

**APLICACIÓN EN TEMAS DE INGENIERIA
REMDELACIÓN DEL ESPACIO DEPORTIVO (PARQUE) UBICADO EN LA
URBANIZACIÓN LA ISLA SECTOR PLAYA RICA EN VILLAVICENCIO META.**



Por:

**Danna Melissa Baquero Pérez.
Lesli Ximena Hurtado Escobar.**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO
2019**

**APLICACIÓN EN TEMAS DE INGENIERIA
REMDELACIÓN DEL ESPACIO DEPORTIVO (PARQUE) UBICADO EN LA
URBANIZACIÓN LA ISLA SECTOR PLAYA RICA EN VILLAVICENCIO META.**



Por:
Danna Melissa Baquero Pérez.
Lesli Ximena Hurtado Escobar.

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de
ingeniero civil

Aprobado por:
Ing. Juan Manuel Salgado
Director

Ing. Emiro Andrés Lozano Pérez, M.S.
Codirector

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO
2019**

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Fray. José Gabriel Mesa Angulo, O. P.
Rector General

Fray. Eduardo González Gil, O.P.
Vicerrector Académico General

Fray. José Antonio Balaguera Cepeda, O.P.
Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo García Jara, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg.Julieth Andrea Sierra Tobón
Secretaria de División Sede Villavicencio

Ing. Jhon Jairo Gil Peláez, Ph.D.
Decano Facultad de Ingeniería Civil

Nota de aceptación

ING. JHON JAIRO GIL PELÁEZ

Decano Facultad Ingeniería Civil

JUAN MANUEL SALGADO

Director

EMIRO ANDRÈS LOZANO PÈREZ

Codirector

OSCAR FELIPE SAENZ PARDO

Jurado

Villavicencio, 9 de octubre de 2019

DEDICATORIA

Dedicó este gran trabajo el cual es el resultado final de lo que inicio siendo solo una idea, a la culminación y el cumplimiento de todo nuestro esfuerzo realizado durante estos años.

Este será nuestro primer gran logro como ingenieras. A todas esas personas que han ayudado día a día en esa motivación para el logro de nuestros objetivos, A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres, a nuestros hermanos, compañeros y profesores que nos han acompañado durante este largo camino.

La felicidad que se siente al culminar esta etapa de nuestras vidas al ver que todo lo que de niñas soñamos y anhelamos hoy somos eso, con mucho esfuerzo y dedicación para cumplir todas nuestras metas y sueños.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios primeramente por ser nuestro guía sabiendo llevarnos por el camino de la sabiduría y de las buenas decisiones, el cual nos dio esa vocación para poder aportar y convertir este mundo en un lugar mejor para nuestras futuras generaciones, agradecemos a nuestros padres y familiares por ser nuestro apoyo incondicional y por depositar su entera confianza en nosotras porque nunca dudaron de nuestra capacidad e inteligencia, a los Ingenieros Emiro Andrés Lozano Pérez y Juan Manuel Salgado, gracias por su tiempo y por su dedicación porque desde su experiencia como profesional nos compartió de su gran conocimiento y sabiduría aportándonos a nuestro desarrollo como profesionales.

RESUMEN

El proyecto parte de una necesidad real planteada por la junta de acción comunal del Barrio la Isla Sector Playa Rica en Villavicencio/Meta, la petición de un diseño para la cubierta de un polideportivo y la adecuación de los espacios donde se ubica el mobiliario está relacionado con el mal estado en el que se encuentran actualmente, lo cual no permite un correcto desarrollo de actividades deportivas y por el contrario se ha convertido en una zona de reunión para actos vandálicos.

En el proyecto se muestra el proceso para llevar a cabo el diseño estructural de la cubierta del polideportivo el cual se plantea como un sistema estructural mixto que consta de cerchas metálicas y de vigas, columnas y zapatas asiladas centradas en concreto siguiendo los requerimientos establecidos por el DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. De igual forma se propone un diseño en pórtico metálico como alternativa de un diseño más eficaz. La metodología utilizada para el desarrollo de los diseños es la de **RESISTENCIA ULTIMA**, para la realización de los diseños se hizo uso de un software especializado como lo es **SAP 2000**; además, se propone un diseño para la adecuación de zonas verdes y mobiliario biosaludable para **EL PARQUE UBICADO EN EL BARRIO LA ISLA SECTOR PLAYA RICA**.

El objetivo del Proyecto es desarrollar una propuesta de diseño para la remodelación del parque, lo que incluye Polideportivo y zonas verdes, para así poder beneficiar a la población que habita en el sector y en lugares aledaños.

Como resultado se obtienen los planos de diseño estructural para todos los elementos que conforman la estructura de la cubierta especificando materiales y dimensiones idóneas para resistir las cargas aplicadas. Se presenta un modelo Render con la aplicación de la propuesta de mejoramiento de zonas verdes y mobiliario urbano donde se puede visualizar en su totalidad la remodelación del parque propuesta.

Palabras Clave:

Ingeniería estructural, Herramientas de Diseño, Estructura Metálica, Cimentación, Proyección Social, Remodelación.

ABSTRACT

The project is based on a real need posed by the community action board of neighborhood la Isla Sector Playa Rica in Villavicencio / Meta, the request for a design for the cover of a sports center and the adaptation of the spaces where the furniture is located is related with the poor condition in which they are currently, which does not allow a proper development of sports activities and on the contrary has become a meeting area for vandalism.

The project shows the process to carry out the structural design of the sports center roof which is presented as a mixed structural system consisting of metal trusses and beams, columns and isolated footings focused specifically on the requirements established by the NATIONAL PLANNING DEPARTMENT. Likewise, a metallic gantry design is proposed as an alternative to a more efficient design. The methodology used for the development of the designs is that of **LAST RESISTANCE**, for the realization of the designs, specialized software such as SAP 2000 was used; In addition, a design is proposed for the adaptation of green areas and bio-healthy furniture for the **PARK LOCATED IN LA ISLA SECTOR PLAYA RICA NEIGHBORHOOD**.

The objective of the Project is to develop a design proposal for the remodeling of the park, which includes Sports Center and green areas, in order to benefit the population that lives in the sector and nearby places.

As a result, the structural design plans are obtained for all the elements that make up the roof structure, specifying materials and dimensions suitable for resisting the applied loads. A Render model is presented with the application of the proposal for improvement of green areas and urban furniture where the remodeling of the proposed park can be visualized in its entirety.

Key Word:

Structural engineering, Design Tools, Metallic Structure, Foundation, Social Projection, Remodeling.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	13
2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3.	JUSTIFICACIÓN	15
4.	OBJETIVOS	16
4.1	OBJETIVO GENERAL	16
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5.	ALCANCE	17
6.	MARCO DE REFERENCIA.....	18
6.1	MARCO TEÓRICO	18
6.2	MARCO CONCEPTUAL	22
6.3	ESTADO DEL ARTE.....	25
6.4	MARCO NORMATIVO	26
6.5	MARCO GEOGRÁFICO	29
7.	METODOLOGÍA	31
8.	FASE 1- REVISION BIBLIOGRAFICA.....	32
9.	FASE 2 – FICHAS DE CHEQUEO	32
10.	FASE 3- PLANIMETRIA DEL TERRENO	33
11.	FASE 4: DISEÑO DE CERCHA, COLUMNAS, VIGAS Y CIMENTACION..	34
11.1	ANÁLISIS DE CARGAS.....	34
11.2	ANÁLISIS SISMICO.....	34
11.3	CARGA DE VIENTO	39
11.4	ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO	42
11.5	COMBINACIONES DE CARGA.....	42
11.6	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	43
11.7	DISEÑOS FINALES.....	44
11.7.1	Diseño De Correas.....	44
11.7.2	Diseño Elementos Metálicos Estructurales	46
11.7.3	Diseño Elementos Estructurales en Concreto	46
11.7.4	DISEÑO DE CIMENTACION	47
12.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	49
12.1	PROPUESTA DE DISEÑO DE ZONAS VERDES Y MOBILIRIARIO DEL PARQUE.....	49
12.1.1	ZONA DE PARQUE INFANTIL	49
12.1.2	ESPACIOS ABIERTOS.....	50
12.1.3	ZONA DE JARDIN	50
12.2	PROPUESTA DE DISEÑO MODELO RENDER	51
12.3	DISEÑO DE LA CERCHA.....	53
12.3.1	DISEÑO DE LAS CORREAS	53

12.4	DISEÑO DE ELEMENTOS METALICOS-CERCHA.....	54
12.5	DISEÑO DE ELEMENTOS EN CONCRETO.....	55
12.6	CUBIERTA POLIDEPORTIVO CON SISTEMA ESTRUCTRAL METALICO	58
12.7	DISEÑO DE CIMENTACION	60
13.	PRESUPUESTO DE OBRA.....	61
14.	RESULTADOS E IMPACTOS.....	63
15.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	65
16.	BIBLIOGRAFÍA	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Marco Normativo	26
Tabla 2 Avalúo de Cargas	34
Tabla 3 Zona de Amenaza Sísmica y coeficientes de Aceleración.....	34
Tabla 4 Coeficiente de Importancia.....	35
Tabla 5 Coeficientes de Aceleración.....	35
Tabla 6 Valores de C_t y α para el cálculo del periodo aproximado T_a	37
Tabla 7 Valores para el cálculo de Periodo Fundamental.....	37
Tabla 8 Limites de Periodo.....	37
Tabla 9 Fuerza Sísmica.....	38
Tabla 10 Factores de la Carga De Viento.....	39
Tabla 11 Factores CNW y CNL.....	40
Tabla 12 Factores para el Cálculo de Ráfaga.....	41
Tabla 13 Fuerzas de Viento.....	41
Tabla 14 Especificaciones de Los Materiales.....	42
Tabla 15 Cargas Impuestas a las Columnas.....	47
Tabla 16 Cargas de nivel de Cimentación.....	48
Tabla 17 Cargas asignadas para el diseño de cercha.....	54
Tabla 17 Perfiles Viga Metálica.....	58
Tabla 18 Zapata tipo 1.....	60
Tabla 19 Zapata tipo2.....	60
Tabla 20 Presupuesto Pórtico Mixto.....	61
Tabla 21 Presupuesto Pórtico Metálico.....	62
Tabla 22 Resultados e Impactos.....	63
Tabla 23 Impactos	64

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Columna de Euler.....	20
Ilustración 2 Viga con armadura a tracción.	21
Ilustración 3 Mapa del departamento del Meta.....	29
Ilustración 4 Mapa de Villavicencio.....	29
Ilustración 5 Delimitación Poligonal del polideportivo.....	30
Ilustración 6 Metodología.....	31
Ilustración 7 Parque Urbanización la Isla sector playa Rica.....	32
Ilustración 8 Plano de Planimetría del terreno.....	33
Ilustración 9 Espectro de Aceleración.	38
Ilustración 10 cubierta polideportivo	44
Ilustración 11 datos de entrada para software colmena	45
Ilustración 12 ingreso de cargas al software	45
Ilustración 13 tipo de perfil en Colmena	46
Ilustración 14 Geometría de la Zapata.	48
Ilustración 15 Zona Parque Infantil.....	49
Ilustración 16 Espacios Abiertos.....	50
Ilustración 17 zona de jardín.....	50
Ilustración 18 Propuesta de Remodelación.....	51
Ilustración 19 Propuesta de Remodelación.....	51
Ilustración 20 Propuesta de Remodelación.....	52
Ilustración 21 secciones del perfil elegido	53
Ilustración 22 grafica de momento, cortante y deformación en las correas	53
Ilustración 23 Índices de sobre esfuerzo de la cercha principal.	54
Ilustración 24 Acero de refuerzo para las vigas de 30 X 50 cm.	55
Ilustración 25 Cuantía Mínima de refuerzo-Vigas.....	56
Ilustración 26 Refuerzo Columnas 40 x 50 cm	57
Ilustración 27 Porcentaje refuerzo longitudinal columnas.	57
Ilustración 28 Perfiles metálicos Columnas.....	58
Ilustración 29 Pórtico Estructura Metálica-Polideportivo.	59
Ilustración 30 Pórtico Estructura Metálica-Polideportivo.	59

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas poli funcionales forman parte de cualquier dotación básica de una ciudad, todos los barrios que la conforman deben contar con una zona destinada a la práctica deportiva y recreativa, que son de gran importancia para el desarrollo cognitivo, físico y social de la comunidad. Estas zonas potencian la socialización y comunicación entre los niños cuando se encuentran en los espacios de juego. Son constituidas por zonas verdes, áreas de recreo y actividad física, así mismo debe proveer un lugar cómodo y eficaz para la realización de eventos organizados por los residentes.

El proyecto nace a partir de un requerimiento planteado por la comunidad de la urbanización La Isla sector Playa Rica, debido a la carencia de una zona adecuada que pueda satisfacer las necesidades de las personas que son parte activa de la comunidad.

El objetivo de esta investigación es el diseño estructural de una cubierta para la adecuación del polideportivo y evaluación de los elementos del mobiliario urbano presentes en la zona con el fin de crear un lugar óptimo para la celebración de las actividades y el libre desarrollo de prácticas deportivas y recreativas.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Villavicencio se encuentra dividida en ocho comunas, cada una debe contar con espacios urbanos donde se ubican parques infantiles y mobiliario biosaludable, estos espacios son esenciales para la contribución de socialización y derecho a la destreza deportiva y recreativa, como medio de entretenimiento de preservación de la salud, de progreso de la calidad de vida y medio de uso procedente y formativo del tiempo libre.

