

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

***"Diseño De Una Cubierta Para Calentamiento Solar De La Piscina
De La Escuela Superior Politécnica Del Litoral"***

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Mecánico

Presentado por:

Kelvin Xavier Reyes Guzmán

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios por acompañarme en cada paso que doy.

A mi familia, por su trabajo, amor y apoyo incondicional que me ha permitido llegar a esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer en estas líneas, en primer lugar, a mis padres por su apoyo, trabajo y sacrificio para que yo pueda tener la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad.

De igual forma, agradezco a mi tutor de proyecto integrador, Rodolfo Paz Mora, por haberme guiado en la elaboración de este trabajo de titulación.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Kelvin Reyes* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



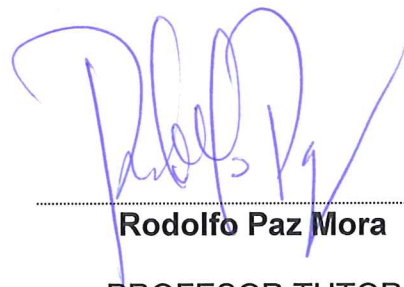
.....
Kelvin Reyes

EVALUADORES



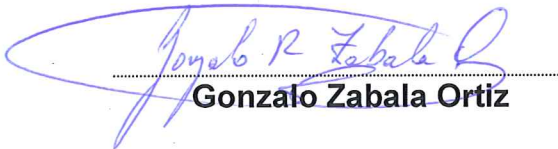
Rodolfo Paz Mora

PROFESOR DE LA MATERIA



Rodolfo Paz Mora

PROFESOR TUTOR 1



Gonzalo Zabala Ortiz

PROFESOR TUTOR 2

RESUMEN

La natación es un deporte en donde se pone a trabajar todos los músculos del cuerpo, por lo cual el practicar esta actividad tiene muchos beneficios para la salud. Por ello la ESPOL tiene una piscina a disposición de estudiantes, profesores y personal administrativo, pero, en la época fría del año, la temperatura se encuentra por debajo de los 26°C, por lo que no se genera el confort necesario en los usuarios. Se ideó una solución a este problema, la cual consiste en diseñar una cubierta para una piscina exterior para adultos; el material usado en la cubierta es policarbonato alveolar de 6 mm de espesor y una estructura de acero que cumple con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC); de esta forma se reducen las pérdidas de calor de la piscina al generarse un efecto invernadero en el interior de la cubierta. Se determinó y comparó las pérdidas de calor obtenidas en la piscina sin la cubierta, con las del prototipo a escala de la piscina con cubierta. Para ello se hizo uso de una Raspberry Pi 3 y sensores sumergibles de temperatura DS18B20 para monitorear la variación de la temperatura a lo largo del día en los casos descritos. Los resultados obtenidos indican que, al usar la cubierta de policarbonato alveolar, se obtiene una reducción de pérdidas de calor superiores al 30% desde las 9:00h hasta las 17:00h, la temperatura de equilibrio del vaso de la piscina se encuentra dentro del rango de 26°C a 30°C desde las 12:00h hasta las 18:00h, el cual es el recomendado por la United States Water Fitness Association.

Palabras Clave: Pérdidas de calor, Temperatura de equilibrio, Piscina, Cubierta.

ABSTRACT

Swimming is a sport where all the muscles of the body are put to work, so practicing this activity has many health benefits. Therefore, ESPOL has a swimming pool available to students, teachers and administrative staff, but in the cold season of the year the temperature is below 26°C, so the necessary comfort is not generated in the users.

A solution to this problem was devised, which consists in designing a high cover for an outdoor pool for adults, the material used in the cover is 6 mm thick honeycomb polycarbonate and an ASTM A36 steel structure that complies with the NEC, hence the heat losses of the pool are reduced by generating a greenhouse effect inside the roof.

The reduction of heat losses was determined and compared, between those obtained in the pool without the cover and those of the prototype on the scale of the pool. For this purpose, a Raspberry Pi 3 and submersible temperature sensors DS18B20 were used to monitor the variation of the temperature throughout the day in the cases described.

The results obtained indicate that, when using the alveolar polycarbonate cover, a reduction of heat losses greater than 30% is obtained from 9:00h to 17:00h., the equilibrium temperature of the pool vessel is within the range from 26°C to 30°C from 12:00h to 18:00h, which is recommended by the United States Water Fitness Association.

Keywords: heat losses, equilibrium temperature, pool, cover

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE PLANOS	XI
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del proyecto	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco teórico	4
1.4.1 Cubierta para piscina	4
1.4.2 Materiales frecuentemente usados para la cubierta de piscinas externas	4
1.4.3 Estructuras de acero	5
1.4.4 Tipos de cargas	5
1.4.5 Tipos de cargas	5
1.4.6 Métodos de diseño	6
1.4.7 Estados de límite de resistencia	7
1.4.8 Estados de límite de servicio	7
1.4.9 Pérdidas de calor	7

1.4.10	Radiación Solar	8
1.4.11	Ángulos solares	9
CAPÍTULO 2		11
2.	Metodología.....	11
2.1	Consideraciones	12
2.2	Descripción de alternativas de solución	12
2.2.1	Tabla morfológica	12
2.2.2	Cubierta de techo	13
2.2.3	Geometría del techo	16
2.2.4	Soporte de la cubierta.....	19
2.2.5	Entradas y salidas de la cubierta	22
2.2.6	Ventilación	23
2.3	Determinación de cargas	25
2.3.1	Carga viva	25
2.3.2	Cargas de servicio	25
2.3.3	Dimensiones iniciales establecidas	25
2.3.4	Prediseño de la estructura.....	26
2.3.5	Presión del viento	33
2.3.1	Carga de sismos.....	35
2.4	Estructura en SAP 2000.....	44
2.5	Pérdidas de calor de la piscina	45
2.6	Radiación diaria promedio sobre superficies inclinadas.....	46
CAPÍTULO 3		48
3.	Resultados Y ANÁLISIS	48
3.1	Análisis de las pérdidas de calor en la piscina.	48
3.2	Análisis de la estructura de acero	51
3.2.1	Análisis de cargas.....	51

3.2.2	Análisis de cargas sísmicas.....	52
3.2.3	Análisis de cargas de la estructura optimizada.....	60
3.2.4	Análisis de cargas sísmicas de la estructura optimizada.....	61
3.3	Análisis de costos.....	67
3.3.1	Costo de materiales de construcción.....	67
3.3.2	Costos de mano de obra	68
3.3.3	Costos por imprevistos	68
3.3.4	Costos totales	68
CAPÍTULO 4		69
4.	Conclusiones y recomendaciones	69
4.1	Conclusiones.....	69
4.2	Recomendaciones.....	70
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
AISC	American Institute of Steel Construction
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASCE	Asociación Americana de Ingenieros Civiles
LRFD	Diseño por Factor de Carga y Resistencia
ASD	Diseño por Esfuerzos Permisible
AWS	American Welding Society

SIMBOLOGÍA

mm	Milímetro
m	Metro
h	Hora
W	Watts
m/s	Metro por segundo
km/s	Kilometro por segundo
J	Joule
W	Watts
Pa	Pascal
k	Kilo
cm ²	Centímetro cuadrado
T	Toneladas
Kg/cm ²	Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado
g/cm ³	Gramos por centímetro cubico
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de metodología del diseño [Reyes,2018].....	11
Figura 2.2. Esquema de la piscina con la cubierta [Reyes,2018].....	24
Figura 2.3 Gráfica de momentos [Reyes,2018].	26
Figura 2.4 Canales U-DIPAC	27
Figura 2.5 Diagrama de fuerzas ejercidos en los perfiles [Reyes,2018].....	28
Figura 2.6 Diagrama de fuerza cortante [Reyes,2018].....	29
Figura 2.7 Diagrama de fuerzas en los ángulos "L" [Reyes,2018].	29
Figura 2.8 Catálogo perfiles "L"-DIPAC.....	30
Figura 2.9 Ángulos "L" en la cercha [Reyes,2018].	31
Figura 2.10 Área distribuida sobre la correa [Reyes,2018].	31
Figura 2.11 Ejes principales de la correa [Reyes,2018].	32
Figura 2.12 Catálogo de perfiles "G"-DIPAC.....	33
Figura 2.13 Zonas sísmicas del ecuador para propósitos de diseño [NEC-SE-DS,2014].....	36
Figura 2.14 Valores del factor Z en función de la zona sísmica [NEC-SE-DS,2014].	36
Figura 2.15 Perfiles de suelo [NEC-SE-DS,2014]	37
Figura 2.16 Factor Fa [NEC-SE-DS,2014]	37
Figura 2.17 Factor Fd [NEC-SE-DS,2014]	38
Figura 2.18 Factor Fs [NEC-SE-DS,2014]	38
Figura 2.19 Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño [NEC-SE-DS,2014].....	39
Figura 2.20 Coeficiente de regularidad en planta [NEC-SE-DS,2014].	40
Figura 2.21 coeficientes de irregularidad en elevación [NEC-SE-DS,2014].....	41
Figura 2.22 Importancia de la estructura [NEC-SE-DS,2014].	42
Figura 2.23 Valores de alfa y Ct para diferentes estructuras [NEC-SE-DS,2014].....	43
Figura 2.24 Dibujo de la cercha en AutoCAD [Reyes,2018].....	44
Figura 2.25 Estructura de acero [Reyes,2018].....	44
Figura 3.1 Pérdidas de calor vs Tiempo [Reyes,2018].....	49
Figura 3.2 Temperatura de la piscina vs Tiempo [Reyes,2018]	50
Figura 3.3 Análisis del prediseño estructural [Reyes,2018].....	51

Figura 3.4 Corrección del prediseño [Reyes,2018]	52
Figura 3.5 Primer Caso – MODAL (T=0.205) [Reyes,2018]	53
Figura 3.6 Segundo caso – MODAL(T=0.162) [Reyes,2018]	53
Figura 3.7 Tercer caso – MODAL(T=0.142) [Reyes,2018]	54
Figura 3.8 Cuarto caso – MODAL(T=0.138) [Reyes,2018].....	54
Figura 3.9 Quinto caso – MODAL (T= 0.133) [Reyes,2018].....	55
Figura 3.10 Sexto caso – MODAL (T= 0.128) [Reyes,2018]	55
Figura 3.11 Séptimo caso – MODAL (T=0.1278) [Reyes,2018]	56
Figura 3.12 Octavo caso – MODAL (T= 0.1209) [Reyes,2018].....	56
Figura 3.13 Noveno caso – MODAL (T= 0.1206) [Reyes,2018].....	57
Figura 3.14 Décimo caso – MODAL (T= 0.1186) [Reyes,2018]	57
Figura 3.15 Onceavo caso - MODAL (T= 0.1151) [Reyes,2018].....	58
Figura 3.16 Doceavo caso – MODAL (T= 0.1137) [Reyes,2018]	58
Figura 3.17 Análisis 1 del diseño optimizado [Reyes,2018]	60
Figura 3.18 Análisis 2 del diseño optimizado [Reyes,2018]	60
Figura 3.19 Carga axial máxima en los torones	61
Figura 3.20 Primer Caso – MODAL (T=0.2378) [Reyes,2018]	61
Figura 3.21 Segundo Caso – MODAL (T=0.2263) [Reyes,2018]	62
Figura 3.22 Tercer Caso – MODAL (T=0.1883) [Reyes,2018]	62
Figura 3.23 Cuarto Caso – MODAL (T=0.1855) [Reyes,2018].....	63
Figura 3.24 Quinto Caso – MODAL (T=0.1842) [Reyes,2018]	63
Figura 3.25 Sexto Caso – MODAL (T=0.1836) [Reyes,2018]	64
Figura 3.26 Séptimo Caso – MODAL (T=0.1833) [Reyes,2018]	64
Figura 3.27 Octavo Caso – MODAL (T=0.1832) [Reyes,2018]	65
Figura 3.28 Noveno Caso – MODAL (T=0.1831) [Reyes,2018]	65
Figura 3.29 Décimo Caso – MODAL (T=0.1831) [Reyes,2018]	66
Figura 3.30 Onceavo Caso – MODAL (T=0.1829) [Reyes,2018]	66
Figura 3.31 Doceavo Caso – MODAL (T=0.1829) [Reyes,2018]	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tabla Morfológica. [Reyes,2018].....	12
Tabla 2.2 Tabla de ventajas y desventajas de cubiertas de techo. [Reyes,2018]	13
Tabla 2.3 Tabla de valores para criterios de selección. [Reyes,2018]	15
Tabla 2.4 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]	15
Tabla 2.5 Tabla de ponderación de la matriz de decisión. [Reyes,2018]	16
Tabla 2.6 Matriz de decisión del material para la cubierta. [Reyes,2018]	16
Tabla 2.7 Tabla de clasificación de cubiertas según el tipo de drenaje.....	17
Tabla 2.8 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]	18
Tabla 2.9 Matriz de decisión de geometría de la cubierta. [Reyes,2018]	19
Tabla 2.10 Material de soporte de la cubierta: ventajas y desventajas [Reyes,2018]	20
Tabla 2.11 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]	21
Tabla 2.12 Matriz de decisión de material de la estructura de soporte de la cubierta. [Reyes,2018]	22
Tabla 2.13 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]	22
Tabla 2.14 Matriz de decisión de material de la estructura de soporte de la .cubierta. [Reyes,2018]	23
Tabla 2.15 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]	23
Tabla 2.16 Matriz de decisión para el método de ventilación. [Reyes,2018]	24
Tabla 2.17 Cargas seleccionadas para el prediseño [Reyes,2018].....	25
Tabla 2.18 Coeficiente de corrección de velocidad de viento [NEC-SE-CG,2014]....	34
Tabla 2.19 Factor de forma [NEC-SE-CG,2014]	35
Tabla 3.1 Pérdidas de calor promedio de la piscina del 13 al 15 . de agosto [Reyes,2018]	48
Tabla 3.2 Datos de temperatura promedio del vaso de la piscina del 13 al 15 de agosto [Reyes,2018]	49
Tabla 3.3 Descripción de Materiales de construcción. [Reyes,2018]	67

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Cubierta [Reyes,2018].....	111
PLANO 2 Lista de Materiales [Reyes,2018]	112

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El practicar un deporte no solo contribuye a la salud física, sino también, mejora el estado mental de las personas, puesto que, el realizar una actividad física moderada ayuda a liberar las tensiones, aumenta la baja autoestima al generar una sensación de logro y orgullo por haber alcanzado una meta propuesta, además, reduce la probabilidad de adoptar una vida sedentaria que es la principal causa de la obesidad. Por estas razones, adolescentes, adultos y personas de edad avanzada optan por practicar la natación, ya que, es uno de los deportes más completos en donde se ejercitan todos los músculos del cuerpo.

Uno de los aspectos más importante que se debe tener al momento de nadar es la temperatura del agua, ya que, si la temperatura es muy baja, causa sensación de frío, temblores o en el peor de los casos hipotermia, en cambio, si la temperatura es alta, provoca un sobrecalentamiento que desemboca en deshidratación excesiva del cuerpo, lo cual afecta a la movilidad de los músculos, causando espasmos musculares y fatiga severa. Por ello se debe adecuar las condiciones del agua de una piscina para las actividades que se realizarán en ella.

La climatización de una piscina consiste en mejorar el confort en los usuarios al aumentar unos grados la temperatura del agua que esta contiene. Para llevar a cabo este cometido existen muchas alternativas, tales como: calentadores eléctricos, calefacción solar, intercambiadores de calor o bombas de calor. Estos sistemas difieren uno del otro principalmente en: tipo de energía utilizada, impacto ambiental, espacio necesario para su instalación, condiciones ambientales, costos de mantenimiento y costos de implementación. En base a los criterios mencionados se elige que tipo de sistema de climatización es el más adecuado para un determinado proyecto.

1.1 Descripción del problema

La ESPOL cuenta con una piscina para uso de los estudiantes, personal de administración y profesores. Funciona de lunes a sábado en el horario de 08h00 a 18h00, excepto los sábados en que se cierra a las 14h00. Los estudiantes la utilizan para sus prácticas que son parte del curso de natación que la ESPOL imparte. Durante los meses de invierno, esto es de diciembre a abril, la temperatura del agua se mantiene alta y brinda un mejor confort térmico a los usuarios. No sucede lo mismo en los meses de verano, esto es, de mayo a noviembre, meses en los que la temperatura desciende algunos grados y no brinda el confort térmico adecuado para la práctica del deporte. Durante la época fría el personal de administración y profesores tienen la libertad de decidir si practican el deporte. No sucede lo mismo con los estudiantes que toman el curso de natación en el primer semestre, que coincide con la época fría, que tienen que hacerlo con el agua a temperaturas más bajas.

Por las razones antes mencionadas, se requiere el acondicionamiento térmico de la piscina con 25 metros de largo, 12 metros de ancho, y una profundidad que va desde 1.2 hasta 1.5 metros de profundidad; mediante la implementación de una cubierta solar y así poder alcanzar una temperatura de equilibrio de alrededor de 27 grados centígrados para generar un agradable confort en los usuarios, el espacio disponible para la ubicación de la cubierta solar es de 31 metros de largo y 16 metros de ancho.

1.2 Justificación del proyecto

La natación es un deporte en el que se pone en movimiento todos los músculos del cuerpo, por lo que practicarlo tiene muchos beneficios como, por ejemplo: reducción de las cargas en las articulaciones, fortalecimiento de músculos, mejorar la respiración, entre otros. Debido a esto los estudiantes, profesores y personal de administración desean hacer uso de la piscina de ESPOL, pero en la época de invierno se

dificulta la práctica de este deporte debido a que la temperatura desciende y genera incomodidad. Por ello se realiza el diseño de una cubierta solar para la piscina que permita mantener la temperatura de equilibrio del agua dentro del rango de 26 a 30 grados centígrados que es lo recomendado por la United States Water Fitness Association para realizar natación con una intensidad moderada.

Los costos del uso de este tipo de sistemas son bajos en comparación al uso de calentadores a gas, puesto que, la energía solar proviene de una fuente natural que es el sol, que nos provee miles de veces más energía que la que vamos a consumir.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una cubierta para acondicionar la temperatura del agua de la piscina de la ESPOL durante los meses de mayo a noviembre, y lograr una temperatura de equilibrio entre los 26 a 30 grados centígrados, que permita mejorar el confort para la natación durante los meses fríos del año.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar los materiales que ayuden a que el sistema sea lo más eficiente y económico posible, mediante el cálculo de las pérdidas de calor que deben ser compensadas por el sistema a diseñar.
2. Analizar la alternativa diseñada y verificar que permita alcanzar una temperatura de equilibrio del agua de la piscina en un rango de 26 a 30 grados centígrados, entre los meses de mayo a noviembre.
3. Evaluar el diseño seleccionado haciendo uso de herramientas computacionales de SAP 2000, y así poder determinar mejoras en el diseño.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Cubierta para piscina

Es una estructura metálica que cubre por completo un área determinada, en la cual se usa como cubierta un material transparente, de esta forma se puede aumentar la temperatura en su interior, ya que, se produce un efecto de invernadero en su interior. Además, ayuda a mantener las condiciones del agua de la piscina al protegerla de impurezas tales como son las hojas de árboles.

1.4.2 Materiales frecuentemente usados para la cubierta de piscinas externas

Los materiales comúnmente usados en domos y techos transparentes son los que se describen en esta sección.

Acrílico

Polímero de metacrilato de metilo o PMMA es un derivado de poli propeno, material rígido con alta transparencia y buena resistencia a la intemperie, puesto que, este material resiste sustancias como el ácido sulfúrico y el amoníaco. Además, este material se lo puede producir con variaciones en sus características como, por ejemplo: transmisión, protección contra rayos UV, difusión de la luz incidente, etc.

Policarbonato

Material termoplástico amorfo con transparencia natural, tiene propiedades similares a las del acrílico, pero este material es mucho más resistente al impacto, soporta mayor temperatura, mayor resistencia al impacto, con densidad $1.20 \frac{g}{cm^3}$, rango de temperatura de uso de -100 a $135^{\circ}C$. Las características pueden variar dependiendo de la aplicación; debido a eso este polímero es usado para producir variedad de materiales utilizados en cubiertas transparentes o vidrio a prueba de balas.

Vidrio templado

Vidrio con moderada rigidez que ha recibido tratamientos térmicos logrando así aumentar su resistencia a esfuerzos de compresión y de

tensión, es el resultado de la unión de varios vidrios con láminas de resinas. Una de sus características principales es que, al momento de romperse, no lo hace en grandes fragmentos que podrían provocar lesiones de gravedad, en lugar de ello se rompe en pequeños trozos que reducen los riesgos en comparación al vidrio normal.

1.4.3 Estructuras de acero

El acero es un material estructural muy versátil debido a sus propiedades como: su alta resistencia por unidad de peso, característica que es de gran importancia en la construcción de puentes; uniformidad de sus propiedades con el transcurso del tiempo o la durabilidad de este material, ya que si se le da un correcto mantenimiento su tiempo de vida útil se puede alargar indefinidamente.

1.4.4 Tipos de cargas

Cargas

Para el correcto diseño de una estructura metálica se debe determinar las cargas que actuarán sobre esta. Una vez estimadas las cargas hay que considerar todos los casos más desfavorables que se puede presentar. Por ejemplo, un paso peatonal cuando está totalmente ocupado de personas en un día lluvioso con altas velocidades de viento que incide sobre la estructura.

Los valores de las cargas usados para el diseño deben estar regidos por las normas establecidas para el diseño de la estructura, en caso de que tener disponible una, se deberá utilizar las cargas provistas por alguna publicación de la ASCE.

1.4.5 Tipos de cargas

Las cargas se clasifican de acuerdo con el tiempo de aplicación y su naturaleza conocidas como: cargas muertas, cargas vivas y cargas ambientales.

Cargas muertas

Esta carga es ejercida por el peso propio de la estructura diseñada y de todos los elementos que se encuentren unidos a ella, es decir, toda carga que sea constante y estática, como los son todos los accesorios en general. Al final se debe comparar el diseño real con el que se estimó al inicio al inicio del proyecto, por lo que, si estos valoren difieren de forma considerable, se deberá repetir el análisis.

Cargas vivas

Son todas aquellas cargas que se pueden variar su posición y cambiar su magnitud, como las personas que ocupan la estructura y muebles. Las cargas móviles pueden ser de diferentes tipos, a continuación, se detallan algunas de ejemplo:

Cargas de piso

Estas con las cargas generadas por la gravedad.

Cargas en puentes

Estas son cargas variables debido al tránsito de automóviles, camiones, motocicletas, etc.

Cargas ambientales

Estas también se las considera como cargas vivas, pero se las separa de ese grupo ya que como su nombre lo indica son cargas producidas por fenómenos naturales como lo es la lluvia, granizo, tornados, nieve, sismos y variaciones de temperatura.

1.4.6 Métodos de diseño

Todo diseño debe cumplir con ciertos requerimientos de seguridad y funcionamiento, por lo que la NEC nos brinda dos métodos para poder diseñar todos los miembros que constituyen una estructura de acero y sus conexiones, los cuales son: Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD: Load and Resistance Factor Design); y el Diseño

por esfuerzos permisibles (ASD: Allowable Strength Design). Ambos métodos se basan en estados límites, los cuales son: estado límite de resistencia y estado límite de servicio. (Jack C. McCormac, 2012)

1.4.7 Estados de límite de resistencia

Definen la capacidad de sustentar una carga, incluyendo la fluencia excesiva, la fractura, el pandeo, la fatiga y el movimiento bruto de cuerpo rígido.

1.4.8 Estados de límite de servicio

Los estados límite de servicio definen el comportamiento, incluyendo la deflexión, el agrietamiento, los deslizamientos, la vibración y el deterioro.

1.4.9 Pérdidas de calor

Para la climatización de la piscina es necesario tomar en cuenta las pérdidas de calor.

