 tipos de cimentaciones aisladas cuadradas, y ya en el criterio propio es posible prescindir de un tipo quedándonos solo con 4 elementos prototipos. Enseguida se dispone a la conformación de los elementos de liga, las contratraves, y se concluye a 2 tipos. Del mismo modo para fines prácticos, al final de esta tesis se adjuntara la memoria de cálculo de 1 zapata aislada cuadrada y una contratrabe de liga.

### 6.1.4 Recubrimientos

En este apartado se dispone a explicar dos de los recubrimientos que se utilizaran en el domo de la planta escenario.

Dadas las exigencias formales del concepto arquitectónico, se hace uso de materiales prefabricados, los cuales debido a su gran gama de propiedades físicas y estéticas hacen que sean aquellos que dominan el mercado en estos días, misma situación que sucede con materiales como el acero y el vidrio.

Se ha propuesto la utilización de un panel térmico – acústico (Panel Hebel) y un sistema de doble fachada, que debido a la exigencia del ritmo del volumen principal, satisfacen las necesidades formales en su totalidad.

#### 6.1.4.1 Panel Hebel para Muros Fachada

Una de las aplicaciones más importantes del Sistema Constructivo Hebel es el recubrimiento exterior en edificios, bodegas y centros comerciales. Los paneles se apoyan sobre elementos estructurales ya sea de acero o concreto reforzado como marcos, columnas y vigas.

Los paneles Hebel son elementos prefabricados de concreto celular curado en autoclave con un refuerzo interior de acero grado 70. El acero cuenta con un tratamiento anticorrosivo. Se pueden formar arreglos de paneles horizontalmente y verticalmente.

Por sus propiedades térmicas y ligereza, entre las principales ventajas del sistema de paneles Hebel para muros, están el ahorro en equipos de aire acondicionado y consumo de energía, resistencia al fuego, estructura y rapidez de construcción.

#### 6.1.4.2 Sistema Fachada TP – 52

El Acristalamiento Estructural es denominado a menudo como acristalamiento exterior pegado o acristalamiento de silicona, puesto que sólo los sellantes de silicona presentan las cualidades necesarias para este método de acristalamiento, como una perfecta estabilidad a la intemperie, a los rayos ultravioleta, combinado con una excelente adherencia y fácil mantenimiento y montaje.

El concepto de Acristalamiento Estructural fue ensayado intensivamente en los años sesenta. Los primeros edificios en los que fue instalado el Acristalamiento Estructural datan del año 1963. A estos les han seguido cientos de nuevas construcciones y la renovación de numerosos edificios o de manera que las fachadas de Acristalamiento Estructural consiguieron rápidamente un lugar en el entorno arquitectónico americano. Edificios viejos, cuyo precio de venta o ingresos por alquiler estaban cayendo, recuperaron un impulso gracias a su nuevo aspecto.

Algunas de las ventajas que proporciona este sistema de fachadas ligeras es el de mayor aislamiento térmico, puesto que tanto el vidrio como los sellantes de silicona son peores conductores del calor que los metales. Mejor insonorización, debido al soporte elástico de los acristalamientos se produce un menor paso de los ruidos y vibraciones al interior del edificio, al estar expuesto solamente el vidrio, se produce un calentamiento y enfriamiento proporcional en la superficie total del vidrio, por lo que decrece el peligro de rotura. Mayor estanqueidad contra la lluvia; y como punto importante, ahorro en los gastos de ejecución debido a su fácil colocación.

La nueva generación de fachada formada por un sistema de base con amplia gama de montantes y travesaños que da respuesta a las diferentes necesidades estéticas y constructivas de los proyectos arquitectónicos a través de soluciones integrales.

Este sistema de Fachada TP 52, es un sistema tradicional también conocido como sistema Stick, la fijación del vidrio a la perfilaría portante se lleva a cabo a través de un perfil presor continuo, atornillándose por el exterior a un portatornillos incorporado en montantes y travesaños para tal efecto. El vidrio queda sujeto a sus cuatro lados mediante este perfil que dispondrá de gomas separadoras para impedir el contacto vidrio metal. Este sistema cuenta con una capa antirreflejante, en diferentes tonalidades, lo que para efectos de este proyecto, nos da una opción de proteger de los reflejos del sol.

En el presente trabajo de tesis titulado “Centro Acuático Xochimilco” queda demostrado que el sitio propuesto para la realización del proyecto arquitectónico se integra completamente en unidad con el medio y el diseño que este representa.

La infraestructura favorece de gran manera las condiciones del emplazamiento arquitectónico ya que contamos con gran calidad en cuanto la energía eléctrica, condiciones en drenaje y agua potable. La infraestructura planteada en la zona de la delegación de Xochimilco favorecerá en una mejor calidad de los servicios, así como su correcta operación y mantenimiento.

El diseño del proyecto refleja la interacción entre medio y arquitectura, donde se aprecian las formas geométricas limpias, a un proyecto de gran envergadura con claridad y dinamismo formal, obteniendo como resultado la congregación armónica de valores arquitectónicos propios del diseño como son el ritmo, escala, claridad, unidad, etc.

La función y forma del diseño proyectado pretende actualizar la arquitectura convencional de la zona, para evitar la uniformidad arquitectónica que ha marcado la autoconstrucción de esta zona de la Ciudad de México, ofreciendo una imagen urbana no agresiva para la zona, independizando completamente la arquitectura del proyecto, logrando conocerse como un hito de la región.

Este proyecto lograra incrementar el deporte de la región, evitando el desplazamiento de la población a instalaciones periféricas de primer nivel deportivo.

La población en general tendrá la opción deportiva para su profesionalización ofreciendo salud a los usuarios, motivando a la participación de eventos competitivos a nivel escolar, regional y nacional.

Enciclopedia de Arquitectura Plazola Volumen 1

Reglamento de Construcciones del Distrito Federal

Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico

Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones

Neufert. El Arte de Proyectar en Arquitectura.

Arellano, R. (1992). Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento de la técnica. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

- Paginas Electrónicas

[www.i-natacion.com](http://www.i-natacion.com)

[www.deportespain.com](http://www.deportespain.com)

[www.csd.gob.es](http://www.csd.gob.es)

[www.fmcanotaje.org](http://www.fmcanotaje.org)

[www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09013a.html](http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09013a.html)

[www.paot.org.mx/centro/programas/delegacion/xochimi.html](http://www.paot.org.mx/centro/programas/delegacion/xochimi.html)

[www.snim.rami.gob.mx](http://www.snim.rami.gob.mx)

[www.cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/385.htm](http://www.cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/385.htm)

[www.reparacionpiscinas.es](http://www.reparacionpiscinas.es)

MEMORIAS DE CALCULO

# IPC 1575 X 406 X 237.4 (A36)

Barra N10/N50

Perfil: IPC 1575x406x237.4 (Separac. entre rigidizadores: 1000 mm. Espesor: 5 mm) Material: Acero (A36)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N10	N50	13.250	300.53	1125331.99	17804.76	179.26
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$		0.04	0.70	0.15	1.00		
$L_k$		0.500	9.318	2.000	13.250		
$\omega_1, \omega_2$		1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo $L_k$ : Longitud de pandeo (m) $\omega_1$ : Coeficiente de momentos para pandeo $\omega_2$ : Coeficiente de momentos para pandeo lateral							

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-05 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	$\lambda_c$	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	$\eta$	
N10/N50	N.P. <sup>(1)</sup>	$\lambda \leq 200.0$	$\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 91.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 46.8$	<b>CUMPLE</b> <b><math>\eta = 91.0</math></b>	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción $\lambda_c$ : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede										
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.										

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$\lambda : \underline{6}$$

Donde:

$\lambda$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

$$\lambda : \underline{6}$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{53000} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0}$$

r: Radio de giro dominante, tomado como el menor valor entre r<sub>x</sub> y r<sub>y</sub>

$$r : \underline{7.70} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

$$r_x : \underline{61.19} \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$r_y : \underline{7.70} \text{ cm}$$

Donde:

I<sub>x</sub>: Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{1125331.99} \text{ cm}^4$$

I<sub>y</sub>: Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{17804.76} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{300.53} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_t}{P_c} \leq 1$$

$$\eta_T : \underline{0.049}$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P, se produce para la combinación de hipótesis 1.4-G.

Donde:

P<sub>t</sub>: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_t : \underline{12.577} \text{ t}$$

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{257.480} \text{ t}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$\phi_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$\phi_p : \underline{0.90}$$

P<sub>n</sub>: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1-2:

$$P_n : \underline{286.089} \text{ t}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo E - E7-1-2).

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{300.53} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

a) Cuando:  $F_e \geq 0.44QF_y$

$$F_{cr} = Q \left[ 0.658 \frac{QF_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

i) para secciones doblemente simétricas,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_e = \frac{\pi^2 EC_w}{(K_x L)^2 + GJ} \frac{1}{I_x + I_y}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$C_w$ : Constante de alabeo de la sección

$K_x$ : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z

$L$ : Longitud de la barra

$G$ : Módulo de elasticidad transversal del acero

$J$ : Momento de inercia a torsión uniforme

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$K$ : Factor de longitud efectiva.

$L$ : Longitud de la barra

$r$ : Radio de giro dominante

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

$I$ : Momento de inercia

$A$ : Área total de la sección transversal de la barra.

$$Q = Q_c Q_s$$

3) para secciones formadas por elementos rigidizados y no rigidizados:

$Q_c$ : se calcula de la siguiente forma:

b) para alas, angulares, y chapas en pilares u otras barras comprimidas compuestas

$$\text{ii) si } 0.64 \sqrt{\frac{EK_c}{F_y}} < \frac{b}{t} \leq 1.17 \sqrt{\frac{EK_c}{F_y}}$$

$$Q_c = 1.415 - 0.65 \left(\frac{b}{t}\right) \sqrt{\frac{F_y}{EK_c}} \quad (\text{E7-8})$$

$$F_{cr} = \underline{951.95} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e = \underline{1212.69} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e = \underline{1212.69} \text{ kg/cm}^2$$

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$C_w = \underline{108199221.57} \text{ cm}^6$$

$$K_x = \underline{0.25}$$

$$L = \underline{53000} \text{ mm}$$

$$G = \underline{815494.39} \text{ kg/cm}^2$$

$$J = \underline{179.26} \text{ cm}^4$$

$$I_x = \underline{1125331.99} \text{ cm}^4$$

$$I_y = \underline{17804.76} \text{ cm}^4$$

$$F_e = \underline{86769.51} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{ex} = \underline{86769.51} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{ey} = \underline{476836.65} \text{ kg/cm}^2$$

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$K_x = \underline{0.18}$$

$$K_y = \underline{0.01}$$

$$L = \underline{53000} \text{ mm}$$

$$r_x = \underline{61.19} \text{ cm}$$

$$r_y = \underline{7.70} \text{ cm}$$

$$I_x = \underline{1125331.99} \text{ cm}^4$$

$$I_y = \underline{17804.76} \text{ cm}^4$$

$$A = \underline{300.53} \text{ cm}^2$$

$$Q_c = \underline{0.68}$$

$$Q_c = \underline{0.92}$$

$$Q_c = \underline{0.92}$$

Donde:

$b$ : La mitad del ancho total del ala

$t$ : Espesor del ala

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$0.35 \leq k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} \leq 0.76$$

Donde:

$h$ : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

$t_w$ : Espesor del alma

$$Q_s = \frac{A_{eff}}{A}$$

Donde:

$A$ : Área total de la sección transversal de la barra.

$A_{eff}$ : Suma de las áreas eficaces de la sección transversal basadas en el ancho eficaz reducido ' $h_e$ '.

a) en elementos esbeltos uniformemente comprimidos, excepto alas de secciones cuadradas y rectangulares de espesor uniforme

$$\text{i) Cuando: } \frac{h}{t} \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{f}}$$

$$h_e = 1.92t \sqrt{\frac{E}{f}} \left[ 1 - \frac{0.34}{\left(\frac{h}{t}\right) \sqrt{\frac{E}{f}}} \right] \leq h$$

Donde:

$$f = F_{cr}$$

Donde:

$F_{cr}$  es calculada asumiendo que  $Q = 1.0$

$h$ : Ancho del elemento comprimido no rigidizado

$t$ : Espesor del alma

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$b = \underline{203.20} \text{ mm}$$

$$t = \underline{15.90} \text{ mm}$$

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$k_c = \underline{0.35}$$

$$h = \underline{1543.20} \text{ mm}$$

$$t_w = \underline{11.10} \text{ mm}$$

$$Q_s = \underline{0.74}$$

$$A = \underline{300.53} \text{ cm}^2$$

$$A_{eff} = \underline{221.95} \text{ cm}^2$$

$$h_e = \underline{835.28} \text{ mm}$$

$$f = \underline{1057.50} \text{ kg/cm}^2$$

$$h = \underline{1543.20} \text{ mm}$$

$$t = \underline{11.10} \text{ mm}$$

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

### Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M = \underline{0.910} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.4-G.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c = \phi_b M_n$$

$$M_r = \underline{137.343} \text{ t-m}$$

$$M_c = \underline{150.934} \text{ t-m}$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$\phi_b$ : Factor de resistencia a flexión

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 4, Sección 2, División c,  $R_{pc}$  calculado según 2,  $F_l$  calculado según 1,  $F_{cr}$  calculado según 1

### 1. Límite elástico en el ala comprimida

$$M_n = R_{pc} M_{yc} = R_{pc} F_y S_{xc}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala comprimida:

$$S_{xc} = \frac{I_x}{y_c}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$R_{pc}$ : Factor de plastificación del alma calculado de la siguiente forma:

ii) Para  $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$

$$R_{pc} = \left[ \frac{M_p}{M_{yc}} - \left( \frac{M_p}{M_{yc}} - 1 \right) \left( \frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_p}{M_{yc}}$$

Donde:

$$M_p = Z_x F_y \leq 1.6 S_{xc} F_y$$

Donde:

$Z_x$ : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$M_{yc} = F_y S_{xc}$$

$h_c$ : Dos veces la distancia desde el baricentro a la cara interior del ala comprimida menos el radio de acuerdo

$t_w$ : Espesor del alma

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

$$\lambda_{rw} = 5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

1) para secciones doblemente simétricas en doble T a flexión:

$$\lambda_{pw} = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

### 2. Pandeo lateral

c) Si  $L_b > L_c$ :

$$M_n = F_{cr} S_{xc} \leq R_{pc} M_{yc}$$

Donde:

$$\phi_b = 0.90$$

$$M_n = 167.704 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_n = 388.835 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$F_y = 2548.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{xc} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1125331.99 \text{ cm}^4$$

$$y_c = 787.50 \text{ mm}$$

$$R_{pc} = 1.07$$

$$M_p = 425.155 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$Z_x = 16683.10 \text{ cm}^3$$

$$M_{yc} = 364.167 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$h_c = 1543.20 \text{ mm}$$

$$t_w = 11.10 \text{ mm}$$

$$\lambda = 139.03$$

$$\lambda_{rw} = 161.22$$

$$\lambda_{pw} = 106.35$$

$$E = 2038735.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_n = 167.704 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$L_b$ : Distancia entre puntos de arriostamiento o desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_r = 1.95 r_t \frac{E}{F_l} \sqrt{\frac{J}{S_{xc} h_c}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \left( \frac{F_l S_{xc} h_c}{E J} \right)^2}}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$J$ : Momento de inercia a torsión uniforme

$h_c$ : Distancia entre los baricentros de las alas

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12 \left( \frac{h_o}{d} + \frac{1}{6} a_w \frac{h^2}{h_o d} \right)}}$$

Donde:

$b_{fc}$ : Ancho del ala comprimida

$h_o$ : Distancia entre los baricentros de las alas

$d$ : Canto total de una viga en doble T

$h$ : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

$$a_w = \frac{h_c t_w}{b_{fc} t_c}$$

Donde:

$h_c$ : Dos veces la distancia desde el baricentro a la cara interior del ala comprimida menos el radio de acuerdo

$t_c$ : Espesor del ala comprimida

$t_w$ : Espesor del alma

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala comprimida:

$$S_{xc} = \frac{I_x}{y_c}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$F_l$  se calcula de la siguiente forma:

$$i) \text{ Para } \frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0.7$$

$$F_l = 0.7 F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$S_{xt}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala traccionada

$$S_{xt} = \frac{I_x}{y_t}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$y_t$ : Distancia entre la fibra extrema del ala traccionada en flexión y el baricentro

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala comprimida:

$$L_b = 13250 \text{ mm}$$

$$L_r = 10657.64 \text{ mm}$$

$$E = 2038735.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$J = 179.26 \text{ cm}^4$$

$$h_o = 1559.10 \text{ mm}$$

$$r_t = 9.85 \text{ cm}$$

$$b_{fc} = 406.40 \text{ mm}$$

$$h_o = 1559.10 \text{ mm}$$

$$d = 1575.00 \text{ mm}$$

$$h = 1543.20 \text{ mm}$$

$$a_w = 2.65$$

$$h_c = 1543.20 \text{ mm}$$

$$t_c = 15.90 \text{ mm}$$

$$t_w = 11.10 \text{ mm}$$

$$S_{xc} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1125331.99 \text{ cm}^4$$

$$y_c = 787.50 \text{ mm}$$

$$F_l = 1783.89 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2548.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{xt} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1125331.99 \text{ cm}^4$$

$$y_t = 787.50 \text{ mm}$$

$$S_{xc} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J}{S_{xc} I_0} \left(\frac{L_b}{r_t}\right)^2}$$