Estos lugares públicos son espacios al aire libre que contienen un mobiliario destinado para el deporte y la recreación de los niños. En la urbanización la Isla sector Playa Rica, se encuentra un área destinada para estas actividades, pero no está en condiciones óptimas para todos los usuarios, se puede identificar que la infraestructura existente no es la proporcionada para la demanda que actualmente existe dentro de esta área urbana. De este espacio público se beneficiarán los habitantes pertenecientes a los barrios Villa Lorena, Villa Sonia, Playa Rica que rodean esta urbanización, ya que este espacio es el centro para realizar cualquier actividad tanto deportiva como cultural y social, es preciso decir que debe estar en condiciones que les brinden seguridad y comodidad a los usuarios. Paralelamente existen otras problemáticas de aspecto sociocultural según la presidenta de acción comunal como es el hecho de que los adolescentes estén utilizando la zona para consumir bebidas alcohólicas y sustancias psicoactivas dejando a un lado la educación y el deporte.

Por estos motivos se ve la necesidad de diseñar un pórtico mixto para la ubicación de la cubierta del polideportivo existente y un diseño para la adecuación de zonas verdes y mobiliario biosaludable e infantil. Esto permitirá a futuro llevar un proceso adecuado en implementación de lo propuesto en este proyecto, para así contribuir con el progreso y desarrollo social de la ciudad de Villavicencio.

3. JUSTIFICACIÓN

Cuando se habla de zonas de recreación se puede encontrar que son un derecho básico que tiene cualquier comunidad para integrarse a un espacio y relacionarse con los demás residentes, estas zonas son de gran importancia ya que desempeñan una labor social, potencian la socialización y comunicación entre los niños cuando se encuentran en los espacios de juego.

Este proyecto nace a partir de un requerimiento planteado por la comunidad de la urbanización La Isla sector Playa Rica, debido a la carencia de una zona adecuada que pueda satisfacer las necesidades del sector. Se puede identificar que las instalaciones deportivas existentes no son suficientes, no cumplen con las demandas de los usuarios, se encuentran deterioradas y en mal estado, por lo tanto, no resultan de gran utilidad debido a que se hace difícil realizar cualquier actividad deportiva o integración social ya que los elementos que se encuentran en este lugar no están en capacidad de garantizar un desarrollo de estas con comodidad y funcionalidad.

Con el fin de ayudar a la comunidad de la urbanización se llevará a cabo el siguiente proyecto de aplicación, que consiste en un diseño estructural de una cubierta, columnas y cimentación para la adecuación del polideportivo y evaluación de los elementos del mobiliario urbano presentes en la zona y así se pueda tener un lugar óptimo para la celebración de las actividades y el libre desarrollo de prácticas deportivas y recreativa, donde los usuarios principalmente beneficiados serán los niños y jóvenes, al igual que los adultos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta para la remodelación del parque (espacio deportivo, mobiliario y zonas verdes), ubicado en la urbanización la Isla sector Playa Rica en Villavicencio Meta.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la cubierta en estructura metálica para la zona deportiva.
- Plantear un diseño para la recuperación de zonas verdes y mobiliario de parque.
- Realizar el diseño de cimentación y columnas para la cubierta del espacio deportivo existente.
- Presentar el Análisis de precios unitarios (APU) del costo total de los elementos propuestos en el diseño.

5. ALCANCE

El alcance de este proyecto es el progreso de tipo social, esta propuesta ayudara directamente a los habitantes de la urbanización la Isla sector Playa Rica y barrios aledaños como Villa Lorena, Villa Sonia, Playa Rica que rodean esta urbanización.

Este parque cuenta con un diseño urbanístico establecido, ya que posee una delimitación adecuada de los espacios públicos, es decir, zona de polideportivo, zona de salón comunal, y zonas donde se ubica el mobiliario urbano y biosaludable. A partir del problema planteado se propone el diseño estructural de un salón comunal, y la cubierta para la zona deportiva existente en este parque con el fin de tener una adecuada remodelación. El diseño partirá desde la realización de la caracterización de los espacios dispuestos en la zona, los elementos encontrados y con base en un estudio de suelos de la zona.

El diseño arquitectónico del parque está basado en lo estipulado por el departamento nacional de planeación, DNP (Proyecto tipo para la construcción y dotación de una placa deportiva); el cual se debe modificar según los requerimientos de la comunidad y las condiciones de la zona de estudio.

El diseño de la cubierta de polideportivo se hará en estructura metálica con su respectivo diseño de cimentación y columnas; el plano de los elementos de la estructura se presentará en AutoCad. Para determinar que los diseños son óptimos, se realizará una modelación en Sap2000, un programa de ordenador que realiza simulaciones de cargas, el cual permite determinar el comportamiento de la estructura ante esas solicitaciones. Dichos resultados se evaluarán respecto a las normas de construcción, mostrando los resultados por medio de planos para la cubierta y cimentación, columnas y mobiliario de parque infantil. Por último, se hará la entrega de análisis de precios unitarios (APU) del valor total de los diseños de remodelación.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 MARCO TEÓRICO

El diseño de la estructura metálica para la cubierta se va a diseñar aplicando la metodología (LRFD) diseño por factores de carga y resistencia.

➤ Método (LRFD) Diseño por factores de carga y resistencia

El LRFD (Load and Resistance Factor Design) es un método que es utilizado para el diseño de estructuras fabricadas en acero, en el cual las cargas de diseño se mayoran y las resistencias de diseño se minoran multiplicando por factores mayores y menores, este método está basado por el criterio de estados limites, un estado de limite define la condición ante la cual un elemento estructural sometido a carga se ve efectuado al grado que deja de ser seguro para los habitantes de la estructura. [1]

• Diseño Con Factores De Carga Y Resistencia (LFRD)

En el método LRFD las cargas de trabajo (Q) se multiplican por unos factores de carga (λ) que son mayores a 1 y se obtiene las cargas factorizadas. La estructura se proporciona para que tenga una resistencia ultima de diseño capaz de resistir las cargas aprobadas. Esta resistencia se supone igual a la resistencia nominal (R) multiplicado por un factor de resistencia (ϕ) que en la mayoría de las veces menor que 1. [2]

$$\sum \lambda Q \leq \phi R_n$$

• Factores de Carga

El AISC-LRFD tiene las siguientes combinaciones de carga: U representa la carga última; D son las cargas muertas; L son las cargas vivas; Lr son las cargas vivas en techos; S son las cargas de nieve; R son las cargas por lluvia, granizo o hielo, sin incluir el encharcamiento; W son las cargas de viento y E son las cargas sísmicas. [3]

- a) $U = 1.4D$
- b) $U = 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$

Si se consideran las fuerzas de viento o sismo:

- c) $U = 1.2D + 1.6(Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (0.5L \text{ o } 0.8W)$
- d) $U = 1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$
- e) $U = 1.2D + 1.5E + (0.5L \text{ o } 0.2S)$

Para considerar el posible efecto de volteo:

- f) $U = 0.9D - (1.3W \text{ o } 1.5E)$

• Diseño De Miembros A Tensión

El manual del AISC-LRFD, especifica que la resistencia de diseño de un elemento a tensión será el menor de los valores obtenidos con las siguientes expresiones:

1. Para el estado límite de fluencia en la sección bruta.

$$P_u = \phi F_y A_g$$

Donde $\phi_t = 0.90$

2. Para la fractura en la sección neta en la que se encuentran agujeros de tornillos o remaches.

$$P_u = \phi_t F_u A_e$$

Donde $\phi_t = 0.75$

Donde F_u es el esfuerzo de tensión mínimo especificado y A_e es el área neta efectiva que se supone resiste la tensión en la sección a través de los agujeros.

3. Para varillas y barras redondas.

$$P_u = \phi F_u A_d$$

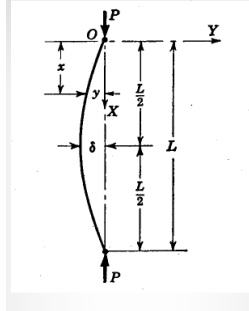
Donde $\phi = 0.75$

Donde A_d es el área total de la varilla calculada con base en el diámetro exterior de la rosca. [3]

- **Diseño De Elementos A Compresión Axial**

- **Ecuación de Euler:** La base de la teoría de las columnas es la fórmula de Euler.

Ilustración 1 Columna de Euler



Fuente: Victor Cervera, <https://vdocuments.mx/disenio-de-estructuras-metalicas>.

Así la Ecuación de Euler es

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

En la ecuación de Euler, el valor de L se tomará como la distancia entre los puntos de inflexión de la elástica, donde el momento de flexión vale cero. Esta distancia L se considera como la longitud efectiva de la columna [3]

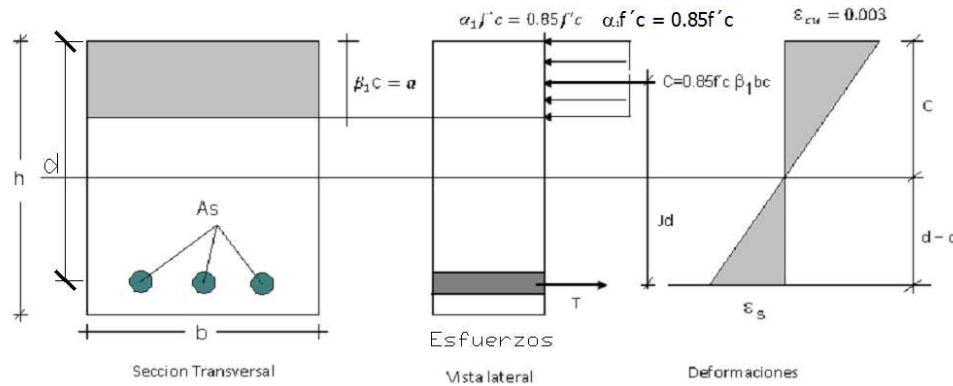
➤ **METODO DE RESISTENCIA ULTIMA**

Este método se fundamenta en diseñar los elementos sometidos a la máxima carga donde se producirá la falla, esto se hace con la finalidad de que el elemento sea capaz de soportar cargas adicionales a las cuales no estará sometido realmente. La carga ultima se consigue mayorando las cargas y reduciendo la resistencia de los elementos. [4]

Antes de acometer el estudio de las relaciones que rigen este método, nos referimos a los estados limites en el diseño de concreto reforzado para establecer su relación con esta metodología. [5]

- **Diseño De Vigas Rectangulares Con Armadura A Tracción.**

Ilustración 2 Viga con armadura a tracción.



Fuente: Estructuras de concreto I, Jorge Segura.

Se dice que, en el momento de la falla, la compresión C_u es igual a la tracción T_u , las cuales se evalúan:

$$C_u = 0.85 f'_c * k_1 * k_{ud} * b$$

En donde $0.85 f'_c$ corresponde al máximo valor de la compresión como resultado de la flexión y su magnitud obedece a obtención experimental. [5]

$$T_u = A_s F_y = p b d F_y$$

Teniendo en cuenta que los elementos a flexión deben fallar cuando el acero a tracción alcance su límite elástico, se tiene que el momento resistente último es:

$$M_n = p F_y \left(1 - 0.59 \frac{p F_y}{f'_c} \right) b d^2$$

Expresión conocida como la formula general de resistencia ultima. [5]

- **Columnas**

- ✓ **Dimensionamiento de las Columnas**

1. Estructuras DES: La dimensión menor de la sección transversal no debe ser menor de 300mm.

➤ **CRITERIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS**

Los criterios aceptados para el diseño de zapatas aisladas consideran que la zapata trabaja como una losa en una dirección y luego se coloca el mismo acero en la otra dirección.

6.2 MARCO CONCEPTUAL

➤ **Topografía**

La topografía es la ciencia que se ocupa del estudio de los métodos para obtener la representación en un plano en una porción limitada a la superficie terrestre con todos sus detalles en una escala determinada, y de la construcción, del conocimiento y del manejo de los instrumentos necesarios para ello. [6]

- **Levantamiento topográfico**

Consiste en realizar todas las mediciones necesarias de la zona de interés, con objeto, en general, de obtener un plano topográfico de la misma.

- **Planimetría**

La planimetría consiste en determinar la situación de los puntos del terreno en el plano de proyección XY. Los instrumentos y métodos topográficos planimétricos son los que se emplean para realizar las mediciones que nos van a permitir obtener una representación planimétrica del terreno. [6]

➤ **Carga Muerta**

Consiste en el peso propio de los elementos y el peso de los materiales de construcción de una edificación y que son fijos permanentemente soportados por el elemento. [7]

➤ **Carga viva**

Son las cargas correspondidas al uso y la ocupación de la edificación, excluyendo las cargas por factores ambientales. [7]

➤ **Factor de seguridad**

La resistencia real de una estructura debe ser mayor que la resistencia requerida, la relación de la resistencia real entre la resistencia requerida se llama factor de seguridad. [8]

➤ **Carga mayorada.**

Es aquella carga nominal multiplicada por un coeficiente de carga. [7]

➤ **Carga de servicio**

Son las magnitudes reales de las cargas especificadas. [7]

➤ **Momento nominal**

Es aquel que resulta después de la aplicación de las cargas sobre el elemento.

➤ **Momento Ultimo**

Es la resultante del momento nominal multiplicado con coeficientes establecidos en la norma llamado Factor de Seguridad.

➤ **Estructuras Metálicas.**

• **Estructura Metálica Principal**

La estructura metálica principal consta de elementos que soportan y trasladan las cargas a las estructuras de cimentación. Esta estructura es la responsable de proporcionar firmeza y resistencia. Consta de los siguientes elementos:

- a) **Vigas metálicas:** Estos elementos horizontales trabajan a flexión. Dependiendo de los esfuerzos a los que se someten, sus fibras inferiores trabajan a tracción y las superiores son sometidas a compresión.

