

**PRODUCCIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE COSTO PRIMO DE
CONSTRUCCIÓN CON ARCHICAD PARA UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN**



**LAURA XIMENA BERDUGO LINARES
CODIGO: 505895**

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO DE INVESTIGACION APLICADA
BOGOTA D.C
2019**

**PRODUCCIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE COSTO PRIMO DE
CONSTRUCCIÓN CON ARCHICAD PARA UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN**

**LAURA XIMENA BERDUGO LINARES
CODIGO: 505895**

Trabajo de grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

**Director
CESAR DAVID QUINTANA CABEZAS
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO DE INVESTIGACION APLICADA
BOGOTA D.C
2019**



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá. Mayo 18 de 2019

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres que con todo el apoyo y el esfuerzo hicieron que yo llegara a la culminación de este proceso educativo, además de las enseñanzas que me brindaron en estos años en los cuales crecí personal y profesionalmente ya que sin ellos hubiera tomado tal vez diferentes rumbos, agradecida infinitamente porque ustedes son mi motivación para seguir adelante cada día.
A la universidad católica de Colombia por abrirme las puertas y permitirme formar como una profesional.
A los docentes que con su entrega me compartieron todo su conocimiento en las diferentes áreas.

GRACIAS

Laura Ximena Berdugo Linares

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecerle a Dios por llenarme de paciencia y perseverancia para culminar este proceso de aprendizaje.

Por otra parte, agradecerle al Ingeniero Cesar Quintana por el apoyo brindado, por las ideas innovadoras para hacerme crecer como estudiante y motivarme a la investigación de nuevas tecnologías que sirven para el futuro.

A diversos docentes y estudiantes de la facultad de Arquitectura que apoyaron a ampliar mi conocimiento en las áreas de tecnologías nuevas y de este modo emplearlo a la finalización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS.....	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
3. ANTECEDENTES	16
3.1 DELIMITACIÓN	18
3.1.1 Alcance	18
3.1.2 Tiempo	18
3.1.3 Limitaciones.....	18
4. JUSTIFICACIÓN	19
4.1 BIM EN EL MUNDO	19
5. MARCO DE REFERENCIA.....	22
5.1 MARCO TEÓRICO.....	22
5.1.1 BIM.....	22
5.1.2 PROPÓSITO Y OBJETIVO.....	23
5.1.3 BENEFICIOS	23
¿Por qué debería cambiar de CAD a BIM?.....	27
5.1.4 ARCHICAD COMO SOFTWARE DE MODELAMIENTO.....	27
5.1.5 PRESUPUESTOS DE OBRA.....	28
5.1.6 PROGRAMAS DE PRESUPUESTOS UTILIZADOS EN COLOMBIA.....	29
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	29
6. ESTADO DEL ARTE	31
6.1 BIM EN ACCIÓN	32
7. METODOLOGÍA.....	33
7.1 MATRIZ METODOLÓGICA.....	34
8. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO A MODELAR	36

8.1	APROPIACIÓN DEL PROYECTO.....	36
8.2	LOCALIZACIÓN	36
8.3	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	37
8.4	ANTES Y DESPUÉS DE LA ESTRUCTURA	39
9.	CARACTERIZACIÓN DE LAS LICENCIAS DE USO DE LAS APLICACIONES Y SU INSTALACIÓN	41
9.1	EVALUACIÓN DE SOFTWARE ARCHICAD	41
9.1.1	ARCHICAD.....	41
9.1.2	OPERACIÓN DEL SOFTWARE	41
9.1.3	FLUJO DE PROYECTO EN ARCHICAD	42
9.1.4	CÁLCULO PARA ARCHICAD	43
9.1.4.1	EL MENÚ CÁLCULO	43
9.1.4.2	ESTRUCTURA DE LOS DATOS PARA EL CÁLCULO.....	44
9.1.4.3	LAS PROPIEDADES.....	45
9.1.4.4	LOS LISTADOS	45
9.2	ACCESO A SOFTWARE ARCHICAD, LICENCIA Y FUNCIONAMIENTO.....	45
9.2.1	PLATAFORMAS Y TIPO DE LICENCIAS	45
9.2.2	ARCHICAD CONFIGURACIÓN BÁSICA	46
10.	SIMULACIÓN DIGITAL DEL PROYECTO Y SU DOCUMENTACIÓN.....	48
10.1	MODELO DEL PROYECTO EN EL SOFTWARE.....	48
10.1.1	LEVANTAMIENTO DEL MODELO BIM	48
10.1.1.1	CIMENTACIÓN	48
10.1.1.2	ESTRUCTURA.....	49
10.1.1.3	MAMPOSTERIA.....	51
10.2	INGRESO DE BASE DE DATOS DE EN ARCHICAD	52
10.2.1	CREACION BASE DE DATOS	52
10.2.2	CREACION DE LLAVES	54
10.2.3	CREACION DE COMPONENTES	54
10.2.4	OBJETOS DE PROPIEDAD.....	56
10.2.5	VINCULACION DE PROTOTIPO EN 3D A INFORMACION DE COSTO	56
10.3	DOCUMENTACION POR MEDIO DEL PROGRAMA ARCHICAD.....	58

10.3.1	CANTIDADES	58
11.	ANÁLISIS COMPARATIVO ACERCA DE DOCUMENTOS OBTENIDOS Y DOCUMENTOS OTORGADOS.....	98
11.1	PRESUPUESTO SELECCIONADO CONSTRUCTORA INGISA.....	98
11.2	PRESUPUESTO FINAL SOFTWARE ARCHICAD	103
11.3	ANÁLISIS COMPARATIVO	104
11.4	Cualidades en usabilidad	105
12.	CONCLUSIONES	107
13.	RECOMENDACIONES	109
14.	BIBLIOGRAFÍA	110
15.	ANEXOS.....	112

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: BIM en el mundo	19
Tabla 2: Mega obras con BIM	32
Tabla 3: Matriz metodológica	34
Tabla 4: cantidades de pilares	58
Tabla 5: cantidades muros	62
Tabla 6: cantidades vigas	76
Tabla 7: cantidades forjados o placas	95
Tabla 8: cantidades cubiertas	98
Tabla 9: Costos presupuestados Lean 58 forma tradicional	99
Tabla 10: presupuesto obtenido por ARCHICAD	103

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1: Usos del BIM.....	25
Ilustración 2: Modelo de integración de la tecnología BIM	26
Ilustración 3: ubicación LEAN 58	36
Ilustración 4: información general LEAN 58.....	37
Ilustración 5: información general LEAN 58.....	38
Ilustración 6: terreno año 2012	39
Ilustración 7: terreno estructura año 2015	40
Ilustración 8: terminación estructura año 2018.....	40
Ilustración 9: Forma al flujo de trabajo de documentación en ARCHICAD.....	43
Ilustración 10: Funciones secundarias de ARCHICAD	44
Ilustración 11: Configuración básica del equipo para instalación	46
Ilustración 12: Cimentación proyecto LEAN 58	48
Ilustración 13: Proceso de construcción muros pantalla, columnas y vigas.....	49
Ilustración 14: culminación estructura en concreto	50
Ilustración 15: mampostería fachada primer piso	51
Ilustración 16: mampostería pisos tipo	51
Ilustración 17: creación botón calculo	52
Ilustración 18: base de datos basebasica2	54
Ilustración 19: base de datos basebasica2.....	53
Ilustración 20: llaves base de datos.....	54
Ilustración 21: componentes de una llave.....	55
Ilustración 22: objetos de propiedad.....	56
Ilustración 23: vinculo de objetos a criterios	57
Ilustración 24: Cualidades de BIM	106

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Acceso primer piso.....	112
Anexo 2: Planta escaleras acceso.....	113
Anexo 3: viguetas altillos	114
Anexo 4: Ventanas.....	114
Anexo 5: Escalera con vigueta.....	115
Anexo 6: Escalera soldada.....	115
Anexo 7: planta estructural de pilotes	116
Anexo 8: Planta estructural cimentación	117
Anexo 9: Planta estructural piso tipo	118
Anexo 10: Planta estructural terraza	119
Anexo 11: planta estructural altillos.....	120
Anexo 12: planta arquitectónica primer piso.....	121
Anexo 13: planta arquitectónica piso tipo	122
Anexo 14: planta arquitectónica altillos	123
Anexo 15: Propuesta TG aprobada.....	124

INTRODUCCIÓN

En la Universidad Católica de Colombia como opción de trabajo de investigación se quiere profundizar las herramientas de modelado que ofrece el mercado, con una tecnología que para los futuros ingenieros es importante conocer, además, los profesionales y las universidades se deberían centrar en estudiar y también en enseñar estas nuevas metodologías de trabajo. Esta es la tecnología de MODELAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN conocida por sus siglas en inglés como BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM), una tecnología que ayuda con el modelado de proyectos de construcción, ingeniería civil y arquitectura.

La siguiente investigación aplicada se realiza con el fin de comparar los documentos de un mismo proyecto de infraestructura, El proyecto llamado edificio LEAN 58 ubicado en la ciudad de Bogotá D.C el cual fue construido por la empresa INGISA S.A.S cuenta con su respectiva documentación de costos, esta información fue comparada con la obtenida por medio del software de modelamiento llamado ArchiCAD el cual nos brinda información de costos de una manera actualizada ya que está vinculada directamente en el modelo por medio del mismo software.

Para la realización de la investigación fue necesario modelar el proyecto en ArchiCAD, este proceso fue realizado con los planos originales del proyecto que fueron otorgados por la empresa constructora del proyecto, adicionalmente se ingresaron datos de costos los cuales fueron consultados en dos fuentes, la revista CONSTRUDATA y los costos del SISTEMA DE INFORMACION DE PRECIOS DE REFERENCIA del IDU del año 2015 (año de presupuesto del proyecto), este proceso fue necesario para que el programa arrojará datos de costos basados en los metrajes de la construcción modelada.

La modelación del proyecto se realizó bajo los ítems básicos de construcción los cuales fueron: preliminares, cimentación y estructura tanto en mampostería como en concreto, por este motivo solo se realiza el estudio de precios de los materiales que más sobresalen en una construcción de obra civil por áreas y volúmenes, en el caso de estudio no se estimarán costos de redes eléctricas, redes sanitarias, redes de telefonía, acabados, mobiliario entre otros.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Generar la documentación de costo primo de un proyecto de edificación con ArchiCAD a fin de establecer sus cualidades de usabilidad.

1.2 ESPECIFICOS

- Seleccionar un proyecto de edificación con documentación de costos calculados.
- Generar el modelo del proyecto en ArchiCAD.
- Recolectar la información de costo primo otorgada por el software.
- Comparar la documentación producida por ArchiCAD, con la documentación brindada por el proyecto, costos mecánicos con costos del proyecto modelado.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El modelamiento en tecnologías BIM tiene una larga lista de aplicaciones en la ingeniería civil y en la arquitectura, se realizó una modelación en ARCHICAD de un proyecto de ingeniería de cinco niveles, en donde se quiere evidenciar que documentación de costos se genera, y con esta información poder comparar lo que otorga la entidad escogida y lo que se obtuvo por medio del software.

Gracias a toda esta información se podrán obtener datos reales para tener una postura de lo que es óptimo en la construcción, ya que las tecnologías BIM generan una relación costo-beneficio mucho mejor que los métodos tradicionales que hoy día se emplean en Colombia. Los métodos tradicionales se refieren a que hay un programa para modelación, otro para planeación y uno para costos, todo aparte que no tiene una congruencia en la información, por otro lado, se tiene un programa que ofrece toda esta información en un solo software en donde se puede hacer la comparación real, en base a un trabajo de seis meses que se puede sustentar.

Quizás, en el momento de licitar obras públicas o privadas en el ámbito de Colombia, aún no se implementa la tecnología BIM y por este motivo existen obras con sobre costos o déficit del recurso tiempo; además, el BIM, sería un elemento crucial en contra de la corrupción en el momento de preparar los concursos y las licitaciones, al momento de supervisar la contratación. Este trabajo de grado llama la atención que no es algo estudiado solo en el aula, es una problemática que lleva años en el país y que con la profundización de este tema se puede dar un punto de vista de lo que realmente se necesita implementar en la ingeniería civil, sabiendo que en países de Europa y en Norteamérica ya todos los proyectos de ingeniería se basan en modelamiento de esta tecnología.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se propone la siguiente pregunta a resolver con la ejecución del trabajo de grado:
¿Los productos de documentación de costos primos obtenidos de la aplicación del software ArchiCAD difieren de los productos que se obtienen manualmente en la preparación de un proyecto seleccionado para modelar?

3. ANTECEDENTES

El trabajo de la ingeniería civil se basa en la búsqueda de tecnologías que permitan facilitar y optimizar el proceso constructivo de obras civiles y de la misma manera la vida de la edificación, desde años atrás la metodología de modelado de obras de infraestructura se ha basado en la técnica de planimetría en 2D, siendo esta técnica muy independiente de lo que es un conjunto integral de información de un proyecto de ingeniería, por este motivo es fundamental incorporar la metodología BIM que lleva a la sostenibilidad y factibilidad de los procesos constructivos.

El tema abordado no es un tema novedoso en el ámbito disciplinar, en la universidad Católica de Colombia se encontrar fuentes de investigación que se enfatizaron en la aplicación de tecnologías gráficas para la modelación de proyectos, sin embargo el tema abordado para este trabajo fue la implementación de BIM para observar el ciclo de vida de un proyecto, y centrando su investigación en por qué este tipo de software es relevante como tecnología de construcción(Ismael Antonio Cerón and David Andrés Liévano n.d.), sin embargo se quiere resaltar que este software especializado abarca más características como lo es el cálculo de costos y presupuestos de todo el proyecto, que es a lo que se quiere llevar la investigación.

En Colombia se ha propuesto como objetivo el planteamiento de estrategias que permiten agilizar la transferencia BIM a los proyectos que se desarrollen en el país (“El BIM En Colombia - IAC” n.d.) , con el fin de optimizar sus procesos y aumentar la competitividad a partir de la implementación de sistemas de gerencia tecnológica informática, esperando como consecuencia de esto, una elevación de los indicadores de calidad del sector de la construcción. Unos de los factores que dificulta esta transferencia de conocimiento es que el diseño de sistemas de software de gerencia informática dedicados al BIM requieren una alta inversión, más allá de este factor y conociendo las innumerables ventajas que conllevan el uso de las tecnologías BIM (“¿Cuánto Cuesta Implantar BIM y Cuando Recuperaré La Inversión? – Lean Bim Construction” n.d.), muchas empresas colombianas aún desconocen esta forma de trabajo y su implementación sería un cambio total a la forma tradicional de desarrollo de proyectos, lo cual deja entre ver la resistencia al cambio de las empresas del país.

Bajo parámetros tradicionales una empresa puede llevar a cabo un proyecto ya sea en el sector público o privado con el uso de la tecnología CAD y el apoyo de software para costos y licitaciones, sin embargo, esto en ocasiones puede acarrear una serie de costos adicionales que no están contemplados en el proyecto que no permite

desarrollar una rentabilidad a veces esperada. “Las estadísticas acerca de fracasos y éxitos de los proyectos en Colombia muestran una tendencia similar que las internacionales; hay más fracasos que éxitos, como se puede constatar en los resultados de las encuestas realizadas por ACIS- Asociación Colombiana de Ingeniería de Sistemas-, para las Jornadas de Gerencia de Proyectos que se realizan anualmente, donde todavía se puede apreciar un alto porcentaje de proyectos que se retrasan en cronograma y presentan sobrecostos.(Universidad Industrial de Santander 2015)

Algunos precedentes en Colombia que utilizan este software como estrategia de modelamiento son los que se mencionaran a continuación. Amarilo es una de las empresas que se ha pronunciado sobre el tema, haciendo proyectos basados en esta tecnología y en base a la reciente implementación de BIM, Modelado de Información de Construcción, la compañía Amarilo se podría situar, para el 2021, en la empresa líder en implementación y utilización de esta metodología en Colombia. Amarilo es una empresa colombiana líder en promoción, gerencia, venta y construcción de proyectos de vivienda. Reconocida como la No. 1 en “Mejor Reputación” del sector de construcción e infraestructura. Desde su inicio en 1993, aplica buenas prácticas y habilidades distintivas en su gestión, desarrollando proyectos de vivienda, proyectos de comercio, edificaciones para oficina y educación y macro proyectos urbanísticos. Se ha convertido también en una de las compañías pioneras en implementar BIM en el país. Aquí le mostramos el proceso para que la empresa incorporara esta metodología (“Compañía Colombiana Pionera En Implementar BIM - Construdata.Com” n.d.).

En esta cadena de sucesos tenemos en cuenta que el **“40 por ciento de las edificaciones nuevas que se desarrollan en Colombia, ya están implementando el Modelado de Información para la Construcción”** así lo afirma Sandra Forero presidenta de la cámara Colombiana de la construcción (Camacol), Según Camacol, BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales, basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), ambientales (6D) y de mantenimiento (7D). El aporte de esta digitalización en la construcción se resume –según el gremio– “en 600 días de reducción directa del cronograma de obra y de 32 por proyecto, en promedio. A esto se le puede agregar el aumento del 25 por ciento en la productividad y la disminución de 2,5 por ciento en los costos por obra”(“El 40 Por Ciento de Las Construcciones Del País Usa Tecnología BIM - Sectores - Economía - ELTIEMPO.COM” n.d.).

No obstante, la llegada de BIM ha causado que las empresas tengan interés en conocer y adoptar esta medida en sus proyectos, y como se tiene de referencia, Colombia quiere implementar este software por la utilidad que le genera en cada proyecto a realizar.

3.1 DELIMITACIÓN

3.1.1 Alcance

Comparar documentos de costo primo de una obra de infraestructura, una documentación esta generada por medio del programa SINCO que fue la otorgada por la empresa INGISA, y la siguiente documentación se generó por autoría propia con la modelación del mismo proyecto pero por medio del programa ArchiCAD, además de esto se ingresaron valores de costo actual en el software y con datos de volúmenes que se generan, se encontraron los costos por material de obra que se requieren para esa construcción.

3.1.2 Tiempo

El tiempo que se asignó para la elaboración de la investigación fue de ocho meses, cuatro meses en la elaboración del anteproyecto en el que se plantea la propuesta y cuatro en el desarrollo investigativo de trabajo de grado, realizando a cabalidad el objetivo del proyecto, generando documentos de costos que otorgó el software teniendo como referencia la base de datos ingresada al mismo.

3.1.3 Limitaciones

- CAPACIDAD DEL EQUIPO DE COMPUTO A UTILIZAR
- TIEMPO
- DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

4. JUSTIFICACIÓN

En la universidad Católica de Colombia se ha evidenciado la carencia de información acerca de las tecnologías que impactan de una manera positiva la construcción, como lo es el modelado de información por medio de tecnologías BIM, a pesar que la institución educativa cuenta con programas como Revit en las instalaciones, son muy pocos los docentes que preparan a los estudiantes para desarrollar su ejercicio profesional en base a nuevas tecnologías, el mundo hoy gira en torno a la tecnología que cada día tiene nuevos avances, por tal razón se debe estar de la mano con las herramientas informáticas que dan paso al futuro.