Pérdidas por evaporación

Debido a las diferencias de temperatura del agua y la del medio ambiente en el cual esta se encuentra, parte del agua toma energía de sus alrededores hasta llegar a un punto en el que se evapora provocando así pérdidas de calor. Esto dependerá de la velocidad del viento, presión de vapor del agua y la humedad relativa.

Pérdidas por renovación

Como ya se explicó debido a las pérdidas por evaporación disminuye la cantidad de agua contenida en la piscina, por lo que dicho volumen de agua se debe reemplazar por agua proveniente de un sistema de reposición con una temperatura diferente.

Pérdidas por convección

Estas pérdidas de calor se deben a la velocidad y dirección del viento, la diferencia de temperaturas del agua con el medio ambiente y las dimensiones de la piscina. Este fenómeno se da en la superficie del agua de la piscina.

Pérdidas por radiación

Cuando el medio ambiente se encuentra a una temperatura más baja que el del agua de la piscina, esta última empieza a irradiar calor hacia el exterior generando pérdidas de calor.

1.4.10 Radiación Solar

La energía proveniente del sol, la cual se genera a partir de procesos nucleares producidos en dicha estrella, es la que se denomina radiación solar. La intensidad de esta energía es de alrededor 10000 veces más energía que la que las personas consumimos.

Dependiendo de su intensidad y dirección existen diferentes tipos de radiación, los cuales se describen a continuación:

Radiación difusa

Ya que en la atmósfera terrestre están presentes varios elementos, como el CO₂, O₂, N₂, Ar, entre otros; la radiación solar al ingresar a la atmósfera experimenta un fenómeno de atenuación en su magnitud y cambios en su dirección a la cual se denomina radiación difusa.

Radiación directa

Si la radiación incidente no experimenta cambios en su dirección se define como radiación directa.

Radiación extraterrestre

La radiación proveniente del sol antes de ingresar a la atmosfera terrestre se la conoce como radiación solar extraterrestre.

Radiación global

A la suma de la radiación directa y radiación difusa se define como radiación global.

Radiación total

Esta es la suma de la radiación global más la radiación reflejada por las diferentes superficies como por ejemplo el agua, arena, paredes, etc.

1.4.11 Ángulos solares

Para determinar la cantidad de radiación solar incidente sobre una zona de interés, es necesario determinar la posición del sol, puesto que, el sol y la tierra son cuerpos que están en constante movimiento, por ello para el análisis de la posición del sol se asumirá que este se mueve alrededor de la tierra, cuyo origen de sistema de coordenadas estará ubicado en la zona de interés localizada en la tierra. Por ello la posición de la estrella estará dada por la altura solar y acimut solar.

Altura solar (α)

Ángulo comprendido entre la recta que se forma por una línea que sale del centro del sistema de coordenadas hasta la proyección del sol en el horizonte, y la recta que va desde el mismo centro de sistema de coordenadas y que pasa por el centro de la estrella.

Acimut solar (γ)

Ángulo medido con respecto al sur.

Las variables mencionadas se las puede calcular haciendo uso de tres parámetros que son: el ángulo de declinación, el ángulo horario y la latitud.

Ángulo de declinación (δ)

Si se trazara una línea desde el centro de la tierra hasta el centro del sol, entonces este ángulo es el que se forma entre dicha línea y el plano ecuatorial se define como ángulo de declinación, este varía a lo largo del año como consecuencia del movimiento de la tierra y del sol. Se lo puede calcular con la ecuación que se describe a continuación:

$$\delta = 23.45 \sin \left(360 * \frac{284 + n}{365} \right) \quad (1.1)$$

n: Día del año

Latitud (φ)

Es la distancia angular desde la línea ecuatorial hasta cualquier punto sobre la tierra. Según el hemisferio en donde se encuentra el punto de interés se hablará de latitud Norte, la cual se tomará como positivo para la realización de los cálculos; o latitud Sur, la cual se toma como negativo.

Ángulo horario (ω)

Con la medida de este ángulo se puede determinar cuánto tiempo ha pasado desde que un determinado cuerpo ha pasado por el meridiano local, este ángulo toma un valor de 15 por cada hora transcurrida, siendo positivo en las mañanas, negativo en las tardes y cero al medio día. (MANRIQUE, 1984)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

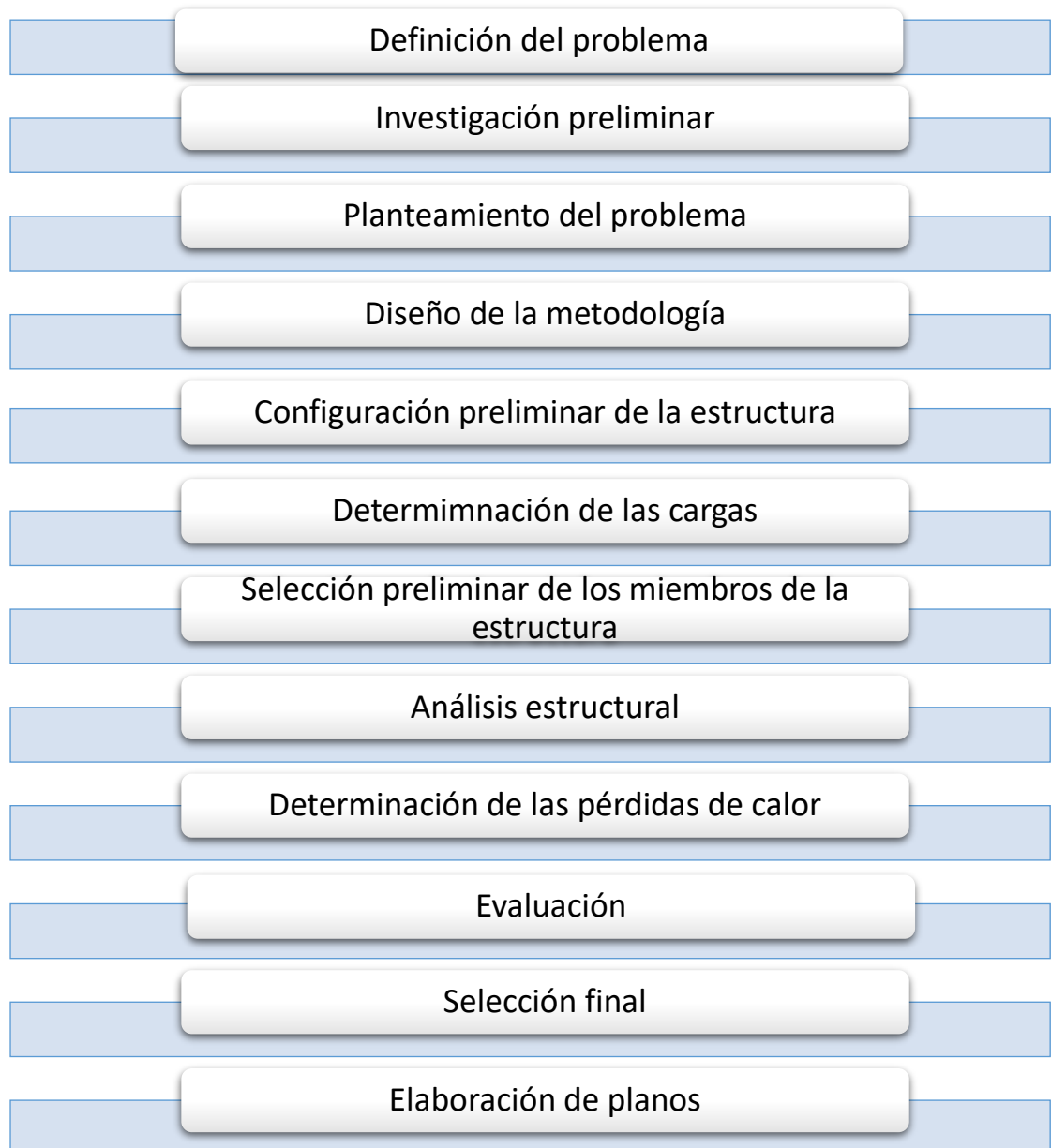


Figura 2.1 Diagrama de metodología del diseño [Reyes,2018]

2.1 Consideraciones

Para el desarrollo del diseño de la cubierta se debe considerar lo siguiente:

- Para el cálculo de las cargas vivas, cargas muertas y cargas ambientales se seguirán las normas NEC-SE-AC, NEC-SE-DS, NEC-SE-CG Y ASCE 7-10.
- Para la selección de los perfiles de las vigas usadas en la estructura se seguirá la norma NEC-SE-AC, AISC y catálogos de DIPAC.
- Temperatura de equilibrio del agua de la piscina a la que se desea llegar es de 26°C a 30 °C.
- Censar la temperatura ambiente y temperatura de equilibrio del agua con una Raspberry Pi 3 y sensores DS18B20.

2.2 Descripción de alternativas de solución

Para la selección de la mejor solución se realizó una tabla morfológica, en la cual se detalla las funciones de las partes de la cubierta y los medios que se tienen disponibles para su elaboración.

2.2.1 Tabla morfológica

Tabla 2.1 Tabla Morfológica. [Reyes,2018]

Funciones	Medios			
Cubierta	Láminas de Policarbonato alveolar	Vidrio templado	Láminas de acrílico	
Techo de la cubierta	Techo a un agua	Techo a dos aguas	Techo a cuatro aguas	Techo en agujas
Soporte de cubierta	Madera	Acero	Aluminio	
Soporte al piso	Placa y tornillos	soldado	Empotramiento	
Entrada y salida	Con puerta	Sin puerta	Cortinas	
Ventilación	Extractor	Ventanas deslizantes	Techo móvil	Estructura desmontable

2.2.2 Cubierta de techo

Se denomina cubierta a la superficie superior, cuyo propósito es suministrar protección contra todos los agentes externos que generados por las condiciones atmosféricas. Ya que esta se expone directamente a la intemperie, necesita estar formada por materiales de gran resistencia a las variaciones de la temperatura, además, de ser impermeable y tener la resistencia necesaria para drenar las aguas lluvias.

En el país existe una gran variedad de cubiertas, con distintos materiales y formas, que se acoplan a la necesidad de cada tipo de construcción y a sus requerimientos. Para una selección adecuada, se debe tomar en cuenta la pendiente mínima necesaria para el drenado de las aguas lluvias, además, del peso por metro cuadrado que será de ayuda para determinar las cargas que transmitirá la cubierta, por peso propio, a los largueros. En la distribución de los largueros en el techo se deberá tomar en cuenta la resistencia de la cubierta a esfuerzos de presión.

A continuación, se muestra la tabla 2.3 en donde se presentan los materiales más usados para cubiertas de piscinas.

Tabla 2.2 Tabla de ventajas y desventajas de cubiertas de techo.
[Reyes,2018]

Material de cubierta	Ventajas	Desventajas
Policarbonato	<ul style="list-style-type: none">• Elevada resistencia al impacto.• Fácil instalación.• Excelente aislante térmico, reduce en gran medida las pérdidas de calor.• Material translucido permitiendo paso de la luz natural.• Material liviano.• Elevada resistencia a la fluencia.	<ul style="list-style-type: none">• Susceptible a fisuras provocadas por esfuerzos.• Material sensible a la hidrolisis.

	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia moderada a sustancias químicas 	
Vidrio templado	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo por metro cuadrado. Buena iluminación, permitiendo el paso normal de la luz natural. Proporciona elegancia. Moderada resistencia a impactos. Buen aislante térmico. 	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo por metro cuadrado. Presenta la posibilidad de explosión para cambios grandes de temperatura. Esquinas del vidrio templado son relativamente frágiles.
Láminas de acrílico	<ul style="list-style-type: none"> Moderada resistencia a impactos Buen aislante térmico. Material en translucido permite normal paso de la luz incidente. Moderada resistencia química. 	<ul style="list-style-type: none"> Susceptible a fisuras provocadas por esfuerzos. Material sensible a la hidrólisis.

En el análisis de las alternativas presentadas para la cubierta, se tomarán en cuenta los siguientes criterios de selección:

1. Costo de implementación
2. Transparencia
3. Propiedades térmicas
4. Resistencia al medio ambiente
5. Seguridad
6. Facilidad de instalación

Se determina la importancia relativa de cada criterio, haciendo una comparación entre cada uno de ellos por medio de una matriz (ver tabla 2.4). Para ello se hace uso de los valores de la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Tabla de valores para criterios de selección. [Reyes,2018]

Grado de Importancia	Valor
De igual importancia	1
Significativamente importante	5
Excesivamente importante	10
Significativamente menos importante	1/5
Excesivamente menos importante	1/10

Tabla 2.4 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]

Criterio	1	2	3	4	5	6	Total	Porcentaje
1		1/5	1/5	1/5	1/5	5	5.8	7.75%
2	5		5	1/5	1/5	5	15.4	20.59%
3	5	1/5		1/5	1/5	5	10.6	14.17%
4	5	5	5		1	5	21	28.07%
5	5	5	5	1		5	21	28.07%
6	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5		1	1.34%
							74.8	

Luego de haber realizado la matriz se tiene que:

1. Costo de implementación (7.75%)
2. Transparencia (20.59%)
3. Propiedades térmicas (14.17%)
4. Resistencia al medio ambiente (28.07%)
5. Seguridad (28.07%)
6. Facilidad de instalación (1.34%)

A continuación, se presenta la tabla 2.5, en donde se indica la ponderación cuantitativa que se usará para la matriz de decisión.

Tabla 2.5 Tabla de ponderación de la matriz de decisión. [Reyes,2018]

Condición	Calificación
Malo	1
Regular	2
Bueno	3
Muy bueno	4
Excelente	5

Seguidamente, se muestra la matriz de decisión del material óptimo que se debe usar en la cubierta. En la primera fila, se encuentran los criterios de selección; en la primera columna, se encuentran las alternativas para el material de la cubierta.

Tabla 2.6 Matriz de decisión del material para la cubierta. [Reyes,2018]

Criterios \ Alternativas	1	2	3	4	5	6	Total
	0.0775	0.2059	0.1417	0.2807	0.2807	0.0134	
Policarbonato	4	5	4	4	5	5	4.5
Vidrio templado	2	5	5	5	1	3	3.61
Láminas de Acrílico	4	5	4	4	3	4	3.92


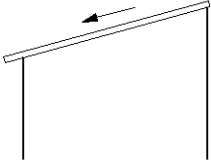
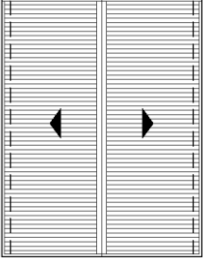
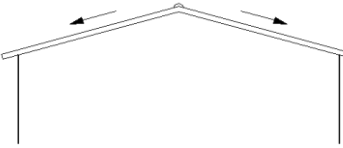
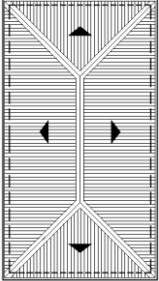
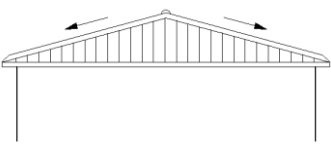
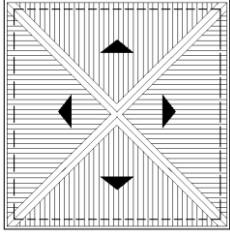
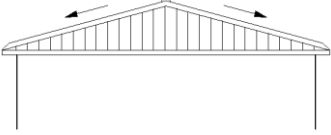
Como se observa en la tabla 2.6, el material adecuado para la cubierta es el policarbonato alveolar.

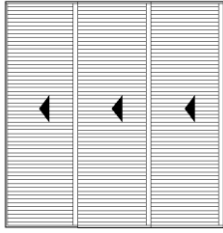
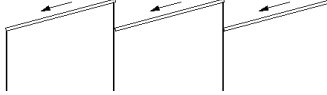
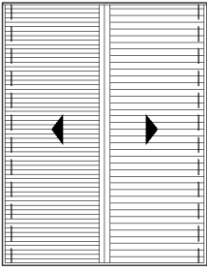
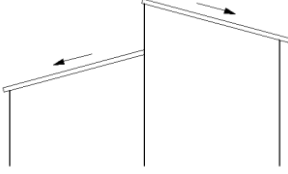
El procedimiento descrito en esta sección es el que se utiliza para la selección de los demás medios descritos en la tabla 2.1.

2.2.3 Geometría del techo

La geometría del techo dependerá principalmente de los requerimientos del cliente, costos de implementación, estética y del drenaje de agua. A continuación, se presenta la clasificación de la geometría del techo dependiendo de la forma de drenaje del agua incidente sobre este.

Tabla 2.7 Tabla de clasificación de cubiertas según el tipo de drenaje de agua. [Cruz, Figueroa & Hernández, 2012]

PLANTA	ELEVACIÓN	DESCRIPCION
		<p>Techos a un agua: Es la forma más sencilla, está formada por un solo faldón que se apoya en dos muros o filas de columnas vertiendo el agua de lluvia a un lado.</p>
		<p>Techos a dos aguas: Se compone de dos faldones que vierten las aguas en dos lados opuestos.</p>
		<p>Techos a cuatro aguas: Formada por cuatro faldones, que vierten las aguas los cuatro lados de la planta a cubrir. Protegen todos los muros, ahorran costos y área de muro, son menos susceptibles a ser dañados por el viento, pero</p>
		<p>Techo de agujas o flechas: Cuando la planta es cuadrada y la pendiente es pequeña. El caballete queda reducido a un punto. Estos también son llamados techos piramidales.</p>

		<p>Techo en diente sierra:</p> <p>Formada por faldones de distinta pendiente; el más vertical va acristalado para que entre la luz, y el otro con material de cubrimiento.</p>
		<p>Techo con pendiente a dos aguas:</p> <p>Discontinuas: formada de manera similar que el techo a dos aguas por dos faldones, que vierten el agua a dos lados de la edificación, pero que tienen discontinuidad en la cumbre.</p>

Para la selección del tipo de geometría del techo se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

1. Costo de implementación
2. Capacidad de drenaje de agua
3. Complejidad de estructura
4. Sombras proyectadas entre superficies
5. Protección de muros

Tabla 2.8 Matriz de ponderación de los criterios de selección.

[Reyes,2018]

Criterio	1	2	3	4	5	Total	Porcentaje
1		1/5	1/5	1/5	1/5	0.8	1.36%
2	5		1	5	10	21	35.89%
3	5	1		1/5	5	6.4	10.94%
4	5	5	5		5	20	34.2%
5	5	1/10	5	1/5		10.3	17.61%
Suma						58.5	100%

Luego de haber realizado la matriz se tiene que:

1. Costo de implementación (1.36%)
2. Capacidad de drenaje de agua (35.89%)
3. Complejidad de estructura (10.94%)
4. Sombras proyectadas entre superficies (34.2%)
5. Protección de muros (17.61%)

Tabla 2.9 Matriz de decisión de geometría de la cubierta. [Reyes,2018]

Criterios Alternativas	1	2	3	4	5	Total
	0.0136	0.3589	0.1094	0.342	0.1761	
Techo a un agua	5	4	5	5	3	4.28
Techo a dos aguas	5	4	5	5	5	4.64
Techo a cuatro aguas	4	5	3	4	5	4.43
Techo de agujas o flechas	3	5	3	3	5	4.07
Techo en diente de sierra	2	3	2	1	1	1.84
Techo con pendiente a dos aguas discontinuas	2	2	1	1	2	1.55

2.2.4 Soporte de la cubierta

Es de suma importancia seleccionar correctamente el material para su fabricación, ya que debe contar con una estructura que pueda soportar las diferentes cargas a las cuales va a estar sometida, además, tiene que soportar la corrosión producida por las condiciones del medio ambiente en el que se ubica la cubierta.

Tabla 2.10 Material de soporte de la cubierta: ventajas y desventajas.

[Reyes,2018]

Material de soporte de la cubierta	Ventajas	Desventajas
Acero	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia por unidad de peso • Mantiene sus propiedades a pesar del paso del tiempo • Larga durabilidad con un mantenimiento adecuado • Material dúctil • Presenta gran facilidad para unir miembros por soldadura, tornillos o remaches. • Alta conductividad térmica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado costo de mantenimiento en miembros que necesiten pintarse continuamente. • Presentan probabilidad de propagación de incendios debido a su conductividad térmica.
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> • Material con gran cantidad de posibilidades estéticas. • No necesita mantenimiento excepto por temas estéticos. • Buena resistencia a la corrosión, agua y rayos ultravioleta. • Bajo peso específico • Alta conductividad térmica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sus propiedades se alteran con el envejecimiento del material. • Pequeños concentradores de esfuerzos causan graves daños en una pieza.
Madera	<ul style="list-style-type: none"> • Material de origen natural y renovable. • Excelente aislante térmico. • Moderada durabilidad • Fácil de moldear. • Su aspecto natural ofrece grandes posibilidades estéticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Material heterogéneo e isotrópico. • Es muy vulnerable a agentes externos por lo que el costo de mantenimiento es elevado. • Dimensiones de las piezas fabricadas limitadas.

Criterios de selección:

1. Estética.
2. Costo de implementación.
3. Peso específico.
4. Durabilidad.
5. Propiedades constantes a lo largo del tiempo.
6. Soldabilidad

Tabla 2.11 Matriz de ponderación de los criterios de selección.
[Reyes,2018]

Criterio	1	2	3	4	5	6	Total	Porcentaje
1		5	1/5	1/5	1/10	1/5	5.7	7.15%
2	1/5		1/5	1/5	1/5	1/5	1	1.25%
3	5	5		1/5	1/5	1/5	10.6	13.3%
4	5	5	5		1/5	1/5	15.4	19.33%
5	10	5	5	5		1	26	32.63%
6	5	5	5	5	1		21	26.34%
Suma							79.7	100%

Luego de haber realizado la matriz se tiene que:

1. Estética. (7.15%)
2. Costo de implementación. (1.25%)
3. Peso específico. (13.3%)
4. Durabilidad. (19.33%)
5. Propiedades constantes a lo largo del tiempo. (32.63%)
6. Soldabilidad (26.64%)

Tabla 2.12 Matriz de decisión de material de la estructura de soporte de la cubierta. [Reyes,2018]

Criterios \ Alternativas	1	2	3	4	5	6	Total
		0.0967	0.014	0.1828	0.2671	0.4394	
Acero	3	4	3	4	5	5	4
Aluminio	4	4	4	4	4	2	3.67
Madera	4	2	4	3	3	0	2.67

2.2.5 Entradas y salidas de la cubierta

Para la comodidad de los usuarios es necesario definir una forma de ingresar y de salir de la cubierta.

A continuación, se presentan los criterios de selección:

1. Comodidad
2. Estética
3. Pérdidas de calor en presencia de corrientes de viento

Tabla 2.13 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]

Criterio	1	2	3	Total	Porcentaje
1		1	1/5	1.2	9.68%
2	1		1/5	1.2	9.68%
3	5	5		10	80.64%
Suma				12.4	100%

Tabla 2.14 Matriz de decisión de material de la estructura de soporte de la cubierta. [Reyes,2018]

Criterios	1	2	3	Total
	Alternativas	0.0968	0.0968	
Sin puertas	4	3	2	2.29
Con puertas	3	4	4	3.9
Uso de cortinas	3	3	2	2.19

2.2.6 Ventilación

Es un proceso por el cual se renueva el aire, es decir, quitar el aire no deseado de un lugar y reemplazarlo por uno más puro. Esto se hace con el fin de proporcionar el oxígeno necesario para mantener la vida dentro de un lugar confinado, reducir la contaminación ambiental del lugar, mantener las condiciones de temperatura en el interior para que se produzca un ambiente agradable, entre otros. Este proceso se puede llevar a cabo de forma natural o mecánica.