- b) **Pilares metálicos:** Estos elementos verticales, están encargados de absorber los esfuerzos de los elementos horizontales a compresión. [9]

- **Estructura Metálica Secundaria**

Este armazón pertenece principalmente a la fachada y a la cubierta y es usualmente denominada subestructura: Ésta se instala sobre la estructura metálica principal y puede ser metálica o de concreto. [10]

➤ **Cerchas**

Este elemento se diseña con el principio de triangulación, donde, las barras inclinadas resisten los esfuerzos impuestos a compresión y las horizontales trabajan a tracción. La rigidez de las cerchas de la cubierta y de las vigas en celosía, está fundamentado en el principio de deformabilidad de los triángulos que la conforman.

➤ **PROYECTO TIPO PARA LA CONSTRUCCION Y DOTACION DE UNA PLACA DEPORTIVA**

Los aspectos que se consideraran para la realización del diseño estructural son los estipulados por la agencia nacional de planeación (DNP), la cual contiene los siguientes ítems.

- Consideraciones de diseño – Correlación con los planos del estudio de suelos
- Hipótesis de carga
- Parámetros geométricos
- Parámetros sísmicos de diseño
- Procedimiento de diseño de elementos.
- Especificaciones de elementos no estructurales
- Diseños de placa de piso, vigas, cimentación, columnas, cubierta.
- Planos con cuadro de cantidades y memorias de cálculo, plantas, cortes, detalles y despieces.

En caso de que este diseño no sea el adecuado para garantizar la firmeza de la edificación bajo las condiciones particulares de su localización, deberán realizarse los ajustes correspondientes de acuerdo con lo especificado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR10. [11] **(VER ANEXOS)**

➤ CIMENTACIONES

Las cimentaciones superficiales son elementos estructurales donde la sección transversal es de longitudes grandes con relación a la altura y cuya función es transportar las cargas de una construcción a profundidades relativamente cortas.

Pueden ser de diferentes tipos: zapata aislada, zapata combinada, zapata continua o losa de cimentación. En una estructura, una zapata aislada, se caracteriza por resistir y transponer a la superficie la carga de un apoyo individual. [12]

- **Zapatas**

Una zapata es un incremento de la base de una columna que asume la función de transmitir la carga al subsuelo conforme a las propiedades del suelo. A las zapatas que soportan una sola columna se llaman individuales o zapatas aisladas. [13]

- **Zapata aislada cuadrada**

Este tipo de zapatas, el elemento estructural encargado de transferir los esfuerzos será un pilar, que puede ser de hormigón o metálico. El pilar comenzara siempre desde el centro del pedestal de la zapata.

- **Capacidad Admisible**

La capacidad admisible debe ser el menor valor entre el esfuerzo límite y el de falla, reducido por el factor de seguridad y que forme un asentamiento igual o menor a el máximo permitido. [14]

6.3 ESTADO DEL ARTE

➤ ESTRUCTURACIÓN, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS DE TECHO CON PERFILES METALICOS UTILIZANDO EL MÉTODO LRFD. (Carlos C, Paolo F, Carlos Leonardo H).

Al aplicar las combinaciones de carga estabelcidas por el metodo LRFD, en este tipo de proyectos de techo es de suma importancia tener en cuenta la carga de

viento que debe ser tomada en cuenta para los calculos y el dimensionamiento de los elementos metalicos. [15]

➤ **POLIODEPORTIVO DE LA ALDEA AGUA SALOBREGA SANARETE, EL PROGRESO (Rony Velásquez).**

En Guatemala se realizó este tipo de proyecto con el fin de satisfacer las necesidades de la población para un plazo de 20 años contando para ello con una infraestructura adecuada para poder lograrlo, es de suma importancia que los espacios públicos puedan contar con este centro por motivos culturales y sociales. [16]

➤ **PRE-DISEÑO ESTRUCTURA METALICA DE LA CUBIERTA DE LA CUBIERTA PARA LA CANCHA DEPORTIVA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN ANTONIO DE CULIMA MUNICIPIO SANTA MARIA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. (Liliana Balaguera, Yiber Castañeda).**

Utilizando la metodología de resistencia última propuesta por la NSR-10, se obtuvo el diseño óptimo para la cubierta de la institución, este tipo de proyectos busca beneficiar a la comunidad estudiantil. [17]

➤ **DISEÑO ESTRUCTURAL DE ACERO DEL TECHO PARABOLICO PARA EL COLISEO POLIDEPORTIVO ACUDESI – TRUJILLO (Cesar Lozano).**

La realización del diseño se hizo mediante el método LRFD con el fin de obtener una resistencia y rigidez óptima. Este método lleva a facilitar la construcción y el montaje reduciendo el número de plantillas usadas para la fabricación. [18]

6.4 MARCO NORMATIVO

Tabla 1 Marco Normativo

Título de la Norma	Entidad	Artículos o numerales	Resumen de la norma
NSR-10 NORMA SISMO RESISTENT E COLOMBIAN	Ministerio de vivienda, ciudad y territorio de Colombia.	Títulos (A, B,C,E,F)	La norma sismo resistente colombiana, establece los requisitos necesarios para ejecutar una construcción.

A			
Constitución Política de Colombia 1991	Congreso de la Republica de Colombia.	Articulo No.63	Los capitales de uso público como lo son parques naturales, tierras comunales de grupos étnicos, tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son exclusivos, perdurables e inembargables.
Constitución Política de Colombia 1991	Congreso de la república de Colombia	Articulo No. 83	Es obligación del Estado vigilar por el amparo de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual sobresale sobre el interés individual
Constitución Política de Colombia 1991	Congreso de la república de Colombia	Articulo No.88	La ley reglamentará las operaciones públicas para la resguardo de los derechos e intereses sociales conexos con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la sanidad públicos, el ambiente, la libre competencia financiera y otros de equivalente entorno que se precisan en ella
Código Civil	Código Civil	Articulo No.674	Delimita los bienes públicos y de uso común, así: Se llaman bienes de la Unión aquéllos cuya potestad corresponde a la República. Si también su uso pertenece a todos los poblaciones de un territorio, como el de calles, centros, puentes y caminos, se llaman bienes de la Unión de uso público.
Normatividad	Consejo municipal de Villavicencio	Articulo No.127	Espacio Público Efectivo: Es el espacio público de forma permanente, adaptado por zonas verdes, parques, plazas y plazoletas, que

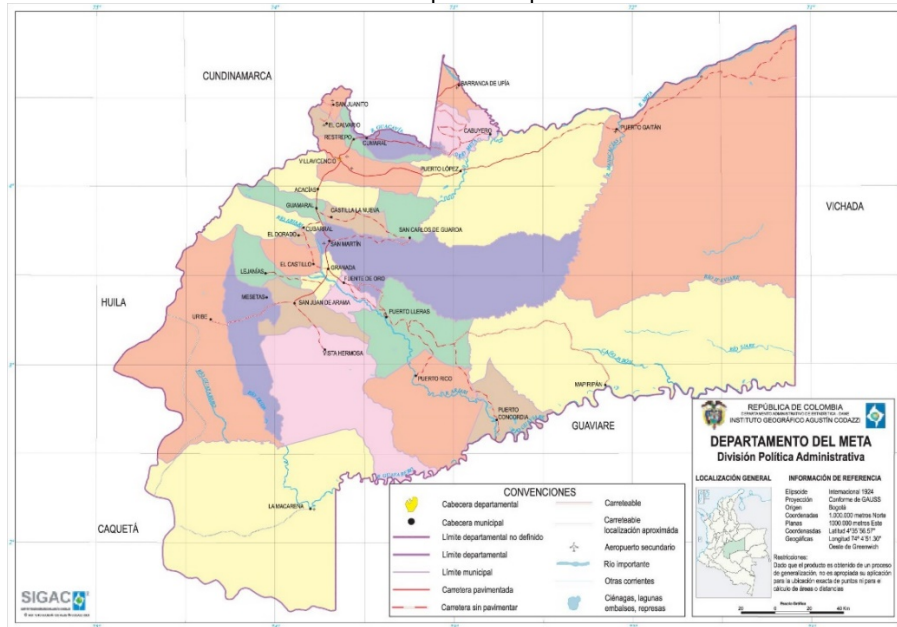
			aprueban uso y disfrute colectivo por parte todos los habitantes y visitantes del territorio.
Legislación deportiva	Coldeportes	Ley 181 de 1995	Por la cual se dictan prácticas para el fomento del deporte, la recreación, la utilización del tiempo libre y la educación física y se crea el sistema nacional del deporte.
Ley del deporte	Congreso de Colombia	Decreto No.4183 de 2011	Se plantea como obligación de la nación el proyectar y disponer la construcción de instalaciones deportivas con los equipamientos necesarios, procurando su optima utilización y uso de equipos y materiales destinados a la práctica del deporte y la recreación.
Norma NTC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación		Establece los requerimientos mínimos que deben cumplir para el planeamiento y diseño de nuevas instalaciones orientado a mejorar la calidad del servicio.

Fuente: propia

6.5 MARCO GEOGRÁFICO

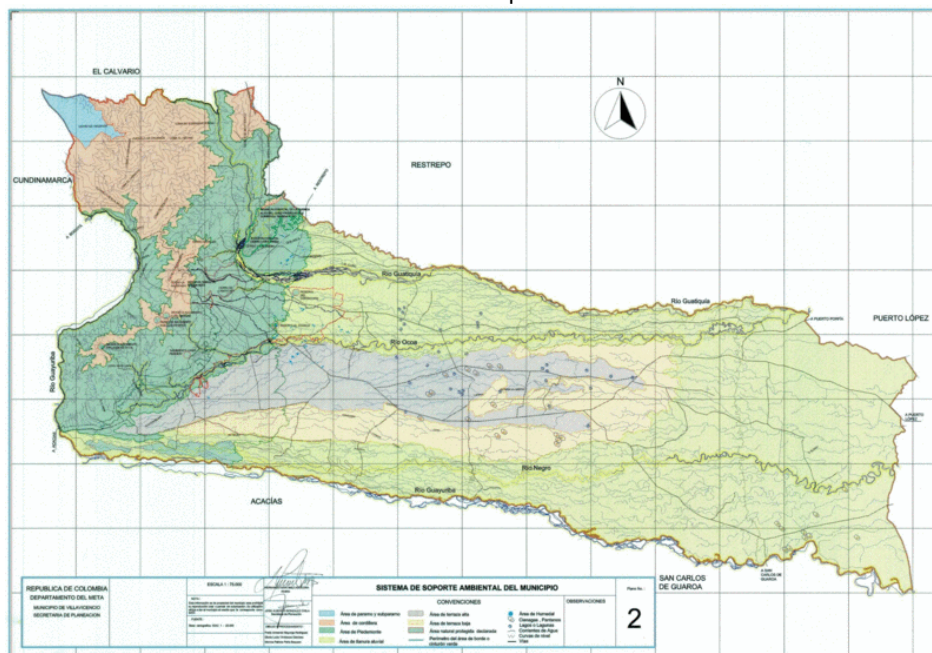
➤ Macro Localización

Ilustración 3 Mapa del departamento del Meta



Fuente: Alcaldía San Carlos de Guaroa, <http://www.sancarlosdeguaroa-meta.gov.co/tema/mapas>

Ilustración 4 Mapa de Villavicencio



Fuente: Alcaldía de Villavicencio. <http://www.villavicencio.gov.co>

➤ **Características generales del municipio de Villavicencio Meta**

• **Ubicación**

Villavicencio es la capital del departamento colombiano del Meta y el centro comercial más importante de los Llanos Orientales. Está situada en el piedemonte de la Cordillera Oriental, al Noroccidente del departamento del Meta, tiene una población urbana aproximada de 486.363 habitantes en 2015. Muestra un clima caluroso y muy húmedo, con temperaturas entre 28° C y 30°C.

• **Economía**

La agricultura, la ganadería, y la minería son apoyos de la riqueza de la ciudad. En los últimos años la ciudad ha logrado un desarrollo económico fortalecido por el sector del comercio, gracias a la dinámica generada por las vías de comunicación que encaminan hacia el interior y el centro del país la industria agropecuaria y agroindustrial del Llano; como también la de productos que integran a la región procedentes de otros lugares de Colombia. [19]

➤ **Micro Localización**

Ilustración 5 Delimitación Poligonal del polideportivo.



7. METODOLOGÍA

➤ Enfoque de la investigación

El presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo debido a que se relaciona con diseños o investigaciones, aprueba el uso de las matemáticas y todas aquellas formas que operan en torno a ella; también posee un enfoque cualitativo puesto que permite obtener las descripciones detalladas la de situación, eventos presentes y objetos.

Ilustración 6 Metodología.



Fuente: Propia.

8. FASE 1- REVISION BIBLIOGRAFICA

Se realizó la búsqueda en las entidades gubernamentales para verificar si se encontraba información relacionada a proyectos realizados en el parque; se hizo la búsqueda en SECOP 1 donde se encontró el contrato de nombre **“AUNAR ESFUERZOS PARA LA CONSTRUCCION DE ESPACIOS DE DEPORTE SOCIAL COMUNITARIO Y BIOSALUDABLE EN LA URBANIZACION LA ISLA SECTOR PLAYA RICA EN EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO”** llevado a cabo por la **AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META-AIM** , donde se plasma un convenio para la construcción de espacios de deporte social comunitario y biosaludables. **(VER ANEXO).**

9. FASE 2 – FICHAS DE CHEQUEO

Se realizaron visitas de campo con el fin de realizar la inspección visual de todos los elementos de mobiliario que conforman el espacio deportivo, biosaludable, infantil y urbano. A partir de la información recolectada en campo se obtienen las s fichas de chequeo donde se describe detalladamente el estado actual de los elementos inspeccionados.