Donde:

$C_b$ : Factor de modificación del pandeo lateral tomado de forma conservadora, como:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$L_b$ : Distancia entre puntos de arriostamiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$r_t$ : Radio de giro eficaz para pandeo lateral

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala comprimida:

$h_o$ : Distancia entre los baricentros de las alas

i) Para  $\frac{I_{yc}}{I_y} > 0.23$

J se calcula de forma normal

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$I_{yc}$ : Momento de inercia alrededor del eje Y respecto al ala comprimida

$$M_{yc} = F_y S_{xc}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$R_{pc}$ : Factor de plastificación del alma calculado de la siguiente forma:

ii) Para  $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$

$$R_{pc} = \left[ \frac{M_D}{M_{yc}} - \left( \frac{M_D}{M_{yc}} - 1 \right) \left( \frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{TW} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_D}{M_{yc}}$$

Donde:

$$M_D = Z_x F_y \leq 1.6 S_{xc} F_y$$

Donde:

$Z_x$ : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$M_{yc} = F_y S_{xc}$$

$h_c$ : Dos veces la distancia desde el baricentro a la cara interior del ala comprimida menos el radio de acuerdo

$t_w$ : Espesor del alma

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

$$\lambda_{TW} = 5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

1) para secciones doblemente simétricas en doble T a flexión:

$$\lambda_{pw} = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$F_e = \underline{1173.58} \text{ kg/cm}^2$$

$$C_b = \underline{1.00}$$

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$L_b = \underline{13250} \text{ mm}$$

$$r_t = \underline{9.85} \text{ cm}$$

$$S_{xc} = \underline{14289.93} \text{ cm}^3$$

$$h_o = \underline{1559.10} \text{ mm}$$

$$J = \underline{179.26} \text{ cm}^4$$

$$I_y = \underline{17804.76} \text{ cm}^4$$

$$I_{yc} = \underline{8893.59} \text{ cm}^4$$

$$M_{yc} = \underline{364.167} \text{ t-m}$$

$$F_y = \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{pc} = \underline{1.07}$$

$$M_D = \underline{425.155} \text{ t-m}$$

$$Z_x = \underline{16683.10} \text{ cm}^3$$

$$M_{yc} = \underline{364.167} \text{ t-m}$$

$$h_c = \underline{1543.20} \text{ mm}$$

$$t_w = \underline{11.10} \text{ mm}$$

$$\lambda = \underline{139.03}$$

$$\lambda_{TW} = \underline{161.22}$$

$$\lambda_{pw} = \underline{106.35}$$

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

### 3. Pandeo local del ala comprimida

b) Para secciones con alas no compactas:

$$M_n = \left[ R_{pc} M_{yc} - (R_{pc} M_{yc} - F_y S_{xc}) \left( \frac{\lambda - \lambda_{plf}}{\lambda_{rl} - \lambda_{plf}} \right) \right]$$

$$M_n = \underline{373.318} \text{ t-m}$$

Donde:

$$M_{yc} = F_y S_{xc}$$

$$M_{ye} = \underline{364.167} \text{ t-m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala comprimida:

$$S_{xc} = \frac{I_{yc}}{y_c}$$

$$S_{xc} = \underline{14289.93} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$I_x = \underline{1125331.99} \text{ cm}^4$$

$$y_c = \underline{787.50} \text{ mm}$$

$R_{pc}$ : Factor de plastificación del alma calculado de la siguiente forma:

ii) Para  $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$

$$R_{pc} = \left[ \frac{M_D}{M_{yc}} - \left( \frac{M_D}{M_{yc}} - 1 \right) \left( \frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{TW} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_D}{M_{yc}}$$

$$R_{pc} = \underline{1.07}$$

Donde:

$$M_D = Z_x F_y \leq 1.6 S_{xc} F_y$$

$$M_D = \underline{425.155} \text{ t-m}$$

Donde:

$Z_x$ : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$M_{yc} = F_y S_{xc}$$

$$Z_x = \underline{16683.10} \text{ cm}^3$$

$$M_{yc} = \underline{364.167} \text{ t-m}$$

$h_c$ : Dos veces la distancia desde el baricentro a la cara interior del ala comprimida menos el radio de acuerdo

$t_w$ : Espesor del alma

$$h_c = \underline{1543.20} \text{ mm}$$

$$t_w = \underline{11.10} \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

$$\lambda = \underline{139.03}$$

$$\lambda_{TW} = 5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{TW} = \underline{161.22}$$

1) para secciones doblemente simétricas en doble T a flexión:

$$\lambda_{pw} = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{pw} = \underline{106.35}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$F_L$  se calcula de la siguiente forma:

i) Para  $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0.7$

$$F_L = 0.7 F_y$$

$$F_L = \underline{1783.89} \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y = \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$S_{xt}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala traccionada

$$S_{xt} = \frac{I_x}{y_t}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X  
 $y_t$ : Distancia entre la fibra extrema del ala traccionada en flexión y el baricentro

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala comprimida:

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{2t_{fc}}$$

Donde:

$b_{fc}$ : Ancho del ala comprimida  
 $t_{fc}$ : Espesor del ala comprimida

$$\lambda_{ptf} = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{tr} = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

#### 4. Límite elástico en el ala traccionada

a) Si se cumple que  $S_{xt} \geq S_{xc}$ , el estado límite elástico en el ala traccionada no se aplica.

$S_{xt}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala traccionada

$$S_{xt} = \frac{I_x}{y_t}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X  
 $y_t$ : Distancia entre la fibra extrema del ala traccionada en flexión y el baricentro

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al ala comprimida:

$$S_{xc} = \frac{I_x}{y_c}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X  
 $y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

#### Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_{M_x} = \frac{M_u}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_{M_x} < 0.001$$



El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_u$ , se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.4-G.

Donde:

$$S_{xt} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1125331.99 \text{ cm}^4$$

$$y_t = 787.50 \text{ mm}$$

$$S_{xc} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$\lambda = 12.78$$

$$b_{fc} = 406.40 \text{ mm}$$

$$t_{fc} = 15.90 \text{ mm}$$

$$\lambda_{ptf} = 10.75$$

$$\lambda_{tr} = 28.28$$

$$E = 2038735.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{xt} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1125331.99 \text{ cm}^4$$

$$y_t = 787.50 \text{ mm}$$

$$S_{xc} = 14289.93 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1125331.99 \text{ cm}^4$$

$$y_c = 787.50 \text{ mm}$$

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$\phi_b$ : Factor de resistencia a flexión

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 2, División b

$$M_r = 0.008 \text{ t-m}$$

$$M_c = 29.220 \text{ t-m}$$

$$\phi_b = 0.90$$

$$M_n = 32.467 \text{ t-m}$$

$$M_n = 34.673 \text{ t-m}$$

$$F_y = 2548.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$Z_y = 1360.56 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 876.22 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 17804.76 \text{ cm}^4$$

$$x = 203.20 \text{ mm}$$

#### 1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y \leq 1.6 F_y S_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$Z_y$ : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

#### 2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[ M_p - (M_p - 0.7 F_y S_y) \left( \frac{\lambda - \lambda_{ptf}}{\lambda_{tr} - \lambda_{ptf}} \right) \right]$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$M_p = Z_y F_y \leq 1.6 F_y S_y$$

Donde:

$Z_y$ : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

i) para secciones en doble T:

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$M_n = 32.467 \text{ t-m}$$

$$F_y = 2548.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_p = 34.673 \text{ t-m}$$

$$Z_y = 1360.56 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 876.22 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 17804.76 \text{ cm}^4$$

$$x = 203.20 \text{ mm}$$

$$\lambda = 12.78$$

$$\lambda = \frac{b}{t}$$

Donde:

$b$ : La mitad del ancho total del ala

$t$ : Espesor del ala

$$b = 203.20 \text{ mm}$$

$$t = 15.90 \text{ mm}$$

$$\lambda_{ptf} = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{ptf} = 10.75$$

$$\lambda_{tr} = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{tr} = 28.28$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E = 2038735.98 \text{ kg/cm}^2$$

### Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V}{V_c} \leq 1 \quad \eta_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V$ , se produce para la combinación de hipótesis 1.4-G

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.001} \text{ t}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{177.847} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$\phi_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{197.607} \text{ t}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$A_w = 2b_t t_f$$

$$A_w : \underline{129.24} \text{ cm}^2$$

Donde:

$b_t$ : Anchura total del ala

$$b_t : \underline{406.40} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala

$$t_f : \underline{15.90} \text{ mm}$$

b) para todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma,  $C_v$ , se calcula de la siguiente forma:

$$i) \frac{b}{t_f} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

$b$ : La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{203.20} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala

$$t_f : \underline{15.90} \text{ mm}$$

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

### Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V}{V_c} \leq 1 \quad \eta_v : \underline{0.085} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V$ , se produce en el nudo N10, para la combinación de hipótesis 1.4-G.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{18.782} \text{ t}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{222.167} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

Para todo lo detallado en el Capítulo G excepto la Sección G2.1 a:

$\phi_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G2).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{246.852} \text{ t}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$A_w = d t_w$$

$$A_w : \underline{174.83} \text{ cm}^2$$

Donde:

$d$ : Canto total

$$d : \underline{1575.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma

$$t_w : \underline{11.10} \text{ mm}$$

#### 1. Resistencia nominal a cortante

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma,  $C_v$ , se calcula de la siguiente forma:

$$ii) 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}} < \frac{h}{t_w} \leq 1.37 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = \frac{1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}}{\frac{h}{t_w}}$$

$$C_v : \underline{0.92}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$k_v = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}$$

$$K_v : \underline{17.03}$$

Donde:

$a$ : Distancia libre entre rigidizadores transversales

$$a : \underline{995.00} \text{ mm}$$

$h$ : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

$$h : \underline{1543.20} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma

$$t_w : \underline{11.10} \text{ mm}$$

#### 2. Comprobación de rigidizadores transversales

(b) si  $\eta_v = \frac{V}{V_c} \leq 1$

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{18.782} \text{ t}$$

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{75.181} \text{ t}$$

Donde:

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{83.534} \text{ t}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$A_w = dt_w$

Donde:

$d$ : Canto total

$t_w$ : Espesor del alma

$C_v$ : se calcula de la siguiente forma:

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma,  $C_v$ , se calcula de la siguiente forma:

$$\text{iii) } \frac{h}{t_w} > 1.37 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = \frac{1.51 E k_v}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2 F_y}$$

Donde:

$h$ : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

$t_w$ : Espesor del alma

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$F_y$ : 2548.42 kg/cm<sup>2</sup>

$A_w$ : 174.83 cm<sup>2</sup>

$d$ : 1575.00 mm

$t_w$ : 11.10 mm

$C_v$ : 0.31

$C_v$ : 0.31

$h$ : 1543.20 mm

$t_w$ : 11.10 mm

$E$ : 2038735.98 kg/cm<sup>2</sup>

$K_v$ : 5.00

en secciones con alas cuando la chapa del alma está arriestrada en sus cuatro lados por alas o rigidizadores (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G3).

### 1. Límites de uso para la aplicación del campo de tensiones

(a) si se consideran paneles en los extremos de todos los elementos con rigidizadores transversales:

El campo de tensiones no puede aplicarse para calcular la resistencia a cortante

### Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$\eta = \underline{0.468} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.4-G.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

$$\eta = \frac{T_r}{T_c} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

$$\eta = \sqrt{\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}}} \leq 1$$

$$\eta = \underline{0.468} \quad \checkmark$$

$$\eta = \sqrt{\frac{f_{vx}}{F_{vx}} + \frac{f_{vy}}{F_{vy}} + \frac{f_t}{F_t}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta = \sqrt{\left[\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}}\right]^2 + \left[\frac{f_{vx}}{F_{vx}} + \frac{f_{vy}}{F_{vy}} + \frac{f_t}{F_t}\right]^2} \leq 1$$

$$\eta = \underline{0.219} \quad \checkmark$$

### 3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

$T_r$ : Resistencia a torsión requerida

$T_r$ : 0.000 t·m

$T_c = \phi_t T_n$

$T_c$ : 1.230 t·m

Donde:

$\phi_t$ : Factor de resistencia para torsión

$\phi_t$ : 0.90

$T_n$ : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n = F_n C$$

$T_n$ : 1.367 t·m

Donde:

$C$ : Módulo resistente a torsión

$C$ : 112.74 cm<sup>3</sup>

c) El estado limite de pandeo

$$F_n = F_{cr}$$

$F_n$ : 1212.69 kg/cm<sup>2</sup>

Donde:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

$F_{ex}$ : 86769.51 kg/cm<sup>2</sup>

$F_{ey}$ : 476836.65 kg/cm<sup>2</sup>

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del

$E$ : 2038735.98 kg/cm<sup>2</sup>

acero

$K$ : Factor de longitud efectiva.

$K_x$ : 0.18

$K_y$ : 0.01

$L$ : Longitud de la barra

$L$ : 53000 mm

$r$ : Radio de giro dominante

$r_x$ : 61.19 cm

$r_y$ : 7.70 cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

$I$ : Momento de inercia

$I_x$ : 1125331.99 cm<sup>4</sup>

$I_y$ : 17804.76 cm<sup>4</sup>

$A$ : Área total de la sección transversal de la barra.

$A$ : 300.53 cm<sup>2</sup>

$$F_e = \left[ \frac{\pi^2 E C_w}{(K_x L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y}$$

$F_e$ : 1212.69 kg/cm<sup>2</sup>

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del

$E$ : 2038735.98 kg/cm<sup>2</sup>

acero

$C_w$ : Constante de alabeo de la

$C_w$ : 108199221.57 cm<sup>6</sup>

sección

**K<sub>z</sub>**: Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z  
**L**: Longitud de la barra  
**G**: Módulo de elasticidad transversal del acero  
**J**: Momento de inercia a torsión uniforme  
**I<sub>x</sub>**: Momento de inercia respecto al eje X  
**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia respecto al eje Y

**K<sub>z</sub>**:  $\frac{0.25}{}$   
**L**:  $\frac{53000}{}$  mm  
**G**:  $\frac{815494.39}{}$  kg/cm<sup>2</sup>  
**J**:  $\frac{179.26}{}$  cm<sup>4</sup>  
**I<sub>x</sub>**:  $\frac{1125331.99}{}$  cm<sup>4</sup>  
**I<sub>y</sub>**:  $\frac{17804.76}{}$  cm<sup>4</sup>

**Q<sub>z</sub>**: Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.  
**I<sub>x</sub>**: Momento de inercia respecto al eje X  
**b**: Espesor del elemento en el punto pésimo.

