

**PRACTICA EMPRESARIAL, PLAN DE DESARROLLO DE
INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO
TOMÁS, SECCIONAL TUNJA**

SOFÍA VALENTINA RODRÍGUEZ HERMOSILLA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2022

PRÁCTICA EMPRESARIAL, PLAN DE DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA
FÍSICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, SECCIONAL
TUNJA

SOFÍA VALENTINA RODRÍGUEZ HERMOSILLA

Pasantía para obtener el título de Ingeniero Civil

Director: Ingeniero David Gerónimo Soler Gómez
Magister en Software Libre

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA

2022

Al TODO.

A la libertad,

A la labor incansable de mi padre, a la resiliencia y carisma de mi madre,

Al amor perpetuo e incondicional de mi abuela,

A mis pares alnicos y cultivadores de fé

A toda divinidad manifestada y a los ángeles que bendicen mi camino.

Gracias y Paz...

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo y el fruto de mi trabajo:

A todos aquellos luchadores que buscan mejorar sus condiciones de vida sin dejar de nutrir sus sueños.

A mi padre por bendecirme con la llama del conocimiento, por su esfuerzo y vitalidad.

A mi madre por sostenerme en su abrazo a través de los tiempos.

A mi abuela por su apoyo y enseñanza continua.

A mis hermanos de sangre y camino, por ser la fuente de mi inspiración, motivación a culminar y conseguir todo aquello que he decidido...

A mi familia por la historia y enseñanza que cubre nuestras venas, por nuestra labor y la determinación de nuestro espíritu.

A las personas que hicieron posible la culminación de mis estudios y fueron guía durante mi proceso, el Arquitecto Edgar Eduardo Solano González, El Arquitecto Pedro, El Arquitecto Cristián, mi tutor David Soler y sobre todo, a la aparición de mi mentor, el Ingeniero William Ávila.

Por último, a mis manos e ideas, a la fe, a la música y al arte.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 22 de Septiembre, 2022

CONTENIDO

DEDICATORIA	4
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS.....	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA O EMPRESA	15
3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	18
3.1 CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA 2021-2031.....	18
3.2 DISEÑO DE LA CANCHA MÚLTIPLE Y SINTÉTICA PROYECTADAS PARA SUSTITUIR LA CANCHA DE VOLEIBOL PLAYA Y FUTBOL 4.	30
4. APORTES DEL TRABAJO	64
4.1 COGNITIVOS.....	64
4.2 A LA COMUNIDAD	65
5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO.....	67
6. CONCLUSIONES	68
7. RECOMENDACIONES.....	70
8. GLOSARIO	71
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
10. APENDICES Y ANEXOS.....	76

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1- Listado de planos.....	21
Tabla 2- Cuadro comparativo cotizaciones.....	29
Tabla 3- Parámetros de entrada diseño de placa según metodología AASHTO ...	32
Tabla 4- Cargas verticales, muro de contención.....	45
Tabla 5- Empuje activo del relleno.....	45
Tabla 6- Empuje que ejerce la sobre carga	46
Tabla 7- Verificación factor de seguridad volteo	46
Tabla 8- Verificación factor de seguridad contra deslizamiento	46
Tabla 9- Verificación excentricidad	46
Tabla 10- Presiones debidas a las cargas, muro de contención.....	47
Tabla 11- Datos iniciales diseño de cimentación muro de tenis.....	55

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1- Construcción C-10 Colombia y Base de datos geográficos Tunja en ArcGIS.....	19
Figura 2- Sistema de información geográfica de Tunja.....	19
Figura 3- Descripción técnica mobiliario faltante en campus centro histórico, casa Tomasina y avenida universitaria.....	28
Figura 4- Localización predio vista perfil.....	30
Figura 5- Ecuación cálculo espesor de la losa.....	33
Figura 6- Datos de entrada Software UC-AASHTO 93.....	34
Figura 7- Cálculo del número estructural en función de los espesores de capa	34
Figura 8- Detalle placa en pavimento flexible	35
Figura 9- Parámetros espectro de respuesta Tunja, diseño ETABS.....	37
Figura 10- Espectro de respuesta Tunja, diseño ETABS.....	37
Figura 11- Modelo graderías en ETABS	38
Figura 12- Momentos modelo ETABS	39
Figura 13- Hoja de cálculo aceros, graderías	39
Figura 14- Detalle graderías	40
Figura 15- Despiece vigueta, graderías	41
Figura 16- Despiece columneta, graderías	41
Figura 17- Calculo mampostería. Graderías.....	41
Figura 18- Detalle cimentación graderías	42
Figura 19- Recomendación diseño elementos de muro.....	44
Figura 20- Pre-dimensionamiento muros de contención.....	44
Figura 21- Diseño estructural muro de contención	48
Figura 22- Modelado muro de tenis	52
Figura 23- Momentos muro de tenis	53
Figura 24- Geometría muro de tenis.....	53
Figura 25- Armadura columna muro de tenis.....	54
Figura 26- Armadura viga muro de tenis.....	54
Figura 27- Hoja de cálculo simplificada cimentación muro de tenis.....	55
Figura 28- Armadura zapatas, muro de tenis.....	58
Figura 29- Armadura viga de amarre, muro de tenis	58
Figura 30- Resumen cantidades de obra cancha múltiple y cancha de fútbol	59
Figura 31- Formato cantidades de obra	61
Figura 32- Resumen presupuesto cancha múltiple.....	62
Figura 33- Formato análisis precios unitarios	63

INDICE DE PLANOS

Plano 1- Localización campus USTA dentro de la ciudad de Tunja.....	15
Plano 2- Plano base construcción plan de desarrollo.	20
Plano 3- Localización Campus y Equipamientos de Educación Superior	22
Plano 4- Malla vial campus centro histórico, casa Tomasina y Avenida Universitaria.....	23
Plano 5- Usos de primer piso campus Centro histórico, Casa Tomasina y Avenida	24
Plano 6- Crecimiento histórico campus Centro Histórico y Avenida Universitaria .	24
Plano 7- Tipos de espacio campus Centro Histórico y Avenida Universitaria	25
Plano 8- Circulaciones Campus Centro Histórico y Avenida Universitaria.....	26
Plano 9- Señalización carrera 8 Kilómetros Universidad Santo Tomás	26
Plano 10- Corrección planos pisos 1, 2 y 3 biblioteca campus centro histórico.	27
Plano 11- Localización, distribución de la cancha múltiple e implantación de las canchas:	31
Plano 12- Planos estructurales cancha múltiple Avenida Universitaria.....	59

RESUMEN

Este documento describe las actividades realizadas durante la práctica empresarial “Plan de desarrollo de infraestructura física y tecnológica de la universidad Santo Tomás, seccional Tunja” desarrollada dentro del rango de gestión estratégica y prospectiva de los Departamentos de Planta Física y Planeación de la institución, en la cual se identifican y ordenan las diferentes acciones sobre el crecimiento de la Infraestructura Física de la universidad a partir de información cartográfica recopilada y definida en 31 planos que determinan; El área de influencia y acción de la universidad en torno a equipamientos de educación superior, las condiciones actuales de los elementos circundantes a los Campus, la accesibilidad e idoneidad de cada uno de los espacios ofrecidos por la Universidad, la oferta poblacional, el crecimiento histórico de la infraestructura y se prevén los posibles escenarios de expansión que permitan el apropiado uso de recursos destinados a la mejora y optimización de espacios dirigidos a la población académica, administrativa y municipal.

Adicionalmente, se realiza la descripción del replanteo asignado de los predios actualmente constituidos por una cancha de vóleybol playa y una cancha de fútbol 7, localizados en el costado sur oriental del campus avenida universitaria, con el fin de disponer una cancha múltiple con graderías de dos niveles, muro de tenis, y muro de contención para el talud adyacente a las graderías en el primero y en el segundo, grama sintética con rodadura asfáltica y graderías de tres niveles; Para lo cual se ejecuta el diseño estructural, presupuestal y cálculo de cantidades de obra de dichos elementos, en función de la apertura de invitación privada de licitación del proyecto.

PLANEACIÓN, GEOREFERENCIACIÓN, CARTOGRAFÍA, INFRAESTRUCTURA, LICITACIÓN.

ABSTRACT

This document describes the activities carried out during the practice "Plan for the development of physical and technological infrastructure of the Santo Tomás university, Tunja sectional" developed within the range of strategic and prospective management of the Physical Plant and Planning Departments of the institution, in which identifies and orders the different actions on the growth of the Physical Infrastructure of the university based on cartographic information compiled and defined in 31 blueprints that determine; The area of influence and action of the university around higher education equipments, the current conditions of the elements surrounding the Campus, the accessibility and suitability of each of the spaces offered by the University, the population offer, the historical growth of the infrastructure and the possible expansion scenarios that allow the appropriate use of resources destined to the improvement and optimization of spaces aimed at the academic, administrative and municipal population.

Additionally, is carried out the description of the assigned stakeout of the properties currently constituted by a beach volleyball court and a soccer field 4, located on the southeastern side of the university avenue campus, in order to have a multiple court with bleachers of two levels, tennis wall, and retaining wall for the slope adjacent to the stands in the first and second synthetic grass with asphalt rolling and three-level stands; For which the structural design, budget and calculation of quantities of work of said elements are executed, based on the opening of the private invitation to tender for the project.

PLANNING, GEOREFERENCE, CARTOGRAPHY, INFRASTRUCTURE,
BIDDING.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Santo Tomás seccional Tunja, institución de Educación Superior católica, acreditada nacional e internacionalmente, acoge, dentro de su estructura organizacional y misión humanista, la integración de la práctica empresarial “Plan de desarrollo de infraestructura física y tecnológica de la universidad Santo Tomás, seccional Tunja”, en solicitud a la gestión estratégica y prospectiva que caracteriza a los departamentos de Planta Física y Planeación de la Institución, encargados de la organización sistemática de las diferentes acciones sobre el crecimiento de la Infraestructura Física de la Universidad.

Esta práctica garantiza la validación e incorporación de los conocimientos teórico prácticos adquiridos durante la formación profesional como Ingeniero Civil, mediante la resolución de problemáticas enfocadas en diferentes áreas de la Ingeniería Civil tales como, planeación, organización y diseño de proyectos de construcción. Su ejecución se realiza a partir de noviembre del año 2021 hasta julio del año 2022 y se subdivide en dos escenarios principales; La construcción del Plan Maestro de Infraestructura física 2021-2031 y el diseño de la cancha múltiple y sintética proyectadas para sustituir la cancha de voleibol playa y fútbol 7 ubicadas en el costado sur oriental del campus Avenida Universitaria.

El primer escenario, la construcción del Plan Maestro de Infraestructura física, corresponde a la elaboración del elemento de consulta y detección de prioridades de intervención futuras, los tipos de edificios requeridos, los sistemas de circulación, los espacios de encuentro y la relación de la Universidad con el entorno urbano dentro de un horizonte de 10 años.

Para su ejecución, se hace necesario construir un marco referencial sobre el estado actual de la infraestructura, realizar el diagnóstico y análisis respecto al funcionamiento actual del estado de las construcciones y las expectativas de crecimiento de la Universidad.

El resultado corresponde a una revisión de la cartografía y datos suministrados por la Universidad (Departamento de Planta Física y Servicios Generales y el Departamento de Planeación y Desarrollo). Esta información fue corroborada visualmente con algunas mediciones detalladas, mediante recorridos por la planta física de la Universidad. Se definieron variables a partir de las cuales se organiza la información cartográfica para cada grupo de planos. El manejo de estos temas se ajusta y se combina según el campus y la escala.

En consecuencia, se realizan **31** planos correspondientes a: Localización, área de influencia, topografía, malla vial, parques y zonas verdes, área de ocupación, usos de primer piso, usos afines, transporte público, propietarios, crecimiento histórico, tipos de espacio, puntos de control y circulaciones.

A partir de ello, se determina y analiza el área de influencia y acción de la universidad en torno a equipamientos de educación superior, las condiciones actuales de los elementos circundantes a los campus, la accesibilidad e idoneidad de cada uno de los espacios ofrecidos por la Universidad, la oferta y crecimiento poblacional, el crecimiento histórico de la infraestructura y finalmente, se prevén y garantizan los posibles escenarios de expansión.

El segundo escenario, el diseño de la cancha múltiple y sintética proyectadas para sustituir la cancha de voleibol playa y futbol 7 ubicadas en el costado sur oriental del campus avenida universitaria, requiere el diseño estructural en diferentes sistemas de los elementos que componen cada una de las canchas.

La elaboración de la cancha múltiple compone, las memorias de cálculo y planos estructurales del diseño del pavimento flexible de la placa, el diseño de las graderías de dos niveles en mampostería confinada, el diseño de un muro de tenis en sistema porticado y un muro de contención para el talud adyacente a las graderías y la elaboración de la cancha sintética requiere el diseño de graderías de tres niveles en mampostería confinada, y la implantación del sistema de grama sintética con rodadura asfáltica propuesto por el proveedor "Pleximundo SAS".

Adicionalmente, se realiza el cálculo de cantidades de obra y el análisis de precios unitarios (APU's) para cada cancha y se dispone a la apertura de una invitación privada de licitación que garantiza su posterior construcción.

Estas actividades fueron realizadas bajo mentoría de docentes de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás Tunja en cuanto al área de pavimentos y geomática y tutorías externas en cuanto al área de estructuras, adicionalmente el trabajo se realiza mancomunadamente con el pasante de arquitectura, el profesional y el director de la Planta Física de la Universidad.

A continuación, se describen detalladamente los objetivos, zona de trabajo, actividades, aportes, impactos, conclusiones y recomendaciones presentes a lo largo de toda la pasantía empresarial.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Cooperar con las actividades que garantizan la correcta ejecución del plan de desarrollo de infraestructura física y tecnológica de la universidad santo Tomás, seccional Tunja durante la fase preliminar de la elaboración del marco referencial del diagnóstico del plan maestro y el diseño estructural de equipamientos deportivos asignados.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar la recopilación de información cartográfica que permita el diagnóstico de las condiciones, usos y funcionamiento académico de los campus centro histórico, casa Tomasina y avenida universitaria de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, con respecto a las construcciones y servicios adyacentes.

Estructurar y diseñar los proyectos de replanteo de equipamientos deportivos y demás elementos asociados al desarrollo de la Planta Física de la Universidad.

Desarrollar habilidades en los distintos Software de análisis, dimensionamiento estructural y organización de información geográfica.

Adquirir conocimientos que contribuyan a la optimización de procesos de desarrollo de infraestructura y tecnología en el departamento de Planta Física de la Universidad.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA O EMPRESA

La Universidad Santo Tomás “fue fundada por la Orden de Predicadores el 13 de junio de 1580, convirtiéndose en el primer claustro universitario del país; posterior a esto se fundó el Colegio Santo Tomás en el año 1608 y se fusionó con la Institución de estudios generales para formar el Colegio-Universidad Santo Tomás” [1].

Actualmente, se encuentra constituida por tres campus principales el campus Centro Histórico ubicado en la calle 19 11-64, el campus Avenida Universitaria ubicado en la Avenida Universitaria número 45 – 202 y el campus Casa Tomasina ubicado en la carrera novena número 20-21, señalados a continuación:

Plano 1- Localización campus USTA dentro de la ciudad de Tunja



Fuente: Elaboración Propia a partir de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

El primer edificio inaugurado dentro del campus centro histórico es el edificio Luis Carlos Perea A en 1996, seguido por el edificio Luis Carlos Perea B construido en 1.999, luego se consolidan las oficinas de la VUAD posteriormente, en el año 1998, construye el edificio San Alberto Magno y en 2002 es restaurado el Antiguo convento.

En 2003 se inaugura el edificio Giordano Bruno, la pista atlética, las canchas de tenis, baloncesto y microfútbol, en 2009, se realiza una ampliación al edificio Giordano Bruno cuya área comprende 930 metros cuadrados, en el 2018 se adquiere la casa Tomasina y en 2019, se inaugura el edificio Santo Domingo. [2, pp. 67-127].

Estas estructuras acogen a una población aproximada de 4.473 personas, entre estudiantes, docentes y administrativos.

La estructura organizativa de la institución se encuentra encabezada por la rectoría seccional y el consejo asesor con nueve divisiones encargadas de la gestión comercial, procesos legales y bienestar institucional. Se subdivide en dos consejos, el Consejo académico particular y el Consejo administrativo financiero particular y dos vicerrectorías.

La Vicerrectoría académica se divide en la estructura académica donde se regula la actividad de pregrados y posgrados presenciales y las unidades de apoyo de la estructura académica y la vicerrectoría administrativa financiera se divide en ocho departamentos que garantizan el manejo idóneo de los recursos económicos y humanos de la Universidad.

La institución basa su misión y visión inspirada en el pensamiento humanista de Santo Tomás de Aquino, cuyo principal objetivo es “promover la formación integral de las personas, en el campo de la educación superior, mediante acciones y procesos de enseñanza-aprendizaje, investigación y proyección social para que respondan de manera ética, creativa y crítica a las exigencias de la vida humana” [3].

Cabe resaltar, que la Institución ha logrado ser referente a nivel nacional e internacional de calidad educativa por la articulación eficaz y sistémica de sus funciones sustantivas, y sobre todo con su responsabilidad social.

Este reconocimiento público ha permitido la consecución de la acreditación Institucional Multicampus a partir del 29 de enero de 2016 o acreditación institucional de alta calidad en sedes y seccionales de 5 ciudades colombianas y la acreditación internacional otorgada por el Instituto Internacional para el Aseguramiento de la Calidad (IAC) por un periodo de 5 años a partir del 25 de junio de 2019 [4].

En general, las actividades de la práctica empresarial se ejecutan dentro de las inmediaciones del campus Centro Histórico en el tercer piso del edificio del antiguo convento, en la oficina del Departamento de Planta Física y Servicios Generales, desde noviembre del 2021 a marzo del 2022, donde se trata principalmente, la elaboración de la cartografía base que sirve como marco de referencia para la construcción del plan maestro.

Esta oficina dispone cubículos para el profesional, auxiliares y director de planta física, y una mesa de juntas que se acomoda para el trabajo de la pasantía empresarial.

A mediados de marzo se recibe el proyecto de diseño y replanteo de los equipamientos deportivos y dada su ubicación en el campus Avenida Universitaria, se ejecutan las actividades dentro de la oficina del Departamento de Planeación y Desarrollo, dispuesta en el cuarto piso del edificio Santo Domingo, aquí se realizan las primeras actividades de diseño, presupuesto y las visitas al campo del proyecto hasta el mes de abril.

Esta oficina dispone cubículos para los profesionales, auxiliares y directores de planeación, y una mesa de archivo que se acomoda para el trabajo de la pasantía empresarial.

Dado que, estas zonas no cuentan con un espacio específico y adecuado destinado al trabajo de los pasantes, y por situaciones económicas personales, las actividades posteriores se realizan en alternancia, con respectivo seguimiento, valoración y aprobación por parte del Arquitecto Edgar Eduardo Solano González.

3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Las funciones descritas a continuación corresponden a las ejecutadas dentro de los dos escenarios principales de la pasantía empresarial: La construcción del Plan Maestro de Infraestructura física 2021-2031 y el diseño de la cancha múltiple y sintética proyectadas para sustituir la cancha de voleibol playa y fútbol 7 ubicadas en el costado sur oriental del campus Avenida Universitaria.