Ilustración 7 Parque Urbanización la Isla sector playa Rica

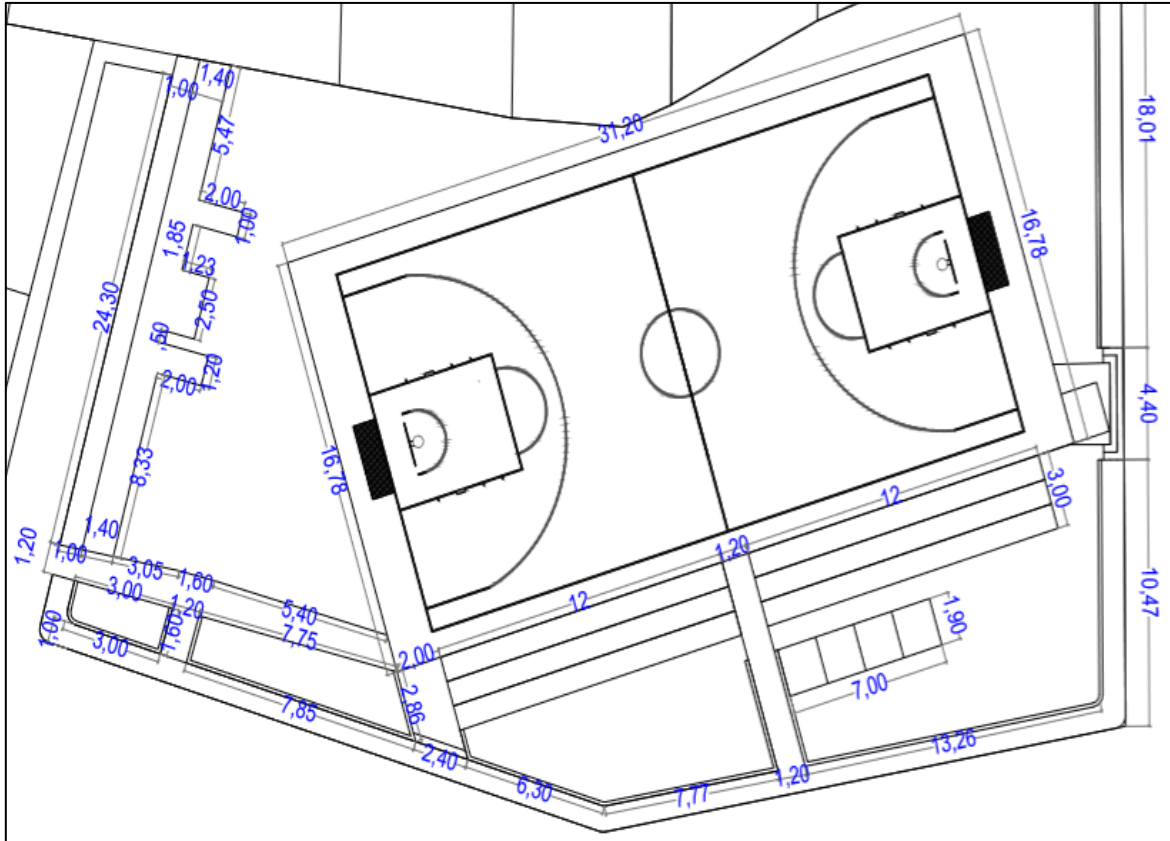


Fuente: Propia.

10. FASE 3- PLANIMETRIA DEL TERRENO

Se realizaron visitas de campo con el fin de obtener la medición del terreno para la elaboración del plano planimétrico. **(Ver Anexos)**

Ilustración 8 Plano de Planimetría del terreno.



Fuente: Propia.

11. FASE 4: DISEÑO DE CERCHA, COLUMNAS, VIGAS Y CIMENTACION.

11.1 ANALISIS DE CARGAS

Se realiza el avalúo de cargas para determinar las solicitaciones de carga impuestas para el diseño de la cercha.

Tabla 2 Avalúo de Cargas

DISEÑO DE CERCHA			
Analisis de Carga			
Peso de elemento		(Ton/m2)	(Kg/m2)
Peso de la Cubierta		0.01	10
Peso de Correa		0.007	7
Iluminación, Ductiles		0.005	5
total de cargas			
		(Ton/m2)	(Kg/m2)
	CM	0.022	22
USO DE LA ESTRUCTURA	CV	0.05	50
	CWIN	0.04	40

Fuente: Propia.

La carga viva se asume según el uso de la estructura teniendo en cuenta lo establecido en el Título B capítulo B.4, donde se establecen las cargas mínimas en cubiertas.

11.2 ANALISIS SISMICO

➤ PARAMETROS DE CONSTRUCCION DE ESPECTRO

- **Zona de Amenaza sísmica y Coeficientes de Aceleración**

Tabla 3 Zona de Amenaza Sísmica y coeficientes de Aceleración.

Municipio	Aa	Av	Zona de Amenaza Sísmica	Ae	Ad
Villavicencio	0.35	0.30	Alta	0.20	0.07

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana.

- **Coefficiente de Importancia**

Según lo establecido en la NSR-10 cap A.2, se escogió un coeficiente de importancia de 1.25 que es el equivalente para casos de grupo 3. Este coeficiente se escogió buscando una estructura más resistente.

Tabla 4 Coeficiente de Importancia.

GRUPO DE USO	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana.

Para el análisis sísmico se escogió un sistema estructural de pórticos de concreto, se tomó un valor R_o de 5.

Tabla 5 Coeficientes de Aceleración.

Coeficientes de Aceleración	
Aa =	0.35
Av =	0.30
Ae =	0.20
Ad =	0.07
Fa =	1.15
Fv =	1.80
Coeficiente de capacidad de disipación de energía R_o=	5
área cubierta m2=	693
sistema estructural:	Pórticos de concreto

Fuente: Propia.

- **Coefficiente de disipación de energía.**

El coeficiente de disipación de energía (R) se calcula de acuerdo con los requerimientos de la NSR-10.

Para una zona de amenaza sísmica ALTA la estructura se compone de un sistema de pórticos en concreto en el sentido longitudinal, sistema con disipación especial de energía (DES).

$$R_o = 5.0$$

SEGÚN LO ESPECIFICADO EN LA NORMA EL RO DEBERÍA SER IGUAL A 7, PERO EN ESTE CASO SE DEFINE MENOR PARA CONSIDERAR UN ESTADO DE SISMO MÁS CONSERVADOR EN EL MOMENTO DE REALIZAR LOS DISEÑOS DE LOS ELEMENTOS QUE HACEN PARTE DEL SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA.

➤ **ESPECTRO DE DISEÑO**

Para el cálculo del espectro de diseño con el que se calcula la fuerza sísmica en la estructura se consideran los siguientes parámetros críticos para una zona de amenaza sísmica ALTA con un perfil de suelo TIPO D.

- **Calculo de espectros de aceleración**

✓ $Sa = 2.5A_aF_aI$ (Ec. 1)

✓ $Sa = \frac{1.2A_vF_vI}{T}$ (Ec. 2)

- **Calculo de Periodos de aceleración**

Se hace el cálculo de los diferentes periodos de vibración en los que oscilara el espectro de aceleración.

✓ **Periodo Inicial:** $T_0 = 0.1 \frac{A_vF_v}{A_aF_a}$ (Ec. 3)

✓ **Periodo Corto:** $T_c = 0.48 \frac{A_vF_v}{A_aF_a}$ (Ec. 4)

✓ **Periodo Largo:** $T_L = 2.4F_v$ (Ec. 5)

- **Calculo de Periodo Fundamental**

$$Ta = Cth^\alpha \text{ (Ec. 6)}$$

El valor de Ct y α se encuentran en la tabla dada a continuación

Tabla 6 Valores de C_t y α para el cálculo del periodo aproximado T_a .

Sistema estructural de resistencia sísmica	C_t	α
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75

Fuente: Norma Sismo Resistente Colombiana.

Calculo de C_u :

$$C_u = 1.75 - 1.2A_v F_v \quad Ec. 7$$

Tabla 7 Valores para el cálculo de Periodo Fundamental.

Calculo de T_a	
$C_t =$	0.073
$\alpha =$	0.750
Ecu7. C_u calculado =	1.1
C_u definitivo=	1.2

Fuente: Propia.

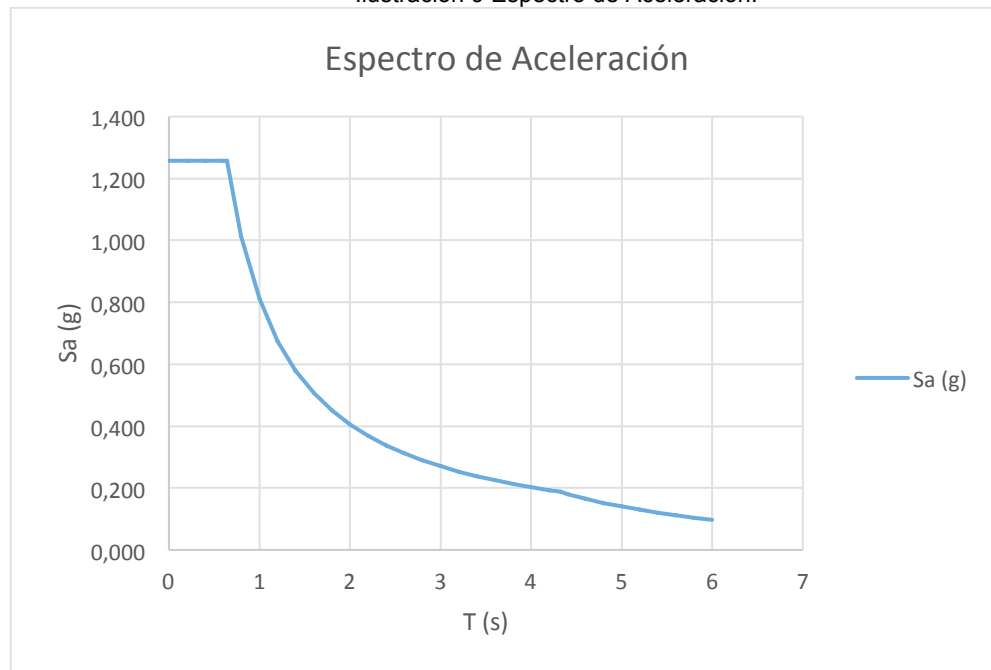
- ✓ El valor de C_u no debe ser menor a 1.2, por lo tanto, el C_u calculado con la ecuación 7 se aproximó a este valor.
- ✓ El valor de T_a no puede exceder $C_u \cdot T_a$, según los cálculos realizados la condición cumple plenamente.

Tabla 8 Limites de Periodo.

Límites de Periodo		
$S_a =$	1.26g	espectro de aceleración
$S_a =$	2.23	
$T_0 =$	0.134s	periodo de vibración
$T_C =$	0.644s	periodo corto
$T_L =$	4.320s	periodo largo
$T_a =$	0.3634s	periodo fundamental
$T_a < C_u \cdot T_a =$	0.44	Condición Cumplida

Fuente: Propia.

Ilustración 9 Espectro de Aceleración.



Fuente: Propia.

- **Calculo de la fuerza Sismica**

Como se puede observar el cálculo de la fuerza sísmica se realizó por medio de la fuerza horizontal equivalente. Con las cargas muertas establecidas en las secciones anteriores, más el peso propio de la estructura, se determina la masa aferente a cada uno de los niveles.

Tabla 9 Fuerza Sísmica

CALCULO DE FUERZA SISMICA						
nivel	peso(ton)	h(m)	pesoxh ^k	Cvx	Cortante Basal (Vs)	Fs (ton)
1	15.246	8.5	129.591	1	19.177	19.177

Fuente: Propia.

De acuerdo con la sección A.4.3 del NSR-10 el cortante sísmico en la base (cortante basal) se debe calcular como:

$$V_s = S_a \times g \times M$$

Estos cortantes se distribuyen en los diferentes niveles de la estructura siguiendo el coeficiente C_{vx} :

$$C_{vx} = \frac{m_x \times h_x^k}{\sum_{i=1}^n (m_i \times h_i^k)}$$

En donde:

m_x : es la masa del nivel x de la estructura,
 h_x : es la altura del nivel x de la estructura,
 k : este valor no puede ser menor a 1 ni mayor a 2.

- ✓ El valor K se tomo de las condiciones establecidas en la sección A.4.3.2 de la NSR-10 donde se establece que para **T** menores o iguales a 0.5, **k=1**

11.3 CARGA DE VIENTO

Para realizar el avalúo de la carga de viento se sigue la fuerza de viento básica que se presenta en el Título B capítulo B-39 de la NSR-10.

➤ FACTORES PARA EL AVALUÓ DE CARGA DE VIENTO

- Kzt: El factor topográfico se tomó como el más probable a presentarse bajo las características de la edificación, de presentarse factores topográficos más críticas para la localización final de la edificación deberán evaluarse bajo los requerimientos de la sección B.6.5.7 del NSR-10
- Kd: Factor de dirección para edificios referente al sistema principal de resistencia de cargas de viento de acuerdo con la Tabla B.6.5-4 del NSR-10.

