

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM



MICHAEL FELIPE REYES SANCHEZ
ERASMO ALEJANDRO TAFUR GUTIERREZ
JOSE RICARDO RIAÑO HENAO

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
CAMPUS IBAGUÉ ESPINAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
IBAGUÉ
2023

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM.

Informe final de seminario de profundización para optar al título de ingeniero civil.

DIRECTOR.
César Augusto Santafé Salazar.
Arq. Mgs. PhD

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
CAMPUS IBAGUÉ ESPINAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
IBAGUÉ
2023

Nota de aceptación:

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Ibagué, septiembre de 2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, a mis padres, a mi esposa y a todas las personas que me apoyaron en las adversidades y en los momentos difíciles que se llegaron a presentar en mi carrera; dedico este trabajo a mis amigos y a todas las personas que luchan día a día por superarse.

ERASMO ALEJANDRO TAFUR GUTIERREZ.

Dedico este trabajo a mi círculo familiar que siempre estuvo dándome alientos para culminar esta meta, mi madre, mi padre, hermanos y mi hijo.

MICHAEL FELIPE REYES SANCHEZ.

Dedico este trabajo a mi familia, mi hijo, mi hermano y mis padres.

JOSE RICARDO RIAÑO HENAO.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a mi familia y amigos por estar siempre en los momentos difíciles de mi vida, le doy gracias a Dios por brindarme salud para poder disfrutar el logro que se viene después de sustentar este trabajo, doy gracias a mi novia y a todos los profesores que en este largo camino se esforzaron por brindar todos sus conocimientos.

ERASMO ALEJANDRO TAFUR GUTIERREZ

Agradezco a las personas que confiaron en mí siempre, desde profesores, familia y amigos, que sin duda fueron de gran ayuda para llegar a esta meta, en especial a mi madre por su gran esfuerzo, a mi padre por sus palabras y en definitiva a mí por no rendirme ante las adversidades presentadas.

MICHAEL FELIPE REYES SANCHEZ

Agradezco a mi familia y a Dios por apoyarme siempre en todas mis decisiones, ya sean estas buenas o malas, agradezco a mis amigos y compañeros por siempre ayudarme nunca desfallecer, agradezco a los compañeros de este seminario por valorar los esfuerzos y por siempre mantener la paciencia ante las adversidades.

JOSE RICARDO RIAÑO HENAO

CONTENIDO

	RESUMEN	11
	INTRODUCCIÓN	12
1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2.	JUSTIFICACIÓN.....	14
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	14
3.	OBJETIVOS.	15
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	15
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4.	MARCO TEÓRICO.	17
4.1.	AUTODESK REVIT.....	17
4.2.	INSTALACION DE REDES	17
4.3.	BIM	18
4.4.	DESARROLLO DE PROYECTOS A NIVEL INTERNACIONAL.....	18
4.5.	MARCO NORMATIVO.....	19
4.5.1.	NTC-1500 DE 2004	19
4.5.2.	NTC-2050 DE 2020	19
4.5.3.	NTC-4596 DE 2006.....	20
4.5.4.	NSR-10	20
5.	METODOLOGÍA.	21
5.1.	INFORMACIÓN Y ANÁLISIS	22
5.2.	DISEÑO DE PLANOS.....	22
5.2.1.	DISEÑO ESTRUCTURAL Y ARQUITECTONICO	23
5.2.1.1.	Estructural	23
5.2.1.2.	Arquitectónico.....	24
5.2.2.	Diseño de redes hidrosanitarias	25
5.2.3.	Diseño eléctrico.....	26
5.3.	BUSQUEDA DE FAMILIAS REVIT	26
5.4.	EQUIPAMIENTO DE COMPLEJO EDUCATIVO	27
6.	RESULTADOS.....	28
6.1.	INFORMACION Y ANALISIS.....	28
6.1.1.	Topografía.....	30
6.2.	DISEÑO DE PLANOS.....	31
6.2.1.	Plano arquitectónico.....	31
6.2.2.	Plano estructural	35
6.2.3.	Plano hidráulico	37
6.3.	BUSQUEDA DE FAMILIAS REVIT Y EQUIPAMIENTO	39

6.4.	PRESUPUESTO GENERAL.....	42
7.	CONCLUSIONES.	45
8.	RECOMENDACIONES.	46
9.	BIBLIOGRAFÍA	47

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa metodológico.....	21
Ilustración 2 Tamaño de lotes y áreas libres	29
Ilustración 3 Diseño complejo educativo nueva esperanza	30
Ilustración 4 Topografía del terreno lote complejo nueva esperanza.....	30
Ilustración 5 Plano en planta complejo educativo nueva esperanza.....	31
Ilustración 6 distribución arquitectónica complejo educativo nueva esperanza	32
Ilustración 7 vista frontal fachada complejo educativo nueva esperanza.....	32
Ilustración 8 especificaciones de muros.	33
Ilustración 9 escaleras complejo educativo nueva esperanza	33
Ilustración 10 diseño de puertas	34
Ilustración 11 Diseño de puertas externas	34
Ilustración 12 diseño de ventanas	35
Ilustración 13 muro estructural complejo educativo nueva esperanza	36
Ilustración 14 Viga aérea en fachada.	37
Ilustración 15 Diseño de viga	37
Ilustración 16 Diseño hidro sanitario	38
Ilustración 17 Análisis eléctrico	39
Ilustración 18 Familias Revit - sanitarios	40
Ilustración 19 familias Revit - pupitres.....	40
Ilustración 20 familias Revit - juegos infantiles	41
Ilustración 21 familias Revit - canchas deportivas	41
Ilustración 22 familias Revit - comedores	41
Ilustración 23 familias Revit - naturaleza	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Áreas por zonas	29
Tabla 2 dimensiones zapatas.....	36
Tabla 3 Dimensiones de viga.....	37

GLOSARIO

Casetón: pieza básica de la construcción de las losas armadas ligeras, es un producto de poliéster que es resistente y adaptable; de igual forma también existen casetones de madera que no son tan amigables con el medio ambiente

Losa: es la estructura horizontal y plana de hormigón armado que separa un nivel de otro en una construcción, por lo que es considerada para el techo de una edificación

Mampostería: sistema compuesto por bloques u otros materiales que conforman un elemento monolítico que puede resistir diferentes cargas como lo son la gravedad, los vientos y los sismos.

Modelado de la información de la construcción: Proceso de diseñar, construir y operar un edificio o infraestructura usando información orientada a objetos de forma electrónica.

Modelo arquitectónico: Hace referencia al modelo que recoge la información diseñada corregida según lo ocurrido durante la construcción al final del proyecto.

Modelo constructivo: Es el modelo BIM utilizado por el Equipo de Construcción para realizar un análisis constructivo. Este tipo de modelo frecuentemente incluye grúas, andamios y otros medios auxiliares requeridos para la construcción final del edificio.

Modelo federado: Un modelo que se compone por la adicción de varios modelos de distintas disciplinas, siendo necesario trabajar independientemente en cada uno para que se produzcan los cambios en el modelo federado.

Modelo de operaciones y mantenimiento: Modelo de información usado para gestionar, mantener y operar un inmueble o infraestructura.

Peso específico: el peso específico de una sustancia es igual a su peso por unidad de volumen.

Riostras: elemento constructivo que es colocado oblicuamente dado el caso y es el elemento que permite asegurar la inmovilidad o evitar la deformación de otros elementos de una estructura

RESUMEN.

La metodología BIM es una modalidad de diseño, es una modalidad que permite a diferentes profesionales inmersos en el área de la construcción y el diseño, esta metodología permite a los profesionales enfocados en un proyecto de construcción trabajar mancomunadamente la parte arquitectónica, la parte estructural, las redes y acabados que llevan todos los procesos de construcción.

Building Information Modeling (BIM), permite que exista una comunidad y comunicación continua entre todos los profesionales enfocados en proyectos macro y micros, de esta forma generando eficiencia en todos los procesos constructivos para la culminación de los diferentes proyectos.

La coordinación de las obras y los procesos de construcción tienen un proceso muy elevado de organización y ejecución en cada una de las fases del cronograma de planeación, es por esta razón que este software se enfoca en procesar información y diseñar de una forma muy precisa todos los procesos constructivos, intensifica la mitigación de problemas que se puedan presentar en las diferentes fases de los proyectos y la identificación de problemas que pueden llegar a presentarse a corto, mediano y largo plazo los cuales se cuantifican en sobre costos y tiempo.

La profundización en esta metodología se enfoca en el desarrollo de este seminario, en el cual se realizara la modelación de planos diseñados por los estudiantes con el fin de implementar la metodología como alternativa de organización; mediante el programa REVIT se pretende desarrollar la modelación del centro educativo nueva esperanza de la calle 60 de la ciudad de Ibagué ubicada en el departamento del Tolima; La modalidad BIM abarca los diferentes planos de los procesos constructivos y este diseño se realiza con el fin de profundizar y tener un conocimiento mucho más alto en esta metodología de construcción.

INTRODUCCIÓN.

Para empezar, se implementó la metodología BIM (Building Information Modeling) como la modalidad general de diseño para el complejo educativo propuesto en este proyecto; el diseño y modelación se proyectó a través del programa REVIT el cual consta de un nutrido grupo de familias que brindan al diseñador una lectura más detallada y profunda de lo que es la construcción de una edificación de carácter educativo.

Por lo anterior, el desarrollo de este complejo educativo mediante la metodología BIM nos permitió entender en base a las normas vigentes que se diseñaron para este tipo de construcciones, cuáles son los direccionamientos técnicos que se deben seguir para construir un colegio.

Seguidamente, las especificaciones técnicas para la construcción de esta obra fueron enmarcadas y establecidas por las NTC 1500, 2050 y 4596 las cuales proponen los diferentes procesos que se deben seguir para la configuración de una obra de esta magnitud, con el fin de que este a la vanguardia y con un diseño acorde a las necesidades que un estudiante necesita para el correcto desarrollo de sus actividades.

De esta forma, el correcto sistema de construcción del complejo educativo es debido a los diferentes lineamientos seguidos de las NTC con el fin de mitigar las limitaciones constructivas que existen por el desconocimiento de las normas y de herramientas como REVIT que brindan eficiencia, eficacia y calidad a la proyección y ejecución de una obra.

Por consiguiente, cabe resaltar que esta metodología ha sido aplicada desde hace tiempo en varios países, brindando a los constructores la posibilidad de mejorar los lineamientos constructivos, la proyección de obras y actividades de una forma mucho más organizada y eficiente. (Kaizen, 2019)

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Inicialmente, la falta de articulación de los profesionales de la construcción y las limitaciones existentes por falta de conocimiento que ellos mismos nutren con el pasar del tiempo que ha dejado ver la falta de integralidad al momento en el que se ejecuta una obra.

