

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería estructural en la secretaría de infraestructura del
municipio de Bucaramanga

Julián Carlos Mantilla

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Oscar Javier Begambre Carrillo

PhD. Ingeniería Civil - Estructuras

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

De mi papá aprendí que la paternidad va más allá de tener la misma sangre y a siempre buscar la excelencia. De mi mamá aprendí a quemarme las pestañas trabajando por los míos y esforzándome por mis sueños. Luci me enseñó a amar de la forma más sincera, a proteger y a cuidar con mi vida, de ser necesario. De las personas que ya se fueron aprendí lecciones de los errores, para no repetirlos. De las personas que aún están, aprendí que soy suficiente, y soy valioso por quien soy, aún con traumas, miedos, luchas y sueños; aprendí a pedir una mano cuando fuese necesario, mano que siempre estuvo ahí. A la Universidad Industrial de Santander y su grupo docente por desafiarme a ser un profesional con altos estándares y con ambición de siempre ser mejor. Sin embargo, todo esto solo fue posible por la misericordia de Dios para conmigo, solo por Su gracia y para Su Gloria.

Por todo esto, infinitas gracias. Este logro también es suyo.

Agradecimientos

A la alcaldía de la Bucaramanga y su grupo de profesionales por todo su apoyo durante la práctica profesional, por abrirme sus puertas a la entidad y brindarme experiencia y conocimiento en el campo profesional. A mi Director, profesor Oscar Begambre por su tiempo y dedicación puesta en este proyecto, orientándome siempre hacia la excelencia académica y profesional. A cada uno de mis compañeros que desde las aulas de clase y fuera de ellas aportaron algo en mi desempeño personal.

Tabla de Contenido

Glosario	8
Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1. Objetivos	13
1.1. Objetivo General	13
1.2. Objetivos Específicos	13
2. Metodología	14
2.1. Norma sismo resistente colombiana (NSR-10).....	14
2.2. Diseño estructural.....	14
2.3. Diseño urbanístico y de espacio público	15
2.4. Actividades desarrolladas.....	16
2.5. Diseño parque Cosmos.....	17
2.5.1. Estudios Previos	18
2.5.2. Demoliciones.....	19
2.5.3. Trabajo social	20
2.5.4. Diseño arquitectónico y de urbanismo	21
2.5.5. Diseño estructural.....	23
2.5.5.1. Diseño estructural cuarto de basuras	25
2.5.5.2. Diseño estructural parcial cubierta cancha múltiple	32
2.5.6. Presupuestos	36
2.5.7. Equipo legal.....	36

3.	Resultados	37
4.	Conclusiones	40
	Referencias bibliográficas.....	43
	Anexos.....	45

Lista de Figuras

Ilustración 1. <i>Diagrama de flujo del proyecto en el taller de arquitectura.</i>	17
Ilustración 2. <i>Roles de los distintos actores en un proyecto.</i>	18
Ilustración 3. <i>Plano topográfico parque Cosmos.</i>	18
Ilustración 4. <i>Plano de demoliciones.</i>	19
Ilustración 5. <i>Convenciones plano de demoliciones.</i>	20
Ilustración 6. <i>Plano de planta general parque Cosmos.</i>	21
Ilustración 7. <i>Plano de detalles urbanos.</i>	22
Ilustración 8. <i>Plano de corte parque Cosmos.</i>	22
Ilustración 9. <i>Pantallazo del archivo DWG Cartilla estructural.</i>	23
Ilustración 10. <i>Diseño estructural contenedor de raíces cuadrado.</i>	24
Ilustración 11. <i>Diseño estructural cerramiento juegos infantiles.</i>	24
Ilustración 12. <i>Diseño arquitectónico cuarto de basuras.</i>	26
Ilustración 13. <i>Planta de cimentación cuarto de basuras parque Cosmos.</i>	26
Ilustración 14. <i>Planta NE+2.30 m.</i>	27
Ilustración 15. <i>Evaluación de cargas cuarto de basuras.</i>	28
Ilustración 16. <i>Espectro de diseño.</i>	29
Ilustración 17. <i>Espectro de diseño II.</i>	29
Ilustración 18. <i>Modelo cuarto de basuras Etabs.</i>	29
Ilustración 19. <i>Despiece vigas de cimentación.</i>	30
Ilustración 20. <i>Despiece de vigas tipo.</i>	31
Ilustración 21. <i>Despiece columneta tipo.</i>	31

Ilustración 22. <i>Diseño arquitectónico cubierta</i>	32
Ilustración 23. <i>Planta estructural cubierta</i>	33
Ilustración 24. <i>Cubierta cargada en Etabs</i>	33
Ilustración 25. <i>Modelo de cubierta en Etabs. Fuente: Autor</i>	34
Ilustración 26. <i>Sistema de péndulo invertido Título A.3.3 NSR-10</i>	35
Ilustración 27. <i>Perfiles metálicos de la cubierta en Etabs</i>	35
Ilustración 28. <i>Modificación de escaleras tipo. Resultados parque Cosmos</i>	38
Ilustración 29. <i>Resultado Teatro biblioteca Turbay</i>	39
Ilustración 30. <i>Resultado parque borde Sur</i>	40

Glosario

Ingeniería estructural: rama de la ingeniería civil centrada en el estudio, análisis y diseño de los elementos estructurales de un proyecto civil, buscando la seguridad, estabilidad y resistencia de la estructura.

Parque urbano: espacio abierto dentro de un área urbana para el disfrute de los ciudadanos, normalmente compuesto por áreas verdes; con función recreativa, ambiental y cultural.

Urbanismo: Estudio de la interacción de los habitantes de un territorio con el entorno construido.

Resumen

Título: Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería estructural en la secretaría de infraestructura del municipio de Bucaramanga.

Autor: Julián Carlos Mantilla

Palabras Clave: Ingeniería civil, práctica empresarial, diseño estructural, urbanismo.

Descripción: El siguiente documento presenta el apoyo y acompañamiento técnico como auxiliar estructural de ingeniería civil realizado en el taller de arquitectura de la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga, como modalidad de proyecto de grado para optar por el título de ingeniero civil de la Universidad Industrial de Santander. En el taller se analizan y ejecutan los diseños arquitectónicos y estructurales de los proyectos a cargo de la secretaría de infraestructura; proyectos de carácter urbanístico, centrados en la intervención de parques y teatros. Las áreas intervenidas fueron de 6300 m² para el beneficio de toda la comunidad del barrio Kennedy en Bucaramanga. A continuación, se describirá el trabajo realizado desde los objetivos planteados, pasando por detalles de los tres proyectos en los que se participó como auxiliar estructural de ingeniería hasta los aprendizajes y conclusiones obtenidas durante esta práctica empresarial.

Abstract

Title: Internship as an auxiliar structural engineer at the infrastructure secretariat of the Bucaramanga's Town hall

Author(s): Julián Carlos Mantilla

Key Words: Civil engineering, internship, structural design, urbanism.

Description: This document presents the technical support provided as a civil engineering structural assistant accomplished in the architecture workshop of the infrastructure secretariat of the Bucaramanga's town hall, as a type of degree project to opt for the civil engineer's degree from the Universidad industrial de Santander. In the workshop, the architectural and structural designs of the projects in charge of the infrastructure secretariat are analyzed and executed; urban projects, focused on the intervention of parks and theaters. The intervened areas were 6,300 m² for the benefit of the entire Kennedy neighborhood community in Bucaramanga. Now, the project will be described from its objectives from the beginning to the conclusions on the knowledge acquired as result of the internship.

Introducción

La Universidad Industrial de Santander, dentro de su formación integral de profesionales, permite elegir a sus estudiantes distintas modalidades de trabajo de grado; dentro de las cuales se encuentra la práctica empresarial, como mecanismo en que el estudiante ponga en práctica lo aprendido en las aulas de clase, adquiriendo experiencia en su área profesional antes de recibir el título de grado en su disciplina. La universidad cuenta con distintos convenios con empresas y entidades estatales para que sus estudiantes apliquen y ejecuten esta modalidad de proyecto de grado. Para este caso, se logró llegar a un acuerdo con la alcaldía de Bucaramanga como entidad para realizar el trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial y optar por el título de ingeniero civil.