Las cuales cumplen con los requerimientos proporcionados por el Departamento de Planta Física y Servicios Generales pactados previamente en la carta de solicitud de la empresa y aprobadas por el comité de grado de la facultad de ingeniería Civil, descritos como:

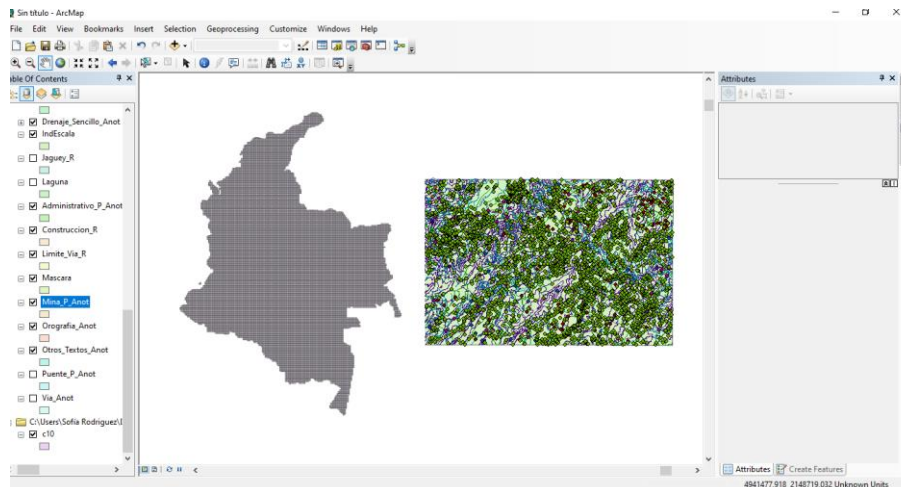
- La realización del diagnóstico y análisis respecto al estado actual de las construcciones y expectativas de crecimiento de la Universidad Santo Tomás, a partir de información cartográfica recopilada y definida en planos.
- La estructuración diseño de proyectos de replanteo de equipamientos deportivos y demás elementos asociados al desarrollo de la Planta Física de la Universidad

A continuación, se describen detalladamente cada uno de los escenarios principales a partir de sus requerimientos y actividades realizadas:

3.1 CONSTRUCCIÓN DEL PLAN MAESTRO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA 2021-2031

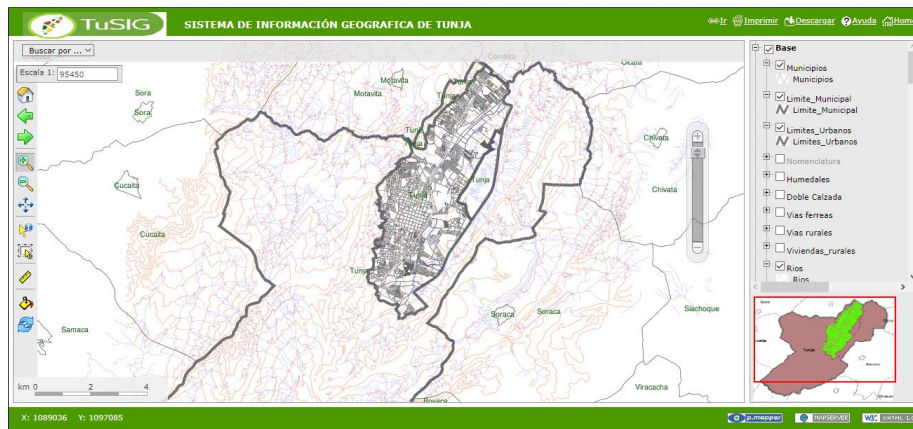
El resultado de la realización del diagnóstico y análisis del estado actual de las construcciones y expectativas de crecimiento de la universidad, **corresponde a una revisión de la cartografía y datos suministrados por la Universidad** (Departamento de Planta Física y Servicios Generales y el Departamento de Planeación y Desarrollo), **optimizados y organizados dentro de un plano base producto de la colaboración del docente e Ingeniero Civil, Néstor Iván Rojas Gamba, con una base de datos recopilada del portal de datos abiertos del IGAC, dispuestos en el Software ArcGIS y el sistema de información geográfica de Tunja mostrados a continuación:**

Figura 1- Construcción C-10 Colombia y Base de datos geográficos Tunja en ArcGIS.



Fuente: Rojas Gamba Néstor Iván, Docente Facultad de Ingeniería Civil a partir de Datos Abiertos del IGAC

Figura 2- Sistema de información geográfica de Tunja



Fuente: Alcaldía Mayor de Tunja

A partir de estas herramientas se realiza la construcción del plano base con el cual se organiza la información cartográfica para cada grupo de planos en el Software de diseño AutoCAD:

Plano 2- Plano base construcción plan de desarrollo.



Fuente: Propia a partir de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

Este plano permite la elaboración de un grupo de 31 planos, distinguidos en 3 escalas de información, señalados posteriormente:

Escala Tunja: Abarca la ciudad de Tunja, en esta escala se muestran simultáneamente las sedes y se incluyen otros centros universitarios como referencia. Esto determina el área mejor servida por educación superior en Tunja y el área de la ciudad que tiene más facilidad de acceso a los servicios de la USTA.

Escala de influencia PRM: Se establece un radio de influencia de aproximadamente 300 metros a partir de todos los bordes de las instalaciones de los campus, distancia determinada como área de influencia por el Decreto 430 de 2005 artículo 11, que trata “la definición del procedimiento para el estudio y aprobación de los planes de regularización y manejo” [5].

Escala de influencia Edificaciones: Incluye los predios, edificios y áreas libres privadas de las instalaciones de la Universidad en sus distintas sedes.

Tabla 1- Listado de planos

Escala	N°	Título
1. Tunja	1	Localización
	2	Delimitación del área de influencia Centro Histórico y Casa Tomasina
	3	Delimitación del área de influencia Avenida Universitaria
	4	Topografía Centro Histórico y Casa Tomasina
	5	Topografía Avenida Universitaria
	6	Malla Vial Centro Histórico y Casa Tomasina
	7	Malla Vial Avenida Universitaria
	8	Parques y zonas verdes Centro Histórico y Casa Tomasina
2. Área de influencia PRM	9	Parques y zonas verdes Avenida Universitaria
	10	Área de ocupación edificaciones Centro Histórico y Casa Tomasina
	11	Área de ocupación edificaciones Avenida Universitaria
	12	Usos primer piso Centro Histórico y Casa Tomasina
	13	Usos primer piso Avenida Universitaria
	14	Usos afines Centro Histórico y Casa Tomasina
	15	Usos afines Avenida Universitaria
	16	Transporte público Centro Histórico y Casa Tomasina
	17	Transporte público Avenida Universitaria
3. Edificaciones	18	Usos primer piso Centro Histórico y Casa Tomasina
	19	Usos primer piso Avenida Universitaria
	20	Propietarios Centro Histórico y Casa Tomasina
	21	Propietarios Avenida Universitaria
	22	Área ocupada Centro Histórico y Casa Tomasina
	23	Área ocupada Avenida Universitaria
	24	Crecimiento Histórico Centro Histórico y Casa Tomasina
	25	Crecimiento Histórico Avenida Universitaria
	26	Tipos de espacio Centro Histórico y Casa Tomasina
	27	Tipos de espacio Avenida Universitaria
	28	Puntos de Control Centro Histórico y Casa Tomasina
	29	Puntos de Control Avenida Universitaria
	30	Circulaciones Centro Histórico y Casa Tomasina
	31	Circulaciones Avenida Universitaria.

Fuente: Propia

A continuación, se muestran y describen únicamente los planos más relevantes dentro de la construcción del Plan Maestro, la totalidad de estos se encuentra en “Anexo E: Planos” y su análisis en “Anexo D: Detalles”

Plano 1, Localización:

Este plano define el área de influencia y acción de la universidad en torno a equipamientos de educación superior, a partir de él se logra identificar que, el campus centro Histórico y la Casa Tomasina adquieren mayor competencia con respecto a equipamientos de educación superior que el campus de la Avenida Universitaria, ya que se ubican en el área mejor servida por instituciones de educación superior en la ciudad.

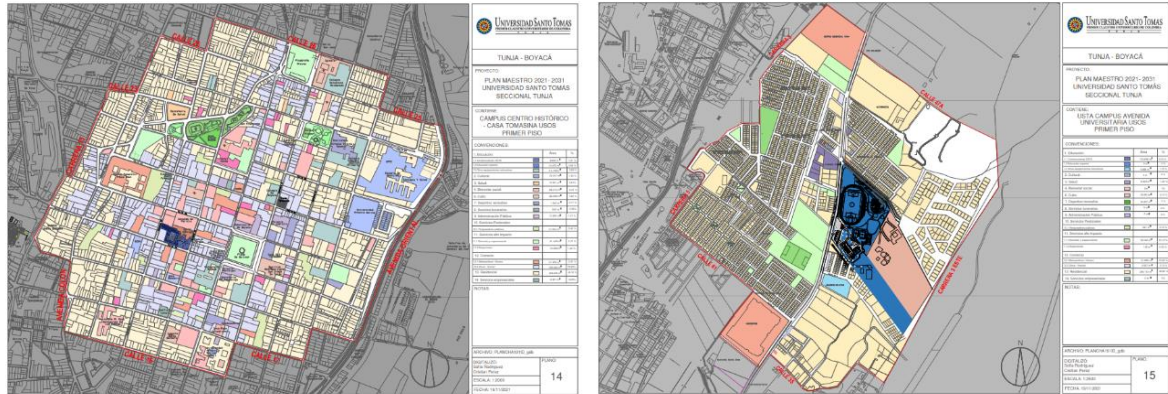
Por tanto, se deben resaltar los beneficios de cada uno de estos campus y adicionalmente dar utilidad a la ventaja competitiva que ofrece ser la única universidad en varios metros a la redonda al campus Avenida Universitaria, sus equipamientos campestres y jerarquía visual en cuanto a edificaciones.

Plano 3- Localización Campus y Equipamientos de Educación Superior



Fuente: Propia a partir de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

Plano 5- Usos de primer piso campus Centro histórico, Casa Tomasina y Avenida

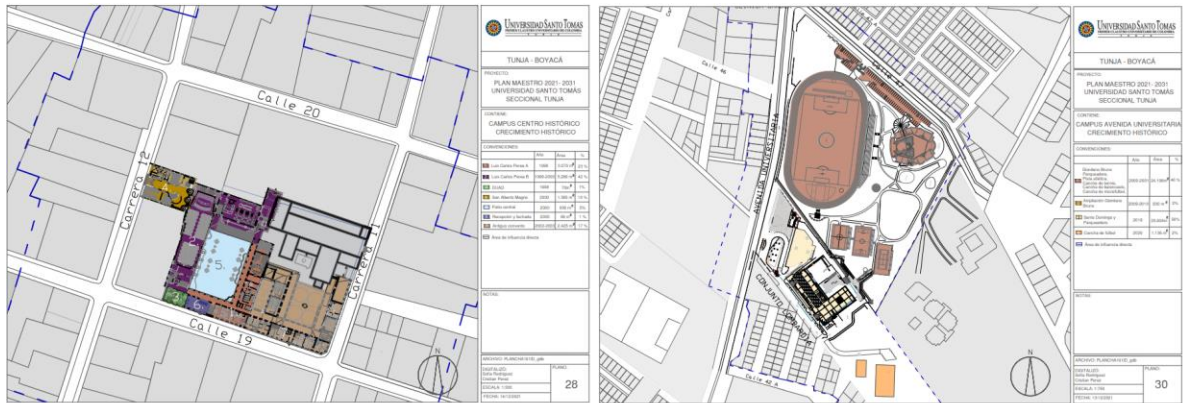


Fuente: Propia a partir de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

Planos 24 y 25, Crecimiento histórico campus centro histórico, casa Tomasina y Avenida Universitaria

Este plano identifica los años de construcción de cada construcción asociados con su área y población, con el fin de realizar el análisis del crecimiento de e identificar si existe la necesidad de construir otro campus por el crecimiento poblacional.

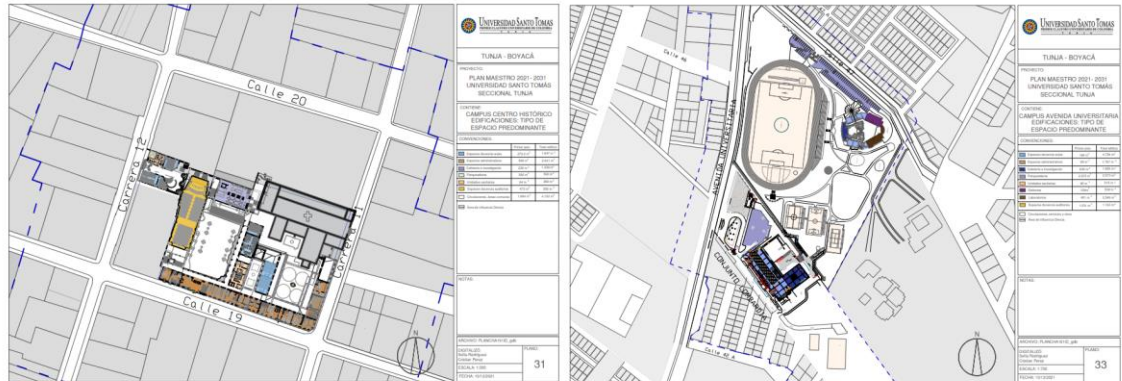
Plano 6- Crecimiento histórico campus Centro Histórico y Avenida Universitaria



Fuente: Propia a partir de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

Planos 26 y 27, Tipos de espacio campus centro histórico, casa Tomasina y Avenida Universitaria

Plano 7-Tipos de espacio campus Centro Histórico y Avenida Universitaria



Fuente: Propia a partir de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

Este plano agrupa cada uno de los espacios ofrecidos por la universidad, a partir de ello se determina la idoneidad y suficiencia de estos espacios con respecto a la población estudiantil y administrativa.

Para la construcción de este plano, fue necesario indagar en la base de datos de áreas individuales por edificación otorgada por el Departamento de Planta Física.

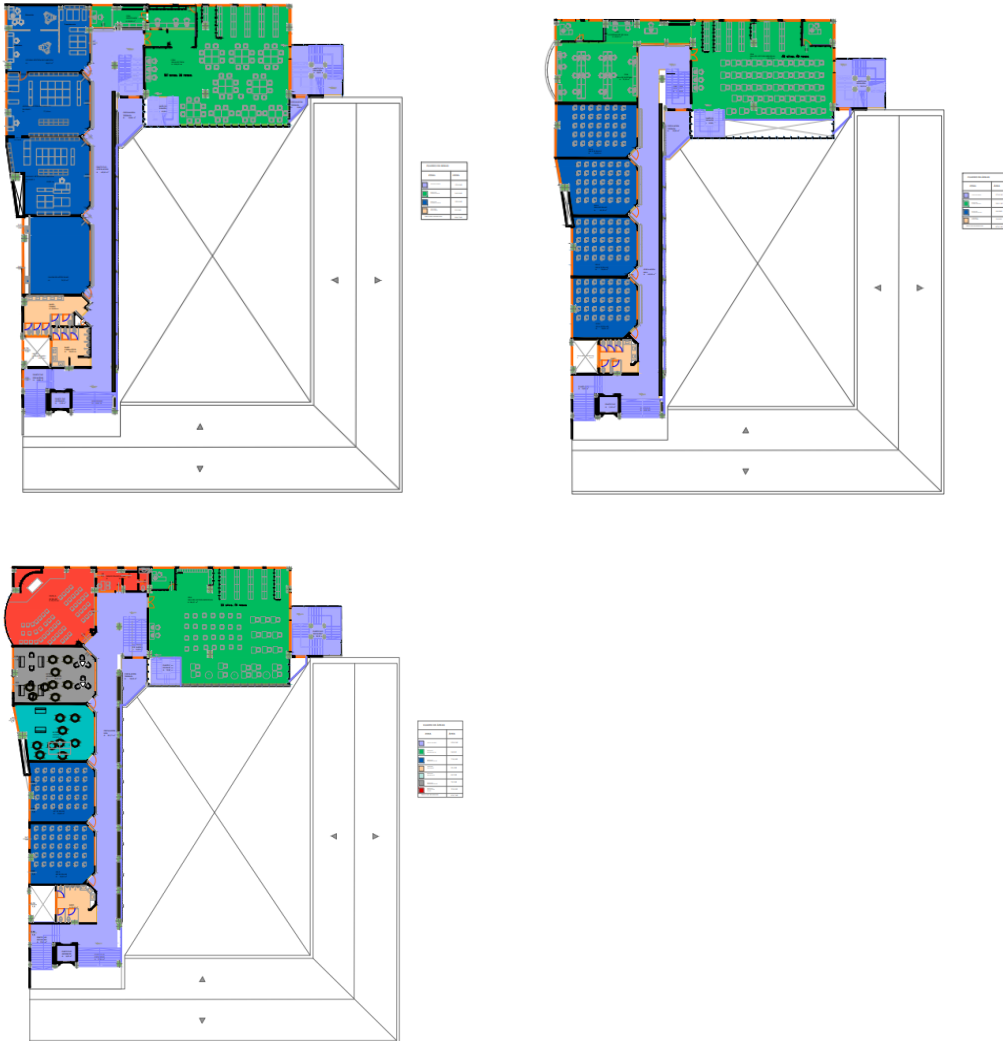
Planos 30 y 31, Circulaciones Campus centro histórico, casa Tomasina y Avenida Universitaria

Este plano muestra los diferentes espacios de circulación y permanencia presentes en los campus, aunque allí se identifican los espacios de circulación reglamentarios sin embargo la comunidad hace uso de senderos alternos para llegar a su destino.

Adicionalmente, se identifica que, en el campus centro histórico existe un déficit en las áreas comunes con respecto a los espacios de permanencia de los campus y en el campus Avenida Universitaria existe un porcentaje significativo de áreas comunes y equipamientos deportivos lo cual es una gran ventaja para la comunidad universitaria y un gran atractivo para los interesados en acceder a la oferta académica de la universidad.

La rectificación física de las medidas y posterior corrección de los planos correspondientes a los tres pisos de la biblioteca del campus centro histórico, por petición del Departamento Planta Física, dado que las medidas de los planos no coincidían con las medidas reales de la infraestructura, lo cual es obligatorio pues la biblioteca debe ser sometida a modificaciones.

Plano 10- Corrección planos pisos 1, 2 y 3 biblioteca campus centro histórico.



Fuente: Propia

En el “Anexo B: Fotografías” se encuentran fotografías relacionadas a la toma de medidas en la biblioteca que permitieron la corrección de estos planos; Cabe resaltar que los planos originales fueron otorgados por la arquitecta auxiliar del Departamento de Planta física

Adicionalmente, se realiza la toma de medidas del mobiliario faltante en diferentes partes de la infraestructura en los campus centro histórico, casa Tomasina y avenida universitaria, con el fin de realizar una cotización, estos corresponden a:

Figura 3- Descripción técnica mobiliario faltante en campus centro histórico, casa Tomasina y avenida universitaria.