En este orden de ideas, es indispensable decir que la gran parte de las instituciones educativas a nivel nacional y local cuentan con un sistema constructivo muy precario, pues es evidente que los espacios construidos no están adecuados para las actividades educativas o no están adecuados para la zona donde se va a construir; es evidente que una de las grandes problemáticas que se ven en las diferentes obras de la actualidad es la del plagio, pues en ocasiones el constructor no innova si no simplemente copian y construyen sin tener en cuenta factores importantes del lugar de ejecución.

Por consiguiente, es importante resaltar que la población en la ciudad de Ibagué para el año 2014 era de 467.800 habitantes y a la fecha supera los 587.787 habitantes; es evidente el crecimiento de la población en la ciudad y la cantidad de beneficios que aportaría un complejo educativo como el que se plantea para así poder satisfacer la demanda educativa, evitar el hacinamiento y contribuir con la mitigación de la emergencia sanitaria que existe en la ciudad por causa de la pandemia de COVID 19

Lo anterior indica, que esta problemática se desarrolla en la medida en que avanza el seminario de profundización en metodologías alternativas de construcción en BIM, en este seminario se pudieron identificar y analizar diferentes tipos de construcciones que fueron diseñadas con la metodología BIM, identificando diferentes tipos de construcciones que se pueden desarrollar se pretendió escoger una que fomentara el desarrollo en la ciudad, se optó por escoger la construcción de un complejo educativo denominado “NUEVA ESPERANZA” el cual es una mega estructura de la educación que puede ser implementada en la ciudad con el fin de crecimiento.

Por todas las razones anteriormente expuestas, es de vital importancia y fundamental para el desarrollo infantil y juvenil, la creación del nuevo complejo educativo “NUEVA ESPERANZA” para el fortalecimiento de la ciudadanía y el desarrollo del municipio.

2. JUSTIFICACIÓN.

Las metodologías de construcción, se desarrolló y de ejecución en la ciudad de Ibagué siguen siendo los ejes fundamentales de la ingeniería civil, no se evidencia un avance tecnológico en materia de desarrollo y mejoramiento de los diferentes procesos cuando de una obra se trata, es por esto que es indispensable diseñar y proyectar un posible complejo educativo que utilice la metodología BIM con el fin de que en la ciudad se evidencie que si se están creando alternativas de diseño, desarrollo e innovación en materia de construcción.

En este orden de ideas, la importancia de la implementación de la modalidad BIM para la construcción del complejo educativo radica en que mediante esta se puede tener un control más específico en todos los ejes que enmarca la obra, la modalidad BIM brinda un mejor manejo en la implementación de los materiales de obra, permite identificar si en algún elemento se está fallando para así modificar el proceso a tiempo; por otro lado permite un análisis más a detalle ya que su interfaz en 3D brinda al constructor y diseñador un mejor enfoque del funcionamiento de las diferentes estructuras que se encuentran inmersas en la obra.

Por consiguiente, el diseño y construcción del complejo educativo en REVIT se elaboró mediante la guía de normas técnicas vigentes como lo son la **NTC-1500 DE 2004**, **NTC-2050 DE 2020** y **NTC-4596 DE 2006**; la visita de complejos educativos en la ciudad que cuenta con diseños óptimos y manejo de espacios acordes a las necesidades educativa; por otro lado, la aplicación de pruebas en el programa permitió obtener el diseño final del complejo educativo.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.

Ibagué es un municipio de Colombia ubicado en el centro occidente de Colombia en el departamento del Tolima, sobre la cordillera central de los andes entre el cañón del Combeima y el valle del Magdalena, se encuentra a una altitud de 1285 m.s.n.m. Ibagué es la capital del departamento del Tolima y esta está dividida por 13 comunas en su área urbana y 17 corregimientos en su zona rural, esta también consta de 144 veredas.

La ciudad cuenta con una población de más de 587.787 habitantes por lo que es imperativo la construcción del complejo educativo pues la demanda de educación es fundamental y el crecimiento de esta demanda es exponencial con el pasar de los días, el 20 % de los jóvenes de la ciudad no se encuentran estudiando y es por esto que es necesaria la construcción de este para así poder garantizar los derechos fundamentales de estos ciudadanos y evitar posibles sanciones

El lote en donde se va a desarrollar el complejo educativo nueva esperanza está ubicado entre, calle 59 y 60 con carrera 7c y 8 , hacia el norte se encuentra el centro comercial AQUA, hacia el sur se encuentra el conjunto residencial san jerónimo, hacia el este edificio luisa Fernanda 2000 y hacia el oeste casas residenciales del barrio Calarcá.

En estos lotes en este momento se encuentran desocupado.

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un complejo educativo aplicando la NTC-4596 y la metodología BIM con el software REVIT para obtener una proyección acorde con el desarrollo de los procesos constructivos de este tipo de espacios educativos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Recopilar información topográfica, por medio del levantamiento al terreno y obtener los datos de elevación para el diseño.
- Diseñar planos arquitectónicos, redes y estructurales por medio de las normas técnicas colombianas para obtener el diseño de un complejo educativo.
- Modelar y analizar lo diseñado con Revit por medio de los datos recopilados.
- Identificar las cantidades de obra mediante el diseño en REVIT para obtener un presupuesto aproximado al costo total de la obra.

3.3. MATRIZ DE OBJETIVOS

Objetivo específico	Definición	Variables	Variable independiente	Variable dependiente	Variable interviniente	Indicadores	Resultados
•Recopilar información topográfica, por medio del levantamiento al terreno y obtener los datos de elevación para el diseño.	Recopilar información sobre el lugar de estudio es indispensable para el correcto desarrollo del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento topográfico Medidas de campo Medición con herramientas topográficas 	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento o topográfico 	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de campo 	<ul style="list-style-type: none"> Medición con herramientas topográficas 	<ul style="list-style-type: none"> Distribución del terreno Identificación de cotas Identificación de curvas de nivel 	Plano topográfico con especificaciones técnicas sobre las diferentes características del terreno
Diseñar planos arquitectónicos, redes y estructurales por medio de las normas técnicas colombianas para obtener el diseño de un complejo educativo.	Diseñar los planos brinda una mejor identificación de los que se pretende desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> Zonificación Espacio de construcción Cantidad de alumnos 	Cantidad de alumnos	Espacio de construcción	Zonificación	<ul style="list-style-type: none"> Distribución arquitectónica Análisis estructural Búsqueda de familias 	Se obtienen todos los planos que necesita el proyecto para su culminación
•Modelar y analizar lo diseñado con Revit por medio de los datos recopilados.	La modelación permite realizar una construcción virtual de lo que puede llegar a ser el proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Planos Distribución de áreas Búsqueda de familias Revit 	Búsqueda de familias	Distribución de áreas	Planos	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de sesión Construcción de elementos Cantidad de alumnos 	Modelación de complejo educativo con mobiliario
Identificar las cantidades de obra mediante el diseño en REVIT para obtener un presupuesto aproximado al costo total de la obra.	El desarrollo del presupuesto permite identificar el costo aproximado de la obra que se pretende modelar	<ul style="list-style-type: none"> Modelación Cantidades de obra Valor de cada ítem 	Valor de cada ítem	Cantidades de obra	Modelación	<ul style="list-style-type: none"> APU Cuadrillas Materiales Unidades 	Costo aproximado de la obra

4. MARCO TEÓRICO.

4.1. AUTODESK REVIT

Este es un software de diseño inteligente, que permite al diseñador ver en 3D lo que pretende crear, este programa de desarrollo esta creado tanto para arquitectos como para ingenieros, facilita todas las tareas que pueden estar ligadas a la planificación y diseño de un proyecto; este programa facilita el trabajo y lo más fascinante de su estructura es que todos los elementos que se lleguen a modelar son mediante objetos inteligentes o como técnicamente se le dicen (familias paramétricas).

Por lo anterior, todos los elementos que se pretenden crear en Revit se obtienen en una estructura de 3D a medida que se va desarrollando cada fase del proyecto que se pretende entregar, este se puede diseñar desde la cimentación hasta las plantas superiores; Revit se basa en la metodología y trabajo colaborativo lo que significa que utiliza modelos paramétricos de objetos y elementos constructivos de los diferentes proyectos.

Además, Revit permite diseñar, colaborar y hasta visualizar lo que se está creando en el mismo momento. Como se venía diciendo no solo se dibuja si no se construye virtualmente en base a familias de objetos, todo esto con el fin de minimizar errores y riesgos durante la ejecución de los proyectos.

(Autodesk, 2022)

4.2. INSTALACION DE REDES

La importancia de las redes en una construcción es fundamental, puesto que estas hacen parte de una sinergia con el sistema constructivo que se pretende implementar, existen varios tipos de redes como lo son las redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de computadoras, satelital, entre otras; siendo las tres primeras fundamentales en un proceso constructivo y que permiten el óptimo funcionamiento y correcto manejo de una estructura de ingeniería civil.

En este orden, de ideas existen diferentes normas o manuales que brindan información sobre el manejo e instalación de los diferentes tipos de redes, entre estas normas se encuentra la NTC 1500 (NTC-1500, 2004) la cual brinda los lineamientos técnicos y de manipulación de las tuberías y elementos hidráulicos para el diseño y construcción de una muy buena red en la edificación.

En pocas palabras esta NTC permite identificar, estudiar y orientar a detalle el correcto diseño y trazado de una red hidrosanitaria al igual que los parámetros para tener en cuenta durante la manipulación (NTC-1500, 2004)

4.3. BIM

La metodología BIM, es un proceso metodológico que se usa en el área de la construcción, este tipo de método o tecnología brinda una garantía general al proyecto que se pretende ejecutar, pues permite a todos los involucrados de un proyecto trabajar simultáneamente; esto significa que en un archivo digital se encuentra toda la información de un proyecto y esta puede ser modificada o intervenida en tiempo real con el fin de agilizar tiempos y que todos los integrantes estén actualizados.

La metodología BIM nace a principios del año 1974 en estados unidos gracias a la investigación de la universidad Carnegie mellón de Pittsburg, esta investigación daba una breve descripción del modelo virtual que se genera en la construcción de un edificio y todos los diferentes factores que se encuentran implícitos en este proceso, este sistema se convierte en un sistema descriptivo que brinda facilidades de interpretación para cada uno de los actores inmersos en un proyecto; esta metodología se enfoca en el trabajo colaborativo y es por esto que es tan reconocida y popular en el área de construcción y diseño, en la actualidad Virtual bulding con su programa de Achicad es reconocido como el primer software de CAD capaz de crear modelos en 2D y 3D.

4.4. DESARROLLO DE PROYECTOS A NIVEL INTERNACIONAL

La música a lo largo de la historia ha sido de gran ayuda para el hombre a la hora de expresar sus emociones y con esta mima dejar su legado en la historia; mediante la música el hombre ha contado historias, cuenta guerras y experiencias vividas, es por eso por lo que en la actualidad preservar la música y enseñarla a las nuevas generaciones es indispensable, por tal razón se han creado a lo largo del mundo estructuras en donde se pueda transmitir el legado de la música.

