Cartagena, junio 20 de 2025.

Señores:
GOBERNACION DE BOLIVAR
MUNICIPIO DE TURBANA

REF: MEMORIAS DE CÁLCULO DE LA ‘CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA DE FÚTBOL EN EL BARRIO AIRES LIBRES MUNICIPIO DE TURBANA DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

Estimados Señores:

En el presente informe se presenta el diseño estructural para los elementos que componen la construcción de ‘CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA DE FÚTBOL EN EL BARRIO AIRES LIBRES MUNICIPIO DE TURBANA DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR, gobernación de Bolívar

INFORME TÉCNICO

1. GENERAL

Por solicitud, se realizó el diseño estructural del proyecto “CONSTRUCCIÓN DE LA CANCHA DE FÚTBOL EN EL BARRIO AIRES LIBRES MUNICIPIO DE TURBANA DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR’”. El presente estudio tiene como finalidad realizar el diseño y cálculo de los elementos resistentes que componen la estructura, además de la elaboración de los respectivos planos estructurales.

En lo relacionado con el presente diseño, se contempla la construcción de una edificación de 1 nivel destinada al uso de camerinos y baños y graderías destinada a la recreación deportiva. Las estructuras estarán conformadas por sistemas de pórticos resistentes a momentos, cubierta maciza y cimentación con zapatas superficiales, según recomendaciones geotécnicas. La separación máxima entre pórticos es de 5.00 m en la dirección perpendicular al plano del pórtico.

Para obtener los resultados requeridos se llevó a cabo un análisis a nivel general de la estructura, con el fin de cumplir con lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

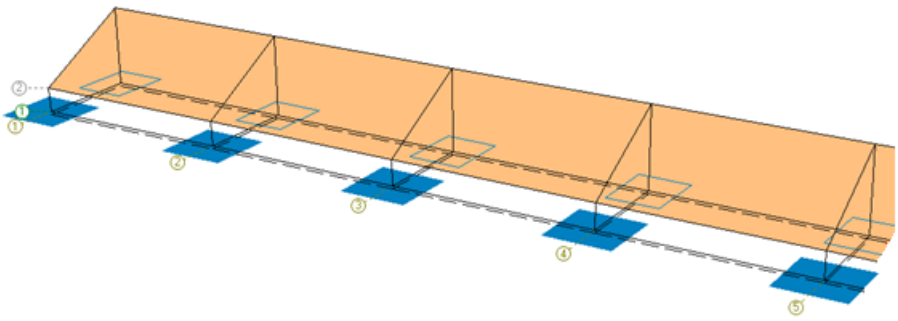
Para el desarrollo del diseño se utilizó una distribución de ejes de referencian más extenso que el propuesto por los arquitectos, debido a que se requieren ejes auxiliares para referenciar las vigas secundarias y de borde.

2. ALCANCE Y DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL.

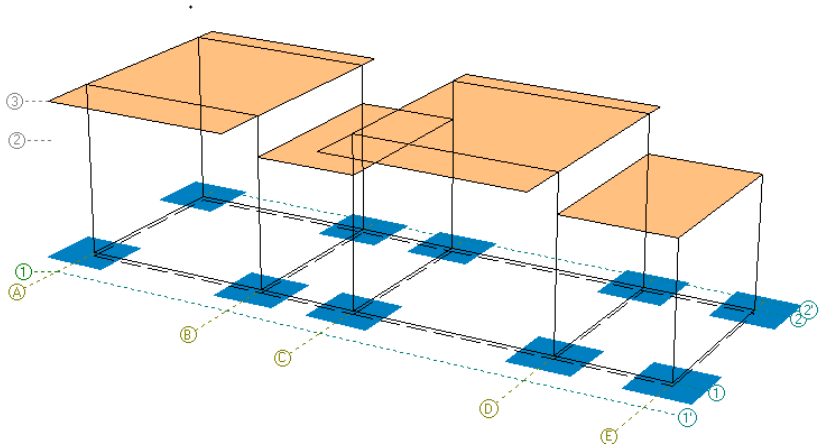
Dentro del ámbito de esta memoria de cálculo, se aborda el dimensionamiento, análisis y diseño exhaustivo de cada componente del sistema estructural de la edificación. Se sigue el procedimiento delineado en el numeral A.1.3.4 de la normativa sísmica colombiana.