Los criterios de selección para el método de ventilación de la cubierta son los que se enlistan a continuación:

1. Costo de implementación
2. Estética
3. Facilidad de uso

Tabla 2.15 Matriz de ponderación de los criterios de selección. [Reyes,2018]

Criterio	1	2	3	Total	Porcentaje
1	1	1	1/5	1.2	13.04%
2	1	1	1	2	21.73%
3	5	1	1	6	65.22%
Suma				9.2	100%

Tabla 2.16 Matriz de decisión para el método de ventilación. [Reyes,2018]

Criterios \ Alternativas	1	2	3	Total
	0.1304	0.2173	0.6522	
Extractor	3	3	5	4.3
Ventanas deslizantes	3	4	5	4.52
Techo móvil	3	4	5	4.52
Estructura desmontable	4	2	3	2.97

Por lo tanto, la alternativa seleccionada, luego de haber realizado el proceso de selección, es la que se describe a continuación:

- Cubierta de policarbonato.
- Techo a dos aguas.
- Material de la estructura de soporte de acero.
- Con una puerta de entrada y salida.
- Con ventanas o techos móvil.

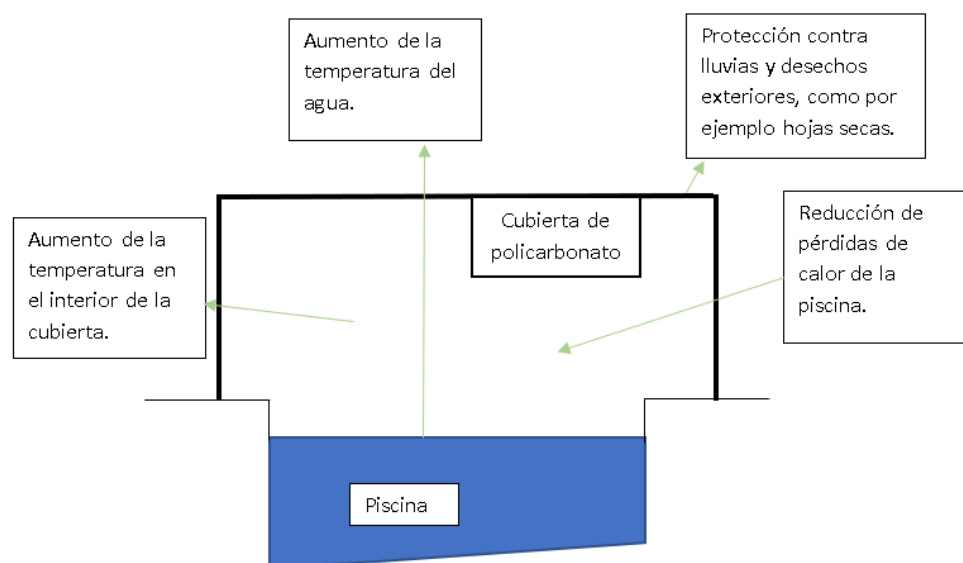


Figura 2.2. Esquema de la piscina con la cubierta [Reyes,2018].

2.3 Determinación de cargas

Se requiere elaborar un prediseño de la cubierta para poder determinar las dimensiones de los elementos de acero.

Las cargas seleccionadas para el prediseño son: carga viva y cargas de servicio.

2.3.1 Carga viva

De la NEC-SE-CG se extrae que la carga debido a la ocupación de la estructura, la cual indica que para cubiertas planas, inclinadas y curvas la carga uniforme es de 0.7kN/m^2 .

2.3.2 Cargas de servicio

De forma similar al caso anterior, se determinan las cargas de servicio.

- Mantenimiento: 70 kg/m^2
- Luminaria: 15 kg/m^2
- Ventilación: 5 kg/m^2

Por lo tanto, la carga total ejercida sobre la cubierta es:

Tabla 2.17 Cargas seleccionadas para el prediseño [Reyes,2018]

Carga	Valor(kg/m^2)
Cubierta	1.4
Ventilación	5
Luminaria	15
Mantenimiento	70
Carga total	91.4

2.3.3 Dimensiones iniciales establecidas

Como es una cubierta alta y la piscina debe poder ser utilizada por los usuarios, la cubierta debe tener las siguientes dimensiones:

- Inclinación de techo de la cubierta: 15°
- Ancho: 16 m

- Largo: 30 m
- Altura de las columnas 2.5 m

2.3.4 Prediseño de la estructura

Para el predimensionamiento, no se tomará en cuenta todas las cargas y tampoco todos los casos de combinaciones de cargas que puede ocurrir, ya que, las correcciones pertinentes que se deban realizar al prediseño para poder obtener una estructura confiable y segura, se los detectarán y realizarán con un análisis posterior, que se elaborará usando el programa SAP 2000.

La preselección de los elementos de la estructura se lo puede hacer de dos formas; la primera, se puede seleccionar un factor de seguridad; la segunda, se castiga al material, es decir, en los cálculos se reduce la resistencia nominal del material que se vaya a usar. Por lo tanto, para evitar estar usando diferentes factores de seguridad, la preselección de los perfiles se lo hará castigando la resistencia del material, de manera que, se considerará solo el 60% de la resistencia nominal del material.

Carga total aplicada= $91.4 \text{ kg/m}^2=0.914 \text{ T/m}^2$

Carga distribuida sobre los elementos de la cubierta= $0.914 \text{ T/m}^2 * 6\text{m}=0.5484\text{T/m}^2$.

Se elabora la gráfica de la cercha y se asignan las cargas sobre la cubierta. Luego se hace correr el programa y se obtiene los siguientes gráficos:

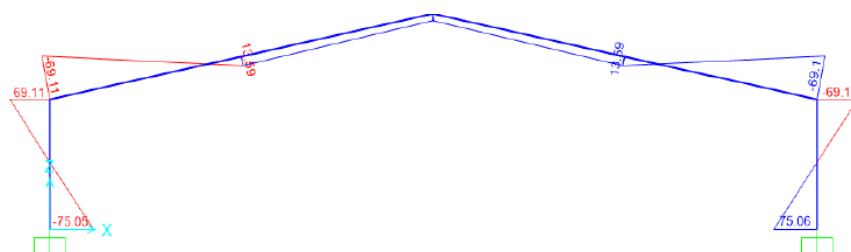


Figura 2.3 Gráfica de momentos [Reyes,2018].

De esta gráfica se obtiene el valor del momento máximo ejercido en la estructura cuyo valor es:

$$M_{max} = 69T.m \quad (2.1)$$

$$F = \frac{M}{d} = \frac{69 T.m}{1m} = 69 T$$

A continuación, se calcula el área de la sección transversal de la viga de acero A36 ($f_y=36\text{ksi}$) que se usará para poder armar la cercha para la cual se utiliza el catálogo de Dipac.

$$A = \frac{F}{0.6f_y} = \frac{69 T}{0.6 * 2.5 T/cm^2} = 46 cm^2 \quad (2.2)$$

250	100	6	123.96	20.66	25.82	2388.38	191.07	9.46	241.61	32.17	3.05	2.49
250	100	8	162.66	27.11	33.89	3069.49	245.55	11.06	311.36	41.96	3.03	2.58
250	100	10	200.16	33.36	41.71	3695.48	295.64	11.00	375.84	51.27	3.00	2.67
250	100	12	239.46	39.91	49.27	4268.34	341.47	10.94	450.31	62.28	3.02	2.77
250	120	10	222.12	37.02	45.71	4271.77	341.74	10.71	629.61	73.21	3.71	3.40
250	120	12	262.74	43.79	54.07	4947.99	395.84	10.60	732.59	86.09	3.68	3.49
300	80	4	84.12	14.02	17.87	2186.18	145.75	11.20	93.35	14.50	2.29	1.56
300	80	5	104.46	17.41	22.18	2685.33	179.02	11.09	114.40	17.90	2.27	1.61

Figura 2.4 Canales U-DIPAC

Las dimensiones del perfil seleccionado son las siguientes:

U 250x100x12(área de sección transversal= 49.27 cm²)

Posteriormente, se realiza la selección del perfil para la parte superior de la columna del pórtico.

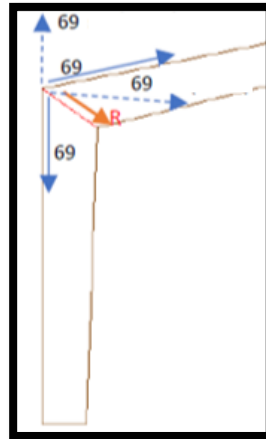


Figura 2.5 Diagrama de fuerzas ejercidas en los perfiles [Reyes,2018].

Se determina el valor de la fuerza R y el área de la sección transversal del perfil U que se usa en la unión entre la columna y la cercha:

$$R = R_x i + R_y j \quad (2.3)$$

$$R = 69 \cos(15) i + 69 \sin(15) j - 69 j$$

$$|R| = 66.65 i - 51.14 j$$

$$|R| = 84 T$$

$$A = \frac{R}{0.6 f_y} = \frac{84 T}{1.5 T/cm^2} = 56 cm^2$$

Las dimensiones son las siguientes:

U 300x150x10(área transversal del perfil=56.71 cm²)

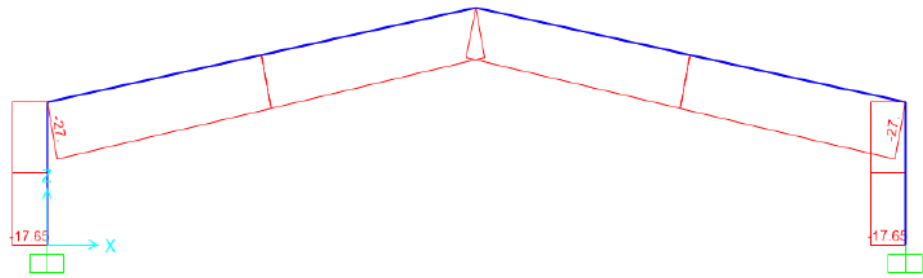


Figura 2.6 Diagrama de fuerza cortante [Reyes,2018].

Se determina el valor de la fuerza cortante máxima que actúa en la estructura usando el programa SAP 2000, ver figura 2.6. Seguidamente, se procede a determinar el área de sección transversal del ángulo que se usará en la estructura del pórtico.

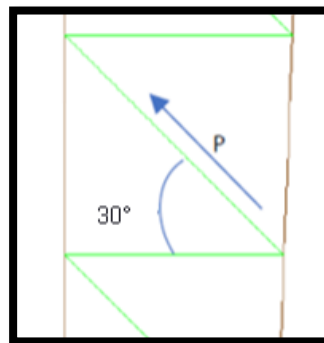


Figura 2.7 Diagrama de fuerzas en los ángulos "L" [Reyes,2018].

$$F = P \cos(30) \quad (2.4)$$

$$P = \frac{F}{\cos(30)} = \frac{27 T}{\cos(30)} = 31.18 T$$

$$A = \frac{31.18 T}{0.4 * 2.5 T/cm^2} = 31.18 cm^2$$

El área del perfil L se calculó asumiendo que se usará solamente un ángulo, pero en realidad se usarán 2, por lo que el área real de cada perfil es la mitad, entonces se tiene que:

$$A = \frac{31.18 cm^2}{2} = 15.59 cm^2$$

60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.86	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.68	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.05
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.02	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.45
75	75	5	33.42	5.57	7.09	39.08	7.25	2.35	2.11	2.99	1.43
75	75	6	40.32	6.72	8.40	45.76	8.57	2.33	2.16	2.97	1.40
75	75	8	52.56	8.76	10.95	58.03	11.05	2.30	1.25	2.95	1.37
75	75	10	64.92	10.82	13.36	68.89	13.38	2.27	2.35	2.92	1.32
80	80	4	28.92	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	3.21	1.56
80	80	5	35.76	5.96	7.59	47.79	8.28	2.51	2.23	3.20	1.54
80	80	6	43.20	7.20	9.00	56.05	9.80	2.49	2.28	3.18	1.51
80	80	8	56.40	9.40	11.75	71.32	12.67	2.46	2.37	3.16	1.46
80	80	10	68.94	11.49	14.36	84.94	15.36	2.43	2.47	3.13	1.43
80	80	12	81.78	13.63	16.83	97.05	17.87	2.40	2.57	3.10	1.38

Figura 2.8 Catálogo perfiles "L"-DIPAC

De la figura 2.8, extraída de los catálogos de DIPAC, se verifican las dimensiones del ángulo que se va a utilizar para la construcción de la cercha, las cuales son:

L80x80x12(área de sección transversal=16.83 cm²)

Antes de ingresar los datos al programa SAP 2000 se debe determinar dos variables necesarias para poder colocar correctamente los ángulos en la estructura y así poder realizar un buen análisis.

Los perfiles seleccionados para el pórtico son:

- C300x150x10(área transversal del perfil=56.71 cm²)
- L80x80x12(área de sección transversal=16.83 cm²)

El catálogo de DIPAC nos proporciona el valor de $\bar{x} = 2.57 \text{ cm} = 25.7 \text{ mm}$ para el perfil "L".

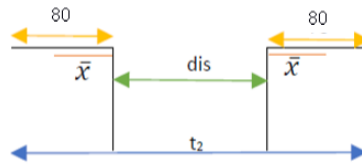


Figura 2.9 Ángulos "L" en la cercha [Reyes,2018].

$$d = 300\text{mm} - 2(25.7\text{mm}) = 248.6\text{ mm} \quad (2.5)$$

$$\text{dis} = 248.6\text{mm} - 2(25.7\text{mm}) = 197.2\text{ mm} \quad (2.6)$$

$$t_2 = 197.2\text{mm} + 2(80) = 357.2\text{ mm} \quad (2.7)$$

De esta forma, se calcula los variables dis y t_2 , las que serán reemplazadas en SAP 2000 para indicar la posición correcta de los ángulos.

Para el dimensionamiento de las correas, se asumirá que cada una de ellas se comportará como una viga simplemente apoyada en un extremo y empotrada en el otro. La carga distribuida que se ejerce sobre el larguero actuará sobre un área determinada como se indica en la figura 2.10.

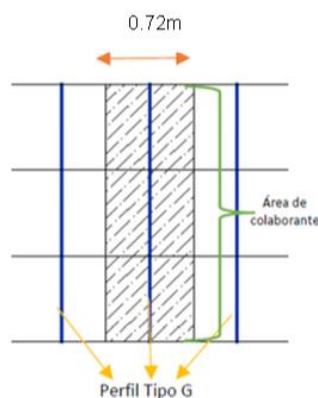


Figura 2.10 Área distribuida sobre la correa [Reyes,2018].

La carga total (W), que actúa en las correas, es la carga usada para el prediseño más el 5% que representará el peso propio de las correas.

$$Carga\ total_L = 0.0914 \frac{T}{m^2} * 0.72m = 0.065808 \frac{T}{m}$$

$$W = 0.065808 \frac{T}{m} * 1.05 = 0.0690984 \frac{T}{m}$$

Seguidamente se calcula el momento ejercido sobre el larguero.

$$M = \frac{W * L^2}{8} \tag{2.8}$$

$$M = \frac{0.06909 * 6^2}{8} = 0.31095 [T * m]$$

Se obtiene los valores de S_x y S_y para poder seleccionar del catálogo de DIPAC el perfil que se usará.

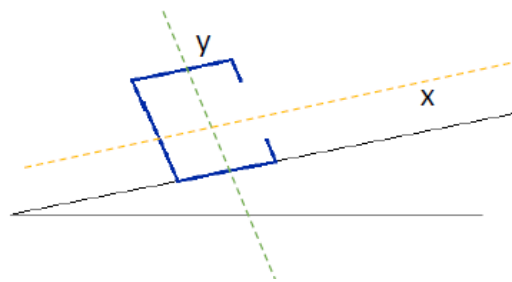


Figura 2.11 Ejes principales de la correa [Reyes,2018].

$$S_x = \frac{M_x}{f_y} \tag{2.9}$$

$$S_y = \frac{M_y}{f_y} \tag{2.10}$$

$$S_y = \frac{M_y}{f_y} = \frac{0.31095(T * m) * \frac{100\ cm}{1\ m} * \sin 15}{1 \frac{T}{cm^2}} = 8.05\ cm^3$$

$$S_x = \frac{M_x}{f_y} = \frac{0.31095(T * m) * \frac{100\ cm}{1\ m} * \cos 15}{1 \frac{T}{cm^2}} = 30.04\ cm^3$$

125	50	15	2	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81
150	50	15	2	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77
150	75	25	5	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75

Figura 2.12 Catálogo de perfiles "G"-DIPAC

Dimensiones del perfil seleccionado que se extrae del catálogo de DIPAC.
G125x50x20x4(área de sección transversal= 9.55 cm²)

2.3.5 Presión del viento

Velocidad instantánea máxima del viento (V)

Para el cálculo de la presión ejercida por el viento sobre una estructura, la velocidad de viento no se considera menor a 21 m/s.

Velocidad corregida del viento (V_b)

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplica por un factor de corrección σ que depende de la altura y de las características topográficas y/o edificación del entorno. (ver tabla 2.18)

$$V_b = V\sigma \quad (2.11)$$

Las características topográficas se reparten en 3 categorías:

- Categoría A (sin obstrucción): edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos.
- Categoría B (obstrucción baja): edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m.
- Categoría C (zona edificada): zonas urbanas con edificios de altura.

Tabla 2.18 Coeficiente de corrección de velocidad de viento [NEC-SE-CG,2014]

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

En este caso se tiene lo siguiente:

Altura de la estructura 5m, las características topográficas son de categoría B, por lo que, de la tabla 2.18 se extrae que $\sigma = 0.86$.

$V = 21\text{m/s}$.

Entonces:

$$V_b = (21)(0.86) = 18.06\text{m/s}$$

Cálculo de la presión del viento

El viento genera presión sobre la estructura, por ello para poder determinar la resistencia de los elementos frente al empuje producido por el viento, se calcula una presión P haciendo uso de la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \rho V_b^2 C_e C_f \quad (2.12)$$

En donde:

P = presión de viento en Pa.

ρ = densidad del aire en kg/m^3 (en general se adopta el valor de 1.25 kg/m^3)

V_b = velocidad corregida del viento.

C_e = coeficiente de entorno/altura, toma el mismo valor que C_f .

C_f = coeficiente de forma. (ver tabla 2.18)

Tabla 2.19 Factor de forma [NEC-SE-CG,2014]

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

De la tabla 2.19 se extrae el valor de factor de forma que es $C_f = +0.7$.

Se calcula la presión del viento haciendo uso de la ecuación 3.2.

$$P = \frac{1}{2}(1.25)(18.06)^2(0.7)(0.7)$$

$$P = 99.89 \text{ Pa (Barlovento)}$$

2.3.1 Carga de sismos

Un edificio debe responder de buena manera a las aceleraciones, velocidades y desplazamientos de sus elementos; de esta forma se busca evitar las pérdidas de vidas y de las propiedades al cumplir con diversos niveles de desempeño sísmico.

Zona sísmica y factor de zona Z

Este factor se lo representa como una fracción de la aceleración de la gravedad, y representa la aceleración máxima esperada para el sismo de diseño de la estructura.

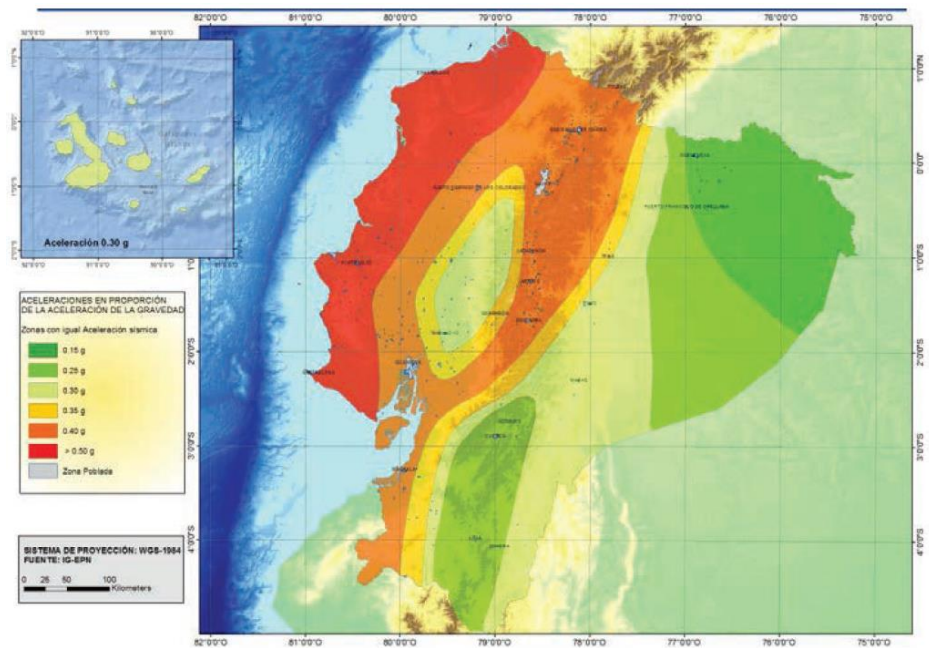


Figura 2.13 Zonas sísmicas del ecuador para propósitos de diseño [NEC-SE-DS,2014].

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Figura 2.14 Valores del factor Z en función de la zona sísmica [NEC-SE-DS,2014]

La estructura se diseña para la ciudad de Guayaquil, por lo que, la zona sísmica es la V, lo que indica que el factor Z toma el valor de 0.4.

Perfiles de suelos para el diseño sísmico

En esta clasificación se toma en cuenta los 30 m superiores del perfil, existen 6 tipos, pero en la figura 2.15 se muestran solo 3 de los 6 diferentes perfiles.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360$ m/s

Figura 2.15 Perfiles de suelo [NEC-SE-DS,2014]

De la figura 2.15 se tiene que el suelo de la estructura es de tipo C.

Coefficientes de perfil de suelo F_a , F_d , F_s .

El coeficiente F_a amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca y toma en cuenta los efectos del lugar.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

Figura 2.16 Factor F_a [NEC-SE-DS,2014]

De la figura 2.16 se extrae que el factor F_a toma el valor de 1.2.

F_d amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

Figura 2.17 Factor F_d [NEC-SE-DS,2014]

Tomando en cuenta la zona sísmica y el perfil del subsuelo, se tiene que F_d es 1.11.

Por último, el factor F_s toma en cuenta el comportamiento no lineal del suelo, el cual depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

Figura 2.18 Factor F_s [NEC-SE-DS,2014]

De la figura 2.18 se extrae el valor de F_s que es de 1.11.

Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones (S_a)

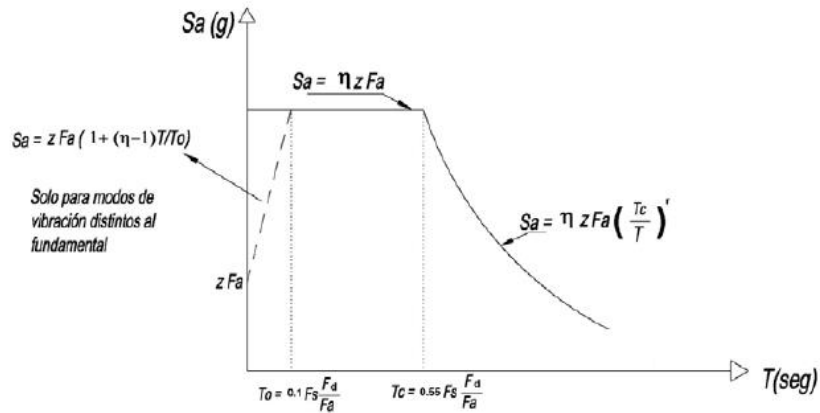


Figura 2.19 Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño [NEC-SE-DS,2014].

$$S_a = \eta Z F_a \quad (2.13)$$

$$T_0 = 0.1 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (2.14)$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (2.15)$$

En donde:

η : razón entre la aceleración espectral $S_a(T=0.1s)$ y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.

- $\eta=1.8$: Provincias de la costa
- $\eta=2.48$: Provincias de la sierra
- $\eta=2.60$: Provincias del oriente

S_a : espectro de respuesta elástico de aceleraciones, este valor se expresa como una fracción de la gravedad g .