La alcaldía de Bucaramanga, capital del departamento de Santander, es una entidad territorial de la rama ejecutiva del gobierno colombiano; encargada de administrar los recursos del municipio y velar por que estos sean destinados para el bienestar de todos los habitantes; así como de gobernar y dirigir administrativamente el municipio y sus diversas actividades. Actualmente, Juan Carlos Cárdenas Rey, ingeniero civil de la Universidad Industrial de Santander, funge como alcalde de Bucaramanga al haber sido elegido por voto popular para el periodo de 2020-2023. En la división administrativa de la alcaldía se encuentra la secretaría de infraestructura, encargada de ejecutar las obras civiles locales que adelanta la alcaldía de Bucaramanga. También se encuentra el taller de arquitectura, que, de la mano de la secretaría de infraestructura, se encarga de realizar, analizar y ejecutar los diseños arquitectónicos y estructurales de los proyectos que adelanta la secretaría de infraestructura.

El presente documento condensa la experiencia adquirida durante los cuatro (4) meses como auxiliar estructural de ingeniería civil en el taller de arquitectura de la alcaldía de Bucaramanga; resaltando y exponiendo las actividades y/o diseños más relevantes en los que se trabajó durante este periodo de práctica empresarial, en el diseño estructural de los elementos urbanísticos de algunos parques, exponiendo el paso a paso de la planeación, diseño urbanístico y estructural y la ejecución de las obras adjuntas al auxiliar de ingeniería civil; autor del artículo.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Brindar apoyo y acompañamiento técnico, como auxiliar de ingeniería civil, en los diseños estructurales que adelante la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga, durante el segundo semestre académico de 2022.

1.2. Objetivos Específicos

- Realizar el respectivo análisis y cálculo de elementos estructurales en los proyectos que asigne la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga.
- Dibujar planos y detalles estructurales en los proyectos que asigne la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga.
- Realizar labores de apoyo y acompañamiento técnico en ingeniería civil en el desarrollo de documentos de cantidades de acero y concreto, memorias de cálculo, visitas técnicas y participar en reuniones de ajustes técnicos y socialización de los proyectos que adelante la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga.

2. Metodología

2.1. Norma sismo resistente colombiana (NSR-10)

La actividad ingenieril en Colombia se rige bajo diversas normas y se regula por distintas entidades. Sin embargo, en el análisis, cálculo y diseño estructural, cada proceso de estas actividades se rige bajo la norma sismorresistente colombiana NSR-10, en su última actualización que data del 25 de noviembre de 2019, a través del Decreto 92113 de 2010. Esta norma se hace de estricto cumplimiento debido al enfoque estructural que tiene este proyecto de grado.

2.2. Diseño estructural

Según la Norma de sismo resistencia colombiana, “El diseño estructural debe ser realizado por un ingeniero civil facultado para este fin, de acuerdo con la Ley 400 de 1997. La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el Reglamento y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación” (NSR-10, 2010).

Asimismo, la NSR-10 establece un procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes; procedimiento que será brevemente descrito a continuación:

2.2.1. Predimensionamiento y coordinación con los otros profesionales

2.2.2. Evaluación de las solicitudes definitivas

2.2.3. Obtención del nivel de amenaza sísmica

2.2.4. Movimientos sísmicos de diseño

2.2.5. Características de la estructuración y del material estructural empleado

2.2.6. Grado de irregularidad de la estructura y procedimiento de análisis

2.2.7. Determinación de las fuerzas sísmicas

2.2.8. Análisis sísmico de la estructura

2.2.9. Desplazamientos horizontales

2.2.10. Verificación de derivas

2.2.11. Combinación de las diferentes solicitaciones

2.2.12. Diseño de los elementos estructurales

2.3. Diseño urbanístico y de espacio público

En cuanto al diseño urbanístico y de espacio público para el municipio de Bucaramanga, trabajado por el grupo de arquitectos de la secretaría de infraestructura, se rige por el Manual para el diseño y construcción del espacio público de Bucaramanga (2007) proporcionado por la oficina de planeación municipal. Este manual es un instrumento que define los parámetros y elementos para el diseño y la construcción de los componentes básicos del espacio público de la ciudad de Bucaramanga. También se encuentra la Guía complementaria del manual de espacio público – MEP (2018) con parámetros más actualizados, elaborada por la alcaldía de Bucaramanga con la ayuda de la universidad Pontificia Bolivariana.

En cuanto a las expectativas por parte de los distintos actores que intervienen en los proyectos, desde la comunidad, se espera que un parque urbano público sea un espacio abierto que reciba sin discriminación alguna a cualquier habitante de la ciudad, y que por su parte provea beneficios en cuanto a salud física y mental de sus visitantes, funcionando como un espacio de esparcimiento y reuniones sociales (Mullenbach, 2022).

Por otra parte, desde el punto de vista de la alcaldía de Bucaramanga y el taller de arquitectura, se conoce y se trabaja en pro de que las instalaciones dispuestas a la comunidad mejoren en cierta manera el estilo de vida de sus visitantes/residentes. Estos espacios públicos contribuyen y crean espacios para el conocimiento, la cultura y la diversión de la comunidad. Sabiendo que, como menciona Hussain et al (2010), estos parques son los principales contribuidores a la calidad estética y física de los alrededores de su localización, embelleciendo la ciudad.

Finalmente, el inversor que destina los rubros para la realización del proyecto, en este caso el Estado, espera que el parque cumpla todas las necesidades de la comunidad, pero asimismo cumpla con todos los requerimientos técnicos y profesionales, según las normas pertinentes, para que el proyecto se mantenga en el tiempo sin fallas en su infraestructura por negligencia profesional, más allá del mantenimiento periódico necesario. El Estado también espera, con prioridad, que se respeten los topes de presupuestos destinados para el proyecto y haya una total claridad en su proceso de contratación e interventoría. En la ilustración 2, que es una adaptación de la figura propuesta por Uusikartano et al (2021, p. 8), se muestran los distintos roles de los actores en un proyecto de parque urbano.

2.4. Actividades desarrolladas

Durante los cuatro (4) meses de práctica empresarial, se asignó el estudiante al taller de arquitectura de la secretaría de infraestructura, donde allí se nombró tutor al ingeniero civil Antonio Granados, especialista en estructuras de la Universidad Industrial de Santander, para ejecutar funciones de auxiliar de ingeniería civil y ser apoyo en las distintas tareas que tuviese el ingeniero tutor en sus proyectos a cargo.

2.5. Diseño parque Cosmos

Para dar una descripción detallada del trabajo de un auxiliar de ingeniero civil estructural y, desde la experiencia adquirida en este proyecto de grado, en este documento se va a profundizar el trabajo realizado en el Parque Cosmos, ubicado en el Barrio Kennedy, al norte de la ciudad; donde, desde las distintas disciplinas necesarias, la alcaldía intervino para realizar una modernización del recinto dispuesto para el goce de la comunidad. A continuación, se va a hacer una descripción paso a paso de los procesos que se involucran en la intervención de un parque de la ciudad por parte de la alcaldía municipal, haciendo énfasis en el diseño estructural, objeto de este proyecto de grado. En la ilustración 1 se puede observar un diagrama de flujo que resumen los procesos descritos anteriormente.

Ilustración 1. *Diagrama de flujo del proyecto en el taller de arquitectura.*

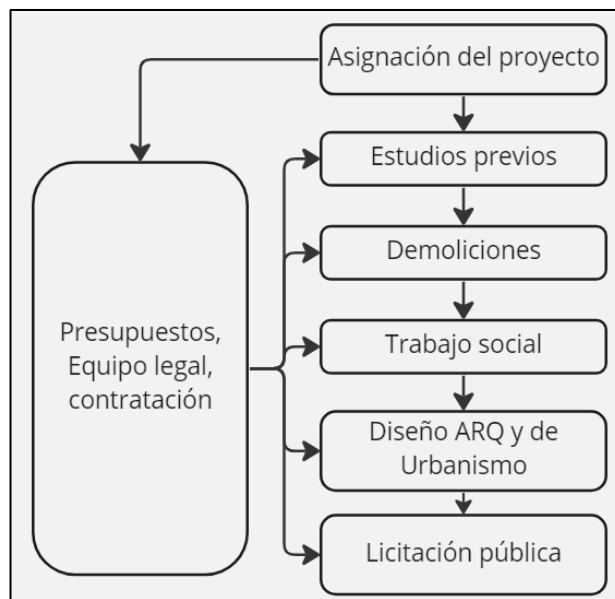


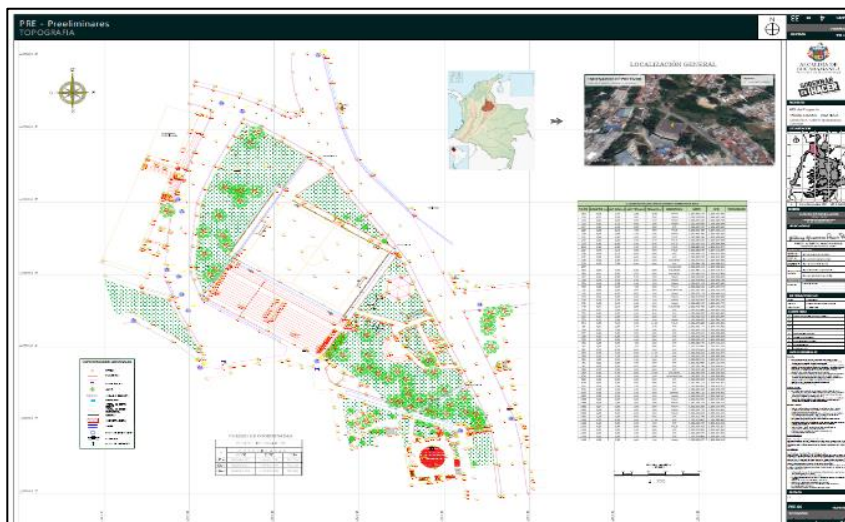
Ilustración 2. Roles de los distintos actores en un proyecto.