La modelación se llevó a cabo utilizando el software EngSolution RCB 9.0.4, cuyos resultados se adjuntan en anexo. Estos resultados abarcan diversos aspectos del análisis, como la deriva, las irregularidades estructurales, el factor de redundancia, así como el análisis sísmico y de viento. Además, se incluyen las reacciones en los apoyos, fundamentales para el diseño de la cimentación.

Asimismo, se presentan los resultados del proceso de diseño, que comprenden los despieces detallados de vigas y columnas.



Modelo estructural gradería.



Modelo estructural baños y camerinos.

3. PROGRAMA DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL USADO

Para llevar a cabo el análisis y diseño de las estructuras, se empleó el software profesional EngSolutions RCB, reconocido por su capacidad para realizar análisis estructurales mediante el método de rigidez matricial y diseños mediante el método de los elementos finitos. Este software proporciona una interfaz gráfica intuitiva que permite la creación, análisis y diseño de estructuras de edificios complejos, considerando la acción de terremotos y fuerzas de viento, y cumpliendo con diversos códigos de construcción.

Una de las ventajas destacadas de EngSolutions RCB es su capacidad para generar cargas de manera automatizada. Por ejemplo, las cargas verticales del suelo pueden ajustarse automáticamente para incluir las cargas sobre vigas adyacentes y paredes. Además, este software puede generar de forma automática las fuerzas de viento y sismo conforme a las especificaciones de la Norma Sismo Resistente Colombiana

NSR-10.

4. CÓDIGOS Y CRITERIOS DE DISEÑO EMPLEADOS.

- Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente — NSR-10
- Código de Diseño de Concreto Estructural ACI-318-05

El diseño se realizó siguiendo las exigencias dadas por la NSR-10, código de construcción vigente actualmente en nuestro país, los requisitos empleados son los correspondientes a los de diseño con capacidad de disipación moderado de energía (DMO).

La estructura se modeló como pórticos espaciales, resistentes a momentos.

Se evaluaron fuerzas horizontales generadas por sismo y por viento y fuerzas verticales generadas por las cargas muertas y vivas.

Del estudio de suelos se obtuvieron los parámetros de diseño de la cimentación. Los parámetros de diseño de la cimentación son responsabilidad del ingeniero especialista en suelos.

5. SISTEMA ESTRUCTURAL ADOPTADO

Se ha optado por el modelo estructural de PÓRTICOS RÍGIDOS RESISTENTES A CARGAS GRAVITACIONALES Y FUERZAS SÍSMICAS, de acuerdo con las disposiciones de la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10, específicamente en el artículo A.3.2.1.3. Este sistema estructural, caracterizado por su composición de pórticos espaciales y muros de concreto, diseñados para resistir momentos y cargas horizontales, se presenta como una solución integral y robusta para soportar todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

Los pórticos espaciales, constituidos por columnas, muros y vigas de concreto reforzado, se han dimensionado cuidadosamente según las demandas de carga. Los nodos de intersección se han concebido como puntos de transferencia de esfuerzos, garantizando una adecuada transmisión entre los elementos estructurales que componen el sistema.

En estos componentes, se observan deformaciones perpendiculares al plano del diafragma, lo que implica la presencia de vectores rotacionales de deformación en el plano de cada pórtico. La aplicación de fuerza sísmica y de viento se realiza en el centro de masa, distribuyéndose en forma de fuerza axial a cada elemento estructural de acuerdo con su rigidez, mientras que las fuerzas sísmicas se aplican paralelas al plano que las contiene.