Sacyr es una de las empresas pioneras en materia de tecnología BIM, esta empresa radicada en Europa más específicamente en España y Portugal fue la constructora de la imponente casa de música de OPORTO con el fin de acoger a las mejores orquestas del mundo. Esta mega estructura fue diseñada por el arquitecto holandés Rem koolhaas (ver ilustración 1) y su inspiración es debido a que en 1999 se anunció que oporto y Rotterdam serian nombradas capitales de la cultura europea en 2001.

Escuela Infantil En Vereda De Estudiantes / Rueda Pizarro Arquitectos



Fuente: (Arquitectos, 2012)

4.5. MARCO NORMATIVO

La elaboración de un proyecto de esta magnitud es viable a la hora en la que se comienza a desarrollar técnicamente con la normatividad vigente del país donde se pretende implementar, en Colombia existen diferentes normas que brindan las características técnicas que se deben tener en cuenta al momento de diseño y durante la construcción de los complejos, entre esas normas se encuentran la (NTC-1500, 2004), (NTC-2050, 2020), (NTC-4596, 2006), NSR-10, entre otras.

4.5.1. NTC-1500 DE 2004

En pocas palabras esta norma técnica colombiana creada por ICONTEC permite identificar, orientar y estudiar el correcto diseño y trazado de las redes hidrosanitarias, al igual que los diferentes parámetros que se deben tener en cuenta al momento en el que se están manipulando los diferentes elementos y accesorios que son parte fundamental de la red.

4.5.2. NTC-2050 DE 2020

Esta norma contiene los requisitos, especificaciones y metodologías que se deben cumplir a la hora en la que se instalan las redes eléctricas, esta norma específica la forma y los requisitos que se deben seguir para obtener una excelente red eléctrica; es de especificar que la NTC-2050 es una norma que se convierte en una ley de obligatorio cumplimiento gracias al RETIE.

4.5.3. NTC-4596 DE 2006

Esta norma técnica establece los diferentes parámetros y requisitos que se deben seguir a la hora de diseñar un establecimiento educativo, brinda especificaciones para el planeamiento y diseño físico espacial para las nuevas instituciones educativas en Colombia.

4.5.4. NSR-10

La historia de la construcción en nuestro país ha sido marcada por diferentes normas que brindan especificaciones técnicas que brindan a los constructores menores riesgos a la hora de la elaboración de un proyecto, la NSR-10 es el reglamento vigente para la construcción sísmo resistente, esta norma establece los parámetros sísmicos que deben tener todas las construcciones en Colombia.

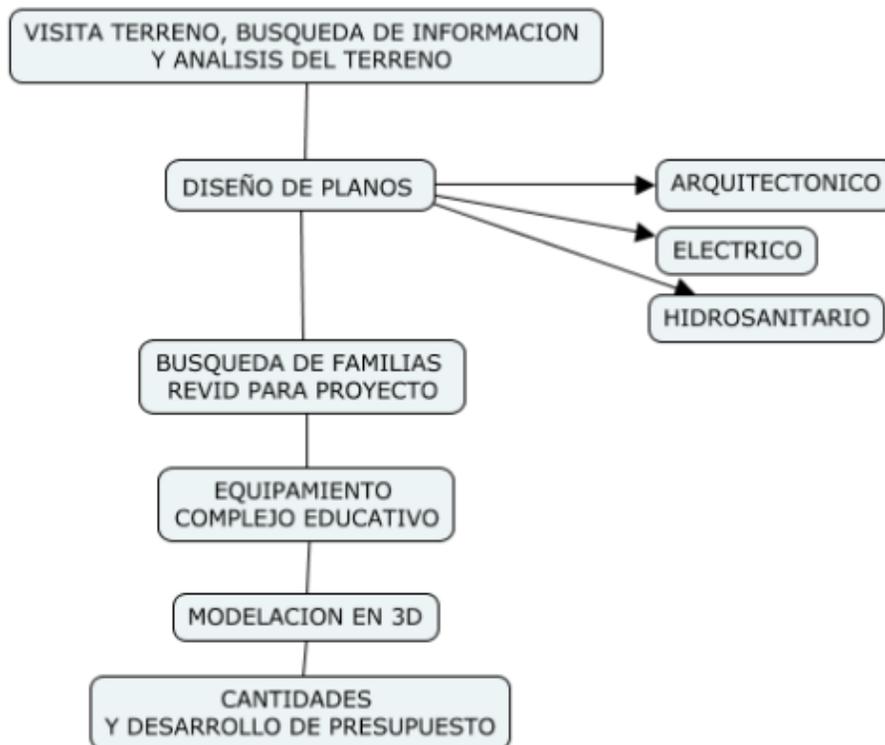
Esta norma se desarrolló para que todas las construcciones a partir del 2010 tengan una respuesta anti sísmica a estos eventos, la norma contiene diferentes títulos que brindan al constructor o diseñador parámetros que debe cumplir con el fin de que el proyecto sea viable estructuralmente, entre estos títulos se encuentra el TITULO-A: que brinda los requisitos generales para el diseño y construcción sísmo resistente, TITULO-B: que es el encargado de especificar como se deben distribuir las cargas en la construcción; estas anteriores indispensables para el planificación y diseño del complejo educativo descrito en este proyecto.

5. METODOLOGÍA.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo la profundización en el seminario de BIM, este se enfoca en la construcción de un complejo educativo que alta capacidad en una de las zonas de más crecimiento económico y desarrollo poblacional de la ciudad de Ibagué ubicada en el departamento del Tolima, esta modelación se desarrollara gracias al programa Revit de la familia Autodesk.

El modelamiento del complejo educativo se desarrolló en diferentes etapas que pueden ser evidenciadas en la Ilustración 2

Ilustración 1 Mapa metodológico



Fuente: Los autores

5.1. INFORMACIÓN Y ANÁLISIS.

El equipo de trabajo procede a realizar una visita en la zona de estudio con el fin de analizar y distribuir espacios para poder diseñar el complejo educativo de la avenida 60 de la ciudad de Ibagué ubicada en el departamento del Tolima.

Posteriormente se procedió a analizar el plano suministrado por el docente en donde se identificaron las diferentes medidas y los espacios que se tenían en general para poder implementar el inicio del diseño del complejo educativo, fue indispensable tener conocimientos previos de AutoCAD, esto con el fin de poder suplir la necesidad de diferentes diseños que sean acordes al espacio obtenido en planta y a los requerimientos que suministraron los docentes en el seminario.

En este lote está ubicado en las coordenadas
4,439746-75,204807 / 4,439467-75,203959
4,439170-75,204834 / 4,439125-75,203887
Are del lote :(5859,866 m²)

5.2. DISEÑO DE PLANOS.

Los diseños arquitectónicos y estructurales se desarrollaron previamente al modelado de la estructura en el programa REVIT gracias a un levantamiento topográfico que se encontraba en el plano suministrado por el docente, estos levantamientos se desarrollaron con el fin de obtener específicamente cada uno de los elementos que estarían inmersos en el proyecto a modelar. (ver anexo A)

Por lo anterior, el diseño del complejo educativo se desarrolló previamente en CAD programa que se implementa para el diseño en 2D , en este se pudo desarrollar todo lo concerniente a cimentaciones, redes eléctricas, redes hidráulicas, fachadas, cubiertas, elementos estructurales y no estructurales, mampostería entre otros; el diseño en planta del complejo educativo permite que cuando llegue el momento de modelar en REVID se tenga un plano tipo para que la modelación en 3D se ejecute tal y como se visualiza en AUTOCAD.

Además, en el momento en el que se tuvo en cuenta toda la información y se recopiló en un mismo archivo para así poder iniciar la modelación se procedió a ingresar todos los datos obtenidos en el programa REVIT con el fin de iniciar el modelado, cabe resaltar que se tuvieron en cuenta muchos factores como lo son, niveles, cotas, alturas, desniveles de las diferentes plantas del proyecto para así poder ubicar los diferentes elementos estructurales.

También, el levantamiento de los muros es indispensable en la medida en el que estos nos indican como va quedando la estructura al momento de su modelación, es inminentemente importante en este punto de la modelación tener en cuenta la

función de cada muro, pues se tiene que diferenciar si la construcción del muro es estructural o arquitectónico, si este es interno o externo, en la ilustración () se puede observar claramente un tipo de muro implementado en la obra del complejo educativo; fue fundamental seguir al pie de la letra la (NTC-4596, 2006), pues en esta esta se encuentra toda la señalización para instalaciones de ambientes escolares.

Para finalizar, cabe resaltar que el programa tiene gran variedad de elementos en este caso muros que están predeterminados y se acondicionan principalmente a los que se construyen convencionalmente, para este caso es indispensable seleccionar los muros como exteriores, muro de ladrillo en bloque con enlucido.

5.2.1. DISEÑO ESTRUCTURAL Y ARQUITECTÓNICO.

El diseño y la planeación de estos planos es indispensable puesto que definen en si todos los elementos que estarán inmersos en la modelación, su lugar y medida exacta; todo lo anterior con el fin de implementar un correcto proyecto, llevar a cabalidad una correcta planeación y un correcto funcionamiento de cada elemento.

5.2.1.1. Estructural.

El diseño estructural del complejo se realizó siguiendo las especificaciones de la norma técnica colombiana de sismo resistencia NSR-10 (Ley 400, 1997) título a, con el fin de cumplir los parámetros de esta norma se tuvieron en cuenta todas las cargas vivas y cargas muertas que tendría el complejo educativo, la sismicidad de la zona, su espectro de diseño y la resistencia al corte del terreno previamente con el estudio de suelos.

Para iniciar el modelado en REVID del complejo educativo fue imperativo tener en cuenta los ejes de diseño especificados en los planos estructurales, por ello se procedió a ingresar los diferentes muros estructurales con sus respectivas cimentaciones en cada uno de los lugares previstos con el fin de cumplir con la NSR-10.

Es de resaltar que el 90% de la estructura es elaborada en concreto, esto con el fin de que sea más resistente pero no más ligera, este concreto es reforzado, el programa realiza el análisis pertinente a los requerimientos y se elige la opción y el tipo de material.

En el momento en el que todos los elementos estructurales están definidos dentro del plano de modelación, con sus medidas correctas y su ubicación exacta se procede a definir los otros elementos que permitirán el correcto funcionamiento de la estructura.

5.2.1.2. Arquitectónico.

El diseño del plano arquitectónico y el modelo en 3D parte de la imperiosa necesidad de diseñar algo que no existe en la ciudad, algo diferente e innovador con el fin de suplir todas las exigencias visuales y locativas que requieren los jóvenes hoy en día para cumplir con sus actividades educativas.

Es importante resaltar que cada una de estas especificaciones locativas se encuentran en la NTC- 4596, en donde se puede observar que los complejos educativos deben estar dotados de áreas de recreación, descanso, zonas de lectura, baños, salas infantiles, auditorios, baños, oficinas, entre otros.