**Q<sub>z</sub>**:  $\frac{0.00}{}$  cm<sup>3</sup>  
**I<sub>x</sub>**:  $\frac{1125331.99}{}$  cm<sup>4</sup>  
**b**:  $\frac{15.90}{}$  mm

### Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

**f<sub>a</sub>**: Tensión normal debida al esfuerzo axial (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a = \frac{P}{A}$$

Donde:

**P**: Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

**A**: Área total de la sección transversal de la barra.

**f<sub>bx</sub>**: Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} = \frac{-Y}{I_x} M_x$$

Donde:

**M<sub>x</sub>**: Resistencia requerida a flexión alrededor del eje x (para las combinaciones de carga LRFD).

**I<sub>x</sub>**: Momento de inercia respecto al eje X

**y**: Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

**f<sub>by</sub>**: Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

$$f_{by} = \frac{-X}{I_y} M_y$$

Donde:

**M<sub>y</sub>**: Resistencia requerida a flexión alrededor del eje y (para las combinaciones de carga LRFD).

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia respecto al eje Y

**x**: Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

**f<sub>vx</sub>**: Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

$$f_{vx} = \frac{V_x Q_y}{I_y b}$$

Donde:

**V<sub>x</sub>**: Resistencia requerida a cortante en la dirección x (para las combinaciones de carga LRFD).

**Q<sub>y</sub>**: Momento estático respecto del eje y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia respecto al eje Y

**b**: Espesor del elemento en el punto pésimo.

**f<sub>vy</sub>**: Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

$$f_{vy} = \frac{V_y Q_x}{I_x b}$$

Donde:

**V<sub>y</sub>**: Resistencia requerida a cortante en la dirección y (para las combinaciones de carga LRFD).

**f<sub>a</sub>**:  $\frac{41.85}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**P**:  $\frac{12.577}{}$  t

**A**:  $\frac{300.53}{}$  cm<sup>2</sup>

**f<sub>bx</sub>**:  $\frac{961.12}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**M<sub>x</sub>**:  $\frac{137.343}{}$  t·m

**I<sub>x</sub>**:  $\frac{1125331.99}{}$  cm<sup>4</sup>

**y**:  $\frac{-787.50}{}$  mm

**f<sub>by</sub>**:  $\frac{0.92}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**M<sub>y</sub>**:  $\frac{0.008}{}$  t·m

**I<sub>y</sub>**:  $\frac{17804.76}{}$  cm<sup>4</sup>

**x**:  $\frac{-203.20}{}$  mm

**f<sub>vx</sub>**:  $\frac{0.00}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**V<sub>x</sub>**:  $\frac{0.001}{}$  t

**Q<sub>y</sub>**:  $\frac{0.00}{}$  cm<sup>3</sup>

**I<sub>y</sub>**:  $\frac{17804.76}{}$  cm<sup>4</sup>

**b**:  $\frac{15.90}{}$  mm

**f<sub>vy</sub>**:  $\frac{0.00}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**V<sub>y</sub>**:  $\frac{18.782}{}$  t

**f<sub>t</sub>**: Tensión tangencial debida a torsión.

$$f_t = \pm \frac{b}{J} T_r$$

Donde:

**T<sub>r</sub>**: Resistencia requerida a torsión (para las combinaciones de carga LRFD).

**J**: Momento de inercia a torsión uniforme

**b**: Espesor del elemento en el punto pésimo.

**F<sub>a</sub>**: Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a = \phi_c F_{cr}$$

Donde:

**φ<sub>c</sub>**: Factor de seguridad para compresión.

**F<sub>cr</sub>**: Resistencia crítica de pandeo (calculada según el Capitulo E).

**F<sub>bx</sub>**, **F<sub>by</sub>**: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

$$F_{bx} = F_{by} = \phi_b F_y$$

Donde:

**φ<sub>b</sub>**: Factor de resistencia para flexión.

**F<sub>y</sub>**: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

**F<sub>vx</sub>**, **F<sub>vy</sub>**: Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

$$F_{vx} = F_{vy} = \phi_v F_y / \sqrt{3}$$

Donde:

**φ<sub>v</sub>**: Factor de resistencia para cortante.

**F<sub>y</sub>**: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

**F<sub>t</sub>**: Resistencia a torsión de la sección.

$$F_t = \phi_t F_y / \sqrt{3}$$

Donde:

**φ<sub>t</sub>**: Factor de resistencia para torsión

**F<sub>y</sub>**: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

**f<sub>t</sub>**:  $\frac{-0.18}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**T<sub>r</sub>**:  $\frac{0.000}{}$  t·m

**J**:  $\frac{179.26}{}$  cm<sup>4</sup>

**b**:  $\frac{15.90}{}$  mm

**F<sub>a</sub>**:  $\frac{856.75}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**φ<sub>c</sub>**:  $\frac{0.90}{}$

**F<sub>cr</sub>**:  $\frac{951.95}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**F<sub>bx</sub>**:  $\frac{2293.58}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**F<sub>by</sub>**:  $\frac{2293.58}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**φ<sub>b</sub>**:  $\frac{0.90}{}$

**F<sub>y</sub>**:  $\frac{2548.42}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**F<sub>vx</sub>**:  $\frac{1324.20}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**F<sub>vy</sub>**:  $\frac{1324.20}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**φ<sub>v</sub>**:  $\frac{0.90}{}$

**F<sub>y</sub>**:  $\frac{2548.42}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**F<sub>t</sub>**:  $\frac{1324.20}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

**φ<sub>t</sub>**:  $\frac{0.90}{}$

**F<sub>y</sub>**:  $\frac{2548.42}{}$  kg/cm<sup>2</sup>

# IPC 1067 X 508 X 280.8 (A36)

Barra N13/N14

Perfil: IPC 1067x508x280.8 (Separac. entre rigidizadores: 1000 mm. Espesor: 5 mm) Material: Acero (A36)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N13	N14	16.000	355.42	728800.23	48523.17	440.36
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.		
		β	0.00	0.67	1.00	0.00	
		L <sub>k</sub>	0.000	10.682	16.000	0.000	
		ω <sub>1</sub> , ω <sub>2</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) ω <sub>1</sub> : Coeficiente de momentos para pandeo ω <sub>2</sub> : Coeficiente de momentos para pandeo lateral							

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-05 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM,M <sub>2</sub> V,V,T	
N13/N14	N.P. <sup>(1)</sup>	λ ≤ 200.0	x: 0 m η = 6.0	x: 16 m η = 64.8	x: 16 m η < 0.1	η < 0.1	η = 6.6	x: 16 m η = 67.1	<b>CUMPLE</b> <b>η = 67.1</b>
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM,M <sub>2</sub> V,V,T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede									
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.									

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$\lambda < \underline{1} \quad \checkmark$$

Donde:

λ: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

$$\lambda : \underline{0}$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{16000} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0}$$

r: Radio de giro dominante, tomado como el menor valor entre r<sub>x</sub> y r<sub>y</sub>

$$r : \underline{11.68} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

$$r_x : \underline{45.28} \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$r_y : \underline{11.68} \text{ cm}$$

Donde:

I<sub>x</sub>: Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{728800.23} \text{ cm}^4$$

I<sub>y</sub>: Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{48523.17} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{355.42} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_c} \leq 1$$

$$\eta_t : \underline{0.060} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P<sub>t</sub>, se produce en el nudo N13, para la combinación de hipótesis 1.4-G.

Donde:

P<sub>t</sub>: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_t : \underline{25.957} \text{ t}$$

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{433.349} \text{ t}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

φ<sub>p</sub>: Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$\phi_p : \underline{0.90}$$

P<sub>n</sub>: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1-2:

$$P_n : \underline{481.499} \text{ t}$$

$$P_n = F_y A$$

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo E - E7-1-2).

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{355.42} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

a) Cuando:  $F_e \geq 0.44QF_y$

$$F_{cr} = Q \left[ 0.658 \frac{QF_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

i) para secciones doblemente simétricas,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_e = \frac{\pi^2 EC_w}{(K_x L)^2 + GJ} \frac{1}{I_x + I_y}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$C_w$ : Constante de alabeo de la sección

$K_x$ : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z

$L$ : Longitud de la barra

$G$ : Módulo de elasticidad transversal del acero

$J$ : Momento de inercia a torsión uniforme

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$K$ : Factor de longitud efectiva.

$L$ : Longitud de la barra

$r$ : Radio de giro dominante

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

$I$ : Momento de inercia

$A$ : Área total de la sección transversal de la barra.

$$Q = Q_s Q_a$$

3) para secciones formadas por elementos rigidizados y no rigidizados:

$Q_s$ : se calcula de la siguiente forma:

b) para alas, angulares, y chapas en pilares u otras barras comprimidas compuestas

$$i) \text{ si } \frac{b}{t} \leq 0.64 \sqrt{\frac{Ek_s}{F_y}}$$

$$Q_s = 1.0$$

$$F_{cr} : \underline{1354.72} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e : \underline{1800.96} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e : \underline{1800.96} \text{ kg/cm}^2$$

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$C_w : \underline{132420571.50} \text{ cm}^6$$

$$K_x : \underline{1.00}$$

$$L : \underline{16000} \text{ mm}$$

$$G : \underline{815494.39} \text{ kg/cm}^2$$

$$J : \underline{440.36} \text{ cm}^4$$

$$I_x : \underline{728800.23} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{48523.17} \text{ cm}^4$$

$$F_e : \underline{36160.34} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{ex} : \underline{36160.34} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{ey} : \underline{\infty}$$

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$K_x : \underline{0.67}$$

$$K_y : \underline{0.00}$$

$$L : \underline{16000} \text{ mm}$$

$$r_x : \underline{45.28} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{11.68} \text{ cm}$$

$$I_x : \underline{728800.23} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{48523.17} \text{ cm}^4$$

$$A : \underline{355.42} \text{ cm}^2$$

$$Q : \underline{0.91}$$

$$Q_s : \underline{1.00}$$

$$Q_s : \underline{1.00}$$

Donde:

$b$ : La mitad del ancho total del ala

$t$ : Espesor del ala

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$0.35 \leq k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} \leq 0.76$$

Donde:

$h$ : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

$t_w$ : Espesor del alma

$$Q_a = \frac{A_{eff}}{A}$$

Donde:

$A$ : Área total de la sección transversal de la barra.

$A_{eff}$ : Suma de las áreas eficaces de la sección transversal basadas en el ancho eficaz reducido ' $h_e$ '.

a) en elementos esbeltos uniformemente comprimidos, excepto alas de secciones cuadradas y rectangulares de espesor uniforme

$$i) \text{ Cuando: } \frac{h}{t} \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{f}}$$

$$h_e = 1.92t \sqrt{\frac{E}{f}} \left[ 1 - \frac{0.34}{\left(\frac{h}{t}\right)} \sqrt{\frac{E}{f}} \right] \leq h$$

Donde:

$$f = F_{cr}$$

Donde:

$F_{cr}$  es calculada asumiendo que  $Q = 1.0$

$h$ : Ancho del elemento comprimido no rigidizado

$t$ : Espesor del alma

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$b : \underline{254.00} \text{ mm}$$

$$t : \underline{22.20} \text{ mm}$$

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$k_c : \underline{0.45}$$

$$h : \underline{1022.60} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$Q_a : \underline{0.91}$$

$$A : \underline{355.42} \text{ cm}^2$$

$$A_{eff} : \underline{324.41} \text{ cm}^2$$

$$h_e : \underline{778.45} \text{ mm}$$

$$f : \underline{1409.47} \text{ kg/cm}^2$$

$$h : \underline{1022.60} \text{ mm}$$

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

### Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_{M_x} = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_{M_x} : \underline{0.648} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.4-G.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c = \phi_b M_n$$

$$M_r : \underline{134.124} \text{ t-m}$$

$$M_c : \underline{206.952} \text{ t-m}$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$\phi_b$ : Factor de resistencia a flexión

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 3, Sección 1, División c

### 1. Pandeo lateral

c) Si  $L_r < L_b$ :

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p$$

Donde:

$L_b$ : Distancia entre puntos de arriostamiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_o}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \left( \frac{0.7 F_y S_x h_o}{E J_c} \right)^2}}$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left( \frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J_c}{S_x h_o} \left( \frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$J$ : Momento de inercia a torsión uniforme

$h_o$ : Distancia entre los baricentros de las alas

$C_b$ : Factor de modificación del pandeo lateral tomado, de forma conservadora, como:

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$C_w$ : Constante de alabeo de la sección

Para c:

i) para una sección doblemente simétrica en doble T:

$$c = 1$$

$$S_x = \frac{I_x}{y}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión

$$M_p = F_y Z_x$$

Donde:

$Z_x$ : Módulo resistente plástico respecto al eje X

### 2. Pandeo local del ala comprimida:

a) Para secciones con alas no compactas:

$$M_n = \left[ M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left( \frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rt} - \lambda_{pf}} \right) \right]$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$M_p = F_y Z_x$$

$$\phi_b = \underline{0.90}$$

$$M_n = \underline{229.947} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_n = \underline{229.947} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$L_b = \underline{16000} \text{ mm}$$

$$L_r = \underline{15492.30} \text{ mm}$$

$$F_{cr} = \underline{1683.27} \text{ kg/cm}^2$$

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$J = \underline{440.36} \text{ cm}^4$$

$$h_o = \underline{1044.80} \text{ mm}$$

$$C_b = \underline{1.00}$$

$$r_{ts} = \underline{136.22} \text{ mm}$$

$$I_y = \underline{48523.17} \text{ cm}^4$$

$$C_w = \underline{132420571.50} \text{ cm}^6$$

$$c = \underline{1.00}$$

$$S_x = \underline{13660.74} \text{ cm}^3$$

$$I_x = \underline{728800.23} \text{ cm}^4$$

$$y = \underline{533.50} \text{ mm}$$

$$M_p = \underline{384.887} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$Z_x = \underline{15102.97} \text{ cm}^3$$

$$M_n = \underline{379.304} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$F_y = \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$M_p = \underline{384.887} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$Z_x$ : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x = \underline{15102.97} \text{ cm}^3$$

$$S_x = \frac{I_x}{y}$$

$$S_x = \underline{13660.74} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x = \underline{728800.23} \text{ cm}^4$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión

$$y = \underline{533.50} \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f}$$

$$\lambda = \underline{11.44}$$

Donde:

$b_f$ : Anchura total del ala

$$b_f = \underline{508.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espesor del ala

$$t_f = \underline{22.20} \text{ mm}$$

$$\lambda_{pf} = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{pf} = \underline{10.75}$$

$$\lambda_{rt} = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{rt} = \underline{28.28}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E = \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

### Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_{M1} = \frac{M_1}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_{M1} < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_1$ , se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.4-G.

Donde:

$M_1$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_1 = \underline{0.006} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c = \underline{65.223} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$\phi_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b = \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 2, División b

$$M_n = \underline{72.470} \text{ t}\cdot\text{m}$$

### 1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y \leq 1.6 F_y S_y$$

$$M_n = \underline{74.051} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y = \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$Z_y$ : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y = \underline{2905.74} \text{ cm}^3$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$

$$S_y = \underline{1910.36} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y = \underline{48523.17} \text{ cm}^4$$

**x:** Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

## 2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[ M_p - (M_p - 0.7F_y S_y) \left( \frac{\lambda - \lambda_{pr}}{\lambda_{cr} - \lambda_{pr}} \right) \right]$$

Donde:

**F<sub>y</sub>:** Límite elástico mínimo especificado

$$M_p = Z_x F_y \leq 1.6 F_y S_y$$

Donde:

**Z<sub>y</sub>:** Módulo resistente plástico respecto al eje Y

i) para secciones en doble T:

**S<sub>y</sub>:** Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia respecto al eje Y

**x:** Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$\lambda = \frac{b}{t}$$

Donde:

**b:** La mitad del ancho total del ala

**t:** Espesor del ala

$$\lambda_{pr} = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_{cr} = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Donde:

**E:** Módulo de elasticidad del acero

**x:** 254.00 mm

**M<sub>n</sub>:** 72.470 t·m

**F<sub>y</sub>:** 2548.42 kg/cm<sup>2</sup>

**M<sub>p</sub>:** 74.051 t·m

**Z<sub>y</sub>:** 2905.74 cm<sup>3</sup>

**S<sub>y</sub>:** 1910.36 cm<sup>3</sup>

**I<sub>y</sub>:** 48523.17 cm<sup>4</sup>

**x:** 254.00 mm

**λ:** 11.44

**b:** 254.00 mm

**t:** 22.20 mm

**λ<sub>pr</sub>:** 10.75

**λ<sub>cr</sub>:** 28.28

**E:** 2038735.98 kg/cm<sup>2</sup>

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V}{V_c} \leq 1$$

**η<sub>v</sub> <** 0.001 ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V, se produce para la combinación de hipótesis 1.4-G

Donde:

**V<sub>r</sub>:** Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

**V<sub>r</sub>:** 0.001 t

**V<sub>c</sub>:** Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

**V<sub>c</sub>:** 310.393 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

**φ<sub>v</sub>:** Factor de resistencia a cortante

**φ<sub>v</sub>:** 0.90

**V<sub>n</sub>:** se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

**V<sub>n</sub>:** 344.881 t

Donde:

**F<sub>y</sub>:** Límite elástico mínimo especificado

**F<sub>y</sub>:** 2548.42 kg/cm<sup>2</sup>

$$A_w = 2b t_f$$

**A<sub>w</sub>:** 225.55 cm<sup>2</sup>

Donde:

**b<sub>f</sub>:** Anchura total del ala

**b<sub>f</sub>:** 508.00 mm

**t<sub>f</sub>:** Espesor del ala

**t<sub>f</sub>:** 22.20 mm

b) para todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C<sub>v</sub>, se calcula de la siguiente forma:

$$i) \frac{b}{t_f} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

**C<sub>v</sub>:** 1.00

Donde:

**b:** La mitad del ancho total del ala

**b:** 254.00 mm

**t<sub>f</sub>:** Espesor del ala

**t<sub>f</sub>:** 22.20 mm

**E:** Módulo de elasticidad del acero

**E:** 2038735.98 kg/cm<sup>2</sup>

**K<sub>v</sub>:** Coeficiente de abolladura del alma

**K<sub>v</sub>:** 1.20

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-05 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V}{V_c} \leq 1$$

**η<sub>v</sub> :** 0.066 ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V, se produce para la combinación de hipótesis 1.4-G

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{12.283} \text{ t}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{186.480} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

Para todo lo detallado en el Capítulo G excepto la Sección G2.1 a:

$\phi_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G2).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{207.200} \text{ t}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$A_w = dt_w$$

$$A_w : \underline{135.51} \text{ cm}^2$$

Donde:

$d$ : Canto total

$$d : \underline{1067.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma

$$t_w : \underline{12.70} \text{ mm}$$

### 1. Resistencia nominal a cortante

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma,  $C_v$ , se calcula de la siguiente forma:

$$i) \frac{h}{t_w} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$$k_v = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}$$

$$K : \underline{10.28}$$

Donde:

$a$ : Distancia libre entre rigidizadores transversales

$$a : \underline{995.00} \text{ mm}$$

$h$ : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

$$h : \underline{1022.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma

$$t_w : \underline{12.70} \text{ mm}$$

### 2. Comprobación de rigidizadores transversales

$$(b) \text{ si } \eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{12.283} \text{ t}$$

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{161.122} \text{ t}$$

Donde:

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{179.024} \text{ t}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kg/cm}^2$$

$$A_w = dt_w$$

$$A_w : \underline{135.51} \text{ cm}^2$$

Donde:

$d$ : Canto total

$$d : \underline{1067.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma

$$t_w : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$C_v$ : se calcula de la siguiente forma:

$$C_v : \underline{0.86}$$

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma,  $C_v$ , se calcula de la siguiente forma:

$$ii) 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}} < \frac{h}{t_w} \leq 1.37 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = \frac{1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}}{\frac{h}{t_w}}$$

$$C_v : \underline{0.86}$$

Donde:

$h$ : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

$$h : \underline{1022.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma

$$t_w : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kg/cm}^2$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{5.00}$$

en secciones con alas cuando la chapa del alma está arriostrada en sus cuatro lados por alas o rigidizadores (ANSI/AISC 360-05 (LRFD), Capítulo G - G3).