T : periodo fundamental de la estructura.

T_0 : periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de las aceleraciones que representa el sismo de diseño.

T_c : periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de las aceleraciones que representa el sismo de diseño.

[NEC-SE-DS,2014]

$$S_a = 1.8 * 0.4 * 1.2 = 0.864$$

$$T_0 = 0.1 * 1.11 * \frac{1.11}{1.2} = 0.102675 \text{ s}$$

$$T_c = 0.55 * 1.11 * \frac{1.11}{1.2} = 0.5647125 \text{ s}$$

Coeficiente de regularidad en planta

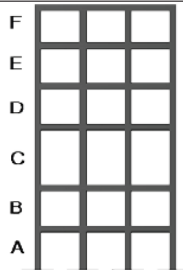
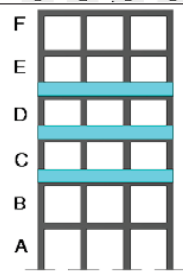
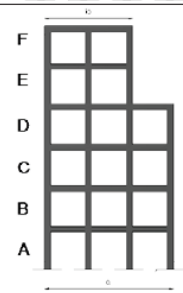
<p>Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_c < 0.70$ Rigidez K_D Rigidez $< 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p>Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_E=0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ ó $m_D > 1.50 m_C$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p>Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_E=0.9$ $a > 1.3 b$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Figura 2.20 Coeficiente de regularidad en planta [NEC-SE-DS,2014].

Ya que la estructura no se contempla en ninguno de los casos descritos en la figura 2.20, $\phi_p = 1$.

Coeficiente de irregularidad de elevación

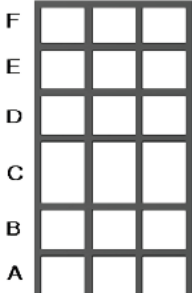
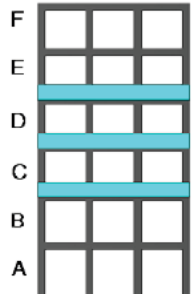
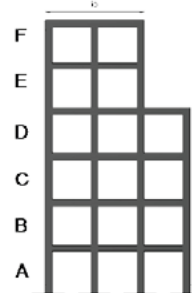
<p>Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_c < 0.70$ Rigidez K_D $Rigidez < 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p>Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_E=0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ ó $m_D > 1.50 m_C$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p>Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_E=0.9$ $a > 1.3 b$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Figura 2.21 coeficientes de irregularidad en elevación [NEC-SE-DS,2014].

Como la estructura no contempla ninguno de los casos descritos en la figura 2.21, se tiene que $\phi_E = 1$.

Coeficiente de importancia de la estructura (I)

Este factor se lo utiliza para incrementar la demanda de resistencia a sismos del diseño para la estructura, ya que su grado de importancia determina si esta debe seguir activa o solo recibir leves daños durante y después del sismo de diseño.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Figura 2.22 Importancia de la estructura [NEC-SE-DS,2014].

Carga sísmica reactiva (W)

Representa la carga reactiva por sismos y toma el valor de la carga muerta de la estructura.

Periodo de vibración (T)

Este valor nos permite estimar el periodo estructural que nos permite determinar las fuerzas sísmicas sobre la estructura y así realizar su correcto dimensionamiento.

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (2.16)$$

En donde:

C_t y α = coeficiente que depende del tipo de edificio.

h_n = altura máxima del edificio, en metros.

T = periodo de vibración.

Tipo de estructura	C _t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Figura 2.23 Valores de alfa y Ct para diferentes estructuras [NEC-SE-DS,2014]

$$T = 0.072 * 4.5^{0.8} = 0.24s$$

Cortante basal de diseño (V)

Fuerza lateral total aplicada en la base de la estructura, esta es producida por la acción de los sismos de diseño.

$$V = \frac{IS_a(T_a)}{\phi_P \phi_E} W \quad (2.17)$$

$$I = 1$$

$$S_a = 0.86$$

$$T_a = 0.23983 \text{ s}$$

$$\phi_P = 1$$

$$\phi_E = 1$$

Reemplazando los datos en la ecuación 2.17 se tiene:

$$V = 0.108 W$$

La cortante basal queda en función de la carga muerta de la estructura, una vez que se ingrese este dato en el programa SAP 2000 este determinará automáticamente el valor total de V.

2.4 Estructura en SAP 2000

Una vez realizado el dibujo en AutoCAD (ver figura 2.20), este es importado en SAP 2000 para poder realizar el diseño total de la cubierta en el programa.

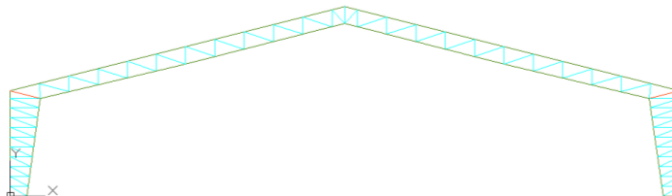


Figura 2.24 Dibujo de la cercha en AutoCAD [Reyes,2018]

Se importa el dibujo de AutoCAD y se procede a dibujar por completo la estructura de acero de la cubierta como se observa en la figura 2.25.

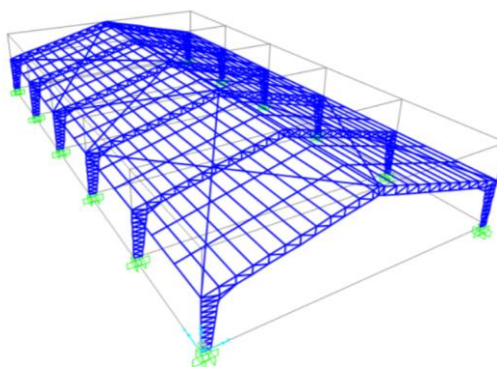


Figura 2.25 Estructura de acero [Reyes,2018]

Una vez terminado el dibujo se procede a definir los perfiles y el material de cada elemento de la estructura. Además, se debe definir la posición de los largueros, rotar los elementos que estén en una posición incorrecta y definir todas las variables como las cargas que no se tomaron en cuenta en el prediseño y las dimensiones de los perfiles que se determinaron anteriormente.

2.5 Pérdidas de calor de la piscina

Para el cálculo de las pérdidas totales de calor de una piscina definidas en el capítulo 1, Czarnecki sugiere usar la siguiente expresión:

$$Q_L = A_p [\epsilon R + 5.68(T_w - T_a) + h_{ca}(T_w - T_a) + 1612h_{ca}(P_w - P_a)] \quad (2.18)$$

$$R = \sigma(T_w^4 - T_a^4) \quad (2.19)$$

$$P_a = \phi * P_s \quad (2.20)$$

En donde:

A_p = área de la piscina, en m^2

h_{ca} = coeficiente de transferencia de calor por convección, igual a $9 \text{ W/m}^2\text{C}$ para una velocidad de viento igual a 10 km/h .

Vasconcelos, Martins y otros sugieren la expresión: $h_{ca} = 4.4$ para velocidades menores a 5 km/h ; $h_{ca} = 1.39V^{0.8}$, para velocidades mayores a 5 km/h .

P_a = presión de vapor del agua en el aire ambiente, en bar.

P_w = presión de saturación del agua a la temperatura de la piscina, en bar.

Q_L = pérdidas de calor, en W .

R = pérdidas de calor por radiación de un cuerpo negro a temperatura T_a .

ϕ = humedad relativa

P_s = presión de saturación del agua a la temperatura del ambiente, en bar.

T_a = temperatura ambiente, en $^{\circ}\text{C}$.

T_w = temperatura del agua de la piscina, en $^{\circ}\text{C}$.

ϵ = emitancia efectiva del agua, igual a 0.9 .(MANRIQUE, 1984)

2.6 Radiación diaria promedio sobre superficies inclinadas

Es necesario determinar la radiación incidente sobre una superficie inclinada, para ello se usa las siguientes expresiones:

$$\bar{H}_T = (\bar{H}_G - \bar{I}_{d,h})\bar{R}_b + \bar{I}_{d,h} \frac{1 + \cos s}{2} + \bar{H}_G \frac{1 + \cos s}{2} \rho \quad (2.21)$$

$$\bar{R}_b = \frac{w_s' \sin \delta \sin(\varphi - s) + \cos \delta \cos(\varphi - s) \sin w_s'}{w_s \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \sin w_s} \quad (2.22)$$

$$\frac{\bar{I}_{d,h}}{\bar{H}_G} = 1.390 - 4.027\bar{K}_T + 5.531\bar{K}_T^2 - 3.108\bar{K}_T^3 \quad (2.23)$$

$$\bar{K}_T = \frac{\bar{H}_G}{\bar{H}_0} \quad (2.24)$$

Siendo:

\bar{H}_T : Radiación diaria promedio sobre una superficie inclinada $\left[\frac{J}{m^2 dia}\right]$.

\bar{H}_G : Radiación global $\left[\frac{J}{m^2 dia}\right]$.

\bar{R}_b : Cociente entre radiación extraterrestre incidente sobre una superficie inclinada y la radiación incidente sobre una superficie horizontal en un mes determinado.

$\bar{I}_{d,h}$: Radiación difusa diaria promedio sobre una superficie horizontal $\left[\frac{J}{m^2 dia}\right]$.

s : Ángulo de inclinación de la superficie.

ρ : Reflectancia hemisférica.

\bar{K}_T : Cociente de radiación global diaria promedio.

\bar{H}_0 : Radiación extraterrestre.

(MANRIQUE, 1984)

Con los valores de la declinación, latitud y ángulo horario, se puede determinar los ángulos solares mediante el uso de las siguientes relaciones:

$$\sin \alpha = \cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta \quad (2.25)$$

$$\sin \varphi = \frac{\cos \delta \sin \omega}{\cos \alpha} \quad (2.26)$$

φ : Latitud del lugar de interés

δ : Ángulo de declinación

ω : Ángulo horario

Usando las mismas variables, también se puede calcular el máximo número de horas de asoleamiento diario al hacer $\alpha = 0$, de esta forma se obtiene que:

$$\cos \omega_s = -\tan \varphi \tan \delta \quad (2.27)$$

$$T_d = \frac{2}{15} \cos^{-1}(-\tan \varphi \tan \delta) \quad (2.28)$$

T_d : Horas de asoleamiento.

(MANRIQUE, 1984)

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Análisis de las pérdidas de calor en la piscina.

Usando los datos de temperatura de la piscina y del prototipo de la cubierta obtenidos por medio del uso de una Raspberry Pi 3 y sensores DS18B20, se reemplazó los datos en la ecuación 2.18 y se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 3.1 Pérdidas de calor promedio de la piscina del 13 al 15 de agosto [Reyes,2018]

HORA (h)	SIN CUBIERTA (W)	CON CUBIERTA (W)	REDUCCION DE PÉRDIDAS DE CALOR (%)
0	49,513.18	39,798.80	19.61
1	41,648.25	41,595.05	0.12
2	39,377.23	34,929.79	11.29
3	35,284.54	35,200.20	0.23
4	33,913.08	31,991.31	5.66
5	34,103.59	31,661.70	7.16
6	34,341.05	34,186.28	0.45
7	35,615.59	33,834.24	5.00
8	32,969.59	29,756.58	9.74
9	32,104.35	19,649.66	38.79
10	29,352.34	-4,573.50	115.58
11	24,225.79	-20,018.52	182.63
12	20,143.719	-42,961.81	313.27
13	13,617.81	-44,165.36	424.32
14	-9,818.18	-102,468.09	943.65
15	-7,202.17	-100,689.98	1298.04
16	35,249.30	9,285.83	73.65
17	41,487.81	23,598.37	43.11
18	36,146.85	35,665.18	1.33
19	37,415.09	33,445.56	10.60
20	48,037.70	28,890.51	39.85
21	51,249.19	38,061.65	25.73
22	52,739.30	44,020.18	16.53
23	52,551.81	44,244.08	15.80
24	54,063.81	44,126.14	18.38

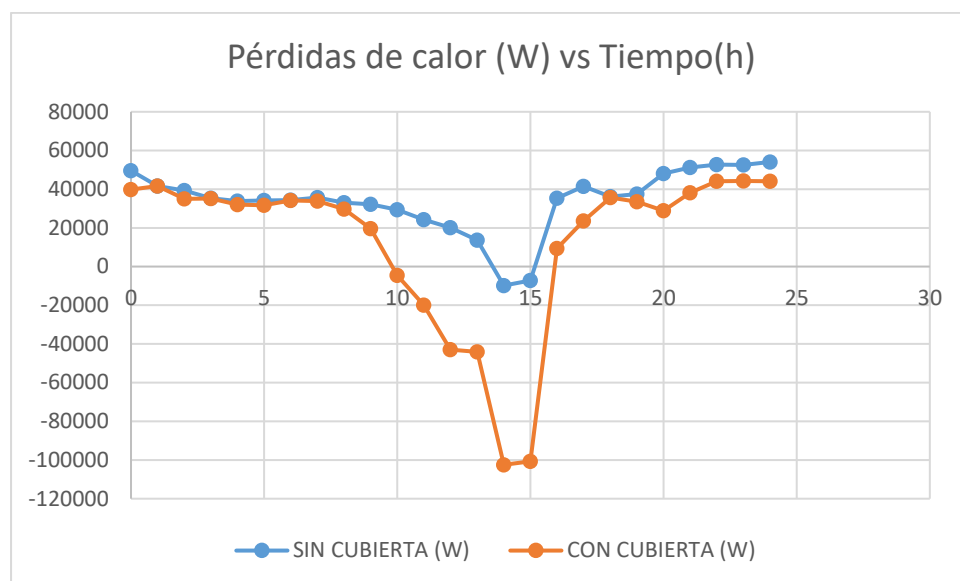


Figura 3.1 Pérdidas de calor vs Tiempo [Reyes,2018]

Para visualizar de mejor manera los resultados de la tabla 3.1 se realizó la figura 3.1. En donde se puede observar que, con el uso de la cubierta de policarbonato alveolar, se obtiene una reducción de las pérdidas de calor mayor al 30%, a partir de las 9:00h hasta las 17:00h. Debido a ello, se logra obtener una temperatura de equilibrio del agua mayor a los 26°C.

Tabla 3.2 Datos de temperatura promedio del vaso de la piscina del 13 al 15 de agosto [Reyes,2018]

HORA (h)	Sin cubierta (°C)	Con cubierta (°C)
0	21.87	24.93
1	21.37	24.75
2	21.06	24.62
3	20.75	24.5
4	20.56	24.31
5	20.5	24.31
6	20.37	24.25
7	20.5	24.25
8	20.62	24.18
9	21.12	24.18
10	22.12	24.25
11	23.87	24.37
12	24.43	27.5

13	24.75	27.97
14	25.12	28.73
15	25.5	28.94
16	25.81	28.95
17	26.06	28.14
18	26.25	27.62
19	26	26.93
20	25.75	26.25
21	25.56	25.90
22	25.31	25.96
23	25	25.49
24	24.93	25.14

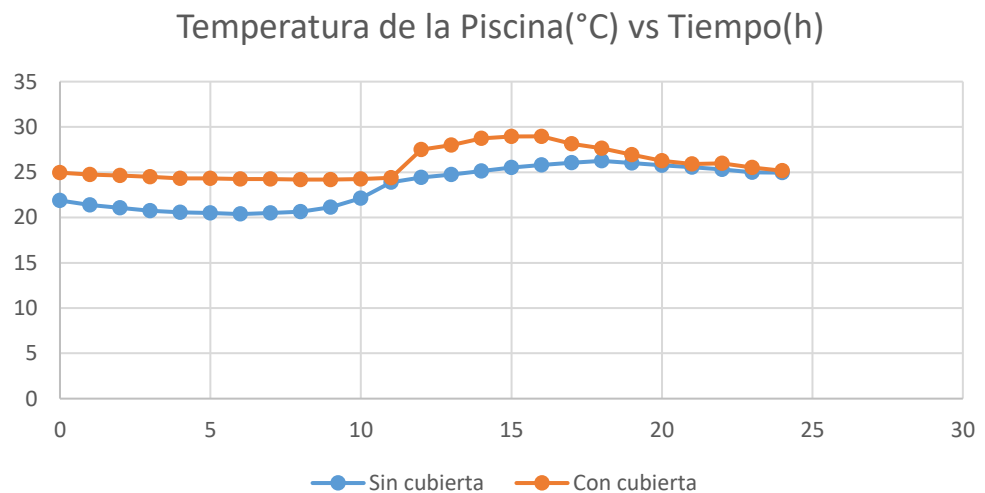


Figura 3.2 Temperatura de la piscina vs Tiempo [Reyes,2018]

La figura 3.2 muestra en forma gráfica los valores de temperatura del agua de la piscina, con cubierta y sin ella, a lo largo del día. Durante la noche, en donde ya no se tiene radiación solar, la temperatura de equilibrio del agua, del modelo a escala de la piscina, se mantiene entre los 24°C y 25°C, ya que, se reducen las pérdidas de calor al usar la cubierta de policarbonato alveolar.

3.2 Análisis de la estructura de acero

3.2.1 Análisis de cargas

Ya ingresado los datos del prediseño en la herramienta digital de diseño SAP 2000, se procedió a realizar el análisis estructural. Se verificó que el factor de demanda y capacidad sea menor a 1, ya que, un valor mayor a este indica que la estructura o un elemento en particular se encuentra sobre esforzado.

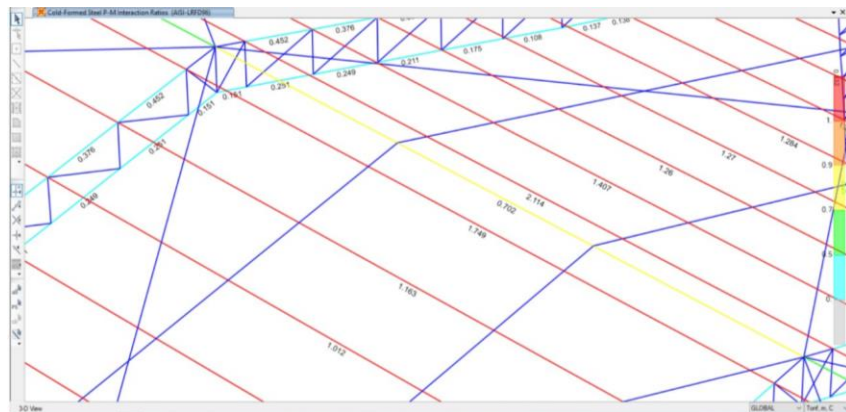


Figura 3.3 Análisis del prediseño estructural [Reyes,2018]

Se observa que, en el análisis realizado, los largueros presentan un factor de demanda y capacidad mayor a uno, lo cual nos indica que estos se encuentran sobre esforzados; por lo tanto, es necesario utilizar un larguero con una sección transversal mayor para poder corregir este problema.

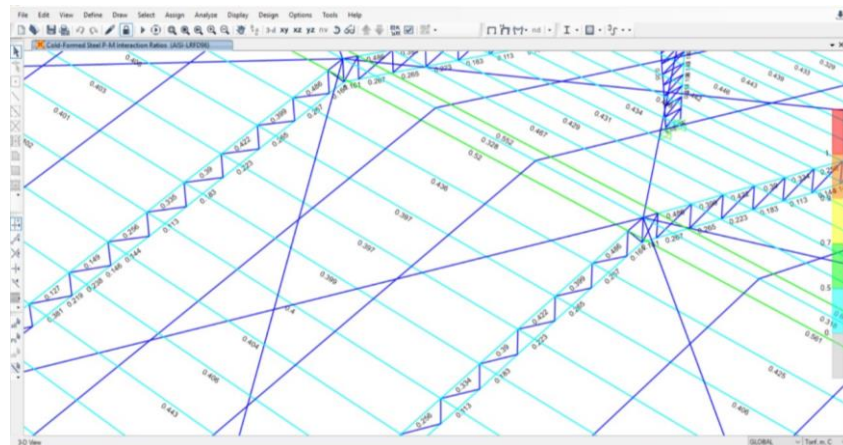


Figura 3.4 Corrección del prediseño [Reyes,2018]

Al cambiar los largueros seleccionados en el prediseño, por un perfil G 150x75x25x5, se reduce el factor de demanda y capacidad. La estructura no presenta sobreesfuerzos y es capaz de soportar su peso propio y las cargas especificadas inicialmente.

3.2.2 Análisis de cargas sísmicas

Se debe determinar si la estructura soporta las cargas sísmicas de diseño. Para lo cual se realiza un análisis modal. Este análisis se realiza en SAP 2000 que se basa en la NEC. Para ello se debe ingresar los datos del prediseño de cargas sísmicas, y verificar que los periodos de vibración que determina esta herramienta no excedan el periodo de control $T = 0.24s$.