ROLES DE LOS DISTINTOS ACTORES EN UN PROYECTO DE PARQUE URBANO EN EL TALLER DE ARQUITECTURA			
Roles externos	<p>ALCALDÍA DE BUCARAMANGA</p> <p>Es la que toma la decisión de intervenir el parque y asigna el proyecto al taller de arquitectura, para sus diseños multidisciplinarios .</p>	<p>GRUPO DIRECTIVO</p> <p>Son los encargados de toda la toma de decisiones del proyecto, son los primeros responsables de este y coordinan las distintas disciplinas. Son un puente entre la alcaldía y el taller de arquitectura.</p>	<p>GRUPO JURÍDICO</p> <p>Se encargan de toda la parte legal del proyecto, incluyendo el proceso de licitación pública del mismo.</p>
	Roles internos	<p>TRABAJADORES SOCIALES</p> <p>Son los encargados de tener un primer contacto con la comunidad. Reúnen la información de las necesidades de esta y actúan como puente de comunicación entre la alcaldía y la comunidad</p>	<p>ARQUITECTOS</p> <p>Son los encargados de realizar los diseños arquitectónicos de cada proyecto, incluyendo en estos todas las necesidades de la comunidad. Se rigen por la normativa de urbanismo municipal y nacional</p>

2.5.1. Estudios Previos

Como un primer paso para intervenir el parque en cuestión, la secretaría de infraestructura realiza un estudio topográfico en el cual se realiza un levantamiento de detalle de los elementos existentes en el parque, su ubicación y un inventario general, para posteriormente generar los planos de planta general, y los planos de niveles, y enviarlo al taller, donde se procede a su diseño técnico, arquitectónico y estructural. En la ilustración 3 se puede observar el levantamiento topográfico del parque Cosmos:

Ilustración 3. Plano topográfico parque Cosmos.



2.5.2. Demoliciones

Del estudio topográfico y trabajos preliminares del parque, también se genera un plano de demoliciones, en el cual se especifica detalladamente las intervenciones que se harán sobre los elementos existentes del parque; desde demoliciones hasta retirar barandas existentes. En la ilustración 4 y 5 se muestra el plano de demoliciones realizado a partir de la planta arquitectónica, donde, por convenciones de colores de especifican las demoliciones a realizar en el parque.

Ilustración 4. *Plano de demoliciones.*

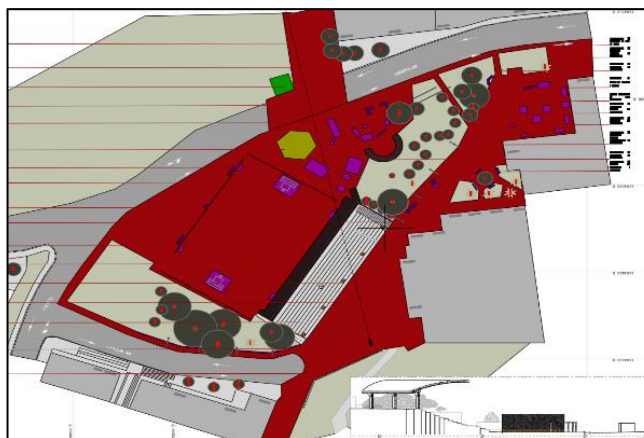












Ilustración 5. *Convenciones plano de demoliciones.*

COVENCIONES	
	DEMOLICION DE SUPERFICE URBANA
	DEMOLICION DE GRADERIA EN CONCRETO
	DEMOLICION CUARTO DE ASEO EN MAMPOSTERIA
	DEMOLICION DE KIOSKO (COLUMNETAS Y CUBIERTA EN TEJA DE BARRO)
	DEMOLICION CIMENTACION CUBIERTA METALICA
	DEMOLICION DE BANCA EN CONCRETO Y LADRILLO
	DEMOLICION DE ANTEPECHO CANCHA MULTIPLE
	RETIRO DE CUBIERTA METALICA Y ESTRCUTRA DE LA MISMA
	RETIRO CERRAMIENTO CANCHA MULTIPLE
	RETIRO DE ELEMENTOS

2.5.3. Trabajo social

Como parte de la planeación, diseño y estudios previos del parque, se realiza un trabajo social con la comunidad, buscando recolectar la mayor información posible acerca de las necesidades de la comunidad en cuanto al parque respecta. Tratando la información y las necesidades, se recopilan los resultados y se envían al grupo diseñador de la parte arquitectónica al igual que al grupo de presupuestos. Entre las necesidades y peticiones encontradas en la comunidad, consignadas en los informes del grupo de trabajadores sociales (confidencial), con respecto a lo que debía incluir el parque, se obtuvieron elementos como:

- Juegos infantiles
- Barandas en las escaleras
- Cancha múltiple
- Parqueadero de bicicletas
- Huerta urbana

- Intervención en la gradería de la cancha múltiple

2.5.4. Diseño arquitectónico y de urbanismo

Recopilando los datos proporcionados por el equipo de presupuestos, los trabajadores sociales, la topografía y el grupo directivo; se asigna el proyecto a un equipo de arquitectos del taller; encargados de realizar un diseño que satisfaga todas las necesidades del proyecto. Por otra parte, también tienen como tarea el diseño del urbanismo del parque; diseñando y ubicando elementos como bancas, pasos elevados, canchas múltiples, juegos infantiles, detalles de suelo, cubiertas, entre otros. El equipo de arquitectos debe proporcionar planos de planta general, detalles, paisajismo, niveles, cortes (ver ilustraciones 6 a 8, proporcionadas por los arquitectos encargados), para que posteriormente el grupo de ingenieros estructurales se encargue del diseño de los elementos que correspondan.

Ilustración 6. Plano de planta general parque Cosmos.



Ilustración 7. Plano de detalles urbanos.