4.1 BIM EN EL MUNDO

Tabla 1: BIM en el mundo

PAIS	ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN
ESTADOS UNIDOS	BIM es requerido en todos los proyectos del gobierno desde 2007 de forma obligatoria
CHINA	Con el apoyo del gobierno siendo incluido en el 12º Plan Quincenal e impartiendo la metodología en las universidades. Hay que tener en cuenta también que el sector de la construcción cuenta con mucho movimiento y capacidad de inversión actualmente lo que ayuda a su implementación
COREA DEL SUR	El Servicio de Contratación Pública de Corea del Sur también asume el objetivo de usar BIM en todos los proyectos públicos, y en todos los proyectos de más de 50 millones de dólares para el 2016
SINGAPUR	El gobierno también apoya estas metodologías. En 2008 lideró una plataforma para poder realizar las entregas de proyectos realizados con la tecnología BIM de electrónica. Y además exige entregar todos los proyectos del sector público en BIM a partir de 2015

Continuación tabla 1

FINLANDIA	El uso de BIM es una realidad desde que en 2007 se exigiera archivos IFC a cualquier profesional que realice y entregue proyectos de ejecución.
REINO UNIDO	Ha sido obligatorio desde 2016. La primera propuesta de valor del gobierno inglés es la de alinear esta iniciativa con una reducción controlada de los costes, los tiempos de entrega de los proyectos y del uso del carbón
EUROPA	El gobierno francés tiene previsto adoptar el BIM de manera oficial en más de 500.000 hogares para el año 2017. Italia tiene previsto implementar el BIM para obras públicas por encima de los 5 millones de euros España también ha establecido la obligación del uso del BIM para marzo de 2018, mientras que para proyectos de infraestructuras habrá que esperar al 2019 En Portugal y pese a que todavía no hay un mandato firme, existen implementa
BRASIL	El Departamento Nacional de Transportes de Infraestructuras de Brasil está adoptando el BIM con la esperanza de disminuir un 30% los costes a lo largo del ciclo de vida de un edificio. Ya se ha trazado una ruta estratégica con la intención de reajustar el acercamiento del gobierno brasileño a los grandes proyectos, mejorando su previsibilidad y seguridad, así como el ahorro de tiempo y dinero
CHILE	EL gobierno chileno ha introducido ya un plan BIM que dura 10 años y que pretende alcanzar los requisitos del BIM para proyectos públicos de cara al 2020 y para los privados, en 2025
EMIRATOS ARABES	A partir de 2013, se ha utilizado el BIM de manera obligatoria para una arquitectura específica y ciertos trabajos MEP para edificios de más de 40 pisos o aquellos que abarcan más de 22,871 m2

Fuente: <https://bimcommunity.com/news/load/269/bim-en-el-mundo>

Para Colombia la implementación ha sido incipiente, ya que no se tiene aún un consenso del concepto en Colombia. Al discutir el concepto algunos mencionan que es un software otros que es una serie de prácticas orientadas a la gestión de cambios y al trabajo colaborativo apoyados en un prototipo digital. Página 30 de 122 En Colombia también se está trabajando para llegar a una “Normativa BIM” que nos permita ser más competitivos y tener mejores resultados en los proyectos de infraestructura de la nación. A estos esfuerzos de tener un claro referente de BIM se vinculan las grandes constructoras del país con pilotos que poco a poco van dejando claro el camino a seguir. Entre las constructoras Colombianas más destacadas que han implementado BIM se encuentra CONCRETO, AMARILLO Y CONSTRUCTORA BOLIVAR, las cuales han implementado BIM en sus respectivos proyectos (“COMPARACIÓN ENTRE METODOLOGIAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) Y METODOLOGIAS TRADICIONALES EN EL CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA Y ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS. CASO DE ESTUDIO: EDIFICACIÓN EDUCATIVA EN COLOMBIA” n.d.).

Por las razones anteriormente descritas se da la necesidad de una investigación aplicada para que la comunidad educativa conozca y estudie la importancia de incluir en su proceso de aprendizaje herramientas como BIM, que son el futuro de la ingeniería en Colombia, por este motivo se contrasta con información de varios países que lo único que nos muestra es la urgencia con la que se deben tomar estos temas, y principalmente en un ambiente educativo ya que es donde se preparan los futuros ingenieros, en este caso los estudiantes, docentes y directivos de la Universidad Católica de Colombia.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 BIM

Como sus mismas siglas indican, el modelamiento de información del proyecto se debe entender como información no únicamente de dimensiones geométricas como largo, ancho y altura; sino de propiedades inherentes al producto tales como material, proveedor, fecha de construcción, etc. y sobre todo de información relevante para ser utilizada en la operación del negocio. En esencia, toda la información valiosa del proyecto.

BIM no es un software en particular, sino más bien un proceso que involucra el uso de múltiples aplicaciones y establece una nueva metodología a la hora de desarrollar proyecto. Este proceso permite el intercambio y reutilización de información coordinada del proyecto en tiempo real, y como consecuencia de ello incrementa la comunicación entre los arquitectos, ingenieros y constructores. (“Comité BIM Del Perú” n.d.)

Cuando se inició con el diseño de construcciones por medio de software, el mercado nos mostró variedad de programas, un impulsor de estos programas es Autodesk, con motores CAD, con los cuales se utilizaba una geometría explícita basada en coordenadas para crear entidades gráficas.

Actualmente son habituales los modeladores basados en objetos. En el nivel más simple incluyen ayudas de dibujo simbólicas, como las plantillas de fontanería o mobiliario con guías de calco para el dibujo manual. Cuando el sector empezó a asociar a estos símbolos datos como un nombre o número de clave, se les denominó "inteligente" o "avanzado". En algunos casos, estos datos (como una cota de altura) podían afectar a la geometría del símbolo, lo cual convertía los datos en "parámetros" y el símbolo en "paramétrico". También se introdujeron otras relaciones básicas entre los símbolos, como las de "anfitrión", que permitían mantener una ventana dentro de un muro a pesar de que éste se desplazara. Sin embargo, la pieza que falta es la red de relaciones entre todas las piezas del edificio. Éste es el punto fuerte de un modelador de construcción paramétrico: el registro, la presentación y la gestión de las relaciones sea cual sea el lugar del edificio en que se produzcan. Un modelador de construcción paramétrico eficaz gestiona los datos de los objetos en el nivel de componentes, pero, lo que es más importante, permite

obtener información sobre las relaciones entre todos los componentes, vistas y anotaciones del modelo. Una puerta al hueco de una escalera puede bloquearse a una distancia determinada de la contrahuella para garantizar que quede suficiente espacio libre para la salida; una puerta puede bloquearse a una distancia específica de un muro para dejar espacio para el mobiliario o facilitar la accesibilidad. Todo el modelo contiene información, no sólo los objetos que lo conforman.(Medio n.d.)

Cuando nos referimos al concepto de BIM podemos decir que es un modelado de la información que se refiere a un proceso que comienza por la creación de un modelo de infraestructura en 3D el cual es inteligente y facilita la coordinación, simulación y visualización del proyecto, se podría decir que BIM es una representación digital de las características físicas y funcionales de una construcción.(Lina, Aponte, and León n.d.)

5.1.2 PROPÓSITO Y OBJETIVO

Los propósitos de la modelación de información se pueden definir en cinco conceptos muy específicos, esto para entender mejor que es lo que hace la modelación de información en la construcción (“Propósitos y Objetivos Del BIM - GITC” n.d.)

- 1. Recopilar:** Recopilar u organizar la información del edificio.
- 2. Generar:** Crear información acerca del edificio
- 3. Analizar: Examinar elementos del edificio para ganar mejor entendimiento de ellos**
- 4. Comunicar: Presentar información acerca del edificio en métodos que puedan ser compartidos o intercambiados**
- 5. Entender:** Hacer un control de los elementos físicos usando información del edificio

5.1.3 BENEFICIOS

El beneficio clave de BIM es su representación geométrica precisa de las partes de un edificio en un entorno de datos integrado (CRC Construction Innovation, 2007). Otros beneficios relacionados son:

- Procesos más rápidos y efectivos: la información se comparte más fácilmente, puede ser de valor agregado y reutilizado

- Mejor diseño: las propuestas de construcción se pueden analizar rigurosamente, las simulaciones se pueden realizar rápidamente y una evaluación comparativa del desempeño, que permite soluciones mejoradas e innovadoras.
- Costos controlados de toda la vida y datos ambientales: el desempeño ambiental es más predecible, los costos del ciclo de vida se entienden mejor.
- Ensamblaje automatizado: los datos de productos digitales se pueden explotar en procesos posteriores y se pueden usar para fabricación / ensamblaje de sistemas estructurales.
- Mejor servicio al cliente: las propuestas se comprenden mejor a través de una visualización precisa.
- Datos del ciclo de vida: los requisitos, el diseño, la construcción y la información operativa se pueden utilizar en gestión de las instalaciones.

El Centro de la Universidad de Stanford para la Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) cifras basadas en 32 proyectos que usan BIM indican beneficios como (CIFE, 2007):

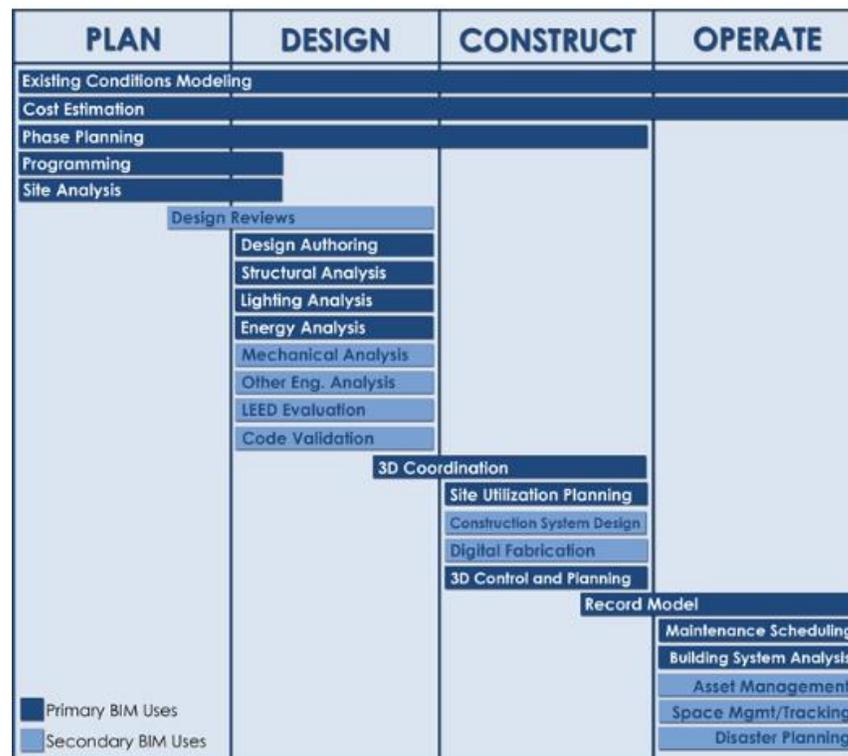
- ✓ Hasta un 40% de eliminación del cambio no presupuestado.
- ✓ Precisión de estimación de costos dentro del 3%.
- ✓ Hasta un 80% de reducción en el tiempo necesario para generar una estimación de costos.
- ✓ Un ahorro de hasta 10% del valor del contrato a través de detecciones de choque.
- ✓ Hasta un 7% de reducción en el tiempo del proyecto.(Azhar 2011)

La aspiración constante de nuestra sociedad es alcanzar siempre mayores estándares de calidad con un considerable ahorro de recursos, una oportunidad inmejorable que se ha implementado hoy en día para el desarrollo de proyectos es el BIM (Building Information Modelling). Es un software que incluye en las muchas rutinas hoy habituales en el desarrollo de proyectos y construcciones. La inclusión de datos ligados al proyecto desde su inicio hasta su fin de ciclo de vida, permite tener las oportunidades abiertas de crear una realidad virtual dinámica y actualizable, por ende, una optimización en todas las fases del proyecto, desde su inicio, su ejecución y su fin, además de llevar un completo registro de todos los datos del proyecto de manera eficiente, sin riesgo de pérdidas o reelaboraciones. BIM reúne un conjunto de elementos y datos sobre un único modelo virtual, que sin lugar a dudas ofrece un potencial singularmente interesante.

El modelado de información para la construcción BIM permite que el trabajo en equipo pueda llevarse a cabo en diferentes escenarios de la virtualidad, para conjugar simultáneamente la labor de varios expertos aunque se encuentren ubicados en distintos lugares, gran beneficio para detectar de forma prematura conflictos entre los diferentes planteamientos que se den en el trabajo en equipo y dando oportunidad de tomar decisiones que se puedan realizar con mayores elementos de juicio y por ende con un mayor estándar de calidad de información. Esta alternativa permite tener un campo de actividad mucho más extenso para las empresas de construcción al lograr ventaja competitiva y abrir caminos para la actualización de la gestión a partir de la gerencia tecnológica.(Autodesk 2011)

A continuación, se mostrará un esquema en donde nos muestra una serie de veinticinco usos, en cuya guía se recomienda usarlos para el desarrollo de diagramas de flujo de trabajo.

Ilustración 1: Usos del BIM



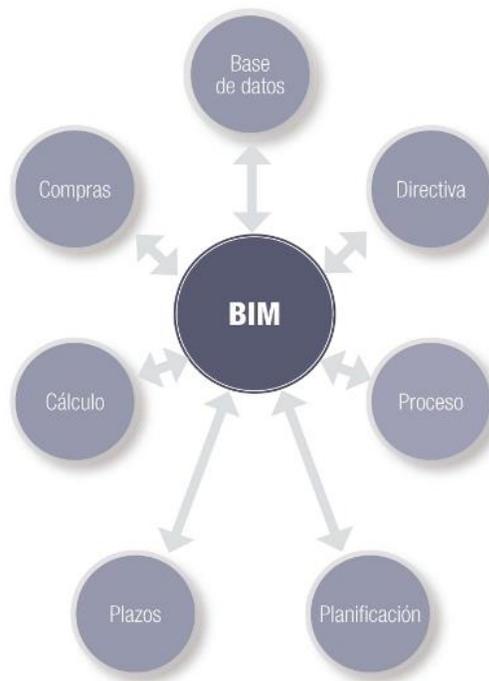
Fuente: Pennsylvania State University “The BIM Project Execution Planning Guide”

En el esquema anterior se evidencia la visión que se tiene para el modelado con BIM en donde se ofrece integración de procesos basados en información y no solo en dibujos, esto se refiere a la opción de modificar cualquier parte del proyecto y

con la información suministrada modificar al momento la información del proyecto. Reducir los tiempos del proyecto y eliminar errores de información, lo que quiere decir que el proyecto será viable y óptimo en la construcción, ya que al trabajar con todo un sistema de información conjunto nos permite tener una mejor visión de que factores influirán positiva o negativamente en el proyecto y así prever cada situación.

Building Information Modeling (BIM) representa la transformación digital en la construcción de edificios. BIM cambiará en el futuro de forma significativa el nivel de eficiencia y desarrollo a la hora de planificar y edificar. (“BIM | Sikla” n.d.)

Ilustración 2: Modelo de integración de la tecnología BIM



Fuente: BIM | Sikla.

BIM para nuestro país se ha constituido como un paradigma en el momento de la construcción, esto debido a la falta de información que se le ha dado a tecnologías de esta índole, no solo está afectando el desarrollo de infraestructura del país, sino que además se está dejando de lado una tecnología que nos posiciona de nuevo como un país tercermundista, cuando se toma el tema desde una visión global del problema se evidencia que somos uno de los tantos países latinoamericanos que

seguimos arraigados a la construcción tradicional, en donde el sistema de dibujo para planos se realiza desde un software pero que no juega conjuntamente con los demás aspectos del proyecto, he ahí donde en base a la investigación realizada anteriormente podemos tener un juicio de valor para preguntar, en ¿dónde está la calidad de avance que las universidades y la industria de la construcción quieren generar en un país que quiere sobresalir a nivel mundial?

¿Por qué debería cambiar de CAD a BIM?

BIM y CAD representan dos enfoques fundamentalmente diferentes para el diseño y la documentación del edificio. **Las aplicaciones CAD (diseño asistido por computadora)** imitan el proceso tradicional de "papel y lápiz" en la medida en que los dibujos electrónicos bidimensionales se crean a partir de elementos gráficos 2D como líneas, sombreados y texto, etc. Dibujos CAD, de forma similar a los dibujos en papel tradicionales se crean de forma independiente el uno del otro, por lo que los cambios de diseño deben seguirse e implementarse manualmente en cada dibujo de CAD. **BIM (Modelado de Información de Construcción)** las aplicaciones imitan el verdadero proceso de construcción. En lugar de crear dibujos a partir del trabajo en línea 2D, los edificios se modelan virtualmente a partir de elementos de construcción reales, como paredes, ventanas, losas y techos, etc. Esto permite a los arquitectos diseñar edificios de forma similar a como se construyen. Dado que todos los datos se almacenan en el modelo de edificio virtual central, los cambios de diseño se siguen automáticamente en los dibujos individuales generados a partir del modelo. (Graphisoft n.d.)

5.1.4 ARCHICAD COMO SOFTWARE DE MODELAMIENTO

ARCHICAD 22 ofrece mejoras en la herramienta de diseño e introduce procesos de flujo de trabajo de diseño mejorado. Estos representan importantes mejoras de rendimiento y mejoras de productividad en sus procesos centrales de diseño, así como en los flujos de trabajo de colaboración multidisciplinarios.

ARCHICAD es la solución de software de Building Information Modeling (BIM) para la industria de la arquitectura y el diseño.

- Trabajo en 3D: Todo el trabajo creativo y la documentación del diseño ocurre en 3D, y por lo tanto podrá tomar decisiones de diseño y ver los resultados en un entorno 3D real del proyecto.
- Un modelo central: Los diseñadores trabajan en un sólo modelo de

construcción para crear, documentar y construir sus ideas — los cambios son rápidos y automáticos.

- Fácil creación de la documentación: La actualización automática de la documentación con un sólo clic hace que las tareas más tediosas se realicen de forma rápida y fácil. ("Bienvenido a ARCHICAD 22" n.d.)

Cree perfiles más inteligentes para muros, vigas y columnas definiendo bordes paramétricos en el editor de perfiles. Esto permitirá compensar bordes individuales o múltiples centralmente para el atributo de perfil o en el nivel de instancia, ya sea de forma gráfica o mediante la configuración de elementos.

Gracias a los denominados "modificadores de geometría personalizada", los arquitectos pueden usar un perfil para describir diferentes geometrías de paredes, columnas y vigas. Al ajustar las dimensiones de las máscaras del perfil personalizado paramétrico, el mismo perfil se puede ajustar en varios detalles diferentes en el proyecto. La altura de las capas de estructuras compuestas, por ejemplo, ahora se puede ajustar individualmente. (Thomas Wunsch Alvarenga and Edson Neves da Silva n.d.)

5.1.5 PRESUPUESTOS DE OBRA

El presupuesto de construcción tiene por objeto determinar el costo, en forma anticipada, de una obra por construirse. Lleva por lo tanto involucrado en su definición misma el concepto de error. Toda estimación de valores está basada en experiencias anteriores de la persona que hace el cálculo, en una buena información que posee. Estas estimaciones de valores van desde una valorización rápida hasta el presupuesto detallado de una obra que se ha dividido en diversas actividades que la constituyen, se ha cubicado y actualizado el costo de cada una de ellas, obteniendo el presupuesto por sumatoria. (Heriberto et al. 2006)

Estos presupuestos de obra se realizan básicamente como el resultado de lo generado como consumido por la obra, tomando en cuenta los respectivos insumos y mano de obra de la construcción, una se los métodos más utilizados para este presupuesto son los conocidos APU (ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS) conocido también como descompuestos, en palabras simples son el desglose que debe hacerse al precio unitario de cada partida de un presupuesto (por la unidad de Obra), donde se debe descomponer el precio unitario en cuatro partes principales que son:

(Materiales+ Mano de Obra+ Medios Auxiliares+ Imprevistos).("APU Análisis de Precios Unitarios. - Chilecubica" n.d.)

5.1.6 PROGRAMAS DE PRESUPUESTOS UTILIZADOS EN COLOMBIA

Hoy día gracias a la tecnología es sencillo encontrar software que nos permitan realizar estimación de presupuestos para obras civiles, pero actualmente hay una base de datos que es una de las más utilizadas para este tipo de labores, el programa llamado CONTRUPLAN se encuentra en la página oficial de construdata, el cual es un portal que provee información actualizada de varios ámbitos de la construcción de obras civiles, ConstruPlan es un programa para elaboración de presupuestos de construcción más utilizado en Colombia.