Tabla 10 Factores de la Carga De Viento.

CARGA DE VIENTO	
Angulo de cubierta (°)	36
Longitud larga (m)	33
Longitud corta(m)	21
Altura de cubierta(m)	8.6
TA (s)	0.363

Rigidez del polideportivo	Rígida
Frecuencia	2.752
Velocidad viento m/s	33
Kd	0.85
Rugosidad y exposicion de terreno son tipo:	B
Kz	0.688
k1,k2,k3	0
Kzt	1
Relación	0.40952381

Fuente: Propia.

➤ FACTOR CNW Y CNL

- La presión neta (contribuciones de las superficies de arriba y abajo) se saca de la tabla B.6.5-15B de la NSR-10 haciendo interpolación entre 30 y 37.5 ° para hallar la presión neta correspondiente al ángulo de la cubierta de 36°.

Tabla 11 Factores CNW y CNL.

CNW	-0.28
CNL	-0.94

Fuente: Propia

➤ CALCULO DE RAFAGA

Para el cálculo de ráfaga se toma una categoría de exposición tipo B según lo estipulado en el Título B, B.6.5.6.3 de la NSR-10, con este factor se escogen los valores de para cada una de las variables estipulados en la tabla B.6.5-2 de la NSR-

- Se calcula la presión de velocidad (Qz) según lo establecido en la sección B.6.5.10.

$$qz = 0.613KzKztKdV^2I$$

- Para el cálculo del factor de efecto ráfaga (G) se utilizó la ecuación B.6.5-2 de la NSR-10.

$$G = 0.925 \left(\frac{(1 + 1.7gqlzQ)}{1 + 1.7gvlz} \right)$$

✓ Donde $Q = \sqrt{\frac{1}{1+0.62\left(\frac{B+h}{Lz}\right)^{0.63}}}$

Tabla 12 Factores para el Cálculo de Ráfaga.

factores de efecto para cálculo de ráfaga	
Exposición	B
α	7
Zg(m)	365.8
$\hat{a}$	0.14285714
b	0.84
$\ddot{\alpha}$	0.25
$\dot{b}$	0.45
c	0.3
l(m)	97.5
ε	0.33333
Zmin (m)	9
lz	0.305
gQ	3.4
gV	3.4
Lz	94.135
Q	0.854
qz=qh	488.267
G	0.839
Vz (Velocidad Promedio)	14.3005

Fuente: Propia.

➤ CARGAS DE VIENTO DE DISEÑO

Tabla 13 Fuerzas de Viento.

Fuerza de barlovento KN	-0.115
Fuerza de sotavento KN	-0.385

Fuente: Propia.

$$\text{Fuerza de Viento Barlovento} = g * qh * CNW$$

$$\text{Fuerza de Viento Barlovento} = g * qh * CNL$$

- Dado que la fuerza de viento no debe ser menor de **0.40 ton/m²** según lo mínimo establecido en el reglamento en el artículo B.6.4.2.1.1 del NSR-10 se supone esta misma como la fuerza de viento de diseño de los elementos que conforman la cubierta.

11.4 ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO

Como se trata de un sistema estructural que adquiere diferentes tipos de materiales a continuación se describen las características principales y mínimas requeridas para cada uno de los materiales.

Tabla 14 Especificaciones de Los Materiales.

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO			
Concreto Estructural Vigas Aéreas y Columnas	Resistencia Mínima a la Compresión	28	Mpa
	Módulo de Elasticidad	24855.5428	Mpa
Concreto Estructural Cimentación	Resistencia Mínima a la Compresión	24	Mpa
	Módulo de Elasticidad	19187.2991	Mpa
Acero Estructural	Esfuerzo de Fluencia	253	Mpa
Acero de Refuerzo	Esfuerzo de Fluencia (Tensión)	420	Mpa
	Esfuerzo de Fluencia (Cortante)	420	Mpa

Fuente: Propia.

11.5 COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de carga se tendrán en cuenta dentro del análisis para este tipo de estructuras, con base en el tipo de material y procedimiento de diseño, cada uno de acuerdo con lo establecido en la norma NSR-10 donde:

➤ COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑO DE VIGAS Y COLUMNAS

1. 1.4D
2. 1.2D+0.5Lr
3. 1.2D+0.5G
4. 1.2D+0.5Le
5. 1.2D+1.6Lr+0.5W
6. 1.2D+1.6G+0.5W
7. 1.2D+1.6Le+0.5W

- 8. $1.2D+0.5Lr+1.0W$
- 9. $1.2D+0.5G+1.0W$
- 10. $1.2D+0.5Le+1.0W$
- 11. $1.2D+0.67Sx+0.2Sy$
- 12. $1.2D-0.67Sx-0.2Sy$
- 13. $1.2D+0.67Sx-0.2Sy$
- 14. $1.2D-0.67Sx+0.2Sy$
- 15. $1.2D+0.2Sx+0.67Sy$
- 16. $1.2D-0.2Sx-0.67Sy$
- 17. $1.2D+0.2Sx-0.67Sy$
- 18. $1.2D-0.2Sx+0.67Sy$
- 19. $0.9D+1.0W$
- 20. $0.9D+0.67Sx+0.2Sy$
- 21. $0.9D-0.67Sx-0.2Sy$
- 22. $0.9D+0.67Sx-0.2Sy$
- 23. $0.9D-0.67Sx+0.2Sy$
- 24. $0.9D+0.2Sx+0.67Sy$
- 25. $0.9D-0.2Sx-0.67Sy$
- 26. $0.9D+0.2Sx-0.67Sy$
- 27. $0.9D-0.2Sx+0.67Sy$

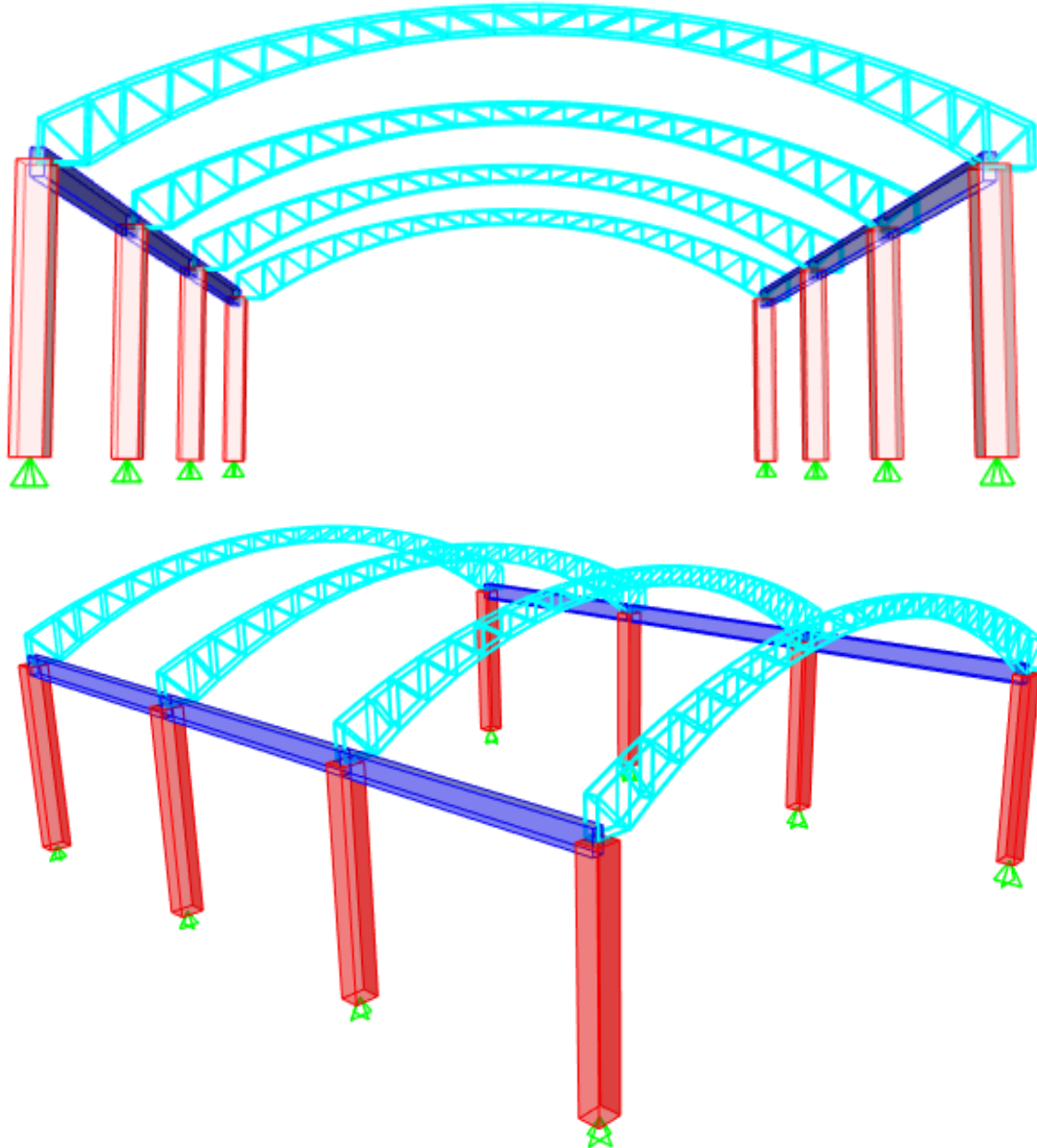
11.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el cálculo estructural se utilizará herramientas especializadas de software: SAP200, el análisis estructural se realiza por medio de métodos numéricos. Seguido de esto se introducen modelos e ideas que muestran de la mejor manera el posible comportamiento de la estructura.

➤ Disposición Estructural

Según las características de la estructura se desarrolló un modelo completo de toda la estructura la cual se determina por ser una estructura aporticada de **concreto reforzado unida por medio de cerchas espaciales y correas dispuestas en perfiles de lámina delgada**. La cimentación no se consideró en el modelo principal en SAP2000.

Ilustración 10 cubierta polideportivo



Fuente: Propia.

11.7 DISEÑOS FINALES

11.7.1 Diseño De Correas

para el diseño de las correas de la cubierta del polideportivo se diseñaron mediante la herramienta de software llamado Colmena, la cual nos permitió diseñar las correas optimas que debería llevar el diseño propuesto de cercha,

cumpliendo con la disposición de salvar las tres luces de 8.5m y dos voladizos a cada uno de sus extremos de 4m.

Por medio del software especializado en el cual se desarrolló el cálculo estructural (Colmena) se realizan las debidas verificaciones que el reglamento NSR-10 exige, tanto en las condiciones de diseño como en las de servicio.

A continuación, se muestran los datos de entrada que se ingresaron en el software para el diseño, como lo son las luces de 8.5m (continuo) y los voladizos 4m (libre).

Ilustración 11 datos de entrada para software colmena

Vano	Longitud libre (m)	Riostras
2	8.5	
3	8.5	
4	8.5	
5	4	

Apoyo	Longitud	Tipo
1	0.2	Libre
2	0.2	Continuo
3	0.2	Continuo
4	0.2	Continuo
5	0.2	Continuo
6	0.2	Libre

fuelle: Propia- Software colmena

Después de ingresar los datos de entrada se ingresan la carga viva, muerta y de viento que fueron calculadas anteriormente.

Ilustración 12 ingreso de cargas al software

CARGA MUERTA: 22 ?
Incluye tejas, acabados, cielo raso
* el programa calcula el peso del perfil *
(Valor por área de cubierta - kg/m2)

CARGA VIVA: 50 ?
Cargas de personal de mantenimiento
ó lluvia y granizo sin empozamiento
(Valor por área horizontal - kg/m2)

EMPOZAMIENTO: 0 ?
Empozamiento de granizo o lluvia
(Valor por área horizontal - kg/m2)

VIENTO PRESIÓN: 40 ?
Vientos que produzcan empujes
perpendiculares a la cubierta
(Valor por área de cubierta - kg/m2)

VIENTO SUCCIÓN: 0 ?
Vientos que produzcan succiones
perpendiculares a la cubierta
(Valor por área de cubierta - kg/m2)

fuelle: Propia- Software colmena

El tipo de perfil escogido para el diseño de las correas es un perfil en C así como se evidencia en la siguiente imagen, donde la flecha señala el tipo de perfil escogido.

Ilustración 13 tipo de perfil en Colmena

Geometría Cargas

VANOS

Vano	Longitud libre (m)	Riostras
2	8.5	
3	8.5	
4	8.5	
5	4	

Distancia entre correas (m) 1

Inclinación 36° 72.7%

APOYOS

Apoyo	Longitud	Tipo
1	0.2	Libre
2	0.2	Continuo
3	0.2	Continuo
4	0.2	Continuo
5	0.2	Continuo
6	0.2	Libre

ACEPTAR

Longitud omisión (m) 0.2

Secciones Combinaciones de carga

Dimensiones: 100x50, 120x60, 150x50, 150x75, 152x64, 160x60

Espesores: 1.2, 1.5, 2, 2.5, 3, 4

☐ Usar solo galvanizados

fuelle: Propia- Software colmena

Luego de obtener el diseño de las correas se obtienen las reacciones de estas, las cuales se van a aplicar en cada uno de los nodos para el diseño de la cercha.