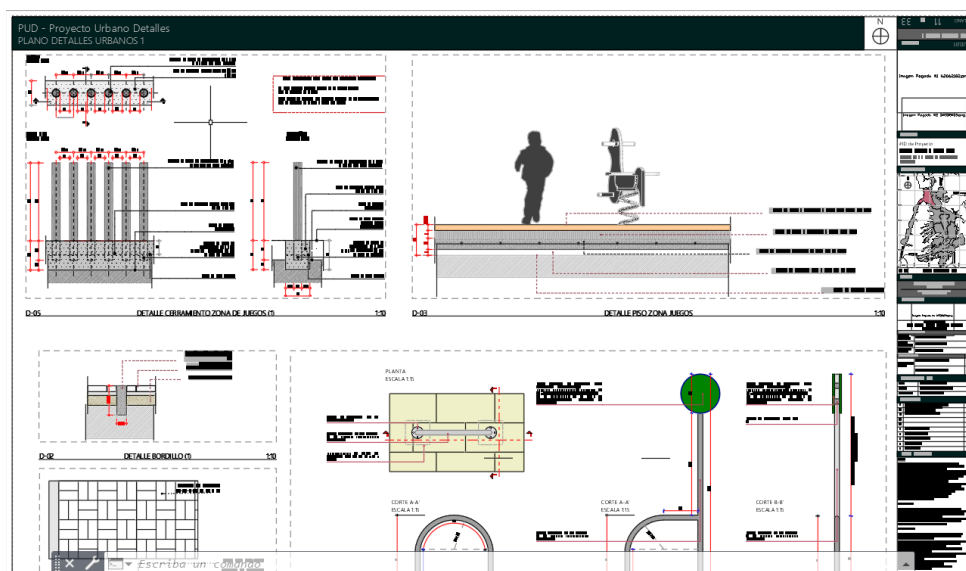
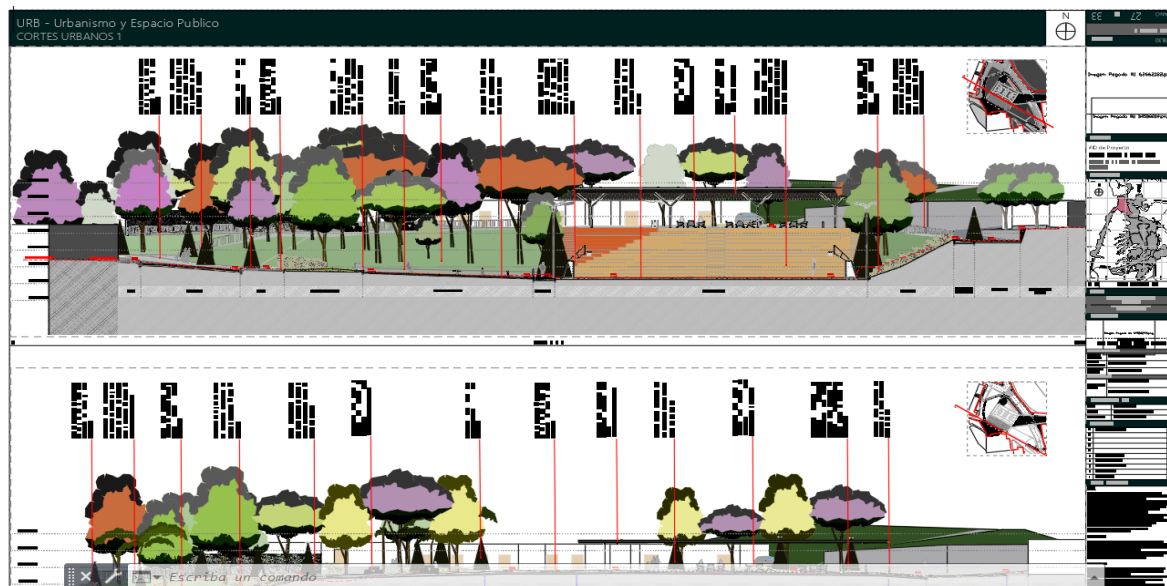


Ilustración 8. Plano de corte parque Cosmos.



2.5.5. Diseño estructural

Posterior al diseño arquitectónico y siguiendo los parámetros exigidos por la NSR-10 (2010) en el numeral 3.2 de este artículo, el grupo de ingenieros estructurales está encargado de diseñar los elementos urbanísticos y estructurales que estén presentes en el parque, bajo todos los parámetros que contempla la norma. Sin embargo, desde el taller de arquitectura se generó una cartilla de diseño estructural, la cual funciona como base de datos sobre los proyectos intervenidos anteriormente en el taller. Esta cartilla incluye los detalles estructurales del urbanismo general que se usa en los parques y sirve para tomar los elementos ya diseñados anteriormente como referencia, seguir una misma línea de diseño en todos los proyectos, y, dada la extensión de estos, ahorrar tiempo en el proceso de diseño estructural.

La cartilla se usó en su mayoría como apoyo en la realización de los planos estructurales del proyecto, pues varios de los elementos que componen el parque Cosmos ya han sido incluidos en anteriores proyectos del taller. En las ilustraciones 9,10 y 11 se muestra un pantallazo del archivo DWG de la cartilla y dos ejemplos de elementos estructurales que la componen. Se anexa el archivo en anexos

Ilustración 9. *Pantallazo del archivo DWG Cartilla estructural.*

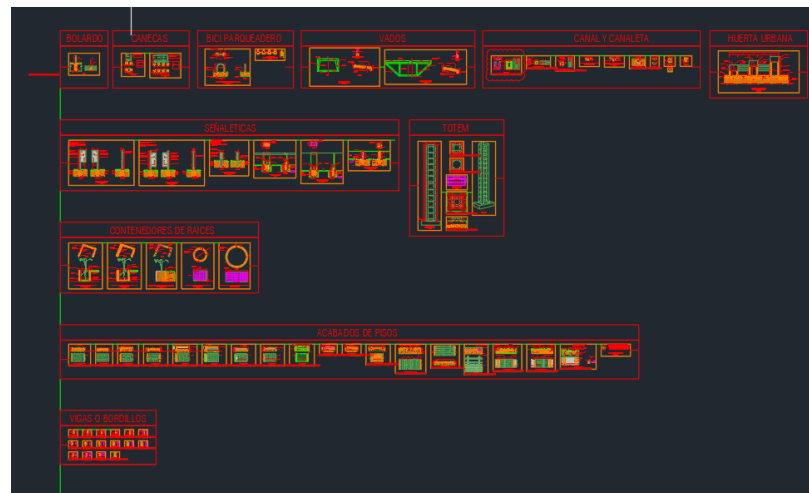


Ilustración 10. *Diseño estructural contenedor de raíces cuadrado.*

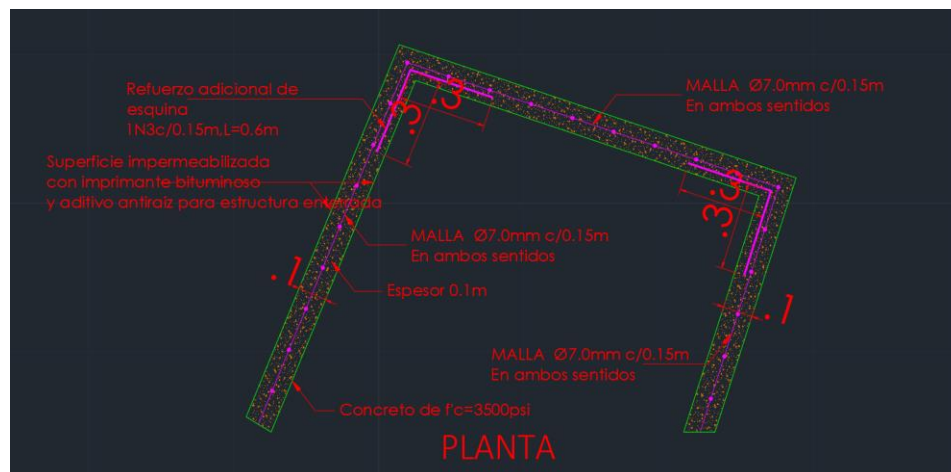
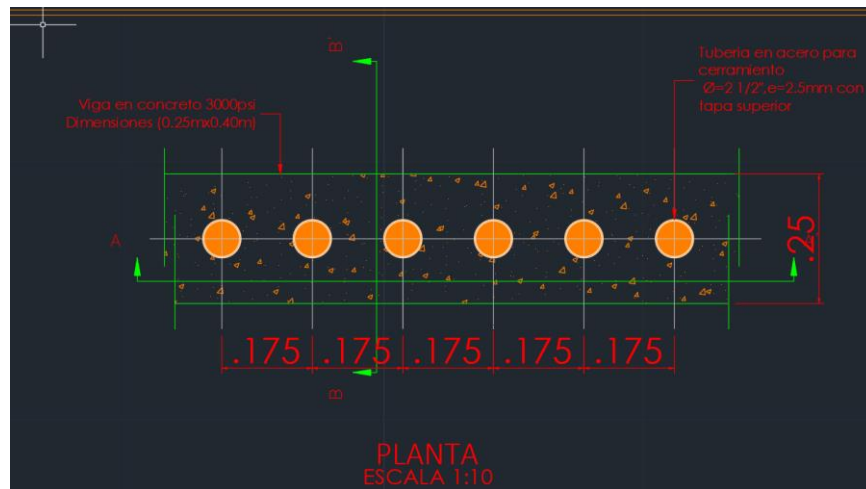


Ilustración 11. *Diseño estructural cerramiento juegos infantiles.*



Ahora bien, dentro de los elementos urbanísticos que presenta el parque Cosmos, hubo dos cuyo diseño estructural fue más relevante y de mayor dificultad, generando un reto para el equipo de ingenieros y una alta participación en el diseño estructural por parte del practicante. Por esto mismo, se describe y se profundiza en el diseño estructural del cuarto de basuras y de la cubierta de la cancha múltiple del parque Cosmos.

2.5.5.1. Diseño estructural cuarto de basuras

Ciertamente este cuarto tiene como objetivo principal el almacenamiento de las basuras de la comunidad, para mantener el barrio y el parque con un buen manejo de residuos; priorizando la salud pública y el cuidado del parque.