ConstruPlan permite crear y mantener en disco una base de datos de Insumos (materiales, mano de obra y equipos) y Análisis Unitarios que posteriormente se utilizan para crear presupuestos. El programa permite toda clase de simulaciones y escenarios, cuenta con múltiples reportes prediseñados que, además, pueden exportarse a Excel para modificaciones adicionales o enviarse directamente por correo electrónico. ("ConstruPlan - Construdata.Com" n.d.)

5.2 MARCO CONCEPTUAL

Para centrar un proyecto como el que se quiere trabajar se deben conocer los conceptos globales que nos permitan entender los estándares que las empresas tienen para exponer una tecnología que para este ámbito está en auge.

Conceptos como Gerencia, Diseño, Comercialización, Construcción e Interventoría son unos de los que expondremos a continuación con el fin de desarrollar un trabajo más provechoso, ya que es fundamental que la base de la ingeniería sean los conceptos a trabajar y ya después implementar las tecnologías en esos conceptos.

Cuando nos referimos a la gerencia de Proyectos basados en tecnologías BIM se quiere dar a entender que el cambio de paradigmas incluye estrategias donde el BIM como didáctica o el entendimiento de los procesos arquitectónicos constructivos son sistemas gerenciales de gestión de la información que pueden llevar a la elevación de indicadores de calidad en el sector de la construcción. (Tsai, Hsieh, and Kang n.d.)

En el diseño se ha venido hablando del salto que genera pasar de CAD a BIM y es precisamente por este tema, que el diseño es lo fundamental, un modelamiento

funcional que no solo proporciona dibujos de planos en 2D sino que en conjunto fusiona información que para la planeación de obras es vital, es fundamental que el tema del diseño en todos los países se hagan por medio de esta tecnología, ya que al diseñar en este software se generan datos de materiales, cantidades, tiempos y demás información que en las empresas que se ha implementado ha tenido un beneficio en optimización de costos.(Mojica Arboleda, Fernando, and Rivera n.d.)

A lo que a comercialización se refiere se entiende a el impacto que ha generado esta tecnología que se viene trabajando desde el año 1995, en Latinoamérica solo países como Brasil ha implementado en sus empresas el desarrollo de modelamiento, un impacto positivo que las empresas buscan implementar alrededor del mundo y por este motivo cada día implementan más proyectos basados en Revit o ArchiCAD que son los software más usados.(“¿Cómo Avanza La Implantación Del BIM En El Mundo? - Revista Constructivo” n.d.)

Cuando se habla que BIM es para desarrollar un óptimo proceso constructivo, los constructores quedan asombrados, ya que ¿cómo un software puede generar tanta expectativa en una labor que se ha hecho mecánicamente a lo largo de tantos años? La respuesta es con interfaces de información que BIM maneja para tener la capacidad de modificar cualquier parte del proyecto y así mismo dar la solución en el proceso constructivo.(Autodesk n.d.)

Por ultimo un tema que en nuestro país es bastante nombrado que es el tema de los interventores, se podría decir que con este beneficio de avances tecnológicos los interventores tendrían un fundamento para intervenir las obras que no estén cumpliendo con los estándares de calidad y de tiempo que dictan los documentos obtenidos por estas tecnologías.(Universidad Industrial de Santander 2015)

6. ESTADO DEL ARTE

En el sistema BIM (Building Information Modelling) la información del proyecto está integrada y conectada en un único modelo, de forma que, si el archivo recibe algún cambio, se ejecutará de manera generalizada.

Este sistema se ha impuesto cada vez en más países ya que permite trabajar en el mismo proyecto a distintas empresas incluso de manera simultánea.

La extensa gama de posibilidades que ofrece BIM ha tenido una gran acogida en países desarrollados. En Estados Unidos los proyectos que han empleado BIM en los últimos 7 años han sido ambiciosos, han obtenido buenos resultados y empresas tanto públicas como privadas reconocen que estas nuevas metodologías paulatinamente se van volviendo esenciales para el diseño, construcción y operación de proyectos de construcción como es el caso de la Guardia Costera de los Estados Unidos, cuyo plan de administración y construcción de edificaciones en zonas costeras (SFCAM) está basado en metodologías BIM.

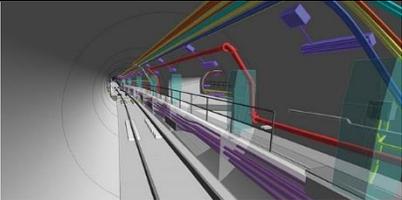
Asimismo, BIM ha jugado papel fundamental en la realización de obras de infraestructura requeridas para los juegos Olímpicos de Londres 2012. El estadio Olímpico fue terminado en marzo de 2011, a tiempo y por debajo del presupuesto estimado. Es un estadio para 80.000 personas con 10.000 toneladas de acero y alrededor de 700 salas y espacios. El modelo paramétrico del estadio fue construido por dos expertos de la Compañía Fulcro en 8 semanas integrando modelos e ideas del equipo de diseño. Las visualizaciones generadas en BIM permitieron esclarecer las complejas rutas de servicios, incluidos los sistemas de saneamiento (Finizio, 2011). (Mojica Arboleda, Fernando, and Rivera n.d.)

En la actualidad, más del 50% de los clientes internacionales de las constructoras españolas exigen o tienen interés en el uso de BIM, es imprescindible para acceder a licitaciones, contratos y colaboraciones para empresas y profesionales españoles que quieran participar en proyectos de construcción, reforma, instalación, y explotación en EE.UU., Reino Unido, Centro y Norte de Europa, Emiratos Árabes, Sudéste Asiático, China o Australia. (Thomas Wünsch Alvarenga and Edson Neves da Silva n.d.)

6.1 BIM EN ACCIÓN

Algunas de las megas obras con las cuales el mundo ha tomado la iniciativa de complementar sus diseños con información modelada son las siguientes(Autodesk n.d.):

Tabla 2: Mega obras con BIM

Acceso al este de Manhattan	Torre de Zun de China	Hohhot City National Fitness Center
Tener lugar debajo de las bulliciosas calles de Manhattan es uno de los proyectos de infraestructura más grandes en los Estados Unidos.	Establecida para ser la estructura más alta en Beijing, la torre de \$ 3.5 mil millones alcanzará los 528 metros con 108 pisos y siete subterráneos	Un gimnasio masivo, que incluye un gimnasio con 5.000 asientos para eventos, respalda el plan de China para aumentar la participación en los deportes.
 <p>1. tomada de Autodesk</p>	 <p>2. tomada de Autodesk</p>	 <p>3. tomada de Autodesk</p>

Fuente: Autodesk

7. METODOLOGÍA

El proyecto denominado como **PRODUCCIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE COSTO PRIMO DE CONSTRUCCIÓN CON ARCHICAD PARA UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN** se divide en un objetivo general y cuatro objetivos específicos, en este proyecto se enfatiza la división de actividades para que tenga una óptima ejecución, decidimos dividir las actividades de acuerdo a los objetivos específicos, iniciando por la **SELECCIÓN DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN CON DOCUMENTACIÓN DE COSTOS CALCULADOS**, donde se tendrán actividades como

1. Consultar entidades como FONADE, IDU y CURADURIAS URBANAS
2. Apropiar todos los datos e información del proyecto disponible.
3. Seleccionar los datos e información relevantes para el modelamiento

Como segundo objetivo específico tenemos: **GENERAR EL MODELO DEL PROYECTO EN ARCHICAD.**

1. Recolectar artículos empíricos o científicos sobre valoración o sobre evaluación de las aplicaciones.
2. Acceder a licencia de prueba e instalar ArchiCAD

Como tercer objetivo tenemos: **PRODUCIR LA MÁXIMA CANTIDAD POSIBLE DE DOCUMENTOS DE COSTO PRIMO CON EL SOFTWARE.**

1. Modelar el proyecto en la aplicación
2. Producir la documentación máxima posible

Por último y como cuarto objetivo específico tenemos **COMPARAR LA DOCUMENTACIÓN PRODUCIDA POR ARCHICAD, CON LA DOCUMENTACION BRINDADA POR EL PROYECTO, COSTOS MECANICOS CON COSTOS DEL PROYECTO MODELADO.**

1. Detectar las diferencias entre la documentación producida a través de la aplicación utilizada y la contenida en el proyecto original modelado.
2. Generar conclusiones sobre los documentos producidos y recomendaciones de uso de la aplicación utilizada.

Cada una de las actividades nombradas anteriormente están adjuntas en una matriz en anexos para que se evidencie la organización del proyecto en el que se desea trabajar, con el fin de observar no solo las actividades que se van a trabajar sino también evidenciar los recursos y el producto final que se desea entregar con la culminación de este trabajo de investigación.

7.1 MATRIZ METODOLÓGICA

Tabla 3: Matriz metodológica

TÍTULO DEL PROYECTO: PRODUCCIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE COSTO PRIMO DE CONSTRUCCIÓN CON ARCHICAD PARA UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN.		
OBJETIVO GENERAL: GENERAR LA DOCUMENTACIÓN DE COSTO PRIMO DE UN PROYECTO DE EDIFICACION CON ARCHICAD A FIN DE ESTABLECER SUS CUALIDADES DE USABILIDAD.		
OBJETIVO ESPECÍFICO 1: SELECCIONAR UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN CON DOCUMENTACIÓN DE COSTOS CALCULADOS		
ACTIVIDADES	RECURSOS	PRODUCTO
Consultar las entidades IDU, FONADE y Secretaría Distrital de Movilidad sobre disponibilidad de proyectos (ejecutados o por ejecutar) para modelar	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas y entrevistas • Solicitudes escritas • Revisión en sitio web 	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 1 del informe final de trabajo de grado: caracterización del proyecto a modelar
Apropiar todos los datos e información del proyecto disponible.	<ul style="list-style-type: none"> • Impresión de planos y memorias 	
Seleccionar los datos e información relevantes para el modelamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Respaldo de datos e información digital 	
OBJETIVO ESPECÍFICO 2 GENERAR EL MODELO DEL PROYECTO EN ARCHICAD.		
ACTIVIDADES	RECURSOS	PRODUCTO

Continuación tabla 3

Recolectar artículos empíricos o científicos sobre valoración o sobre evaluación de las aplicaciones. Acceder a licencia de prueba e instalar ArchiCAD	<ul style="list-style-type: none"> •Consulta en sitios web relacionados con el tema. •Consulta de bases de datos científicas •Uso de las aplicaciones •Computador de mesa •Plotter 	<ul style="list-style-type: none"> •Capítulo 2 del informe final de trabajo de grado: caracterización de las licencias de uso de las aplicaciones y su instalación.
OBJETIVO ESPECÍFICO 3: RECOLECTAR LA INFORMACION DE COSTO PRIMO OTORGADA POR EL SOFTWARE		
ACTIVIDADES	RECURSOS	PRODUCTO
Modelar el proyecto en la aplicación	<ul style="list-style-type: none"> •Uso de la aplicación seleccionada 	<ul style="list-style-type: none"> •Capítulo 3 del informe final de trabajo de grado: Simulación digital del proyecto y su documentación.
Producir la documentación máxima posible		<ul style="list-style-type: none"> •Artículo: Usabilidad de las aplicaciones ArchiCAD
OBJETIVO ESPECIFICO 4: COMPARAR LA DOCUMENTACIÓN PRODUCIDA POR ARCHICAD, CON LA DOCUMENTACION BRINDADA POR EL PROYECTO, COSTOS MECANICOS CON COSTOS DEL PROYECTO MODELADO.		
ACTIVIDADES	RECURSOS	PRODUCTO
Detectar las diferencias entre la documentación producida a través de la aplicación utilizada y la contenida en el proyecto original modelado.	Análisis comparativo entre documentos	<ul style="list-style-type: none"> •Capítulos de CONCLUSIONES y de RECOMENDACIONES finales del informe de trabajo de grado.
Generar conclusiones sobre los documentos producidos y recomendaciones de uso de la aplicación utilizada.	Bitácora de uso de la aplicación.	

8. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO A MODELAR

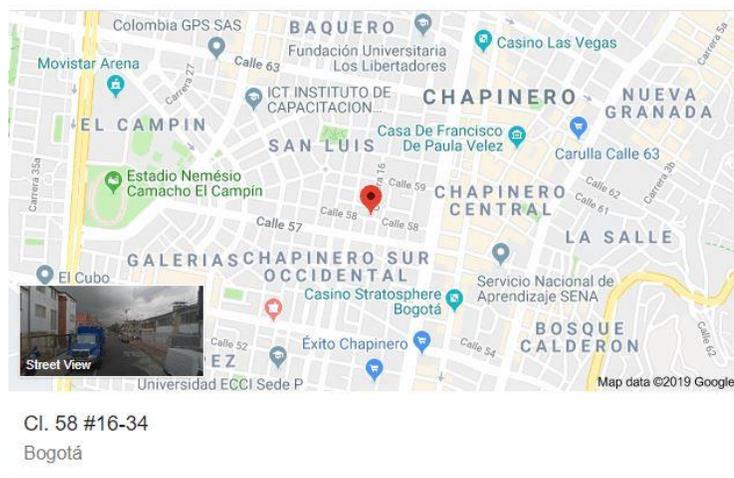
8.1 APROPIACIÓN DEL PROYECTO

Para la selección del proyecto a modelar se realizó una revisión mediante sitios web los cuales pudieran proporcionar la información completa para la realización del presente proyecto, sin embargo, no se obtuvo la suficiente información que permitiera el buen desarrollo del trabajo, por este motivo directamente mediante la empresa INGISA S.A.S se logró obtener esta documentación, además de lograr visita directa en la obra que actualmente ya está terminada.

8.2 LOCALIZACIÓN

El proyecto LEAN 58 licitado y construido por la empresa INGISA CONSTRUCTORES S.A.S, actualmente está ubicado en la localidad 13 de Bogotá-Cundinamarca, en el barrio catastral chapinero occidental en la calle 58 A # 16-34 barrio San Luis, cuenta con un lote de construcción de 358.45 m², con cinco niveles y cuenta con aparta estudios a partir de 37 m², los cuales están divididos en 24 unidades de estrato 4.

Ilustración 3: ubicación LEAN 58



Fuente: google maps

8.3 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto LEAN 58 cuenta con especificaciones técnicas donde se evidencia información general tales como:

Ilustración 4: información general LEAN 58

	SUBSECRETARÍA DE INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE VIVIENDA			
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RADICACIÓN DE DOCUMENTOS PARA EL ANUNCIO Y/O ENAJENACIÓN DE INMUEBLES DESTINADOS A VIVIENDA			
1. IDENTIFICACIÓN				
PROYECTO:	LEAN 58			
ESTRATO:	4	No. de unidades de vivienda:	24	
DIRECCIÓN:	CALLE 58A No. 16 - 34 Barrio San Luis			
CONSTRUCTORA:	INGISA CONSTRUCTORES S.A.S			
FECHA (dd-mm-aa):	25 de enero de 2015			
2. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO				
2.1. CIMENTACIÓN		Descripción técnica y materiales utilizados:		
Cimentación profunda con pilotaje, muros perimetrales con pilotes preexcavados, dados y vigas.				
<hr/> <hr/> <hr/>				
2.2. PILOTES		<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Tipo de pilotaje utilizado:
PILOTE TIPO TORNILLO CONTINUO DE DIAMETRO 40 CM Y PROFUNDIDAD 23 METROS LINEALES				
<hr/> <hr/> <hr/>				
2.3. ESTRUCTURA		Tipo de estructura y descripción técnica:		
Estructura tradicional, pórticos conformados por columnas y muros pantalla en concreto reforzado con placas aéreas macizas				
<hr/> <hr/> <hr/>				
2.4. MAMPOSTERÍA				
2.4.1. LADRILLO A LA VISTA		<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Tipo de ladrillo y localización:
<hr/> <hr/> <hr/>				
2.4.2. BLOQUE		<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Tipo de bloque y localización:
Muros divisorios en Bloque No 4 y No 5				
<hr/> <hr/> <hr/>				
2.4.3. OTRAS DIVISIONES		<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Tipo de división y localización:
<hr/> <hr/> <hr/>				
2.5. PAÑETES				
En caso en que se proyecten muros que no sean pañetados describa su acabado final o si carece de él y localización:				
Todos los muros internos externos se pañetaran				
<hr/> <hr/>				

Fuente: INGISA CONSTRUCTORES S.A.S

Ilustración 5: información general LEAN 58

2.7. FACHADAS	Descripción y materiales a utilizar: EN VIDRIO	
2.8. PISOS AREAS COMUNES	Descripción y materiales a utilizar: PORCELANATO DAYTONA GRIS	
2.9. CUBIERTAS	Descripción y materiales a utilizar: PLACA IMPERMEABILIZADA	
2.10. ESCALERAS	Descripción y materiales a utilizar: CONCRETO ENCHAPAS EN PORCELANATO	
2.11. CERRAMIENTO	Descripción y materiales a utilizar: No tiene cerramiento	
2.12. TANQUES DE RESERVA DE AGUA	Descripción y materiales a utilizar: INSTALADO EN CIMENTACIÓN PROFUNDA EN CONCRETO Y TANQUE CONTRAN INCENDIO EN CONCRETO	
3. EQUIPOS Y DOTACIÓN		
	Características:	
3.1. ASCENSOR	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	5 PARADAS CAPACIDAD PARA SEIS PERSONAS
3.2. VIDEO CAMARAS	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	SISTEMA CCTV CAMARA POR PISO
3.3. PUERTAS ELÉCTRICAS	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	PUERTA DE ACCESO VEHICULAR ELÉCTRICAS DE APERTURA HORIZONTAL
3.4. PARQUE INFANTIL	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
3.5. SALÓN COMUNAL	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
3.6. GIMNASIO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	GIMNASIO BIOSALUDABLE
3.7. SAUNA	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
3.8. TURCOS	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
3.9. PISCINA	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
3.10. PARQUEO MINUSVALIDOS	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	1 PARQUEADERO DE MINUSVALIDOS 2 PARQUEADEROS DE VISITANTES INCLUIDO EL PARQUEADERO DE MINUSVALIDOS
3.11. PARQUEO VISITANTES	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
3.12. PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
3.13. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
4. ESPECIFICACIONES DE LAS AREAS PRIVADAS		
4.1. CARPINTERÍA		
4.1.1. CLOSET	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Características y materiales a utilizar: En melaminico, veta vertical, 2 dilataciones decorativas, marco melaminico sin cabezasl, A=12 cm, color Humo

Fuente: INGISA CONSTRUCTORES S.A.S

En los anteriores archivos anexados se evidencia cada uno de los ítems que el proyecto tuvo en cuenta para la construcción y planeación de la obra de infraestructura vertical, observando cada uno de los parámetros técnicos que se tuvieron en cuenta se establecen los documentos de costos y presupuestos de los cuales más adelante se dará un informe.

8.4 ANTES Y DESPUÉS DE LA ESTRUCTURA

Ilustración 6: terreno año 2012



Fuente: google maps Street view

Ilustración 7: terreno estructura año 2015



Fuente: google maps Street view

Ilustración 8: terminación estructura año 2018



Fuente: google maps Street view

9. CARACTERIZACIÓN DE LAS LICENCIAS DE USO DE LAS APLICACIONES Y SU INSTALACIÓN

9.1 EVALUACIÓN DE SOFTWARE ARCHICAD

El software escogido para el modelamiento del edificio LEAN 58 fue ARCHICAD versión 22, este programa como ya se ha venido evidenciando a lo largo de la investigación es una tecnología BIM que ofrece modelos de cuarta y quinta dimensión, dando valores de tiempo y costos cuando estos son requeridos.