6. SISTEMA ESTRUCTURAL RESISTENTE A CARGAS VERTICALES

Como ya se mencionó en el párrafo anterior, los pórticos están conformados por columnas y vigas rígidas, cuyas dimensiones se establecieron de acuerdo a las solicitaciones de carga. Las cargas verticales debido al uso, serán resistidas por las vigas quienes las transmitirán a las columnas y de ahí al sistema de cimentación.

Las cargas de cubierta y demás instalaciones arquitectónicas, serán resistidas por las vigas de cubierta, quienes las transmitirán a las columnas y de ahí al sistema de cimentación.

Para todos los casos, las intersecciones entre columnas y vigas se diseñaron como nudos rígidos en capacidad de transferir adecuadamente los esfuerzos entre cada uno de los elementos estructurales que conforman el sistema.

7. SISTEMA ESTRUCTURAL RESISTENTE A CARGAS HORIZONTALES

Según el modelo de diseño adoptado, las cargas horizontales generadas por fuerzas sísmicas y de viento se aplican en el centro de masa y se distribuyen en forma de fuerza axial a cada elemento estructural en función de su rigidez. Asimismo, las fuerzas sísmicas se aplican paralelamente al plano que las contiene, lo que implica que todos los elementos de la estructura absorban dichas fuerzas de acuerdo con su rigidez respectiva.

Dado que los efectos sísmicos en la dirección horizontal son predominantes, la estructura se diseñó para resistir fuerzas sísmicas en direcciones ortogonales horizontales, conforme a lo establecido en el artículo A.3.1.4 de la NSR-10. En consecuencia, el sistema estructural cuenta con resistencia sísmica en dos direcciones ortogonales o aproximadamente ortogonales, garantizando así la estabilidad tanto global de la estructura como la de cada uno de sus componentes ante movimientos sísmicos en cualquier dirección horizontal.

8. MÉTODO DE ANÁLISIS

La estructura del proyecto se analizó por el método elástico de la rigidez con enfoque matricial, el cual considera que los materiales cumplen la ley de Hooke (los esfuerzos son linealmente proporcionales a las deformaciones) y las incógnitas son los desplazamientos. Como ya se dijo se utilizó el programa de análisis estructural EngSolutions RCB.

Este programa de análisis estructural requiere como información inicial a ingresar, todos los datos e información en el cual se describe la topología de la estructura en

cuanto a coordenadas de nudos, condiciones de restricción de los nudos, conectividad de elemento, propiedades geométricas de las secciones, características de los materiales, orientación de los ejes principales de la sección, cargas sobre los elementos y combinaciones de cargas.

Como resultados el programa entrega en diferentes archivos, información sobre los desplazamientos de la estructura para las diferentes hipótesis, reacciones en los nudos

restringidos y fuerzas internas en los elementos de acuerdo con el sistema de coordenadas locales de cada uno de ellos.

Estos archivos sirven de base para el diseño estructural posterior y se presentan como anexos al final de estas memorias.

9. HIPÓTESIS BÁSICAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

Para el análisis y diseño de los elementos de concreto reforzado y acero se emplearon las especificaciones contenidas en el Reglamento Colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente Ley 400 de 1997 y Decreto 926 de 2010. El título de diseño empleado fue el C. El diseño final de los elementos estructurales se realizó utilizando los esfuerzos últimos obtenidos de la envolvente de las combinaciones de carga incluida la carga sísmica, de acuerdo al espectro de diseño del numeral A.2.6 de la NSR-10.

Para la obtención de las fuerzas de diseño y la verificación de las derivas se empleó un modelo matemático linealmente elástico de la edificación, acorde con los principios de mecánica estructural aceptados.

10. ANÁLISIS DE CARGA

La estructura y todos sus componentes se diseñaron usando el método de resistencia, paratal efecto se hizo necesaria la utilización de las combinaciones de carga prescritas en el numeral B.2.4.2 de la NSR-10, y las cargas utilizadas fueron las siguientes:

Las masas de los materiales a utilizar en la estructura son:

MASAS kN/m^3	
Acero	**78**
Concreto Reforzado	**24**

Tabla 1. Masas materiales de construcción.