Se comienza el diseño revisando la topografía de la zona, decidiendo las medidas generales en planta de la estructura según el diseño arquitectónico proporcionado. Posterior a esto se elige el tipo de cimentación, el sistema estructural tipo pórtico y se plantea la siguiente distribución y pre-dimensionamiento de los elementos estructurales en la planta de cimentación y el Nivel estructural

+2.30 m, como se muestra en los siguientes planos realizados por el practicante en el software con licencia estudiantil AutoCAD, de la casa Autodesk:

Ilustración 12. *Diseño arquitectónico cuarto de basuras.*

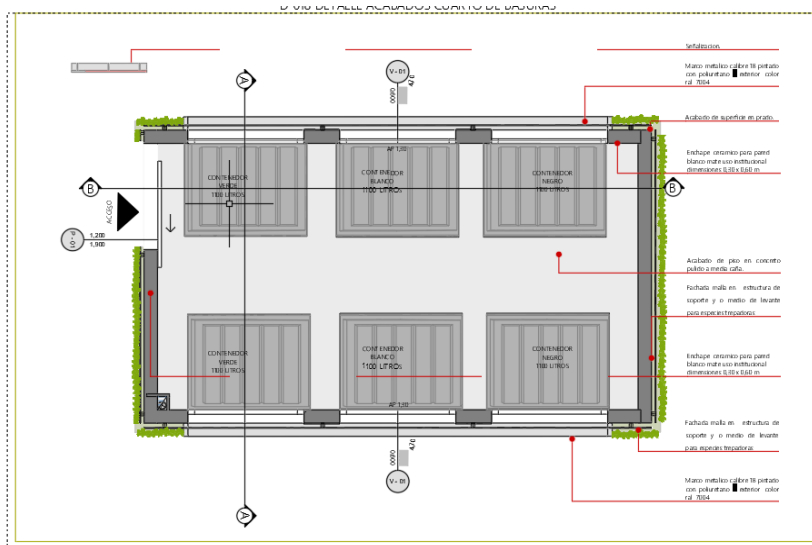
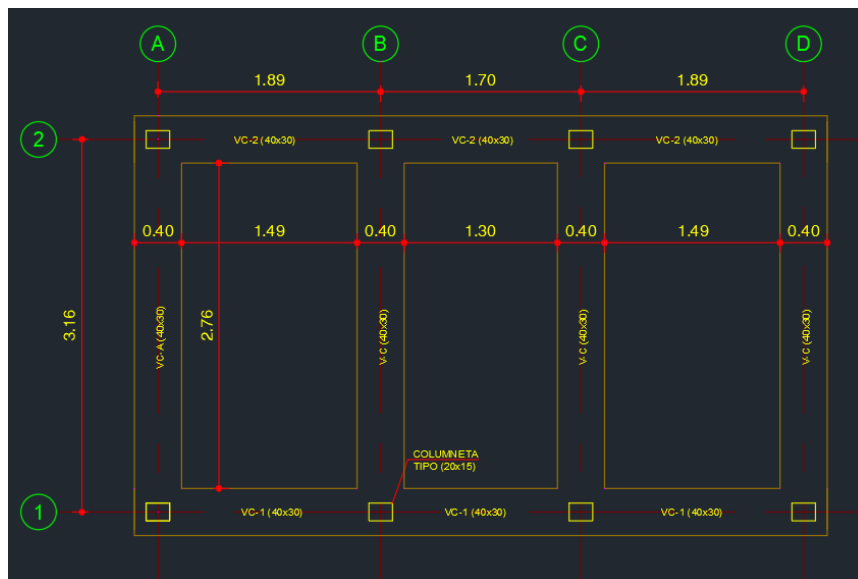


Ilustración 13. *Planta de cimentación cuarto de basuras parque Cosmos.*

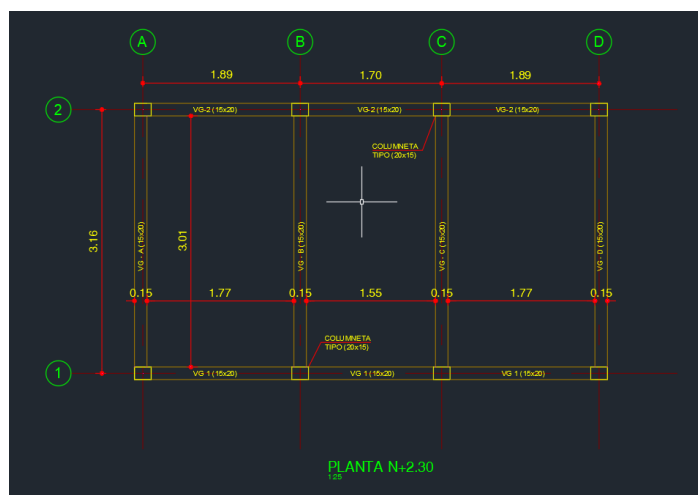


Según la NSR-10 (2010, título A), un plano estructural debe ir firmado por un ingeniero civil con facultades de diseñador estructural, y estos planos deben incluir:

- Especificaciones de los materiales de construcción que se van a utilizar en la estructura.
- Tamaño y localización de los elementos estructurales con sus dimensiones y refuerzo.
- Precauciones a tener en cuenta.
- Localización y magnitud de las fuerzas de preesfuerzo, cuando se utiliza concreto preesforzado.
- Tipo y localización de las conexiones entre elementos estructurales.
- Grado de disipación de energía bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica
- Cargas vivas y de acabados con las que se hicieron los cálculos
- Grupo de uso al que pertenece la edificación

En el plano se puede observar una cimentación a base de vigas de amarre, con dimensiones de sección transversal de 40x30 cm y unas columnetas tipo, ubicadas a lo largo de los ejes 1 y 2, con dimensiones de 20x15 cm.

Ilustración 14. *Planta NE+2.30 m.*



En cuanto al nivel de cubierta (NE+2.30 m) se puede observar un sistema de vigas apoyadas en las columnas ya descritas. Estas vigas tipo tienen dimensiones de 15x20 cm. Estas dimensiones cumplen lo exigido por la NSR10 (2010) en el título E.2.1.5 donde menciona que las dimensiones mínimas para las vigas de cimentación en estructuras de 1 y 2 pisos, en su configuración en planta es de 20x20 cm.

Después de esto, se obtiene el espectro de diseño para una zona de amenaza sísmica alta, pues la estructura se encuentra ubicada en Bucaramanga y con base en la clasificación que hace la NSR-10 (2010) para las edificaciones, se toma un grupo de uso I: Estructuras de ocupación normal; que comprende todas las edificaciones cubiertas por la norma, que no se han incluido en los grupos II, III y IV (edificaciones indispensables, edificaciones de atención a la comunidad y estructuras de ocupación especial) siguiendo instrucciones del ingeniero tutor. Se plantean las cargas que actúan en la estructura, se hace la evaluación de estas y se procede a crear un modelo en el software de análisis estructural Etabs (Con licencia institucional a cargo de la entidad), ingresando todos los datos anteriormente descritos. Las siguientes ilustraciones muestran el proceso anteriormente descrito:

Ilustración 15. *Evaluación de cargas cuarto de basuras.*

CARGAS			Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50
D	0.22	kN/m ²		
L	0.5	kN/m ²		
G	0	kN/m ²		
W	0.4	kN/m ²		
VIVA				
			12kg/m ² teja tipo sandwich	
			10 kg/m ² Instalaciones	Sobrecarga permanente
0.308	1.4(D+F)		(B.2.4-1)	
1.064	1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L _r ó G ó L _e)		(B.2.4-2)	
1.564	1.2D+1.6(L _r ó G ó L _e)+(L ó 0.8W)		(B.2.4-3)	
1.404	1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L _r ó G ó L _e)		(B.2.4-4)	
0.764	1.2D+1.0E+1.0L		(B.2.4-5)	
0.838	0.9D+1.6W+1.6H		(B.2.4-6)	
	0.9D+1.0E+1.6H		(B.2.4-7)	

Ilustración 16. *Espectro de diseño.*

ESPECTRO DE DISEÑO PARA ZONAS DE AMENAZA SISMICA DIGITADAS					
CIUDAD	Bucaramanga				
Aa	0.25				
Av	0.25				
C	Fa	x	1	2	1.30
		y	0.2	0.3	
C	Fv	x	0.2	0.3	1.9
		y	2	1.8	
GRUPOS DE USO	II	I	1.1	Coeficiente de importancia	
		To	0.146		
		Tc	0.702		
		TL	4.56		