### 1. Límites de uso para la aplicación del campo de tensiones

(a) si se consideran paneles en los extremos de todos los elementos con rigidizadores transversales:

El campo de tensiones no puede aplicarse para calcular la resistencia a cortante

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.671} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.4-G.

Donde:

$\eta_1$ : calculado según Artículo 1, Sección 1

### 1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para  $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \quad (\text{H1-1b})$$

$$\eta_1 : \underline{0.67}$$

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida

$$P_r : \underline{19.707} \text{ t}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E

$$P_c : \underline{433.349} \text{ t}$$

$M_{rx}$ : Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

$$M_{rx} : \underline{134.124} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{cx}$ : Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$M_{cx} : \underline{206.952} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{ry}$ : Resistencia a flexión requerida en el eje débil

$$M_{ry} : \underline{0.006} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{cy}$ : Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F

$$M_{cy} : \underline{65.223} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$\eta_2$ : calculado según Artículo 1, Sección 3

### 3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$$\eta = \frac{P_r}{P_{co}} + \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} \right)^2 \quad (\text{H1-2})$$

$$\eta_2 : \underline{0.47}$$

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida

$$P_r : \underline{19.707} \text{ t}$$

$P_{co}$ : Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E

$$P_{co} : \underline{433.349} \text{ t}$$

$M_{rx}$ : Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

$$M_{rx} : \underline{134.124} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{cx}$ : Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$M_{cx} : \underline{206.952} \text{ t}\cdot\text{m}$$

# ZAPATA AISLADA CUADRADA (Z4)

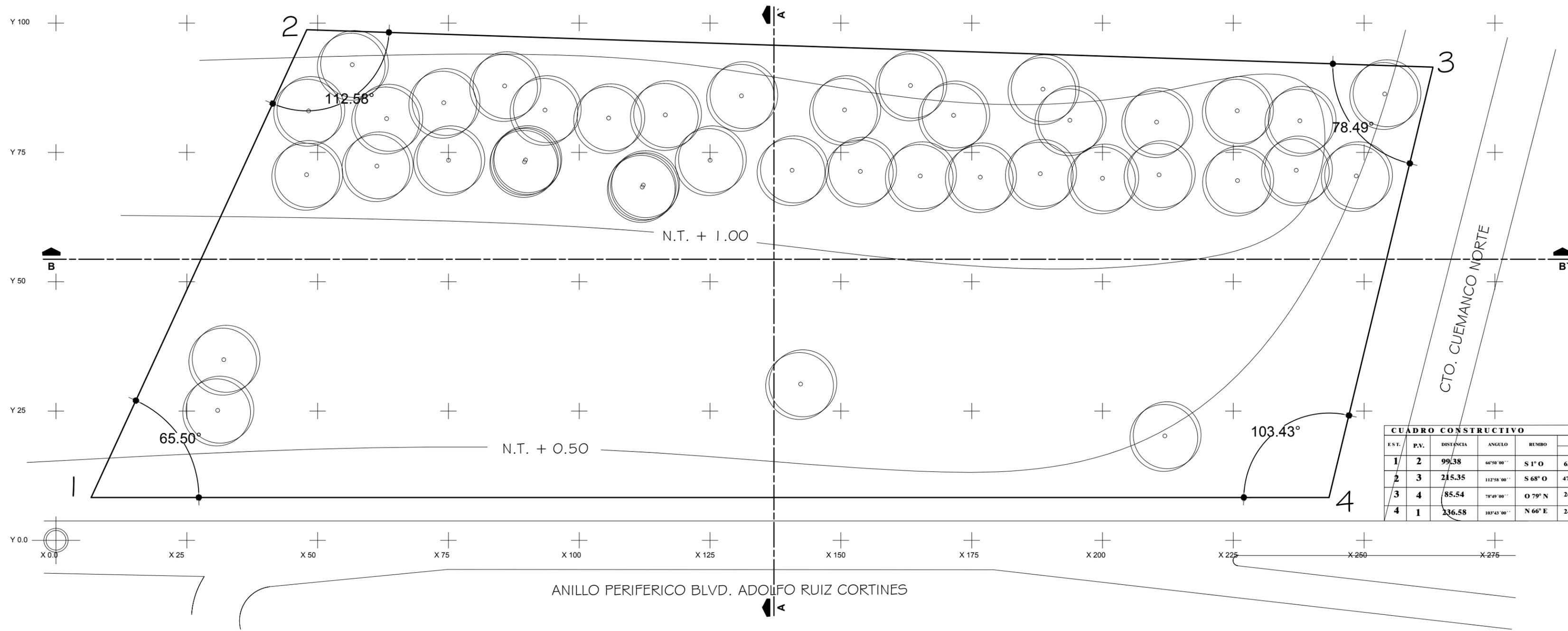
Referencia: N11		
Dimensiones: 340 x 340 x 75		
Armados: Xi: #8c/28 Yi: #8c/28 Xs: #8c/28 Ys: #8c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.978 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 2.5 kg/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.957 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple
Volteo de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al volteo son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 31.3 %	Cumple
<sup>(1)</sup> Sin momento de volteo		
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.1	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 8.09 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 37.05 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.97 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 32.18 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 600 t/m <sup>2</sup> Calculado: 14.22 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Peralte mínimo: <i>Capítulo 4.4.3 (norma NTC-DF)</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N11:	Mínimo: 0 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Cantidad de refuerzo geométrico mínimo: <i>Capítulo 2.1.2 (norma NTC-DF)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0023 Calculado: 0.0025	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0025	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0025	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0025	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 25.4 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25.4 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 78 cm	Cumple

Referencia: N11		
Dimensiones: 340 x 340 x 75		
Armados: Xi: #8c/28 Yi: #8c/28 Xs: #8c/28 Ys: #8c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 78 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 78 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 51 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 59.2 (norma EHE-98))		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 18.86 t, Fuerza que produce deslizamiento: 8.98 t, Axil concomitante: 40.46 t		
- Relación rotura crítica (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura crítica (En dirección Y): 0.36		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 50.53 t		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 50.53 t		

# CONTRATRABE DE LIGA (CT2)

Referencia: VC.S-5 [N7-N11] (Viga centradoras) -Dimensiones: 50.0 cm x 80.0 cm -Armado superior: 6 #8 -Armado por temperatura: 2x2 #4 -Armado inferior: 6 #8 -Estribos: 1x#3c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga centradora: <i>Criterio de CYPE Ingenieros: El ancho de la viga debe ser mayor o igual a un veinteaavo de la luz de cálculo, y no inferior a 20 cm.</i>	Mínimo: 46.7 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga centradora: <i>Criterio de CYPE Ingenieros: El canto de la viga debe ser mayor o igual a un doceavo de la luz de cálculo, y no inferior a 25 cm.</i>	Mínimo: 77.9 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6.4 mm Calculado: 9.52 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma NTC. Artículo 3.6.1 (pag.93).</i>	Mínimo: 4.5 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima del armado longitudinal: <i>Norma NTC. Artículo 3.6.1 (pag.93).</i> - Armado superior: - Armado inferior: - Armado por temperatura:	Mínimo: 4.5 cm Calculado: 4.5 cm Calculado: 4.5 cm Calculado: 19.9 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armado longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armado superior: - Armado inferior: - Armado por temperatura:	Máximo: 30 cm Calculado: 4.5 cm Calculado: 4.5 cm Calculado: 19.9 cm	Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Se considera como luz de cálculo el menor valor entre la distancia entre ejes de los apoyos y la luz libre más un canto de la viga. - Diámetro mínimo del armado longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 25.4 mm (Cumple) - La viga centradora no es necesaria pues no existen momentos en la cimentación		

PLANOS



CUADRO CONSTRUCTIVO						
E.S.T.	P.V.	DISTANCIA	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS	
					X	Y
1	2	99.38	66°58' 00"	S 1° O	6.71	8.27
2	3	215.35	112°58' 00"	S 68° O	47.93	98.70
3	4	85.54	78°49' 00"	O 79° N	263.16	91.47
4	1	236.58	103°43' 00"	N 66° E	243.29	8.27



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicacion:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuemanco CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

- Simbologia:
- Nivel de Terreno
  - Estacion
  - Angulo Interno
  - Curvas de Nivel
  - Coordenadas @25 mts.
  - Banco de Nivel

Alumno:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Institucion:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

Asociados:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Planos:  
**T-01**

Planos:  
**Topografico**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicacion:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuemanco CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Intencionalidad:

NT +8.50 Nivel de Terreno

Estacion

70.51° Angulo Interno

Curvas de Nivel

Coordenadas @25 mts.

Banco de Nivel

Autor:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Institucion:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Titulo:  
**TRES**

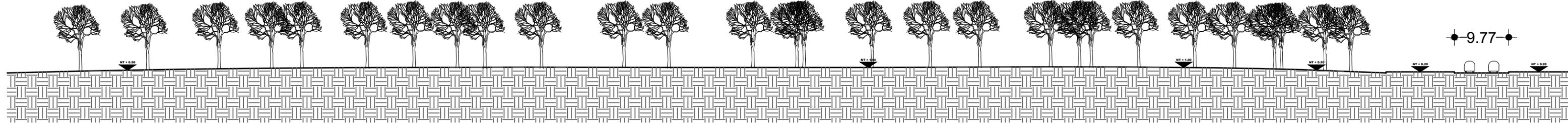
Iniciado:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

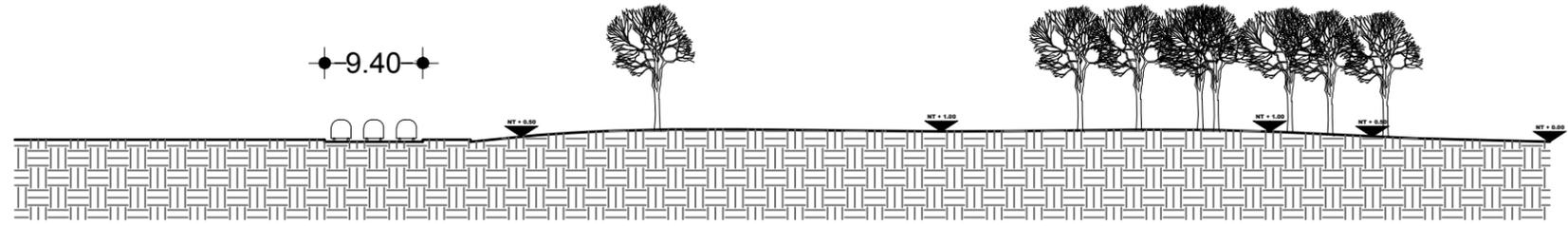
Carta:  
**Metros**

Tipo de Plano:  
**T-02**

Plano:  
**Topografico**

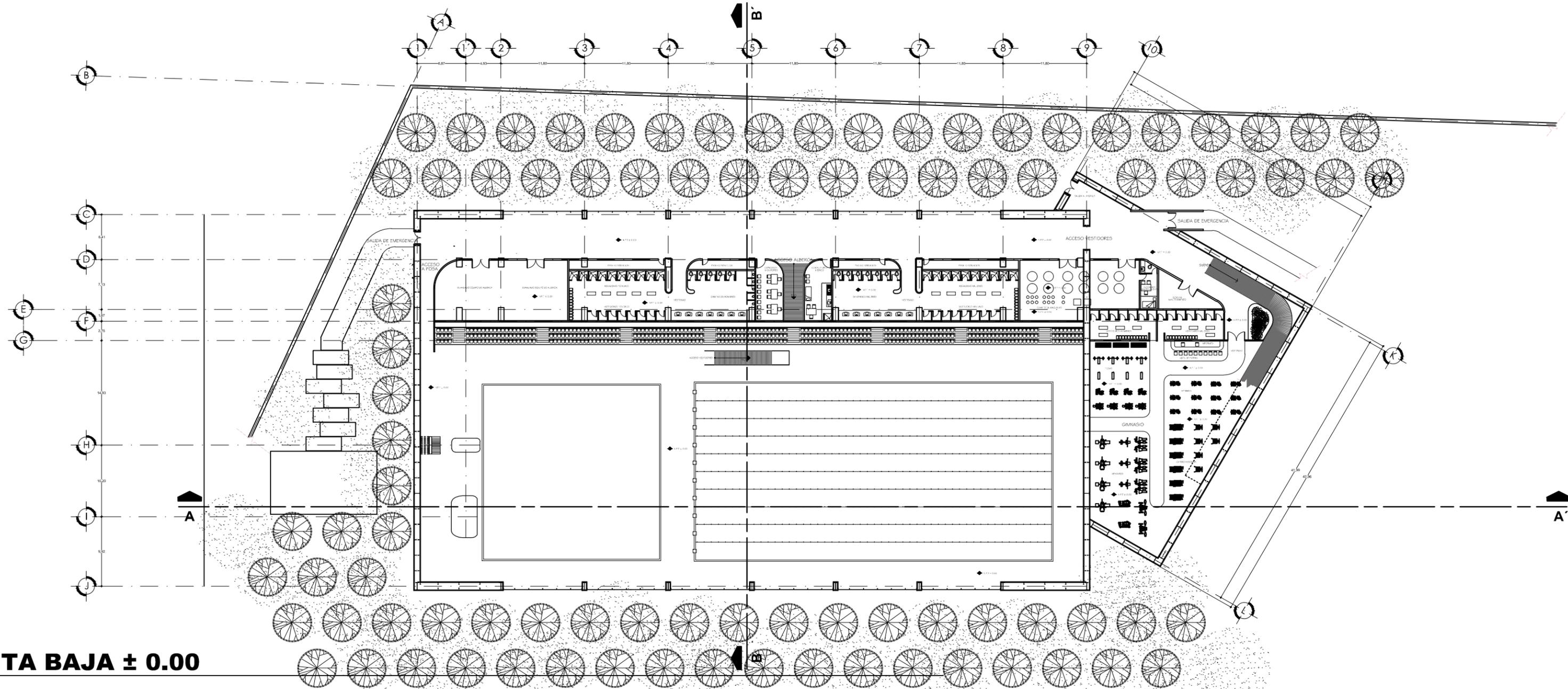


**SECCION LONGITUDINAL A-A'**



**SECCION TRANSVERSAL B-B'**





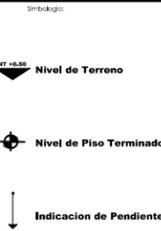
**PLANTA BAJA ± 0.00**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuemanco CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**



Arquitecto:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TALLER TRES**

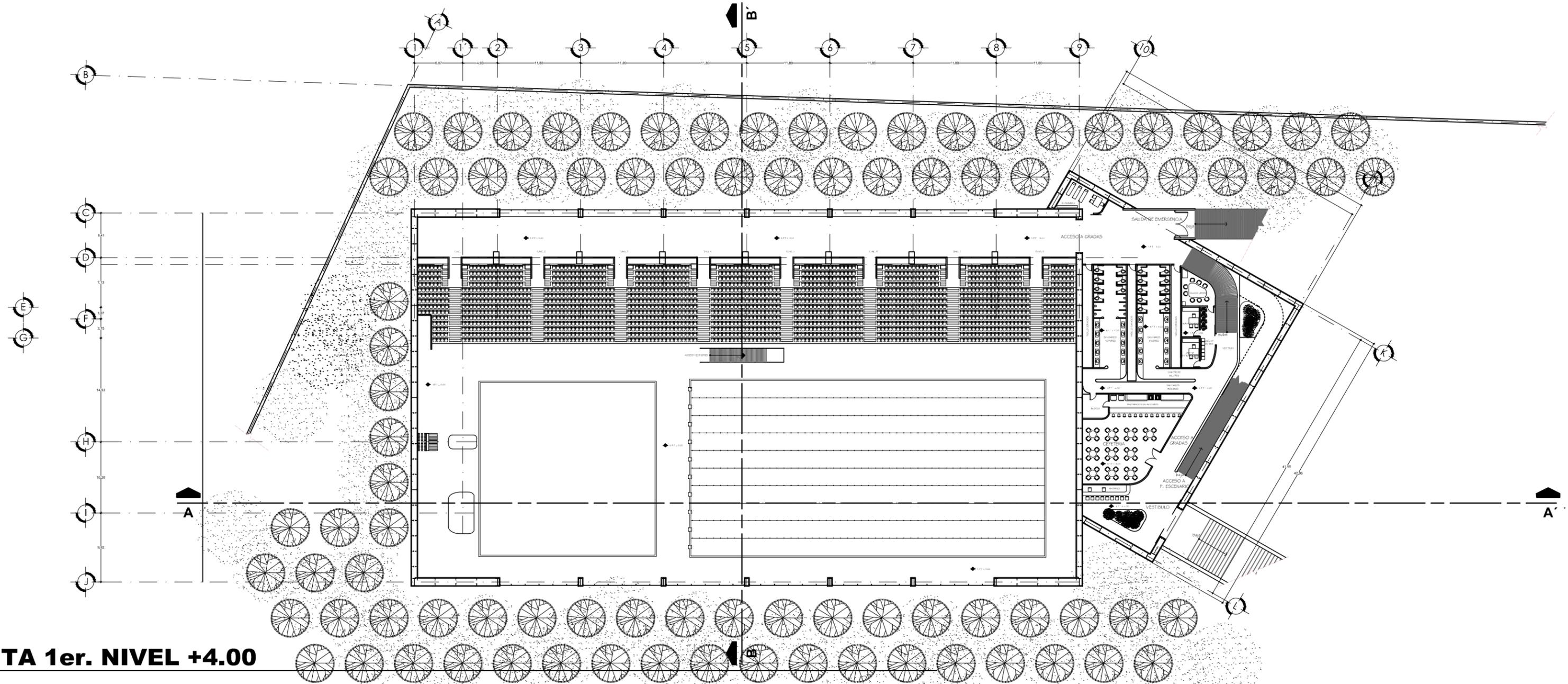
Asesores:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Carta:  
**Metros**