9.1.1 ARCHICAD

El programa ArchiCAD es desarrollado por la empresa Graphisoft, es un software CAD y BIM que actualmente está disponible para sistemas operativos Mac y Windows. El software permite elaborar diseños basados en objetos inteligentes o que contienen información importante para la construcción y que además se proyectan en 3D.

Programas como ArchiCAD facilitan el trabajo en 3D y 2D a la vez. Pudiendo ahorrar tiempos en etapas del proyecto arquitectónico y permitiendo actualizar automáticamente y en tiempo real todas las modificaciones de manera instantánea. Esto sin necesidad de que el usuario tenga que estar modificando manualmente todos los planos o vistas, El programa trabaja con extensiones DWG, DXF, IFC lo cual permite la importación y exportación de archivos desde el software además de esto el programa permite editar elemento de construcción tales como altura, largo, ancho y espesor todo esto desde vistas en tres dimensiones. (“ Funciones y uso de ArchiCAD | Arquinépolis,” n.d.)

9.1.2 OPERACIÓN DEL SOFTWARE

La operación de ARCHICAD se basa en conceptos acuñados del mundo real:

- Los edificios se construyen nivel a nivel.
- En cada nivel se agregan muros, pilares, vigas, losas, escaleras, entre otros.
- Dentro de muros se crean puertas y ventanas, y sobre losas se dispone mobiliario (sea estático o móvil, en estricto rigor un proyecto más pequeño que se trae

prefabricado al edificio) (“Conceptos Fundamentales de ARCHICAD – GRAPHISOFT Latinoamérica” n.d.)

9.1.3 FLUJO DE PROYECTO EN ARCHICAD

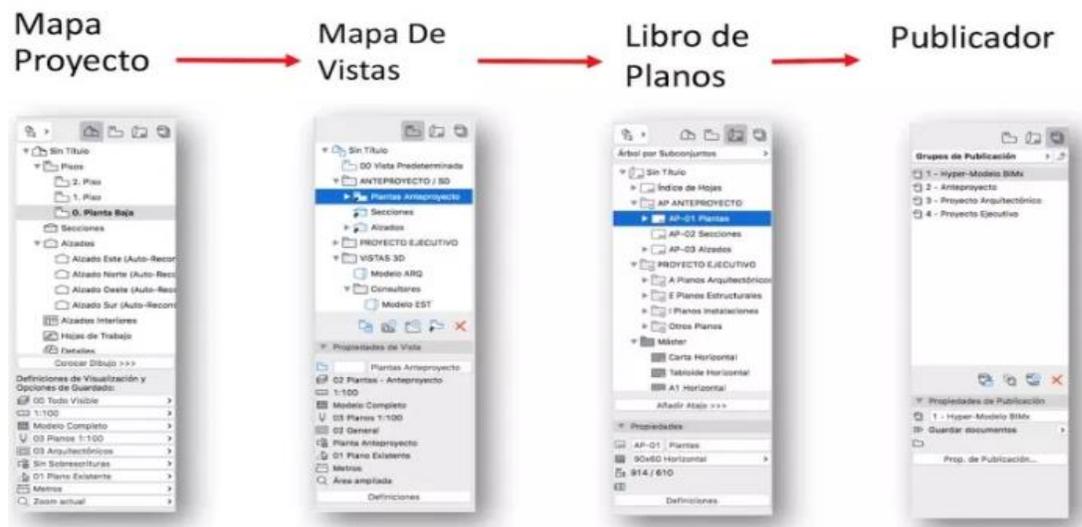
Mapa de Proyecto: Es el ambiente donde se diseña y construye en edificio. Pueden generarse cuantos cortes (entendidos como plantas, cortes, elevaciones, detalles, etc), requiera el diseñador para aprehender su diseño. (“Conceptos Fundamentales de ARCHICAD – GRAPHISOFT Latinoamérica” n.d.)

Mapa de Vistas: Una vez el modelo se encuentra avanzado y se requiere comenzar a generar documentos, se **filtra** el modelo, en cuanto a la información que se quiere mostrar (capas, modelo estructural, etc), y como se quiere mostrar (escala, grosores de línea, entre otras). (“Conceptos Fundamentales de ARCHICAD – GRAPHISOFT Latinoamérica” n.d.)

Libro de Planos: El libro de planos contiene las “hojas” que contendrán todas o solo algunas de las vistas creadas en el mapa de vistas. Estas son simplemente arrastradas a la representación digital de la “hoja”. Estas vistas tendrán el tamaño impreso de la proyección que se busca documentar (recordemos que se definió ya la escala del dibujo), puestas sobre un formato de papel real (ISO, ANSI o personalizado⁹). (“Conceptos Fundamentales de ARCHICAD – GRAPHISOFT Latinoamérica” n.d.)

Publicador: El publicador permite generar “emisiones” (deliverables) de documentos en cualquier formato de uso habitual: PDF, DWF, DWFx, BIMx, o incluso impresión física en plotters o impresoras. (“Conceptos Fundamentales de ARCHICAD – GRAPHISOFT Latinoamérica” n.d.)

Ilustración 9: Forma al flujo de trabajo de documentación en ARCHICAD



Fuente: <http://blog.graphisoft.lat/conceptos-fundamentales-de-archicad/>

9.1.4 CÁLCULO PARA ARCHICAD

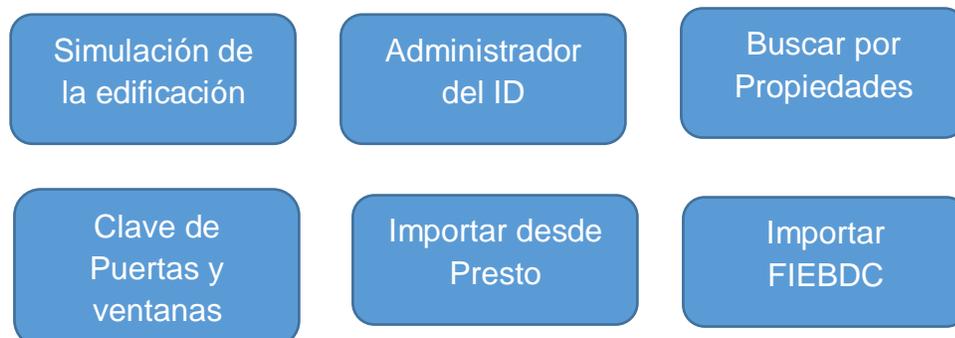
9.1.4.1 EL MENÚ CÁLCULO

El menú Cálculo de ArchiCAD tiene como función principal el proveer al usuario de listados de cuantificación de los elementos que componen su proyecto. Estos listados pueden ser de tres tipos:

- **Listado de Elementos:** cuantifica las medidas físicas de los elementos (espesor, altura, superficie, volumen, capa, piso, material, IDentificador...
- **Listado de Componentes:** cuantifica los elementos a través de unos archivos de propiedades definidos por el usuario o importados de una base de datos en formato. BC3.
- **Listado de Zonas:** cuantifica las zonas insertadas en el proyecto. Calcula los datos asignados por el usuario a cada una de las zonas y adicionalmente calcula superficie de muros envolventes, objetos insertados en ella, huecos de puertas y ventanas, volumen de la habitación... (XAVIER RIBAS n.d.)

FUNCIONES SECUNDARIAS

Ilustración 10: Funciones secundarias de ARCHICAD



Fuente: realización propia

9.1.4.2 ESTRUCTURA DE LOS DATOS PARA EL CÁLCULO

- **LAS CLAVES:** son los nombres de los grupos existentes, por ej. “Albañilería” y se utilizan para contener y ordenar una serie de datos secundarios llamados Componentes y Descriptores. La base de datos puede contener tantas Claves como el usuario necesite. Cada Clave tiene un código o número asignado por el usuario.
- **LOS COMPONENTES O DESCRIPTORES:** los Componentes son bases de cálculo o partidas, por ej. “Mortero” o “Demoliciones” a las cuales se les relaciona una unidad de cálculo y una cantidad. Así, podemos crear un componente llamado “ladrillo común 24*11.5*7.1 cm” y asignarle un código, y una base de cálculo de unidades, por ejemplo, de 383,2 piezas por m³ (volumen) Así, al relacionar un muro con este componente, se multiplicará 383,2 por el volumen total del mismo, dándonos el n^o total de ladrillos para construirlo. Los Descriptores son parecidos, pero albergan solamente un texto descriptivo. Al vincular descriptores a una serie de muros, podremos obtener un listado de descripciones de todos ellos.
- **LAS UNIDADES:** son indispensables para relacionar una cantidad de “algo” con una unidad, por ejemplo “Piezas”, “Metros” o “Euros”. Se utilizan al definir Componentes. (XAVIER RIBAS n.d.)

9.1.4.3 LAS PROPIEDADES

Se utilizan para relacionar partes de la Base de Datos con los elementos de nuestro proyecto. Son unos archivos tipo “objeto” que contienen uno o más componentes o descriptores y que seleccionaremos para vincularlos a los muros, forjados, objetos, pilares, vigas, etc...(XAVIER RIBAS n.d.)

9.1.4.4 LOS LISTADOS

Muestran de una manera ordenada la información requerida por el usuario. Dependiendo de la configuración, los listados pueden ser: Básicos o a través de una Plantilla Gráfica. Los primeros nos muestran la información en columnas y ordenada según unos parámetros configurables. La lista con Plantilla nos muestra una información mucho más compleja y con un aspecto mucho más atractivo: admite gráficos, fotos, muestra líneas y polígonos, textos personalizados, etc. En el menú Cálculo podemos configurar nuestros propios listados, tanto los Básicos como los de Plantilla, aunque estos últimos requieren un aprendizaje más complicado y exhaustivo.(XAVIER RIBAS n.d.)

9.2 ACCESO A SOFTWARE ARCHICAD, LICENCIA Y FUNCIONAMIENTO

9.2.1 PLATAFORMAS Y TIPO DE LICENCIAS

Archicad, en sus últimas versiones, está disponible para los sistemas operativos Microsoft Windows, Mac OS X (PowerPC), Mac OS X (Intel). Tiene versiones comerciales y educativas, que pueden ser instaladas con el mismo instalador, donde puede elegir el tipo de licencia.

- La versión Comercial está protegida por una llave física. Si esta llave no está presente, Archicad cambia a modo de Demostración, en el que grabar, copiar y el trabajo en equipo queda deshabilitado; sin embargo, imprimir/plotear continúan activos.
- La versión Educativa está protegida por un número de registro que puede ser obtenido en eduregistration.graphisoft.com. (“ArchiCAD - EcuRed” n.d.)

Para la obtención de la licencia del programa y poder trabajar en el presente proyecto, se hizo la instalación por medio de MYARCHICAD.COM en donde se creó un perfil educativo consiguiendo una licencia de 30 días con opción de ampliación en donde se ingresaron datos educativos y correos institucionales, ya que

únicamente es válido con correos de extensión.edu.co, en este tiempo se podrán obtener los resultados deseados para el proyecto.

- **Registrar y activar cuenta en myarchicad.com:**

Ingresar a <https://myarchicad.com/> e ir a la opción que le corresponda.

- “Estudiante” o “Profesor” son licencias educacionales para el ámbito académico, en un inicio con duración 30 días, luego ampliable a un año y con renovación anual
- “Profesional” son licencias de prueba por 30 días, ampliables a 60 días bajo demanda contactando con el distribuidor local.
- ”Escuela” son licencias reservadas únicamente para ser solicitadas por secretarías académicas de centros de estudios.(“Cómo Obtener Licencias Gratuitas Educacionales y de Evaluación de ARCHICAD, Por Graphisoft - ARQA Empresas” n.d.)

9.2.2 ARCHICAD CONFIGURACIÓN BÁSICA

Los requisitos de ArchiCAD en su versión 21-22 son los siguientes:

Ilustración 11: Configuración básica del equipo para instalación

Mínimo: configuración básica	
Sistema operativo	Microsoft® Windows® 7, 8 y 8.1 (versión de 64 bit). Java 1.7.0 o posterior (instalado automáticamente si no está presente). Mac® OS X 10.8 Mountain Lion, 10.9 Mavericks.
CPU	Se requiere un procesador de 64 bit con dos núcleos. Se recomienda un procesador con 4-8 (o más) núcleos para explotar totalmente las capacidades de rendimiento de ArchiCAD.
Memoria RAM	4 GB de RAM. Se recomiendan 8 GB o más para modelos complejos y 16 GB o más para modelos complejos detallados.
Pantalla de video	Resolución requerida de 1024 x 768. Se recomienda 1440 x 900 o superior
GPU	Se requiere una tarjeta gráfica compatible con Open GL con una memoria de 512 MB, se recomiendan 1024 MB o más para poder explotar las capacidades de aceleración del hardware.

Fuente:https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/21138/Garridolglesias_Andre_TFM_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y

El equipo utilizado brindo cada una de las especificaciones para poder realizar el proyecto sin contratiempo el dispositivo es un Lenovo con las siguientes características para efectos de comparación:

LENOVO Ideacentre AIO 510S-23ISU

SISTEMA OPERATIVO: WINDOWS 10

PROCESADOR: INTEL® CORE™ i7 -6500U CPU @ 2.50GHz 2.59GHz

RAM INSTALADA: 4GB

TIPO DE SISTEMA: SISTEMA OPERATIVO DE 64 BITS

10. SIMULACIÓN DIGITAL DEL PROYECTO Y SU DOCUMENTACIÓN

10.1 MODELO DEL PROYECTO EN EL SOFTWARE

10.1.1 LEVANTAMIENTO DEL MODELO BIM

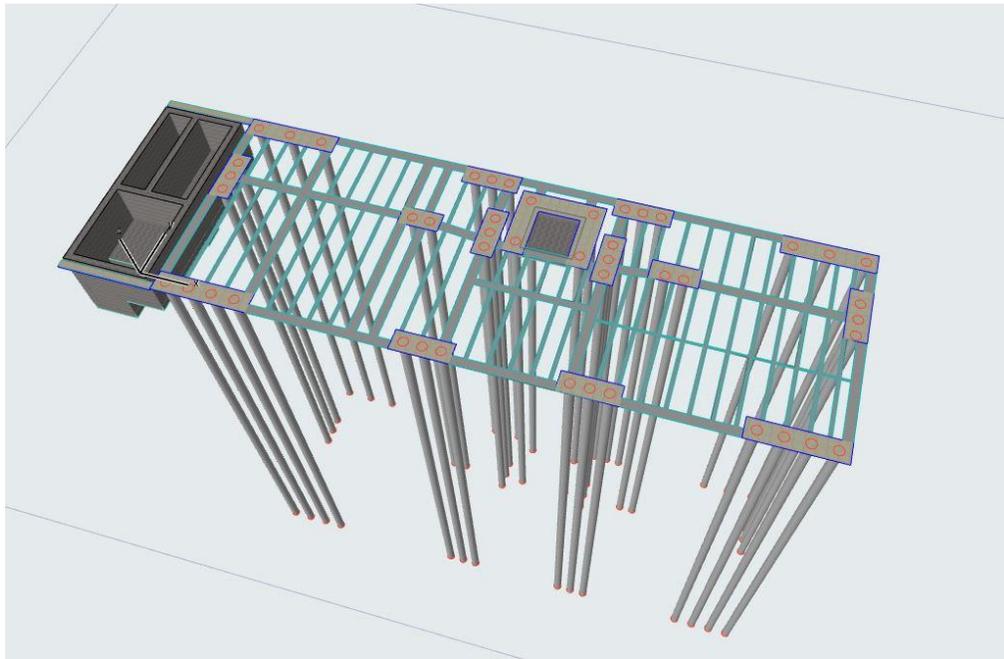
Por medio del programa ARCHICAD se empieza a realizar un escaneo general para determinar usabilidad, aplicabilidad, funciones y demás herramientas que sean útiles para lograr los objetivos estipulados.

Para empezar, con ayuda de los planos originales del proyecto (anexos) se inicia con el diseño de la cimentación del proyecto que está dispuesto en la ficha técnica:

10.1.1.1 CIMENTACIÓN

La cimentación de la estructura es una cimentación con 24 pilotes de 23 metros cada uno, dados y vigas de amarre, además de esto cuenta en el mismo nivel con un cajón en donde se ubica en tanque de bombas como se presenta a continuación:

Ilustración 12: Cimentación proyecto LEAN 58

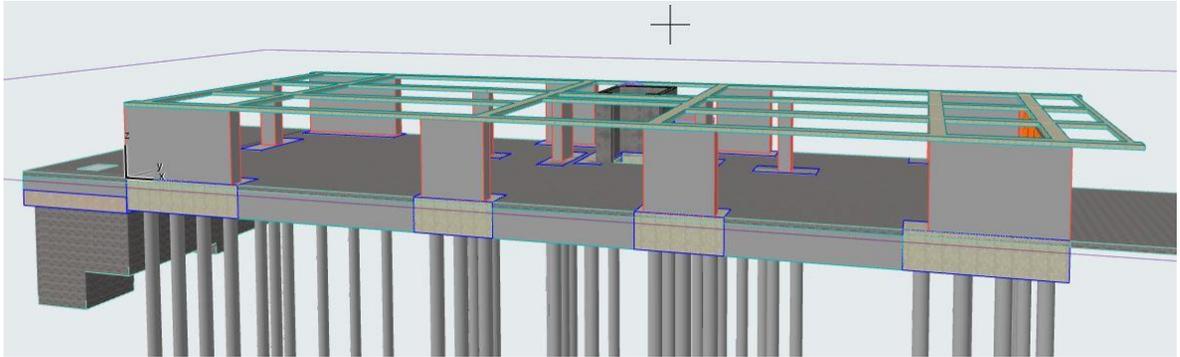


Fuente: realización propia por medio de ARCHICAD 22

10.1.1.2 ESTRUCTURA

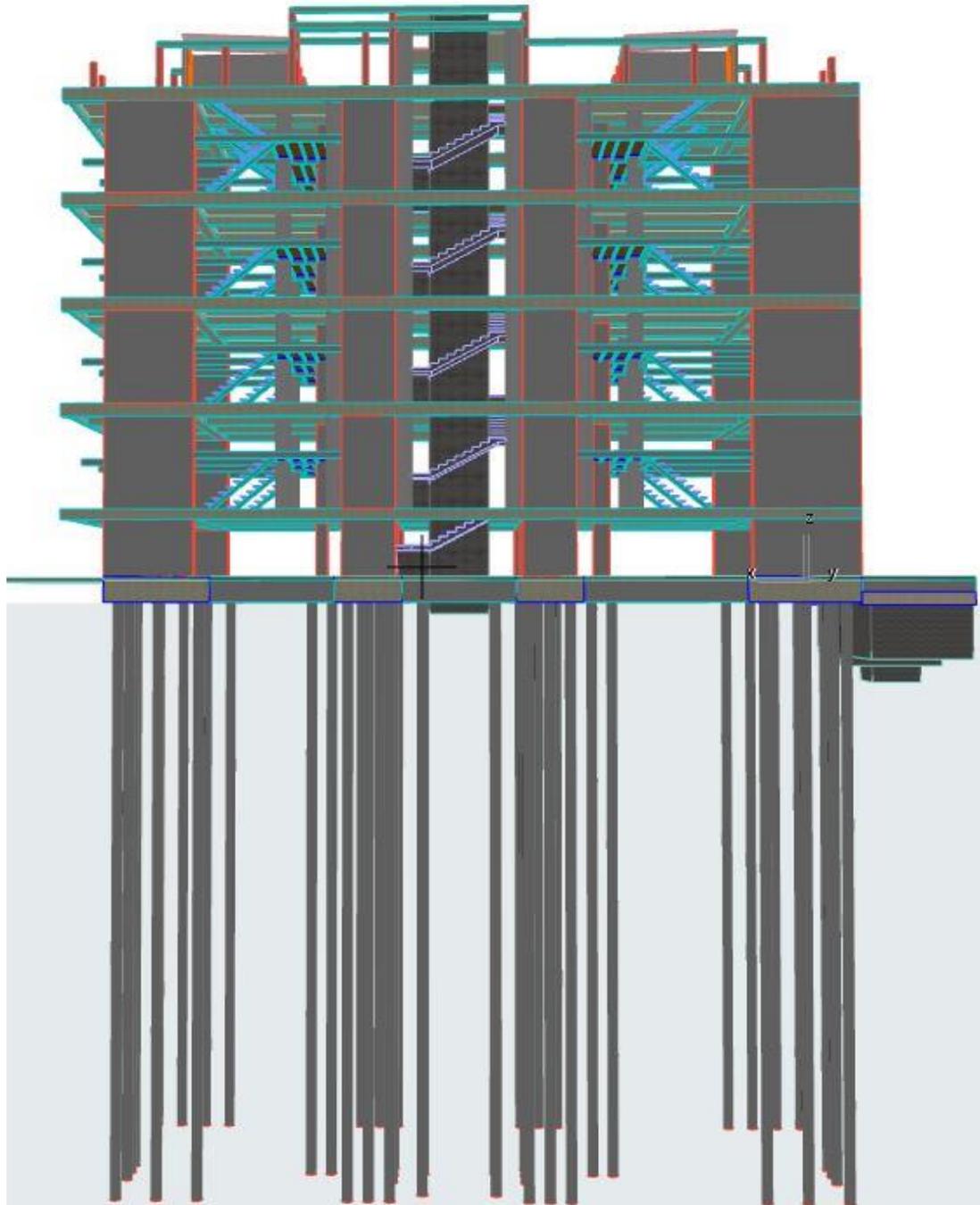
Estructura tradicional con pórticos conformados por columnas, muros pantalla, vigas y placas, todo lo anterior construido en concreto de 4000 psi con la siguiente distribución:

Ilustración 13: Proceso de construcción muros pantalla, columnas y vigas



Fuente: realización propia por medio de ARCHICAD 22

Ilustración 14: culminación estructura en concreto

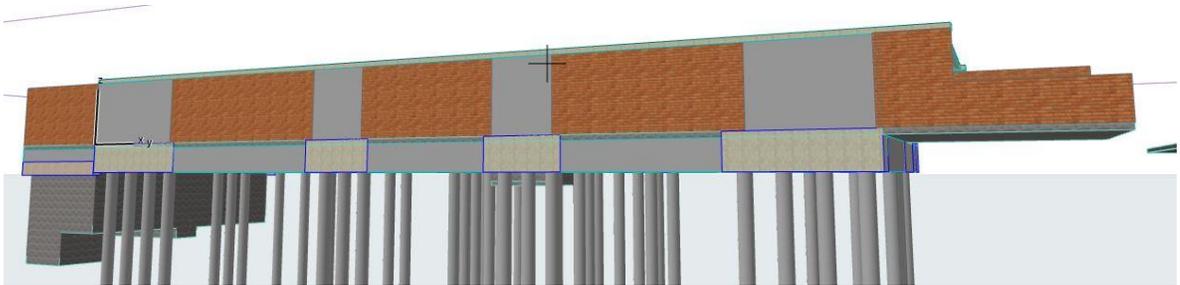


Fuente: realización propia por medio de ARCHICAD 22

10.1.1.3 MAMPOSTERIA

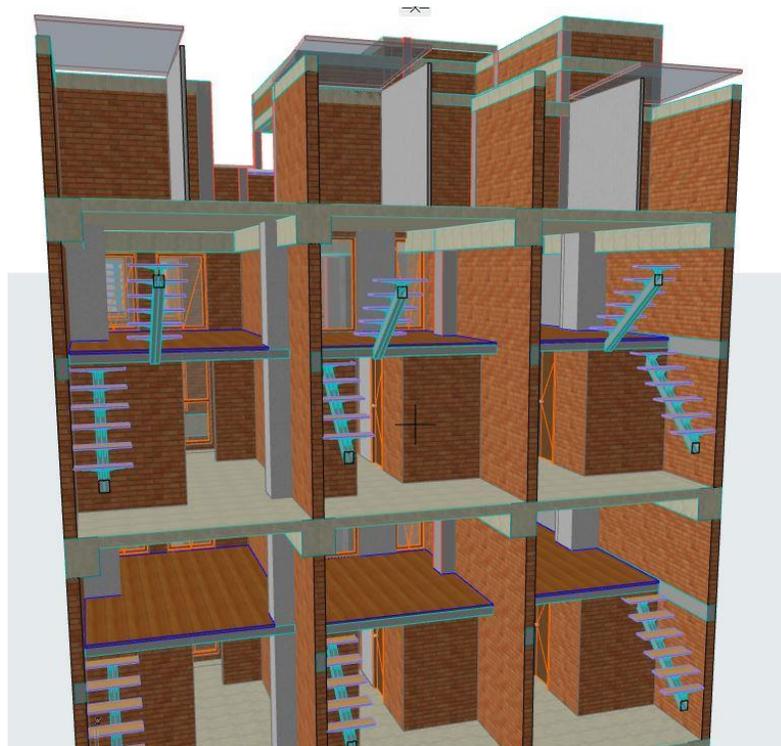
Para el proyecto LEAN 58 se utilizaron muros de mampostería en bloque #4 y bloque #5 como se muestra a continuación:

Ilustración 15: mampostería fachada primer piso



Fuente: realización propia por medio de ARCHICAD 22

Ilustración 16: mampostería pisos tipo



Fuente: realización propia por medio de ARCHICAD 22

10.2 INGRESO DE BASE DE DATOS DE EN ARCHICAD

Como se expuso en el capítulo 9 numerar 1.4 ARCHICAD cuenta con la facilidad de generar documentos de costo primo de una edificación, sin embargo para que esto sea posible el programa solicita información que se debe ingresar con ayuda de bases de datos que permitan identificar los costos que se necesitan, hay dos opciones de cuantificar estos costos, la primera opción es por medio del ingreso de APUS, y la segunda opción es ingresar el costo neto, esto que quiere decir, que actualmente con la accesibilidad a la información plataformas como CONSTRUDATA y el IDU cuentan con un balance de costos unitarios que sirven para la estimación de costos por medio de estos programas.

Para el presente trabajo se realizó el análisis por medio de la segunda opción teniendo como referencia los costos del año 2015 del SISTEMA DE INFORMACION DE PRECIOS DE REFERENCIA DEL IDU (“Portafolio | Portal Web IDU” n.d.)

A continuación, se mostrará el paso a paso de ingreso de datos, tal como se realizó en el proyecto:

10.2.1 CREACION BASE DE DATOS

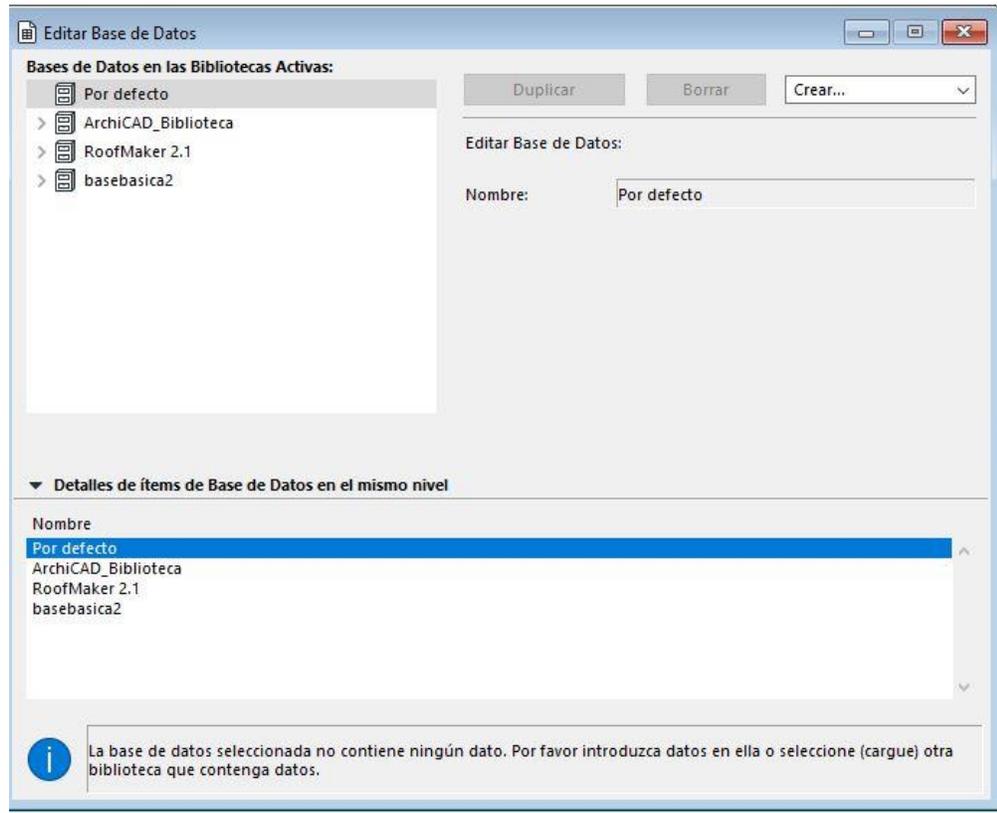
Para iniciar con el proceso fue necesario con anterioridad crear un botón llamado calculo que aparecerá en la ventana del programa tal como se muestra en la ilustración 17, con ayuda de este comando se llaman bibliotecas las cuales son: editar base de datos, nuevos objetos de propiedades, editar objetos de propiedades y por ultimo vincular objetos de propiedades a criterios para el caso de estudio se creó una base de datos llamada basebasica2.

Ilustración 17: creación botón calculo



Fuente: propia por medio de ARCHICAD

Ilustración 18: base de datos basebasica2

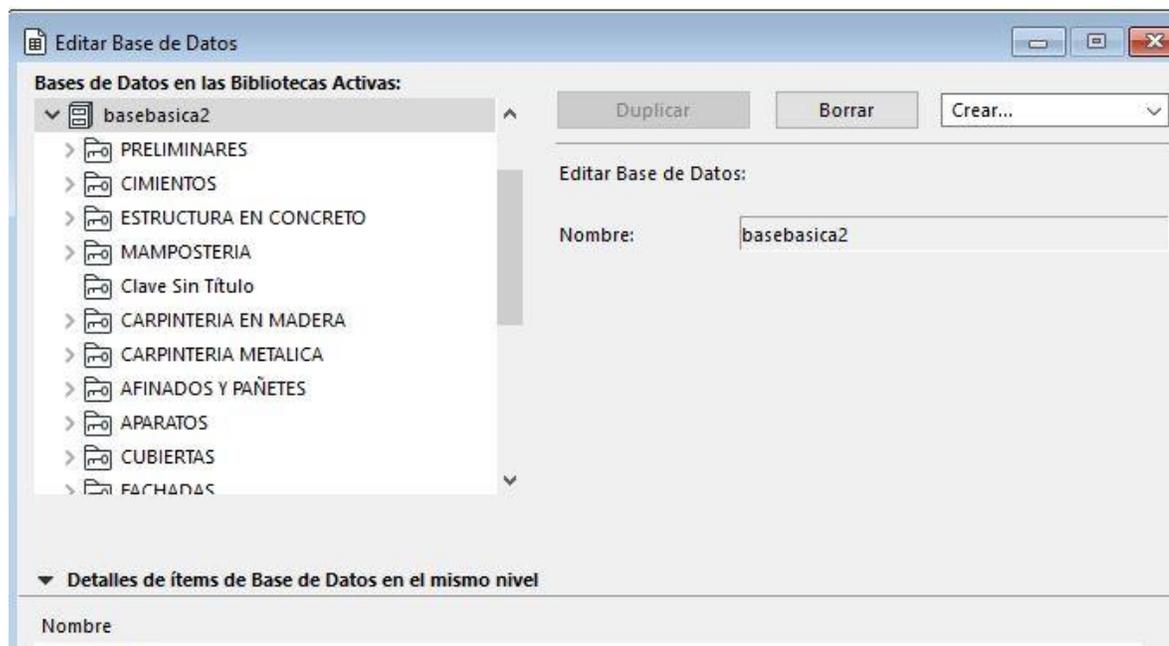


Fuente: propia por medio de ARCHICAD

10.2.2 CREACION DE LLAVES

Por medio de claves y componentes se realiza la creación de una base de datos básica en donde se ingresa información de medidas, de cantidad así como se muestra en la lustración 19

Ilustración 19: llaves base de datos

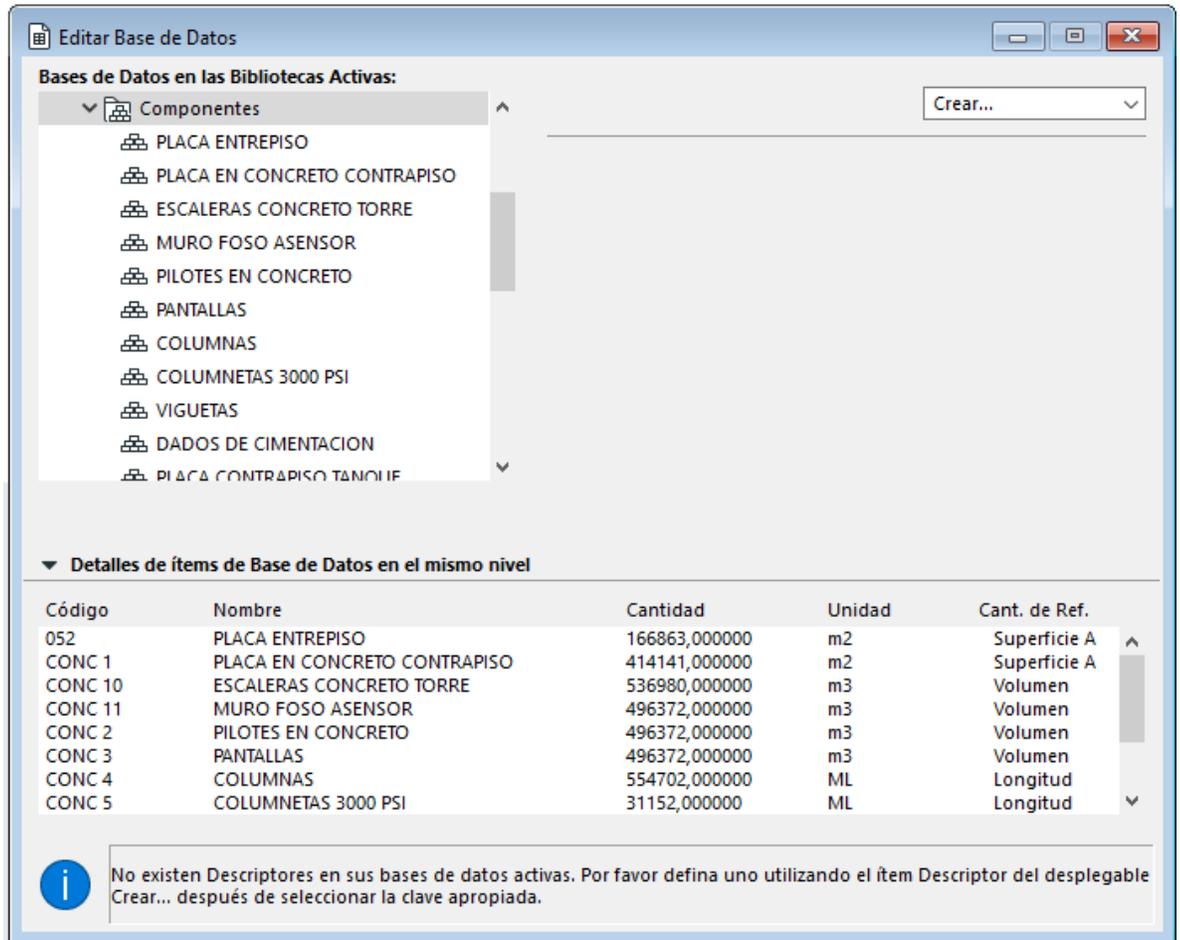


Fuente: propia por medio de ARCHICAD 22

10.2.3 CREACION DE COMPONENTES

Los componentes como se habló anteriormente es información que lleva la llave, la información de cantidad se muestra en el costo primo sacado de la base de datos del IDU, por este motivo cuando se va a generar el listado por el programa por unidad multiplicara este valor, dando el costo total sea por m, metro cuadrado, metro cubico o en su defecto por unidades, cabe recordar que en el presente proyecto únicamente se tendrán en cuenta costos de estructura, como se muestra a continuación:

Ilustración 20: componentes de una llave

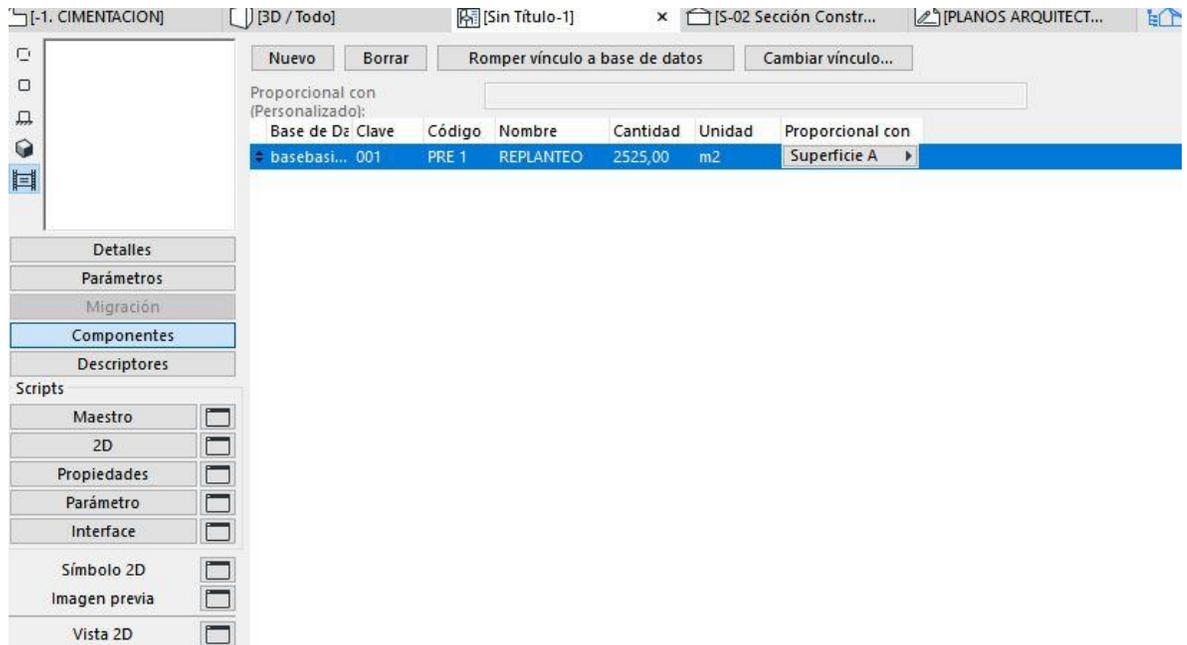


Fuente: propia por medio de ARCHICAD 22

10.2.4 OBJETOS DE PROPIEDAD

Para la vinculación directa de información con el prototipo es importante crear objetos de propiedad los cuales se guardan en bibliotecas incrustadas y después se usarán en el siguiente paso.