Esta parte está enfocada en el desarrollo y modelación de todos los elementos que no son netamente estructurales; esta fase del proyecto está enfocada en la distribución de áreas, fachadas, construcción de muros no estructurales, construcción de andenes y de zonas que son de suma importancia para el cumplimiento de la demanda estudiantil en materia visual y locativa que brinden un valor agregado al correcto funcionamiento de la obra.

Es de tener en cuenta que se diseñaron muros con 2.5 m hasta 5 m de altura con el fin de darle luz y un toque arquitectónico que este a la vanguardia; dicho diseño se desarrolló con el fin de aportar más luz natural a las instalaciones y que el complejo educativo se vea estéticamente este agradable.

Teniendo en cuenta, todas las alturas se inicia el levantamiento de todos los muros el levantamiento de los muros es indispensable en la medida en el que estos nos indican como va quedando la estructura al momento de su modelación, es importante en este punto de la modelación tener en cuenta la función de cada muro, pues se tiene que diferenciar si la construcción del muro es estructural o arquitectónico, si este es interno o externo, en la ilustración () se puede observar claramente un tipo de muro implementado en la construcción del complejo educativo.

Cabe resaltar, que el programa tiene gran variedad de elementos en este caso muros que están predeterminados y se acondicionan principalmente a los que se construyen convencionalmente, para este caso fue indispensable seleccionar los muros para exteriores como lo son los muros de ladrillo o en bloque con enlucido.

5.2.1.2.1. Puertas.

Según la (NTC-4596, 2006) las puertas deben tener un ancho útil no inferior a 0.80 m, deben contar con manijas de tipo palanca con una altura no máxima a 0.90 m del piso y deben estar separadas específicamente 0.05 m del borde de la hoja, para

el uso adecuado de las puertas se debe tener en cuenta que su inclinación no sea superior al 2%, las puertas de acceso al complejo educativo deben abrir hacia afuera

5.2.1.2.2. Circulación interior.

Las circulaciones están clasificadas en rampas, corredores y escaleras; los corredores cuentan con anchos no menores a 1.80 m según las especificaciones de la NTC, por esto se tuvieron en cuenta buenos espacios debido al alto tráfico de estudiantes que se puede llegar a tener en la instalación.

Las rampas fueron diseñadas con pendientes entre el 5% y 9% y anchos no inferiores a 1.50 m, seguidamente las escaleras tienen un ancho mínimo de 1.2 m con huellas de 0.30 m específicamente y contrahuellas de 0.16 m según lo establecido por la (NTC-4596, 2006).

5.2.2. Diseño de redes hidrosanitarias.

Para el diseño de las redes hidrosanitarias es indispensable partir de la norma técnica colombiana (NTC-1500, 2004) la cual orienta el correcto diseño y trazado que debe tener una red hídrica y sanitaria, por otro lado, caracteriza todos los parámetros que se deben tener en cuenta al momento de la manipulación correcta de los materiales y accesorios que se utilizan al momento de instalar las diferentes redes.

Por lo anterior, el diseño y modelado de estas redes se tuvo en cuenta que según la (NTC-1500, 2004) las redes hidráulicas que específicamente van dirigidas a, lavamanos, lavaplatos, aspersores, sanitarios, llaves de jardín, lavaderos, entre otros, deben instalarse con tubería de ½ " (media pulgada) con el fin de garantizar una presión eficiente para todo el complejo; la red debe contar con sus respectivos accesorios como lo son codos, semi codos, uniones, tapones y llaves de paso todos de la misma dimensión de la tubería que se implementara, que para este caso es de ½ " (media pulgada) en material PVC tipo pesado.

Además, es imperativo mencionar que la red de agua caliente también se debe implementar en tubería de ½ "(media pulgada) con el fin de satisfacer la presión en todo el complejo, esta también debe estar dotada con sus respectivos accesorios en material CPVC (policloruro de vinilo colorado) ya que es el material más adecuado para soportar temperaturas hasta los 60° centígrados.

En este orden de ideas, para el diseño de las redes sanitarias según la (NTC-1500, 2004), se deben implementar tuberías desde 2" hasta 4" según la demanda y la zona donde se quieran utilizar las de 3 y 4 pulgadas, es de aclarar que para la red de todos los sanitarios es recomendable usar la tubería de 4" , la tubería destinada para desagua de lavamanos y lavaplatos se debe usar de 2" y se debe conectar

mediante un buje sanitario a la tubería de 4"; la tubería debe usarse con sus respectivos accesorios para garantizar su buen funcionamiento y el material debe ser PVC sanitario tipo pesado.

5.2.3. Diseño eléctrico.

Para empezar, el modelo eléctrico y su respectiva modelación se desarrolla a partir de la necesidad existente en casi toda obra civil y es la de la satisfacción a la demanda persistente de energía, esta red es una de las redes principales que debe estar inmersa al momento de realizar el diseño de un proyecto, este modelo va desde la caja de energía, hasta el bombillo que lleva cada uno de los plafones o lámparas que se utilizaran en el complejo educativo.

Por consiguiente, esta red consta de, interruptores (sencillos, dobles y triples) según la complejidad de la zona, toma corrientes sencillos, dobles o triples, plafones, luces exteriores, entre otros elementos inherentes de la red eléctrica; es de resaltar que este diseño es basado en los parámetros impuestos por la norma técnica colombiana NTC-2050 (código eléctrico colombiano)“ la cual dispone sobre la eficiencia energética, las técnicas y materiales que se deben implementar en las instalaciones eléctricas” (NTC-2050, 2020).

5.3. BÚSQUEDA DE FAMILIAS REVIT.

Esta etapa del proyecto dispone todo el equipamiento que debe tener un complejo de estas características, al ser un complejo educativo debe estar dotado de elementos como pupitres, bibliotecas, baños, tableros, mesas, parqueaderos, arboles, sillas, lavamanos, sanitarios, puertas, ventanas, entre otros. Con el fin de satisfacer toda esta demanda de elementos que aportan a la estructura cargas muertas; fue indispensable buscar familias en Revit que se acomodaran a estas especificaciones.

Por lo anterior, las familias en Revit son todos los elementos que se pueden añadir a el proyecto que se está diseñando, estos elementos básicamente son la base de toda la estructura de Revit; contienen información que es ajustable a los requerimientos y parámetros del diseñador, al ser un programa de pago todos los elementos requeridos no están disponibles en la versión estudiantil, por tal razón se deben crear o recurrir a las comunidades que facilitan la obtención de los elementos requeridos o similares.

5.4. EQUIPAMIENTO DE COMPLEJO EDUCATIVO.

Este equipamiento se enfoca en ubicar estratégicamente cada uno de los elementos que hacen parte de la estructura intrínseca de un complejo educativo basándose en las necesidades existentes; mediante este equipamiento se pretende satisfacer las necesidades que tienen todos los estudiantes y personal para desarrollar sus actividades diarias de forma correcta, estos elementos están distribuidos en las diferentes zonas y espacios dispuestos en el proyecto.

- SALONES: pupitres, mesas, tableros, papelera, ventanas, puerta, escritorios, muebles o estanterías, sillas
- PASILLOS: casilleros, ventanas, puertas
- BAÑOS: inodoros, lavamanos, muros, ventanas
- ADMINISTRATIVO: oficinas, sala de estar, ventanas, mesas, sillas
- ZONAS VERDES: arboles, pasto
- ZONAS TRANSITABLES: escaleras, varandas, zonas amplias, rampas, parqueadero, andenes

6. RESULTADOS.

6.1. INFORMACIÓN Y ANÁLISIS.

Al visitar el espacio en donde se pretendía diseñar el complejo educativo se identificó que el área del lote era 5859,866 m² y al analizar el archivo CAD suministrado por el docente se pudo identificar que el espacio con el que se contaría para la construcción del complejo era de 1053,59 m²; al tener clara el área que se tomaría para construir se procedió a realizar un bosquejo de la geometría que se le daría a la estructura.

Al tener demarcadas las diferentes áreas relevantes dentro del proyecto como lo son el área total del terreno y el área total construida, se procedió a sacar los índices de construcción y los índices de ocupación, para así poder tener clara el área de cesión.

Por lo anterior y teniendo en cuenta que el índice de construcción se obtiene al obtener el cociente entre el área total construida y el área total del lote por lo que se identificó que el I.C y el Índice de ocupación (I.O) son exactamente los mismos I. C =0,179 y I. O =0,179

Por consiguiente, el área de cesión es:

$$A. C = \text{Area del lote} - (\text{Indice de ocupacion} * \text{Area del lote})$$

$$A. C = 5859,866 \text{ m}^2 - (0,179 * 5859,866 \text{ m}^2)$$

$$A. C = 4810,9499$$

A partir del índice de construcción y los diferentes índices calculados según lo establecido por la (NTC-4596, 2006) el complejo educativo tendrá la capacidad para 360 alumnos de educación básica debido al I.C y I.O obtenidos (Ver ilustración 3).

Ilustración 2 Tamaño de lotes y áreas libres

Tabla 1. Tamaño de lotes y áreas libres

Número de matrícula	Área mínima de lote urbano central y plano (m ² /estudiante)	Área mínima lote urbano periférico, rural y/o de ladera (m ² /estudiante)	Índice de ocupación máximo (I.O)	Índice de construcción máximo (I.C)
Educación General				
420 alumnos	5,4	8,8	0,60	0,97
840 alumnos	5,2	8,4	0,60	0,97
1 260 alumnos	4,6	7,8	0,63	1,05
1 680 alumnos	4,7	7,9	0,62	1,04
Educación Básica				
360 alumnos	5,7	9,2	0,59	0,94
720 alumnos	4,6	7,7	0,64	1,07
1 080 alumnos	4,8	8,0	0,62	1,02
1 440 alumnos	4,5	7,7	0,64	1,07
Educación Media				
360 alumnos	5,8	9,5	0,60	0,97
720 alumnos	5,7	9,3	0,60	0,97
1 080 alumnos	5,7	9,3	0,60	0,98
1 440 alumnos	5,3	8,8	0,62	1,03

Fuente: (NTC-4596, 2006)

La distribución de los espacios se realizó teniendo en cuenta la capacidad del complejo educativo teniendo como resultado (ver tabla 1).