Nombre del Plano:  
**A - 02**

Nombre del Plano:  
**PLANTA BAJA**



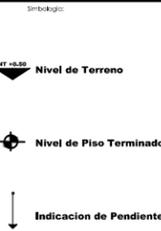
**PLANTA 1er. NIVEL +4.00**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuemanco CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**



Arquitecto:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TALLER TRES**

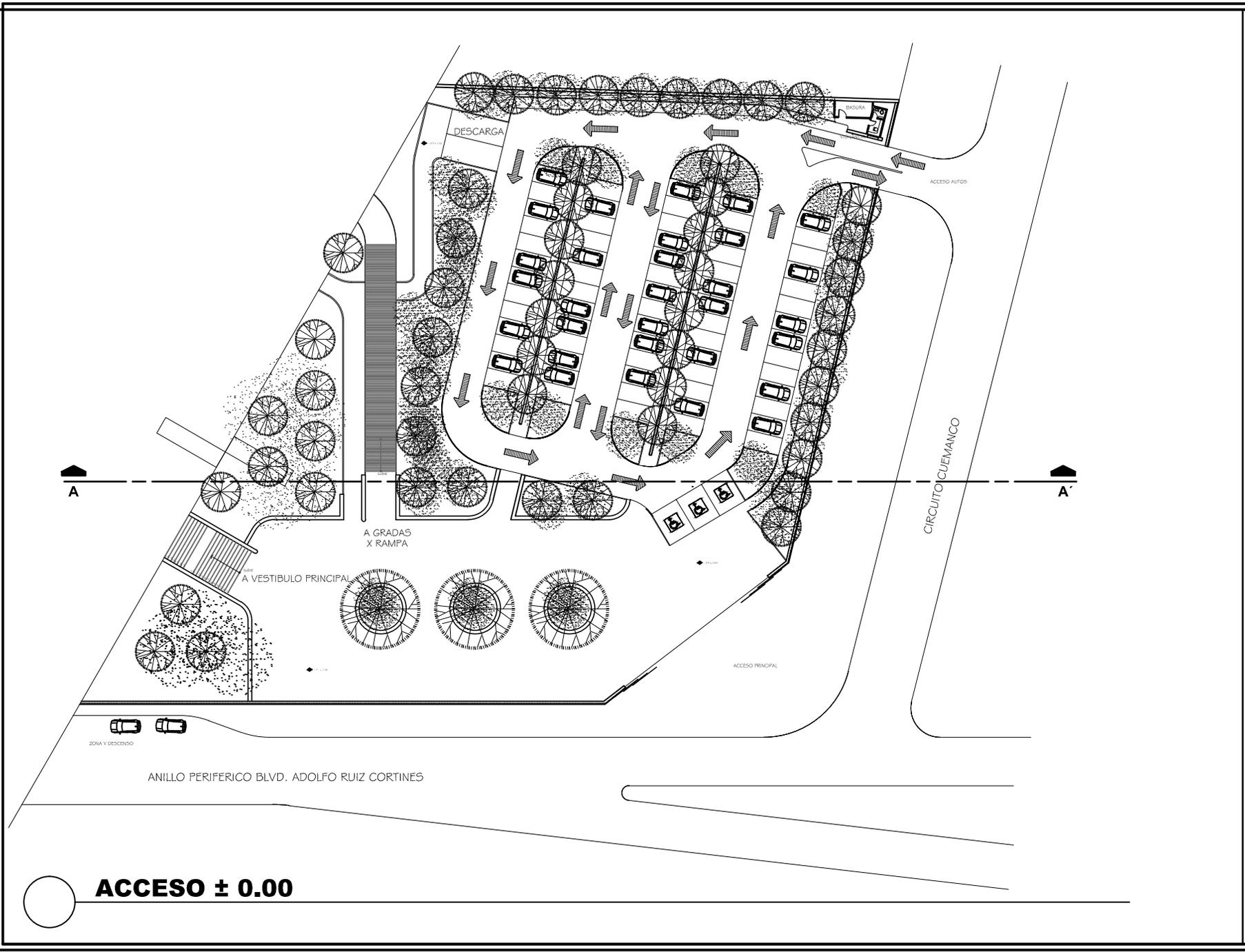
Asesores:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Unidad de Medida:  
**Metros**

Nombre del Plano:  
**A - 03**

Nombre del Proyecto:  
**PLANTA 1er. NIVEL**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuemanco CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Arquitecto:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

Proyectistas:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Isaac Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Loma

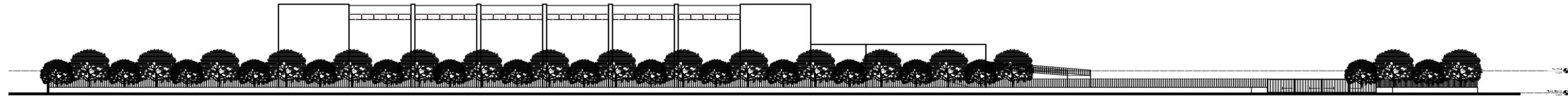
Escala:  
**1 : 200**

Unidad:  
**Metros**

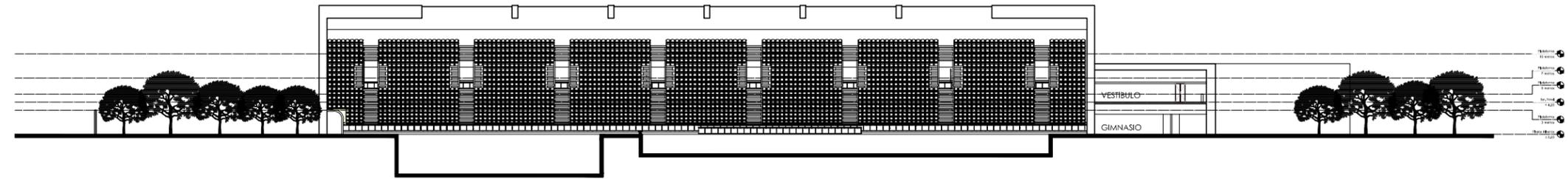
Identificación:  
**A - 04**

Título:  
**PLANTA ACCESO**

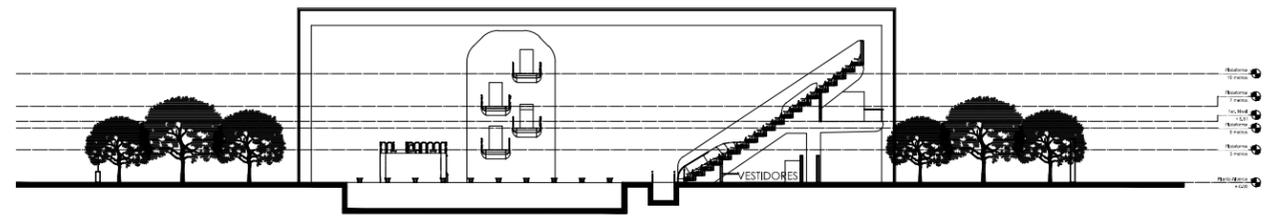
**ACCESO ± 0.00**



○ **FACHADA PRINCIPAL**



○ **SECCION LONGITUDINAL A-A'**



○ **SECCION TRANSVERSAL B-B'**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Lugar:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Alumno:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Institución:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

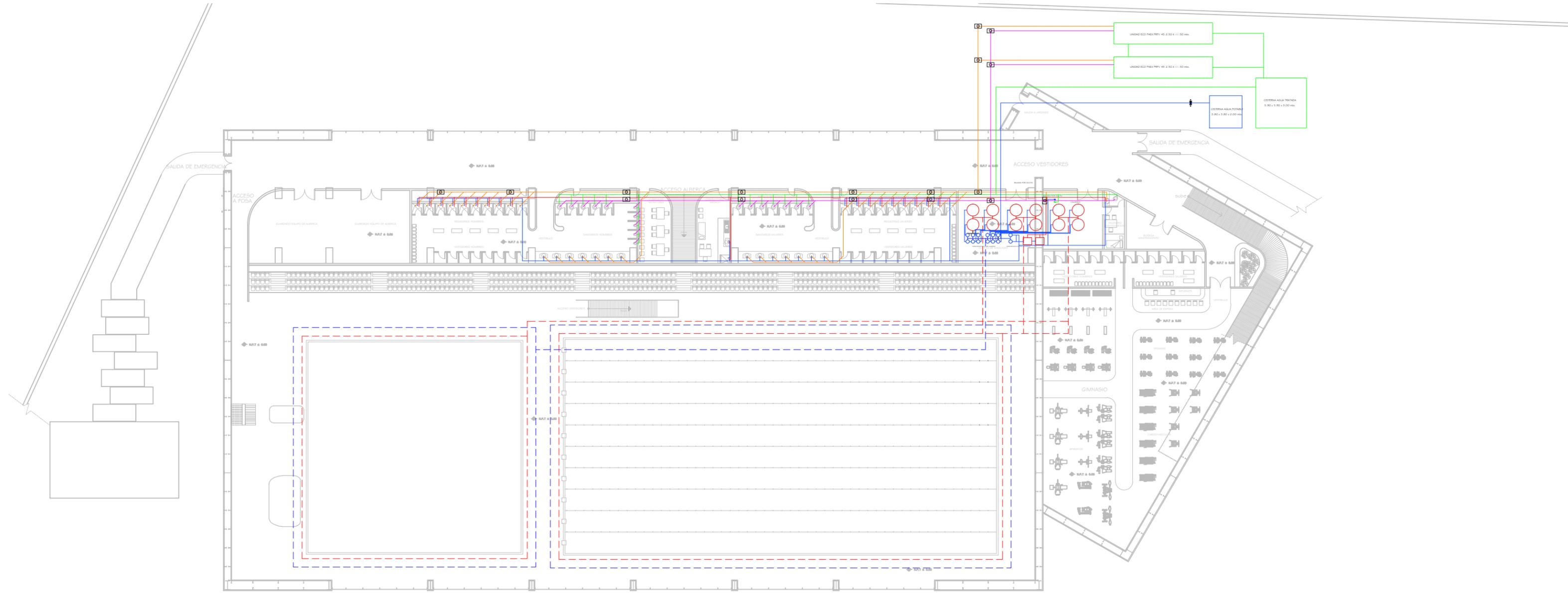
Título:  
**TRES**

Autores:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Plan:  
**A - 05**

Contenido:  
**FACHADAS Y SECCIONES**



**PLANTA BAJA ± 0.00**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuemanco CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

- Simbología:
- NT ± 0.00 Nivel de Terreno
  - ◆ Nivel de Piso Terminado
  - Sube o baja Ducto
  - Agua Fria
  - Agua Jabonosas
  - Agua Residual
  - Agua Caliente
  - - - Recirculacion Agua Alberca
  - ⊕ Bomba
  - ⊗ Valvula

Alumno:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Institución:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

Instituto:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Tipos de Plano:  
**IHS-01**

Plano:  
**INSTALACIONES**

TUNEL 8

BAJADA POR DUCTO

PASILLO SERVICIOS

N.P.T + 4.00

SANITARIOS HOMBRES

PASILLO SERVICIOS

N.P.T + 4.00

SANITARIOS MUJERES

PASILLO SERVICIOS

N.P.T + 4.00

ADMINISTRADOR

JEFE DE ENTRENADORES

SANITARIOS MUJERES

SANITARIOS HOMBRES

N.P.T + 4.00

SALA DE JUNTAS

AREA DE ESPERA

sube

VESTIBULO



Nombre del Proyecto  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Simbología:

- Nivel de Terreno
- Nivel de Piso Terminado
- Sube o baja Ducto
- Agua Fria
- Aguas Jabonosas
- Agua Residual
- Agua Caliente
- Recirculacion Agua Alberca
- Bomba
- Valvula

Author:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

University:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Title:  
**TRES**

Procesador:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Isaac Hernandez Tamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Scale:  
**1 : 200**

Unit:  
**Metros**

Sheet:  
**IHS-02**

Content:  
**INSTALACIONES**

# PLANTA 1er. NIVEL + 4.00

Orientación:



Nombre del Proyecto:

**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:

**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:

**Grupo Casa Blanca**

Simbología:

MT +6.50 Nivel de Terreno

Nivel de Piso Terminado

Sube o baja Ducto

Agua Fria

Aguas Jabonosas

Agua Residual

Agua Caliente

Recirculacion Agua Alberca

Bomba

Valvula

Author:

**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

University:

**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Title:

**TRES**

Procesador:

Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Iamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Scale:

**1 : 200**

Unit:

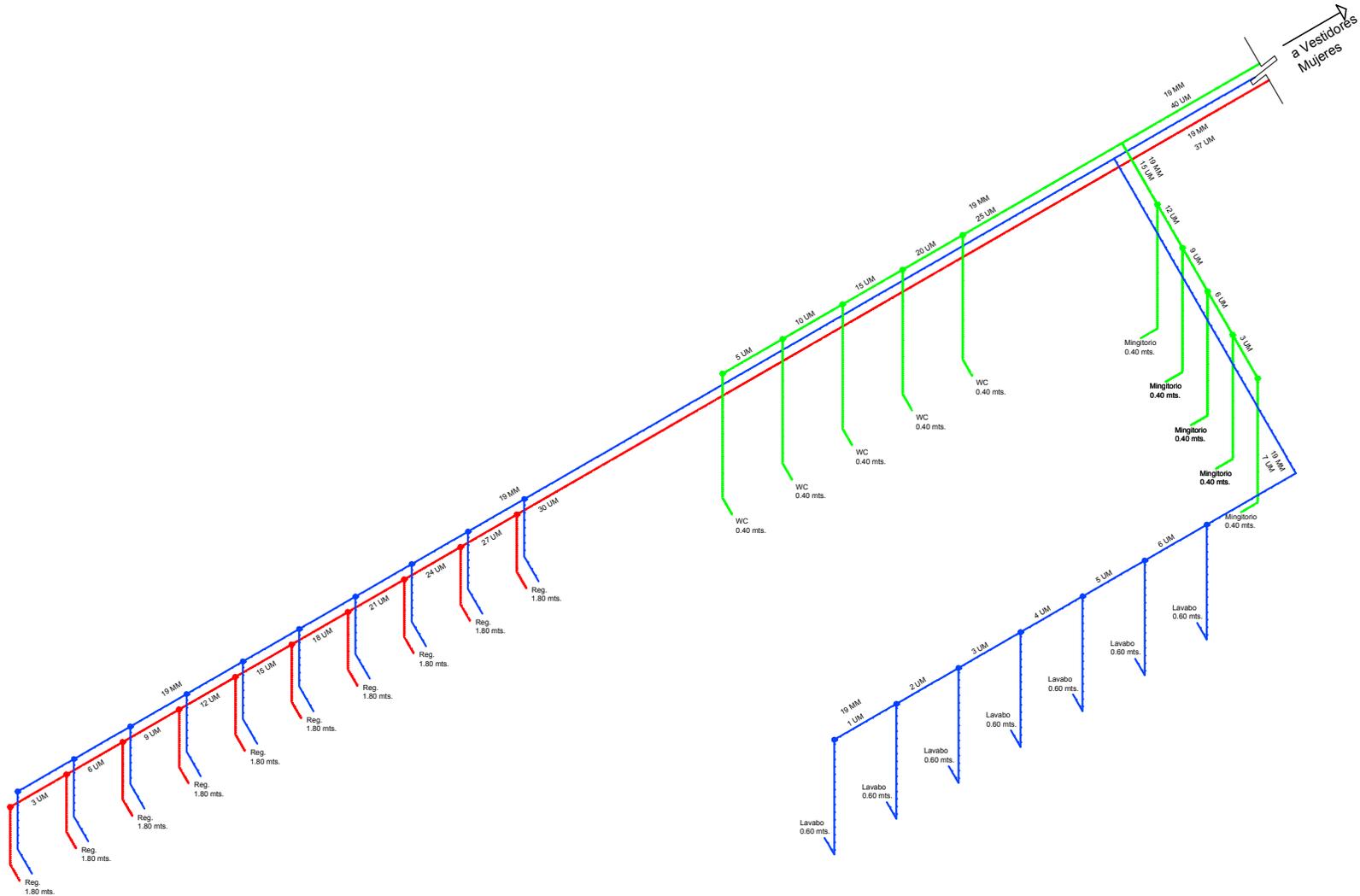
**Metros**

Plan Name:

**IH-01**

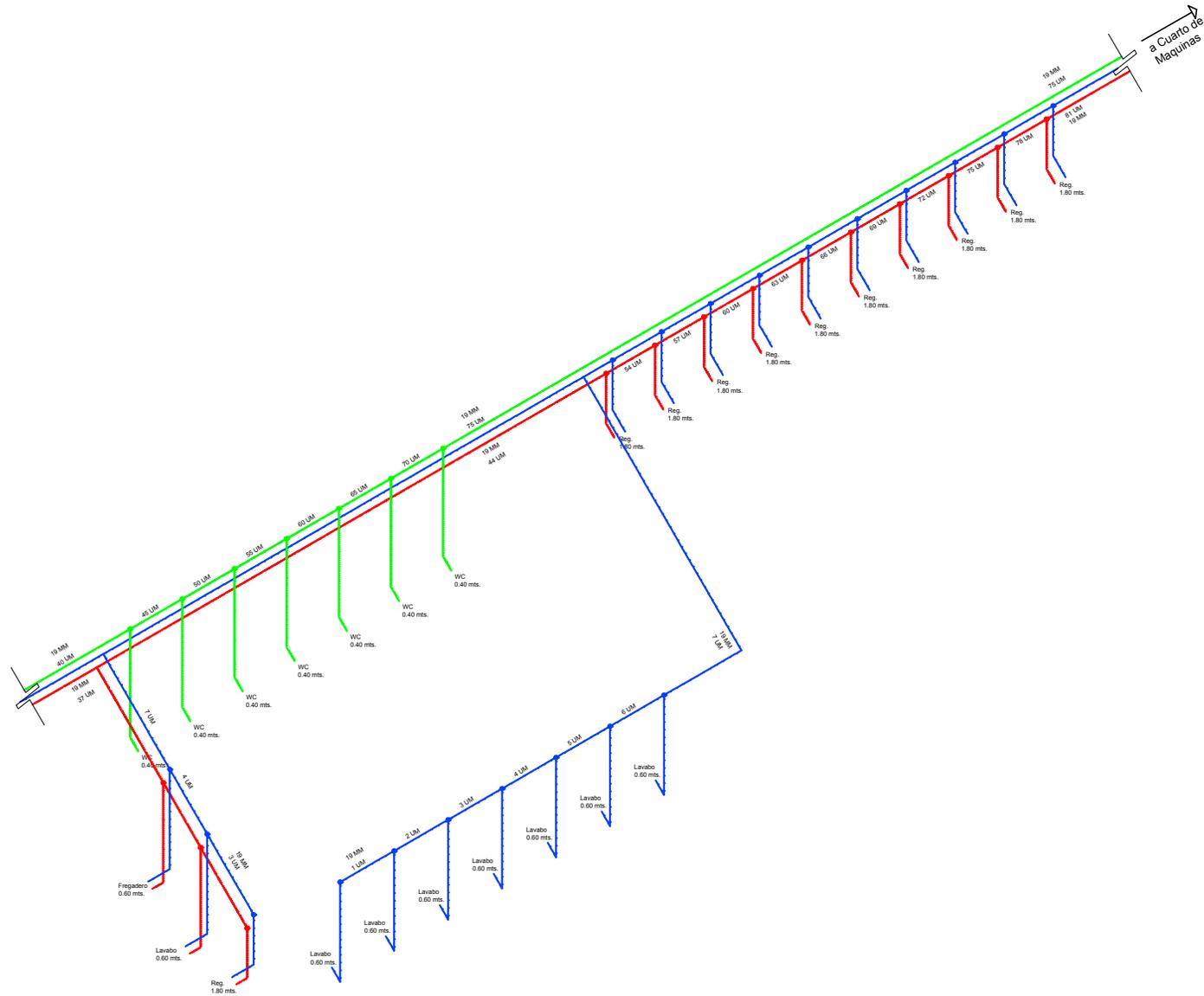
Plan:

**INSTALACIONES**



# ISOMETRICO HOMBRES





Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periférico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Simbología:

- MT +0.50 Nivel de Terreno
- Nivel de Piso Terminado
- Sube o baja Ducto
- Agua Fria
- Aguas Jabonosas
- Agua Residual
- Agua Caliente
- Recirculación Agua Alberca
- Bomba
- Valvula

Author:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

University:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Title:  
**TRES**

Producers:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Isaac Hernandez Izamora  
Arq. Marco Antonio Espinosa de la Lama

Scale:  
**1 : 200**

Unit:  
**Metros**

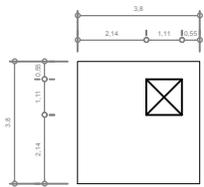
Sheet No. / Title:  
**IH-02**

Content:  
**INSTALACIONES**

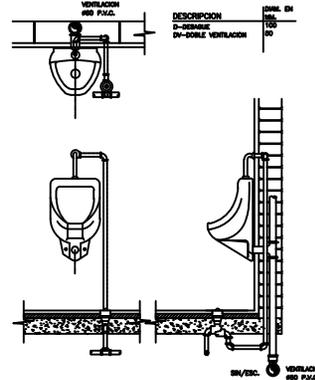
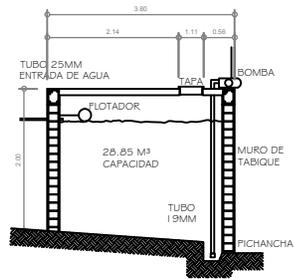
# ISOMETRICO MUJERES

### CISTERNA AGUA POTABLE

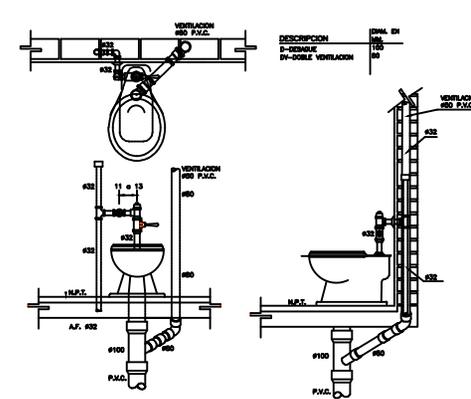
#### PLANTA



#### ALZADO



DETALLE DE MINGITORIO



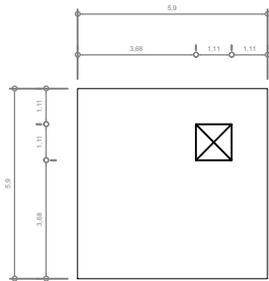
DETALLE DE INODORO CON FLUXOMETRO DE MANIJA

#### ESPECIFICACIONES

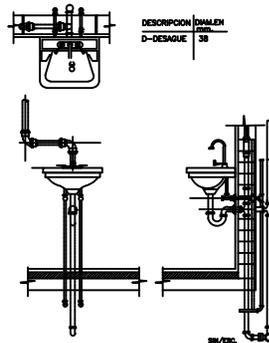
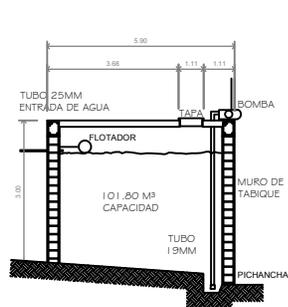
pendiente	sanitaria 2% de pendiente pluvial 2% de pendiente
materiales	sanitaria de PVC pluvial de PVC
diámetros	la tubería sanitaria sera de 100 mm escusado 50 mm coladera 50 mm lavabo la tubería pluvial sera de 200 mm bajada 150 mm tubería la tubería de ventilación sera de 50 mm subida
WC	Ideal standar mod olimpico 01-038 Porcelana Vitrificada de color blanco.
Fluxómetro	Helvex modl F-110 con spud de 32mm. El fluxómetro será para una

### CISTERNA AGUA TRATADA

#### PLANTA



#### ALZADO



DETALLE DE LAVABO

Orientación:



Nombre del Proyecto:

**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:

**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:

**Grupo Casa Blanca**

Simbología:

- MT +0.50 Nivel de Terreno
- Nivel de Piso Terminado
- Sube o baja Ducto
- Agua Fria
- Aguas Jabonosas
- Agua Residual
- Agua Caliente
- Recirculación Agua Alberca
- Bomba
- Valvula

Arquitecto:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

Integrantes:  
Arq. José Antonio Ramírez Domínguez  
Arq. Israel Hernández Izamora  
Arq. Marco Antonio Espinosa de la Lama

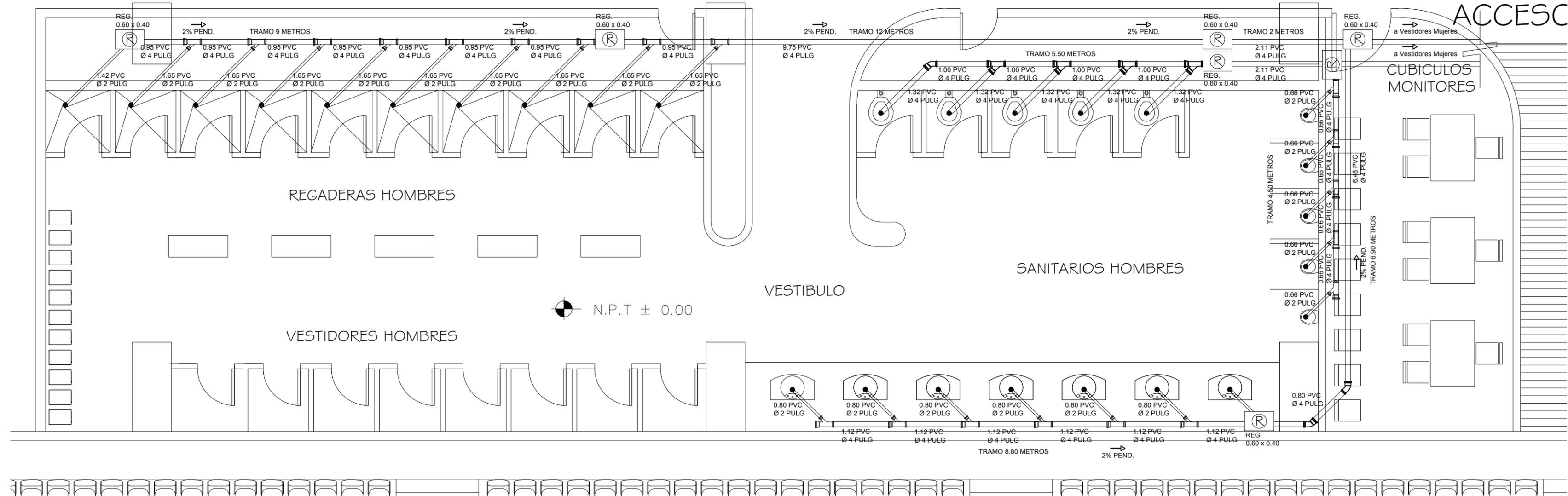
Escala:  
**1 : 200**

Unidad:  
**Metros**

Tipo de Plano:  
**IH-03**

Plano:  
**INSTALACIONES**

# DETALLES



**SANITARIOS HOMBRES**



Centro Acuatico Xochimilco  
 Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.

Grupo Casa Blanca

- NT ± 0.00 Nivel de Terreno
- Nivel de Piso Terminado
- Sube o baja Ducto
- Agua Fria
- Aguas Jabonosas
- Agua Residual
- Agua Caliente
- Recirculacion Agua Alberca
- ⊕ Bomba
- ⊗ Valvula

Miguel Angel Gonzalez Piedra

Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM

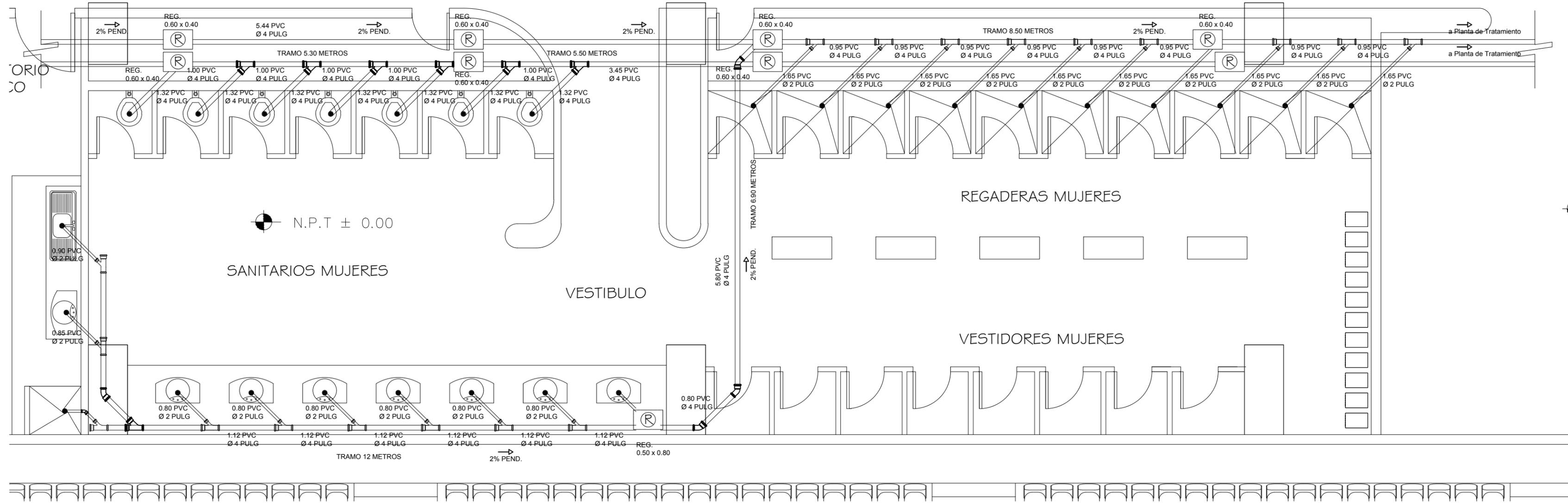
TRES

Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
 Arq. Israel Hernandez Zamora  
 Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala: 1 : 200  
 Carta: Metros

IS-01

INSTALACIONES



**SANITARIOS MUJERES**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Integrante:

NT ± 0.00 Nivel de Terreno

Nivel de Piso Terminado

Sube o baja Ducto

Agua Fria

Aguas Jabonosas

Agua Residual

Agua Caliente

Recirculacion Agua Alberca

Bomba

Valvula

Alumno:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Institución:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

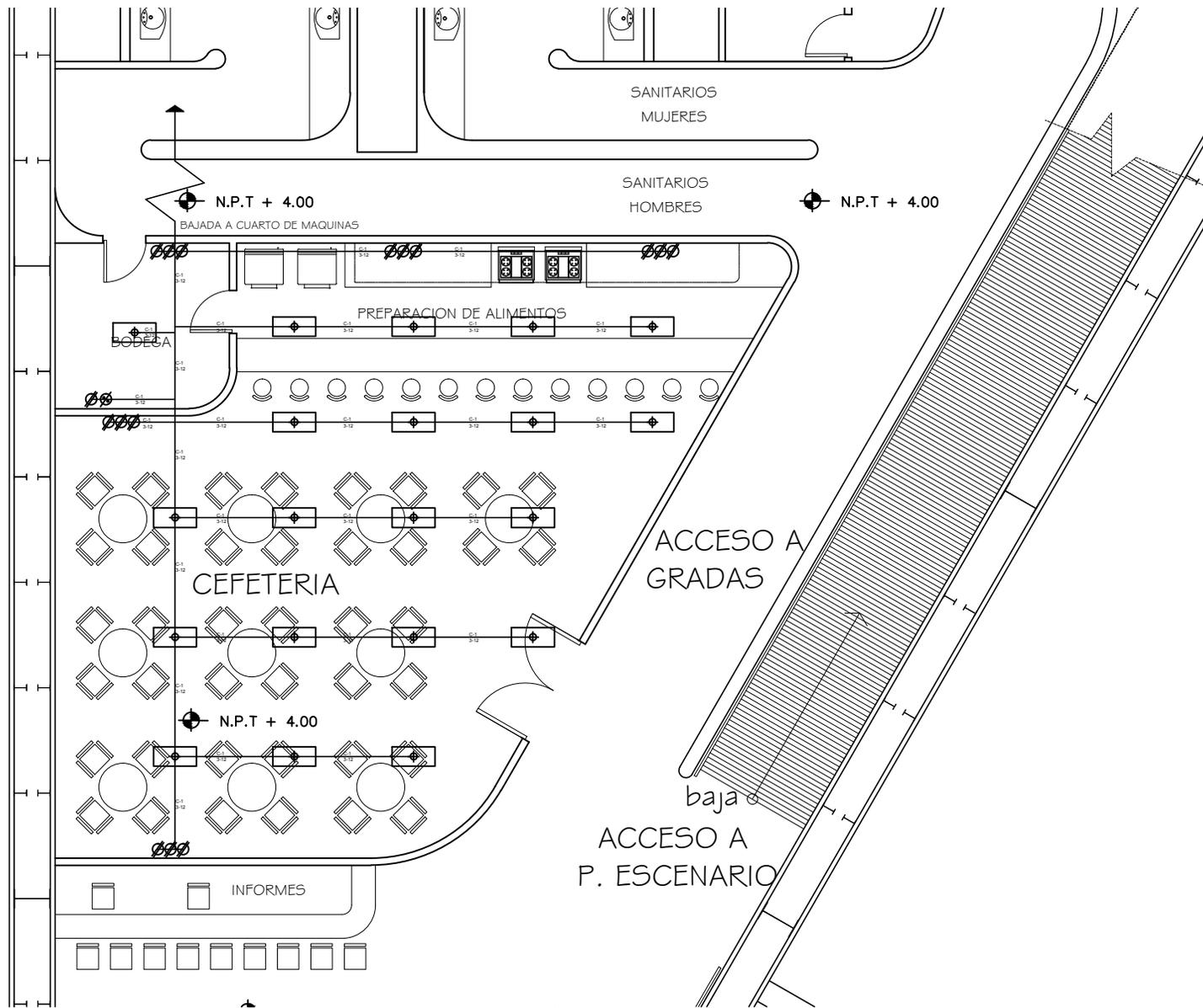
Instituto:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Zamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Calce:  
**Metros**