Ilustración 17. *Espectro de diseño II.*

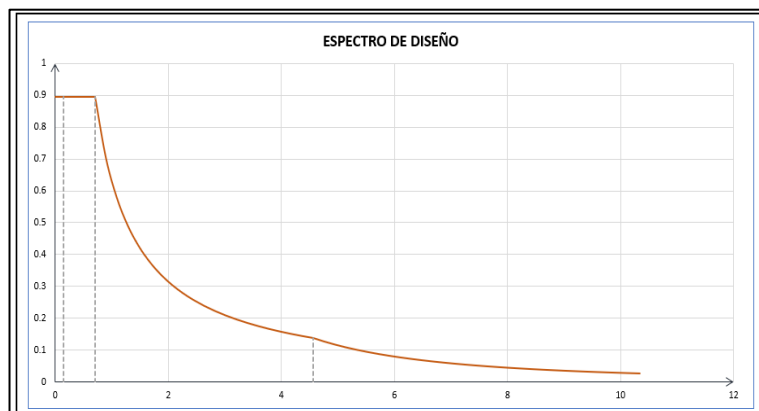
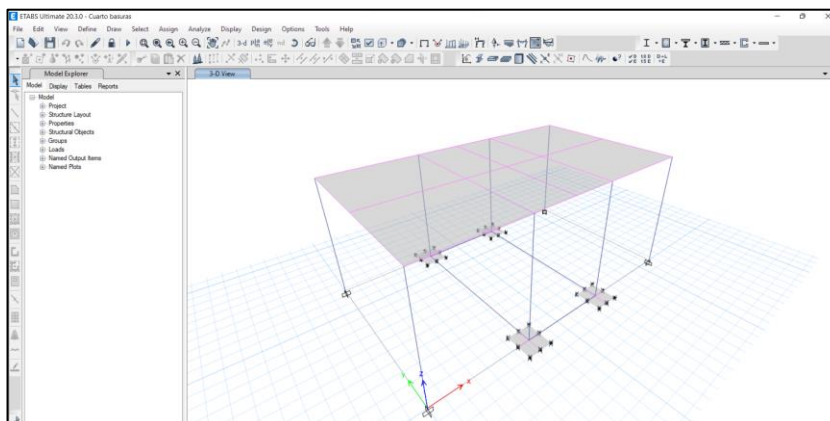


Ilustración 18. *Modelo cuarto de basuras Etabs.*



Posterior al modelado en el software, y conforme a los cálculos y el criterio del ingeniero civil estructural a cargo, se elige el siguiente tipo y distribución del refuerzo, como lo muestran los despieces de los elementos.

- **Vigas de cimentación:**

Refuerzo longitudinal con barras de acero N°4 con una longitud de 6.15 m. En cuanto al refuerzo transversal, se disponen 49 estribos cerrados de barra N°3 de longitud 0.7 m y separación de 0.10 m entre estribos. Ver ilustración 19.

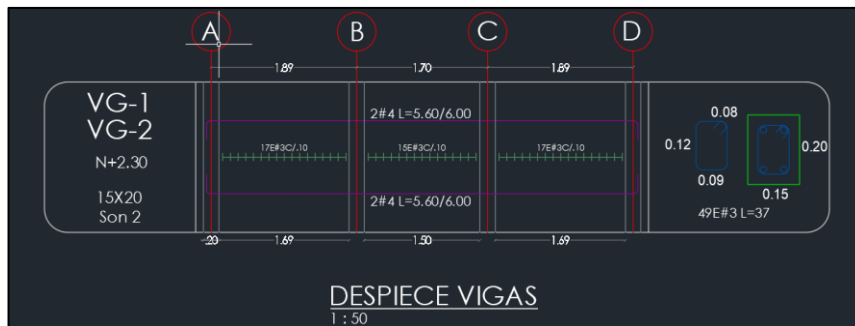
Ilustración 19. *Despiece vigas de cimentación.*



- **Vigas aéreas tipo:**

Refuerzo longitudinal con barras de acero N°4 con una longitud de 6 m. En cuanto al refuerzo transversal, se disponen 49 estribos cerrados de barra N°3 de longitud 0.7 m y separación de 0.10 m entre estribos. Ver ilustración 20.

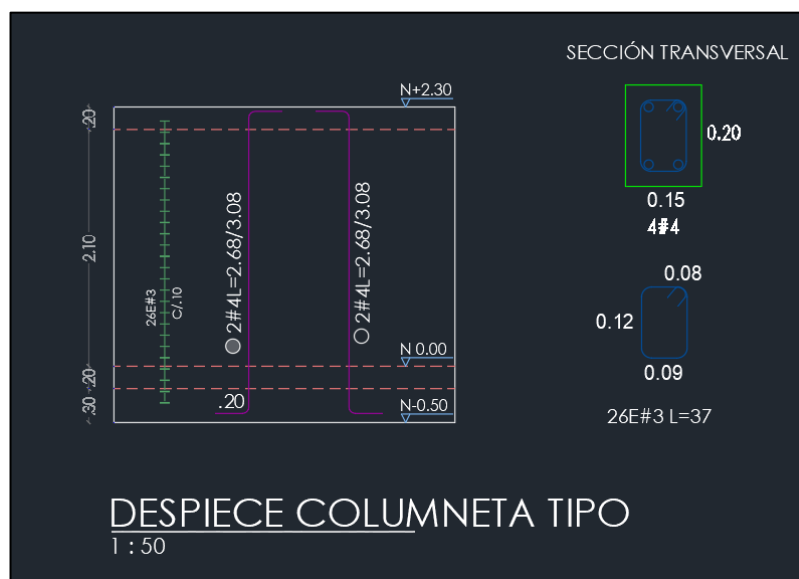
Ilustración 20. *Despiece de vigas tipo.*



- **Columneta tipo:**

Refuerzo longitudinal con barras de acero N°4 con una longitud de 3.08 m. En cuanto al refuerzo transversal, se disponen 26 estribos cerrados de barra N°3 con longitud de 0.7 m y separación de 0.10 m entre estribos. Ver ilustración 21.

Ilustración 21. *Despiece columneta tipo.*



Culminando el diseño estructural, se revisa por el director del taller, y se adjuntan las memorias y planos en el archivo del proyecto.

2.5.5.2. Diseño estructural parcial cubierta cancha múltiple

Se podría considerar esta estructura como el elemento más llamativo en cuanto a arquitectura y a ingeniería civil en el parque Cosmos, pues es el elemento más retador por su geometría y cargas que actúan en la estructura. Sin embargo, el diseño de esta cubierta no alcanzó a ser terminado para la fecha de finalización de las prácticas empresariales. No obstante, se describe su diseño hasta donde el practicante pudo participar. Ver ilustración 22.

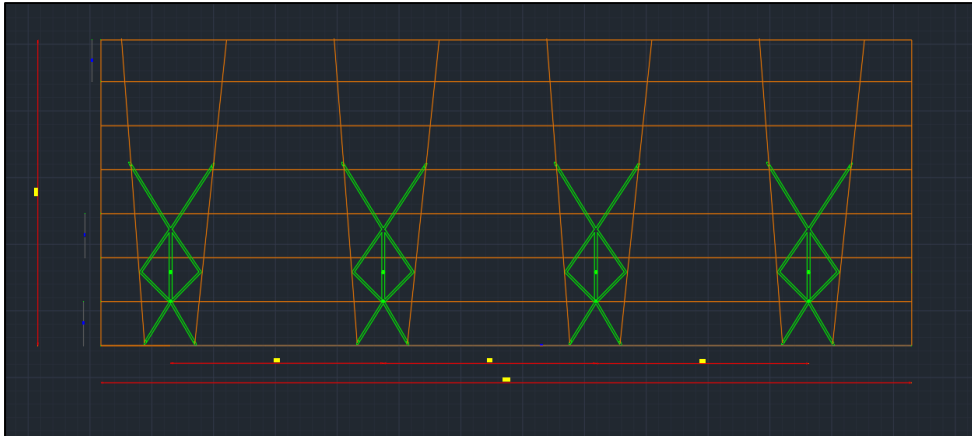
Ilustración 22. *Diseño arquitectónico cubierta.*



Se inicia el diseño haciendo una planta general de la cubierta en AutoCAD, donde se plantean las dimensiones de la estructura y el diseño geométrico de los elementos de esta. Se hace necesario mencionar que la cimentación de esta cubierta es un reto, pues está empotrada en la

gradería; por lo que el diseño de la cubierta requiere necesariamente un nuevo diseño de la gradería también. Ver ilustración 23.

Ilustración 23. *Planta estructural cubierta.*



Se realizó la evaluación de cargas para la estructura para ingresar los datos al software de análisis estructural Etabs, de la siguiente manera. Ver ilustraciones 24 y 25.