Ilustración 21: objetos de propiedad

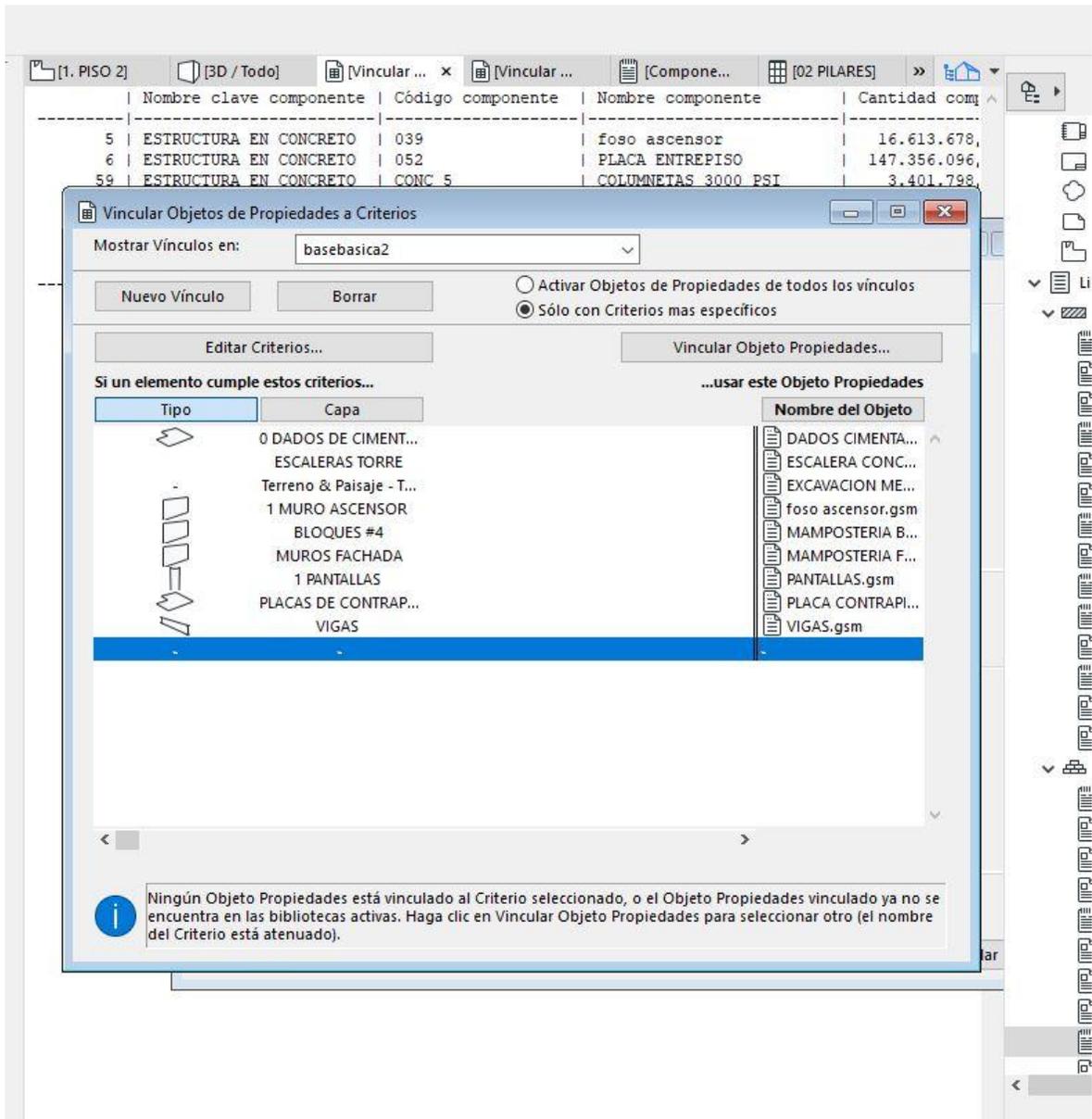


Fuente: propia por medio de ARCHICAD

10.2.5 VINCULACION DE PROTOTIPO EN 3D A INFORMACION DE COSTO

En este apartado ya se empieza a vincular la información directamente con el prototipo, diciendo que la cantidad ingresada es por unidad de metro cuadrado, en el ejemplo de la ilustración 21, ya automáticamente el software hará la respectiva operación, claro está que se vinculan capas individuales para este procedimiento

Ilustración 22: vínculo de objetos a criterios



Fuente: propia por medio de ARCHICAD 22

Continuación tabla 4

0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
0 PILOTES	1	2,88	2,88	0,13
1 COLUMNAS	1	3,04	3,04	0,16
1 COLUMNAS	1	3,42	3,42	0,18
1 COLUMNAS	1	4,56	4,56	0,24
1 COLUMNAS	1	4,56	4,56	0,24
1 COLUMNAS	1	6,65	6,65	0,35
1 COLUMNAS	1	6,65	6,65	0,35
1 PANTALLAS	1	14,44	14,44	0,76
1 PANTALLAS	1	14,44	14,44	0,76
1 PANTALLAS	1	14,44	14,44	0,76
1 PANTALLAS	1	14,44	14,44	0,76

Continuación tabla 4

1 PANTALLAS	1	24,32	24,32	1,28
1 PANTALLAS	1	24,32	24,32	1,28
1 PANTALLAS	1	28,88	28,88	1,52
1 PANTALLAS	1	28,88	28,88	1,52
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,03	0,03	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03

Continuación tabla 4

Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,05	0,05	0,03
Estructura - Carga	1	0,07	0,07	0,03
Estructura - Carga	1	0,07	0,07	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,09	0,09	0,03
Estructura - Carga	1	0,1	0,1	0,03
Estructura - Carga	1	0,1	0,1	0,03
	119	328,65 m ³	328,65 m ³	17,91 m ²

Fuente: propia por medio de listados ARCHICAD 22

Tabla 5: cantidades muros

MUROS					
Capa	Área Muro	del	Área	Área de la Superficie	Cantidad
1 MURO ASCENSOR	0,13		0,13	10,02	1
1 MURO ASCENSOR	0,13		0,13	10,03	1
1 MURO ASCENSOR	0,3		0,3	44,87	1
1 MURO ASCENSOR	0,31		0,31	41,26	1
1 MURO ASCENSOR	0,31		0,31	44,3	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,43	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,93	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,94	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,93	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,94	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,93	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,94	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,93	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,94	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,93	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,94	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,99	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,99	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,99	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,99	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,99	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,99	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	0,99	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01		0,01	1,11	1

Continuación tabla 5

1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	0,9	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,62	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	2,7	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,06	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,06	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,06	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,06	1

Continuación tabla 5

1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,11	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,13	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,13	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,13	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,13	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,18	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,18	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,18	1
1 muros piso 2	0,01	0,01	1,18	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,73	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,76	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,76	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,76	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,76	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,76	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1

Continuación tabla 5

1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,78	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,82	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,82	1
1 muros piso 2	0,02	0,02	1,82	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,03	0,03	1,18	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1

Continuación tabla 5

1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	1,69	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,05	0,05	2,37	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	1,35	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	1,35	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	1,35	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	1,43	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	1,95	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1

Continuación tabla 5

1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1
1 muros piso 2	0,07	0,07	3,48	1
1 muros piso 2	0,08	0,08	1,44	1
1 muros piso 2	0,08	0,08	1,95	1
1 muros piso 2	0,08	0,08	1,59	1
1 muros piso 2	0,12	0,12	0,17	1
1 muros piso 2	0,19	0,19	6,93	1
1 muros piso 2	0,19	0,19	6,93	1
1 muros piso 2	0,19	0,19	6,93	1
1 muros piso 2	0,19	0,19	6,93	1
1 muros piso 2	0,2	0,2	7,29	1
1 muros piso 2	0,21	0,21	0,23	1
1 muros piso 2	0,26	0,26	0	1
1 muros piso 2	0,3	0,3	0,23	1
1 muros piso 2	0,39	0,39	0,53	1
1 muros piso 2	0,39	0,39	0,59	1
1 muros piso 2	0,4	0,4	0,6	1
1 muros piso 2	0,4	0,4	0,66	1
1 muros piso 2	0,48	0,48	1,2	1
1 muros piso 2	0,48	0,48	1,47	1
1 muros piso 2	0,48	0,48	1,86	1
1 muros piso 2	0,48	0,48	2,23	1
1 muros piso 2	0,9	0,9	7,8	1
1 muros piso 2	0,94	0,94	0,3	1
1 muros piso 2	0,99	0,99	0,3	1
1 muros piso 2	0,99	0,99	7,8	1
1 muros piso 2	0,99	0,99	8,58	1
1 muros piso 2	1,29	1,29	11,18	1
1 muros piso 2	2,52	2,52	21,84	1
1 muros piso 2	2,52	2,52	22,62	1

Continuación tabla 5

1 MUROS PRIMER PISO	0,84	0,84	0	1
BLOQUES #4	0,02	0,02	0,11	1
BLOQUES #4	0,03	0,03	0,48	1
BLOQUES #4	0,05	0,05	2,37	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,48	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,48	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,48	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,48	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,67	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,67	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,67	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	1,67	1
BLOQUES #4	0,08	0,08	0,67	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,09	0,09	1,18	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,1	0,1	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,1	0,1	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,1	0,1	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1

Continuación tabla 5

BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,1	0,1	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,51	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	1,67	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	0,96	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	2,6	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	2,6	1
BLOQUES #4	0,11	0,11	2,6	1
BLOQUES #4	0,12	0,12	2,88	1
BLOQUES #4	0,12	0,12	2,88	1
BLOQUES #4	0,12	0,12	2,88	1
BLOQUES #4	0,12	0,12	2,88	1
BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1

Continuación tabla 5

BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1
BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1
BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1
BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1
BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1
BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1
BLOQUES #4	0,14	0,14	2,09	1
BLOQUES #4	0,17	0,17	1,26	1
BLOQUES #4	0,18	0,18	3,15	1
BLOQUES #4	0,18	0,18	1,62	1
BLOQUES #4	0,18	0,18	1,62	1
BLOQUES #4	0,18	0,18	1,62	1
BLOQUES #4	0,18	0,18	1,62	1
BLOQUES #4	0,18	0,18	2,08	1
BLOQUES #4	0,18	0,18	3,3	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,78	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	0,77	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	0,61	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	3,07	1
BLOQUES #4	0,19	0,19	2,02	1

Continuación tabla 5

BLOQUES #4	0,2	0,2	7,29	1
BLOQUES #4	0,2	0,2	0,6	1
BLOQUES #4	0,2	0,2	1,64	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	3,05	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,49	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,61	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,61	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,61	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,61	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,97	1
BLOQUES #4	0,21	0,21	2,16	1
BLOQUES #4	0,22	0,22	1,98	1
BLOQUES #4	0,22	0,22	1,98	1
BLOQUES #4	0,22	0,22	1,98	1
BLOQUES #4	0,22	0,22	1,98	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,25	0,25	1,2	1
BLOQUES #4	0,27	0,27	1,16	1

Continuación tabla 5

BLOQUES #4	0,3	0,3	4,4	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,3	0,3	7,2	1
BLOQUES #4	0,31	0,31	3,35	1
BLOQUES #4	0,31	0,31	3,35	1
BLOQUES #4	0,31	0,31	3,36	1
BLOQUES #4	0,31	0,31	3,36	1
BLOQUES #4	0,31	0,31	4,4	1
BLOQUES #4	0,32	0,32	2,98	1
BLOQUES #4	0,33	0,33	3,3	1
BLOQUES #4	0,33	0,33	2,18	1
BLOQUES #4	0,33	0,33	2,18	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,17	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,17	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,17	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,17	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,57	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,57	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,57	1
BLOQUES #4	0,36	0,36	7,57	1
BLOQUES #4	0,37	0,37	2,23	1
BLOQUES #4	0,37	0,37	2,23	1
BLOQUES #4	0,41	0,41	5,09	1
BLOQUES #4	0,41	0,41	6,05	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	3,99	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	4,02	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	4,29	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	4,29	1

Continuación tabla 5

BLOQUES #4	0,43	0,43	4,29	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	4,32	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	4,32	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	4,32	1
BLOQUES #4	0,43	0,43	1,3	1
BLOQUES #4	0,44	0,44	6,52	1
BLOQUES #4	0,45	0,45	6,09	1
BLOQUES #4	0,45	0,45	6,09	1
BLOQUES #4	0,46	0,46	2,92	1
BLOQUES #4	0,46	0,46	2,92	1
BLOQUES #4	0,55	0,55	5,5	1
BLOQUES #4	0,57	0,57	1,78	1
BLOQUES #4	0,63	0,63	2	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,24	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,24	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,24	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,24	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,56	1
BLOQUES #4	0,67	0,67	6,6	1
BLOQUES #4	0,68	0,68	9,9	1
BLOQUES #4	0,68	0,68	6,91	1
BLOQUES #4	0,7	0,7	6,91	1
BLOQUES #4	0,72	0,72	7,39	1
BLOQUES #4	0,73	0,73	7,15	1

Continuación tabla 5

BLOQUES #4	0,94	0,94	22,68	1
BLOQUES #4	0,94	0,94	22,68	1
BLOQUES #4	0,94	0,94	22,68	1
BLOQUES #4	0,94	0,94	22,68	1
BLOQUES #4	1	1	3,18	1
BLOQUES #4	1,18	1,18	28,26	1
BLOQUES #4	1,18	1,18	28,26	1
BLOQUES #4	1,18	1,18	28,26	1
BLOQUES #4	1,18	1,18	28,26	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	1,17	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	1,17	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	1,17	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	1,17	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	2	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	2	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	2	1
BLOQUES #4	1,3	1,3	2	1
BLOQUES #4	1,73	1,73	39,4	1
BLOQUES #4	1,73	1,73	39,51	1
BLOQUES #4	1,73	1,73	39,51	1
BLOQUES #4	1,73	1,73	39,51	1
BLOQUES #4	1,74	1,74	39,76	1
BLOQUES #4	1,74	1,74	39,87	1
BLOQUES #4	1,74	1,74	39,87	1
BLOQUES #4	1,74	1,74	39,87	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,14	0,14	3,42	1
MUROS FACHADA	0,19	0,19	3,67	1

Continuación tabla 5

MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,2	0,2	2,16	1
MUROS FACHADA	0,35	0,35	2,18	1
MUROS FACHADA	0,35	0,35	2,18	1
MUROS FACHADA	0,37	0,37	2,23	1
MUROS FACHADA	0,38	0,38	2,23	1
MUROS FACHADA	0,4	0,4	3,37	1
MUROS FACHADA	0,59	0,59	8,47	1
MUROS FACHADA	0,59	0,59	8,8	1
MUROS FACHADA	0,6	0,6	11,2	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	10,01	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	10,01	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	16,38	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	16,38	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	16,38	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	16,38	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	16,38	1
MUROS FACHADA	0,68	0,68	16,38	1
MUROS FACHADA	0,71	0,71	6,99	1
MUROS FACHADA	0,8	0,8	11,66	1
MUROS FACHADA	0,79	0,79	11,66	1
MUROS FACHADA	0,8	0,8	19,08	1
MUROS FACHADA	0,79	0,79	19,08	1
MUROS FACHADA	0,8	0,8	19,08	1
MUROS FACHADA	0,79	0,79	19,08	1
MUROS FACHADA	0,8	0,8	19,08	1
MUROS FACHADA	0,79	0,79	19,08	1
MUROS FACHADA	0,8	0,8	19,08	1
MUROS FACHADA	0,79	0,79	19,08	1

Continuación tabla 5

MUROS FACHADA	0,94	0,94	13,75	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	13,75	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	0,94	0,94	22,5	1
MUROS FACHADA	1,24	1,24	12,59	1
MUROS FACHADA	1,24	1,24	12,51	1
MUROS FACHADA	1,26	1,26	12,67	1
MUROS FACHADA	1,27	1,27	18,28	1
MUROS FACHADA	1,4	1,4	8,29	1
MUROS FACHADA	1,4	1,4	20,55	1
MUROS FACHADA	1,41	1,41	8,29	1
	147,57 m ²	147,57 m ²	2.394,78 m ²	492

Fuente: propia por medio de listados ARCHICAD 22

Tabla 6: cantidades vigas

VIGAS				
Capa	Área	Cantidad	Longitud 3D	Área de la Superficie Superior
0 vigas cimentación	0,1	1	0,25	0
0 vigas cimentación	0,1	1	0,25	0
0 vigas cimentación	0,43	1	1,34	0
0 vigas cimentación	0,64	1	1,65	0
0 vigas cimentación	0,78	1	5,21	0
0 vigas cimentación	0,78	1	5,21	0
0 vigas cimentación	0,78	1	5,21	0
0 vigas cimentación	0,78	1	5,21	0
0 vigas cimentación	0,78	1	5,21	0
0 vigas cimentación	0,79	1	5,29	0

Continuación tabla 6

0 vigas cimentación	0,79	1	7,95	0
0 vigas cimentación	0,88	1	2,2	0
0 vigas cimentación	1,02	1	6,79	0
0 vigas cimentación	1,09	1	7,3	0
0 vigas cimentación	1,09	1	7,3	0
0 vigas cimentación	1,14	1	3,8	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,15	1	7,69	0
0 vigas cimentación	1,17	1	7,79	0
0 vigas cimentación	1,17	1	7,79	0
0 vigas cimentación	1,2	1	3,99	0
0 vigas cimentación	1,2	1	3,99	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,3	1	8,69	0
0 vigas cimentación	1,9	1	4,75	0
0 vigas cimentación	2,12	1	5,29	0
0 vigas cimentación	2,12	1	5,29	0
0 vigas cimentación	2,12	1	5,29	0
0 vigas cimentación	2,12	1	5,29	0
0 vigas cimentación	2,26	1	5,65	0
0 vigas cimentación	2,73	1	7,79	0
0 vigas cimentación	3,08	1	7,69	0
0 vigas cimentación	3,12	1	7,79	0
0 vigas cimentación	5,72	1	14,3	0

Continuación tabla 6

0 vigas cimentación	5,72	1	14,3	0
1 calle	1,14	1	7,58	0,76
1 calle	1,54	1	10,26	1,03
1 calle	3,52	1	23,49	2,35
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0	1	2,25	0
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0	1	2,25	0
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0	1	2,25	0
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0	1	2,25	0
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03
1 ESTRUCTURA ALTILLO	0,01	1	0,23	0,03

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,23	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,01	1	0,24	0,03
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,14	1	2,25	0,28
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,17	1	2,71	0,34
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,18	1	2,83	0,35
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37

Continuación tabla 6

1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,19	1	2,99	0,37
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39
1 ALTILLO	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39

Continuación tabla 6

1	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39
ALTILO					
1	ESTRUCTURA	0,2	1	3,13	0,39
ALTILO					
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,36	1	2,96	0,36
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,64	1	5,3	0,64
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	0,75	1	6,25	0,75
DINTELES	ALTILLOS	1,24	1	10,25	1,24
DINTELES	ALTILLOS	1,24	1	10,25	1,24
DINTELES	ALTILLOS	1,24	1	10,25	1,24

Continuación tabla 6

DINTELES ALTILLOS	1,24	1	10,25	1,24
DINTELES ALTILLOS	1,27	1	10,55	1,27
DINTELES ALTILLOS	1,27	1	10,55	1,27
DINTELES ALTILLOS	1,27	1	10,55	1,27
DINTELES ALTILLOS	1,27	1	10,55	1,27
DINTELES ALTILLOS	1,42	1	11,8	1,42
DINTELES ALTILLOS	1,42	1	11,8	1,42
DINTELES ALTILLOS	1,42	1	11,8	1,42
DINTELES ALTILLOS	1,42	1	11,8	1,42
DINTELES ALTILLOS	1,44	1	11,9	1,44
DINTELES ALTILLOS	1,44	1	11,9	1,44
DINTELES ALTILLOS	1,44	1	11,9	1,44
DINTELES ALTILLOS	1,44	1	11,9	1,44
VIGAS	0,2	1	1,8	0,2
VIGAS	0,2	1	1,8	0,2
VIGAS	0,31	1	2,06	0,31
VIGAS	0,31	1	2,06	0,31
VIGAS	0,31	1	2,06	0,31
VIGAS	0,32	1	2,12	0,32
VIGAS	0,33	1	2,21	0,33
VIGAS	0,33	1	2,21	0,33
VIGAS	0,43	1	3,65	0,43
VIGAS	0,43	1	3,65	0,43
VIGAS	0,47	1	3,95	0,47
VIGAS	0,55	1	4,61	0,55
VIGAS	0,57	1	4,85	0,57
VIGAS	0,57	1	4,85	0,57
VIGAS	0,6	1	5,06	0,6
VIGAS	0,62	1	5,22	0,62
VIGAS	0,62	1	5,3	0,62
VIGAS	0,68	1	4,55	0,68
VIGAS	0,68	1	4,55	0,68
VIGAS	0,68	1	4,55	0,68
VIGAS	0,68	1	4,55	0,68