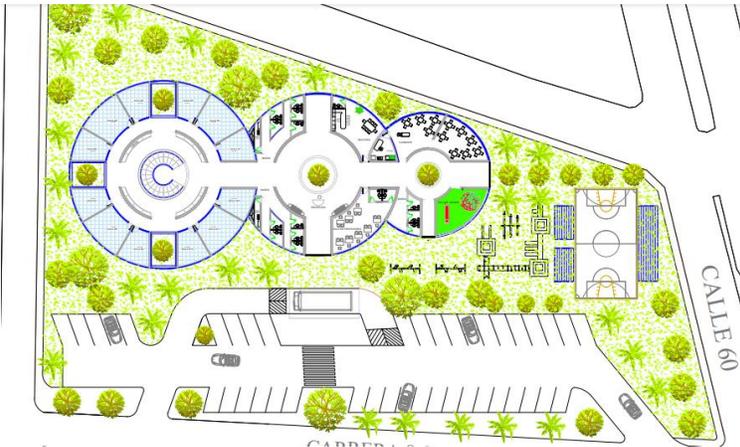
Tabla 1 Áreas por zonas

Zonificación	Área
Baños	40.50 m ²
Sala de profesores	73,7 m ²
Enfermería	30.8 m ²
Sala de juegos	38,20 m ²
Comedor	120.30 m ²
Rectoría	30.85 m ²
Aulas	1030.87 m ²
Cocina	13.154 m ²
Casilleros	21.324 m ²
Zonas verdes	1407.23 m ²

Fuente: Autores

Los espacios distribuidos se desarrollaron específicamente con los requerimientos y exigencias de la norma técnica colombiana (NTC-4596, 2006), los espacios se acomodaron conforme el diseño y la geometría escogida inicialmente (ver ilustración 4)

Ilustración 3 Diseño complejo educativo nueva esperanza



Fuente: los autores

6.1.1. Topografía.

La topografía del terreno se desarrolló mediante análisis e inspección del plano suministrado por unos de los docentes del seminario, antes archivo CAD se pudieron identificar todas las características de las que constaba el terreno, se pudo visualizar en este las diferentes cotas y curvas de nivel para posteriormente proceder a la visita de campo para realizar el respectivo análisis visual, medición y levantamiento topográfico con la ayuda del software Global mapper para corroborar que toda la información suministrada por los docentes del seminario.

Ilustración 4 Topografía del terreno lote complejo nueva esperanza



Fuente: los autores

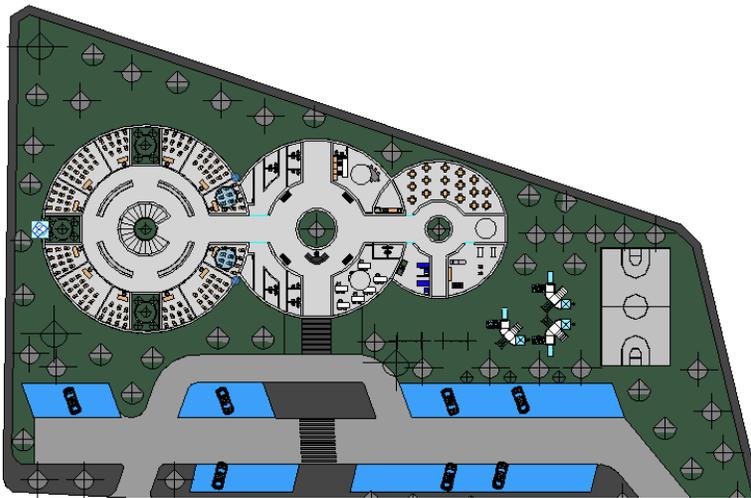
6.2. DISEÑO DE PLANOS.

6.2.1. Plano arquitectónico.

Para el diseño del plano arquitectónico se tuvieron en cuenta todas las especificaciones de la (NTC-4596, 2006) en materia de distribución de espacios para las áreas específicas de las cuales esta habla, por otro lado, se tuvieron en cuenta todos los espacios que se deben construir a la hora de hablar de un complejo educativo ver (ANEXO A- Planos); por otro lado, el desarrollo de cada uno de los planos mediante la modalidad BIM.

Inicialmente se delimito el terreno con el archivo CAD que se desarrolló al inicio del seminario, en donde se desarrollaban diferentes parámetros y lineamientos que permitían tener un bosquejo claro de lo que sería el complejo educativo (ver ilustración 5).

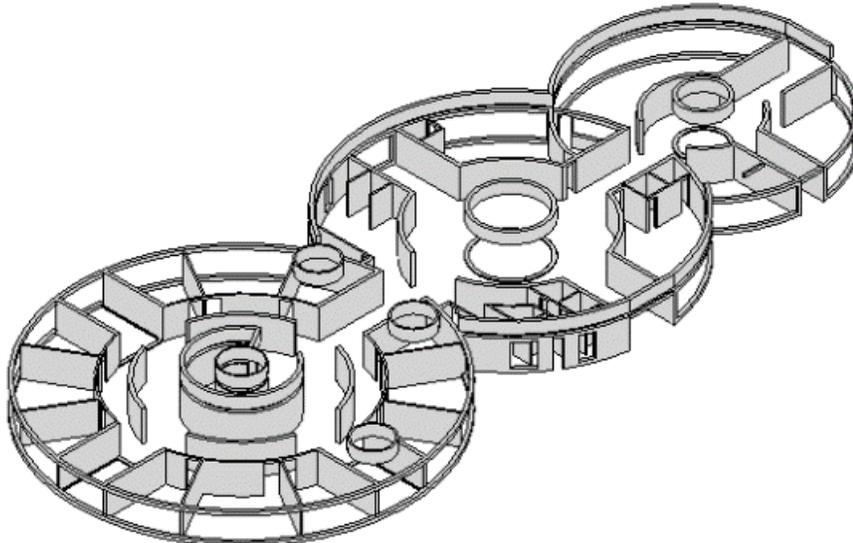
Ilustración 5 Plano en planta complejo educativo nueva esperanza



Fuente: Autores

La delimitación del terreno se desarrolló con la construcción de los andenes, estos que están diseñados como una placa irregular de concreto, incluido y malla electrosoldada brindaron las veces de perímetro para comenzar a desarrollar el diseño del complejo educativo; una vez delimitado todo el terreno se procedió a construir los muros estructurales que son todos los muros internos, permitiendo de esta forma dividir las zonas en donde se desarrollaran las diferentes actividades del complejo educativo (ver ilustración 6)

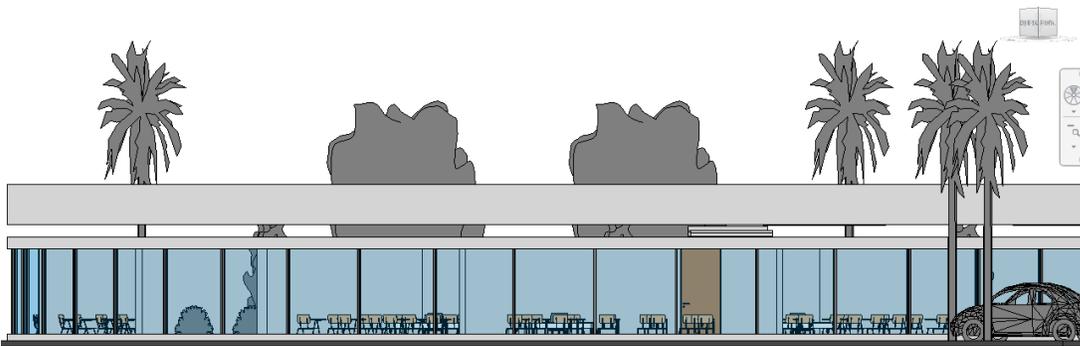
Ilustración 6 distribución arquitectónica complejo educativo nueva esperanza



Fuente: Autores

Lo propuesto para este complejo educativo era una estructura innovadora, que estuviera fuera de los estándares convencionales pero que al mismo tiempo cumpliera y supiera las necesidades que sule un complejo educativo convencional; al tener la delimitación interna, fue indispensable desarrollar la fachada externa que estaba proyectada para que fuera ligera y permitiera una gran cantidad de luz natural con el fin de limitar el uso de la luz utilizada convencionalmente en interiores (ver ilustración 7)

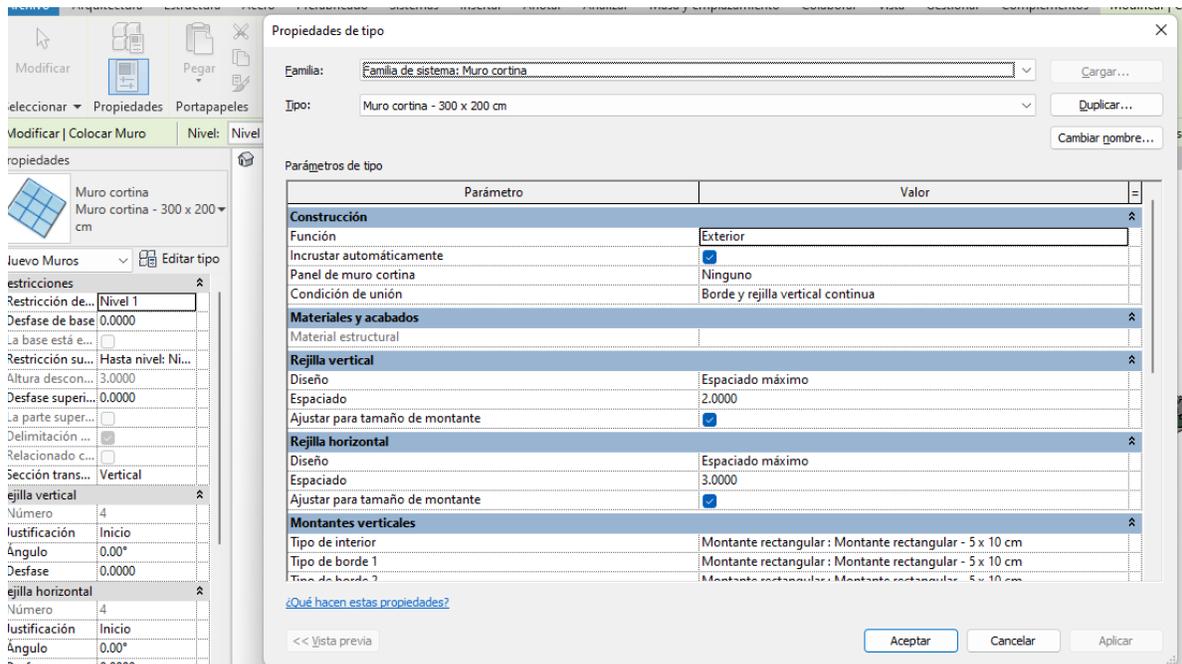
Ilustración 7 vista frontal fachada complejo educativo nueva esperanza



Fuente: Autores

El diseño de esta fachada se realizó mediante la implementación de un muro cortina, el cual es un sistema de fachada autoportante, que generalmente es ligero y de cristal, este muro esta sostenido por una viga aérea la cual esta amarrada a los muros estructurales internos

Ilustración 8 especificaciones de muros.



Fuente: autores.

Posteriormente a esto se desarrolló el diseño de las escaleras, rampas y andenes internos del terreno en intervención, el diseño de la escalera se realizó en base a la norma (NTC-4596, 2006) la cual especifica la longitud mínima de la huella y contrahuella para los establecimientos educativos (ver ilustración9).