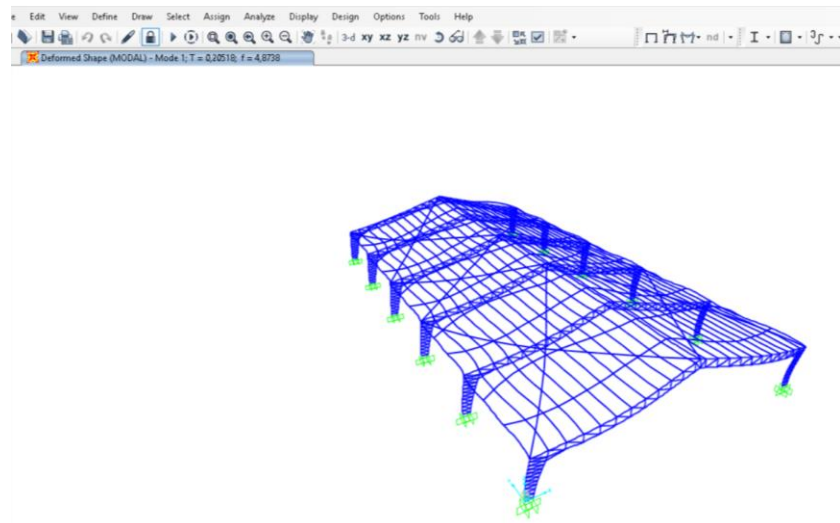


Figura 3.5 Primer Caso – MODAL (T=0.205) [Reyes,2018]

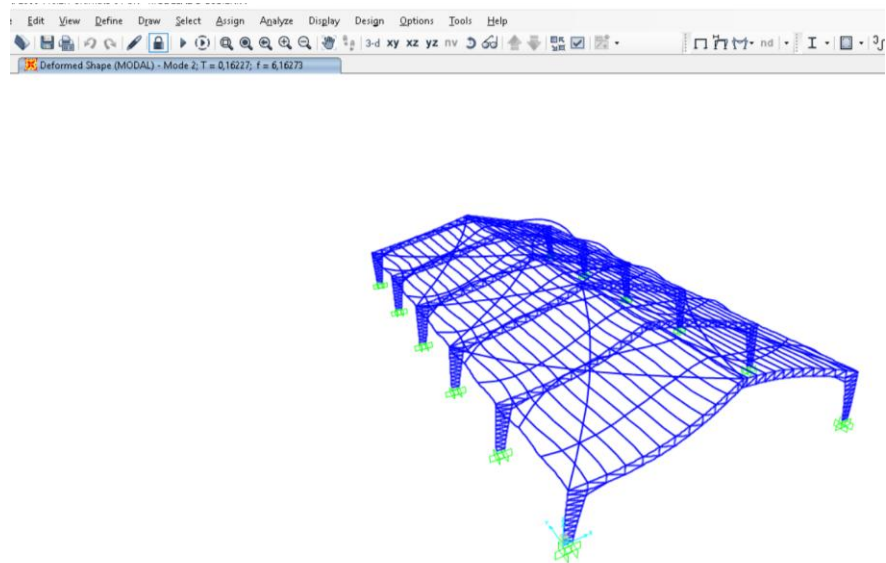


Figura 3.6 Segundo caso – MODAL(T=0.162) [Reyes,2018]

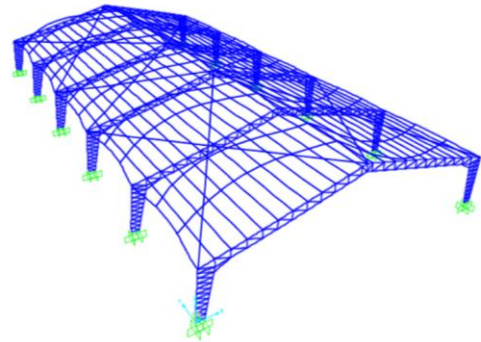
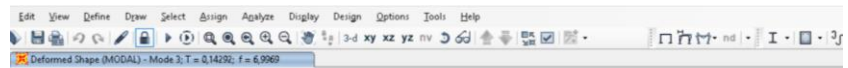
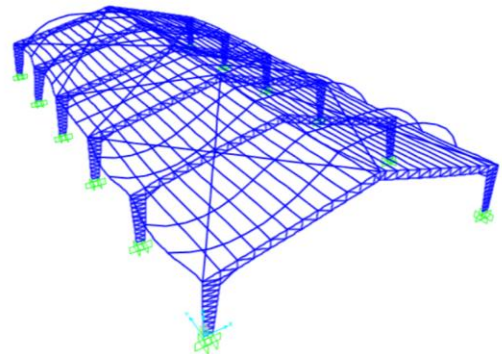
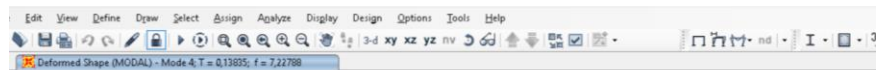


Figura 3.7 Tercer caso – MODAL(T=0.142) [Reyes,2018]



Click on any point for displacement values

Figura 3.8 Cuarto caso – MODAL(T=0.138) [Reyes,2018]

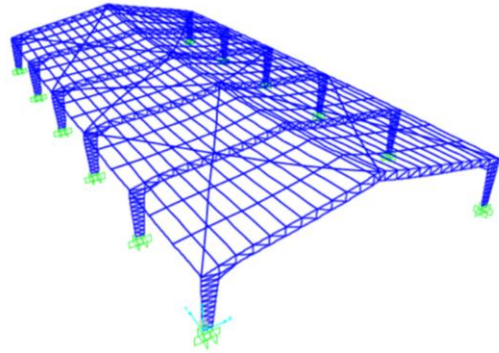


Figura 3.9 Quinto caso – MODAL (T= 0.133) [Reyes,2018]

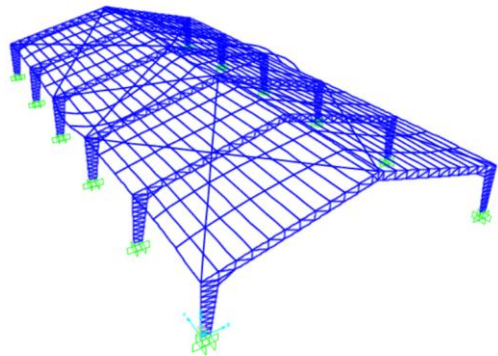
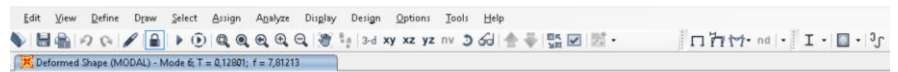


Figura 3.10 Sexto caso – MODAL (T= 0.128) [Reyes,2018]

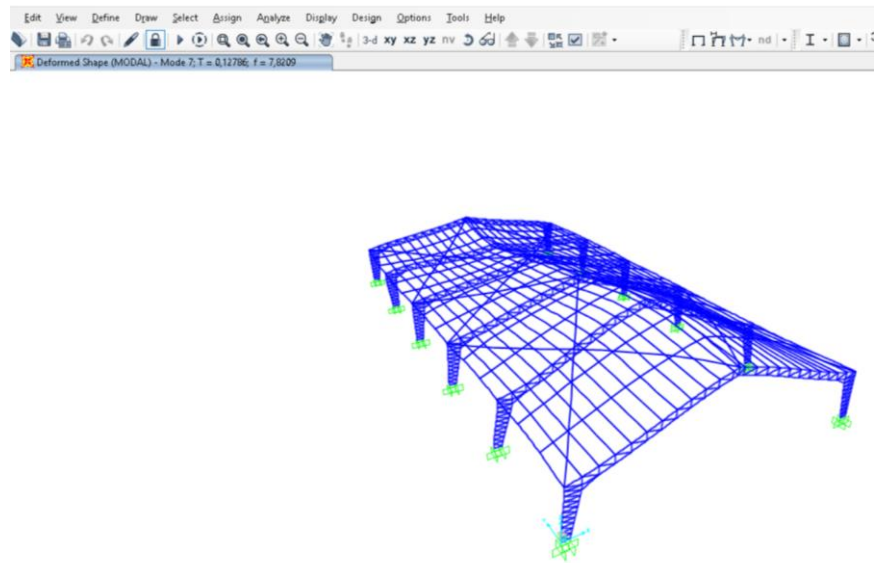


Figura 3.11 Séptimo caso – MODAL (T=0.1278) [Reyes,2018]

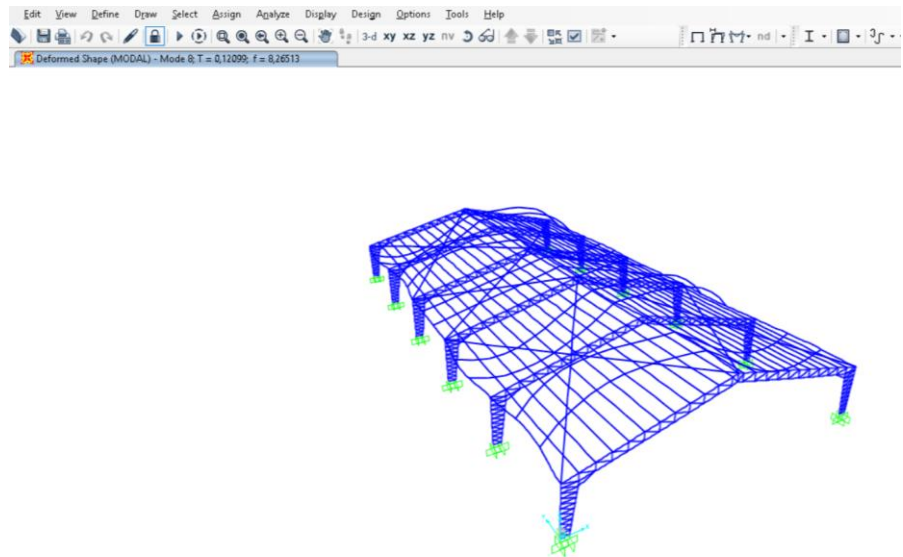


Figura 3.12 Octavo caso – MODAL (T= 0.1209) [Reyes,2018]

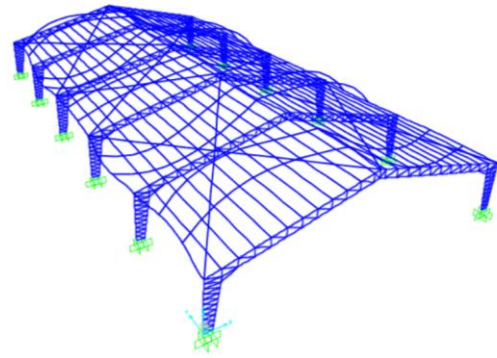
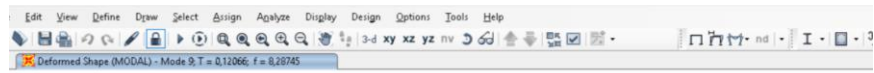


Figura 3.13 Noveno caso – MODAL (T= 0.1206) [Reyes,2018]

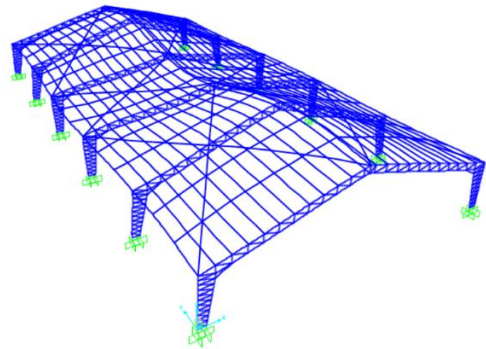
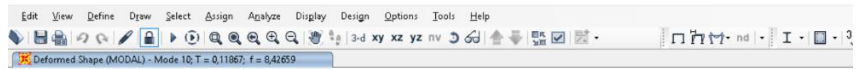


Figura 3.14 Décimo caso – MODAL (T= 0.1186) [Reyes,2018]

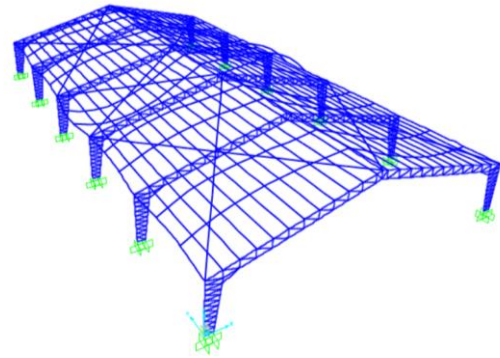
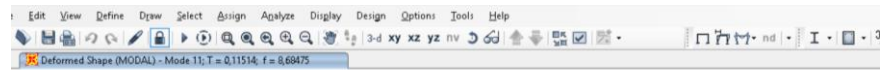


Figura 3.15 Onceavo caso - MODAL (T= 0.1151) [Reyes,2018]

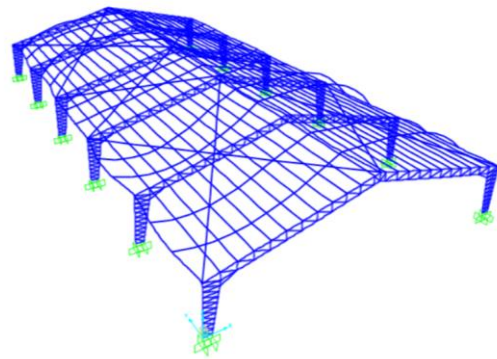
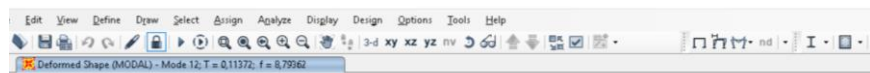


Figura 3.16 Doceavo caso – MODAL (T= 0.1137) [Reyes,2018]

Como se puede observar, los periodos de vibración, obtenidos en cada caso del análisis modal, son menores al periodo de control que se determinó con la NEC, es decir, que en caso de que se produzca un sismo, la estructura no entrará en resonancia con las vibraciones generadas.

Una vez realizados los análisis en la estructura, para las diferentes cargas y combinaciones de ellas, se obtuvo los perfiles de acero con los cuales debe ser construida. Estos se enlistan a continuación:

- U 300x150x10
- L 80x80x8
- G 150x7x25x5
- Torón de 20mm de diámetro

Al haber definido una distancia entre pórticos de 6 m se obtuvo miembros de la estructura con dimensiones demasiado grandes para la carga que esta va a soportar. Por lo tanto, se debe realizar una optimización en el diseño de la estructura de acero. Para ello se realizará una vez más el procedimiento descrito en la sección 2.3, pero, se reducirá la distancia entre pórticos a 3 m.

Como resultado se obtuvo los siguientes perfiles:

- U 125x80x6
- L 30x30x4
- G 80x40x15x3
- Tubo cuadrado de 60x60x2
- Torón BOA 8 mm

3.2.3 Análisis de cargas de la estructura optimizada

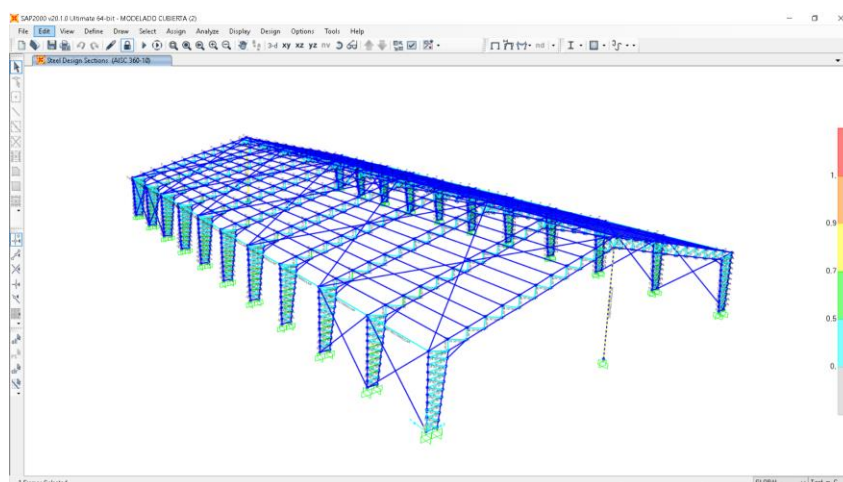


Figura 3.17 Análisis 1 del diseño optimizado [Reyes,2018]

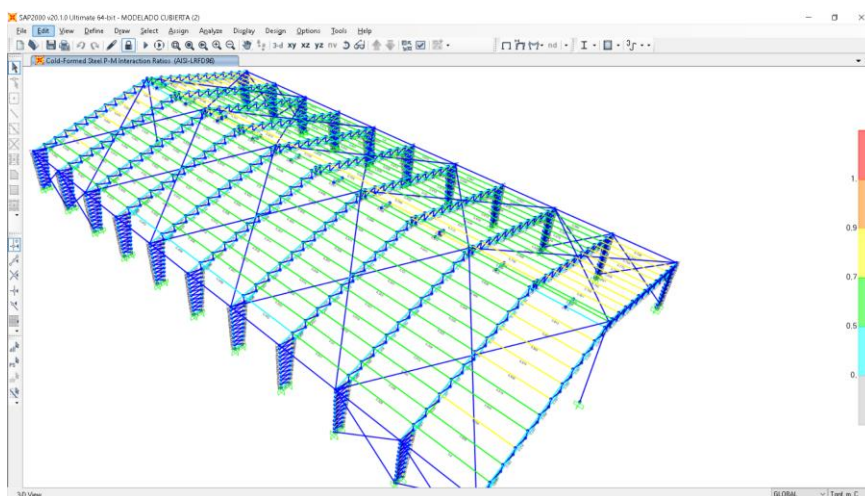


Figura 3.18 Análisis 2 del diseño optimizado [Reyes,2018]

En las figuras 3.17 y 3.18 se evalúa que ningún elemento de la estructura se encuentra sobre esforzado.

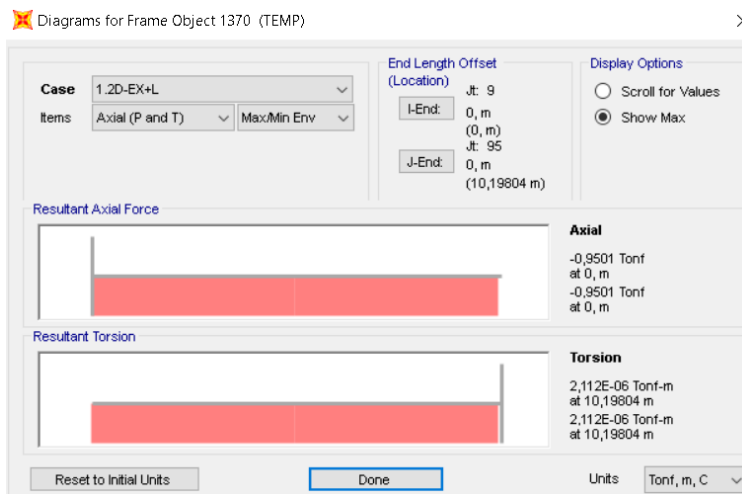


Figura 3.19 Carga axial máxima en los torones

La figura 3.19 presenta la carga máxima que se ejerce en los torones usados para arriostrar la estructura. Con ello se puede verificar que dicha fuerza es menor a la carga máxima que puede soportar el Torón BOA de 8mm, la cual es de 4.8 toneladas.

3.2.4 Análisis de cargas sísmicas de la estructura optimizada

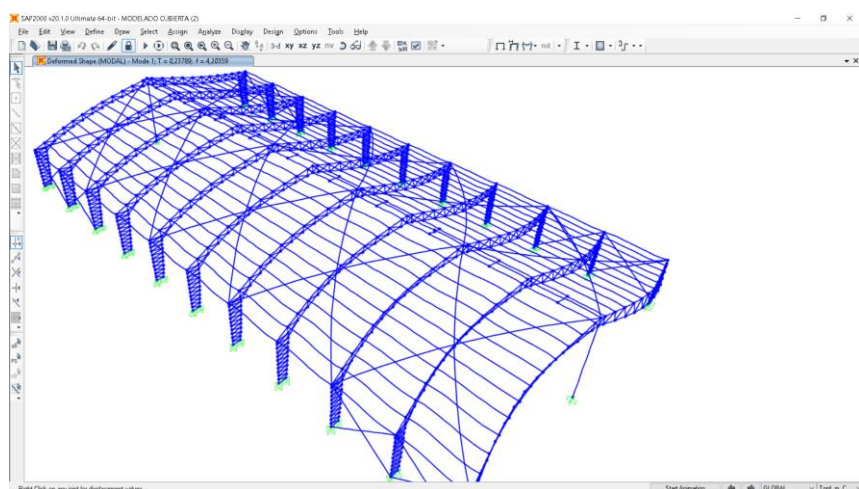


Figura 3.20 Primer Caso – MODAL (T=0.2378) [Reyes,2018]

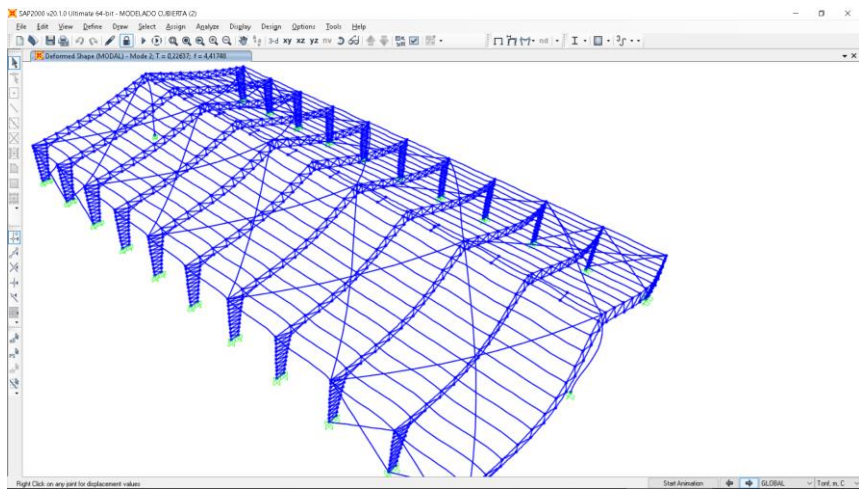


Figura 3.21 Segundo Caso – MODAL (T=0.2263) [Reyes,2018]

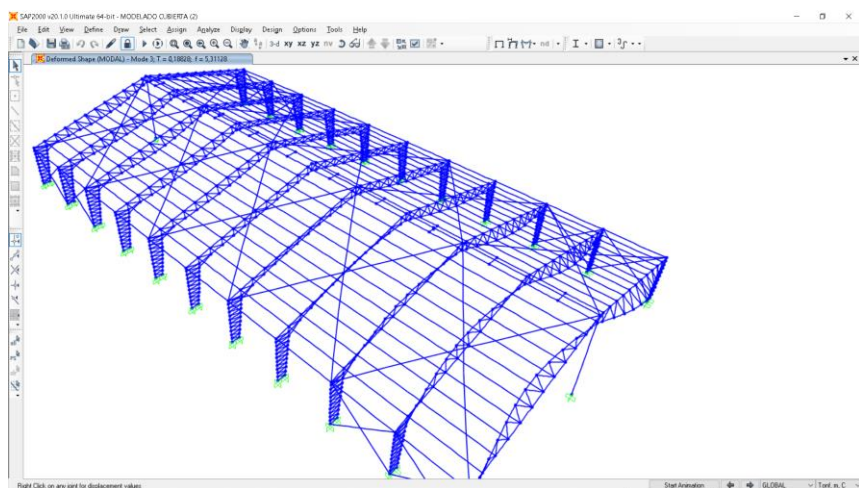


Figura 3.22 Tercer Caso – MODAL (T=0.1883) [Reyes,2018]

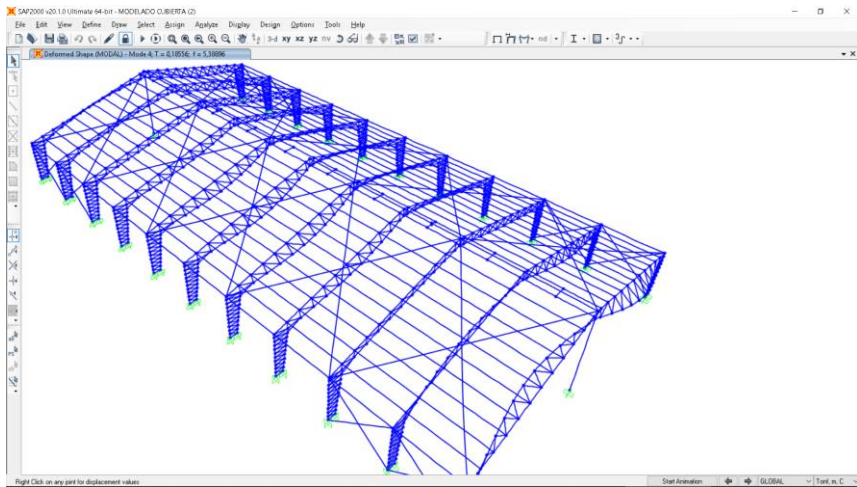


Figura 3.23 Cuarto Caso – MODAL (T=0.1855) [Reyes,2018]

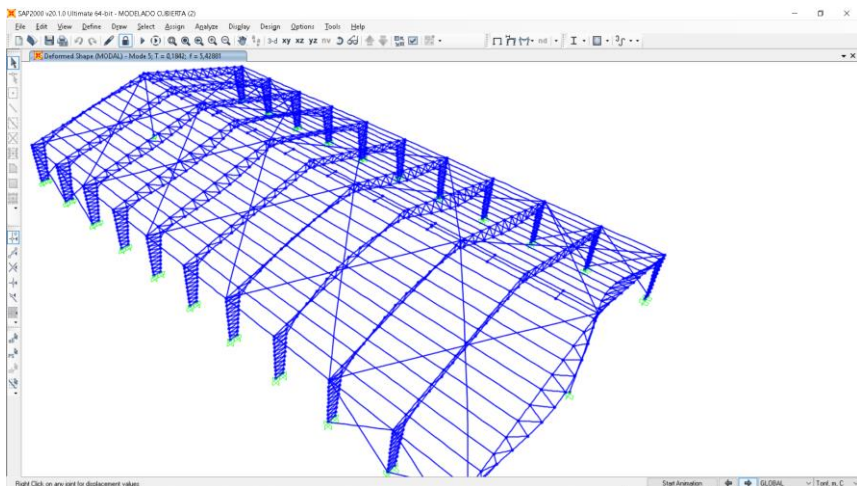


Figura 3.24 Quinto Caso – MODAL (T=0.1842) [Reyes,2018]