Cargas muertas

Las cargas muertas cubren todas las cargas de elementos permanentes de la construcción y todas aquellas cargas no causadas por la ocupación y uso de la gradería y cubierta de los baños y camerinos.

Para obtener las cargas muertas se utilizó como guía los valores dados en la NSR-10 en las tablas B.3.2-1 y B.3.4.3-1 sobre la masa de los materiales y cargas muertas mínimas.

Carga muerta sobre gradería: 10.00 kN/m2

Carga muerta sobre cubierta de baños y camerinos: 2.00 kN/m2

10.1. Cargas vivas

Las cargas vivas cubren todas las cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación. Para esto se utilizó como guía los valores dados en la tabla B.4.2.1-1 NSR-10 sobre las cargas vivas mínimas. No se aplicó reducción de carga viva por área ni por número de pisos.

- Apartamentos: 1.80 kN/m2.
- Balcones: 5.00 kN/m2.
- Escaleras: 3.00 kN/m2.

Combinaciones de carga

Para el diseño estructural se utilizaron las combinaciones básicas que requiere la NSR-10 en el parágrafo B.2.4, usando el método de resistencia. Dentro de las

combinaciones de diseño siguientes las fuerzas sísmicas, se reducen, dividiéndolas por el coeficiente de capacidad de disipación de energía, **R**, correspondiente al sistema estructural de resistencia sísmica, donde R= Φa Φp Φr Ro.

Combinaciones de carga para diseño de los elementos estructurales:

1 1.4D0 + 1.4DL
2 1.2D0 + 1.2DL + 1.6LL
3 1.2D0 + 1.2DL + LL + WLX
4 1.2D0 + 1.2DL + LL - WLX
5 1.2D0 + 1.2DL + LL + WLY
6 1.2D0 + 1.2DL + LL - WLY

7 1.2D0 + 1.2DL + LL + 0.75WLX + 0.75WLY

8 1.2D0 + 1.2DL + LL - 0.75WLX - 0.75WLY

9 1.2D0 + 1.2DL + 0.5WLX

10 1.2D0 + 1.2DL - 0.5WLX

11 1.2D0 + 1.2DL + 0.5WLY

12 1.2D0 + 1.2DL - 0.5WLY

13 1.2D0 + 1.2DL + 0.375WLX + 0.375WLY

14 1.2D0 + 1.2DL - 0.375WLX - 0.375WLY

15 0.9D0 + 0.9DL + WLX

16 0.9D0 + 0.9DL - WLX

17 0.9D0 + 0.9DL + WLY

18 0.9D0 + 0.9DL - WLY

19 1.2D0 + 1.2DL + LL + EQX + 0.3EQY

20 1.2D0 + 1.2DL + LL - EQX - 0.3EQY

21 1.2D0 + 1.2DL + LL + EQX - 0.3EQY

22 1.2D0 + 1.2DL + LL - EQX + 0.3EQY

23 1.2D0 + 1.2DL + LL + 0.3EQX + EQY

24 1.2D0 + 1.2DL + LL - 0.3EQX - EQY

25 1.2D0 + 1.2DL + LL - 0.3EQX + EQY

26 1.2D0 + 1.2DL + LL + 0.3EQX - EQY

27 0.9D0 + 0.9DL + EQX + 0.3EQY

28 0.9D0 + 0.9DL - EQX - 0.3EQY

29 0.9D0 + 0.9DL + EQX - 0.3EQY

30 0.9D0 + 0.9DL - EQX + 0.3EQY

31 0.9D0 + 0.9DL + 0.3EQX + EQY

32 0.9D0 + 0.9DL - 0.3EQX - EQY

33 0.9D0 + 0.9DL - 0.3EQX + EQY

34 0.9D0 + 0.9DL + 0.3EQX – EQY

11. MATERIALES

Concreto

Para el diseño de los elementos del sistema estructural como son columnas y pantallas se utilizarán concretos de 28 MPa de resistencia última a los 28 días; para vigas, columnas, losas y cimentaciones.