Ilustración 9 escaleras complejo educativo nueva esperanza

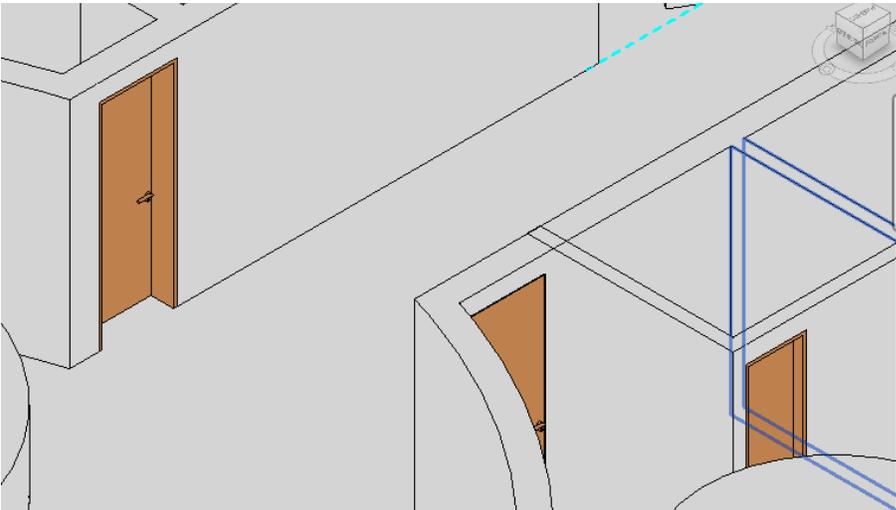


Fuente: autores

Las escaleras externas al complejo educativo se desarrollaron de la misma forma, todo esto con el fin de dar cumplimiento a la norma que rige la distribución y composición de todos los complejos educativos.

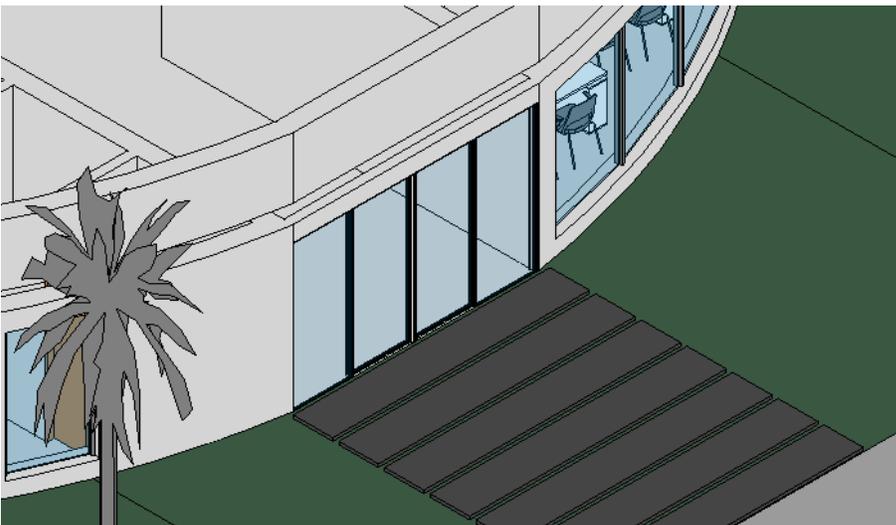
El diseño de las puertas se desarrolló conforma a las especificaciones propuestas en la norma (NTC-4596, 2006) estas por defecto se encuentran dentro las funciones de Revit, en donde simplemente es seleccionar la puerta posteriormente se crea, para el caso de este complejo educativo se seleccionó una puerta de una hoja para salones (ver ilustración 10) y puerta panel para las entradas (ver ilustración) con el fin de generar diferencia y diversidad dentro del diseño.

Ilustración 10 diseño de puertas



Fuente: autores

Ilustración 11 Diseño de puertas externas

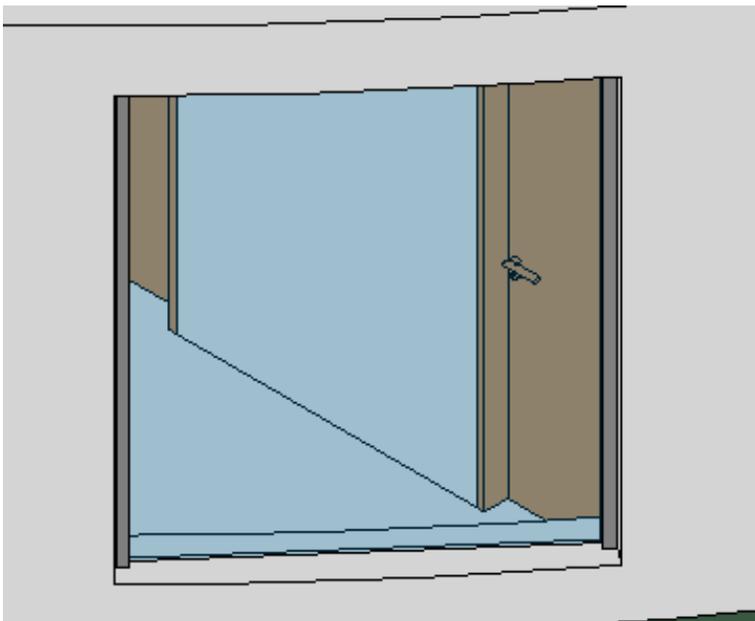


Fuente: autores

Para el diseño de las ventanas se procedió a seguir las especificaciones de la norma con el fin de garantizar luz en los espacios en donde no se establecieron los muros cortina, las ventanas seleccionadas fueron las preestablecidas por Revit en la sección de ventanas (ver ilustración 11)

Finalmente, dentro del diseño arquitectónico es indispensable introducir la cubierta con el fin de garantizar el buen funcionamiento del complejo educativo, está cubierta está compuesta por una placa aligerada con el fin de no hacer la estructura más rígida y pesada (ver ilustración 12)

Ilustración 12 diseño de ventanas



Fuente: autores

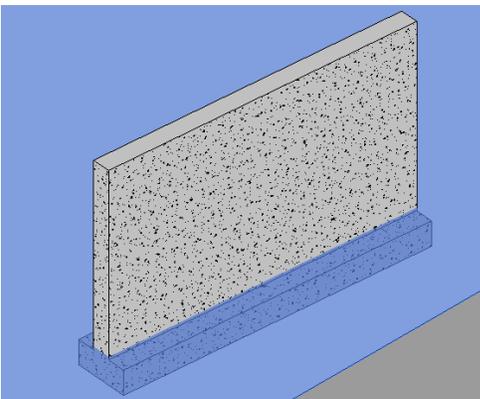
Los diferentes elementos dentro del diseño se desarrollaron de la misma forma que los anteriores, con el fin agilizar el procedimiento y de cumplir con todas las especificaciones de la norma y la zonificación establecida al inicio del diseño, es de resaltar que todos los espacios establecidos están demarcados según las necesidades y la capacidad de estudiantes que este complejo tendrá.

6.2.2. Plano estructural.

El diseño estructural se desarrolló mediante la implementación de la norma NSR-10 que en su título A, nos especifica los diferentes lineamientos y requerimientos que se deben tener en cuenta al modelo de desarrollar un análisis estructural, dentro de este programa se pudo desarrollar el modelado de los requerimientos mínimos que se necesitan para diseñar todo lo concerniente al tema estructural.

Para este proyecto como ya se ha venido explicando, se utilizaron muros estructurales con cimentación (ver ilustración 13) este diseño fue evaluado y analizado en cypeCAD dándonos una zapatas con especificaciones exactas para el tipo de estructura que se pretende diseñar (ver tabla 2)

Ilustración 13 muro estructural complejo educativo nueva esperanza



Fuente: autores

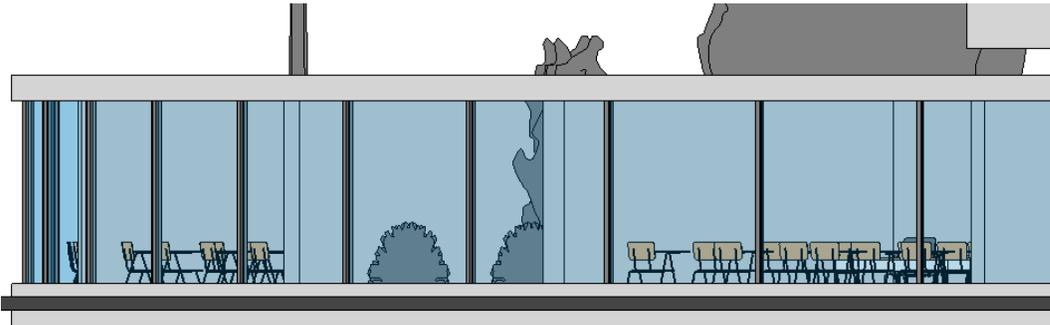
Tabla 2 dimensiones zapatas

DIMENSIONES ZAPATA	
Anchura	1.60
Longitud	1.60
Grosor	0.50

Fuente: autores

Posteriormente a esto se desarrolló el diseño de las vigas las cuales se distribuirán por todo el complejo educativo con el fin de amarrar los muros estructurales, los no estructurales y los muros pantalla, esto con el fin de que se aun solo sistema y cumpla con las especificaciones técnicas de un complejo educativo y los requerimientos establecidos por la NSR-10, (ver ilustración 14).

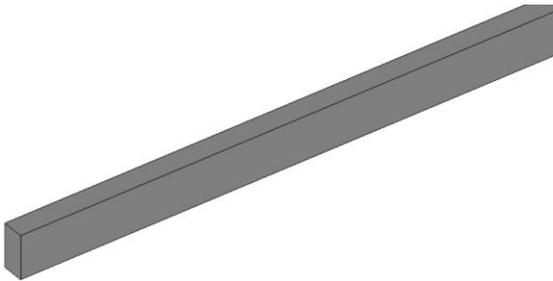
Ilustración 14 Viga aérea en fachada.



Fuente: autores

Como se puede evidenciar en la ilustración anterior la viga aérea cumple la función de amarrar los diferentes muros y de igual forma sirve para el anclaje del muro pantalla, las especificaciones de la viga se pueden ver en (tabla 3) conforme al diseño y lo establecido en la NSR-10 (ver ilustración 15) cabe resaltar que todas las vigas son de hormigón con sus respectivos aceros.