COTIZACIONES UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA							
Elemento	Descripción Técnica	Cant	Unid	Medidas (m)		Foto	Plano
				Alto	Largo		
Celosía 1	Espaciamiento triangular en piso séptimo edificio Santo Domingo USTA Tunja Campus universitario, requiere celosía o persiana en aluminio, instalado.	1	unidad	0,83	2	Hipotenusa: 2.23	
Celosía 1	Espaciamiento triangular en piso séptimo edificio Santo Domingo USTA Tunja Campus universitario, requiere celosía o persiana en aluminio, instalado.	1	unidad	0,82	2,1	Hipotenusa: 2.23	
Vidrio Casa Tomasina	Espaciamiento rectangular "L" en segundo piso casa Tomasina, requiere vidrio esquinero templado 1mm, instalado con dilatadores en acero inoxidable.	1	unidad	1,95	Lado 1: 0,20	Lado 2: 0,25	
Vidrio Campus Centro	Espaciamiento circular en tercer piso campus centro histórico requiere cambio de vidrio, en vidrio crudo 5mm, instalado. Incluye retiro del existente.	1	unidad	1,8	1,85		
Vidrio puerta rectoría	Espaciamiento cuadrado en puerta en segundo piso campus centro histórico requiere vidrio en crudo 4mm, instalado.	1	unidad	0,33	0,35		
Vidrio ventana campus virtual	Espaciamiento rectangular en ventana en segundo piso campus centro histórico requiere vidrio en crudo 4mm, instalado.	1	unidad	0,37	0,35		
Vidrio escalera edificio Santi Domingo	Espaciamiento irregular en escalera en Edificio Santo Domingo requiere vidrio templado 1mm, instalado	1	unidad	0,75	1,05		
Vidrio pasillo 5to piso edificio Santo Domingo	Espaciamiento rectangular en baranda de pasillo en quinto piso campus Edificio Santo domingo requiere vidrio templado 1mm, instalado	1	unidad	0,82	1,2		

Fuente: Propia

Posteriormente se realiza la cotización con tres proveedores y se define el mejor ofertante a partir de un cuadro comparativo entre las propuestas, mostrado a continuación:

Tabla 2- Cuadro comparativo cotizaciones

COTIZACIONES CUADRO COMPARATIVO								
ELEMENTO	ACCERVID		UND	CANT	ALMA PROYECTOS		NELLY MOLANO	
	V/UNIT	V/TOTAL			V/UNIT	V/TOTAL	V/UNIT	V/TOTAL
Celosía 1	\$ 636.000	\$ 636.000	UND	1	\$ 950.000,00	\$ 950.000,00	\$ 1.257.000,00	\$ 1.257.000,00
Celosía 2	\$ 622.400	\$ 622.400	UND	1	\$ 950.000,00	\$ 950.000,00	\$ 1.257.000,00	\$ 1.257.000,00
Vidrio Casa Tomasina	\$ 820.000	\$ 820.000	UND	1	\$ 607.820,00	\$ 607.820,00	\$ 458.000,00	\$ 458.000,00
Vidrio Campus Centro	\$ 779.000	\$ 779.000	M2	3,705	\$ 201.400,00	\$ 746.187,00	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00
Vidrio puerta rectoría	\$ 12.700	\$ 12.700	UND	1	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
Vidrio ventana campus virtual	\$ 13.800	\$ 13.800	UND	1	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
Vidrio escalera edificio Santo Domingo	\$ 492.700	\$ 492.700	M2	0,788	\$ 450.000,00	\$ 354.375,00	\$ 612.000,00	\$ 612.000,00
Vidrio pasillo 5to piso edificio Santo Domingo	\$ 552.000	\$ 552.000	M2	0,984	\$ 450.000,00	\$ 442.800,00	\$ 550.000,00	\$ 550.000,00
SUBTOTAL		\$ 3.928.600			\$ 4.126.182		\$ 5.014.000,00	
IVA 19%		\$ 746.434			\$ 783.975		-	
TOTAL FINAL		\$ 4.675.034			\$ 4.910.157		\$ 5.014.000,00	
OBSERVACIONES	INCLUYE IVA Entrega del material en 15 días. Pago: Contra entrega			INCLUYE IVA Pago: 50% anticipo 50% contra entrega			NO INCLUYE IVA	

Fuente: Propia

Cada uno de los proponentes realiza una propuesta formal, detallada en el "ANEXO D: Detalles"

3.2 DISEÑO DE LA CANCHA MÚLTIPLE Y SINTÉTICA PROYECTADAS PARA SUSTITUIR LA CANCHA DE VOLEIBOL PLAYA Y FÚTBOL 7.

De acuerdo con las necesidades de Infraestructura de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, se realiza el replanteo de los predios actualmente constituidos por una cancha de vóleibol y una cancha de fútbol 7 localizados en el costado sur oriental del campus avenida universitaria.

Con el fin de disponer una cancha múltiple con graderías, muro de contención y muro de tenis, y una cancha de fútbol sintética, atendiendo a los criterios y condiciones reglamentarias del Ministerio del deporte, la NSR-10, el INVIAS y la AASHTO, en el siguiente predio:

Figura 4- Localización predio vista perfil

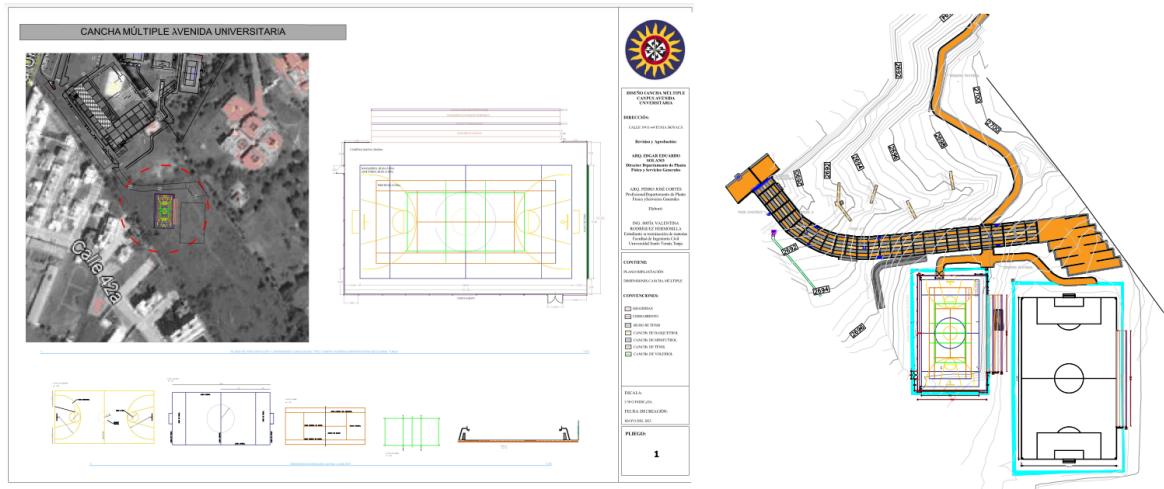


Fuente: Propia

A partir del manual de escenarios deportivos creado por el Ministerio de deporte durante el periodo 2016-2019 y documentos tipo del Departamento Nacional de Planeación Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas del 2015, se determinan los criterios de implementación para la cancha múltiple, cuyo promedio define las medidas y criterios que se asignarán al proyecto, y a partir de información proporcionada por el proveedor “Pleximundo SAS” se determinan los criterios de construcción de la cancha de fútbol sintética.

A continuación, se muestran los planos de localización, distribución de la cancha múltiple e implantación de las canchas:

Plano 11- Localización, distribución de la cancha múltiple e implantación de las canchas:



Fuente: Propia a partir de información suministrada por el Departamento de Planta Física USTA Tunja y, Google Earth Pro.

Posteriormente, se realiza el diseño estructural de los elementos requeridos dentro de las inmediaciones de las canchas, descritos a continuación:

DISEÑO PLACA EN PAVIMENTO FLEXIBLE, CANCHA MÚLTIPLE

El diseño se realiza a partir de ensayos proporcionados por la empresa GCI S.A.S. obtenidos a partir de apiques de avance de profundidad de 1,50 metros, de los cuales se extraen muestras representativas alteradas para determinar el contenido de humedad y clasificación de los diferentes estratos encontrados, la empresa realiza la extracción de muestras inalteradas para determinar el CBR y se realizan pruebas en campo mediante PDC.

En resumen, el apique más representativo dentro del área de influencia es el apique 1, del cual se identifica un suelo de material compuesto por limo plástico de color café, estado sólido, expansividad de moderada, Límite Plástico de 34%, Límite Líquido de 53%, Índice de Plasticidad de 18% y consistencia de pobre a regular.

Se aprecian valores bajos de humedad con un valor de 14%, esto por la presencia de estratos de limo plástico de consistencia pobre a regular. Se toma el CBR no sumergido de acuerdo con el estudio geotécnico y las características de lluvia y condiciones de baja humedad persistente en el sector, de esta forma y mediante el criterio del percentil, se determina un CBR de diseño de 8.3% [6].

Adicionalmente, para la realización del diseño según el método de la AASHTO 93 [7], se determinan los parámetros de: Tránsito de diseño, Precipitación, Desviación normal estándar, Error normal combinado, Nivel de servicialidad y modulo resiliente descritos a continuación:

Tabla 3- Parámetros de entrada diseño de placa según metodología AASHTO

Parámetro	Descripción
Tránsito de diseño, (NESE)	250.000 ejes equivalentes de 8,2 Ton en el carril de diseño durante 20 años
Precipitación	La temperatura media anual en Tunja se encuentra a 12.8 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 917 mm.
Desviación normal estándar, (Zr)	Suponiendo la placa como una vía local urbana se obtiene un valor de desviación normal estándar de 0.001
Error normal combinado, (So)	Recomendado para construcciones nuevas es de, So = 0.40.
Nivel de servicialidad, (Po,Pt)	Para pavimento flexible se recomienda una servicialidad inicial Po = 4.2 y una servicialidad final Pt = 2.0, obteniéndose una diferencia de nivel de servicialidad de, $\Delta IPS = 4.2 - 2.0 = 2.2$.
Modulo Resiliente	A partir de un CBR de 8,3 % se obtiene un módulo resiliente de 12.450 Psi-

Fuente: Propia

Para el cálculo del número estructural (S_n) en función de los espesores de capa se determina que la placa está compuesta únicamente por dos capas, una capa de rodadura y una sub- base granular, dado que las sollicitaciones de la placa no presentan condiciones críticas y cumplen con los criterios de diseño más bajos.

Para este precálculo se determina una capa de rodadura con un pavimento de mezcla densa en caliente, con lo cual se obtiene un coeficiente estructural de 0,44 para la misma, y para la subbase granular se obtiene un coeficiente estructural de 0,12.

Los valores de los coeficientes de drenaje, utilizados para las capas granulares se determinan de acuerdo con los niveles de precipitación, calidad de drenaje y considerando que el pavimento estará a niveles de humedad próximos a la saturación por lapsos cercanos al 15% del tiempo de exposición, además, la precipitación en el sitio es menor de 2000 mm/año, por tanto, se obtiene un coeficiente de drenaje de 1 en la capa de rodadura y en la sub- base granular.

A partir de estos parámetros, se utiliza el Software UC-AASHTO 93, para la obtención de los espesores reales de las capas de la placa, en resumen, este Software resuelve la ecuación mostrada a continuación, realizando una serie de iteraciones con los parámetros obtenidos.

Figura 5- Ecuación cálculo espesor de la losa

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.93 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.25 \times 10^{10}}{(D + 25.4)^{0.45}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left[\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left[0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right]$$

Fuente: UC-AASHTO,1993

En dónde;

W82 = Numero previsto de ejes equivalentes de 8,2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Zr = Desviación Normal estándar

So = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

Po= índice de servicialidad inicial

Pt = Índice de servicialidad o servicio final

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Mr= Módulo resiliente

Sn= Número estructural

ai= Coeficiente estructural

mi = Coeficiente de Drenaje

A continuación, se muestran las ventanas graficas más representativas empleadas durante el diseño de la placa en el Software UC-AASHTO 93:

Figura 6- Datos de entrada Software UC-AASHTO 93

Diseño de pavimentos FLEXIBLES

DATOS BASICOS

Tránsito, NESE : 250000 ...

Desviación normal estándar, Zr : 0.001 ...

Desviación estándar, So : 0.4 ...

Índice de servicio inicial, Po : 4,2 ...

Índice de servicio final, Pt : 2 ...

Módulo de resiliente (PSI), Mr : 12450 ...

Evaluación

SN 1.80 ...

Para calcular uno de los parámetros seleccione una de las opciones que aparece en el cuadro de evaluación e introduzca el valor del Número Estructural, SN, para dicha evaluación

Calcular Salir Cálculo de espesores

Número estructural calculado 1,80

Fuente: Propia a partir de UC-AASHTO,1993

Figura 7- Cálculo del número estructural en función de los espesores de capa

Cálculo de SN en función de los espesores de capa

DISEÑO DE ESPESORES

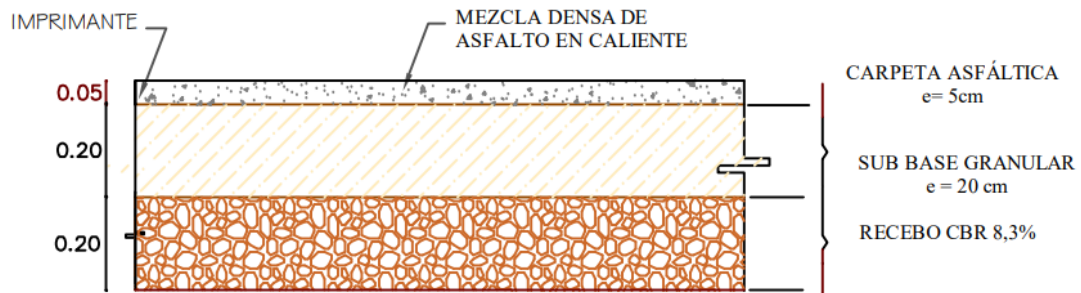
	ai	mi	hi	SNi	hfi
Capa de rodadura, CA :	0.44		50	0,87	
Capa 1 :	0.12	1	200	0,94	
Capa 2 :		1.00			
Capa 3 :		1.00			
Capa 4 :		1.00			

SUFICIENTE Número estructural calculado para las capas propuestas 1,81 Salir

Fuente: Propia a partir de UC-AASHTO,1993

Según el criterio de la AASHTO, el espesor de la capa de rodadura es de 50 mm = 5 cm y el de la subbase granular de 200 mm= 20 cm para un tránsito de 250000 ejes equivalentes de 8.2 toneladas:

Figura 8- Detalle placa en pavimento flexible



Fuente: Propia

Cabe anotar que, El tendido de la carpeta asfáltica se debe realizar en una sola capa de 2" (5 cm) de acuerdo con las especificaciones técnicas y con las características indicadas en ella. La subbase debe ser elaborada a partir de material selecto debidamente compactado a su 95% de su Máxima Densidad Seca, con un CBR de 40% como mínimo y con espesor de cada capa compactada de 25 cm como máximo, el estrato de compactación de cada capa no debe superar este valor y la subrasante será de material existente y en algunos tramos será material de reemplazo de acuerdo con los detalles, con un CBR de 20%.

DISEÑO GRADERÍAS, CANCHA MÚLTIPLE

Durante el diseño de esta estructura se realizan aproximadamente 3 modelos, cada uno con dimensiones distintas en huella, contrahuella y separación entre apoyos, sin embargo, únicamente será descrito el modelo final detalladamente:

El diseño de las estructuras en concreto se realiza de acuerdo con el título C de la NSR-10, sin embargo, se debe tener en cuenta que el sistema estructural a emplear es mampostería confinada, por tanto, se tienen en cuenta adicionalmente las distinciones del título D de la NSR-10.

Inicialmente, se realiza el pre-dimensionamiento de la losa y la separación entre apoyos, siguiendo las condiciones de la sección C.9.5.2.1 de la NSR-10 [8], referente al control de deflexiones que puedan ocurrir al nivel de carga de servicio en vigas y losas, para lo cual se emplea la tabla C.9.5 (a).

Teniendo en cuenta que el espesor mínimo que debe tener la losa es de 0.10 m, se plantea una separación entre apoyos de 2.5m; Los elementos presentan una condición de losas macizas en una dirección con un extremo continuo, por lo tanto, el procedimiento se realiza mediante la formula:

$$h = \frac{l}{24}$$
$$h = \frac{2.5}{24} = 0.10$$

Posteriormente, se realiza el pre-dimensionamiento de las vigas siguiendo las condiciones de la sección C.21.3.4 referente a los requisitos de diseño sismo resistente, la cual indica que, el ancho del elemento no de ser menor que 0.20 m, por tanto, se establecen unas dimensiones para las vigas de 0.20 x 0,15 m y de las columnas siguiendo las condiciones de la sección C.21.3.5, referente a las columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), en el apartado C.21.3.5.1, el cual restringe la dimensión menor de la columna a 0.20 m; Por tanto, se definen unas dimensiones iniciales para las columnas de 0.20 x 0.15.

Para la determinación de las cuantías y momentos de estos elementos se utiliza el Software de dimensionamiento y análisis estructural ETABS, principalmente, se definen las propiedades mecánicas de los materiales, conformando un concreto isotrópico de 3000 Psi, 24 kN/m³ y un módulo de elasticidad calculado como 3900*SQRT (21), es decir, 17872 MPa; El acero, como barras uniaxiales, con un peso de 76 kN/m³ y un módulo de elasticidad de 199.947 MPa y la mampostería de 1500 Psi, con un peso específico de 21 kN/m³.

Se definen las secciones anteriormente descritas de vigas, columnas y placa; Las combinaciones de carga, para lo cual se crean las principales cargas, viva, muerta, una carga de granizo y una carga sobre impuesta o supermuerta, con factores multiplicadores de 0, a excepción de la carga muerta 1, pues se le impone al peso del elemento, con el fin de no sobredimensionar las cargas

También se crea el espectro de respuesta teniendo en cuenta que Tunja se encuentra en una zona sísmica de intensidad intermedia según la figura A.2.3-1 de la norma NSR-10 Título, así, el valor de A_a. es de 0.20 y el de A_v. de 0.20, por tanto, el valor del coeficiente F_a. es de 1.4 y F_v. de 2.0 según la tabla A.2.4-3 y A.2.4-a y un coeficiente de importancia de 1 por estar dentro de un grupo de uso I según la tabla A.2.5-1. Así, se obtiene un espectro de respuesta con las siguientes características:

Figura 9- Parámetros espectro de respuesta Tunja, diseño ETABS

Function Name:

Function Damping Ratio:

Parameters

Effective Peak Acceleration, Aa:

Effective Peak Velocity, Av:

Reduced Effective Peak Acceleration, Ae:

Eff. Peak Accel. for Damage Threshold, Ad:

Group of Use:

Amplification Factor for Acceleration, Fa:

Amplification Factor for Velocity, Fv:

Define Function

Period	Acceleration
0	0.7
0.1	0.7
0.2	0.7
0.3	0.7
0.4	0.7
0.5	0.7

Plot Options

Linear X - Linear Y

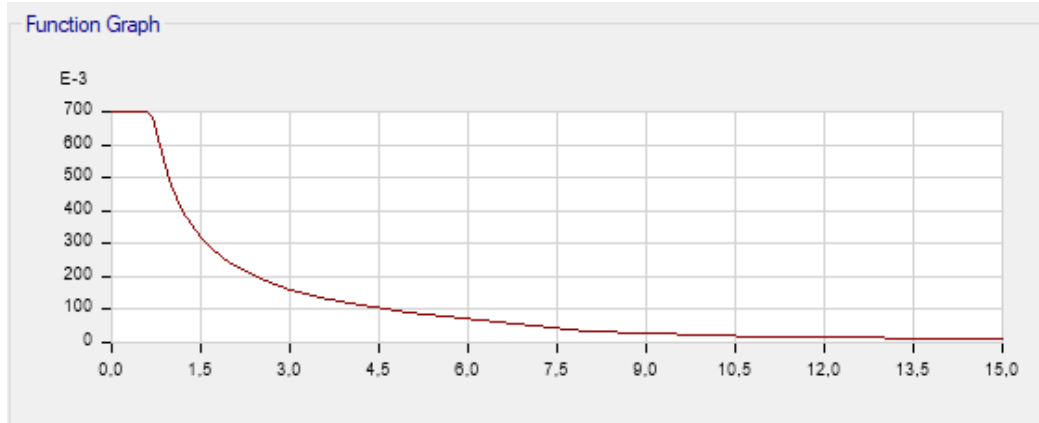
Linear X - Log Y

Log X - Linear Y

Log X - Log Y

Fuente: Propia

Figura 10- Espectro de respuesta Tunja, diseño ETABS



Fuente: Propia

Asimismo, se añaden los casos de carga espectrales referentes a la posibilidad de un sismo, de esta forma se simula un sismo con efecto ortogonal, es decir que no sucede en una sola dirección; Por tanto, se debe tener una combinación en x, y se debe tomar por lo menos el 30% de la carga de sismo de la otra dirección.