11.7.2 Diseño Elementos Metálicos Estructurales

- **Diseño de la Cercha**

La cercha hace parte del sistema de resistencia sísmica pero principalmente se encarga de soportar los elementos que componen la cubierta, debido a que esta cercha espacial trabaja especialmente para las cargas verticales obtenidas mediante el cálculo y diseño de las correas, el comportamiento para las condiciones inerciales como las cargas sísmicas, estas no modifican de manera importante el índice de diseño de los elementos que la componen, se definió una única geometría, el módulo de diseño esta verificado por las condiciones exigidas en la norma NSR-10, el software SAP2000 presenta una escala de colores la cual muestra el índice de sobreesfuerzo de los elementos que componen la cercha también alerta si el elemento presenta falla.

11.7.3 Diseño Elementos Estructurales en Concreto

El diseño de los elementos en concreto reforzado se realiza con el módulo interno de diseño del software SAP2000.

- **Diseño de Vigas**

Para estos elementos estructurales existe un único nivel de vigas aéreas que hacen parte del sistema de resistencia sísmica, el módulo de diseño presenta todas las verificaciones establecidas por la norma sismo resistente NSR-10.

- **Diseño de Columnas**

Para este tipo de elementos existe un único tipo de columna que hacen parte del sistema de resistencia sísmica. En las siguientes tablas se muestran las reacciones que se obtuvieron del cálculo de la cercha las cuales fueron ingresadas a SAP2000 para poder determinar las dimensiones de las columnas buscando que estas sean capaces de soportar las solicitaciones de carga impuestas por la cercha.

Tabla 15 Cargas Impuestas a las Columnas.

CARGA	DIRECCION	DERECHA	IZQUIERDA
CARGA DE VIENTO	X	43.14	-43.14
	Z	32.71	32.71
CARGA VIVA	X	53.55	-53.55
	Z	40.6	40.6
CARGA MUERTA	X	51.97	-51.97
	Z	39.35	39.35
CARGA DE PESO PROPIO	X	5.85258	-5.85258
	Z	4.385	4.385

Fuente: Propia.

- Sumado a las cargas anteriores se le debe aplicar a la columna la carga de fuerza sísmica anteriormente especificada.

11.7.4 DISEÑO DE CIMENTACION

Teniendo en cuenta los resultados del estudio de suelos (capacidad portante) se determina que el tipo de cimentación para esta estructura será de zapatas aisladas.

Las reacciones para el diseño de la cimentación se obtienen del modelo principal de SAP2000 teniendo como referencia la envolvente de cimentación; se efectúa el cálculo de la cimentación definiendo los mismos nodos que el modelo principal tiene en su base, considerando la misma numeración.

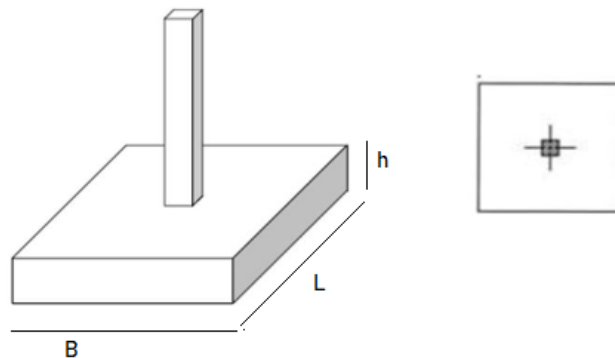
Tabla 16 Cargas de nivel de Cimentación.

REACCIONES PARA DISEÑO DE CIMENTACION									
Story	Joint Label	Unique Name	Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
				kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
Base	1	11	Envolverte Cimen Max	4.9083	6.8975	155.826	28.282	12.209	0.051
Base	9	12	Envolverte Cimen Max	1.3512	6.9288	172.199	28.447	5.0228	0.051
Base	12	13	Envolverte Cimen Max	2.2846	6.9639	172.199	28.653	7.0141	0.051
Base	13	14	Envolverte Cimen Max	-0.8579	7.0148	155.826	28.923	0.6118	0.051
Base	14	16	Envolverte Cimen Max	2.5791	3.9742	172.199	35.09	8.0089	0.051
Base	15	15	Envolverte Cimen Max	-0.6489	4.0221	155.826	35.36	1.4066	0.051
Base	16	17	Envolverte Cimen Max	1.6237	3.9417	172.199	34.884	6.0176	0.051
Base	17	18	Envolverte Cimen Max	5.1341	3.9135	155.826	34.718	13.068	0.051

Fuente: Sap 2000.

Cada nodo de la cimentación se diseñó como una zapata aislada capaz de soportar los momentos de la envolverte de cimentación, se muestra a continuación el diseño de zapata para las condiciones más críticas.

Ilustración 14 Geometría de la Zapata.



Fuente: Propia.

Para el diseño se utiliza la capacidad portante y la fuerza puntual aplicada en los nodos donde se pre dimensiona la zapata para proceder a chequear que el elemento este cumpliendo.

Para el análisis de la zapata se revisa el cortante por punzonamiento, la cortante unidireccional (Longitudinal y transversal). Se debe realizar el diseño a flexión (Longitudinal y transversal) y por ultimo determinar el número de barras y el diámetro para la cantidad de Acero especificada en los cálculos.

12. RESULTADOS

12.1 PROPUESTA DE DISEÑO DE ZONAS VERDES Y MOBILIARIO DEL PARQUE

A continuación, se describe la propuesta para el diseño de zonas verdes y mobiliarios del parque esta información se complementa con las fichas técnicas del levantamiento. **(Ver ANEXOS_ FICHAS MOBILIARIO PARQUE)**

12.1.1 ZONA DE PARQUE INFANTIL

A partir de los resultados obtenidos en campo y del análisis del estado del mobiliario urbano existente en este parque, se propone la instalación de un piso de material reciclable que ayude a mitigar el impacto ambiental, se recomienda el uso piso caucho en sitio donde se encuentra ubicado el mobiliario infantil para evitar el encharcamiento de este lugar, ya que proporciona una superficie resistente a los golpes y antideslizante que permite actuar como un amortiguador contra los impactos.

Ilustración 15 Zona Parque Infantil.



Fuente: Propia.

12.1.2 ESPACIOS ABIERTOS

En estos espacios abiertos se propone la instalación de grama natural para facilitar el desplazamiento hacia los sitios de descanso y mobiliario bio-saludable.

Ilustración 16 Espacios Abiertos.



Fuente: Propia.

12.1.3 ZONA DE JARDIN

Este espacio del parque se propone para darle uso de jardín por lo que se sugiere cambiar las plantas existentes y en su lugar sembrar plantas de jardín tales como las ixoras, vinca flor y nueva guinea rosada las cuales son plantas tapizantes que ayudan a crear ambientes sanos y paisajísticamente aceptables.

Ilustración 17 zona de jardín



Fuente: propia

12.2 PROPUESTA DE DISEÑO MODELO RENDER

- Se observa una vista general del diseño planteado, donde se aprecia el mejoramiento de zonas verdes, la cubierta y la adecuación de los pisos.

Ilustración 18 Propuesta de Remodelación.



Fuente: Propia.

- En la siguiente imagen se aprecia el modelo en piso de caucho para la zona donde se encuentra ubicado el mobiliario de parque infantil.

Ilustración 19 Propuesta de Remodelación.



Fuente: Propia.

En la siguiente imagen se observa la remodelación con la implementación de jardines y la grama sintética en los espacios de transición hacia el mobiliario.

Ilustración 20 Propuesta de Remodelación.

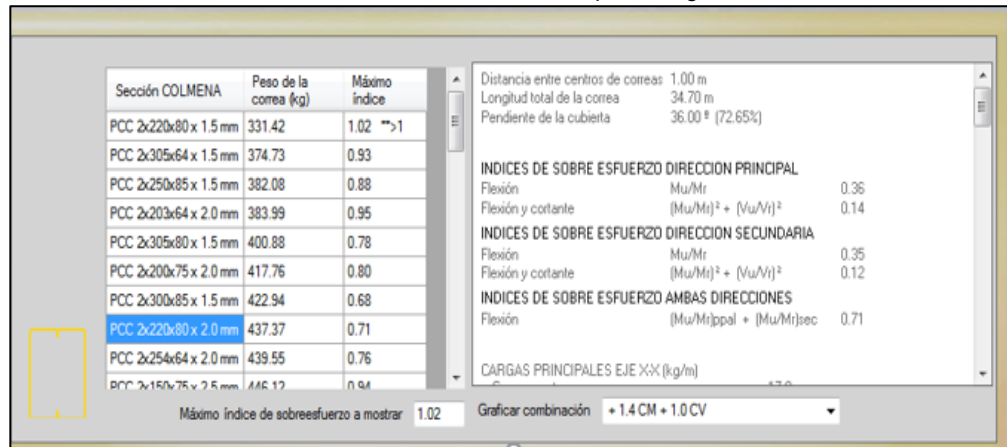


Fuente: Propia.

12.3 DISEÑO DE LA CERCHA

12.3.1 DISEÑO DE LAS CORREAS

Ilustración 21 secciones del perfil elegido

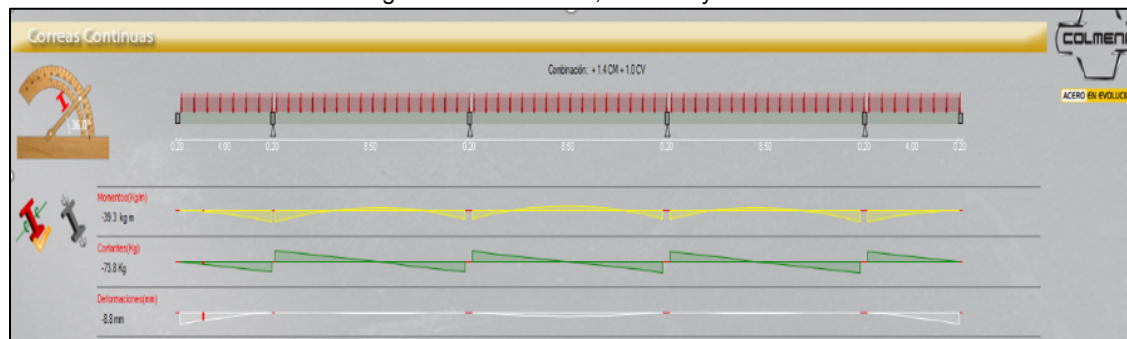


fuelle: Propia- Software colmena

En este se puede observar que el perfil elegido **PCC 2X220X80X2.0mm** cumple con las condiciones de seguridad necesarias.

En la siguiente grafica se evidencia la máxima deformación de 8mm que pueden alcanzar a tener las correas, esta deformación máxima se presenta en los dos voladizos porque es donde se presenta la mayor condición de esfuerzo debido a que no poseen estructuras de apoyo.

Ilustración 22 grafica de momento, cortante y deformación en las correas



fuelle: Propia- Software colmena

12.4 DISEÑO DE ELEMENTOS METALICOS-CERCHA

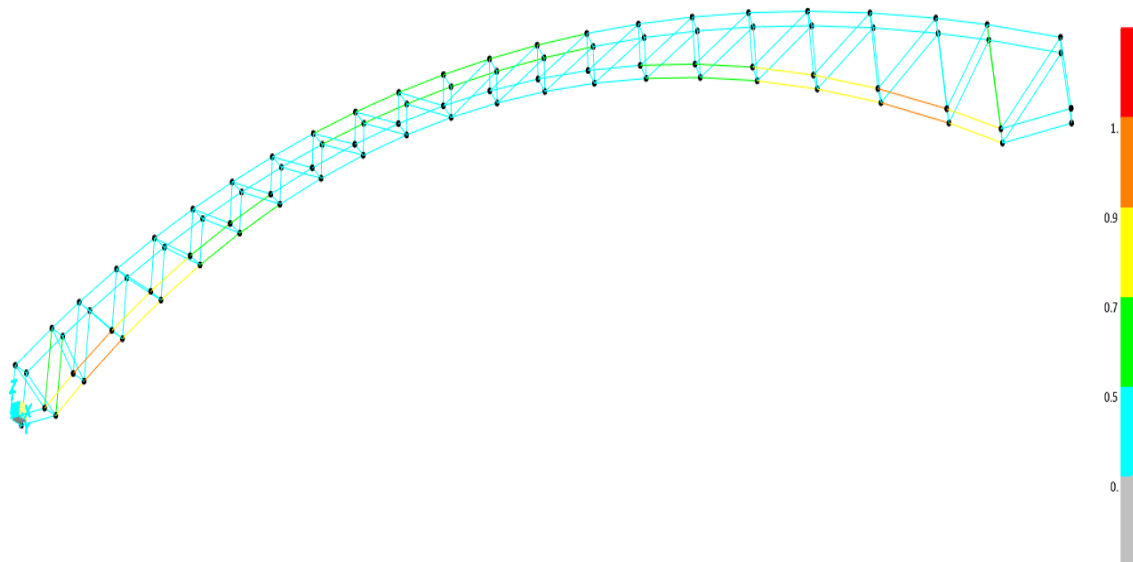
En la siguiente tabla se muestran las cargas asignadas al software SAP2000 para obtener el diseño óptimo de la cercha.

Tabla 17 Cargas asignadas para el diseño de cercha.

Cargas asignadas para el diseño de la cercha			
Lr	0.18	Ton	
DEAD	0.155	Ton	
WIND	0.145	Ton	

Fuente: Propia.

Ilustración 23 Índices de sobreesfuerzo de la cercha principal.



Fuente: Propia.

Los elementos que cumplieron los requerimientos de la cercha a los diferentes esfuerzos, los cordones superiores e inferiores son perfiles **L2"x2"x3/8"**, la celosía está compuesta por perfiles con medidas de **L1.5"x1.5"x3/16"**, los cuales hicieron que el diseño la cercha sea óptimo, cumpliendo con todos los estándares establecidos por la norma.