Si el concreto no es premezclado se recomienda utilizar un diseño de mezcla avalado por un ingeniero civil con experiencia en este, con el fin de asegurar que las desviaciones en laresistencia promedio sean mínimas.

Acero Refuerzo

El acero de refuerzo que se utilizó en el diseño tiene como límite de fluencia 60000 psi o 420 MPa, para diámetros mayores a 3/8” y para diámetros menores a 3/8” será de 40000 psi o 280 MPa, para las mallas de retracción se utilizó acero de 37000 psi.

12. FUERZA SÍSMICA

La estructura de la edificación se clasificó como sistema de pórticos de concreto reforzadoque resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales. Se empleó el grado decapacidad mínima de disipación de energía (DMI). El valor asignado de Ro para estas características es 2.5 (Tabla A.3-3 NSR-10), y dado que no existen irregularidades, este factor se toma sin ningún tipo de afectación por esta causa.

12.1. PARÁMETROS SÍSMICOS

- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA- NSR-10 A.2.3

  El proyecto se encuentra ubicado en el MUNICIPIO DE TURBANA – departamento de BOLIVAR, para la cual según la tabla A.2.3-2, se encuentra en la región Nº 3, con un Aa= 0.10 y Av = 0.10, siendo considerada una zona de amenaza sísmica baja.

- EFECTOS LOCALES – NSR-10 A.2.4

  De acuerdo al estudio de suelos, el suelo de acuerdo a la clasificación hecha en el

  titulo A de la norma es tipo "E", con un coeficiente de sitio de Fa=2.5 y Fv=3.3.

- COEFICIENTE DE IMPORTANCIA – NSR-10 A.2.5

  El proyecto se encuentra enmarcado dentro de las definiciones del grupo de uso I (A.2.5.1.4), denominadas estructuras de ocupación normal, y según la tabla

  A.2-4 el Coeficiente de Importancia I es igual a 1.25 Para la zona de gradería y 1.00 para la zona de baños y camerinos.

- CHEQUEO DE IRREGULARIDADES - NSR-10 A.3.3.3

  Cuando una estructura se clasifique como irregular, el valor de coeficiente de disipación de energía R que se utilice en el diseño sísmico de la edificación, debe reducirse multiplicándolo por φp, debido a irregularidades en planta, por φa debido a irregularidades en altura y por φr debido a

irregularidades por redundancia, como indica la ecuación A.3-1 para este caso:

R = Ro x φp x φa x φr

La revisión de la irregularidad y los respectivos coeficientes son calculados por el programa de análisis y diseño.

13. FUERZAS DE VIENTO

Para las cargas de viento, se tomaron los valores establecidos en la NSR-10. Por encontrarse el proyecto en la Zona 5 del mapa de velocidades de diseño para fuerzas de viento. Se toma este valor como V= 165 Kmh.

El cálculo de la fuerza de viento se muestra en los anexos.

14. RESULTADOS

Como se mencionó anteriormente la estructura estará conformada por pórticos de concretos resistentes a momentos. Para el análisis de esta edificación se utilizaron todos los parámetros anteriormente descritos. Los resultados del diseño se plasman y se entregan de manera anexa en los correspondientes planos estructurales, además de las memorias de cálculo.

15. DERIVAS.

Teniendo en cuenta que la deriva máxima para cualquier piso no puede exceder los límites establecidos en la tabla A.6.4-1.

Tabla 1. Deriva Máxima.

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	$1.0\% \left(\Delta^{i}_{max} \leq 0.010 \ h_{pi}\right)$
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	$0.5\% \left(\Delta^{i}_{max} \leq 0.005 \ h_{pi}\right)$

El chequeo de deriva se muestra en el cuadro siguiente y en el anexo.

16. DISEÑO DE LAS VIGAS, COLUMNAS Y CIMENTACIÓN.

Del análisis realizado se obtuvieron los datos para el diseño de cada uno de los elementos que conforman la estructura principal, los resultados son mostrados en los planos estructurales. En el anexo se presenta los resultados del diseño de vigas y columnas.

ANEXOS DE DISEÑO