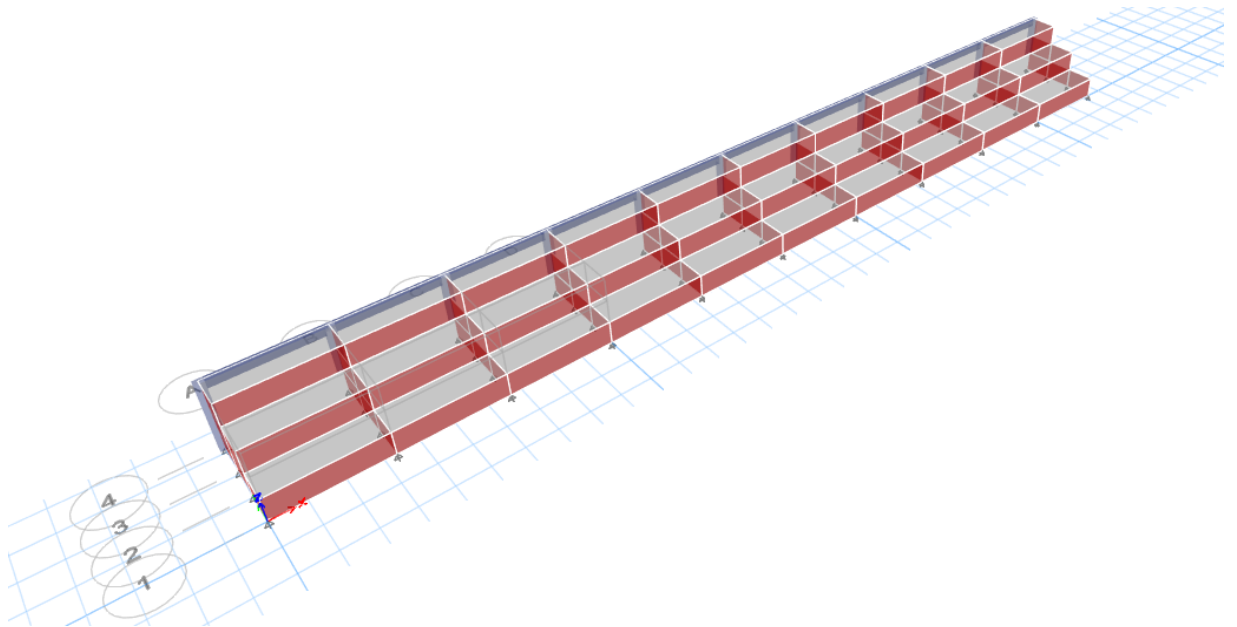
Adicionalmente, se determinan las posibilidades o combinaciones de carga que se pueden presentar en la estructura, es decir, la carga muerta, carga viva, carga de sismo, de granizo y además se determina la combinación de carga sísmica analizando si el elemento presenta irregularidades (efectos torsionales por cargas sísmicas).

En este caso, se considera que la estructura es regular, pues no presenta irregularidad torsional, ya que aparentemente ningún plano tiene mayor deformación que el otro, no tiene retrocesos de esquinas, desplazamientos o irregularidades de altura.

No obstante, se determina el R o coeficiente de capacidad de disipación de energía, para el sistema estructural de mampostería confinada, y se obtiene un R de 2, así, la carga sísmica, es igual a la fuerza sísmica (E) dividida en R . Sin embargo, el R obtenido es afectado por diferentes tipos de R , R en planta, R de altura, Rausencia de redundancia.

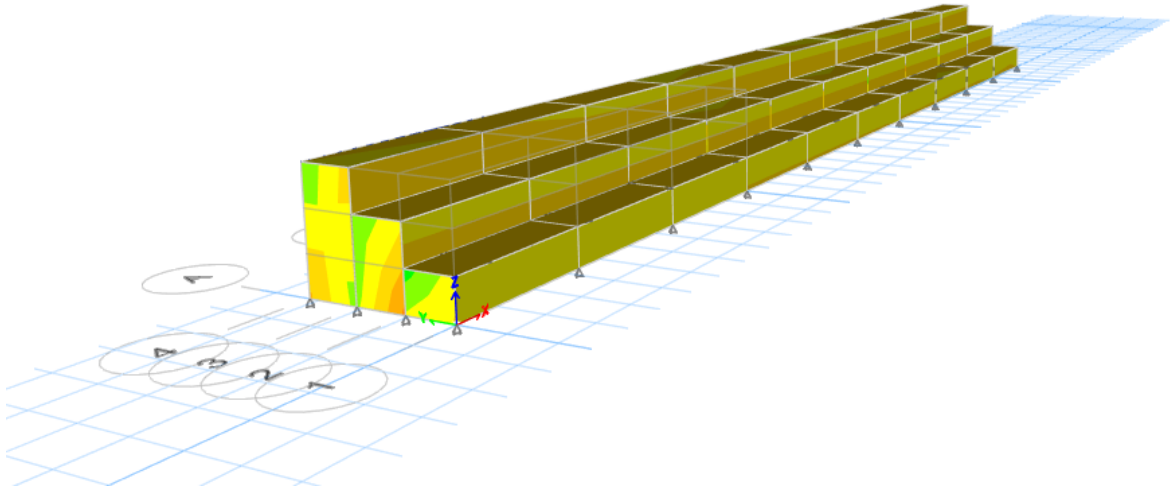
De esta manera, se obtiene el siguiente modelo, cuyos momentos se aplican posteriormente en el cálculo de aceros.

Figura 11- Modelo graderías en ETABS



Fuente: Propia

Figura 12-Momentos modelo ETABS



Fuente: Propia

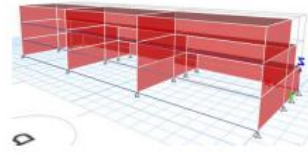
El combo con mayores momentos es el de 1,2D+1,6L, cuyo momento máximo es 0,0239 ton/m-m y momento mínimo es de -0.024. A partir de estos momentos se realiza el cálculo de aceros para cada uno de los elementos

En general se realiza el cálculo de acero teniendo en cuenta, la posición de los apoyos, las cuantías mínimas, máximas, necesarias, balanceadas, coeficientes, consideraciones, y finalmente se determina el área de acero y separación, para esto, se utiliza una hoja de cálculo base para el cálculo de acero en vigas, columna y placa, compuesta básicamente por los siguientes parámetros:

Figura 13- Hoja de cálculo aceros, graderías

CÁLCULO ACERO COLUMNETAS																				
Datos de Entrada																				
Simbolo	Descripción	Valor Unidades																		
F_c	Esfuerzo	21 Mpa																		
f_c	Límite d	420 Mpa																		
ϕ	Coeffici	0,9																		
b	Base	0,15 m																		
d	Altura ef	0,2 m																		
d'	Recubrir	0 m																		
h	Altura	0,2 m																		
1	Apoyo 1	0 m																		
Momentos																				
M	lento por	0,30 KN. m																		
Cortante																				
V_u	tante ulti	0,50 KN																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> $\rho_{min} = \frac{1}{25} \left(1 + \sqrt{\frac{200k}{f_c}} \right)$ </div> <div style="width: 30%;"> $\rho_{min} = 0,75 \rho_{min}$ </div> <div style="width: 30%;"> $\rho_{min} = \left(\frac{0,85 f_c A_c}{b_c} \right) \cdot \frac{600}{(600 + f_y)}$ </div> </div> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td>M=</td> <td>0,3</td> <td>KN. m</td> </tr> <tr> <td>ρ_{min}</td> <td>0,00333</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>ρ_{max}</td> <td>0,00000</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>ρ_{min}</td> <td>0,01594</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>ρ_{min}</td> <td>0,02125</td> <td>UN</td> </tr> <tr> <td>ρ_{min}</td> <td>0,003333333</td> <td>UN</td> </tr> </table>			M=	0,3	KN. m	ρ_{min}	0,00333	UN	ρ_{max}	0,00000	UN	ρ_{min}	0,01594	UN	ρ_{min}	0,02125	UN	ρ_{min}	0,003333333	UN
M=	0,3	KN. m																		
ρ_{min}	0,00333	UN																		
ρ_{max}	0,00000	UN																		
ρ_{min}	0,01594	UN																		
ρ_{min}	0,02125	UN																		
ρ_{min}	0,003333333	UN																		
COEFICIENTES																				
$k = \frac{M_u}{L^2}$	$m = \frac{L}{20}$																			
K=	0	Kpa																		
m=	23,52941176	UN																		
CONSIDERACIONES																				
$A_{s,max} = 0,025 \alpha \cdot t$ si $F_c' < 280$ $A_{s,min} \geq 0,01 \alpha \cdot t$																				

ÁREA DE ACERO Y SEPARACIÓN					
As	1	cm ²	Barra	Cantidad	V's (cm ²)
			4	2	2,53
	Área Restante		4	2	2,53
As	-4,07	cm ²			5,07
SEPARACIÓN					
Esp	3	LIN	Sep	5,955283473	



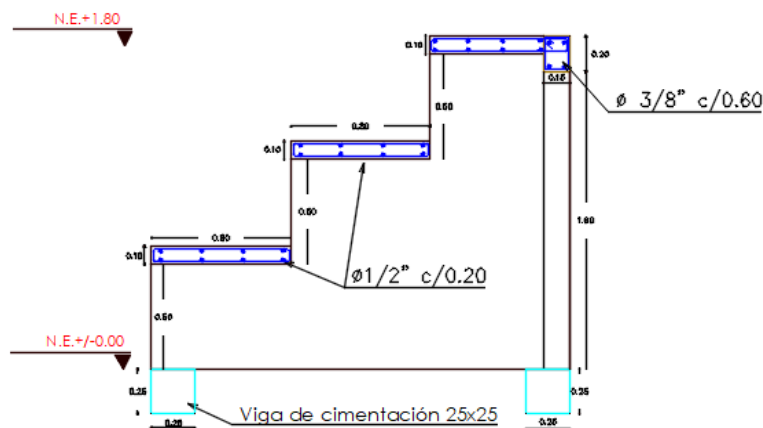
CÁLCULO DEL CORTANTE	
<p>CORTANTE DE DISEÑO</p> <p>Vu = 0,44 Kn</p>	<p>CORTANTE TOMADO POR EL CONCRETO</p> <p>$\phi V_c = 17,53 \text{ KN}$</p> <p>$\phi V_c \geq Vu$</p> <p>0,44 ≤</p> <p>No necesita refuerzo a cortante</p>
<p>CORTANTE TOMADO POR EL ACERO</p> <p>$\phi V_s = -17,09 \text{ Ton}$</p>	
<p>REVISIÓN DEL CORTANTE MÁXIMO TOMADO POR ACERO</p> <p>$\phi V_s \leq 9,07 \text{ Ton}$</p> <p>-17,09 ≤ 9,07 Ton</p> <p>Sección Insuficiente para Cortante</p>	

Fuente: Propia

Esta hoja de cálculo se utiliza para el cálculo de acero en los elementos diseñados posteriormente, tales como vigas y columnas del muro de tenis, será mencionada más adelante.

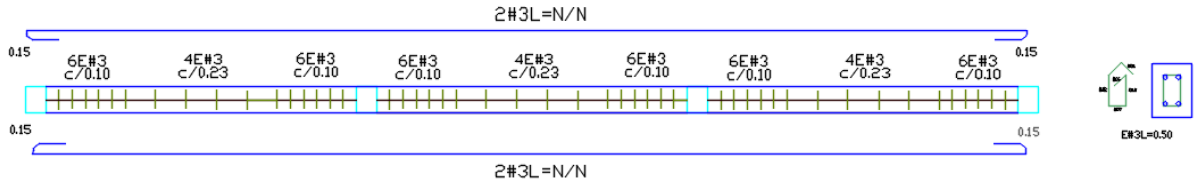
Para finalizar el diseño de esta estructura, se determina la cantidad de acero y separación de cada uno de los elementos, resumidos a continuación, en detalle:

Figura 14- Detalle graderías



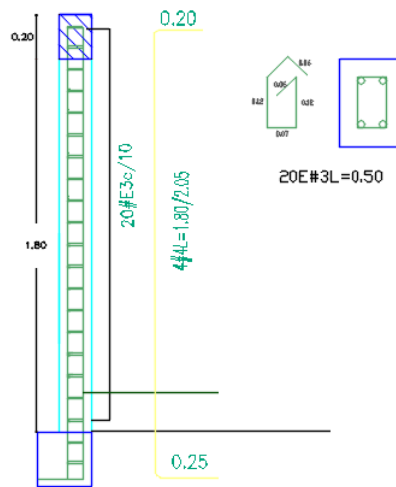
Fuente: Propia

Figura 15- Despiece vigueta, graderías



Fuente: Propia

Figura 16- Despiece columneta, graderías



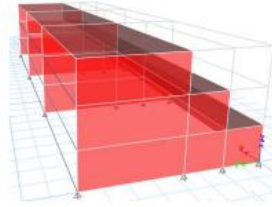
Fuente: Propia

En resumen, se necesitan 4 barras de acero número 3 cada 6 cm en vigas y columnas y 4 barras de acero número 4 en la parte superior e inferior de la placa cada 20 cm. Adicionalmente, se realiza el cálculo del muro de mampostería a partir de la siguiente hoja de cálculo la cual también se emplea en el cálculo de mampostería del muro de tenis:

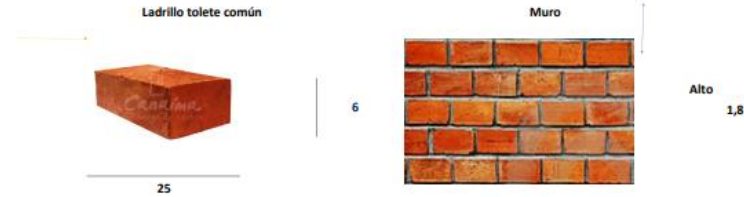
Figura 17- Calculo mampostería. Graderías

Calculo para m2 de muro y m3 mortero		
Medida pieza (cm)		m
Largo	25	0,25
Alto	6	0,06
Ancho	12	0,12

Largo muro	2,4	m
Alto muro	1,8	m
Junta en cm	1	0,01
Area Muro	4,32	m2



Longitud ladrillo + junta (m)		
0,25	0,01	0,26
0,06	0,01	0,07

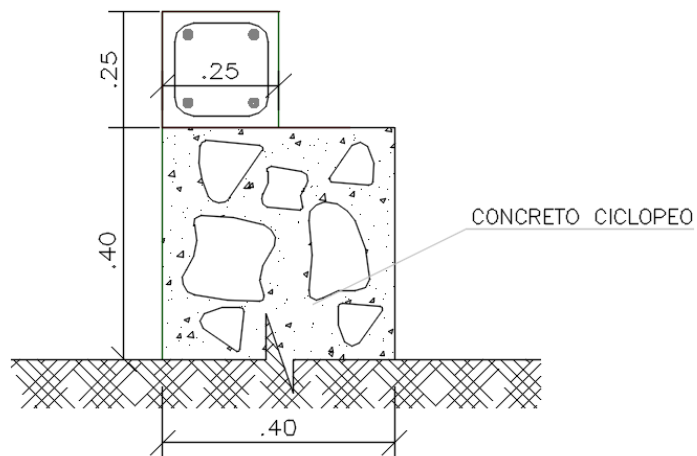


Area Ladrillo	Largo + junta	Alto + junta	Total
	0,26	0,07	0,0182
Cantidad de Ladrillo			
Número de Ladrillo	Area Muro/Area ladrillo	237,362637	237

Fuente: Propia

El dimensionamiento de la viga de cimentación se realiza según la tabla E.2.2-1, ya que el sistema estructural es mampostería confinada, teniendo en cuenta que, la viga de cimentación debe tener refuerzo longitudinal superior e inferior y estribos de confinamiento en toda su longitud. Por tanto, se determina una viga de 25 x 25 cm, con un acero longitudinal de 4 barras #3 y estribos número dos cada 20 cm.

Figura 18- Detalle cimentación graderías



Fuente: Propia

DISEÑO MURO DE CONTENCIÓN GRADERÍAS, CANCHA MÚLTIPLE

Debido a las presiones que deben soportar las graderías descritas anteriormente, las cuales solo permiten presiones horizontales, y en consecuencia a la presencia de arcillas expansivas contenidas en el suelo del talud que pueden presentar hinchamiento y aumentar los límites de plasticidad, es imprescindible la elaboración de una contención, de esta manera, se desarrolla el diseño del muro de contención para las graderías.

A partir del estudio geotécnico realizado por la empresa Global Civil en diciembre del 2019, en el cual son descritos los parámetros generales del proyecto “Muros de contención en el perímetro de las canchas campus universitario Universidad Santo Tomás Seccional Tunja” [9], junto a su ubicación, geología regional, distribución de sondeos, exploraciones de campo, ensayos, perfil estratigráfico.

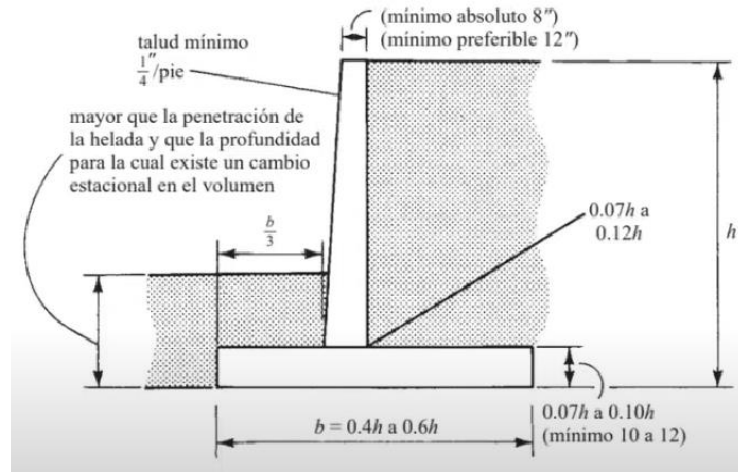
Se identifican los parámetros geotécnicos correspondientes al suelo que conforma el talud que debe ser sometido a contención (mostrado en la Figura 3). A continuación, se referencian los resultados obtenidos:

La metodología arrojó valores de cohesión variables entre 0,9 a 16,4 T/m^2 y un ángulo de fricción 21° a 35°, por lo cual se debe adoptar un valor conservativo de 15,0 T/m^2 como cohesión.