12.5 DISEÑO DE ELEMENTOS EN CONCRETO

Para el desarrollo de este proyecto se plantea el diseño definitivo como un pórtico mixto donde se tienen los elementos de vigas y columnas elaborados en concreto reforzado.

- **Diseño de Vigas**

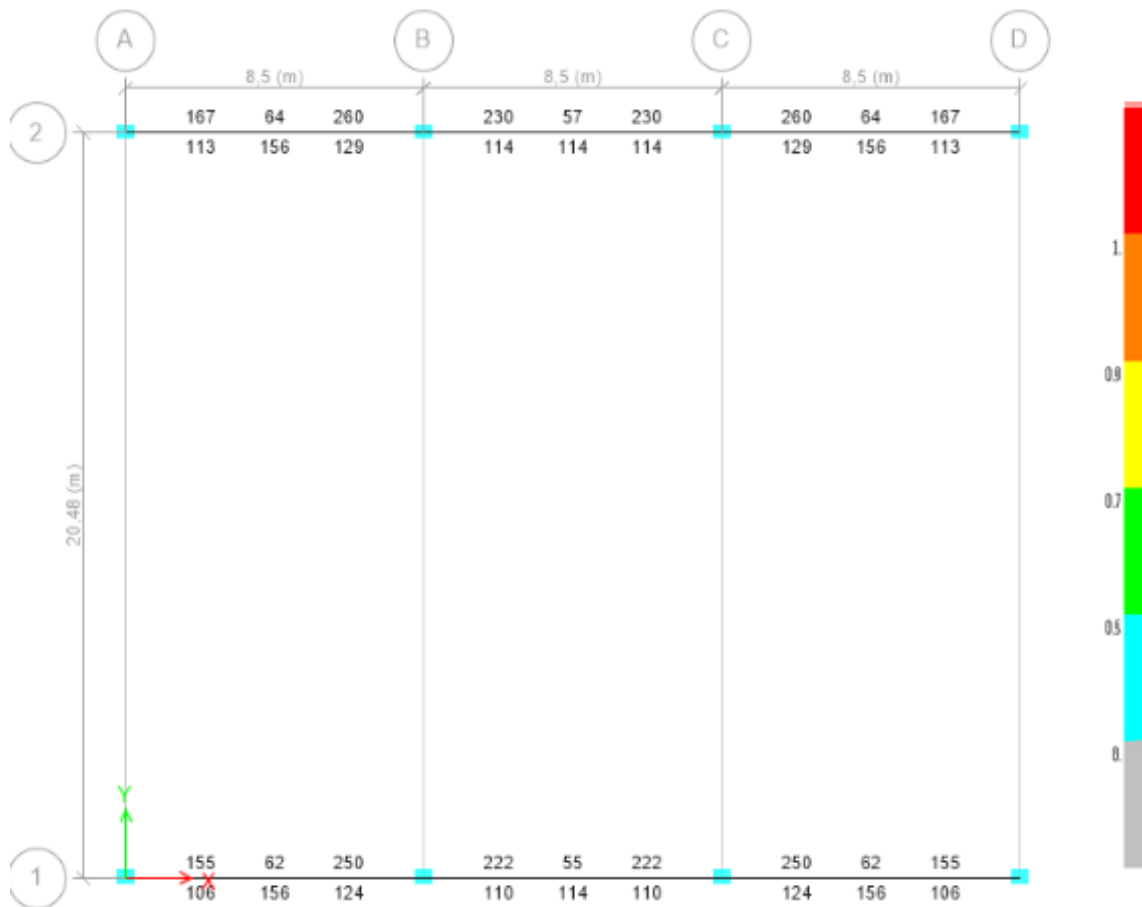
Ilustración 24 Acero de refuerzo para las vigas de 30 X 50 cm.



Fuente: Propia.

- El refuerzo para las vigas requiere de dos barras **No. 5** en la parte superior y dos barras **No. 4** para el refuerzo inferior, este número y diámetro de barras se tomaron a partir de verificar las áreas más grandes presentadas en la parte superior e inferior de la viga.

Ilustración 25 Cuantía Mínima de refuerzo-Vigas.



Fuente: Propia.

En la imagen anterior se presenta el porcentaje de acero longitudinal requerido, el software SAP2000 muestra una escala de colores si el elemento presenta falla.

- **Diseño de Columnas**

Las columnas según el diseño obtenido requieren un refuerzo de **12 barras #6** para cada una, haciendo que estas sean óptimas para poder resistir las cargas impuestas por la cercha.

12.6 PROPUESTA ANEXA DE UNA CUBIERTA POLIDEPORTIVO CON SISTEMA ESTRUCTURAL METALICO

Luego de obtener el diseño con portico mixto, se planteo realizar el diseño con la estructura totalmente metalica como un anexo donde se maneja la misma geometria de la cercha con los mismos perfiles anteriormente especificados, con el fin de poder hacer una comparacion costo beneficio. Este diseño no se presenta como la propuesta final a realizar.

• Columnas

Las columnas en este diseño constan de dimensiones de 1m x 0.35m. En la siguiente tabla se muestran los tipos de perfil metalico que cumplieron con las solicitaciones de carga impuestas por la cercha.

Ilustración 28 Perfiles metálicos Columnas.

	L2"X2"X3/8"
	L1.5"X1.5"X3/16"
	L2.5"X2.5"X3/8"

Fuente: Propia.

• Vigas

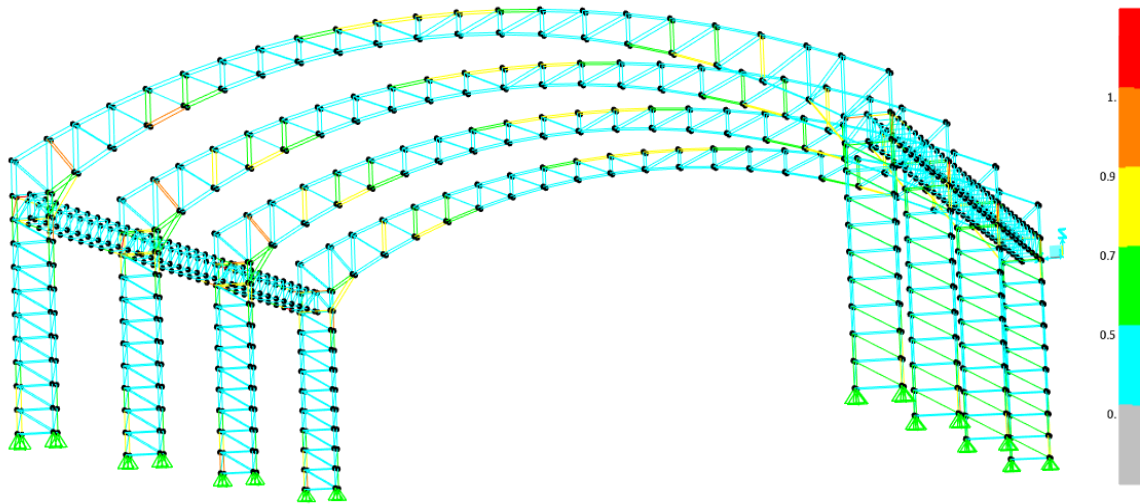
Las vigas en este diseño constan de dimensiones de 0.5m x 0.5m. En la siguiente tabla se muestran los tipos de perfil metalico que cumplieron con las solicitaciones de carga impuestas por la cercha.

Tabla 18 Perfiles Viga Metálica.

Viga Metálica	L1.5"X1.5"X3/16"
---------------	------------------

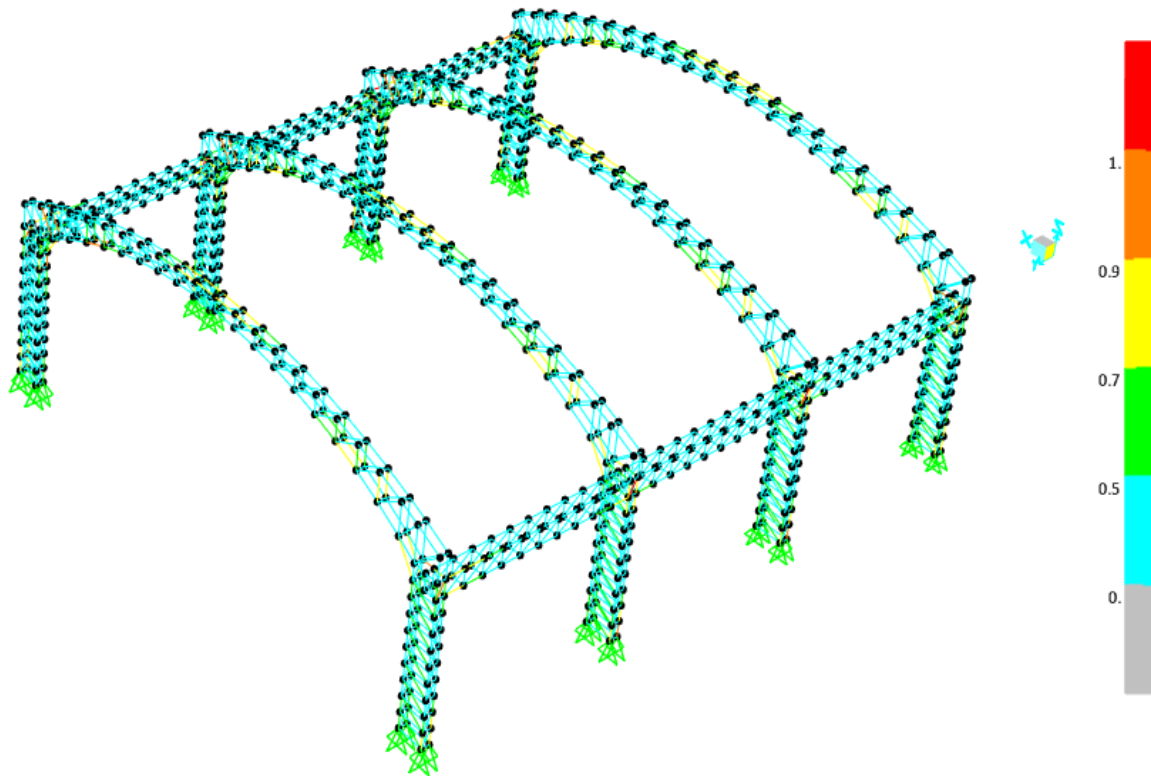
Fuente: Propia.

Ilustración 29 Pórtico Estructura Metálica-Polideportivo.



Fuente: Propia- Modelo Sap 2000.

Ilustración 30 Pórtico Estructura Metálica-Polideportivo.



Fuente: Propia.

12.7 DISEÑO DE CIMENTACION

- Según el estudio de suelos se definió una capacidad portante de 0,260 **MPa**, y siguiendo los pasos de diseño dio como resultado que para el tipo de sollicitación de la estructura se deben construir dos tipos de zapata, cada una a la cual corresponda según el nodo asignado.

Las zapatas se realizarán a una profundidad de cimentación de **2.00 m**, donde, según el estudio de suelos se presenta la mejor condición de capacidad portante.

Tabla 19 Zapata tipo 1

ZAPATA TIPO 1					
Nodo	B(m)	L(m)	d(m)	h(m)	Refuerzo Horizontal y Vertical
1	1	1	0.38	0.45	8#4
13	1	1	0.38	0.45	8#4
15	1	1	0.38	0.45	8#4
17	1	1	0.38	0.45	8#4

Fuente: Propia

Tabla 20 Zapata tipo2

ZAPATA TIPO 2					
Nodo	B(m)	L(m)	d(m)	h(m)	Refuerzo Horizontal y Vertical
9	1	1	0.38	0.45	8#5
12	1	1	0.38	0.45	8#5
14	1	1	0.38	0.45	8#5
16	1	1	0.38	0.45	8#5

Fuente: Propia

13. PRESUPUESTO DE OBRA

Luego de hacer el evaluo economico en cada uno de los APUS (VER ANEXO_PRESUPUESTO CUBIERTA) se obtiene el presupuesto final de la obra realizada con portico mixto.

Tabla 21 Presupuesto Pórtico Mixto.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA			 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL <i>Aplica la reproducción de la periploja, por la facultad que documenta</i>			
PRESUPUESTO CUBIERTA POLIDEPORTIVA Y CIMENTACIÓN						
Item	Descripción	Unidad	Cantida	Valor	Valor	Valor total
1	Realizar obras preliminares					\$20,890
1	Localización y replanteo	m²	10	\$2,089	\$20,890	
2	Construir la cimentación					\$4,597,652
2	excavacion manual incluyendo retiro	m³	20	\$70,278	\$1,405,560	
2	concreto limpieza	m²	1	\$14,493	\$14,493	
2	concreto ciclopeo 3000psi	m³	1	\$333,995	\$333,995	
2	Zapatas concreto de 210 kg/cm² (3.000 psi)	m³	7	\$264,072	\$1,848,504	
2.6	acero de refuerzo	kg	300	\$3,317	\$995,100	
3	Construir las estructuras en concreto y metálicas					\$171,622,545
3.1	columnas en concreto	m³	21	\$667,725	\$14,022,225	
3.2	vigas en concreto	m³	10	\$967,702	\$9,677,020	
3.3	Acero de refuerzo 4.200 kg/cm² (60.000 psi) para estructura	kg	6800	\$3,191	\$21,698,800	
3.4	Cercha en celosía según diseño estructural, incluye suministro e instalación de anclajes, platinas, contravientos, tensores, soldadura, pintura anticorrosiva y esmalte (2 manos)	kg	4100	\$9,599	\$39,355,900	
3.5	Correas tipo PCC 2X220X80X2.0mm	kg	9100	\$9,546	\$86,868,600	
4	ADECUACION ZONAS VERDES Y MOBILIARIO					\$ 12,162,291
4	Piso Caucho	m2	64	\$ 96,989	\$ 6,207,296	
4	Reparación Mobiliario Biosaludable	unidad	3	\$ 577,500	\$ 1,732,500	
4	Suministro e instalacion de cesp�d o grama Soicia japónica o similar	m2	215	\$ 12,673	\$ 2,724,695	
4	Ornamentacion	m2	20	\$ 74,890	\$ 1,497,800	
Costo directo						\$188,403,378
A.I.U			Administración	17%	\$32,028,574	
			Imprevistos	3%	\$5,652,101	
			Utilidad	5%	\$9,420,169	
			Subtotal AIU	25%	\$47,100,845	
Total						\$235,504,223
Valor total del proyecto						\$235,504,223

Fuente: Propia.