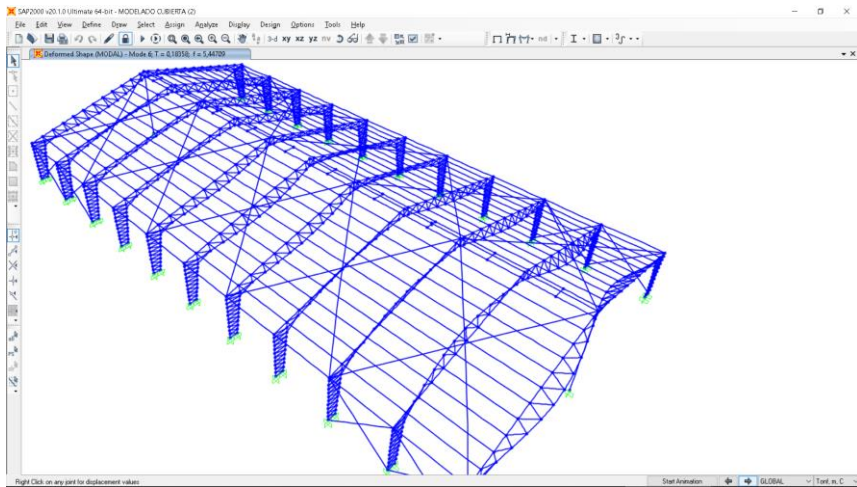


Figura 3.25 Sexto Caso – MODAL (T=0.1836) [Reyes,2018]

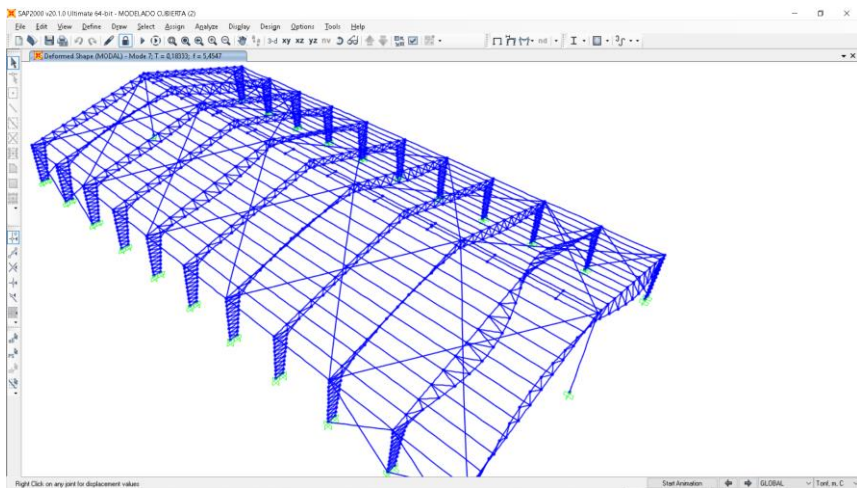


Figura 3.26 Séptimo Caso – MODAL (T=0.1833) [Reyes,2018]

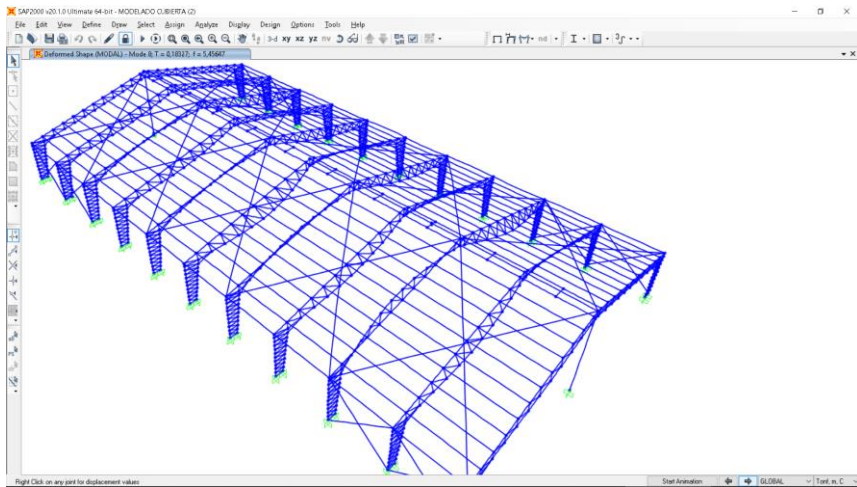


Figura 3.27 Octavo Caso – MODAL ($T=0.1832$) [Reyes,2018]

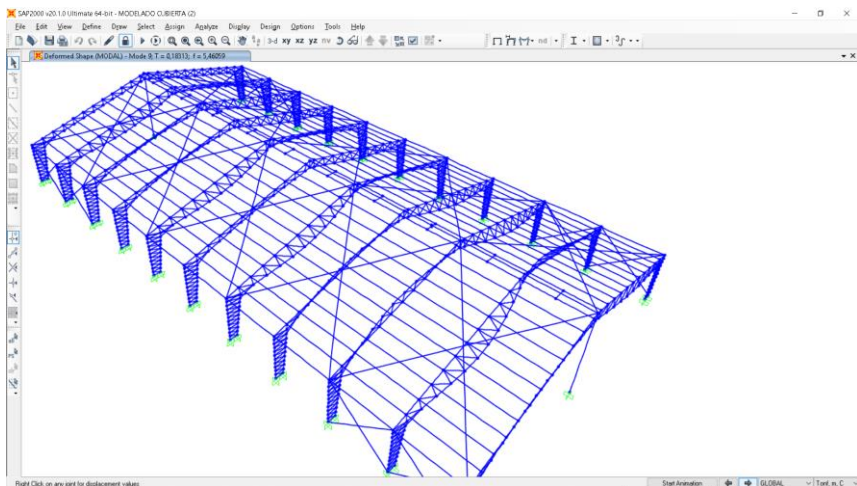


Figura 3.28 Noveno Caso – MODAL ($T=0.1831$) [Reyes,2018]

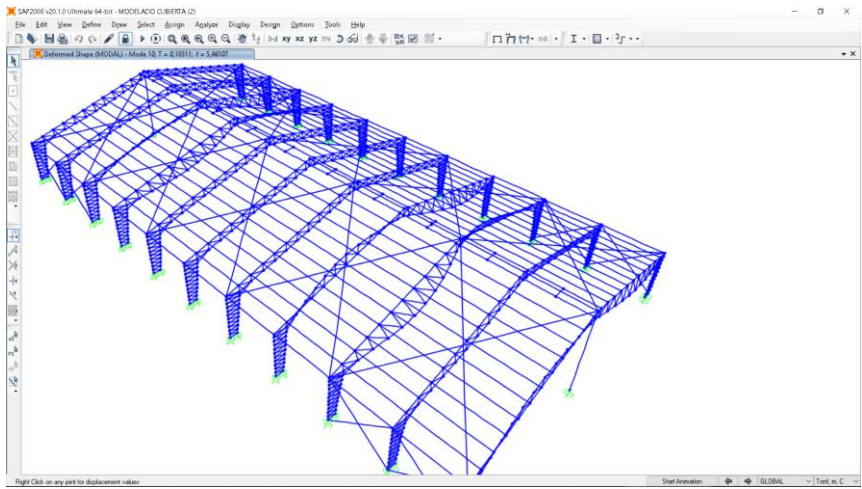


Figura 3.29 Décimo Caso – MODAL (T=0.1831) [Reyes,2018]

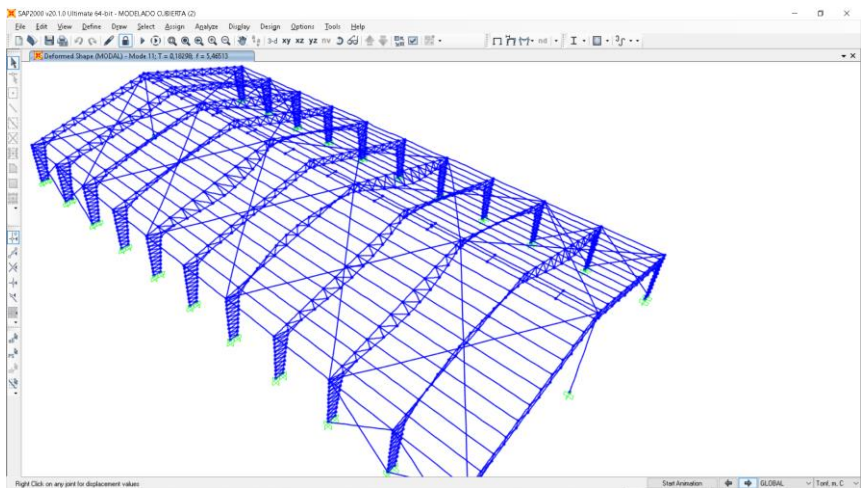


Figura 3.30 Onceavo Caso – MODAL (T=0.1829) [Reyes,2018]

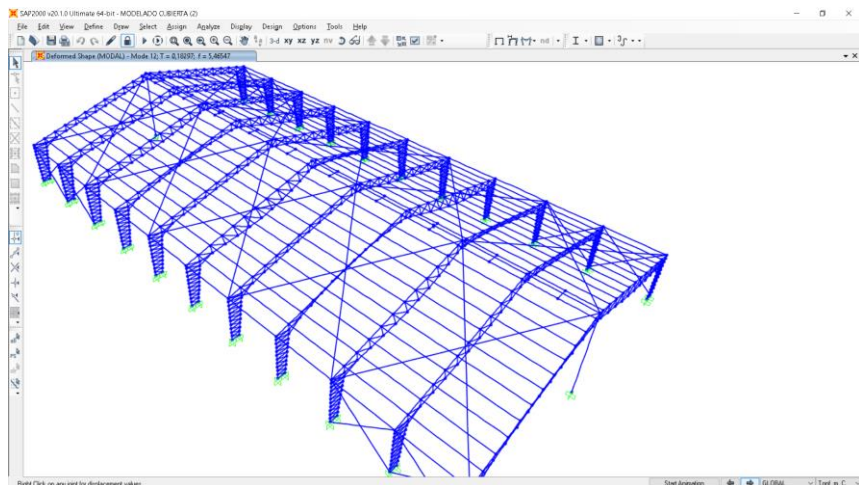


Figura 3.31 Doceavo Caso – MODAL (T=0.1829) [Reyes,2018]

En los 12 casos del análisis modal se obtiene periodos de vibración menores al periodo de control. Con ello se puede asegurar que la estructura resistirá las vibraciones provocadas por un sismo que tenga lugar en la ciudad de Guayaquil.

3.3 Análisis de costos

Para la construcción de cualquier estructura es necesario saber el costo de materiales, mano de obra, entre otros. Por ello, es imperativo el realizar un análisis de costos para la elaboración del presente proyecto.

3.3.1 Costo de materiales de construcción

Tabla 3.3 Descripción de Materiales de construcción. [Reyes,2018]

	Materiales de construcción			
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Total (\$)
Cubierta				
Policarbonato alveolar (6mm)	U	34	300.00	10,200.00
Cinta de aluminio impermeable	U	20	53.00	1060

U de policarbonato	m	91	3.74	340.34
Perfil H	U	250	23.13	5,782.50
Pórtico				
U 125x80x6 mm	U	69	53.35	3,681.15
L 30x30x4 mm	U	75	9.44	708.00
Largueros				
G 80x40x15x3 mm	U	115	20.43	2,349.45
Puertas corredizas				
Tubo cuadrado 60x60x2 mm	U	12	20.81	264.25
U 1x1/2"	U	60	379.20	379.20
Verticales	U	60	12.28	736.80
Horizontales	U	60	13.45	807.00
Ruedas dobles	U	250	0.51	127.50
Tornillos 2x8	U	500	0.08	40.00
Seguro de presión	U	120	1.50	180.00
Total				26,656.19

3.3.2 Costos de mano de obra

En esta sección se indica el costo de mano de obra e instalación de la estructura, en donde, la cotización con los obreros se nos dio un valor de \$5,000.

3.3.3 Costos por imprevistos

Generalmente los costos por imprevistos tienen un valor del 3% al 5% del costo total de los materiales, en este caso se asumirá 5% que da un valor de \$1,332.81.

3.3.4 Costos totales

Estos representan la suma de todos los gastos descritos, obteniendo un valor de \$ 32989.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se diseñó una cubierta de policarbonato alveolar, con 6mm de espesor, que ayuda a mantener la temperatura de equilibrio del agua de la piscina, para adultos, dentro del rango recomendado, que es de 26°C a 30°C, a partir de las 12:00h hasta las 18:00h.
- A pesar de usar la cubierta de policarbonato de 6 mm de espesor, la temperatura de equilibrio del vaso de la piscina, desde las 8:00h hasta las 11:00h, no alcanza la temperatura deseada. Por lo que, para corregir este problema es necesario el uso de un espesor mayor de policarbonato.
- Con el uso de la cubierta las pérdidas de calor de la piscina se reducen notablemente, por lo que este sistema puede ser usado en conjunto con una segunda alternativa de climatización de una piscina externa. De esta forma se logrará aumentar la eficiencia y reducir el consumo de energía.
- Al haber realizado el análisis estructural pertinente, cumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), se determinó que se puede usar acero estructural ASTM A36 para la construcción de la cubierta. Además, se usará pintura anticorrosiva para la protección contra el ambiente en el cual se encontrará.

4.2 Recomendaciones

- En este proyecto se hizo la comparación de las pérdidas de calor de una piscina sin cubierta con las obtenidas de un modelo a escala de la piscina con una cubierta de policarbonato alveolar de 6mm. Se recomienda repetir el análisis usando un espesor mayor de la cubierta o utilizar un material con mejores propiedades térmicas, transparencia, resistencia mecánica y al medio ambiente que mejoren la eficiencia de este sistema.
- Por cuestiones de tiempo y estética, se realizó un diseño de la estructura metálica sencillo, pero se debe tomar en cuenta que la geometría de la cubierta también influye en la cantidad de radiación incidente, por lo que se debería realizar una comparación de los resultados que se obtendrían si se usaran diferentes geometrías, tales como, una geometría cilíndrica o esférica.
- Al realizar la recopilación de los datos de temperatura, verificar que las condiciones ambientales entre la piscina real y el modelo a escala sean exactamente iguales, para que los resultados que se obtengan del análisis sean más precisos.

BIBLIOGRAFÍA

- Cruz, C., Figueroa, P., y Hernandez, C.(2012) *ESTRUCTURACION, ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS DE TECHO CON PERFILES METALURGICOS UTILIZANDO EL METODO LRFD*. UNIVERISDAD DE EL SALVADOR, SAN SALADOR.
- Delgado, E. Peralta J., Carozama, J., Ladines, X., y Aveiga, G. (2007). Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable. *OPTIMIZACION DE PROCESOS, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA COCINA SOLAR SENCILLA PARA USO EN SECTORES RURALES (ESPOL-EPN)*. Recuperado de: <http://www.cdt.escpol.edu.ec/proyectos/proyectos%20en%20ejecuci%C3%B3n/cocina%20solar.htm>.
- HIDROLOGIA, I. N. (2017). Estacion Meteorológica M1096. *ANUARIO METEOROLOGICO*, 103.
- Jack C. McCormac, S. F. (2012). *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO*. MEXICO: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- MANRIQUE, J. A. (1984). *ENERGIA SOLAR, FUNDAMENTOS Y APLICACIONES FOTOTERMICAS*. MEXICO: HARLA S.A.
- Martí Miralles, J. (2016). *Proyecto de cálculo y dimensionamiento de estructura para cubierta retráctil*. UNIVERSITAT JAUME I, Castellón.
- NEC-SE-CG, CARGAS (NO SISMICAS),Ecuador,Diciembre del 2014.
- NEC-SE-DS, PELIGRO SISMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE,Ecuador,Diciembre del 2014.
- Reyes Guzmán , K. X. (2018). *Elaboracion propia*. Guayaquil.
- MULTICABLES DEL ECUADOR(2011). Cable de Acero. Accedido el 18 de agosto,2018, desde <http://multicable.com.ec/cable-de-acero/>

ANEXOS

Anexo A1

Datos de temperatura de la piscina

Datos de temperatura - 27 de junio [Reyes,2018]

27 DE JUNIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00		
1:00:00		
2:00:00		
3:00:00		
4:00:00		
5:00:00		
6:00:00		
7:00:00		
8:00:00		
9:00:00		
10:00:00		
11:00:00		
12:00:00		
13:00:00		
14:00:00		
15:00:00		
16:00:00	30.62	25.43
17:00:00	27.06	25.43
18:00:00	26.12	25.43
19:00:00	24.87	25.31
20:00:00	22.93	25.24
21:00:00	22.12	25.06
22:00:00	21.75	24.93
23:00:00	21.43	24.78
0:00:00	20.87	24.65

Datos de temperatura - 28 de junio [Reyes,2018]

28 DE JUNIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.87	24.65
1:00:00	20.62	24.53
2:00:00	20.43	24.37
3:00:00	20.25	24.28
4:00:00	20.18	24.15
5:00:00	20.18	24.06
6:00:00	20.18	23.96
7:00:00	20.56	23.90
8:00:00	23.87	23.87
9:00:00	24.18	23.99
10:00:00	26.68	24.03
11:00:00	26.81	24.15
12:00:00	27.06	24.31
13:00:00	28.68	24.49
14:00:00	29.75	24.68
15:00:00	25.62	24.74
16:00:00	24.25	24.74
17:00:00	24.25	24.71
18:00:00	23.00	24.68
19:00:00	22.18	24.62
20:00:00	21.43	24.49
21:00:00	21.18	24.40
22:00:00	21.31	24.28
23:00:00	21.37	24.12
0:00:00	21.37	23.99

Datos de temperatura - 29 de junio [Reyes,2018]

29 DE JUNIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.37	23.99
1:00:00	21.12	23.87
2:00:00	20.68	23.78
3:00:00	20.62	23.62
4:00:00	20.87	23.49
5:00:00	21.06	23.43
6:00:00	21.00	23.34
7:00:00	21.56	23.31
8:00:00	22.81	23.31
9:00:00	27.18	23.34
10:00:00	30.50	23.49
11:00:00	35.87	23.74
12:00:00	38.31	24.09
13:00:00	34.18	24.24
14:00:00	30.50	24.34
15:00:00	28.62	24.31
16:00:00	28.50	24.31
17:00:00	28.68	24.34
18:00:00	26.87	24.31
19:00:00	25.62	24.31
20:00:00	24.68	24.24
21:00:00	23.18	24.18
22:00:00	22.81	24.18
23:00:00	22.62	24.12
0:00:00	22.75	24.09

Datos de temperatura - 30 de junio [Reyes,2018]

30 DE JUNIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	22.75	24.09
1:00:00	22.12	24.06
2:00:00	21.37	23.99
3:00:00	22.00	23.93
4:00:00	21.50	23.90
5:00:00	21.75	23.84
6:00:00	21.75	23.78
7:00:00	22.00	23.74
8:00:00	27.12	23.68
9:00:00	31.87	23.78
10:00:00	38.62	24.00
11:00:00	37.18	24.34
12:00:00	46.06	24.68
13:00:00	47.12	25.03
14:00:00	45.93	25.40
15:00:00	41.18	25.62
16:00:00	38.81	25.81
17:00:00	33.56	25.81
18:00:00	30.50	25.74
19:00:00	27.93	25.65
20:00:00	26.18	25.49
21:00:00	24.50	25.28
22:00:00	23.50	25.12
23:00:00	23.18	24.93
0:00:00	22.56	24.78

Datos de temperatura - 1 de julio [Reyes,2018]

1 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	22.56	24.78
1:00:00	23.18	24.71
2:00:00	23.00	24.62
3:00:00	22.37	24.53
4:00:00	22.00	24.37
5:00:00	22.31	24.28
6:00:00	21.93	24.21
7:00:00	22.56	24.15
8:00:00	24.87	24.12
9:00:00	27.81	24.18
10:00:00	29.56	24.24
11:00:00	30.43	24.37
12:00:00	30.81	24.46
13:00:00	33.18	24.56
14:00:00	32.62	24.65
15:00:00	31.93	24.74
16:00:00	30.56	24.81
17:00:00	29.31	24.81
18:00:00	26.81	24.78
19:00:00	25.93	24.68
20:00:00	24.50	24.59
21:00:00	23.37	24.43
22:00:00	22.06	24.34
23:00:00	21.50	24.18
0:00:00	21.75	24.09

Datos de temperatura - 2 de julio [Reyes,2018]

2 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.75	24.09
1:00:00	22.06	24.03
2:00:00	21.00	23.93
3:00:00	20.43	23.90
4:00:00	20.00	23.84
5:00:00	21.12	23.74
6:00:00	21.37	23.74
7:00:00	23.31	23.71
8:00:00	26.93	23.74
9:00:00	34.56	23.90
10:00:00	39.25	24.18
11:00:00	39.68	24.46
12:00:00	36.68	24.62
13:00:00	38.75	24.84
14:00:00	40.31	25.09
15:00:00	41.06	25.21
16:00:00	32.43	25.40
17:00:00	29.25	25.40
18:00:00	26.68	25.31
19:00:00	25.37	25.15
20:00:00	23.75	24.99
21:00:00	22.75	24.84
22:00:00	22.12	24.65
23:00:00	22.06	24.46
0:00:00	21.81	24.37

Datos de temperatura - 3 de julio [Reyes,2018]

3 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.81	24.37
1:00:00	21.31	24.20
2:00:00	21.31	24.15
3:00:00	21.31	24.06
4:00:00	21.68	23.96
5:00:00	22.12	23.93
6:00:00	22.43	23.90
7:00:00	22.93	23.90
8:00:00	26.31	23.93
9:00:00	25.62	23.96
10:00:00	26.62	23.99
11:00:00	26.43	24.03
12:00:00	25.81	24.12
13:00:00	25.87	24.15
14:00:00	26.56	24.24
15:00:00	26.93	24.31
16:00:00	25.37	24.34
17:00:00	24.68	24.34
18:00:00	23.06	24.28
19:00:00	21.70	24.21
20:00:00	21.00	24.06
21:00:00	20.93	23.93
22:00:00	21.18	23.84
23:00:00	20.68	23.75
0:00:00	20.93	23.65

Datos de temperatura - 4 de julio [Reyes,2018]

4 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.93	23.65
1:00:00	20.93	23.59
2:00:00	21.18	23.49
3:00:00	21.12	23.43
4:00:00	20.81	23.37
5:00:00	20.68	23.24
6:00:00	20.93	23.21
7:00:00	21.12	23.21
8:00:00	21.87	23.21
9:00:00	24.62	23.24
10:00:00	25.68	23.31
11:00:00	28.87	23.43
12:00:00	28.37	23.49
13:00:00	29.06	23.56
14:00:00	30.25	23.68
15:00:00	30.87	23.81
16:00:00	29.43	23.87
17:00:00	27.81	23.87
18:00:00	24.68	23.87
19:00:00	22.87	23.87
20:00:00	22.06	23.81
21:00:00	21.31	23.74
22:00:00	20.37	23.59
23:00:00	20.18	23.53
0:00:00	20.12	23.46

Datos de temperatura - 5 de julio [Reyes,2018]

5 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.12	23.46
1:00:00	20.25	23.40
2:00:00	20.93	23.34
3:00:00	21.18	23.31
4:00:00	20.31	23.28
5:00:00	19.68	23.24
6:00:00	19.06	23.18
7:00:00	20.93	23.12
8:00:00	22.93	23.18
9:00:00	25.56	23.21
10:00:00	32.18	23.40
11:00:00	34.25	23.59
12:00:00	34.18	23.78
13:00:00	33.56	23.93
14:00:00	32.81	24.06
15:00:00	31.81	24.15
16:00:00	30.62	24.21
17:00:00	27.87	24.21
18:00:00	25.81	24.18
19:00:00	24.68	24.09
20:00:00	23.25	23.99
21:00:00	22.31	23.84
22:00:00	21.62	23.71
23:00:00	21.12	23.59
0:00:00	20.75	23.43

Datos de temperatura - 6 de julio [Reyes,2018]