Inicialmente se dimensiona el muro siguiendo las recomendaciones establecidas por distintos autores tales como, Jack C. Mc Cormac y Russel H Brown [10], de esta forma se realiza un primer diseño del muro con los elementos básicos, punta talón, vástago, sin embargo, dadas las condiciones constructivas referentes a la cimentación de las graderías, se opta por realizar el muro en I, es decir, sin punta.

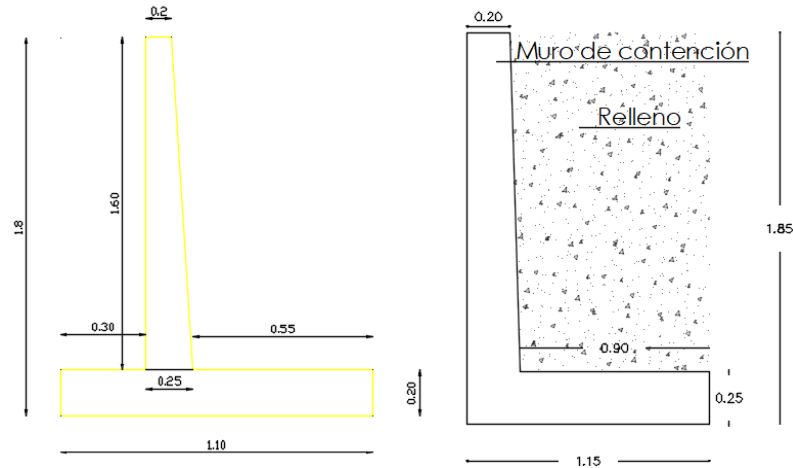
A continuación, se muestra el Pre-dimensionamiento de los dos tipos de muro, y el diseño del muro final:

Figura 19- Recomendación diseño elementos de muro



Fuente: Diseño de Concreto Reforzado Jack C. Mc Cormac y Russel H Brown

Figura 20- Pre-dimensionamiento muros de contención.



Fuente: Propia

El diseño cumple con las especificaciones de concreto de 3000 PSI y acero de 6000 PSI, de manera concisa, se describe el proceso de diseño del muro de contención final a continuación:

Se realiza el análisis de cargas estáticas tanto verticales como horizontales. Dentro de las cargas verticales se analiza el peso propio de la estructura de

concreto y el empuje vertical del relleno. Para la evaluación de las cargas horizontales, se tiene en cuenta el ángulo de fricción basada en la teoría de Rankine, en la profundidad por el peso propio y la actuación de las cargas a un tercio de la altura medida desde la base.

Tabla 4- Cargas verticales, muro de contención

peso propio del muro DC por m				
cargas permanentes DC				
Origen	área (m2)	peso (T)	Xo (m)	Mo (T*m/m)
DC1	0,313	0,75	0,625	0,47
DC2	0,135	0,324	0,075	0,02
DC3	0,36	0,864	0,25	0,22
Suma		1,94		0,71

peso propio del relleno EV				
cargas permanentes EV				
Origen	Área	peso	Xo	Mo (T*m/m)
EV5	1,62	3,08	0,8	2,46
EV6		0,81	0,8	0,65
Suma		3,89		3,11

Fuente: Propia

Con base en la teoría de Rankine y teniendo en cuenta que el empuje del suelo es para una condición sin fricción en el vástago, se calcula el coeficiente de presión activa a partir del ángulo de fricción interna de material de relleno, el cual es de 30°.

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\theta}{1 + \text{sen}\theta}$$

Tabla 5- Empuje activo del relleno

Ka	0,3073		coeficiente de presión activa
y	0,6833333	m	altura aplicación de la carga
σ_v	3,895	T/m2	presión vertical
σ_h	1,2	T/m2	presión horizontal
Ea	1,23	T/m	empuje activo

Fuente: Propia

Tabla 6-Empuje que ejerce la sobre carga

h'	0,47 m	altura equivalente
y	1,025 m	altura aplicación de la carga
σ_{hs}	0,28 T/m ²	presión horizontal
Es	0,57 T/m	empuje sobre carga

Fuente: Propia

Como complemento al diseño del muro de contención se realizan las comprobaciones de acuerdo con la tabla H.6.9-1 de la NSR.10, en donde se verifican las condiciones de factores de seguridad para deslizamiento, volcamiento y capacidad portante, se determina que cumple en cada una de las verificaciones.

Tabla 7- Verificación factor de seguridad volteo

Mo	1,4193033	T*m	MOMENTO DE VOLTEO
Rv	5,83	T	MOMENTOS RESISTENTES
MR	3,82	T*m	
FSV	2,69107385	CUMPLE	

Fuente: Propia

Tabla 8- Verificación factor de seguridad contra deslizamiento

M	0,36397023	
c'	10	
FSD	8,15155402	CUMPLE

Fuente: Propia

Tabla 9- Verificación excentricidad

e	0,21302837	m	excentricidad respecto a la base
q1	-9,42663667	T/m ²	cumple
q2	0,10503667	T/m ²	cumple

Fuente: Propia

No se tiene en cuenta la distancia resultante a la punta, pues es un muro en l.

Posteriormente, se realiza el diseño a flexión para el vástago y la zarpa, verificando que el cortante actuante sea menor al cortante resistente. Además, se debe garantizar que los momentos actuantes sean mayores al momento mínimo, de lo contrario se realiza el diseño basado en el momento mínimo por la ecuación 5.7.3.3.2-1 del título B de la NSR-10.

Con el fin de realizar el diseño estructural, se analizan los elementos como vigas en voladizo, diferenciados por las presiones soportadas por cada uno; El vástago está sometido a la presión del relleno y de la sobrecarga y el talón está sometido a la sobrecarga, al peso del material de relleno que se encuentra encima de él y a la presión del suelo.

Para efectuar el diseño por resistencia, se factorizan las presiones en condiciones de servicio según la tabla 5.3.1, bajo la combinación de cargas muertas y cargas vivas, considerando las presiones como las cargas vivas o cargas variables que son multiplicadas por un factor de carga de 1,6, y las cargas debidas a cargas muertas por un factor de carga de 1,2. Obteniendo las siguientes presiones:

Tabla 10- Presiones debidas a las cargas, muro de contención

PRESIÓN LATERAL VASTAGO			
Presión superior	0,28	x1,6	0,44245228
Presión inferior	1,47	x1,6	2,3572874
Presión inferior (Vástago)	1,33	x1,6	2,128
PRESIÓN VERTICAL EN EL TALÓN			
Presión -	4,92	x1,2	5,904
presión +	-0,10503667		
presión +	6,75776813		

Fuente: Propia

A partir de estas presiones se hallan los momentos de cada uno de los elementos del muro, se realiza el cálculo de cuantías y área de acero necesaria.

Teniendo en cuenta que el talón se encuentra en el suelo y en permanente contacto con él, se dispone un recubrimiento de 7,5 cm y que el vástago se encuentra expuesto a la intemperie, se dispone un recubrimiento de 5 cm; Obteniendo un refuerzo de 6 barras de acero #5 cada 25 cm para el vástago y 5 barras de acero #5 cada 20 cm para el talón o zarpa, el diseño estructural se muestra a continuación:

De la sección C.9.5. 2. 1, se tiene en cuenta la tabla C.9.5 (a) y del C.21.3.4, se tiene en cuenta el apartado C.21.3.4.1, la cual refiere que, el ancho del elemento no de ser menor que 20 cm.

Dado que el largo total del muro es de 15 metros, se realizan subdivisiones de 5 metros entre columnas, valor que corresponde a "l" como la luz máxima; Los elementos presentan una condición de vigas en una dirección con un extremo continuo, con esto se procede a realizar el Pre-dimensionamiento con la fórmula:

$$h = \frac{l}{18.5}$$

$$h = \frac{5}{18.5} = 0.27 \approx 0.30$$

A partir de esto se establecen unas dimensiones para las vigas de: 0.30*0.25 m, un área de 0.075 m^2 , se disponen 2 vigas con una distancia de 2 metros entre cada una, dentro de los cuatro metros de altura total del muro.

El pre-dimensionamiento de las columnas se lleva a cabo siguiendo las condiciones de la sección C.21.3.5, referente a las columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), en el apartado C.21.3.5.1, el cual restringe la dimensión menor de la columna a 25 cm.

Por tanto, se definen unas dimensiones iniciales para las columnas de 0.30 x 0.25 m teniendo en cuenta que esto puede presentar una variación de acuerdo con las cargas sísmicas aplicadas y a las cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales, presentes en el título B.

Se avalúan las cargas producidas por el peso propio de la estructura, cargas vivas por acciones deportivas, cargas sísmicas, por lo menos las referentes en las combinaciones básicas de carga; Sin embargo, en esta parte se avalúan las cargas muertas producidas por elementos no estructurales verticales, las demás cargas se avalúan en la construcción del modelo.

Se tiene un muro de mampostería maciza de arcilla sin pañetar, con un espesor de muro de 25 cm, por tanto, la carga en kN/m^2 es de $4,7 \text{ kN}/\text{m}^2$, así, la carga distribuida del muro se define como:

$$w_d = 2 * 0.47 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0.94 \text{ kN}/\text{m}$$

Con el fin de garantizar la seguridad estructural del muro de tenis, se determina el periodo fundamental aproximado, esto permite identificar la vibración máxima permisible de la estructura y asegurar las dimensiones adecuadas de los elementos estructurales que aporten la suficiente rigidez al pórtico y por tanto, resistencia sísmica.

Esto se determina calculando preliminarmente el periodo máximo permisible de la estructura con el coeficiente C_u , de acuerdo con la fórmula A.4.2-2 del título A de la NSR-10, cabe anotar que el valor de T no puede exceder $C_u * T_a$.

$$C_u = 1.75 - 1.2 A_v F_v$$

Los valores de A_v se obtienen de acuerdo la tabla A.2.3.-2 y F_v de acuerdo con el espectro de diseño y tipo de suelo; De esta manera, se tiene un valor de A_v de 0.20 para la ciudad de Tunja y un valor de F_v de 2, por tanto:

$$C_u = 1.75 - 1.2 * 0.2 * 2$$

$$C_u = 1.27$$

Ahora bien, el valor de T puede ser aproximado por medio de la ecuación A.4.2-3:

$$T_a = C_t * h^\alpha$$

Donde C_t y α tienen los valores dados en la tabla A.4.2-1

Para este caso el sistema estructural de resistencia sísmica consiste en pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las

fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, así, el valor de C_t es 0.047 y α es 0.9, así;

$$T_a = 0.047 * 4^{0.9}$$

$$T_a = 0.16$$

Sin embargo, con el fin de calcular el T máximo, se utiliza la formula $C_u * T_a$

$$T = C_u * T_a$$

$$T = 1.27 * 0.16$$

$$T = 0.20$$

El periodo máximo de vibración de la edificación es, 0,20, este valor no puede ser excedido en ninguna circunstancia y se verá contrastado con el periodo que arroja la estructura mediante el modelado.

Dado que el muro de tenis actúa como un pórtico de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES) en un sistema estructural de péndulo invertido, se obtiene un R de 2,5, con el fin de determinar las cargas sísmicas.

Así, la carga sísmica, es igual a la fuerza sísmica (E) dividida en R. Sin embargo, el R obtenido en la anterior tabla es afectado por diferentes tipos de R, R en planta, R de altura, Rausencia de redundancia y el R 0 que es el obtenido en la anterior tabla. Así se tiene que: Ren planta: 1, Raltura: 1, Rausencia de redundancia: 1, R0: 2

Es decir, la carga sísmica sería,

$$1/2,5 = 0,4 \text{ en } x$$

$$0,4 * 30\% = 0,12 \text{ en } y$$

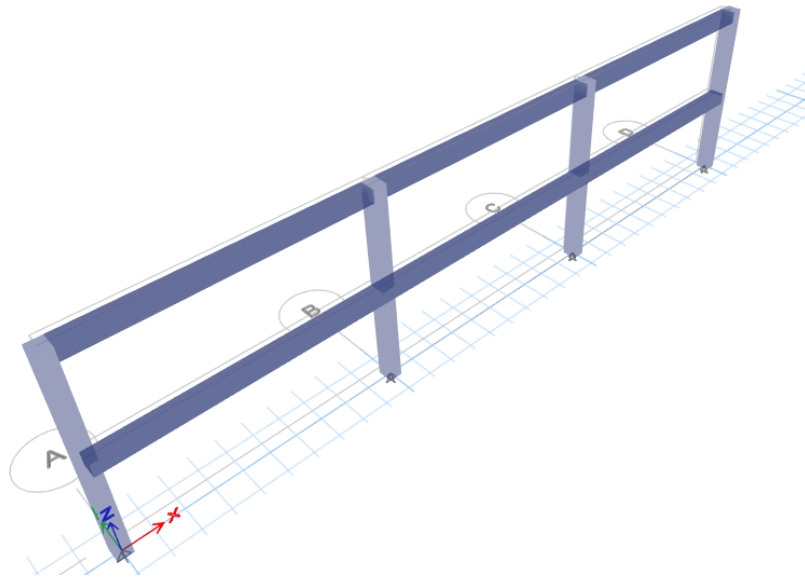
De esta manera se obtiene una combinación de carga de

$$0,9D+ 0,4 Ex+ 0,12 Ey$$

Adicionalmente se determina si el elemento presenta irregularidades (efectos torsionales por cargas sísmicas); se considera que la estructura es regular, ya que no presenta irregularidad torsional, ya que aparentemente ningún plano tiene mayor deformación que el otro, no tiene retrocesos de esquinas, desplazamientos o irregularidades de altura.

Así, se añaden estas combinaciones y demás solicitaciones de carga, con el fin de realizar el modelo mostrado a continuación:

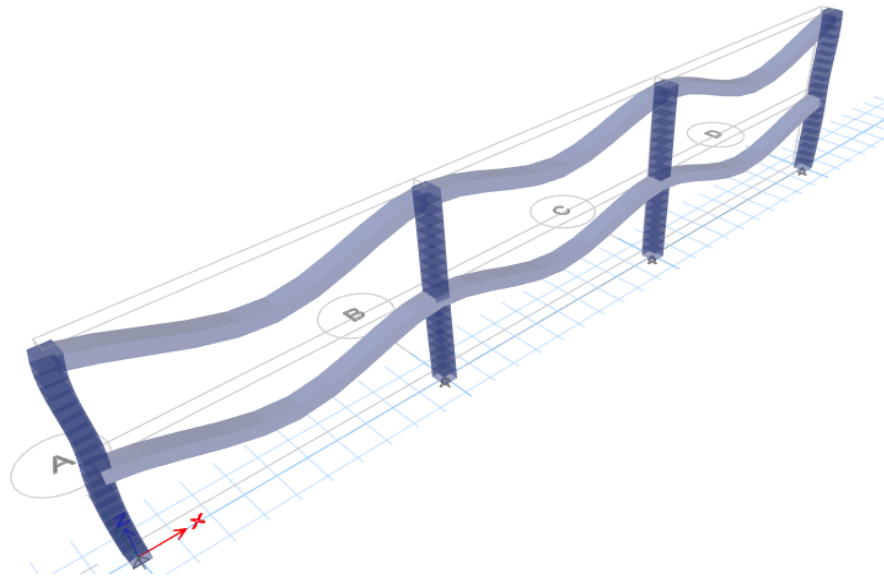
Figura 22- Modelado muro de tenis



Fuente: Propia

La definición de grilla, materiales, combinaciones de carga y espectro de respuesta se realiza exactamente igual que en el desarrollo de las graderías, así que se toman los mismos valores y procedimiento; Sin embargo, se definen nuevas secciones obtenidas del prediseño de columnas y vigas del pórtico y nuevas combinaciones de carga con respecto a la condición de péndulo invertido de la estructura.

Figura 23- Momentos muro de tenis

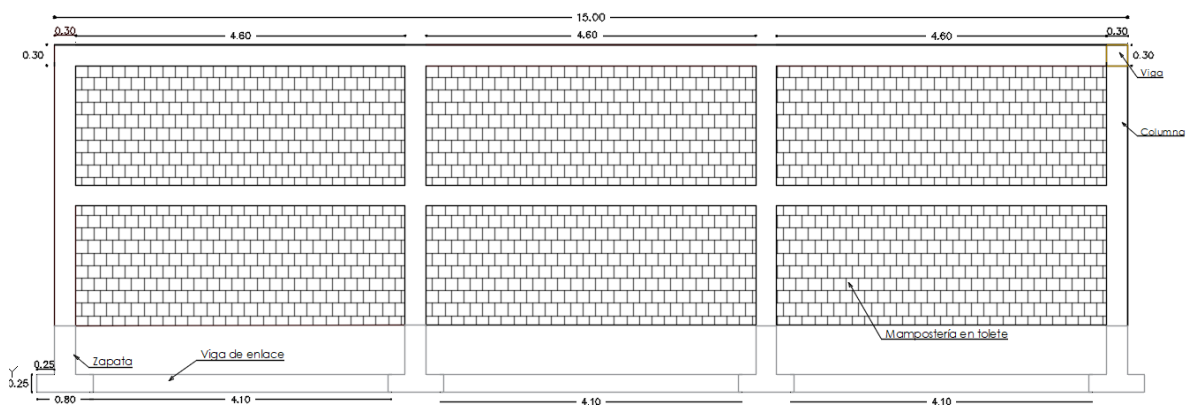


Fuente: Propia

Al asignar una carga de 0.25 tonf/m² se obtiene un momento máximo de 0,004107 ton/ m-m y un momento mínimo de -0.00417. A partir de estos momentos se realiza el cálculo de aceros para cada uno de los elementos.

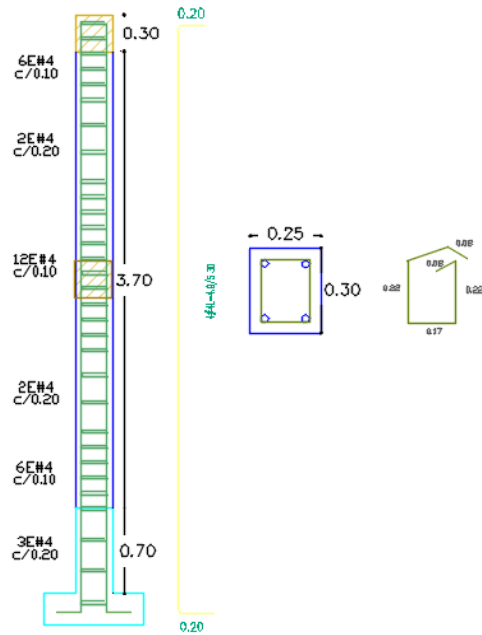
Y se obtienen cuantías mínimas lo que permite el uso de 4 barras de acero #4 cada 15 cm para vigas y columnas, despiezados a continuación:

Figura 24-Geometría muro de tenis



Fuente: Propia

Figura 25- Armadura columna muro de tenis



Fuente: Propia

Figura 26- Armadura viga muro de tenis



Fuente: Propia

Adicionalmente, se realiza el cálculo del muro en mampostería, para lo cual se obtiene un total 904 ladrillos para 1 muro (son 6) y 0,4293 m³ de volumen total de mortero por muro.