- Luego de hacer el evaluo economico en cada uno de los APUS se obtiene el presupuesto final de la obra realizada con portico metalico.

Tabla 22 Presupuesto Pórtico Metálico.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA			 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL <i>Forja la representación de la profesión por la excelencia que alcanzamos!</i>			
PRESUPUESTO CUBIERTA POLIDEPORTIVA Y CIMENTACION						
Item	Descripción	Unidad	Cantida	Valor	Valor	Valor total
1	Realizar obras preliminares					\$20,890
1	Localización y replanteo	m²	10	\$2,089	\$20,890	
2	Construir la cimentación					\$4,597,652
2	excavacion manual incluyendo retiro	m³	20	\$70,278	\$1,405,560	
2	concreto limpieza	m²	1	\$14,493	\$14,493	
2	concreto ciclopeo 3000psi	m³	1	\$333,995	\$333,995	
2	Zapatas concreto de 210 kg/cm² (3.000 psi)	m³	7	\$264,072	\$1,848,504	
2.6	acero de refuerzo	kg	300	\$3,317	\$995,100	
3	Construir las estructuras metálicas					\$155,021,500
3	Cercha en celosía según diseño estructural, incluye suministro e instalación de anclajes, platinas, contravientos, tensores, soldadura, pintura anticorrosiva y esmalte (2 manos) vigas y columnas	kg	7100	\$9,599	\$68,152,900	
3	Correas tipo PCC 2X220X80X2.0mm	kg	9100	\$9,546	\$86,868,600	
4	ECUACION ZONAS VERDES Y MOBILIARI					\$ 12,162,291
4	Piso Caucho	m2	64	\$ 96,989	\$ 6,207,296	
4	Reparación Mobiliario Biosaludable	unidad	3	\$ 577,500	\$ 1,732,500	
4	Suministro e instalacion de cespel o grama Soicia japónica o similar	m2	215	\$ 12,673	\$ 2,724,695	
4	Ornamentacion	m2	20	\$ 74,890	\$ 1,497,800	
Costo directo						\$171,802,333
A.I.U			Administración	17%	\$29,206,397	
			Imprevistos	3%	\$5,154,070	
			Utilidad	5%	\$8,590,117	
			Subtotal AIU	25%	\$42,950,583	
Total						\$214,752,916
Valor total del proyecto						\$214,752,916

Fuente: Propia.

- Se evaluó el presupuesto para ambas estructuras para así poder determinar cuál de los dos es más factible; como resultado de obtiene que, construir la estructura en pórtico metálico es mucho más económico y eficiente, debido a este análisis se recomienda realizar este tipo de estructuras en **PORTICO METALICO**.

14. RESULTADOS E IMPACTOS

Los resultados esperados para este proyecto se presentan a continuación:

Tabla 23 Resultados e Impactos.

Resultado	Indicador	Objetivo Relacionado
Diseño de cubierta de polideportivo	Plano y memoria de cálculos	Objetivo específico 1
Modelación de Cubierta	Diagrama de momento flector y fuerza cortante	Objetivo específico 1
Diseño de cimentación	Plano y memoria de calculo	Objetivo específico 3
Diseño de columnas	Plano y memoria de calculo	Objetivo específico 3
Estado actual del mobiliario urbano del parque	Lista de chequeo	Objetivo específico 2
Diseño urbano paisajista	plano	Objetivo específico 2
Costo total del Proyecto	APU, memorias de cálculo.	Objetivo específico 4.

Fuente: Propia.

Tabla 24 Impactos

Aspecto	Impacto	Plazo
ACADEMICO	Aportar una idea a estudios futuros que se vayan a realizar sobre esta temática, empleándose como una orientación para proyectos de aplicación en ingeniería.	Mediano
TECNICO	Aportar planos de construcción para un futuro desarrollo del proyecto.	Largo
SOCIAL	Al realizar los diseños planteados, se le facilitara a la junta de acción comunal, presentar una propuesta de ejecución a los entes gubernamentales	Mediano

Fuente: Propia.

15. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

- El diseño final de la estructura en celosía (**cercha**) presenta perfiles de lámina delgada de menores dimensiones en comparación a los proyectos tipo debido a que, por su ubicación, factores de viento y sismo se obtiene un avalúo de cargas menor, lo que proporciona una estructura de menores dimensiones y más liviana. Para el diseño de la cercha se debe tener en cuenta la facilidad constructiva por lo que el diseño se realizó con poca variación de secciones a lo largo del arco presentando un solo tipo de perfil en la celosía y de igual manera un tipo de perfil para el cordón inferior y superior lo cual lleva a facilitar la construcción y el montaje.
- Es importante contar con espacios con las condiciones necesarias para garantizar la adecuada realización de las actividades deportivas y de inclusión general de los habitantes que se muestran en los objetivos de desarrollo social esperados por la junta de acción comunal. Se optó por la implementación de piso caucho debido a que es una manera de aplicar materiales reciclados y, por sus propiedades mecánicas es apta para la instalación en dichos lugares ya que evita las lesiones en caso de caídas. Con la instalación de grama natural, la ornamentación y el mejoramiento de biosaludable se brinda una propuesta acorde que mejora la percepción visual del parque.
- El diseño de las zapatas para el pórtico, teniendo en cuenta la capacidad portante proporcionada en el estudio de suelos, da como resultado un dimensionamiento inferior a lo recomendado por la norma, por lo cual, se decidió dimensionar las zapatas según lo indicado por factores de seguridad en la norma NSR-10.
- Los diseños estructurales de vigas y columnas se hicieron siguiendo la guía de los proyectos Tipo para el diseño de un espacio polideportivo cubierto establecidos por el Departamento Nacional de Planeación, como resultado se obtuvieron unas dimensiones y refuerzo menores a los estipulados por el ente gubernamental debido a que las distancias de la cancha del proyecto desarrollado son de menor tamaño, lo cual hace que las cantidades y costos disminuyan considerablemente.
- Según el resultado costo beneficio presentado en los presupuestos donde de evidencia que el costo total de la estructura diseñada con pórtico mixto es de **\$ 235.504.223**, mientras que, el costo total de proyecto realizado con un diseño en totalidad de estructura metálica tiene un costo de **\$214.752.916**.

Con lo anterior se demuestra que es más factible construir una estructura polideportiva en metal debido a que posee una estructura más liviana lo

cual hace que su comportamiento mecánico presente mejores resultados a las cargas impuestas, también es más recomendado ya que su proceso de instalación, aunque se requiera mano de obra calificada, se logra de manera más sencilla, eficaz y en menos tiempo, lo cual hace que los costos directos de la obra se minimicen por consiguiente se puede lograr que el proyecto sea aprobado más fácilmente por las entidades encargadas.

- Estos resultados se deben tomar como recomendación para la realización de proyectos similares. Para la realización de este proyecto se siguió la guía impuesta por el Departamento Nacional de Planeación para el diseño de placas polideportivas cubiertas.

➤ **TRABAJO FUTURO**

El presente trabajo recopila información aplicada en trabajos de Ingeniería Civil en el cual se aplica toda la temática de estructuras estudiada en el pregrado, así como los fundamentos teóricos de la modelación de estructuras metálicas, de manera que sirva de base para los estudiantes que vayan a realizar futuros trabajos de modelación y diseño.

Otro aspecto importante de estas estructuras es buscar que sean seguras y que puedan satisfacer necesidades futuras, es importante el uso que se le puede llegar a dar a estas estructuras metálicas implementando la metodología de resistencia última, estas estructuras pueden ser utilizadas en diferentes campos por ejemplo en cubiertas para áreas muy grandes, galpones, cubiertas polideportivas, cubiertas para centros comerciales, también la construcción de estructuras abovedadas que sirven para que las edificaciones respiren, estructuras de tipo triangulares que resultan a su vez muy livianas y ligeras, entre otras.

16. BIBLIOGRAFÍA

[1] C. Quinto, Diseño estructural de acero del techo parabólico del coliseo polideportivo ciudad universitaria de Paturpampa Universidad Nacional de Huancavelica, Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019.. [En línea].

Available: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/170/FIM12_360.pdf?sequence=1&isAllowed=y. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/170/FIM12_360.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 18 05 2019].

[2] L. Martínez, Análisis y diseño estructural en acero, de una nave industrial con la especificaciones A.I.S.C. método L.R.F.D. 1993, México. D.F.: Instituto Politécnico Nacional, 2007. [En línea].

Available: <https://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/540/Tesis%20pdfnicolasmendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 18 05 2019].

[3] V. Escalante, "Diseño de estructuras metálicas - [PDF Document]," 2003. [En línea]. Available: <https://vdocuments.mx/disen-de-estructuras-metalicas.html>. [Último acceso: 18 05 2019].

[4] A. Espejo, "Manual de Unificación de Criterios para el Diseño de Vigas y Viguetas en Concreto Reforzado para Edificaciones en Colombia," Universidad Militar Nueva Granada, [En línea].

Available: <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15340>. [Último acceso: 15 05 2019].

[5] J. Segura, Estructuras en concreto I, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2011.

[6] D. A. García, topografía y sus aplicaciones, México: Compañía editorial continental, 2014.

[7] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10 Titulo B, 2010.

Available: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/2titulo-b-nsr-100.pdf>. [Último acceso: 18 05 2019].

[8] L. Cano, «Factor de seguridad y esfuerzo de diseño,» s.f. [En línea].

Available: https://www.academia.edu/23012894/FACTOR_DE_SEGURIDAD_Y_ESFUERZO_DE_DISE%3%91O_PERMISIBLE_ESFUERZO_DE_TRABAJO.

[Último acceso: 18 05 2019].

[9] Área Tecnología, «Estructura metálicas,» s.f. [En línea].

Available: <http://www.areatecnologia.com/estructuras/estructuras-metalicas.html>.

[Último acceso: 11 10 2018].

- [10] Ferro la Pobra, «¿Qué es una estructura metálica?,» s.f. [En línea]. Available: <http://ferroslapobra.com/que-es-una-estructura-metalica/>. [Último acceso: 10 11 2018].
- [11] Departamento Nacional de Planeación, «Construcción y dotación de una placa polideportiva,» 2018. [En línea]. Available: <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/placapolideportiva/PTPolideportiva.pdf>. [Último acceso: 21 05 2019].
- [12] L. G. Vasquez, Diseño de estructuras de cimentación de acuerdo a NSR-10. Universidad Nacional de Colombia. S.f. [En línea]. Available: http://www.medellin.unal.edu.co/~lgarza/cimentaciones/NDEC_SE.pdf. [Último acceso: 15 04 2019].
- [13] Universidad EIA «Fundaciones» 2015. [En línea]. Available: <http://estructuras.eia.edu.co/hormigonII/fundaciones/general/fundaciones.htm>. [Último acceso: 10 OCTUBRE 2017].
- [14] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10 Título H, 2010. Available: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/8titulo-h-nsr-100.pdf>. [Último acceso: 18 05 2019].
- [15] C. Cruz, P. Figueroa y C. Hernandez, Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techo con perfiles metálicos utilizando el método LRFD. Universidad de El Salvador. 2012. [En línea]. Available: <http://ri.ues.edu.sv/3911/1/Estructuraci%C3%B3n%20an%C3%A1lisis%20y%20dise%C3%B1o%20estructural%20de%20elementos%20de%20techo%20con%20perfiles%20metalilcos%20utilizando%20el%20metodo%20LRFD.pdf>. [Último acceso: 22 05 2019].
- [16] R. Velásquez, Polideportivo de la aldea agua Salòbrega, Sanarate, el Progreso. Universidad de San Carlos de Guatemala,» 03 2011. [En línea]. Available: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_2832.pdf. [Último acceso: 27 05 2019].
- [17] L. Balaguera. & Y. Castañeda, Pre diseño estructura metálica de la cubierta para la cancha deportiva de la institución educativa San Antonio de Culima municipio de Santa María departamento de Boyacá . Fundación Universitaria Agraria de Colombia. 2017. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/yiber1/pre-diseo-estructura-metlica-de-la-cubierta-para-la-cancha-deportiva-de-la-institucin-educativa-san-antonio-de-culima-municipio-de-santa-mara-departamento-de-boyac-80191364>. [Último acceso: 28 05 2019].

[18] E. J. León. & C. A. Lozano, Diseño estructural de acero del techo parabólico para el coliseo polideportivo Acudesi – Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo, 2019. [En línea].

Available: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11894?show=full>. [Último acceso: 26 05 2019].

[19] Fundación Wikimedia, Inc. Datos generales. 2018. «Villavicencio,» 26 10 2018. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Villavicencio>. [Último acceso: 27 10 2018]