Ilustración 15 Diseño de viga



Fuente: autores

Tabla 3 Dimensiones de viga

DIMENSIONES VIGAS	
B	0.30
H	0.30

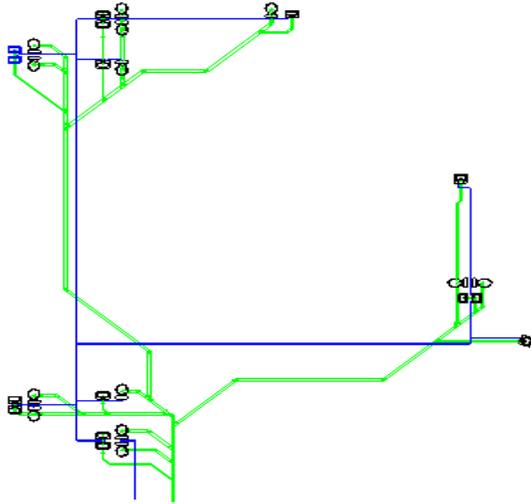
Fuente: autores

6.2.3. Plano hidráulico.

En este punto se desarrolló el diseño hidro sanitario, conforme a los establecido por la (NTC-1500, 2004) dentro de este diseño se encuentra la red sanitaria que es la que transporta las aguas grises hasta la caja negra y posteriormente a la red de saneamiento municipal, el diseño de esta red se encuentra provisto de los diferentes

accesorios especificados en la metodología; la red de presión está conformada los lineamientos establecidos en la Norma técnica colombiana mencionada anteriormente, es de resaltar que la red se diseñó con el fin de garantizar el buen funcionamiento del complejo (ver ilustración 16)

Ilustración 16 Diseño hidro sanitario



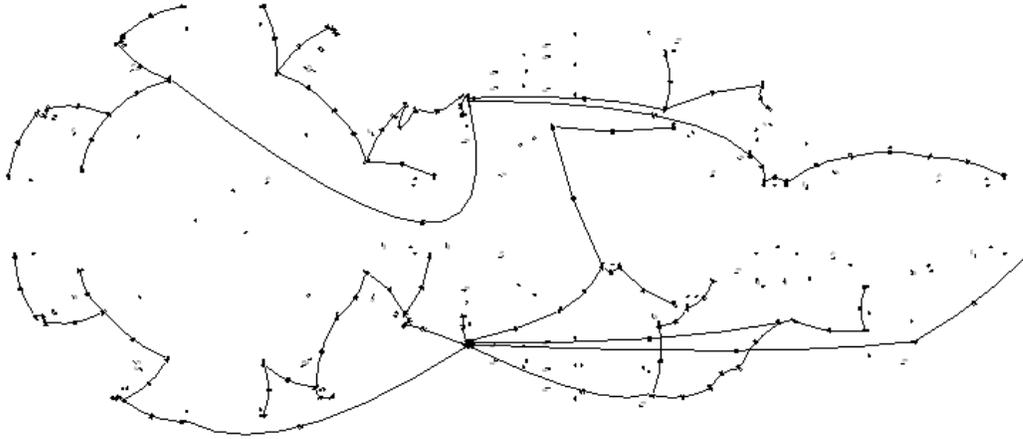
Fuente: autores

La pendiente mínima de la red sanitaria es del 2% finalizando en 3% debido a la topografía del terreno, es de resaltar que toda la red cuenta con los diferentes accesorios para su correcto funcionamiento, con sus respectivas cajas de inspección conforme a la norma técnica vigente.

6.2.4. Plano eléctrico.

Para el diseño de la red eléctrica se identificaron las diferentes especificaciones propuestas por la (NTC-2050, 2020) con el fin de garantizar el buen funcionamiento de la red, dentro de este diseño se desarrollan la distribución de toda la red eléctrica para posteriormente introducir los diferentes elementos dentro del plano arquitectónico, los cuales comprenden las luces, toma corrientes, luces y diferente cableado (ver ilustración 17)

Ilustración 17 Análisis eléctrico



Fuente: autores

6.3. BÚSQUEDA DE FAMILIAS REVIT Y EQUIPAMIENTO

La búsqueda y equipamiento de las diferentes familias se desarrolló con el fin de dotar todos los elementos necesarios que brindan un correcto funcionamiento del complejo educativo, dentro de esta búsqueda y equipamiento se pudo identificar que la modelación necesitaba equipamientos sanitarios (ver ilustración 18) para de esta forma garantizar el funcionamiento y puesta en marcha de la red al hidro sanitaria una vez se esté diseñando.

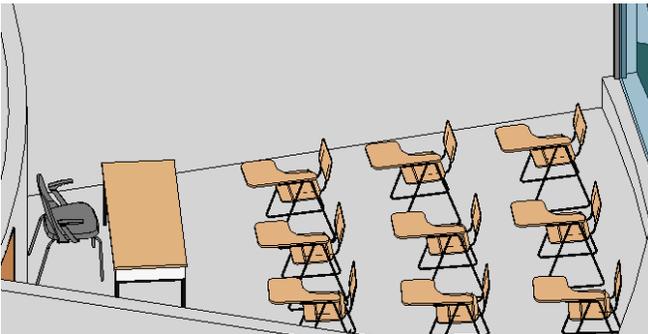
Ilustración 18 Familias Revit - sanitarios



Fuente: autores

Por otro lado, el equipamiento de dotación de las aulas y las demás zonas se desarrolló mediante la búsqueda de familias que contaran con relación el establecimiento educativo, por esta razón se buscaron familias que contuvieran (sillas, mesas, escritorios, juegos para niños, canchas deportivas, entre otros) (ver ilustración 19, 20, 21 y 22).

Ilustración 19 familias Revit - pupitres



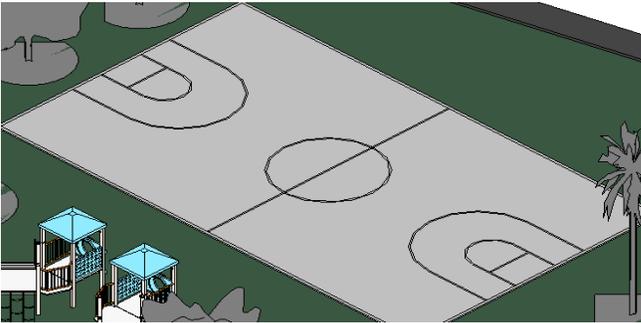
Fuente: autores

Ilustración 20 familias Revit - juegos infantiles



Fuente: autores

Ilustración 21 familias Revit - canchas deportivas



Fuente: autores

Ilustración 22 familias Revit - comedores



Fuente: autores

Por otro lado, también se buscaron familias que estuvieran acorde con el ambiente del complejo educativo, por tal razón también se procedió a buscar arboles relacionados con el ambiente de Ibagué como ocobos, palmas, entre otros (ver ilustración 23)

Ilustración 23 familias Revit - naturaleza



Fuente: autores

6.4. PRESUPUESTO GENERAL.

En cualquier proyecto de ingeniería civil es indispensable calcular las cantidades de obra y posteriormente realizar los APU para identificar el valor de cada uno de los ítems que se tienen, con el fin de que al final se realice un producto entre el valor real de una actividad y las cantidades de obra de dicha actividad para obtener el valor total de esta (ver tabla)

Tabla 4 Presupuesto general

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR.UNT	VR. TOTAL
1.1	PRELIMINARES				\$ 53.848.110
1.1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	1131,03	\$ 10.000	\$ 11.310.300,00
1.1.2	DESCAPOTE Y LIMPIEZA	M2	1131,03	\$ 12.000	\$ 13.572.360,00
1.1.3	CERRAMIENTO	UND	1131,03	\$ 15.000	\$ 16.965.450,00
1.1.4	INSTALACIONES PROVISIONALES	GLB	1,00	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000,00
1.1.2010	RETIRO DE ESCOMBROS INCLUYE BOTADERO.	GLB	1,00	\$ 7.000.000,00	\$ 7.000.000,00
2.1	CONCRETOS				\$ 163.252.500
2.1.1	ACERO DE REFUERZO (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA)	KG	2000,00	\$ 4.500,00	\$ 9.000.000,00
2.1.2	MALLA ELECTROSOLDADA	KG	690,00	\$ 7.500,00	\$ 5.175.000,00
2.1.3	COLUMNETA 3500 PSI MAXIMO DE 0.15 x 0.15 M. INCLUYE FORMALETA EN MADERA, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA NO INCLUYE ACERO DE REFUERZO).	ML	840,00	\$ 45.000,00	\$ 37.800.000,00
2.1.4	LOSA DE PISO	KG	250,00	\$ 500,00	\$ 125.000,00
2.1.5	LOSA ALIGERADA	KG	250,00	\$ 250,00	\$ 62.500,00

2.1.6	VIGA CONFINAMIENTO 3500 PSI MAXIMO DE 0.12 x 0.12 M. INCLUYE FORMAleta EN MADERA, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA NO INCLUYE ACERO DE REFUERZO).	ML	680,00	\$ 48.000,00	\$ 32.640.000,00
2.1.7	MUROS ESTRUCTURALES CON CIMENTACION	KG	640,00	\$ 120.000,00	\$ 76.800.000,00
2.1.8	ANCLAJES CON SIKA ANCHORFIX INCLUYE PERFORACIÓN Y LIMPIEZA, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	300,00	\$ 5.500,00	\$ 1.650.000,00
3.1	PISOS Y TERMINADOS				\$ 443.340
3.1.1	ALISTADO PISOS MORTERO IMPERMEABILIZADO 1:3 ESPESOR HASTA 0.07 M. (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA)	M2	6,38	\$ 30.000,00	\$ 191.400,00
3.1.2	PISO EN PORCELANATO NO INCLUYE MATERIALES, (MANO DE OBRA).	M2	7,48	\$ 22.000,00	\$ 164.560,00
3.1.2	PISO EN PORCELANATO NO INCLUYE MATERIALES, (MANO DE OBRA).	ML	2,20	\$ 15.400,00	\$ 33.880,00
3.1.3	BICELADO PISO EN PORCELANATO NO INCLUYE MATERIALES, (MANO DE OBRA).	ML	2,20	\$ 10.000,00	\$ 22.000,00
3.1.4	BOCA PUERTA EN PORCELANATO O EN GRANITO, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	0,70	\$ 45.000,00	\$ 31.500,00
4.1	MUROS				\$ 107.279.600
4.1.1	MURO EN SUPERBOARD DE 8 MM. UNA CARA, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	M2	350,00	\$ 90.000,00	\$ 31.500.000,00
4.1.2	FIGURA EN NICHOS EN SUPERBOARD DE 8 MM. DOBLE MURO EN BASE 9, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	28,00	\$ 700.000,00	\$ 19.600.000,00
4.1.3	FIGURA EN NICHOS EN SUPERBOARD DE 8 MM. MURO SENCILLO EN BASE 9, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	19,00	\$ 350.000,00	\$ 6.650.000,00
4.1.4	PANETE 1:3 IMPERMEABILIZADO HASTA 2 CM. (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	M2	756,00	\$ 22.000,00	\$ 16.632.000,00
4.1.5	PANETE 1:3 IMPERMEABILIZADO HASTA 2 CM DE ESPESOR. (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	426,00	\$ 15.400,00	\$ 6.560.400,00
4.1.6	ESTUCO PLASTICO. (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	M2	756,00	\$ 8.000,00	\$ 6.048.000,00
4.1.7	PINTURA PINTUCO O SIMILAR 3 MANOS. (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	M2	856,00	\$ 12.000,00	\$ 10.272.000,00
4.1.8	PARED EN PORCELANATO NO INCLUYE MATERIALES, (MANO DE OBRA).	M2	78,00	\$ 22.000,00	\$ 1.716.000,00
4.1.9	PARED EN PORCELANATO NO INCLUYE MATERIALES, (MANO DE OBRA).	ML	78,00	\$ 15.400,00	\$ 1.201.200,00
4.20	BICELADO PARED EN PORCELANATO, (MANO DE OBRA).	ML	370,00	\$ 10.000,00	\$ 3.700.000,00
4.21	INSTALACION DE MALLA EN NICHOS DE SUPERBOARD SOLO MANO DE OBRA.	UND	68,00	\$ 50.000,00	\$ 3.400.000,00
5.1	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				\$ 71.558.000
5.1.1	PUNTO HIDRAULICO PVC, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	30,00	\$ 55.000,00	\$ 1.650.000,00
5.1.2	PUNTO HIDRAULICO CPVC, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	30,00	\$ 75.000,00	\$ 2.250.000,00
5.1.3	PUNTO SANITARIO, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	30,00	\$ 75.000,00	\$ 2.250.000,00
5.1.4	TUBO PRESION PVC 1/2", (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	780,00	\$ 8.500,00	\$ 6.630.000,00
5.1.5	TUBO PRESION PVC 3/4", (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	780,00	\$ 10.600,00	\$ 8.268.000,00