Dado que, el muro es una estructura que tiende al volcamiento, se diseñan adicionalmente, zapatas con viga de enlace como cimentación con el fin de mitigar los efectos de asentamientos diferenciales, las dimensiones iniciales se describen a continuación:

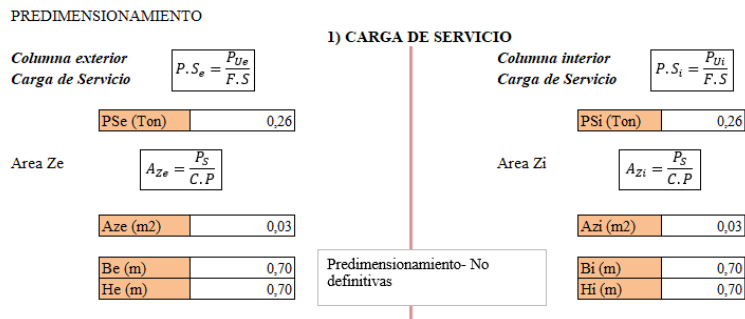
Tabla 11- Datos iniciales diseño de cimentación muro de tenis

Zapata		
Columna	be' (cm)	25
	he' (cm)	30
Con Carga última	P _{Ue} (Ton)	0,514
Distancia H1 (Centro a centro columna)		
Long. centro a centro columna	H ₁ (m)	4,1
Datos adicionales		
Capacidad Portante	C.P (Ton/m ²)	10
Factor seguridad	FS	2
Presión de contacto	Θ	0,7
Factor de reducción resistencia	∅	0,85
Concreto	f'c (Kgf/cm ²)	210
Acero	Fy (Kgf/cm ²)	4200
Espesor zapata	ez (m)	0,25
H zapata exterior	Hze (m)	0,7

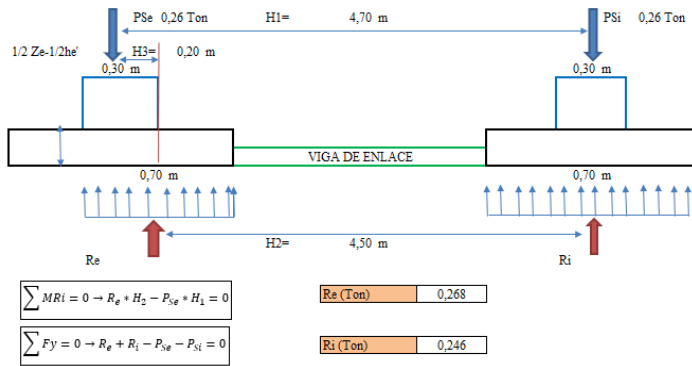
Fuente: Propia

El diseño se realiza teniendo en cuenta las cargas de servicio, reacciones del suelo, cargas mayoradas, esfuerzos de flexión, punzonamiento, momentos y cortante, este cálculo se muestra de manera detallada en el ANEXO D: memorias de cálculo, sin embargo, se muestra a continuación la hoja de cálculo base **simplificada** para el cálculo estructural de la cimentación:

Figura 27- Hoja de cálculo simplificada cimentación muro de tenis



2) REACCIONES DEL SUELO



3) RECALCULO DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS (DIMENSIONES REAL FINAL DE LAS ZAPATAS)

Zapata Exterior

Area Ze $A_{ze} = \frac{R_e}{C \cdot P}$

Aze (m2)	0,03
Be (m)	0,70
He (m)	0,70

0,038346032

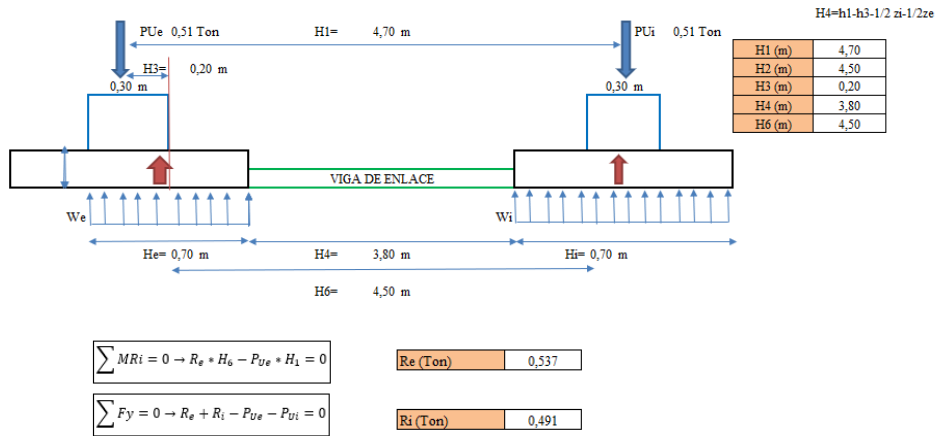
Zapata Interior

Area Zi $A_{zi} = \frac{R_i}{C \cdot P}$

Azi (m2)	0,02
Bi (m)	0,70
Hi (m)	0,70

0,156709214

4) DIAGRAMAS Y DISEÑO DE CIMENTACIÓN- PARA CARGAS MAYORADAS



Zapata Exterior

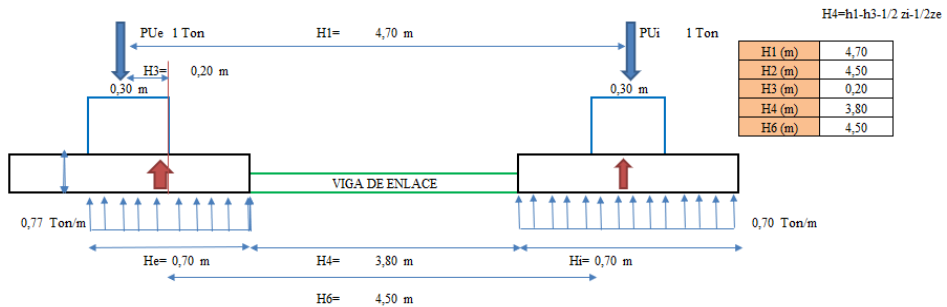
We $W_e = \frac{R_e}{H_e}$

We (Ton/m) 0,767

Zapata Interior

Wi $W_i = \frac{R_i}{H_i}$

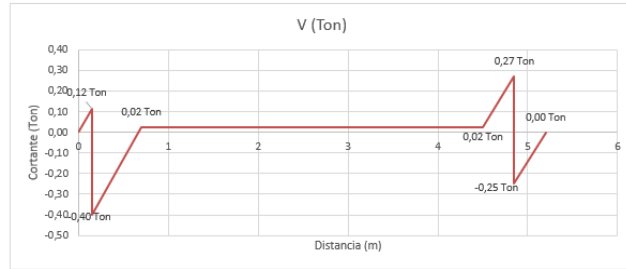
Wi (Ton/m) 0,702



Cortante

DATOS CORTANTE

	X (m)	V (Ton)
	0	0,00
V1	0,15	0,12
V2	0,15	-0,40
V3	0,7	0,02
	4,50	0,02
V4	4,85	0,27
V5	4,85	-0,25
V6	5,2	0,00
	X ₁ (m)	0,520
	X ₂ (m)	0,030



5) DISEÑO VIGA DE ENLACE

Su altura se asume igual al espesor de la zapata

Hvig (m)	0,250
dvig (m)	0,160

$$\phi * V_c = 0,53 * \phi * \sqrt{f'c} * b * d = V_3$$

Diagrama	V3 (Ton)	0,023
	V3 (Kgf)	22,844

Despejando b

$$b = \frac{V_3}{0,53 * \phi * \sqrt{f'c} * d}$$

b (cm)	0,219
--------	-------

Área del gráfico

Es conveniente que el espesor de la viga sea igual al ancho de la columna o al del pedestal, por esta razón se asume para este ejemplo un espesor de b=40 cm y se colocan solo estribos mínimos



Armadura Viga

b (cm)	25,000
--------	--------

M_s = Tomado diagrama momentos

$$k = \frac{M_{max}}{b * d^2}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 * f'c}$$

M _{viga} (Ton*m)	0,095
M _{viga} (Kgf*cm)	9480

k (Kgf/cm ²)	1,481319444
--------------------------	-------------

m	23,5294118
---	------------

$$\rho_1 = \frac{1}{m} * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2mk}{\phi * F_y}} \right]$$

$$\rho_2 = \frac{0,8 * \sqrt{f'c}}{F_y}$$

$$\rho_3 = \frac{14}{F_y}$$

ρ ₁	0,00041698
ρ ₂	0,00276026
ρ ₃	0,00333333

ρ diseño b	0,003333333
------------	-------------

6) DISEÑO ZAPATA INTERIOR

Cuadrada

B _i (m)=H _i (m)	0,70
---------------------------------------	------

ez (m)	0,25
d (m)	0,16

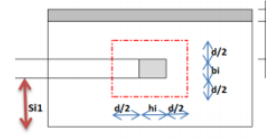
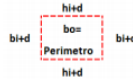
$$\delta_{ult} = C * P * FS$$

δ _{ult} (Ton/m ²)	20,00
δ _{ult} (Kgf/cm ²)	2,00

PUNZONAMIENTO

b_o=Perimetro de la zona crítica:

b _o (cm)	174,00
---------------------	--------



Área de punzonamiento $A_p = b_o * d$

A _p (cm ²)	2784,00
-----------------------------------	---------

$$V_u = \delta_{ult} * [H_i * B_i - (h_i' + d) * (b_i' + d)]$$

V _u (Ton)	6,03
----------------------	------

$$\phi * V_c = 1,10 * \phi * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

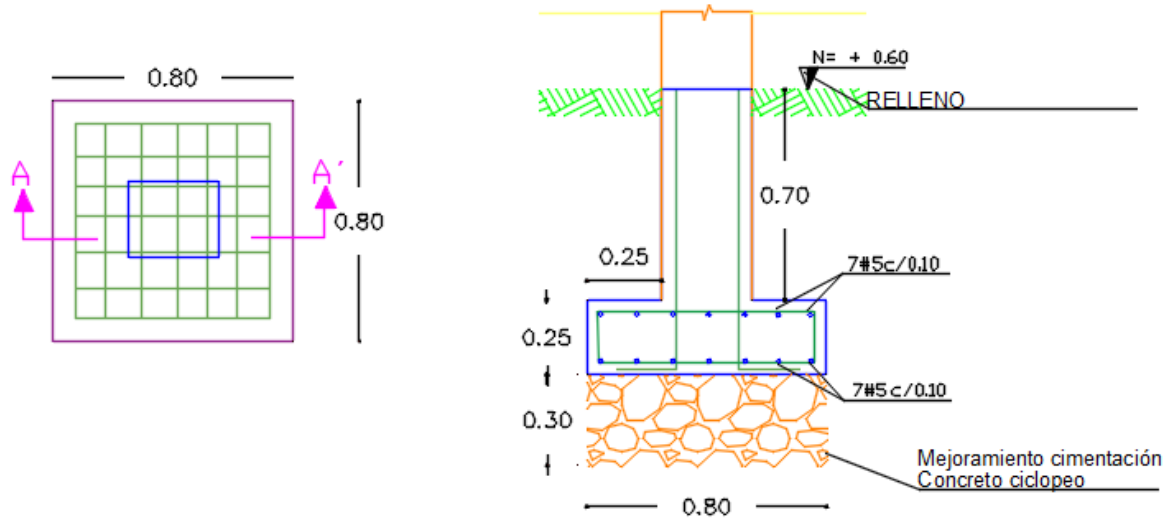
φV _c (Ton)	37,72
-----------------------	-------

$$\phi * V_c > V_u \quad | \quad 37,72 \text{ Ton} > 6,03 \text{ Ton} \quad \text{CUMPLE}$$

Fuente: Propia

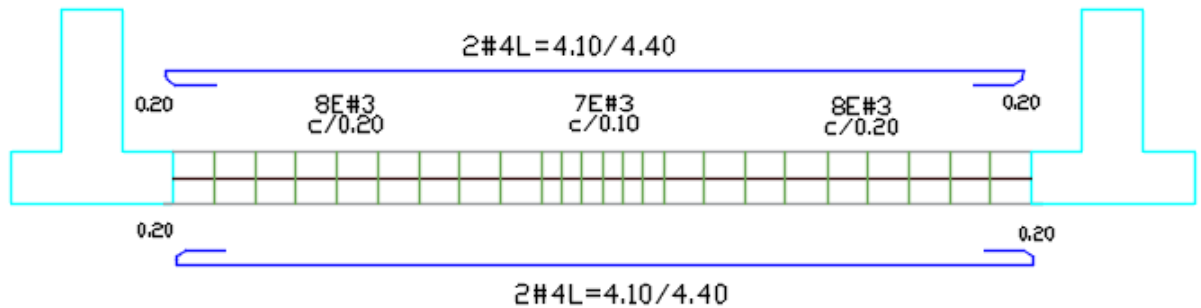
A continuación, se refleja el diseño estructural final de las zapatas y viga de cimentación:

Figura 28- Armadura zapatas, muro de tenis



Fuente: Propia

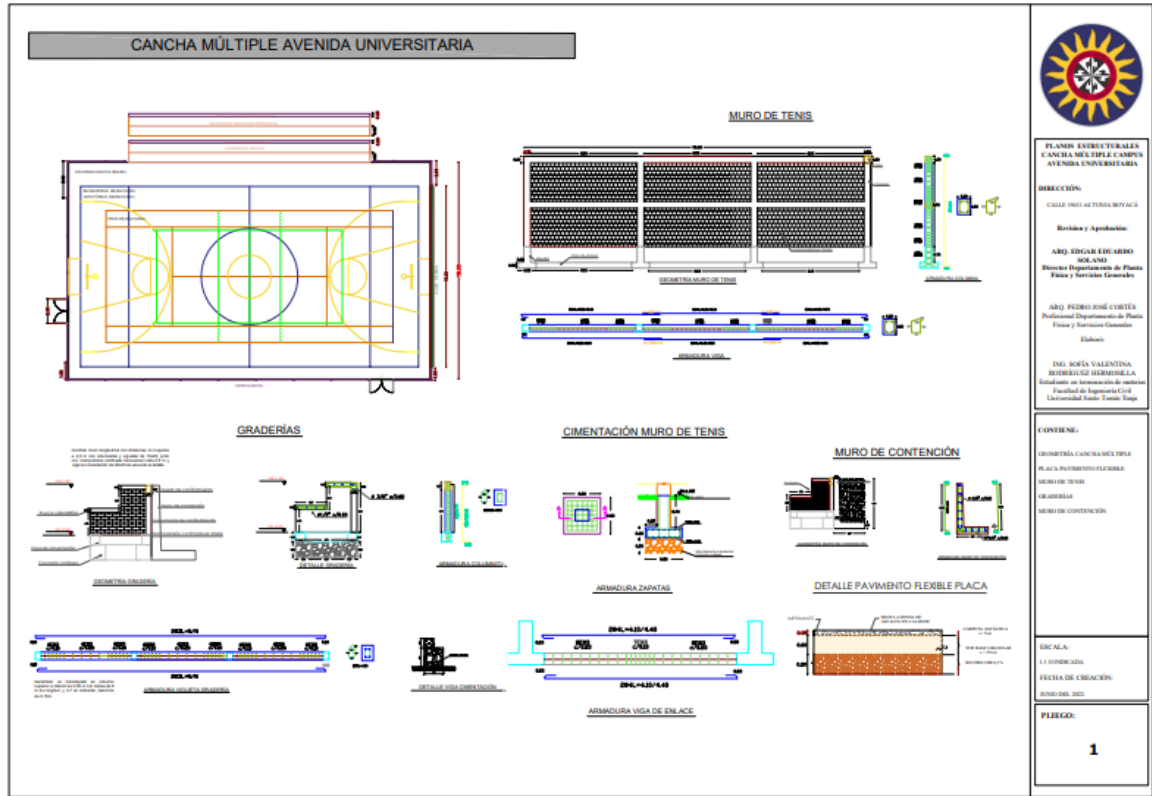
Figura 29- Armadura viga de amarre, muro de tenis



Fuente: Propia

Posteriormente, se realiza la construcción total de los planos estructurales del proyecto Cancha múltiple con, placa en pavimento flexible, graderías, muro de contención y muro de tenis. Cabe resaltar, que en la fase final del proyecto se decide realizar gradas de 2 escalones para la cancha múltiple y de tres para la cancha sintética.

Plano 12- Planos estructurales cancha múltiple Avenida Universitaria



Fuente: Propia

Para finalizar, se realiza el cálculo de cantidades de obra y análisis de precios unitarios a partir de los planos mostrados anteriormente y la información otorgada por la empresa “Pleximundo SAS”, dando como resultado:

Figura 30- Resumen cantidades de obra cancha múltiple y cancha de fútbol

INVITACIÓN PRIVADA PARA “LA CONTRUCCIÓN E ILUMINACIÓN DE UNA CANCHA MÚLTIPLE PARA EL CAMPUS AVENIDA UNIVERSITARIA” DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, SECCIONAL TUNJA.				
ESCENARIO	ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT
CANCHA MÚLTIPLE	1	PRELIMINARES		
	1,1	DESHINCADA Y DESMONTE POSTERÍA EN CONCRETO	UN	4,00
	1,2	DESMONTE MALLA CERRAMIENTO ACTUAL H: 5M. DICHO MATERIAL SE DEBE DESMONTAR PARA REUTILIZAR Y REUBICAR.	ML	396,00
	1,3	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M2	664,50
	1,4	APLICACIÓN DE HERBICIDA EN TERRENO DEL PROYECTO.	M2	840,00
	1,5	TRASIEGO DE MATERIALES	M3	721,30
	1,6	DEMOLICIÓN BASES DE TUBOS CANCHA VOLEÍBOL	UNID	2,00
	1,7	DEMOLICION DE APOYOS CERRAMIENTO Y RETIRO CILINDROS	UNID	25,00
	2	MOVIMIENTO DE TIERRA		
	2,1	DESCAPOTE COBERTURA VEGETAL	M2	437,00
	2,2	RECOLECCION DE ARENA BLANCA Y REUBICACION DENTRO DEL MISMO CAMPUS.	M2	286,00
	2,3	EXCAVACIÓN MECÁNICA TALUDES Y CANCHA.	M3	721,30