6 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.75	23.43
1:00:00	20.87	23.34
2:00:00	20.87	23.28
3:00:00	20.50	23.18
4:00:00	20.50	23.12
5:00:00	20.18	23.06
6:00:00	20.68	23.06
7:00:00	21.87	23.06
8:00:00	24.18	23.09
9:00:00	26.43	23.15
10:00:00	26.43	23.21
11:00:00	27.31	23.28
12:00:00	27.62	23.31
13:00:00	28.06	23.43
14:00:00	29.37	23.53
15:00:00	26.31	23.59
16:00:00	26.37	23.68
17:00:00	24.93	23.68
18:00:00	23.87	23.68
19:00:00	21.93	23.62
20:00:00	20.81	23.56
21:00:00	20.50	23.50
22:00:00	20.12	23.37
23:00:00	19.93	23.31
0:00:00	19.87	23.25

Datos de temperatura - 7 de julio [Reyes,2018]

7 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	19.87	23.25
1:00:00	19.75	23.12
2:00:00	19.56	23.06
3:00:00	19.62	23.00
4:00:00	20.18	22.93
5:00:00	20.37	22.87
6:00:00	20.43	22.81
7:00:00	20.56	22.81
8:00:00	21.81	22.75
9:00:00	24.50	22.81
10:00:00	28.93	23.00
11:00:00	31.87	23.12
12:00:00	35.12	23.43
13:00:00	34.31	23.68
14:00:00	31.43	23.81
15:00:00	29.81	23.87
16:00:00	32.81	24.00
17:00:00	29.31	24.06
18:00:00	26.31	24.00
19:00:00	24.68	24.00
20:00:00	23.25	23.87
21:00:00	22.87	23.75
22:00:00	22.12	23.62
23:00:00	22.01	23.56
0:00:00	22.56	23.50

Datos de temperatura - 8 de julio [Reyes,2018]

8 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	22.56	23.50
1:00:00	22.56	23.37
2:00:00	21.31	23.31
3:00:00	21.12	23.25
4:00:00	21.20	23.12
5:00:00	21.31	23.12
6:00:00	21.50	23.06
7:00:00	21.68	23.00
8:00:00	22.62	23.00
9:00:00	24.18	23.00
10:00:00	26.68	23.06
11:00:00	29.81	23.18
12:00:00	29.12	23.25
13:00:00	32.18	23.43
14:00:00	31.93	23.56
15:00:00	32.00	23.62
16:00:00	30.25	23.68
17:00:00	28.00	23.68
18:00:00	26.56	23.62
19:00:00	25.68	23.62
20:00:00	24.56	23.56
21:00:00	24.43	23.56
22:00:00	23.0	23.5
23:00:00	21.75	23.375
0:00:00	21.187	23.25

Datos de temperatura - 9 de julio [Reyes,2018]

9 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.18	23.25
1:00:00	21.00	23.12
2:00:00	20.81	23.12
3:00:00	21.12	23.06
4:00:00	20.93	23.00
5:00:00	20.31	23.00
6:00:00	19.68	22.93
7:00:00	22.00	22.87
8:00:00	30.87	22.93
9:00:00	35.62	23.12
10:00:00	38.25	23.43
11:00:00	41.31	23.75
12:00:00	44.06	24.12
13:00:00	48.31	24.50
14:00:00	41.81	24.75
15:00:00	41.43	24.87
16:00:00	36.62	25.00
17:00:00	32.68	25.00
18:00:00	29.75	25.00
19:00:00	27.31	24.87
20:00:00	25.18	24.75
21:00:00	23.81	24.56
22:00:00	22.50	24.375
23:00:00	21.50	24.187
0:00:00	21.75	24.0

Datos de temperatura - 10 de julio [Reyes,2018]

10 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.75	24.00
1:00:00	20.87	23.87
2:00:00	20.93	23.81
3:00:00	21.56	23.68
4:00:00	21.31	23.68
5:00:00	20.93	23.62
6:00:00	21.56	23.62
7:00:00	21.81	23.56
8:00:00	24.93	23.50
9:00:00	23.31	23.56
10:00:00	29.81	23.75
11:00:00	39.25	24.06
12:00:00	41.56	24.43
13:00:00	42.12	24.75
14:00:00	39.18	25.00
15:00:00	38.68	25.18
16:00:00	31.43	25.31
17:00:00		
18:00:00		
19:00:00		
20:00:00		
21:00:00		
22:00:00		
23:00:00		
0:00:00		

Datos de temperatura - 12 de julio [Reyes,2018]

12 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00		
1:00:00		
2:00:00		
3:00:00		
4:00:00		
5:00:00		
6:00:00		
7:00:00		
8:00:00		
9:00:00		
10:00:00		
11:00:00		
12:00:00		
13:00:00		
14:00:00		
15:00:00		
16:00:00		
17:00:00	26.00	25.37
18:00:00	25.62	25.37
19:00:00	23.87	25.25
20:00:00	23.25	25.12
21:00:00	22.18	25.00
22:00:00	21.06	24.87
23:00:00	20.50	24.62
0:00:00	19.68	24.56

Datos de temperatura - 13 de julio [Reyes,2018]

13 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	19.68	24.56
1:00:00	19.25	24.43
2:00:00	19.12	24.25
3:00:00	19.00	24.06
4:00:00	19.00	24.00
5:00:00	19.12	23.81
6:00:00	19.06	23.81
7:00:00	19.06	23.68
8:00:00	21.50	23.62
9:00:00	24.50	23.75
10:00:00	26.12	23.93
11:00:00	27.68	24.25
12:00:00	32.62	24.56
13:00:00	32.87	24.93
14:00:00	35.31	25.25
15:00:00	34.12	25.50
16:00:00	31.43	25.75
17:00:00	29.75	25.81
18:00:00	25.31	25.81
19:00:00	24.31	25.68
20:00:00	22.18	25.43
21:00:00	20.81	25.31
22:00:00	21.93	25.06
23:00:00	21.75	24.81
0:00:00	21.43	24.68

Datos de temperatura - 14 de julio [Reyes,2018]

14 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.43	24.68
1:00:00	21.81	24.56
2:00:00	21.56	24.43
3:00:00	21.37	24.31
4:00:00	21.68	24.18
5:00:00	22.25	24.18
6:00:00	21.93	24.12
7:00:00	23.31	24.06
8:00:00	24.31	24.06
9:00:00	28.18	24.12
10:00:00	34.06	24.31
11:00:00	35.43	24.50
12:00:00	37.93	24.75
13:00:00		
14:00:00	32.62	25.06
15:00:00	30.62	25.25
16:00:00	32.75	25.50
17:00:00	29.81	25.62
18:00:00	26.62	25.62
19:00:00	25.00	25.62
20:00:00	23.75	25.50
21:00:00	22.81	25.37
22:00:00	21.31	25.25
23:00:00	20.50	25.12
0:00:00	20.25	24.93

Datos de temperatura - 15 de julio [Reyes,2018]

15 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.25	24.93
1:00:00	21.56	24.75
2:00:00	21.12	24.75
3:00:00	21.00	24.62
4:00:00	21.50	24.50
5:00:00	21.50	24.43
6:00:00	21.43	24.37
7:00:00	20.75	24.25
8:00:00	21.81	24.18
9:00:00	23.31	24.18
10:00:00	28.75	24.25
11:00:00	32.75	24.37
12:00:00	37.50	24.62
13:00:00	35.62	24.81
14:00:00	38.31	25.00
15:00:00	43.25	25.31
16:00:00	37.56	25.50
17:00:00	34.00	25.62
18:00:00	31.68	25.62
19:00:00	28.62	25.62
20:00:00	26.81	25.50
21:00:00	24.93	25.43
22:00:00	23.87	25.37
23:00:00	23.25	25.18
0:00:00	22.12	25.06

Datos de temperatura - 16 de julio [Reyes,2018]

16 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	22.12	25.06
1:00:00	21.87	24.93
2:00:00	20.68	24.75
3:00:00	20.68	24.62
4:00:00	20.87	24.56
5:00:00	20.62	24.43
6:00:00	21.00	24.37
7:00:00	21.20	24.31
8:00:00	22.35	24.31
9:00:00	24.68	24.25
10:00:00	27.31	24.31
11:00:00	29.25	24.50
12:00:00	31.75	24.62
13:00:00	29.31	24.75
14:00:00	30.56	24.87
15:00:00	31.37	25.00
16:00:00	31.00	25.12
17:00:00	27.93	25.12
18:00:00	25.56	25.06
19:00:00	24.12	24.93
20:00:00	22.75	24.81
21:00:00	22.00	24.68
22:00:00	21.37	24.56
23:00:00	21.00	24.43
0:00:00	20.68	24.31

Datos de temperatura - 17 de julio [Reyes,2018]

17 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.68	24.31
1:00:00	20.50	24.18
2:00:00	21.06	24.18
3:00:00	21.06	24.06
4:00:00	20.56	24.00
5:00:00	20.68	23.87
6:00:00	20.50	23.75
7:00:00	20.93	23.68
8:00:00	23.00	23.68
9:00:00	23.68	23.68
10:00:00	25.87	23.75
11:00:00	30.18	23.87
12:00:00	31.87	24.06
13:00:00	33.06	24.25
14:00:00	31.37	24.31
15:00:00	30.25	24.37
16:00:00	27.68	24.37
17:00:00	24.81	24.31
18:00:00	23.81	24.25
19:00:00	22.87	24.18
20:00:00	22.56	24.06
21:00:00	22.06	23.93
22:00:00	21.18	23.87
23:00:00	20.43	23.68
0:00:00	20.00	23.62

Datos de temperatura - 18 de julio [Reyes,2018]

18 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.00	23.62
1:00:00	19.87	23.50
2:00:00	19.56	23.37
3:00:00	19.50	23.25
4:00:00	19.43	23.12
5:00:00	19.43	23.00
6:00:00	19.37	22.93
7:00:00	20.31	22.87
8:00:00	22.43	22.93
9:00:00	24.93	22.93
10:00:00	31.18	23.06
11:00:00	31.56	23.25
12:00:00	33.50	23.43
13:00:00	31.31	23.56
14:00:00	33.50	23.68
15:00:00	31.25	23.75
16:00:00	31.00	23.87
17:00:00	28.62	23.87
18:00:00	26.25	23.87
19:00:00	24.50	23.81
20:00:00	23.81	23.75
21:00:00	22.68	23.68
22:00:00	22.37	23.56
23:00:00	21.75	23.50
0:00:00	21.06	23.43

Datos de temperatura - 19 de julio [Reyes,2018]

19 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.06	23.43
1:00:00	21.00	23.37
2:00:00	20.81	23.25
3:00:00	20.87	23.18
4:00:00	20.62	23.12
5:00:00	20.31	23.00
6:00:00	20.31	22.93
7:00:00	21.31	22.93
8:00:00	23.68	22.93
9:00:00	26.37	22.93
10:00:00	33.06	23.18
11:00:00	36.00	23.43
12:00:00	33.00	23.50
13:00:00	33.06	23.68
14:00:00	33.12	23.81
15:00:00	30.75	23.87
16:00:00	29.75	23.93
17:00:00	27.43	23.93
18:00:00	25.18	23.87
19:00:00	23.81	23.75
20:00:00	22.50	23.62
21:00:00	21.75	23.56
22:00:00	21.37	23.43
23:00:00	21.06	23.37
0:00:00	20.87	23.25

Datos de temperatura - 20 de julio [Reyes,2018]

20 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.87	23.25
1:00:00	20.50	23.12
2:00:00	20.43	23.06
3:00:00	20.25	22.93
4:00:00	20.12	22.87
5:00:00	20.43	22.81
6:00:00	20.37	22.75
7:00:00	21.31	22.68
8:00:00	23.31	22.75
9:00:00	26.18	22.75
10:00:00	28.50	22.87
11:00:00	30.87	23.06
12:00:00	33.75	23.31
13:00:00	34.93	23.56
14:00:00	37.50	23.81
15:00:00	34.31	23.93
16:00:00	30.62	24.00
17:00:00	28.31	24.00
18:00:00	26.00	23.93
19:00:00	24.00	23.87
20:00:00	23.25	23.75
21:00:00	23.12	23.68
22:00:00	22.37	23.62
23:00:00	21.93	23.56
0:00:00	22.12	23.56

Datos de temperatura - 23 de julio [Reyes,2018]

23 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	22.12	23.56
1:00:00	20.87	23.50
2:00:00	20.37	23.31
3:00:00	20.31	23.25
4:00:00	20.31	23.12
5:00:00	20.56	23.06
6:00:00	20.75	23.00
7:00:00	24.18	23.00
8:00:00	31.43	23.12
9:00:00	37.00	23.31
10:00:00	39.62	23.62
11:00:00	42.62	24.00
12:00:00		
13:00:00	38.31	24.37
14:00:00	40.43	24.68
15:00:00	41.12	25.00
16:00:00	35.68	25.25
17:00:00	33.31	25.43
18:00:00	28.43	25.43
19:00:00	26.25	25.37
20:00:00	24.37	25.31
21:00:00	23.56	25.18
22:00:00	21.93	25.06
23:00:00	21.18	24.93
0:00:00	20.56	24.75

Datos de temperatura - 24 de julio [Reyes,2018]

24 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.56	24.75
1:00:00	20.31	24.56
2:00:00	20.87	24.43
3:00:00	20.00	24.37
4:00:00	19.12	24.31
5:00:00	19.50	24.18
6:00:00	18.93	24.06
7:00:00	19.50	24.06
8:00:00	25.25	24.00
9:00:00	29.93	24.12
10:00:00	32.50	24.37
11:00:00	36.00	24.62
12:00:00	39.68	25.06
13:00:00	42.68	25.25
14:00:00	44.37	25.50
15:00:00	41.56	25.81
16:00:00	38.06	26.00
17:00:00	32.68	26.12
18:00:00	27.68	26.06
19:00:00	24.50	25.87
20:00:00	22.56	25.62
21:00:00	21.93	25.37
22:00:00	21.62	25.25
23:00:00	22.00	25.18
0:00:00	21.00	25.12

Datos de temperatura - 25 de julio [Reyes,2018]

25 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.00	25.12
1:00:00	20.31	25.06
2:00:00	20.62	24.93
3:00:00	20.93	24.87
4:00:00	20.37	24.81
5:00:00	20.56	24.75
6:00:00	20.81	24.68
7:00:00	21.00	24.68
8:00:00	23.87	24.68
9:00:00	23.81	24.68
10:00:00	25.37	24.75
11:00:00	26.87	24.87
12:00:00	26.18	24.93
13:00:00	25.62	25.00
14:00:00	28.56	25.06
15:00:00	25.56	25.06
16:00:00	25.31	25.06
17:00:00	24.37	25.00
18:00:00	23.00	24.87
19:00:00	22.68	24.81
20:00:00	21.93	24.68
21:00:00	21.87	24.68
22:00:00	21.75	24.62
23:00:00	21.68	24.56
0:00:00	21.18	24.50

Datos de temperatura - 26 de julio [Reyes,2018]

26 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.18	24.50
1:00:00	20.75	24.37
2:00:00	20.18	24.25
3:00:00	20.06	24.18
4:00:00	20.31	24.06
5:00:00	20.12	24.00
6:00:00	20.56	23.87
7:00:00	21.06	23.81
8:00:00	24.00	23.81
9:00:00	27.62	23.93
10:00:00	30.12	24.12
11:00:00	31.43	24.31
12:00:00	31.37	24.50
13:00:00	40.56	24.81
14:00:00	32.31	25.00
15:00:00	33.06	25.18
16:00:00	30.81	25.31
17:00:00	30.18	25.37
18:00:00	25.50	25.31
19:00:00	24.37	25.25
20:00:00	23.12	25.12
21:00:00	22.31	25.06
22:00:00	21.50	24.87
23:00:00	21.12	24.75
0:00:00	21.12	24.62

Datos de temperatura - 27 de julio [Reyes,2018]

27 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.12	24.62
1:00:00	20.68	24.50
2:00:00	20.43	24.31
3:00:00	20.56	24.25
4:00:00	20.31	24.18
5:00:00	20.50	24.06
6:00:00	20.37	24.06
7:00:00	21.37	24.00
8:00:00	22.81	24.06
9:00:00	24.25	24.06
10:00:00	26.25	24.18
11:00:00	26.50	24.25
12:00:00	29.31	24.37
13:00:00	29.18	24.56
14:00:00	28.62	24.62
15:00:00	27.37	24.68
16:00:00	28.18	24.75
17:00:00	26.93	24.75
18:00:00	23.68	24.75
19:00:00	21.81	24.68
20:00:00	22.87	24.62
21:00:00	22.18	24.56
22:00:00	21.93	24.50
23:00:00	22.00	24.37
0:00:00	21.31	24.31

Datos de temperatura - 28 de julio [Reyes,2018]

28 DE JULIO		
HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	21.31	24.31
1:00:00	21.25	24.25
2:00:00	21.00	24.12
3:00:00	20.93	24.00
4:00:00	20.81	23.93
5:00:00	20.81	23.87
6:00:00	20.93	23.81
7:00:00		
8:00:00		
9:00:00		
10:00:00		
11:00:00		
12:00:00		
13:00:00		
14:00:00		
15:00:00		
16:00:00		
17:00:00		
18:00:00		
19:00:00		
20:00:00		
21:00:00		
22:00:00		
23:00:00		
0:00:00		

Datos de temperatura promedio de piscina sin cubierta del 13 al 15 de agosto

[Reyes,2018]

HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.18	21.87
1:00:00	19.81	21.37
2:00:00	20.25	21.06
3:00:00	20.25	20.75
4:00:00	20.12	20.56
5:00:00	20.00	20.50
6:00:00	20.18	20.37
7:00:00	19.50	20.50
8:00:00	20.50	20.62
9:00:00	21.93	21.12
10:00:00	24.12	22.12
11:00:00	26.93	23.87
12:00:00	31.37	24.43
13:00:00	32.87	24.75
14:00:00	41.00	25.12
15:00:00	41.87	25.50
16:00:00	27.12	25.81
17:00:00	25.31	26.06
18:00:00	23.37	26.25
19:00:00	23.93	26.00
20:00:00	22.25	25.75
21:00:00	21.00	25.56
22:00:00	20.50	25.31
23:00:00	20.25	25.00
0:00:00	19.68	24.93

Datos de temperatura promedio de piscina con cubierta del 13 al 15 de agosto
[Reyes,2018]

HORA (h)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	TEMPERATURA PISCINA (°C)
0:00:00	20.90	24.93
1:00:00	20.12	24.75
2:00:00	21.37	24.62
3:00:00	21.10	24.50
4:00:00	20.73	24.31
5:00:00	20.84	24.31
6:00:00	20.65	24.25
7:00:00	19.50	24.25
8:00:00	21.35	24.18
9:00:00	22.87	24.18
10:00:00	26.68	24.25
11:00:00	29.43	24.37
12:00:00	35.12	27.50
13:00:00	35.62	27.97
14:00:00	42.31	28.73
15:00:00	41.93	28.94
16:00:00	29.93	28.95
17:00:00	26.68	28.14
18:00:00	23.93	27.62
19:00:00	24.17	26.93
20:00:00	23.78	26.25
21:00:00	22.34	25.90
22:00:00	21.37	25.96
23:00:00	20.06	25.49
0:00:00	19.68	25.14

Anexo A2

Cálculo de pérdidas de calor

Se presenta a manera de ejemplo el cálculo de las pérdidas de calor de la piscina sin cubierta a las 0:00:00 horas de la tabla 5.30

Datos:

$$A_p = 300 \text{ m}^2$$

$$T_w = 21.87 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\epsilon = 0.9$$

$$T_a = 20.18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_{ca} = 4.4$$

$$P_w = 0.03055 \text{ (ver anexo 5.4)}$$

$$P_g = 0.02627 \text{ (ver anexo 5.4)}$$

$$\phi = 0.75 \text{ (extraído del anuario meteorológico INAMHI)}$$

$R = 79 \text{ W/m}^2$ (para el caso en donde no se cuenta con la cubierta se asume una pérdida constante de 79W/m^2)

$$P_a = \phi * P_s \tag{2.20}$$

$$P_a = 0.75 * 0.02627 = 0.01084$$

$$Q_L = A_p[\epsilon R + 5.68(T_w - T_a) + h_{ca}(T_w - T_a) + 1612h_{ca}(P_w - P_a)] \tag{2.18}$$

$$Q_L = 300[0.9 * 79 + 5.68(21.87 - 20.18) + 4.4(21.87 - 20.18) + 1612 * 4.4(0.03055 - 0.01084)]$$

$$Q_L = 49513.18 \text{ W}$$

Anexo A3

Catálogos de DIPAC

CORREAS "G"

Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6mts
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.5mm hasta 12mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES				PESOS			F1F X-X			PROPIEDADES		
A	B	C	e	6metros	1metro	cm ²	I	W	I	I	W	I
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	2	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09
60	30	10	3	16.98	2.83	3.61	18.9	6.3	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51
80	40	15	2	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51
80	40	15	3	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46
100	50	15	2	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86
100	50	15	3	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4	40.26	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83
100	50	25	5	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81
150	50	15	2	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77
150	75	25	5	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75
175	50	15	3	40.32	6.72	8.56	369.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65
200	75	25	4	70.20	11.70	14.90	895.00	89.50	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5	86.52	14.42	18.37	1080.00	108.00	7.67	129.62	25.02	2.66
200	75	30	6	108.00	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4	79.80	13.30	16.90	1520.00	122.00	9.48	118.00	21.70	2.64
250	100	25	5	109.98	18.33	23.36	2219.24	177.54	9.75	285.26	39.24	3.49
250	100	30	6	135.48	22.58	28.23	2647.38	219.79	9.68	383.54	55.58	3.69
300	100	30	4	100.80	16.80	21.30	2860.00	191.00	11.60	274.00	38.30	3.58
300	100	35	5	126.60	21.10	26.90	3560.00	237.00	11.50	351.00	49.90	3.62
300	100	35	6	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

También en galvanizado e inoxidable

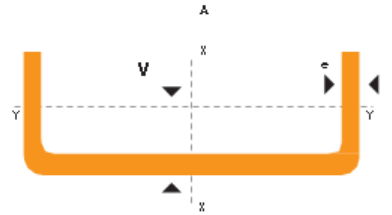
e

v

CANALES "U"

Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6mts
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.5mm hasta 12mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