Continuación tabla 6

VIGAS	0,68	1	4,55	0,68
VIGAS	0,71	1	4,77	0,71
VIGAS	0,72	1	4,77	0,72
VIGAS	0,73	1	4,87	0,73
VIGAS	0,74	1	4,92	0,74
VIGAS	0,75	1	5,02	0,75
VIGAS	0,9	1	2,29	0,9
VIGAS	0,9	1	2,29	0,9
VIGAS	0,9	1	2,29	0,9
VIGAS	0,9	1	2,29	0,9
VIGAS	0,9	1	2,29	0,9
VIGAS	0,94	1	2,39	0,94
VIGAS	0,94	1	2,39	0,94
VIGAS	0,94	1	2,39	0,94
VIGAS	0,94	1	2,39	0,94
VIGAS	0,94	1	2,39	0,94
VIGAS	0,99	1	8,26	0,99
VIGAS	1	1	8,43	1
VIGAS	1,01	1	8,5	1,01
VIGAS	1,28	1	8,57	1,28
VIGAS	1,29	1	8,58	1,29
VIGAS	1,29	1	8,59	1,29
VIGAS	1,3	1	8,69	1,3
VIGAS	1,3	1	8,69	1,3
VIGAS	1,3	1	8,69	1,3
VIGAS	1,3	1	8,69	1,3
VIGAS	1,3	1	8,69	1,3
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82

Continuación tabla 6

VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	1,82	1	4,55	1,82
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,14	1	7,84	3,14
VIGAS	3,3	1	8,24	3,3
VIGAS	3,3	1	8,24	3,3
VIGAS	3,3	1	8,24	3,3
VIGAS	3,3	1	8,24	3,3
VIGAS	3,3	1	8,24	3,3
VIGAS	3,3	1	8,26	3,3
VIGAS	3,3	1	8,26	3,3
VIGAS	3,3	1	8,26	3,3
VIGAS	3,3	1	8,26	3,3
VIGAS	3,3	1	8,26	3,3
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,48	1	8,69	3,48
VIGAS	3,6	1	9,01	3,6

Continuación tabla 6

VIGAS	3,6	1	9,01	3,6
VIGAS	3,6	1	9,01	3,6
VIGAS	3,6	1	9,01	3,6
VIGAS	3,6	1	9,01	3,6
VIGAS	3,64	1	9,09	3,64
VIGAS	3,64	1	9,09	3,64
VIGAS	3,64	1	9,09	3,64
VIGAS	3,64	1	9,09	3,64
VIGAS	3,64	1	9,09	3,64
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,78	1	11,95	4,78
VIGAS	4,9	1	10,9	4,9
VIGAS	4,9	1	10,9	4,9
VIGAS	4,9	1	10,9	4,9
VIGAS	4,9	1	10,9	4,9
VIGAS	4,9	1	10,9	4,9
VIGAS	5,06	1	11,25	5,06
VIGAS	5,06	1	11,25	5,06
VIGAS	5,06	1	11,25	5,06
VIGAS	5,06	1	11,25	5,06
VIGAS	5,06	1	11,25	5,06
VIGAS	11,22	1	28,05	11,22
VIGAS	11,22	1	28,05	11,22
VIGAS	11,22	1	28,05	11,22
VIGAS	11,22	1	28,05	11,22
VIGAS	11,22	1	28,05	11,22

Continuación tabla 6

	495,27 m ²	467	2.277,03 m	466,18 m ²
--	-----------------------	-----	------------	-----------------------

Fuente: propia por medio de listados ARCHICAD 22

Tabla 7: cantidades forjados o placas

FORJADOS						
Capa			Área	Espesor	Cantidad	Volumen Total
0	DADOS	DE	1,2	0,5	1	0,6
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	1,2	0,5	1	0,6
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	1,55	1	1	1,55
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	1,8	1	1	1,8
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	2,16	1	1	2,16
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	2,16	1	1	2,16
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	2,16	1	1	2,16
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	2,16	1	1	2,16
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	2,16	1	1	2,16
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	2,16	1	1	2,16
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	3,42	1	1	3,42
	CIMENTACION					
0	DADOS	DE	3,42	1	1	3,42
	CIMENTACION					

Continuación tabla 7

0 DADOS CIMENTACION DE	3,6	1	1	3,6
0 DADOS CIMENTACION DE	3,6	1	1	3,6
0 DADOS CIMENTACION DE	7,38	1	1	7,38
0 PLACAS ENTREPISO DE	8,05	0,15	1	1,21
0 PLACAS ENTREPISO DE	170,15	0,15	1	40,29
0 PLACAS ENTREPISO DE	170,15	0,15	1	40,29
0 PLACAS ENTREPISO DE	170,15	0,15	1	40,29
0 PLACAS ENTREPISO DE	173,31	0,15	1	40,29
0 PLACAS ENTREPISO DE	191,28	0,15	1	40,29
1 calle	37,98	0,15	1	5,7
1 calle	41,69	0,15	1	6,25
1 calle	43,6	0,15	1	6,54
1 placa segundo piso	1,01	0,3	1	0,3
1 placa segundo piso	1,06	0,1	1	0,11
1 placa segundo piso	1,87	0,1	1	0,19
1 placa segundo piso	18,38	0,1	1	1,84
1ALTILLO PISO 2	9,5	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	9,5	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	9,5	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	9,5	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	9,51	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	9,51	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	9,51	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	9,51	0,04	1	0,38
1ALTILLO PISO 2	11,88	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2	11,88	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2	11,88	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2	12,02	0,04	1	0,48

Continuación tabla 7

1ALTILLO PISO 2		12,02	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,02	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,02	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,02	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
1ALTILLO PISO 2		12,11	0,04	1	0,48
Estructura - Carga		0,59	0,05	1	0,03
PLACAS CONTRAPISO	DE	3,61	0,3	1	1,08
PLACAS CONTRAPISO	DE	3,65	0,3	1	1,09
PLACAS CONTRAPISO	DE	4,94	0,15	1	0,74
PLACAS CONTRAPISO	DE	12,2	0,3	1	3,66
PLACAS CONTRAPISO	DE	15,07	0,3	1	4,52
PLACAS CONTRAPISO	DE	29,99	0,15	1	4,5
PLACAS CONTRAPISO	DE	30,68	0,3	1	9,4
PLACAS CONTRAPISO	DE	140,95	0,15	1	21,14
PLACAS CONTRAPISO	DE	258,77	0,15	1	39,29
		1.842,24 m ²			363,01 m ³

Fuente: propia por medio de listados ARCHICAD 22

Tabla 8: cantidades cubiertas

CUBIERTA		
Capa	Área	Cantidad
CUBIERTAS POLICARBONATO	6,35	1
CUBIERTAS POLICARBONATO	6,6	1
CUBIERTAS POLICARBONATO	6,6	1
CUBIERTAS POLICARBONATO	6,6	1
CUBIERTAS POLICARBONATO	6,91	1
CUBIERTAS POLICARBONATO	6,91	1
Estructura Compleja - Cubiertas	7,47	1
Estructura Compleja - Cubiertas	10,84	1
	58,28 m²	

Fuente: propia por medio de listados ARCHICAD 22

11. ANÁLISIS COMPARATIVO ACERCA DE DOCUMENTOS OBTENIDOS Y DOCUMENTOS OTORGADOS

11.1 PRESUPUESTO SELECCIONADO CONSTRUCTORA INGISA

Para el análisis comparativo es necesario tener bases sólidas que justifiquen los presupuestos que obtuvimos por medio del software ARCHICAD por este motivo a continuación se presenta una sección de los APUS realizados y otorgados por la empresa INGISA, es importante resaltar que se conoce abiertamente la información del proyecto el cual tuvo un costo final de dos mil doscientos millones de pesos (\$ 2.200.000.000) aproximadamente, en este informe se presenta el análisis de costos unitarios que fueron realizados por el programa Excel y ajustados en el programa SINCO, cabe resaltar que únicamente se trabajó con costo de preliminares y costos de estructura.

Tabla 9: Costos presupuestados Lean 58 forma tradicional

Obra Construcción Lean 58						
Análisis de Precios Unitarios						
Detalle por Items						14/02/2019
Item	Descripción	UM	Cantidad	Valor Unitario	Rendimiento	Valor Parcial
3.001	- Placa Entrepiso Aligerada e=0,50 TORRE	M2	1.268,00			166.863,70
Equipos					700	
1052	- ALQUILER ALISADORA TIPO HELICOPTERO	DIA	0,02	35.000,00	1	700
Mano de Obra					40.000,00	
1511	- MO PLACA ENTREPISO ALIGERADA e=0,50	M2	1	40.000,00	1	40.000,00
Materiales					96.163,70	
1514	- CONCRETO OUTINORD 3000 PSI	M3	0,23	373.000,00	1,03	88.363,70
1510	- SIKA CHAPDUR NEUTRO	KG	6	1.300,00	1	7.800,00
Subcontratos					30.000,00	
773	- SERVICIO TRANSPORTE BOMBA	CON M3	1	30.000,00	1	30.000,00
Total						166.863,70
2.008	- Placa Flotante Contrapiso e= 1.00 M TORRE	M2	490			268.829,20
Equipos					700	
1052	- ALQUILER ALISADORA TIPO HELICOPTERO	DIA	0,02	35.000,00	1	700
Mano de Obra					65.000,00	
1503	- MO PLACA FLOTANTE 0,80 - 1,00	M2	1	65.000,00	1	65.000,00
Materiales					189.533,20	
1595	- CASETON DE GUADUA	ML	0,88	14.000,00	1,03	12.689,60
1514	- CONCRETO OUTINORD 3000 PSI	M3	0,44	373.000,00	1,03	169.043,60
1510	- SIKA CHAPDUR NEUTRO	KG	6	1.300,00	1	7.800,00
Subcontratos					13.596,00	
773	- SERVICIO TRANSPORTE BOMBA	CON M3	0,44	30.000,00	1,03	13.596,00

Continuación tabla 9

Total **268.829,20**

2.002 - Pilote Proceso **ML** **1.058,00** **40.000,00**
Tornillo d=0,40 TORRE

Subcontratos
 1504 - PROCESO PILOTAJE TORNILLO ML 1 40.000,00 **40.000,00**
 d=0,40 1 40.000,00

Total **40.000,00**

2.003 - Concreto **M3** **139** **532.090,00**
Pilotes TORRE

Nomina
 1513 - CONCRETO TREMIE 4000 PSI M3 1 409.300,00 **532.090,00**
 1,3 532.090,00

Total **532.090,00**
3.005 - Muro Pantalla en **M3** **119,06** **555.520,00**
Concreto TORRE

Mano de Obra
 607 - MO MUROS PANTALLA M3 1 160.000,00 **160.000,00**
 1 160.000,00

Materiales
 458 - CONCRETO 4000 PSI - GRAVA FINA M3 1 384.000,00 **395.520,00**
 1,03 395.520,00

Total **555.520,00**

4.007 - Columneta en **ML** **1.126,86** **31.152,10**
Concreto TORRE

Mano de Obra
 1520 - MO COLUMNETA CONCRETO ML 1 12.000,00 **12.000,00**
 1 12.000,00

Materiales
 124 - ACERO DE 60000 PSI FIGURADO KG 5 2.150,00 **19.152,10**
 1,03 11.072,50
 155 - ALAMBRE NEGRO CAL #18 KG 0,2 2.700,00 1 540

452 - CONCRETO 3000 PSI - 28D- GRAVA M3 0,02 366.000,00 1,03 7.539,60
 COMUN

Total **31.152,10**

Continuación tabla 9

15.001	-	Cubierta Teja	M2	25			102.275,00
Fibrocemento TORRE							
1524	-	ESTRUCTURA METALICA M2	M2	0,01	1.000.000,00	1	10.000,00
Mano de Obra							40.000,00
972	-	MO MONTAJE CUBIERTA FIBROCEMENTO	M2	1	40.000,00	1	40.000,00
Materiales							52.275,00
192	-	AMARRE PARA TEJA	UN	0,67	1.500,00	1	1.005,00
1436	-	CORREA METALICA PARA CUBIERTA	UN	1	12.000,00	1	12.000,00
820	-	TEJA EN FIBROCEMENTO # 6	UN	0,22	170.000,00	1,05	39.270,00
Total							102.275,00
2.009	-	Foso	M3	3,15			644.190,00
Ascensor TORRE							
Equipos							70.000,00
175	-	ALQUILER FORMALETA METÁLICA (M2)	DIA	0,7	100.000,00	1	70.000,00
Mano de Obra							160.000,00
607	-	MO MUROS PANTALLA	M3	1	160.000,00	1	160.000,00
Materiales							384.190,00
453	-	CONCRETO 3000 PSI - GRAVA FINA	M3	1	373.000,00	1,03	384.190,00
Subcontratos							30.000,00
773	-	SERVICIO TRANSPORTE CON BOMBA	M3	1	30.000,00	1	30.000,00
Total							644.190,00
2.007	-	Dados	M3	41,45			536.980,00
Cimentación TORRE							
Mano de Obra							160.000,00
1506	-	MO DADOS EN CONCRETO	M3	1	160.000,00	1	160.000,00
Materiales							376.980,00
452	-	CONCRETO 3000 PSI - 28D- GRAVA COMUN	M3	1	366.000,00	1,03	376.980,00
Total							536.980,00
3.008	-	Viga Aerea en	M3	780,32			544.190,00
Concreto TORRE							

Continuación tabla 9

Mano de Obra						0	
617 - MO VIGA AEREA CONCRETO	M3	0	160.000,00	1		0	
Materiales						0	
453 - CONCRETO 3000 PSI - GRAVA FINA	M3	0	373.000,00	1,03		0	
Total						544.190,00	
4.001 - Mamposteria Bloque No 4 COMUNALES	M2	4225,3				33.606,75	
Act. Todo Costo						2.268,00	
1530 - SEI ANCLAJE MAMPOSTERIA	UN	0,85	1.800,00	1		1.530,00	
1531 - SEI CHAZO MAMPOSTERIA	UN	0,41	1.800,00	1		738	
Mano de Obra						12.000,00	
601 - MO MURO EN BLOQUE TRADICIONAL M2	M2	1	12.000,00	1		12.000,00	
Materiales						19.338,75	
222 - BLOQUE DE ARCILLA ESTANDAR # 4	UN	12,5	750	1,05		9.843,75	
497 - EPOXICO HILTI RE-500	GL	0,03	50.000,00	1		1.500,00	
967 - GRAFIL 5MM	KG	0,2	2.650,00	1		530	
1529 - ICOPOR LAMINA 4 cm DENS 15 1x1	M2	0,05	5.300,00	1		265	
1526 - MORTERO PEGA 125 kg/cm2	M3	0,02	360.000,00	1		7.200,00	
Total						33.606,75	
4.005 - Mamposteria Fachada TORRE	M2	634,55				45.323,75	
Mano de Obra						16.500,00	
603 - MO MURO EN LADRILLO ESTRUCTURAL	M2	1	16.500,00	1		16.500,00	
Materiales						28.823,75	
1532 - BLOQUE PV 33X11,5X23	UN	12,25	1.500,00	1,05		19.293,75	
967 - GRAFIL 5MM	KG	0,2	2.650,00	1		530	
1526 - MORTERO PEGA 125 kg/cm2	M3	0,03	360.000,00	1		9.000,00	
Total						45.323,75	
Capitulo 1 MOVIMIENTOS DE TIERRAS							
1.001 - Excavación Mecanica TORRE	M3	251,03				31.000,00	
Subcontratos						31.000,00	

Continuación tabla 9

1428 - EXCAVACION MECANICA	M3	1	31.000,00	1	31.000,00
Total					31.000,00
1.002 - Excavación Mecanica TANQUE	M3	100,22			31.000,00
1428 - EXCAVACION MECANICA	M3	1	31.000,00	1	31.000,00

Total

31.000,00

COSTO PRIMO DE ESTRUCTURA DEL EDIFICIO LEAN 58 SEGÚN ITEMS ESCOGIDOS

1.193.968.028

Fuente: INIGISA S.A.S

11.2 PRESUPUESTO FINAL SOFTWARE ARCHICAD

Tabla 10: presupuesto obtenido por ARCHICAD

Nombre clave componente	Código componente	Nombre componente	Cantidad componente	Nombre
CIMIENOS	038	pilotaje prehuecos	42.504.000,000000	ML
CUBIERTAS	CUB 3	CUBIERTA	1.901.390,637645	m2
ESTRUCTURA EN CONCRETO	039	foso ascensor	16.613.678,227499	m3
ESTRUCTURA EN CONCRETO	052	PLACA ENTREPISO	147.356.096,768647	m2
ESTRUCTURA EN CONCRETO	CONC 1	PLACA EN CONCRETO CONTRAPISO	134.380.410,993207	m2
ESTRUCTURA EN CONCRETO	CONC 2	PILOTES EN CONCRETO	65.570.522,222296	m3
ESTRUCTURA EN CONCRETO	CONC 3	PANTALLAS	71.191.657,727905	m3
ESTRUCTURA EN CONCRETO	CONC 5	COLUMNETAS 3000 PSI	3.401.798,400000	ML
ESTRUCTURA EN CONCRETO	CONC 7	DADOS DE CIMENTACION	23.198.755,613781	m3
ESTRUCTURA EN CONCRETO	CONC 9	VIGAS	469.073.049,555043	m3
MAMPOSTERIA	MAM 1	MAMPOSTERIA FACHADA TORRE	30.571.639,070283	m2
MAMPOSTERIA	MAM 2	MAMPOSTERIA BLOQUE No 4	119.813.565,829459	m2
PRELIMINARES	PRE 2	EXCAVACION MECANICA	19.625.086,132291	m3

Fuente: propia por medio de ARCHICAD 22

11.3 ANÁLISIS COMPARATIVO

Como se expuso en el capítulo 10 fueron ingresados valores de costos finales, ya con su respectivo desglose de precios unitarios teniendo como resultado una tabla concreta que nos expone el costo total por ítem, la tabla 10 cuenta con información que fue seleccionada en el modelo digitalizado, esto con el fin de tener valores reales, estos datos no se puede alterar manualmente dentro del software así que se realiza una sumatoria de totales la cual es de mil ciento cuarenta y cinco millones doscientos un mil seiscientos cincuenta y un pesos (\$1.145.201.651), siendo comparados con la totalización de precios de la tabla proporcionada por INGISA S.A.S que tiene un valor de estructura de mil ciento noventa y tres millones novecientos sesenta y ocho mil veinte ocho pesos (\$1.193.968.028).

De modo de comparación cabe tener varios aspectos en cuenta, si bien el modelo digitalizado cuanta con mayor proximidad al costo real del proyecto, se evidencia que algunas cuantificaciones del proyecto no están ligadas al costo que genera el software, como está el ejemplo del foso de ascensor, en donde el análisis de costo unitario muestra un valor por metro cubico mucho menor al calculado por el programa, estas observaciones son de gran importancia en el momento de cálculo de costos, lo que ofrece una gran ventaja para el programa ARCHICAD, porque en el modelo 3D se evidencia que los objetos están siendo cuantificados y de este modo se descarta que sea un error en la modelación.

Gracias a la integración de información que ofrece la tecnología BIM en este caso de estudio el programa ARCHICAD 22, se disminuyen los errores que por problemas de dibujo no se alcanzan a percibir, permite el cambio de componentes de presupuestos, ya que el presupuesto se liga directamente con el modelo en 3D, es decir si se realiza una modificación en el modelo, automáticamente el costo de la obra se cambia, sin embargo es importante tener en cuenta que cuando se debe realizar cambio de precios al software podría haber errores humanos que se evidenciarían en las tablas de presupuestos.