2,4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL T. 2400	M2	896,00
3	PLACA EN PAVIMENTO FLEXIBLE		
3,1	RECEBO COMPACTADO PARA BASE DE LA PLACA	M3	437,40
3,2	SUBBASE GRANULAR	M3	135,00
3,3	IMPRIMACIÓN	M3	10,80
3,4	CARPETA ASFÁLTICA (MDC-10) - E = 5cm	M3	27,00
3,5	RECUBRIMIENTO SINTÉTICO - SISTEMA PLEXIPAVE REFORZADO. INCLUYE DEMARCACIÓN REGLAMENTARIA TOTAL DE CANCHA DE TENIS, MUTO TENIS, BALONCESTO, MICROFUTBOL Y VOLEYBOL.	M2	540,00
4	GRADERIAS		
4,1	ACERO (420 Mpa)	KG	2.341,67
4,2	CONCRETO (3000 PSI)	M3	15,45
4,3	MAMPOSTERÍA	M2	118,08
5	MURO DE CONTENCIÓN GRADERIAS		
5,1	ACERO (420 Mpa)	KG	3.155,00
5,2	CONCRETO (3000 PSI)	M3	39,00
5,3	RELLENO AFIRMADO	M3	112,50
6	MURO DE TENIS		
6,1	ACERO (420 Mpa)	KG	706,22
6,2	CONCRETO (3000 PSI)	M3	6,80
6,3	MAMPOSTERÍA	M2	62,5
6,4	ACABADOS		
6,4,1	RECUBRIMIENTO SINTÉTICO - SISTEMA PLEXIPAVE REFORZADO. INCLUYE DEMARCACIÓN REGLAMETARIA TOTAL DE MURO DE TENIS.	M2	60
7	EQUIPAMIENTOS		
7,1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CANCHA MÓVIL - MICROFUTBOL Y BALONCESTO. INCLUYE MALLAS REGLAMENTARIAS Y TABLERO EN ACRÍLICO CRISTAL DE 1cm DE ESPESOR, DEMARCADO CON LINAS BLANCAS.	UN	2,00
7,2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CANCHA VOLEIBOL. INCLUYE MALLAS CON TUBOS, ANTENAS, SILLA DE JUEZ Y BANDERINES REGLAMENTARIAS.	UN	1,00
7,3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CANCHADE TENIS. INCLUYE MALLAS CON TUBOS Y BALL BASKET REGLAMENTARIAS.	UN	1,00
7,4	CONSTRUCCIÓN BASES PARA TUBOS DE VOLEIBOL Y TENIS REGLAMENTARIAS.	UN	4,00
8	CERRAMIENTO		
8,1	CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO 5M (INCLUYE 2 UNID DE PUERTAS)	ML	69,50
8,2	VIGA DE CIMENTACIÓN DE 30 X 30	ML	64,00
9	INSTALACIONES ELECTRICAS Y AFINES		
9,1	ACOMETIDA PARCIAL, ALAMBRE DE COBRE No. 8	ML	70
9,2	TABLERO TRIFÁSICO DE 24 CIRCUITOS	UN	1
9,3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LUMINARIAS	UN	6
9,4	SÁLIDA LÁMPARA TOMA PVC COMPLETA (MONOFÁSICA)	UN	2
10	FILTRO EXTERNO		
10,1	FILTRO PERIMETRAL (L) BORDES DE LA CANCHA	ML	73,00
10,2	CAJAS DE INSPECCION FILTRO	UN	5
11	MOVIMIENTO DE TIERRA		
11,1	EXCAVACION CON MAQUINARIA E = 20 cm (26 X 44) CANCHA Y GRADERIAS E= 1,80 (2,4*25)	M3	336,80
11,2	EXCAVACION MANUAL EN PERIMETRO 0,50 DE ANCHO Y CARGUE MANUAL DE MATERIAL EXCAVADO	M3	14,60
11,3	TRANS-TRASIEGO DE MATERIAL EXCAVADO MAQUINARIA	M3	336,80
12	PLACA CANCHA SINTÉTICA		
12,1	BASE SELECCIONADA B-400 E = 20 cm	M3	248,40
12,2	BASE SELECCIONADA B-600 E = 10 cm	M3	124,20
12,3	GEOTEXTIL NT-1600	M2	1.242,00
12,4	BORDILLO EN CONCRETO	ML	146,00
12,5	CANALETA PREFABRICADA	ML	46,00
12,6	IMPRIMACION CON EMULSION ASFALTICA	M2	1.242,00
12,7	RODADURA ASFALTICA EN 3 CMS	M2	1.242,00
12,8	GRAMA SINTETICA 50 mm	M2	1.242,00
13	GRADERIAS		
13,1	ACERO (420 Mpa)	KG	1766,736
13,2	CONCRETO (3000 PSI)	KG	22,89
13,3	MAMPOSTERÍA	M2	107,52
14	MURO DE CONTENCIÓN GRADERIAS		
14,1	ACERO (420 Mpa)	KG	3.245,20
14,2	CONCRETO (3000 PSI)	M3	52,78
14,3	RELLENO AFIRMADO	M3	112,00

Fuente: Propia en colaboración con Edgar Eduardo Solano Gonzalez, Director de Planta Física.

Estos items son especificados individualmente según sus dimensiones o peso, utilizando el formato mostrado a continuación (la totalidad de estos items se encuentra en ANEXO D, Cantidades de obra).

Figura 31- Formato cantidades de obra

CAPITULO: MURO DE TENIS							
ITEM	ACERO						UNIDAD
6,1,1	SUMINISTRO DE ACERO (429MPa), FIGURADO Y AMARRADO PARA ZAPATAS, VIGAS DE AMARRE, COLUMNAS Y VIGAS						KG
REFERENCIAS	DIMENSIONES						CANTIDADES
UBICACIÓN Y/O DESCRIPCIÓN	LONGITUD VARILLA	# BARRAS	LONGITUD TOTAL	MASA	PESO	HELEMENTOS	SUBTOTAL
ACERO #5 ZAPATA	1,90	1,00	1,90	1,55	2,95	80,00	235,60
ACERO #4 VIGA DE ENLACE	4,10	1,00	4,10	0,99	4,06	12,00	48,71
ESTRIBOS VIGA DE ENLACE #3	1,10			0,56	0,62	23,00	14,17
ACERO #4 VIGAS LONG 6M TRASLAPO,75	6,00	2,00	12,00	0,99	11,88	8,00	95,04
ACERO #4 VIGAS LONG 6M TRASLAPO,75	5,30	1,00	5,30	0,99	5,25	8,00	41,98
ESTRIBOS VIGA MURO #3	1,10			0,56	0,62	102,00	62,83
ACERO #4 COLUMNAS	4,60	1,00	4,60	0,99	4,55	16,00	72,86
ESTRIBOS COLUMNA MURO #4	1,10			0,99	1,09	124,00	135,04
TOTAL CANTIDADES DE OBRA							786,02
DIAGRAMA O FOTOGRAFIA ACOTADA DE CANTIDADES DE OBRA							

The diagrams illustrate the reinforcement details for various components of the tennis wall structure:

- ZAPATA:** Shows a cross-section of a foundation with dimensions 0.30m width and 0.70m height. It includes reinforcement bars and a sealant (SELLERNO).
- VIGAS:** Shows a cross-section of a beam with dimensions 0.30m width and 0.25m height, featuring four reinforcement bars.
- COLUMNAS:** Shows a cross-section of a column with dimensions 0.30m width and 0.25m height, featuring four reinforcement bars.
- ARMADURA VIGA DE ENLACE:** Shows the reinforcement layout for a beam with a length of 15m and a height of 4m. It details the spacing and arrangement of reinforcement bars.
- ARMADURA VIGA:** Shows the reinforcement layout for a beam with a length of 15m and a height of 4m, detailing the spacing and arrangement of reinforcement bars.

Fuente: Propia

Adicionalmente, se realiza el analisis de precios unitarios según equipos, materiales, mano de obra, transporte y ocasionalmente costos indirectos, utilizando el formato mostrado a continuación, (la totalidad de estos items se encuentra en ANEXO D, Presupuesto).

Figura 32- Resumen presupuesto cancha múltiple

INVITACIÓN PRIVADA PARA "LA CONTRUCCIÓN E ILUMINACIÓN DE UNA CANCHA MULTIPLE PARA EL CAMPUS AVENIDA UNIVERSITARIA" DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, SECCIONAL TUNJA.						
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR UNIT.	VR TOTAL PARCIAL	
PRELIMINARES						8.074.664,19
1						
1.1	DESHINCADA Y DESMONTE POSTERÍA EN CONCRETO	UN	4	\$ 71.881,95	\$	287.527,80
1.2	DESMONTE MALLA CERRAMIENTO ACTUAL H: 5M. DICHO MATERIAL SE DEBE DESMONTAR PARA REUTILIZAR Y REUBICAR.	ML	396,00	\$ 2.094,15	\$	829.283,40
1.3	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M2	777,60	\$ 2.043,73	\$	1.589.207,58
1.4	APLICACIÓN DE HERBICIDA EN TERRENO DEL PROYECTO.	M2	896,00	\$ 2.076,80	\$	1.860.810,49
1.5	TRASIEGO DE MATERIALES	M3	843,50	\$ 2.363,53	\$	1.993.635,30
1.6	DILUYCIÓN BASES UL: TUBUS, LANCHA VULUBUL	UNID	2,00	\$ 56.081,47	\$	112.162,93
1.7	DEMOLICION DE APOYOS CERRAMIENTO Y RETIRO CILINDROS	UNID	25,00	\$ 56.081,47	\$	1.402.036,68
MOVIMIENTO DE TIERRA						20.467.607,24
2						
2.1	DESCAPOTE COBERTURA VEGETAL	M2	432,60	\$ 5.759,96	\$	2.491.758,88
2.2	RECOLECCION DE ARENA BLANCA Y REUBICACION DENTRO DEL MISMO CAMPUS.	M2	286,00	\$ 9.183,10	\$	2.626.366,60
2.3	EXCAVACION MECÁNICA TALUDES Y CANCHA.	M3	843,50	\$ 18.133,90	\$	15.295.945,77
2.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL T. 2400	M2	896,00	\$ 59,75	\$	53.536,00
PLACA EN PAVIMENTO FLEXIBLE						34.058.227,363
3						
3.1	RECEBO COMPACTADO PARA BASE DE LA PLACA	M3	194,40	\$ 8.763,91	\$	1.703.704,744
3.2	SUBBASE GRANULAR	M3	160,00	\$ 76.593,11	\$	12.254.897,178
3.3	IMPRIMACIÓN	M2	640,00	\$ 6.218,32	\$	3.979.727,959
3.4	CARPETA ASFÁLTICA (MDC-10) - E = 5cm	M3	32,00	\$ 247.126,32	\$	7.908.042,282
3.5	RECUBRIMIENTO SINTÉTICO - SISTEMA PLEXIPAVE REFORZADO. INCLUYE DEMARCIÓN REGLAMENTARIA TOTAL DE CANCHA DE TENIS, MUTO TENIS, BALONCESTO, MICROFUTBOL Y VOLEYBOL.	M2	640,00	\$ 12.831,02	\$	8.211.855,199
GRADERÍAS						35.606.646,79
4						
ACERO						
4.1						
4.1.1	SUMINISTRO DE ACERO (420MPa), FIGURADO Y AMARRADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	KG	410,48	\$ 9.011,10	\$	3.698.880,06
4.1.2	SUMINISTRO DE ACERO (420MPa), FIGURADO Y AMARRADO PARA VIGUETA	KG	119,006	\$ 9.011,10	\$	1.072.370,89
4.1.3	SUMINISTRO DE ACERO (420MPa), FIGURADO Y AMARRADO PARA COLUMNETAS	KG	60,59	\$ 9.011,10	\$	545.974,66
4.1.4	SUMINISTRO DE ACERO (420MPa), FIGURADO Y AMARRADO PARA PLACA	KG	385,83	\$ 9.011,10	\$	3.476.752,30
4.2						
CONCRETO						
4.2.1	SOLADO EN CONCRETO SIMPLE, PARA CIMENTACIÓN 14 Mpa (2000PSI)	M3	12	\$ 43.587,43	\$	523.049,20
4.2.2	CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN 21 Mpa (3000PSI)	M3	9,55	\$ 727.945,47	\$	6.951.879,27
4.2.3	CONCRETO PREMEZCLADO PARA VIGAS 21 Mpa (3000PSI)	M3	1,5	\$ 727.945,47	\$	1.091.918,21
4.2.4	CONCRETO PREMEZCLADO PARA COLUMNETAS 21 Mpa (3000PSI)	M3	1,188	\$ 1.073.062,82	\$	1.274.798,63
4.2.5	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PLACAS 21 Mpa (3000PSI)	M3	12	\$ 1.006.145,94	\$	12.073.751,32
4.3						
MAMPOSTERIA						
4.3.1	MURO TOLETE COMUN E=0,06 mts.	M2	95,04	\$ 21.811,16	\$	2.072.932,83
4.3.2	MURO SEMIPRENSADO TIPO MAGUNCIA E=0,12 mts.	M2	120,00	\$ 23.536,16	\$	2.824.339,43
MURO DE CONTENCIÓN GRADERÍAS						37.024.582,87
5						
ACERO						
5.1						
5.1.1	SUMINISTRO DE ACERO (420MPa), FIGURADO Y AMARRADO PARA PUNTA, TALÓN, VASTAGO	KG	270,01	\$ 9.011,10	\$	2.433.084,48
5.2						
CONCRETO						
5.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PUNTA, TALÓN, VASTAGO 21 Mpa (3000PSI)	M3	42,00	\$ 727.945,47	\$	30.573.709,89
5.3						
4017788,5						
5.3.1	RELLENO CON MATERIAL DE AFIRMADO COMPACTADO PLANCHA VIBRADORA INCLUYE ACARREO	M3	55,00	\$ 73.050,70	\$	4.017.788,50
MURO DE TENIS						9.426.134,20
6						
ACERO						
6.1						
6.1.1	SUMINISTRO DE ACERO (420MPa), FIGURADO Y AMARRADO PARA ZAPATAS,VIGAS DE AMARRE, COLUMNAS Y VIGAS	KG	445,04	\$ 9.011,10	\$	4.010.258,29
6.2						
CONCRETO						
6.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO PARA ZAPATAS, VIGA DE ENLACE, COLUMNAS Y VIGAS 21 Mpa (3000PSI)	M3	4,91	\$ 727.945,47	\$	3.572.392,41
6.3						
MAMPOSTERIA						
6.3.1	MURO TOLETE COMUN E=0,25 mts	M2	60,00	\$ 17.165,19	\$	1.029.911,21
6.3.2	PAÑETE IMPERMEABILIZADO 1:3	M2	2,5	\$ 17.209,00	\$	43.710,86
6.4						
ACABADOS						
6.4.1	RECUBRIMIENTO SINTÉTICO - SISTEMA PLEXIPAVE REFORZADO. INCLUYE DEMARCIÓN REGLAMENTARIA TOTAL DE MURO DE TENIS.	M2	60	\$ 12.831,02	\$	769.861,42
EQUIPAMIENTOS						10.978.225,58
7						
7.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CANCHA MOVIBLE - MICRO FUTBOL Y BALONCESTO. INCLUYE MALLAS REGLAMENTARIAS Y TABLERO EN ACRÍLICO CRISTAL DE 1cm DE ESPESOR, DEMARCADO CON LINAS BLANCAS.	UN	2,00	\$ 5.033.700,00	\$	10.067.400,00
7.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CANCHA VOLEIBOL. INCLUYE MALLAS CON TUBOS, ANTENAS, SILLA DE JUEZ Y BANDERINES REGLAMENTARIAS.	UN	1,00	\$ 509.312,77	\$	509.312,77
7.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN CANCHA DE TENIS. INCLUYE MALLAS CON TUBOS Y BALL BASKET REGLAMENTARIAS.	UN	1,00	\$ 401.512,77	\$	401.512,77
7.4	CONSTRUCCIÓN BASES PARA TUBOS DE VOLEIBOL Y TENIS REGLAMENTARIAS.	UN	4,00	\$ 208.028,28	\$	832.113,11
8						
ENBARRIADO						76.105.941,77
8.1	CERRAMIENTO CONTRA IMPACTO SM (INCLUYE 2 UNID DE PUERTAS)	ML	64,00	\$ 1.033.063,00	\$	66.116.032,00
8.2	VIGA DE CIMENTACIÓN DE 30 X 30	ML	64,00	\$ 156.078,28	\$	9.989.009,77
INSTALACIONES ELECTRICAS Y AFINES						13.775.820,53
9						
9.1	ACOMETIDA PARCIAL, ALAMBRE DE COBRE No. 8	ML	70	\$ 27.582,81	\$	1.930.797,03
9.2	TABLERO TRIFÁSICO DE 24 CIRCUITOS	UN	1	\$ 483.656,04	\$	483.656,04
9.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LUMINARIAS	UN	6	\$ 1.841.551,66	\$	11.049.309,97
9.4	CABLE PARA TOMA DUC (TIMP) FTA (MONTAJE SIGA)	UN	7	\$ 156.078,74	\$	110.775,12
TOTAL					\$	246.349.063,61

Fuente: Propia

Figura 33- Formato análisis precios unitarios

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, SECCIONAL TUNJA					
CANCHA MÚLTIPLE AVENIDA UNIVERSITARIA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
UNIDAD EJECUTORA:	USTA TUNJA				
DIRECCIÓN TERRITORIAL:	Av. Universitaria Cll. 48 No. 1-235este Tunja-Boyacá				
CONTRATO No. DE	2022				
OBJETO DEL CONTRATO:	Suministro elementos mezcla densa en caliente tipo MDC-10				
FECHA CIERRE PROCESO DE SELECCIÓN CONTRATO DE OBRA:					
(Día) (Mes) (Año)					
CAPITULO:	3. Placa en pavimento flexible				
SUBCAPITULO:	3.4 Carpeta asfáltica MDC-10				
DATOS ESPECIFICOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD		
3.4	Carpeta asfáltica MDC-10	M3	32.0		
I. EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Cargador Potencia en el volante 125 hp, Clasificación de RPM del motor 2300	JN	\$ 155.243.77	30	\$ 5.174.79	
Computadora personal de Potencia 70 HP, peso de 13 kg	JN	\$ 101.622.22	10	\$ 10.162.22	
Compactor de Rodillo POTENCIA: 99HP, PESO: 8 ton	JN	\$ 37.446.67	10	\$ 3.744.67	
Planta de asfalto en caliente	JN	\$ 535.955.67	10	\$ 53.595.57	
Planta transitara	JN	\$ 434.741.00	30	\$ 14.491.00	
Retroexcavadora E-200 sobre orugas	JN	\$ 151.567.00	30	\$ 5.052.23	
Mo (Finisher), potencia en el volante 174 HP, R=2000H, velocidad de desplaza	JN	\$ 212.235.60	10	\$ 21.223.56	
Vaguetta 6 m3	JN	\$ 30.466.67	10	\$ 3.046.67	
Herramienta y Equipo Menor (% M.O)	%	0.111	\$ 8.761.00	\$ 891.96	
				\$ 127.111.79	
II. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Agregado Pétreo para Triturar (Crudo)	M3	1.40	\$ 21.201	\$ 29.681.56	
Agua	L1	25.00	\$ 44.200	\$ 1.105.00	
				\$ 30.786.56	
III. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	FP	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. PARCIAL
OBRERO (6)	\$ 220.031.16	1.85%	\$ 4.085.38	30	\$ 51.07
OFICIAL	\$ 55.207.79	1.85%	\$ 1.021.54	30	\$ 12.77
RASTRILLEROS	\$ 82.811.68	1.85%	\$ 1.532.07	30	\$ 16.16
					\$ 79.94
IV. TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NIEJADICIONES	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Transporte de Material Crudo de Rio	M3KM	1.4	353	1342.0	
transporte de Mezcla Densa en Caliente MDC-10	M3KM	1.25	959	1.198.75	
				\$ 2541.35	
COSTO DIRECTO	\$		160.471.64		
V. COSTOS INDIRECTOS					
DESCRIPCIÓN	T.P.S.F %		Vr. PARCIAL		
ADMINISTRACIÓN	18%		\$ 28.884.89		
IMPUESTOS	6%		\$ 14.442.45		
UTILIDAD	7%		\$ 12.033.73		
NA SOBRE UTILIDAD	19%		\$ 30.488.61		
			\$ 86.654.68		
VALOR UNITARIO TOTAL	\$		246.126.32		
VALOR TOTAL	\$		7.940.271		

Fuente: Propia

Se obtiene un presupuesto parcial de \$ 246.349.063,61 millones de pesos para la cancha múltiple y \$ 229.952.767 para la cancha de fútbol (valor proporcionado por Pleximundo SAS), sin embargo éste solo se tiene en cuenta como consulta pues, con la realización de las cantidades de obra, planos de implantación y estructurales se abre la invitación de licitación privada donde se determina la mejor oferta.