5.1.6	TUBO PRESION CPVC 1/2", (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	820,00	\$ 12.600,00	\$ 10.332.000,00
5.1.7	TUBO PRESION CPVC 3/4", (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	534,00	\$ 17.000,00	\$ 9.078.000,00
5.1.8	TUBO SANITARIO 2", (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	642,00	\$ 25.000,00	\$ 16.050.000,00
5.1.9	TUBO SANITARIO 3", (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	ML	370,00	\$ 35.000,00	\$ 12.950.000,00
5.1.2010	REGISTRO 1/2" PVC, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	20,00	\$ 45.000,00	\$ 900.000,00
5.1.2011	REGISTRO 1/2" CPVC, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	20,00	\$ 55.000,00	\$ 1.100.000,00
5.1.2012	REAJUSTE DE RED HIDROSANITARIA, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	GLB	1,00	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
6.1	APARATOS SANITARIOS				\$ 1.458.000
6.1.1	INSTALACIÓN SANITARIO, (MANO DE OBRA).	UND	6,00	\$ 32.000,00	\$ 192.000,00
6.1.2	INSTALACIÓN DUCHA SOLO MANO DE OBRA, (MANO DE OBRA).	UND	6,00	\$ 53.000,00	\$ 318.000,00
6.1.3	INSTALACIÓN DISIPADOR Y MANGUERA EN ACERO INOXIDABLE, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	6,00	\$ 72.000,00	\$ 432.000,00
6.1.4	INSTALACIÓN ACCESORIOS DE BAÑO SOLO MANO DE OBRA, (MANO DE OBRA).	UND	6,00	\$ 18.000,00	\$ 108.000,00
6.1.5	REJILLA EN ACERO INOXIDABLE, (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	UND	6,00	\$ 68.000,00	\$ 408.000,00
7.1	INSTALACIONES				\$ 49.343.000
	ELECTRICA				
7.1.2	SALIDA INTERRUPTOR DOBLE SENCILLO BAÑO Y DUCHA	UND	70,00	\$ 40.000,00	\$ 2.800.000,00
7.1.3	SALIDA TOMACORRIENTE DOBLE GFCI	UND	48,00	\$ 40.000,00	\$ 1.920.000,00
7.1.4	ACOMETIDA GENERAL MONOFASICA 1X12F+12N+12T Cu THWN INCLUYE MANO DE OBRA INCLUYE TUBERIA PVC 1/2	ML	378,00	\$ 28.000,00	\$ 10.584.000,00
7.1.5	SALIDA ILUMINACION APLIQUE TIPO PARED	UND	25,00	\$ 40.000,00	\$ 1.000.000,00
7.1.6	SALIDA ILUMINACION PANEL LED INCRUSTAR 6W	UND	25,00	\$ 420.000,00	\$ 10.500.000,00
7.1.7	SALIDA ILUMINACION BAÑO	UND	25,00	\$ 37.000,00	\$ 925.000,00
7.1.8	SALIDA ILUMINACION CINTA LED	ML	485,00	\$ 38.000,00	\$ 18.430.000,00
7.1.2010	INTERRUPTOR DOBLE SENCILLO (PENDIENTE)	UND	28	\$ 42.000,00	\$ 1.176.000,00
7.1.2011	INTERRUPTOR SENCILLO (PENDIENTE)	UND	32	\$ 40.000,00	\$ 1.280.000,00
7.1.2012	TOMA GFCI (PENDIENTE)	UND	26	\$ 28.000,00	\$ 728.000,00
8.1	CARPINTERIA METALICA O ALUMINIO				\$ 165.810.000
8.1.1	VENTANA EN ALUMINIO NATURAL 8025 CURVO INCLUYE, VIDRIO 5 MM. CON POLARIZADO. (SUMINISTRO Y MANO DE OBRA).	M2	680,00	\$ 227.500,00	\$ 154.700.000,00
8.1.2	DIVISIÓN DE BAÑO EN VIDRIO TEMPLADO DE 10 MM INCLUYE ACCESORIOS EN ACERO INOXIDABLE, UNA HOJA FIJA Y OTRA CORREDIZA.	M2	25,00	\$ 370.000,00	\$ 9.250.000,00
8.1.2	DIVISIÓN DE BAÑO EN VIDRIO TEMPLADO DE 10 MM INCLUYE ACCESORIOS EN ACERO INOXIDABLE, UNA HOJA FIJA Y OTRA CORREDIZA.	UND	3,00	\$ 620.000,00	\$ 1.860.000,00
SUB-TOTAL					\$ 612.992.550
ADMINISTRACION				14%	\$ 85.818.957
IMPREVISTOS				3%	\$ 18.389.777
UTILIDAD				5%	\$ 30.649.628
IVA SOBRE UTILIDAD				19%	\$ 5.823.429
VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO					\$ 753.674.340

7. CONCLUSIONES.

La información topográfica del terreno es imperativa al momento de diseñar estructuras de ingeniería civil como estas, la topografía del terreno permitió identificar las diferentes alturas encontradas y preestablecer un inicio de cómo se comenzaría funda la estructura, es indispensable señalar que se debe realizar un buen levantamiento topográfico con el fin de mitigar problemáticas que se pueden derivar a raíz de un mal levantamiento y que repercuten en tiempo y dinero adicional del presupuestado en la obra.

En el diseño de planos se identificó que existe una dificultad al momento de incluir los tres sistemas en uno solo, debido a esto, es indispensable profundizar un poco más sobre este programa, sin embargo, no cabe duda de lo fundamental que puede llegar a ser un software como este en el día a día de la ingeniería civil, debido a todos los procesos que agiliza y a la interfaz de análisis que brinda tan sencilla que permite a los actores que intervienen en los diferentes planos revisar minuciosamente cada espacio o área con el fin de mitigar problemáticas que a larga se ven evidenciadas en tiempo y dinero

La modelación del proyecto es muy eficiente con este programa, sin embargo, es importante tener en cuenta que para el diseño de muro y otros elementos que tienen una estructura mucho más compleja, es indispensable realizar una profundización con el fin de que los materiales que se modelen estén muy cerca de los que se pretenden utilizar una vez se comiencen a ejecutar las obras; es por esto que el diseño de materiales es fundamental a priori al modelado de las estructuras.

Al identificar las cantidades de obra con Revit se logra obtener un acercamiento más adecuado a los presupuesto de construcción y permite solucionar todos los procesos de inversión en la obra, para que no se generen desvíos de dinero en el proyecto.

8. RECOMENDACIONES.

Es recomendable establecer lineamientos estratégicos que brinden la posibilidad de obtener un levantamiento topográfico más exacto, pues los elementos que se utilizaron para dicho levantamiento no los específicos para dicha tarea.

En el diseño de los planos arquitectónicos es indispensable tener claras las diferentes redes y con el fin de que no se generen problemáticas al momento de la modelación.

Es recomendable tener exactitud al momento de recopilar la información ya que al momento de diseñar en AutoCAD puede que exista falencia en la información, es por ello por lo que al momento en que se tomen datos se deben tomar con la mayor precisión.

Las cantidades de obra son base fundamental para un correcto presupuesto, es recomendable ajustar todos los materiales a un 5% de desperdicio, con el fin de que no exista deficiencia de materiales al momento de desarrollar la obra, por otro lado, es fundamental el uso correcto de herramientas que brinden la posibilidad de obtener cantidades más exactas.

BIBLIOGRAFÍA

- Architecture), O. (. (18 de Julio de 2022). AV. Obtenido de <https://arquitecturaviva.com/obras/casa-da-musica>
- Autodesk. (2022). Autodesk . Obtenido de <https://www.rfaeco.com/que-es-revit-de-autodesk-y-para-que-sirve/>
- DANE. (2019). DANE. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/icer/2015/ICER_Tolima2015.pdf
- Espectador, E. (21 de Octubre de 2020). EE. Obtenido de <https://www.elespectador.com/colombia/medellin/caso-space-el-drama-continua-siete-anos-despues-article/>
- Florez G., G. (24 de Agosto de 2018). EL TIEMPO. Obtenido de El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>
- Florez, G. (24 de 08 de 2018). El 40 por ciento de las construcciones del país usa metodologías BIM. El Tiempo.
- Francel, A. (2017). Kintsugi urbano. en la avenida ferrocarril ibague colombia (1921-1970). Obtenido de Universidad del Tolima: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108348/23BGT_FrancelAndres.pdf
- Instituto Geofísico Javeriano. (2000). Estudios de amenaza y microzonificación sísmica, vulnerabilidad estructural y evaluación de escenarios de daño. Obtenido de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19836/MicrozonificacionSismicalbague%28UJaveriana_2000%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IRISH BUILDING MAGAZINE. (14 de 10 de 2016). BIM en el mundo. Obtenido de <https://www.bimcommunity.com/news/load/269/bim-en-el-mundo>
- Kaizen. (2019). Kaizen arquitectura e ingeniería . Obtenido de <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- Ley 400. (1997). Ministerio de vivienda y desarrollo Territorial . Obtenido de https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/reglamento_construccion_sismo_resistente.pdf
- NTC-1500. (2004). Armada nacional. Obtenido de https://www.armada.mil.co/sites/default/files/normograma_arc/mantenimiento1/NTC%201500.pdf
- NTC-2050. (2020). Obtenido de https://www.armada.mil.co/sites/default/files/normograma_arc/mantenimiento1/NTC%20%202050.pdf

NTC-4596. (2006). Obtenido de https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf
Secretaria de Salud . (2020). Secretaria de salud ibague. Obtenido de <http://www.saludtolima.gov.co/>
Semana. (2018). Así fue la implosión del edificio Bernavento en Medellín. Semana, 1.