Tipo de Plano:  
**IS-02**

Plano:  
**INSTALACIONES**



Orientación:

Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Simbología:

- MT +0.50 Nivel de Terreno
- Nivel de Piso Terminado
- Sube o baja Ducto
- Agua Fria
- Agua Jabonosas
- Agua Residual
- Agua Caliente
- Recirculacion Agua Alberca
- Bomba
- Valvula

Author:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

University:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Title:  
**TRES**

Project:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Isaac Hernandez Izamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Scale:  
**1 : 200**

Unit:  
**Metros**

Plan Name:  
**IE-01**

Plan Title:  
**INSTALACIONES**

**PLANTA 1er. NIVEL + 4.00**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Nombre:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

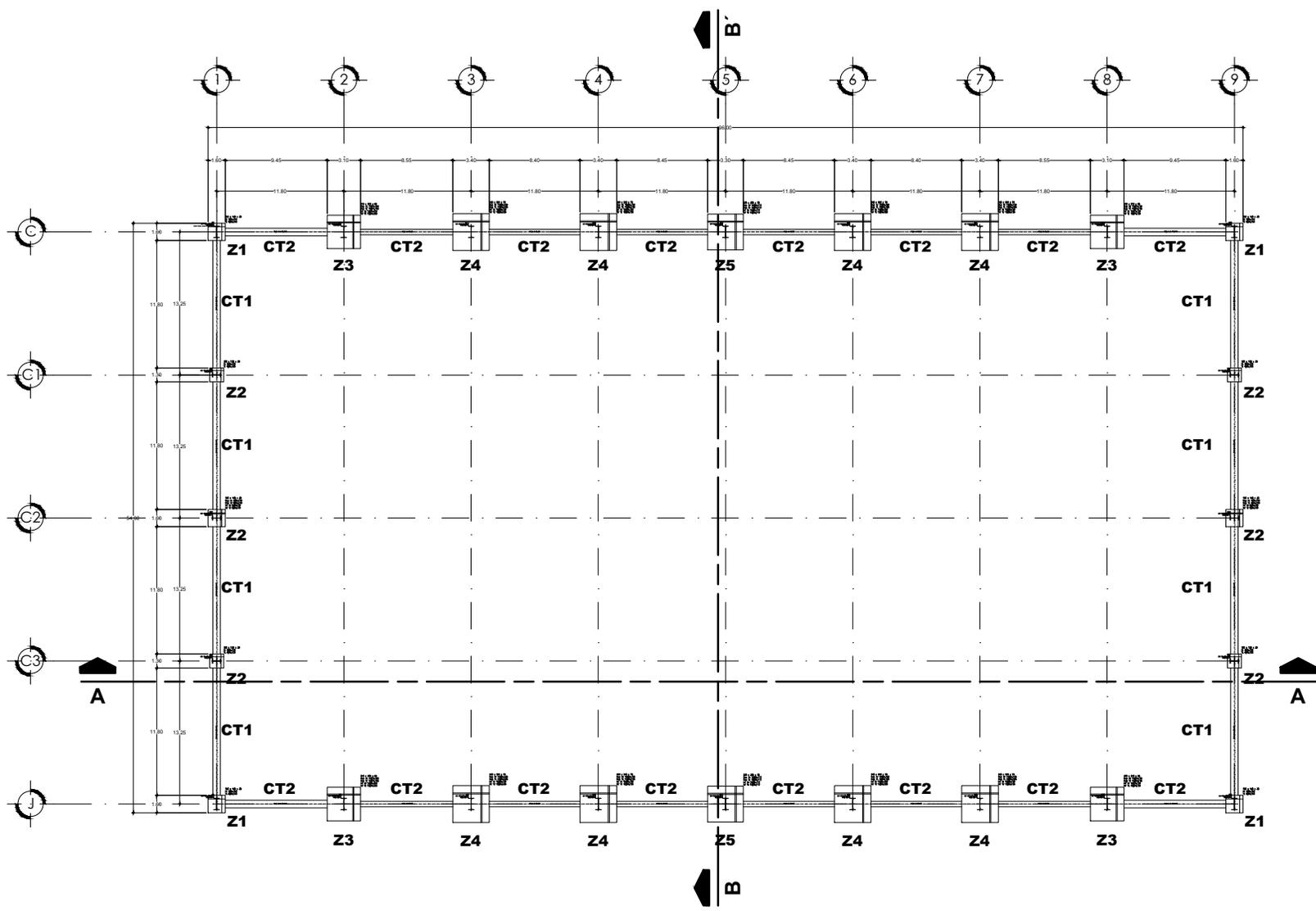
Instituto:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Isamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Unidad:  
**Metros**

Tipo de Plano:  
**E-01**

Fecha:  
**ESTRUCTURAL**

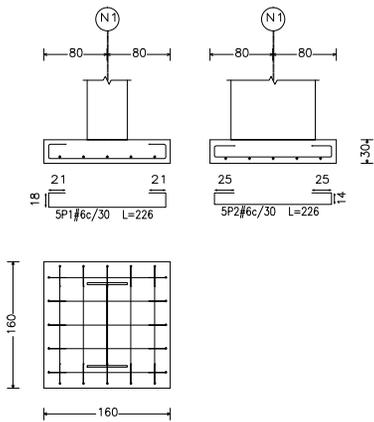


# CIMENTACION



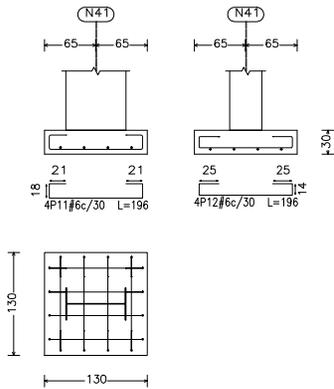
### ZAPATA 1 Z1

N1, N3, N33 y N35



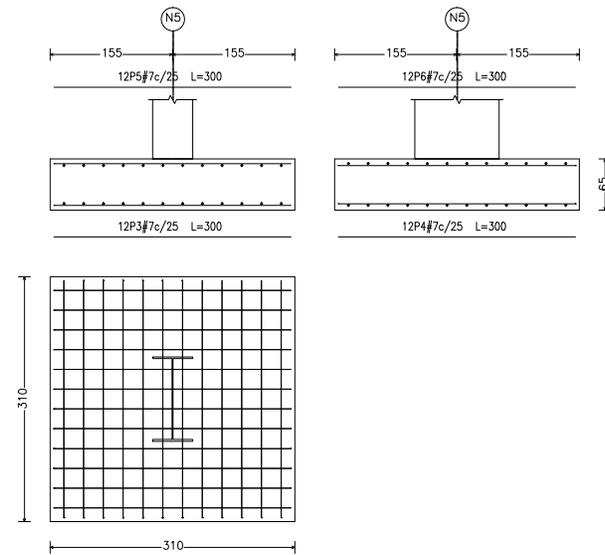
### ZAPATA 2 Z2

N41, N43, N45 y N47

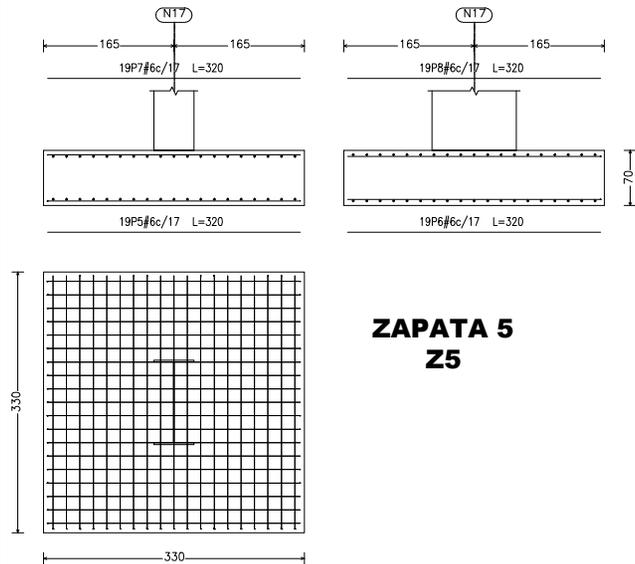


### ZAPATA 3 Z3

N5, N7, N29 y N31



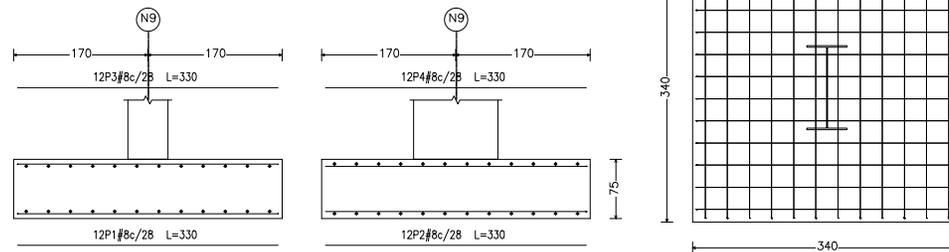
N17 y N19



### ZAPATA 5 Z5

### ZAPATA 4 Z4

N9, N11, N13, N15, N21, N23, N25 y N27



## ZAPATAS

Orientación:



Nombre del Proyecto:

**Centro Acuatico  
Xochimilco**

Ubicación:

**Periferico Sur s/n Col.  
Cuernavaca CP 16034  
México, D.F.**

Propietario:

**Grupo Casa Blanca**

Escala:

**1 : 200**

Unidad:

**Metros**

Título:

**ESTRUCTURAL**

Proyecto:

**Miguel Angel Gonzalez  
Piedra**

Universidad:

**Facultad de Arquitectura,  
Ciudad Universitaria  
UNAM**

Autores:

**Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Tamara  
Arq. Marco Antonio Espinosa de la Lama**

Fecha:

**1 : 200**

Hoja:

**E-02**

Plantas:

**ESTRUCTURAL**

Orientación:



Nombre del Proyecto:

**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:

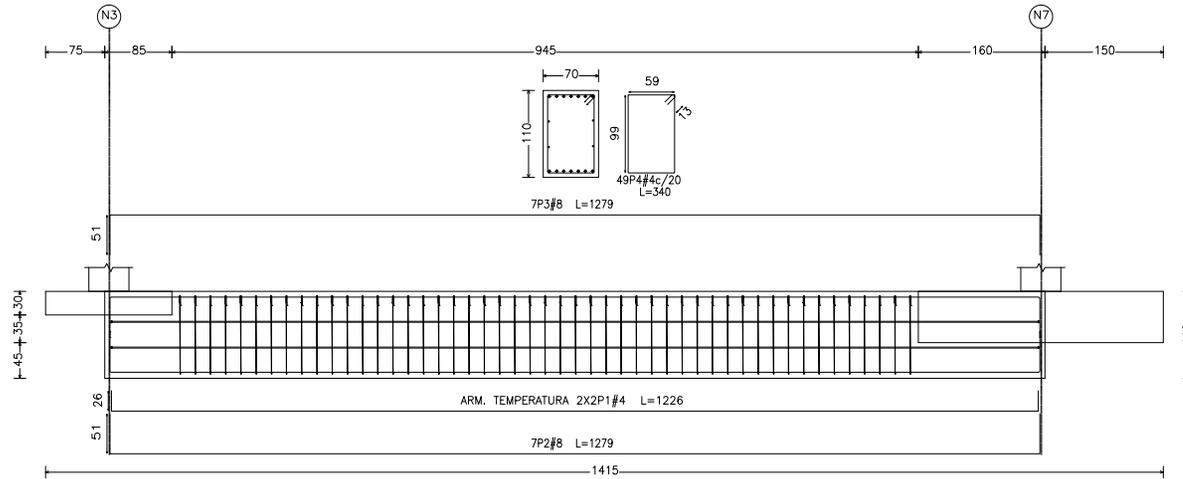
**Periferico Sur s/n Col. Cuemanco CP 16034 México, D.F.**

Propietario:

**Grupo Casa Blanca**

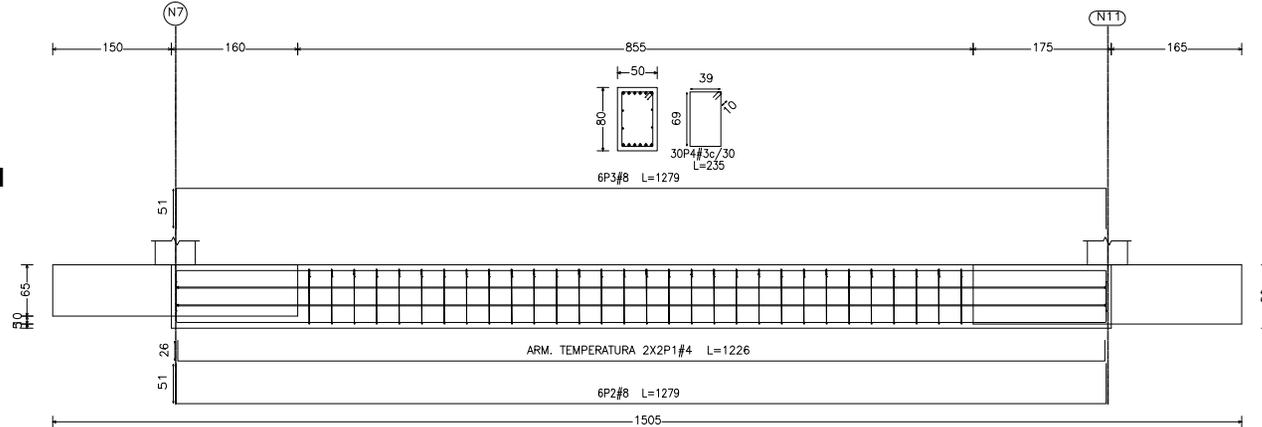
### CONTRATRABE 2 CT2

VC.S-6-2 [N35-N47], VC.S-6-2 [N47-N39], VC.S-6-2 [N39-N43], VC.S-6-2 [N43-N33], VC.S-6-2 [N1-N41], VC.S-6-2 [N41-N37], VC.S-6-2 [N37-N45] y VC.S-6-2 [N45-N3]  
VC.S-6-2 [N3-N7], VC.S-6-2 [N31-N35], VC.S-6-2 [N33-N29] y VC.S-6-2 [N5-N1]



### CONTRATRABE 1 CT1

VC.S-5 [N7-N11], VC.S-5 [N11-N15], VC.S-5 [N15-N19], VC.S-5 [N19-N23], VC.S-5 [N23-N27], VC.S-5 [N27-N31], VC.S-5 [N29-N25], VC.S-5 [N25-N21], VC.S-5 [N21-N17],  
VC.S-5 [N17-N13], VC.S-5 [N13-N9] y VC.S-5 [N9-N5]