- Carga muerta (D) y sobrecarga permanente: 15 Kg/m²
- Carga viva (L): 50 kg/m²
- Carga de viento (Sotavento y Barlovento): 40 Kg/m²

Ilustración 24. *Cubierta cargada en Etabs.*

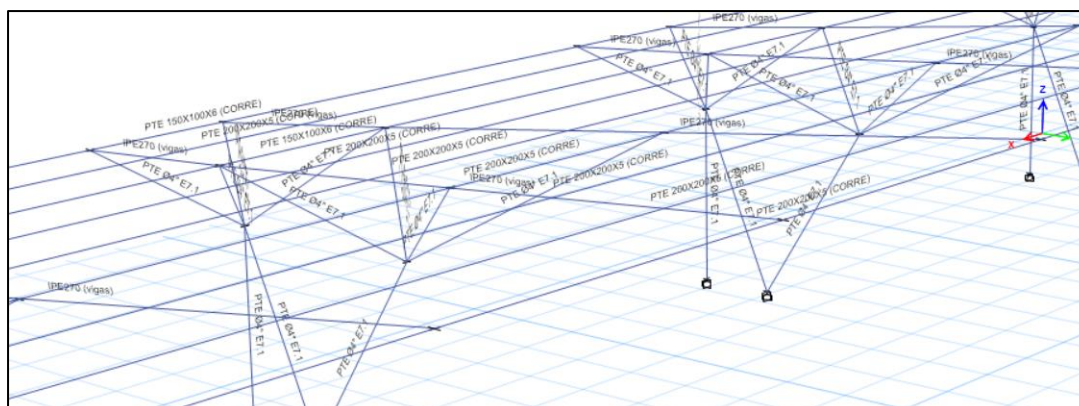
columna, tal que la formación de una articulación plástica en ella generará el colapso” (Hernández, 2018). Ver ilustración 26 y 27.

- **Vigas:** perfil IPE 450 en acero A572 grado 50
- **Correas:** perfil PTE 200x100x4 en acero A500 grado C
- **Perfil tubular:** 4” e= 0.06m en acero A500 circular

Ilustración 26. Sistema de péndulo invertido Título A.3.3 NSR-10.

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				Alta		Intermedia		baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
5. Estructuras de péndulo invertido									
a. Pórticos de acero resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	2.5 (Nota-3)	2.0	si	Sin límite	si	sin límite	si	Sin límite
b. Pórticos de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	2.5	2.0	si	Sin límite	si	sin límite	si	Sin límite
c. Pórticos de acero resistentes a momento con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	1.5 (Nota-3)	2.0	no se permite		si	sin límite	Si	sin límite

Ilustración 27. Perfiles metálicos de la cubierta en Etabs.



2.5.6. Presupuestos

El taller de arquitectura también cuenta con un grupo de profesionales de diversas disciplinas (Ingenieros civiles, hidráulicos, arquitectos, Ingenieros de sonido, entre otros) encargados del área presupuestal. Desde que se da inicio al proyecto, este equipo se involucra en todas las etapas, pues están encargados de administrar correctamente los rubros que destina el municipio para cada proyecto y que las obras no cuesten más (o menos) de lo que se ha presupuestado para estas. Este equipo tiene voz y voto a la hora de tomar decisiones clave sobre algún proyecto; pues ciertamente para poder ejecutar los proyectos, se depende primordialmente del dinero estatal. Para el parque Cosmos, la alcaldía de Bucaramanga destinó un presupuesto inicial de ocho mil millones de pesos (\$8.000.000.000) para su toda su intervención.

2.5.7. Equipo legal

Cuando se termina la etapa de diseño de un proyecto y ya fue debidamente revisado y aprobado por el director del taller de arquitectura y el secretario de infraestructura, el proyecto pasa a un plano legal, pues la alcaldía de Bucaramanga no se encarga de ejecutar las obras que diseña, sino que contrata a un tercero para su ejecución. Esta contratación se hace bajo una licitación pública y, revisando las mejores ofertas, se adjudica el contrato al ganador de la licitación, quien va a hacer la ejecución de los proyectos. Y este sería el último paso de un proyecto antes de ser una obra ya construida para el goce de la comunidad. Esta contratación con el Estado se rige bajo la normativa de la Constitución Nacional, en las Leyes 80 de 1993 y 1150 de 2007, así como en el código civil y el código de comercio Colombiano.

3. Resultados

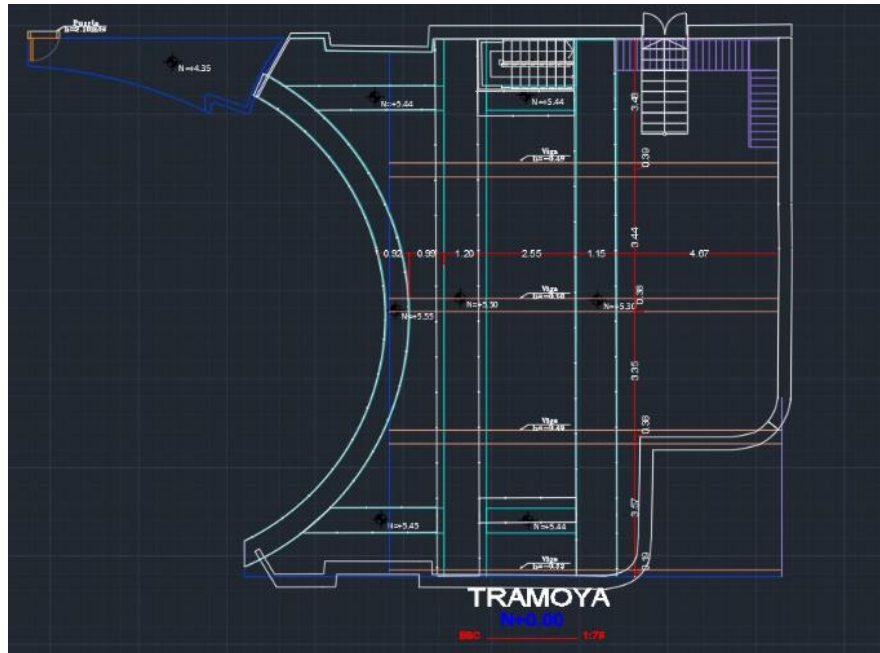
El taller de arquitectura de la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga es la oficina encargada de la planeación y diseño de los proyectos y obras que la ciudad va a ejecutar para el bienestar de los habitantes del municipio. Desde el diseño hasta la renovación de parques, colegios, alcantarillados, teatros, canchas, bibliotecas, son algunos ejemplos de los trabajos que se realizan en el taller de arquitectura; donde prima la excelencia en los diseños realizados, sabiendo que es la comunidad misma quien se va a beneficiar de estos proyectos.

La práctica empresarial con duración de 4 meses, como pasante a tiempo completo en modalidad híbrida, se enfocó generalmente en brindar un apoyo como ingeniero civil estructural en los proyectos que estuviese adelantando el taller de arquitectura mientras la duración de la práctica misma. Durante los 4 meses se contó con la supervisión de un ingeniero tutor, quien brindaba apoyo y soporte en cualquier duda que se presentase.

En el transcurso de 4 meses de práctica se participó en un total de 3 proyectos:

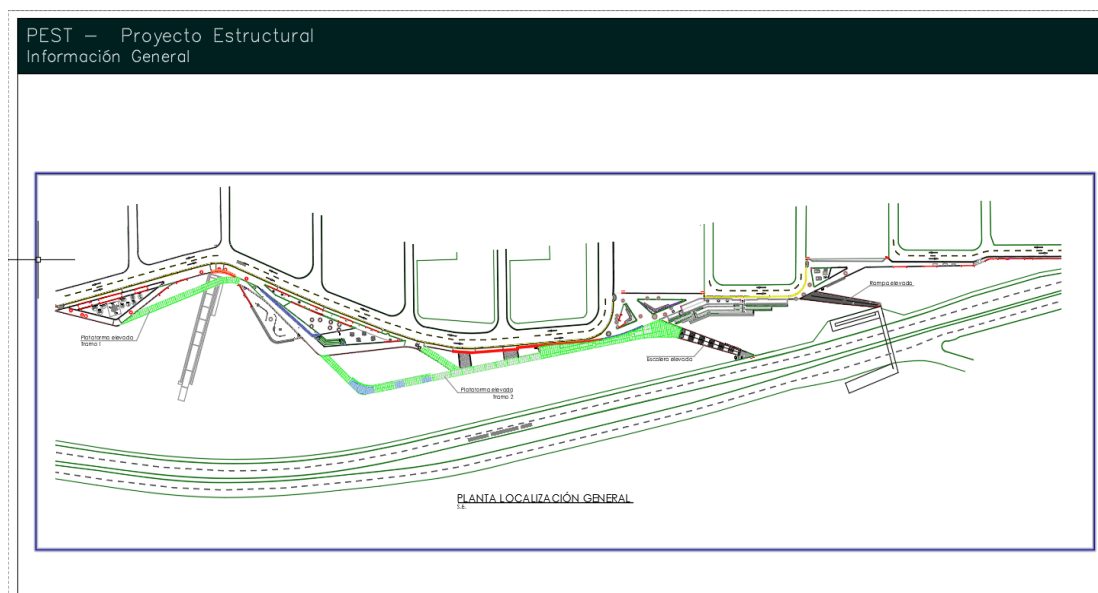
Parque Cosmos: Siendo el proyecto con mayor participación del practicante, se entregaron planos de plantas estructurales, planos de cimentación, planos de detalles estructurales de urbanismo, diseño del cuarto de basuras, diseño parcial de la cubierta de la cancha múltiple, modificación de planos de detalles estructurales según requiriese. Ver ilustración 28. Para vista en mayor detalle, ver anexo 1. Cabe mencionar que, con respecto al numeral **2.2** de este artículo, acerca del procedimiento de un diseño estructural, el proyecto del parque Cosmos cumplió

Ilustración 29. *Resultado Teatro biblioteca Turbay.*



Parque Borde sur, la victoria: Donde el practicante entregó planos de detalles estructurales de urbanismo y una planta general del proyecto, según modificaciones dadas por el grupo de arquitectos. El dibujo de la planta estructural se hizo bajo los parámetros que exige la NSR-10 (2010) en el Título A.1.5.2.1, con el rótulo propuesto por la alcaldía y en una escala de 1:250. Ver ilustración 30. Para vista en mayor detalle, ver anexo 2. Con respecto al numeral **2.2** de este artículo, acerca del procedimiento de un diseño estructural, el proyecto del parque Cosmos cumplió satisfactoriamente desde el numeral **2.2.1** hasta el **2.2.12**, alcanzando el diseño de los elementos estructurales.

Ilustración 30. Resultado parque borde Sur.



4. Conclusiones

El realizar las prácticas empresariales como proyecto de grado, significó salir de una zona de confort y el reto de indagar, analizar y buscar soluciones para los problemas técnicos que se hayan presentado en los distintos proyectos de la alcaldía. Afianzó el uso y manejo de las nuevas tecnologías y software disponibles para optimizar y facilitar el ejercicio de la ingeniería civil, específicamente el uso de los software AutoCAD y Etabs, donde se evidenció un claro avance y mejoría en el uso de estos. Asimismo, realizar estas prácticas profesionales brindó un espacio de aprendizaje continuo, donde, al estar resolviendo problemas y proyectos reales, se contaba con un equipo de trabajo y acompañamiento profesional calificado dispuesto a resolver cualquier duda y compartir sus conocimientos.

En cuanto al proyecto del Parque Cosmos, objeto principal de este artículo, al iniciar el periodo de prácticas empresariales se recibió en su etapa de diseño estructural y a lo largo de los cuatro meses se lograron alcanzar satisfactoriamente los siguientes avances, que, de la misma manera, son resultados del trabajo como auxiliar estructural:

- Diseño estructural completo del cuarto de basuras del parque; diseñando una cimentación a base de vigas de amarre con dimensiones de sección de 40x30 cm y un sistema tipo pórtico con columnetas de 15x20 cm y vigas aéreas de 20x15 cm, elementos con refuerzo en acero de distribución ya expuesta en el cuerpo de este artículo. Este diseño incluye la realización de los planos estructurales y los despieces del refuerzo en acero, en el software AutoCAD.

- Diseño estructural parcial de la cubierta del parque; ejecutando un análisis estructural en el software Etabs con base a las cargas que actúan en la estructura y la ubicación de esta, obteniendo la siguiente selección de perfiles metálicos: Para las vigas, se eligió un perfil IPE 450 en acero A572 grado 50. Para las columnas, un perfil de 4" y $e= 0.06\text{m}$ en acero A500 circular y finalmente, para las correas se eligió un perfil PTE 200x100x4 en acero A500 grado C. Este diseño incluye la realización de los planos estructurales de la cubierta en el software AutoCAD.

- Realización del plano de planta general estructural, donde se realizó la ubicación de los detalles urbanísticos estructurales. Dibujado en el software AutoCAD, incluyendo los siguientes elementos: cerramientos, bordillos, cancha múltiple, cubierta, cuarto de basuras, juegos infantiles, gradería, vados vehiculares, bolardos, señaléticas, muros de contención, contenedores de raíces y huerta urbana. Elementos de este plano se pueden observar en las

ilustraciones 10, 111 20 y 25. Sin embargo, se adjunta el archivo DWG en anexos para más detalle.

En conclusión, el aprendizaje adquirido durante la práctica estuvo enfocado en el apoyo técnico como auxiliar de ingeniería civil estructural, donde se cumplió satisfactoriamente con los objetivos planteados en el proyecto de grado; creando y apoyando en la realización de planos, cálculos y diseño estructural de los proyectos Parque Cosmos , Parque Borde Sur la Victoria, Teatro de la biblioteca Gabriel Turbay, asignados al taller de arquitectura de la Alcaldía de Bucaramanga. Dicho aprendizaje fue integral, pues más allá de adquirir conocimientos en ingeniería civil, también se logró mejorar distintas habilidades de comunicación, habilidades sociales, y de trabajo en equipo, que solo puede brindar la experiencia adquirida al interactuar con más profesionales y compañeros de la entidad.

Finalmente, la formación brindada por la Universidad Industrial de Santander puede calificarse como de alta calidad, pues ofrece al estudiante herramientas científicas, técnicas, humanas y profesionales útiles a la hora de enfrentarse con un mundo profesional de abundantes retos. Ciertamente, hay habilidades que solo se pueden aprender en un aula de clase, pero de la misma manera, existen algunas que solo se obtienen a través de la experiencia, como fue el caso de los criterios ingenieriles que se analizaron, debatieron y finalmente se aplicaron en cada proyecto en los que se trabajó durante estos 4 meses como auxiliar estructural de ingeniería civil. En cuanto a la contribución del practicante para con la Universidad, se deja este documento en el que se busca informar a la comunidad académica y general el paso a paso para la realización de una obra por parte la alcaldía de Bucaramanga, haciendo énfasis en el diseño estructural. Y en cuanto a la entidad, se dejan como contribución los modelos, planos, modificaciones y cartilla estructural, trabajados durante los 4 meses.

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Bucaramanga (2007). Manual para el diseño y construcción del espacio público de Bucaramanga.

https://curaduria1bucaramanga.com.co/public_docs/OTHERS/MEPB%20versi%C3%B3n1.0.pdf

Alcaldía de Bucaramanga, y Universidad Pontificia Bolivariana (2018), Guía complementaria del manual de espacio público – MEP. <https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2021/09/03-MEP.pdf>

AutoDesk. (2021) AutoCAD (Versión 2021). [Software]. Disponible en <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>

AutoDesk. (2021) Revit (Versión 2021). [Software]. Disponible en <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/overview>

CSI España. (2022) Etabs (Versión 20.0). [Software]. Disponible en <https://www.csiespana.com/software/5/etabs>

Hernández, H. (2018). Respuesta sísmica de tanques elevados tipo péndulo invertido. Ingeniería sísmica, Vol. 99, pp. 1-22. <https://www.redalyc.org/journal/618/61859035001/html/>

Hussain, G., Nadeem, M., Younis, A., y Riaz, A. (2010). Impact of public parks on human life: a case study. *Pak. J. Agri. Sci.*, Vol. 47(3), 225-230.
https://www.researchgate.net/publication/299018101_impact_of_public_parks_on_human_life_a_case_study.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2010). Reglamento Colombiano de construcción sismo Resistente NSR-10.
<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

Mullenbach, L. E. (2022). Critical discourse analysis of urban park and public space development. *Cities*, 120. 1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275121003577>

Uusikartano, J., Väyrynen, H., y Aarikka-Stenroos, L. (2021). Public actors and their diverse roles in eco-industrial parks: A multiple-case study. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 296. 8.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621006831>

Anexos

Anexo 1. Planta estructural parque Cosmos.

Anexo 2. Planta estructural parque Borde Sur la Victoria.

Anexo 3. Planta estructural teatro biblioteca Turbay

Anexo 4. Cartilla estructural taller de arquitectura