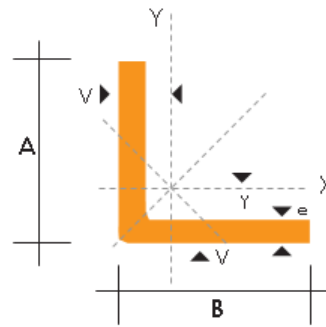
Continuación del cuadro anterior

DIMENSIONES			PESOS			TIPOS						
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION	EJE X-X			EJE Y-Y			
mm	mm	mm	kg	kg	cm ²	I	W	I	I	W	I	x
						cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
150	80	12	157.80	26.30	32.47	1012.95	135.06	5.59	189.27	35.31	2.41	2.64
200	50	2	27.66	4.61	5.87	316.00	31.60	7.34	11.80	2.88	1.42	0.92
200	50	3	40.98	6.83	8.70	462.00	46.20	7.29	17.10	4.23	1.40	0.96
200	50	4	54.06	9.01	11.50	600.00	60.00	7.23	22.10	5.52	1.39	1.00
200	50	5	66.60	11.10	14.20	729.00	72.90	7.17	26.70	6.75	1.37	1.05
200	50	6	80.70	13.45	16.81	850.82	85.08	7.11	31.18	7.97	1.36	1.09
200	60	5	71.46	11.91	15.18	853.31	85.33	7.50	45.29	9.72	1.73	1.34
200	60	6	86.52	14.42	18.01	963.76	96.37	7.31	53.04	11.50	1.71	1.39
200	60	8	112.80	18.80	23.50	1218.58	121.85	7.20	66.96	14.96	1.68	1.53
200	80	6	96.04	16.34	20.42	1189.65	118.96	7.63	120.77	20.61	2.43	2.14
200	80	8	128.10	21.35	26.69	1513.67	151.36	7.53	153.94	26.27	2.40	2.14
200	80	10	156.96	26.16	32.71	1303.27	180.32	7.42	183.91	31.87	2.37	2.23
200	80	12	186.96	31.16	38.47	2060.24	206.02	7.32	210.38	37.04	2.34	2.32
200	100	6	109.56	18.26	22.82	1415.55	141.55	7.87	225.25	31.19	3.14	2.78
200	100	8	143.46	23.91	29.89	1808.75	180.87	7.77	289.60	40.61	3.11	2.87
200	100	10	176.16	29.36	36.71	2164.60	216.46	7.67	348.64	49.59	3.08	2.97
200	100	12	210.30	35.05	43.28	2484.70	284.47	7.58	420.78	60.72	3.12	3.07
250	60	3	50.82	8.47	10.80	894.47	71.56	9.10	30.27	6.18	1.67	1.10
250	60	4	76.20	11.20	14.27	1166.90	93.35	9.04	39.31	8.09	1.66	1.14
250	60	5	83.22	13.87	17.68	1426.75	114.14	8.98	47.85	9.95	1.65	1.19
250	60	6	102.12	17.02	21.02	1674.23	133.94	8.92	55.89	11.72	1.63	1.23
250	60	8	133.50	22.25	27.48	2132.71	170.62	8.81	70.52	15.07	1.60	1.32
250	80	6	112.44	18.74	23.42	203.09	162.48	9.31	128.98	21.28	2.34	1.82
250	80	8	147.30	24.55	30.69	2600.80	208.06	9.20	164.65	27.03	2.31	1.91
250	80	10	180.96	30.16	37.71	3119.15	249.53	9.67	197.30	32.88	2.28	2.00
250	80	12	216.12	36.02	44.47	3588.54	287.07	9.57	225.78	38.20	2.25	2.09
250	100	6	123.96	20.66	25.82	2388.38	191.07	9.46	241.61	32.17	3.05	2.49
250	100	8	162.66	27.11	33.89	3069.49	245.55	11.06	311.36	41.96	3.03	2.58
250	100	10	200.16	33.36	41.71	3695.48	295.64	11.00	375.84	51.27	3.00	2.67
250	100	12	239.46	39.91	49.27	4268.34	341.47	10.94	450.31	62.28	3.02	2.77
250	120	10	222.12	37.02	45.71	4271.77	341.74	10.71	629.61	73.21	3.71	3.40
250	120	12	262.74	43.79	54.07	4947.99	395.84	10.60	732.59	86.09	3.68	3.49
300	80	4	84.12	14.02	17.87	2186.18	145.75	11.20	93.35	14.50	2.29	1.56
300	80	5	104.46	17.41	22.18	2685.33	179.02	11.09	114.40	17.90	2.27	1.61
300	80	6	126.84	21.14	26.42	3165.24	211.01	11.00	134.55	21.19	2.26	1.65
300	80	8	166.50	27.75	34.69	4071.64	271.44	10.94	172.94	27.62	2.23	1.74
300	80	10	205.02	34.17	42.71	4906.43	327.09	10.83	207.65	33.60	2.20	1.82
300	80	12	245.28	40.88	50.47	5672.90	378.19	10.71	237.51	39.00	2.17	1.91
300	100	6	138.36	23.06	28.82	3683.91	245.59	10.60	254.58	32.89	2.97	2.26
300	100	8	181.86	30.31	37.89	4753.93	316.92	11.30	328.58	42.95	2.94	2.35
300	100	10	224.16	37.36	46.71	5747.76	383.18	11.20	397.3	52.55	2.91	2.44
300	100	12	268.68	44.78	55.30	6670.00	445.00	11.09	459.00	61.50	2.88	2.53
300	120	10	246.42	41.07	50.71	6589.61	439.31	10.87	667.52	75.09	3.63	3.11
300	120	12	291.90	48.65	60.07	7663.55	510.90	11.40	777.84	88.49	3.60	3.21
300	150	10	275.58	45.93	56.71	7851.11	523.41	11.19	1250.73	115.92	4.70	4.21
300	150	12	326.88	54.48	67.27	9156.55	610.44	11.77	1464.63	137.01	4.67	4.31

ANGULOS "L" DOBLADO

Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1,5 hasta 12 mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS		SECCION	EJE X-X		= EJE Y-Y		EJE U-U	EJE V-V
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	i	X=Y	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg		cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm
25	25	2	4.38	0.73	0.93	0.57	0.32	0.78	0.72	0.99	0.47
25	25	3	6.36	1.06	1.35	0.79	0.44	0.76	0.77	0.98	0.44
30	30	2	5.34	0.89	1.13	1.00	0.46	0.94	0.84	1.20	0.58
30	30	3	7.80	1.30	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89	1.18	0.55
30	30	4	10.08	1.88	2.14	1.80	0.88	0.92	0.94	1.17	0.52
40	40	2	7.20	1.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09	1.61	0.78
40	40	3	10.82	1.77	2.25	3.50	1.22	1.25	1.14	1.59	0.76
40	40	4	13.86	2.31	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19	1.58	0.78
40	40	5	19.62	2.82	3.59	5.31	1.91	1.22	1.23	0.73	0.73
50	50	2	9.12	1.52	1.93	4.86	1.33	1.58	1.34	2.01	0.98
50	50	3	13.44	2.24	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39	2.00	0.96
50	50	4	17.84	2.94	3.74	9.04	2.53	1.56	1.43	1.98	0.94
50	50	5	21.60	3.60	4.59	10.88	3.09	1.54	1.48	1.97	0.93
50	50	6	25.92	4.32	5.40	12.57	3.62	1.53	1.53	1.96	0.90
60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.86	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.68	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.05
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.02	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.45
75	75	5	33.42	5.57	7.09	39.08	7.25	2.35	2.11	2.99	1.43
75	75	6	40.32	6.72	8.40	45.76	8.57	2.33	2.16	2.97	1.40
75	75	8	52.56	8.76	10.95	58.03	11.05	2.30	2.25	2.95	1.37
75	75	10	64.92	10.82	13.36	68.89	13.38	2.27	2.35	2.92	1.32
80	80	4	28.92	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	3.21	1.56
80	80	5	35.76	5.96	7.59	47.79	8.28	2.51	2.23	3.20	1.54
80	80	6	43.20	7.20	9.00	56.05	9.80	2.49	2.28	3.18	1.51
80	80	8	56.40	9.40	11.75	71.32	12.67	2.46	2.37	3.16	1.46
80	80	10	68.94	11.49	14.36	84.94	15.36	2.43	2.47	3.13	1.43
80	80	12	81.78	13.63	16.83	97.05	17.87	2.40	2.57	3.10	1.38

También en galvanizado e inoxidable - Medidas Especiales Bajo Pedido.

TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

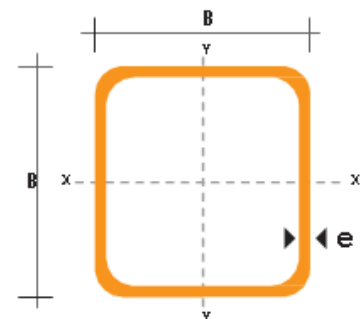


Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES		AREA		EJES X-X _e Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

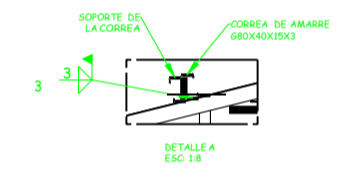
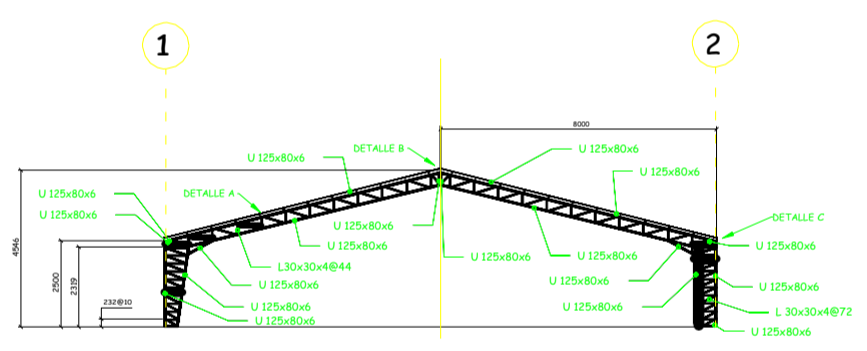
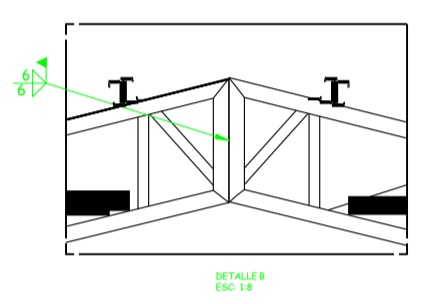
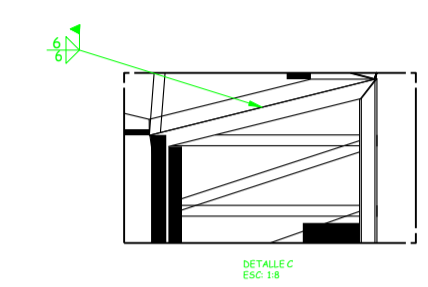
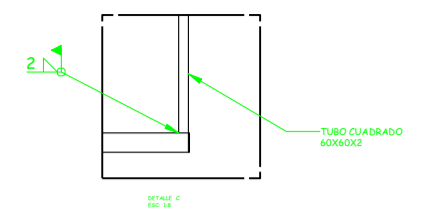
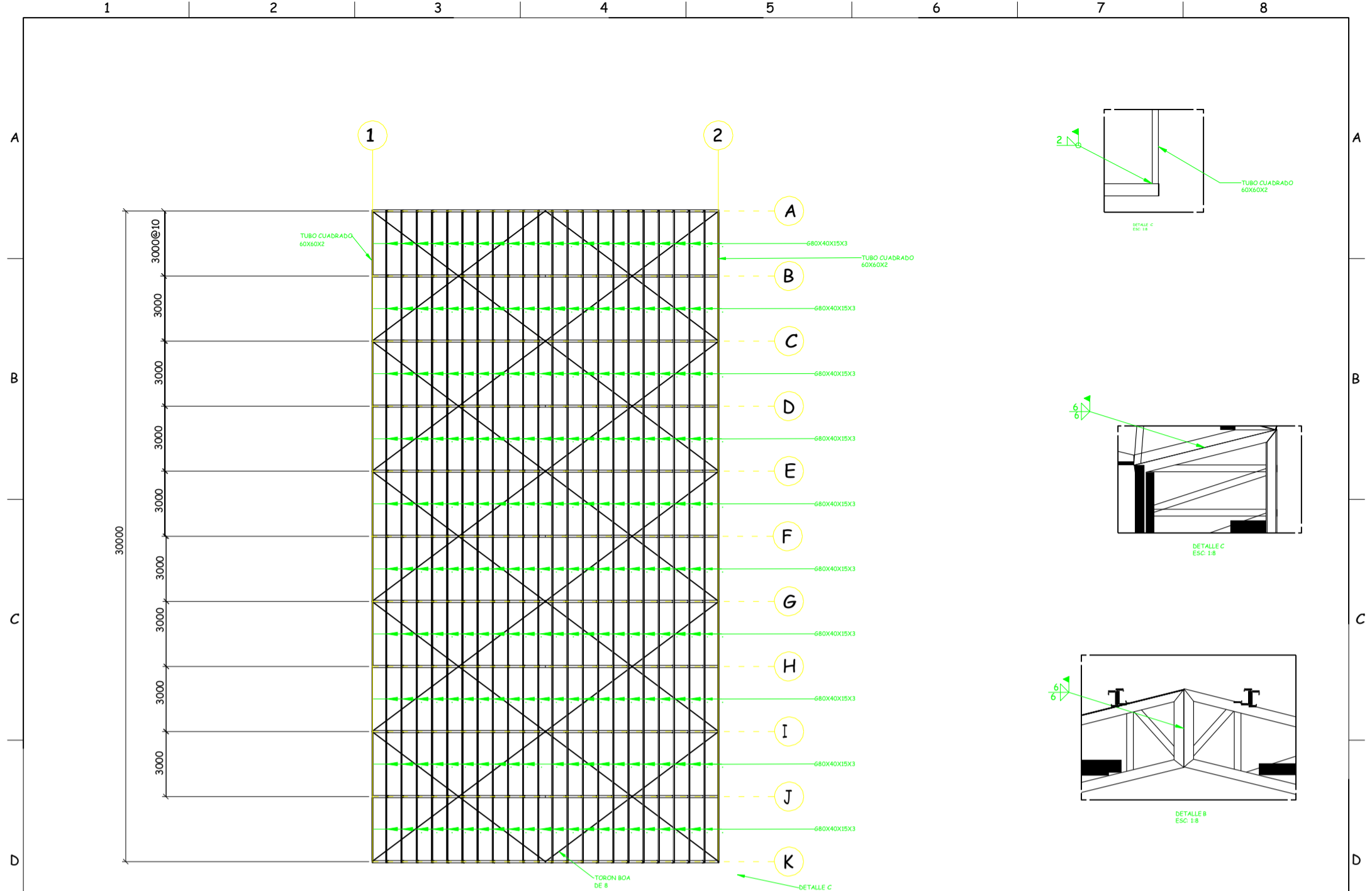


Anexo A4

Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de temperaturas

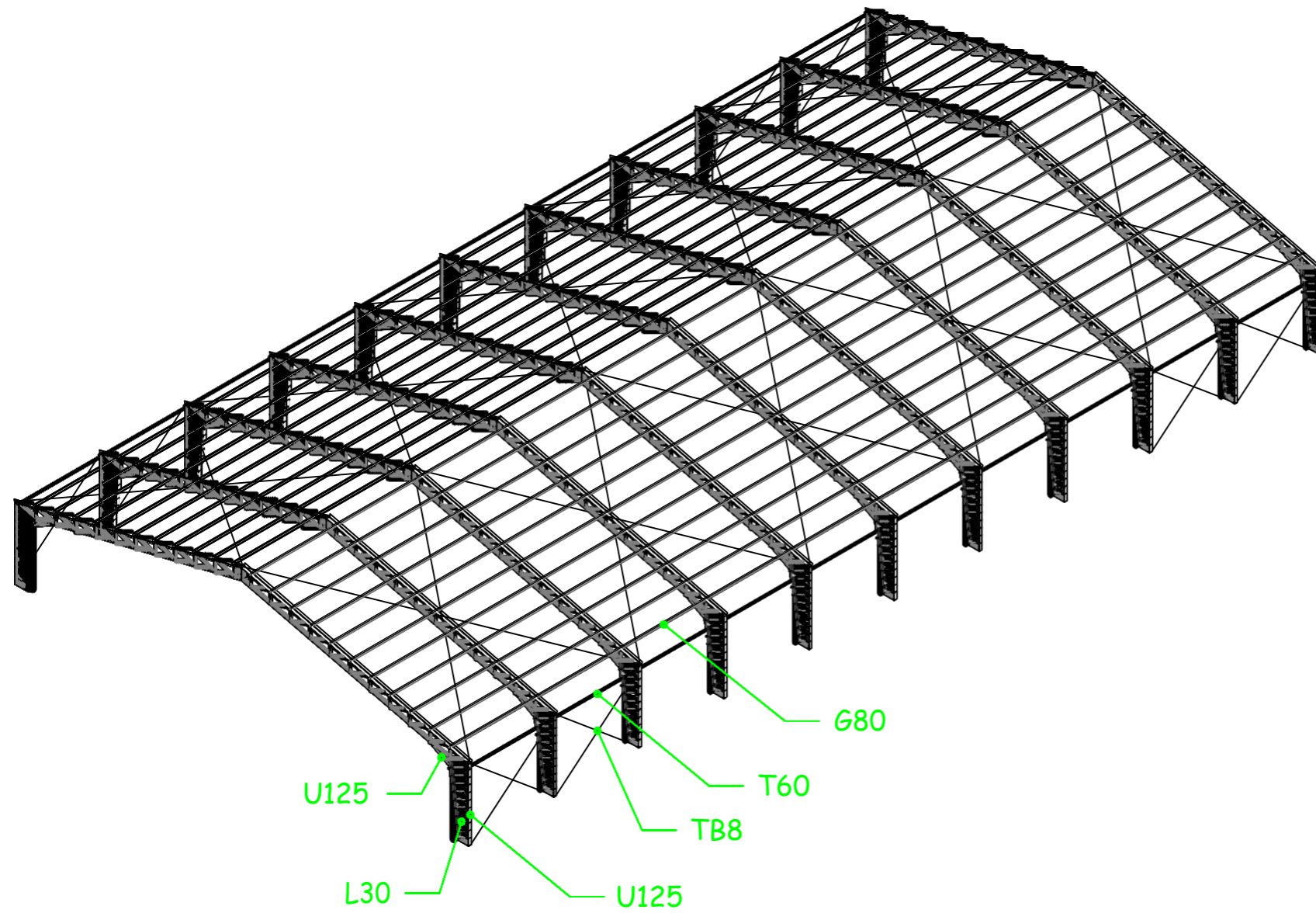
Presión bar	Temp., °C	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg K	
		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Vapor	Líquido	Vapor
		sat, v _f × 10 ³	sat, v _g	sat, u _f	sat, u _g	sat, h _f	vaporiz., h _{fg}	sat, h _g	sat, s _f	sat, s _g
0.04	28.96	1.0040	34.800	121.45	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.4746
0.06	36.16	1.0064	23.739	151.53	2425	151.53	2415.9	2567.4	0.5210	8.3304
0.08	41.51	1.0084	18.103	173.87	2432.2	173.88	2403.1	2577	0.5926	8.2287
0.1	45.81	1.0102	14.674	191.82	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	8.1502
0.2	60.06	1.0172	7.649	251.38	2456.7	251.4	2358.3	2609.7	0.8320	7.9085
0.3	69.1	1.0223	5.229	289.2	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.9439	7.7686
0.4	75.87	1.0265	3.993	317.53	2477	317.58	2319.2	2636.8	1.0259	7.6700
0.5	81.33	1.0300	3.240	340.44	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.0910	7.5939
0.6	85.94	1.0331	2.732	359.79	2489.6	359.86	2293.6	2653.5	1.1453	7.5320
0.7	89.95	1.0360	2.365	376.63	2494.5	376.7	2283.3	2660	1.1919	7.4797
0.8	93.5	1.0380	2.087	391.58	2498.8	391.66	2274.1	2665.8	1.2329	7.4346
0.9	96.71	1.0410	1.869	405.06	2502.6	405.15	2265.7	2670.9	1.2695	7.3949
1	99.63	1.0432	1.694	417.36	2506.1	417.46	2258	2675.5	1.3026	7.3594
1.5	111.4	1.0528	1.159	466.94	2519.7	467.11	2226.5	2693.6	1.4336	7.2233
2	120.2	1.0605	0.8857	504.49	2529.5	504.7	2201.9	2706.7	1.5301	7.1271
2.5	127.4	1.0672	0.7187	535.1	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	7.0527
3	133.6	1.0732	0.6058	561.15	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	6.9919
3.5	138.9	1.0786	0.5243	583.95	2546.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	6.9405
4	143.6	1.0836	0.4625	604.31	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	6.8959
4.5	147.9	1.0882	0.4140	622.25	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	6.8565
5	151.9	1.0926	0.3749	639.68	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	6.8212
6	158.9	1.1006	0.3157	669.9	2567.4	670.56	2086.3	2756.8	1.9312	6.7600
7	165	1.1080	0.2729	696.44	2572.5	697.22	2066.3	2763.5	1.9922	6.7080
8	170.4	1.1148	0.2404	720.22	2576.8	721.11	2048	2769.1	2.0462	6.6628
9	175.4	1.1212	0.2150	741.83	2580.5	742.83	2031.1	2773.9	2.0946	6.6226
10	179.9	1.1273	0.1944	761.68	2583.6	762.81	2015.3	2778.1	2.1387	6.5863
15	198.3	1.1539	0.1318	843.16	2594.5	844.84	1947.3	2792.2	2.3150	6.4448
20	212.4	1.1767	0.09963	906.44	2600.3	908.79	1890.7	2799.5	2.4474	6.3409
25	224	1.1973	0.07998	959.11	2603.1	962.11	1841	2803.1	2.5547	6.2575
30	233.9	1.2165	0.06668	1004.8	2604.1	1008.4	1795.7	2804.2	2.6457	6.1869
35	242.6	1.2347	0.05707	1045.4	2603.7	1049.8	1753.7	2803.4	2.7253	6.1253
40	250.4	1.2522	0.04978	1082.3	2602.3	1087.3	1714.1	2801.4	2.7964	6.0701
45	257.5	1.2692	0.04406	1116.2	2600.1	1121.9	1676.4	2798.3	2.8610	6.0199
50	264	1.2859	0.03944	1147.8	2597.1	1154.2	1640.1	2794.3	2.9202	5.9734
60	275.6	1.3187	0.03244	1205.4	2589.7	1213.4	1571	2784.3	3.0267	5.8892
70	285.9	1.3513	0.02737	1257.6	2580.5	1267	1505.1	2772.1	3.1211	5.8133
80	295.1	1.3842	0.02352	1305.6	2569.8	1316.6	1441.3	2758	3.2068	5.7432
90	303.4	1.4178	0.02048	1350.5	2557.8	1363.3	1378.9	2742.1	3.2858	5.6772
100	311.1	1.4524	0.01803	1393	2544.4	1407.6	1317.1	2724.7	3.3596	5.6141
110	318.2	1.4886	0.01599	1433.7	2529.8	1450.1	1255.5	2705.6	3.4295	5.5527
120	324.8	1.5267	0.01426	1473	2513.7	1491.3	1193.6	2684.9	3.4962	5.4924
130	330.9	1.5671	0.01278	1511.1	2496.1	1531.5	1130.7	2662.2	3.5606	5.4323
140	336.8	1.6107	0.01149	1548.6	2476.8	1571.1	1066.5	2637.6	3.6232	5.3717
150	342.2	1.6581	0.01034	1585.6	2455.5	1610.5	1000	2610.5	3.6848	5.3098
160	347.4	1.7107	0.009306	1622.7	2431.7	1650.1	930.6	2580.6	3.7461	5.2455
170	352.4	1.7702	0.008364	1660.2	2405	1690.3	856.9	2547.2	3.8079	5.1777
180	357.1	1.8397	0.007489	1698.9	2374.3	1732	777.1	2509.1	3.8715	5.1044
190	361.5	1.9243	0.006657	1739.9	2338.1	1776.5	688	2464.5	3.9388	5.0228
200	365.8	2.036	0.005834	1785.6	2293	1826.3	583.4	2409.7	4.0139	4.9269
220.9	374.1	3.155	0.003155	2029.6	2029.6	2099.3	0	2099.3	4.4298	4.4298

PLANOS ESTRUCTURALES



NOTA:
 Las soldaduras en campo mostradas en los detalles se las realizan con electrodo 6011.
 Se usa pintura anticorrosiva 100 micras con preparación superficial Sp6.

				Peso:		ACERO	
				Fecha:	Nombre:	CUBIERTA	
				Div. 092018	Kelvin R.	Escala: 1225	
				Rev. Apro.		DIBUJO N° 1	
				Firma:			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



Código	Descripción	NORMA	Cantidad	Peso
U125	Canal U 125x80x6 mm	INEN 1 623 2000	410 m	5182.4 kg
G80	Correa G 80x40x15x3 mm	INEN 1 623 2000	690 m	2766.9 kg
L30	Ángulo L 30x30x4 mm	INEN 1 623 2000	448.5 m	753.48 kg
T60	Tubo cuadrado 60x60x2 mm	ASTM A500	492 m	1800.72 kg
TB8	Toron BOA 8 mm	ISO 2232	267 m	69.42 kg

				Peso:		ACERO	
				Fecha:	Nombre:	LISTA DE MATERIALES	
				Div. 092018	Kelvin R.		
				Rev.			
				Apro.		Escala: 1150	
				Firma:		DIBUJO N° 2	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				