## CONTRATRABES

Alumno:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Taller:  
**TRES**

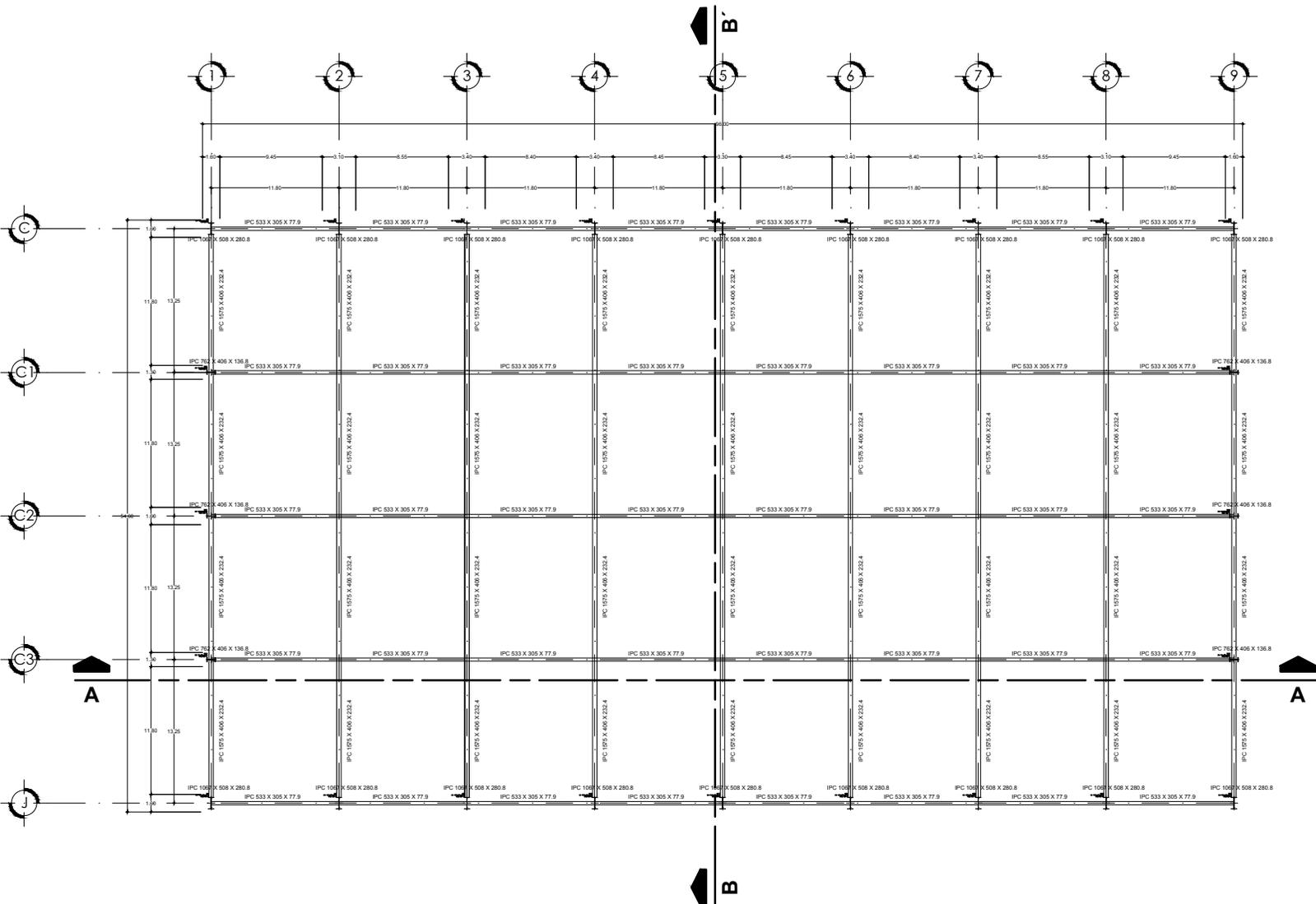
Profesores:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Izamora  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Unidad:  
**Metros**

Tipo de Plano:  
**E-03**

Fecha:  
**ESTRUCTURAL**



# ESTRUCTURA

Orientación:



Nombre del Proyecto:

**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:

**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:

**Grupo Casa Blanca**



Disenio:

**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:

**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:

**TRES**

Procesado:

Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Israel Hernandez Iamora  
Arq. Marco Antonio Espinosa de la Lama

Escala:

**1 : 200**

Conteo:

**Metros**

Tipo de Plano:

**E-04**

Nombre:

**ESTRUCTURAL**

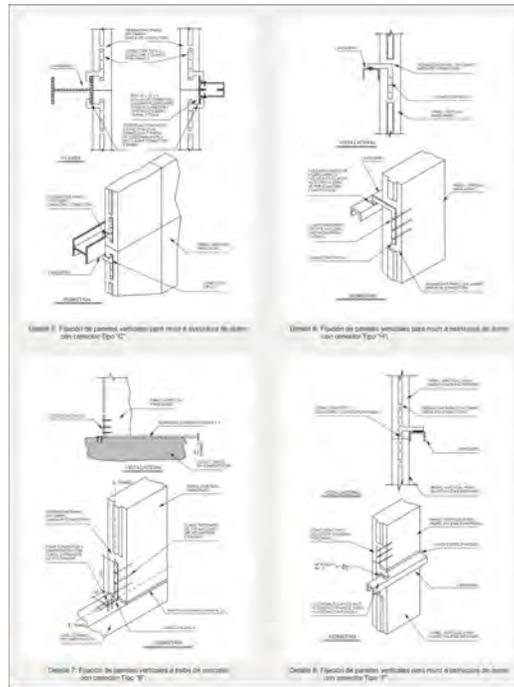
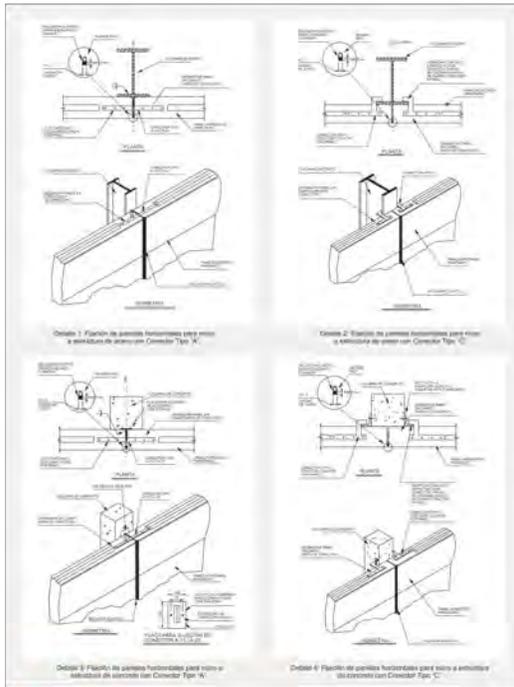
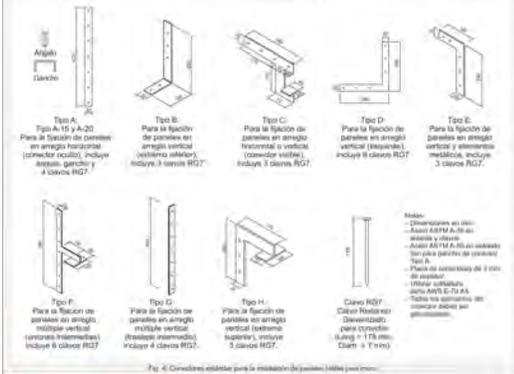
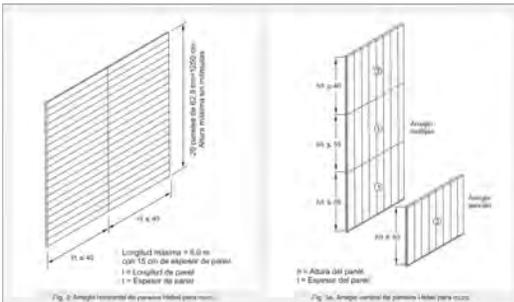
Orientación:



Nombre del Proyecto  
**Centro Acuatico  
Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col.  
Cuernavaca CP 16034  
Mexico, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**



# DETALLES DE ANCLAJE DE SISTEMA CONSTRUCTIVO HEBEL EN FACHADAS

## RECUBRIMIENTOS

Author:  
**Miguel Angel Gonzalez  
Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura,  
Ciudad Universitaria  
UNAM**

Título:  
**TRES**

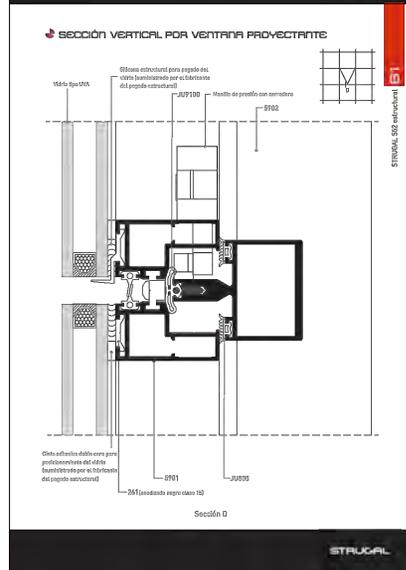
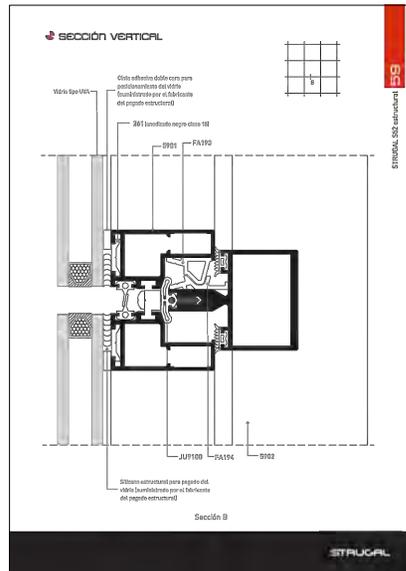
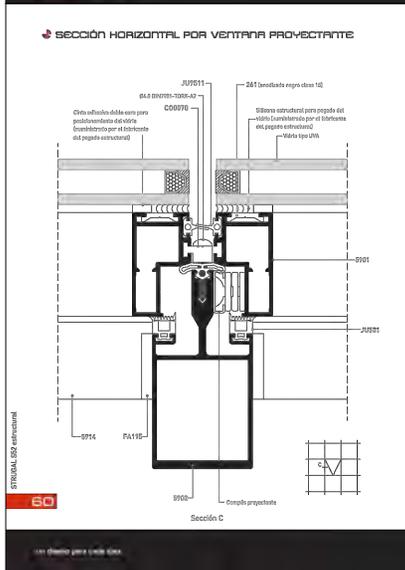
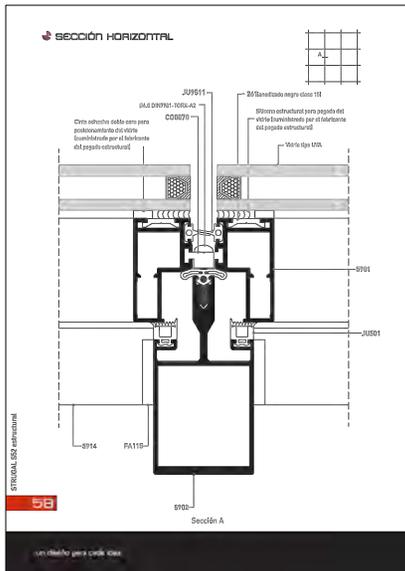
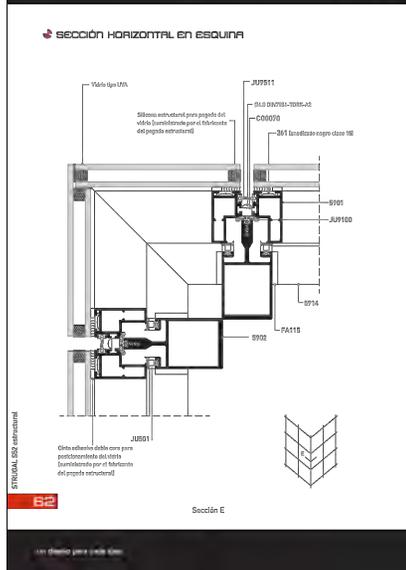
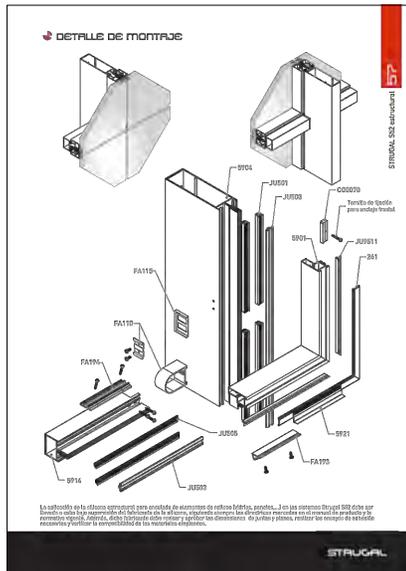
Instituto:  
Arq. José Antonio Ramírez Domínguez  
Arq. Isaac Hernández Tamara  
Arq. Marco Antonio Espinoza de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Unidad:  
**Metros**

Tipo de Plano:  
**E-05**

Temática:  
**ESTRUCTURAL**



# DETALLES DE ANCLAJE DE SISTEMA FACHADA TP 52 RECUBRIMIENTOS

Orientación:

Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

---

Arquitecto:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

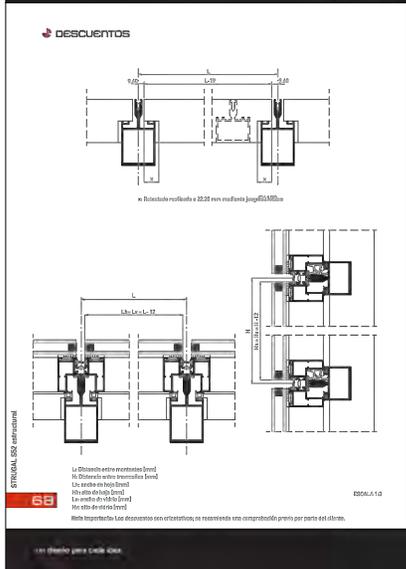
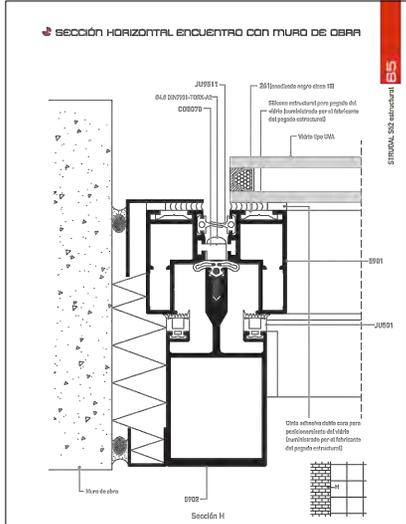
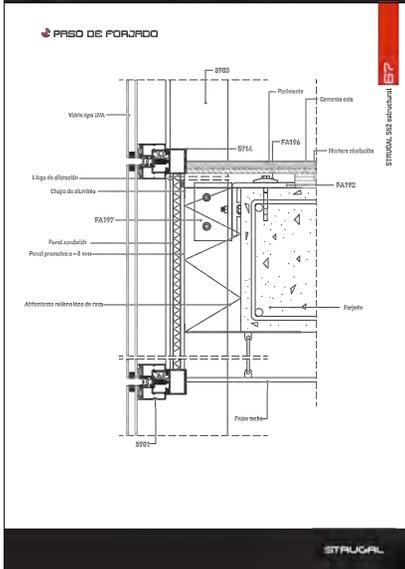
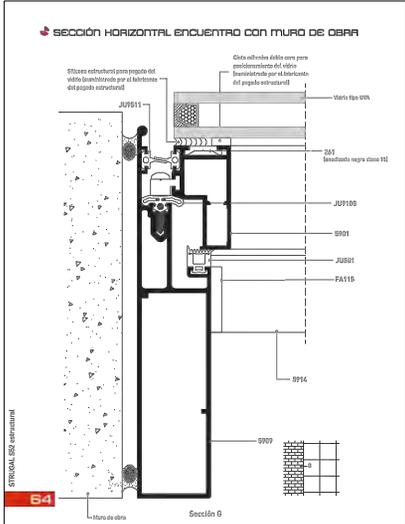
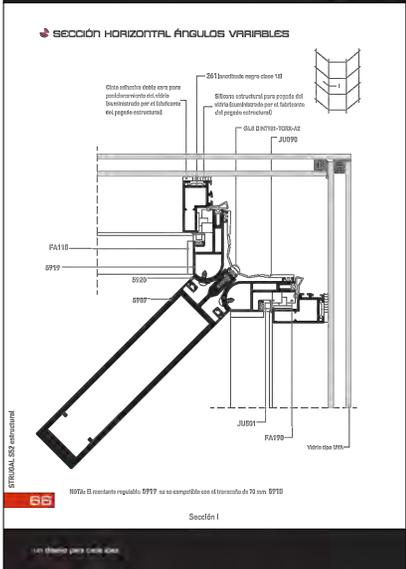
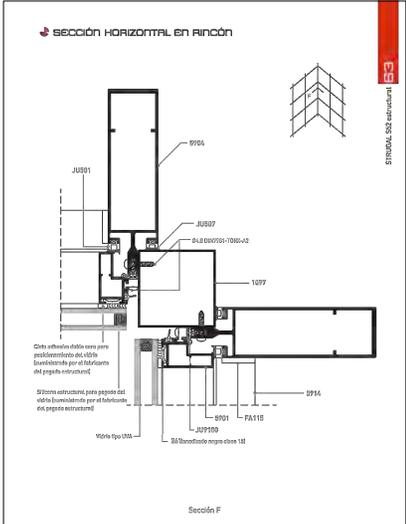
Instituto:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Isaac Hernandez Ibarra  
Arq. Marco Antonio Espinosa de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Cuadro:  
**Metros**

Tipo de Plano:  
**E-06**

Fecha:  
**ESTRUCTURAL**



**DETALLES DE ANCLAJE DE SISTEMA FACHADA TP 52 RECUBRIMIENTOS**



Nombre del Proyecto:  
**Centro Acuatico Xochimilco**

Ubicación:  
**Periferico Sur s/n Col. Cuernavaca CP 16034 México, D.F.**

Propietario:  
**Grupo Casa Blanca**

Diseño:  
**Miguel Angel Gonzalez Piedra**

Universidad:  
**Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria UNAM**

Título:  
**TRES**

Instituto:  
Arq. Jose Antonio Ramirez Dominguez  
Arq. Isaac Hernandez Izamora  
Arq. Marco Antonio Espinosa de la Lama

Escala:  
**1 : 200**

Tipo de Plano:  
**E-07**

Temática:  
**ESTRUCTURAL**