4. APORTES DEL TRABAJO

4.1 COGNITIVOS

Dado que el Departamento de Planta Física de la Universidad Santo Tomás ha abierto sus puertas en su mayoría a estudiantes del programa de arquitectura, se otorga una nueva ventaja estratégica a partir de la multidisciplinariedad que implica la ejecución de actividades en trabajo mancomunado entre ingenieros y arquitectos; De esta forma, el principal valor agregado es la perspectiva técnica y metódica en cuanto a la dinámica estructural que permite la elaboración de proyectos calificados y sobre todo perdurables que garantiza la presencia de un ingeniero civil profesional o en formación.

Dentro de la ejecución de actividades se prevé esta ventaja inicialmente dentro del escenario de elaboración de planos para el Plan Maestro, ya que estos no son analizados únicamente desde condiciones estéticas, sino desde su verdadera funcionalidad y cualidades técnicas, esto permite la simplificación de procesos selectivos futuros en cuanto a expansión y proyección a partir de la cartografía base realizada que separa usos y condiciones de las edificaciones adyacentes o circundantes a la Institución que son asequibles y que permiten el crecimiento y valoración del patrimonio neto de la Universidad.

En esta primera fase se contribuye directamente con el plano base actualizado y perfeccionado de cada una de las zonas de Tunja, el cual permite la identificación de variables que afectan directa o indirectamente la infraestructura de la institución y la implantación futura de distintos proyectos o edificaciones; Adicionalmente, cada uno de los planos que describen las condiciones actuales de los elementos que deben ser analizados dentro del desarrollo de espacios, perspectivas y el crecimiento en general de la Universidad.

Dentro del segundo escenario, el diseño de la cancha múltiple y de fútbol sintético, la contribución se hace más notoria, pues aquí se entregan instrumentos de desarrollo y diseño estructural completamente detallados y descritos a manera de guía, que permiten el desarrollo directo y simplificado de estructuras asociadas a equipamientos deportivos.

Aquí, se hace entrega de la memoria de cálculo completa, de la cancha múltiple en la cual se explica cada uno de los procedimientos concernientes al cálculo y

manejo de Software empleados en el diseño de, la placa en pavimento flexible, las graderías, el muro de tenis y el muro de contención.

Además, se hace entrega de las hojas de cálculo del muro de contención, cimentación del muro de tenis, y el cálculo de acero de cada uno de los elementos, los cuales se encuentran programados de tal forma que permiten el ingreso de valores iniciales y estos ejecutan los cálculos principales de cada una de estas estructuras, sin embargo, se aclara que son herramientas y no constituyen un único instrumento de diseño estructural.

Por otro lado, se entregan las hojas de cálculo y organización de cantidades de obra y análisis de precios unitarios, estos pueden ser utilizados como plantillas para el presupuesto de proyectos y la organización de cantidades de obra para apertura de licitaciones futuras.

Por último, se entregan los planos de implantación y planos estructurales del proyecto cancha múltiple y sus elementos, con el fin de su posterior construcción o instrumento de consulta.

Todos estos elementos permiten la optimización de los procesos y el apoyo en la reducción de la carga laboral de los profesionales que constituyen el Departamento de Planta Física y Planeación de la Universidad Santo Tomás Tunja

4.2A LA COMUNIDAD

Aunque no se tiene contacto físico con líderes sociales, comunales, o comunidades de la ciudad, el contacto se realiza de manera directa e indirecta con la comunidad de la Institución y sus directivos, a través de la formulación de proyectos enfocados a la misma.

El primer escenario (La construcción del plan maestro), tiene como principal objetivo mejorar las condiciones de los servicios ofrecidos por la Universidad, enfocados a la comunidad estudiantil, administrativa y local, esto se realiza a partir de la construcción de nuevas edificaciones que permiten el desarrollo de las actividades de la manera más adecuada y sustentable posible, pues, a partir de una infraestructura apropiada se habilita a la comunidad a establecer nuevos hábitos de vida que mejoran su salud mental, física, emocional, y en consecuencia

la de quienes les rodean, comenzando por el desarrollo académico, hasta el deportivo y social.

Exactamente se realiza el aporte de ideas en cuanto a la necesidad de parqueaderos de bicicletas, lo cual beneficia a la comunidad y al manejo de políticas sostenibles por parte de la Universidad; La necesidad de zonas verdes dentro del campus centro histórico y la organización de la bahía frontal del mismo, para esto se propone la implementación de estructuras formales de comercio dentro de las cuales se identifican espacios para plantas y espacios de descanso para la comunidad.

El segundo escenario (diseño de cancha múltiple y sintética) garantiza directamente la participación de la comunidad, pues se enfoca principalmente en la diversión y desarrollo físico de la comunidad estudiantil, además dentro del diseño se ha tenido en cuenta la posibilidad de implementar un modelo de organización que permita una construcción circular basada en la reutilización de los productos y subproductos de cada una de las actividades desempeñadas en obra.

En general, cada una de las labores realizadas permitieron el contacto indirecto con la comunidad y el medio ambiente, su ejecución fue basada en principios humanistas y políticas sostenibles, reguladas por los más altos estándares de calidad y dirigida desde una perspectiva que focaliza su visión en el crecimiento recíproco entre el medio ambiente y la infraestructura, dando como resultado adicional el crecimiento económico y la potenciación de cualidades de la Institución.

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

A través de las actividades desarrolladas por el pasante en la práctica empresarial “plan de desarrollo de infraestructura física” se logra la definición técnica de los elementos estructurales que conforman los distintos escenarios presentados dentro de la pasantía.

Cada una de las actividades se elabora a partir de normativas vigentes y estándares de calidad que regulan las condiciones con las que deben contar las construcciones, esto supone un gran impacto dentro de la metodología organizativa de los Departamentos de planta física y planeación pues usualmente se abren convocatorias externas para este tipo de actividades, en las cuales se debe confiar plenamente en el criterio del ofertante o proveedor.

Adicionalmente, dentro de la elaboración de la cartografía base se presenta un escenario inicial de 0% en cuanto a la distribución de esta información y se completa un aproximado del 90% de planos necesarios para la construcción del marco de referencia inicial del plan maestro.

Todas las actividades desempeñadas tienen un impacto positivo dentro de la elaboración y ejecución de actividades que facilitan y desarrollan el crecimiento de la infraestructura de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, además impactan a la comunidad a partir de la propuesta de distintos implementos o proyectos que dinamicen y mejoren la calidad de los espacios y actividades que ofrece la institución. Por otro lado, se genera un impacto ambiental a futuro el cual pretende ser mitigado a partir del manejo de políticas sostenibles y el manejo de construcción circular.

Por último, cabe resaltar el impacto en la vida profesional del pasante, dado que esta pasantía permite la validación e incorporación de los conocimientos teórico prácticos adquiridos durante la formación profesional como Ingeniero Civil, mediante la resolución de problemáticas enfocadas en diferentes áreas de la Ingeniería Civil tales como, planeación, organización y diseño de proyectos de construcción, lo cual garantiza la preparación y la proximidad con la vida laboral de un ingeniero civil profesional. Además, la elaboración de todas las actividades dispuestas y la entrega de las distintas herramientas de diseño pueden servir como guía a futuros pasantes o actividades encomendadas dentro de la Planta física y planeación de la Universidad.

6. CONCLUSIONES

A partir del análisis y diagnóstico respecto al estado actual de las construcciones adyacentes a los campus de la Universidad Santo Tomás seccional Tunja, elaborado a través de 31 planos, se logró determinar que, existe la necesidad de encontrar predios donde sea posible la expansión de la institución, tales como, los dispuestos en la carrera 12 donde se encuentra actualmente construido un d1 o el predio esquinero dispuesto entre la carrera 12 y la calle 19.

Se logra determinar que la bahía frontal de la universidad campus centro histórico necesita de una adecuación para los comerciantes que laboran actualmente allí, además de zonas de descanso y parqueaderos de bicicletas.

Los espacios dispuestos actualmente para cada uno de los requerimientos de la comunidad estudiantil son suficientes de acuerdo con la población actual, sin embargo, hay un déficit de zonas verdes per cápita en el campus centro histórico, así que se deben prever soluciones futuras.

El campus Avenida Universitaria cuenta con espacios verdes y equipamientos deportivos suficientes para la comunidad, que abarcan fenómenos diversos que constituyen una forma de comunicación e intercambio de información, sin embargo, sería conveniente utilizar el espacio actualmente desocupado cercano al aeropuerto como un espacio de proyección social o parque biológico abierto a la comunidad.

Dentro del campus centro histórico no se encuentran parqueaderos disponibles para el uso de la comunidad, por tanto, es factible adelantar análisis y diagnósticos que permitan la identificación de predios que puedan generar convenios con la Universidad o su adquisición, ya que es útil para los propietarios de estos predios y económicamente sostenible para la Universidad.

Se hace necesaria la presencia de un puente peatonal o una estructura que solucione la problemática del paso de la comunidad estudiantil a través de las vías de la Avenida Universitaria hacia el campus universitario, pues la ausencia de estas estructuras aumenta la probabilidad de accidentes y riesgos en disposiciones legales

Dentro del uso de educación, se presenta una relación de orden superior entre los equipamientos de educación superior, otros equipamientos educativos y las construcciones o sedes de la USTA sobre todo en el campus centro histórico, lo que permite identificar la alta competencia con respecto a los equipamientos de educación superior, pero también que existe un buen porcentaje de equipamientos educativos como colegios y demás que pueden acceder a la oferta académica de la Universidad.

Existe una tendencia poco predecible entre el tiempo de construcción, adquisición o renovación y el área de ocupación de las edificaciones, además se identifica que la adquisición de la Casa Tomasina tuvo la mayor diferencia de tiempo y área ocupada, sin embargo, en este tiempo también se adelantaron proyectos constructivos de la Avenida Universitaria, así que se concluye que la Universidad ha estado constantemente expandiendo sus dominios, equipamientos e instalaciones.

A partir del diseño de la placa en pavimento flexible de la cancha múltiple y las graderías, se afianzan y desarrollan habilidades en los Software de análisis y dimensionamiento estructural ETABS y UC-AASHTO 93, ya que el manejo de estas herramientas requiere la implementación de conocimientos adquiridos durante la formación profesional y la formación independiente o autodidacta.

Durante la recopilación de información cartográfica dispuesta en 31 planos, se afianzan y desarrollan habilidades en el Software de diseño AutoCAD, dado que la interacción con esta herramienta fue intensiva y permitió la producción constante y elaborada del material.

Al disponer las hojas de cálculo que contribuyen al desarrollo de los elementos estructurales, las cantidades de obra y el presupuesto de los proyectos de replanteo, se realiza una contribución a la optimización de procesos de desarrollo de infraestructura y tecnología del Departamento de Planta Física de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, ya que estas herramientas pueden ser utilizadas posteriormente en el desarrollo de proyectos de este tipo o similares.

7. RECOMENDACIONES

A partir de la práctica empresarial se logra identificar la necesidad de implementar dentro de las actividades curriculares del programa de ingeniería civil, herramientas o proyectos que faciliten la puesta en práctica de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera, pues es necesario que el ingeniero civil en formación se enfrente a problemáticas reales acompañado de profesionales y especialistas en las distintas áreas de profundización.

Dada la gran responsabilidad que conlleva asumir labores confiadas por los profesionales y funcionarios, y el impacto económico adverso que conlleva en la vida del pasante, debe ser puesta en consideración la posibilidad de remunerar estas actividades para hacer más estimulante el proceso de aprendizaje.

Se recomienda a los futuros pasantes de ingeniería civil dentro del departamento de planta física o planeación ser responsables con las labores otorgadas e investigar con anterioridad los temas que se abordan en la práctica. Así mismo, llevar al día los formatos de bitácoras, actas de reunión y todos los requisitos exigidos para la culminación exitosa de su proceso como pasantes.

8. GLOSARIO

AASHTO: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes o por sus siglas en inglés AASHTO, de American Association of State Highway and Transportation Officials.

Asentamiento: Movimiento descendente vertical del terreno debido a la aplicación de cargas que causan cambios en las tensiones dentro del terreno o al movimiento descendente de un elemento constructivo como consecuencia de la modificación del terreno. [11]

CBR: California Bearing Ratio es una prueba de penetración para comprobar las características mecánicas de un suelo.

Cargas espectrales: Referentes a la posibilidad de un sismo, de esta forma se simula un sismo con efecto ortogonal, es decir que no sucede en una sola dirección.

Coefficiente estructural: Define la potencialidad de un material de ser componente estructural de un pavimento.

Coefficiente de drenaje: Este parámetro relaciona el tiempo que tarda el pavimento en depurar el agua, y el tiempo en que tarda el pavimento en llegar a niveles de saturación.

Desviación normal estándar: Se mide según el nivel de confiabilidad y el tipo de vía.

ETABS: Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems local significa en español (Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones), es un Software de análisis estructural y dimensionamiento de edificios.

Espectro de respuesta: Es un valor utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica, que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta.

Empuje activo: Se produce cuando el terreno en el cual se dispone una estructura de contención se descomprime y la estructura se desplaza o gira hacia el exterior.

Infraestructura: es el conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera. [12]

INVIAS: El Instituto Nacional de Vías es una agencia de la Rama Ejecutiva del Gobierno de Colombia a cargo de la asignación, regulación y supervisión de los contratos para la construcción de autopistas y carreteras y el mantenimiento de las vías.

Índice de Plasticidad: se expresa con el porcentaje del peso en seco de la muestra de suelo, e indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico. [14]

Índice de servicialidad: Refiere a la capacidad el pavimento de contener los diferentes tipos de vehículos que circulan una vía.

Límite Líquido: Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido

Límite plástico: Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico.

Módulo resiliente: Define la capacidad de un material de recuperar su estado natural tras haber almacenado energía.

Nivel de servicialidad: Se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. [15]

Número estructural: Representa la capacidad estructural de un modelo de pavimento flexible, calculado a partir de la información del cuenco de deflexión, del módulo equivalente y del espesor total del modelo estructural. [15]

Peso propio: Carga producida por la gravedad en la masa de los elementos constructivos. [12]

Sistema aporticado: Es un sistema de construcción compuesto por un pórtico espacial (Vigas y Columnas), resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales. [8]

Sistema en mampostería confinada: construcción con base en piezas de mampostería unidades por medio de mortero y cuyo refuerzo está constituido por elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro, confinándolo. [8]

Topografía: Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales. [13]

Tránsito de diseño: Es la cuantificación del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas (N) que circularan por el carril de diseño durante un determinado periodo de diseño, que normalmente oscila de diez (10) a veinte (20) años según la categoría de la vía. [6]

Zarpa: Parte en que la anchura de un cimiento excede a la pared o muro que se asienta en él. [12]

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. *439 años formando personas que transforman*. 2016. [En línea], Disponible en: <https://www.ustatunja.edu.co/tomas-noticias/tomas-noticias-usta/item/2887-439-anos-formando-personas-que-transforman>.
- [2] Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. *Presentación USTA Tunja*. 2014. [En línea], Disponible en: <https://www.ustatunja.edu.co/nuestra-institucion/presentacion-usta-tunja>.
- [3] G. R. Vargas, M. A. Bautista, and J. Medina. *15 años de presencia en Tunja. Tunja*. 2015. [En línea]. doi: <http://publicaciones.ustatunja.edu.co/ebook/usta15year/common/downloads/publication.pdf>.
- [4] Universidad Santo Tomás Seccional Tunja. *Acreditación*. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.ustatunja.edu.co/acreditacion-ugicu#:~:text=El%20Instituto%20Internacional%20para%20el,a%20la%20Universidad%20Santo%20Tom%C3%A1s>.
- [5] Alcaldía Mayor de Bogotá. (25, noviembre, 2005) Decreto 430 de 2005. “Procedimiento para el estudio y aprobación de los planes de regularización y manejo”. Doi: https://curaduria1bogota.com/wp-content/uploads/2020/10/Decreto-430-de-2005-Alcaldia-Mayor-de-Bogota-D.C_.pdf.
- [6] Laboratorio de Suelos Global Civil. *Estudio de suelos construcción de vía en placa huella del costado sur oriental del campus avenida universitaria de la universidad santo tomas del municipio de Tunja departamento de Boyacá*. Tunja, 2019.
- [7] American Association of State Highway and Transportation Officials. *ASHTO Design Procedures For New Pavements*. 3a ed. Washington D.C. 1993.
- [8] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*. Bogotá D.C. 2010.

[9] Laboratorio de Suelos Global Civil. *Muros de contención en el perímetro de las canchas campus universitario Universidad Santo Tomás Seccional Tunja*. Tunja, 2019.

[10] J.C. Mc Cormac y B. M. Das. *Diseño de Concreto Reforzado*. 8ª ed. México. 2011 [En línea]. doi: https://www.academia.edu/36660354/Diseño_de_Concreto_Reforzado_Jack_C_McCormac_Russell_H_Brown_8Ed

[11] GROUND ENGINEERING. *Asentamiento del terreno*. [En línea], Disponible en: <https://www.geosec.es/mejora-de-terreno/asentamiento-del-terreno/#:~:text=Se%20entiende%20por%20tanto%20como,lo%20sustenta%20debidamente%20a%20la>

[12] Diccionario de la construcción. *Términos técnicos del sector de la construcción*. [En línea], Disponible en: <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-bra/ejecuciondeobra/infraestructura#:~:text=Es%20la%20parte%20de%20una,necesarias%20para%20conseguir%20la%20explanada>.

[13] TOPOEQUIPOS S.A. *¿Qué es Topografía?* [En línea], Disponible en: <http://www.topoequipos.com/dem/qu-es/terminologa/que-es-topografa>.

[14] FAO. *Consistencia del suelo*. [En línea], Disponible en: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm#:~:text=El%20índice%20de%20plasticidad%20se,el%20suelo%20se%20mantiene%20plástico%20.

[15] L. M. Martínez y R. D. Noguera. *Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del índice de condición del pavimento (pci) con relación a las velocidades de operación*. Barranquilla. 2020. [En línea]. doi: [://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/6265/MODELOS%20DE%20SERVICIABILIDAD%20DE%20PAVIMENTOS%20A%20PARTIR%20DEL%20INDICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20serviciabilidad%20se%20define%20como,cinco\)%20para%20un%20pavimento%20excelente](://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/6265/MODELOS%20DE%20SERVICIABILIDAD%20DE%20PAVIMENTOS%20A%20PARTIR%20DEL%20INDICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20serviciabilidad%20se%20define%20como,cinco)%20para%20un%20pavimento%20excelente).

10. APENDICES Y ANEXOS

Anexo A. Bitácoras (1-32)

Anexo B. Anexos (Fotografías)

Anexo C. Convenio (Formatos inicio pasantía, formatos fin pasantía)

Anexo D. Detalles (Análisis de planos dentro del plan maestro de infraestructura física, Memorias de cálculo canchas, Calculo de acero graderías y muro de tenis, Cálculo muro de contención, Cálculo zapatas muro de tenis, Cantidades de obra canchas, Presupuesto canchas, Cotizaciones mobiliario, Reporte modelados en ETABS graderías modelo inicial y final y muro de tenis)

Anexo E. Planos (31 Planos Plan Maestro, Planos estructurales e implantación canchas)

.