Otra de las grandes diferencias que se observa, es el tiempo en que se recolecta la información necesaria para cálculo de cantidades y presupuestos, para esto es necesario desde el principio de la modelación tener organizada cada una de las propiedades de los elementos de la estructura, y con solo un comando de listados, se despliegan tablas de cantidades que superan en tiempo lo que se hace manualmente, ya para la parte de presupuestos, como se evidencio en el paso a paso se deben crear menús de cálculo, pero cuando ya esta información de costo

está ingresada al software en poco tiempo se tiene toda la información completa de costo primo y cantidades de obra, lo cual beneficia al constructor.

Por último, ya específicamente en la digitalización del proyecto se encuentran comparaciones sustanciales frente a AutoCAD, programa donde originalmente está diseñado el proyecto LEAN 58.

Una de las comparaciones es el modelado en tres dimensiones, lo cual hace posible ArchiCAD, gracias a estas vistas se reflejan los errores que se van teniendo frente a la modelación en planta, por este motivo anexados se encuentran varios errores que se encontraron cuando se realizaba la modelación en BIM, a pesar que es otro objeto de estudio, son aspectos que se adicionan al proyecto, ya que se hallaron cuando se ejecutaba el presente trabajo.

11.4 Cualidades en usabilidad

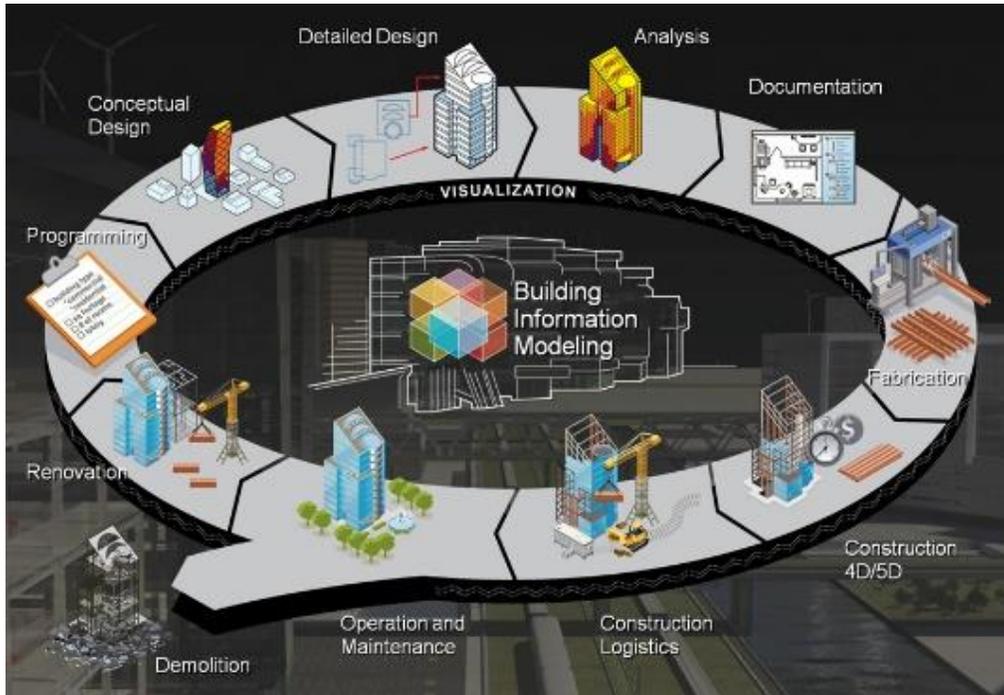
Como se ha evidenciado a lo largo del trabajo, la usabilidad del software es amplia y abarca información completa del proyecto, se evidencia primeramente un modelo digitalizado que a medida de su desarrollo se permitió observar su construcción en tres dimensiones, esto es gracias al ArchiCAD 22 que ofrece un mejor flujo de diseño creativo, las herramientas que se encuentran en el programa son de una geometría óptima para el trabajo, y su uso se ajusta a las necesidades del dibujo, al no estarse trabajando sobre dos dimensiones, otra de sus cualidades es que dentro de sus múltiples herramientas de trabajo para la digitalización de proyectos, tiene opción de figuras para modelado irregular, ajustando propiedades al diseño que se quiere llegar.

Como segunda parte del trabajo se generaron documentos por medio del programa, estos documentos van ligados directamente a todo el modelo, resaltando cualidades tales como listados de cuantificación de material, y listado de presupuesto, un programa completo que le permite al diseñador tener de primera mano un presupuesto y unas cantidades que no estarán alteradas, ya que todo está de acuerdo a los parámetros del software, permitiendo además que se disminuyan los errores humanos por digitalización que además en ocasiones genera pérdidas en el momento de presupuestar un proyecto de obra civil.

Cuando se diseña con ArchiCAD se está generando un modelo de información del edificio además de toda la documentación necesaria tales como corte, alzados, tablas (sea cantidades de obra o presupuestos), vistas 3D e imágenes todo lo anterior es creado automáticamente, como se muestra en la ilustración 24, BIM no

solo maneja digitalización de proyectos, tiene grandes cualidades que posibilitan al software a implementarse en la industria de la construcción.

Ilustración 23: Cualidades de BIM



Fuente: <http://www.replinfosys.com/Archicad/archicad.aspx>, 2019

12. CONCLUSIONES

- Los documentos proporcionados por la constructora INGISA S.A.S cuenta con los parámetros necesarios para el correcto desarrollo del proyecto, dado que se requerían los APUs de la construcción esta empresa fue la única que accedió a brindar esa información, por este motivo solo se hizo conexión con la empresa nombrada.
- El proyecto otorgado por la empresa INGISA S.A.S cuenta con inconsistencias a la hora del modelamiento en el software de estudio el cual es ARCHICAD, inconsistencias tales como falta de información en los planos constructivos y en los planos arquitectónicos, de tal manera que estos errores se ven reflejados en la modelación, por este motivo para fines académicos se cuantifico con el diseño tal cual se ve en los planos.
- Como información adicional al proyecto de grado se anexan imágenes tomadas por el software que muestran los errores de construcción que se ven en el modelo, y una posible solución, sin embargo, estos comparativos solo se hacen a manera de conclusión ya que no son el énfasis de este proyecto, cabe resaltar una de las propiedades de la modelación en BIM la cual es evidenciar de forma preventiva los errores que se verán en el momento que se esté construyendo la obra.
- ARCHICAD cuenta con funciones que facilitan el modelado en tres dimensiones, ya que se realizó la digitalización de planos en planta, pero se podía en paralelo observar cómo se realizaba el levantamiento en 3D.
- Como se pudo evidenciar en el capítulo 11 los costos varían notablemente en algunos ítems expuestos, uno en específico es el costo del foso del ascensor el cual tiene una diferencia en el costo, esto puede suceder ya que el presupuesto otorgado no especifica si el muro cuenta con diversos materiales de construcción, y en el Análisis de costos unitarios se da un único costo para este elemento, por el lado del software la capa que contiene el elemento, arroja un volumen mucho mayor al que se presenta en los APU.
- Como ArchiCAD tiene vínculos elemento-costo se puede tener certeza de las áreas o volúmenes que el programa está cuantificando, de esta manera ARCHICAD se posiciona como un programa de mayor confiabilidad para

hacer estos procesos de presupuestos en una obra, ya que se trabaja con la cantidad completa del elemento y así mismo se calcula el costo, sin tener sobrecostos al final de la obra.

- ARCHICAD es muy útil para generar presupuestos de referencia sin embargo si se desean tener APU's del proyecto es importante tener un manejo avanzado de las herramientas que ofrece el programa, ya que las bases de datos se deben ingresar de forma manual y se requiere de un mayor manejo del programa, para fines del proyecto se presenta un presupuesto general que no permite un desglose de precios unitarios.
- Una debilidad de la forma tradicional como se presupuesta una obra es que no se vinculan elementos entre sí, es decir se trabaja todo independiente, planos, costos, cronogramas entre otros, lo que genera que las obras siempre salgan más costosas, los beneficios de modelar en tecnología BIM son que todo trabaja conjuntamente, de este modo si se altera un elemento en el diseño en 3D se altera toda su documentación.
- En la actualidad existen software de modelamiento de la información que se basa en objetos en tres dimensiones, estos programas cuentan con licencias que son de fácil acceso para los estudiantes de carreras afines al diseño de infraestructura, sin embargo, el estudiante no cuenta con la capacitación suficiente para este tipo de manejo, ya que lleva complejidades que se deben estudiar o hacer cursos alternos para su total comprensión.
- ArchiCAD funciona mejor como software de cuantificación de cantidades de obra, ya que se puede especificar cada uno de los materiales y en los listados de tiene la totalidad de cantidad que genera el programa.

13.RECOMENDACIONES

- Es importante que las universidades empiecen a implementar en el ámbito educacional las tecnologías BIM para la innovación del estudiantado, ya que este será el futuro de la construcción.
- Tener conocimientos sólidos en esta clase de tecnologías abre posibilidades en el momento de aplicarlos en proyectos de infraestructura, ya que se requiere de estudio para manejar a cabalidad las funciones que ofrece ARCHICAD.
- Se recomienda usar equipos de cómputo eficaces, con memoria RAM disponible para el programa, con el fin de trabajar de manera eficaz y sin contratiempos en el software.
- Tener una organización dentro del modelo digitalizado permite que la documentación que se genere sea organizada y concuerde con los materiales que se están utilizando en el proyecto.

14. BIBLIOGRAFÍA

- “¿Cómo Avanza La Implantación Del BIM En El Mundo? - Revista Constructivo.” n.d. Accessed September 19, 2018. <https://constructivo.com/noticia/como-avanza-la-implantacion-del-bim-en-el-mundo-1520291050>.
- “¿Cuánto Cuesta Implantar BIM y Cuando Recuperaré La Inversión? – Lean Bim Construction.” n.d. Accessed October 23, 2018. <http://leanbimconstruction.com/cuanto-cuesta-implantar-bim-y-cuando-recuperare-la-inversion>.
- “Review: Funciones y Uso de ArchiCAD | Arquinetpolis.” n.d. Accessed April 27, 2019. <https://arquinetpolis.com/review-archicad-000107/>.
- “APU Análisis de Precios Unitarios. - Chilecubica.” n.d. Accessed April 28, 2019. <https://www.chilecubica.com/estudio-costos/a-p-u/>.
- “ArchiCAD - EcuRed.” n.d. Accessed April 27, 2019. <https://www.ecured.cu/ArchiCAD>.
- Autodesk. n.d. “What Is BIM | Building Information Modeling | Autodesk.” Accessed September 20, 2018. <https://www.autodesk.com/solutions/bim>.
- Autodesk, Sebastian Zaje. 2011. “BIM (Modelos de Información Para La Construcción).” http://www.sonda-mcolatam.com/pdfs/BIM-ExpoConstruccion_Sonda-Autodesk.pdf.
- Azhar, Salman. 2011. “Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry.” *Leadership and Management in Engineering* 11 (3): 241–52. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127).
- “Bienvenido a ARCHICAD 22.” n.d. Accessed September 19, 2018. www.degelo.net.
- “BIM | Sikla.” n.d. Accessed September 19, 2018. <https://www.sikla.es/pgina-de-inicio-134163/servicios-134176/bim-371428>.
- “Comité BIM Del Perú.” n.d. Accessed September 19, 2018. <http://www.comitebimdelperu.com/2014/bim.html>.
- “Cómo Obtener Licencias Gratuitas Educativas y de Evaluación de ARCHICAD, Por Graphisoft - ARQA Empresas.” n.d. Accessed April 27, 2019. <https://arqa.com/empresas/novedades/licencias-gratuitas-educacionales-evaluacion-archicad.html>.
- “Compañía Colombiana Pionera En Implementar BIM - Construdata.Com.” n.d. Accessed September 19, 2018. <https://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/bim-construccion-amarillo-09-03-18.asp>.
- “COMPARACIÓN ENTRE METODOLOGÍAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) Y METODOLOGÍAS TRADICIONALES EN EL CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA Y ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS. CASO DE ESTUDIO: EDIFICACIÓN EDUCATIVA EN COLOMBIA.” n.d. Accessed October 23, 2018. <file:///C:/Users/arber/Downloads/RamirezLeonJorgeAndres2018.pdf>.

- “Conceptos Fundamentales de ARCHICAD – GRAPHISOFT Latinoamérica.” n.d. Accessed April 27, 2019. <http://blog.graphisoft.lat/conceptos-fundamentales-de-archicad/>.
- “ConstruPlan - Construdata.Com.” n.d. Accessed April 29, 2019. https://www.construdata.com/BancoConocimiento/C/construplan_software/construplan_software.asp.
- “El 40 Por Ciento de Las Construcciones Del País Usa Tecnología BIM - Sectores - Economía - ELTIEMPO.COM.” n.d. Accessed October 23, 2018. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>.
- “El BIM En Colombia - IAC.” n.d. Accessed October 23, 2018. <http://www.iac.com.co/el-bim-en-colombia/>.
- Graphisoft. n.d. “About ARCHICAD — A 3D Architectural BIM Software for Design & Modeling.” Accessed September 20, 2018. <http://www.graphisoft.com/archicad/>.
- Heriberto, Sr, Vivanco Bilbao, Mauricio Antonio, and Sepulveda Ponce. 2006. “GUÍA PRACTICA PARA LA ELABORACION DE PRESUPUESTOS.” [http://biblioteca.iplacex.cl/RCA/Guía práctica para la elaboración de presupuestos.pdf](http://biblioteca.iplacex.cl/RCA/Guía%20práctica%20para%20la%20elaboración%20de%20presupuestos.pdf).
- Ismael Antonio Cerón, and David Andrés Liévano. n.d. “Plan de Implementación de Metodología BIM En El Ciclo de Vida de Un Proyecto.” Accessed October 24, 2018. [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15347/1/PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGIA BIM.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15347/1/PLAN%20DE%20IMPLEMENTACIÓN%20DE%20METODOLOGIA%20BIM.pdf).
- Lina, Autor, Xiomara Sierra Aponte, and Freddy León. n.d. “GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON METODOLOGÍA BIM "BUILDING INFORMATION MODELING" "” Accessed September 19, 2018. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/14970/7/SierraLinaAño2016.pdf>.
- Medio, Un. n.d. “BIM Para Infraestructura.” Accessed September 19, 2018. <http://www.sonda-mcolatam.com/productos/pdf/fy15-bim-for-infrastructure-white-paper-high-resolution-es-la.pdf>.
- Mojica Arboleda, Alfonso, Diego Fernando, and Valencia Rivera. n.d. “IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS BIM COMO HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA EDIFICACIÓN EN BOGOTÁ.” Accessed October 24, 2018. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11135/MojicaArboledaAlfonso2012.pdf?sequence=1>.
- “Portafolio | Portal Web IDU.” n.d. Accessed April 25, 2019. <https://www.idu.gov.co/page/siipviales/economico/portafolio>.
- “Propositos y Objetivos Del BIM - GITC.” n.d. Accessed September 19, 2018. <http://www.gitc.cl/propositos-objetivos-del-bim/>.
- Thomas Wünsch Alvarenga, and Edson Neves da Silva. n.d. “BIM and Lean Construction: The Evolution Obstacle in the Brazilian Civil Construct.” Accessed September 20, 2018. <file:///C:/Users/arber/Downloads/1278-4053-1->

PB.pdf.

Tsai, Yuan-Hao, Shang-Hsien Hsieh, and Shih-Chung Kang. n.d. "A BIM-Enabled Approach for Construction Inspection." Accessed September 20, 2018.

<http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2014-paper-090.pdf>.

Universidad Industrial de Santander, JUAN GABRIEL OCAMPO. 2015. *Gerencia Tecnológica de Información. Revista GTI*. Vol. 14.

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/4868>.

XAVIER RIBAS. n.d. "TUTORIAL DE CÁLCULO PARA ARCHICAD." Accessed April 27, 2019. file:///C:/Users/arber/Downloads/ArchiCAD_Guia_Calculo.pdf.

15. ANEXOS

MEMORIA DE INCONCISTENCIAS

Realizando el modelado del edificio LEAN 58 se encontraron varias inconsistencias en el modelo, que probablemente serán o fueron un problema en el momento de la construcción de la obra de infraestructura, a continuación, se dividirán por capítulos estas inconsistencias.

INCONSISTENCIAS ESTRUCTURALES

- VIGA 12 (A-B) (5)

La viga número 12 del primer piso está desfasada respecto al muro que tiene bajo ella, también una puerta que se encuentra en esa ubicación esta corrida, quedando el muro corrido.

Anexo 1: Acceso primer piso

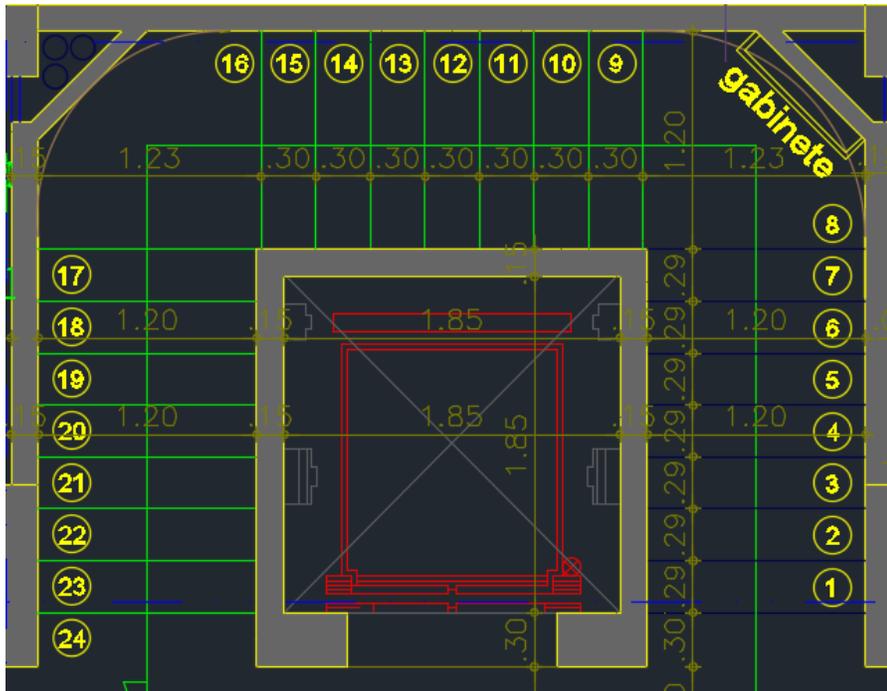


Fuente: propia, software ARCHICAD 22

- ESCALERA (A-B) (1-2)

En la planta de los planos adquiridos tenemos unas escaleras con una huella de dimensiones diferentes, esto es una complicación para el modelado ya que las escaleras en el software ARCHICAD tienen una medida única.

Anexo 2: Planta escaleras acceso



Fuente: planos proporcionados por Ingisa S.A.S, Software AUTOCA

- ALTILLOS (A-C)(1-2)(3-4)

Las viguetas metálicas que sostiene el altillo, no tiene soporte de agarre, es decir, no se evidencia un apoyo para que estas viguetas soporten en peso generado en dicho altillo, además las puertas tienen dimensiones que no corresponden con el espacio asignado.

Anexo 3: viguetas altillos



Fuente: propia, Software ARCHICAD 22

INCINCISTENCIAS CARPINTERIA METALICA

- VENTANAS 11 Y 12 (A-C)(1-2)

Las dimensiones dadas para las ventanas no corresponden al espacio diseñado para las mismas, por este motivo una de las vigas atraviesa las ventanas, dañando la carpintería metálica.

Anexo 4: Ventanas

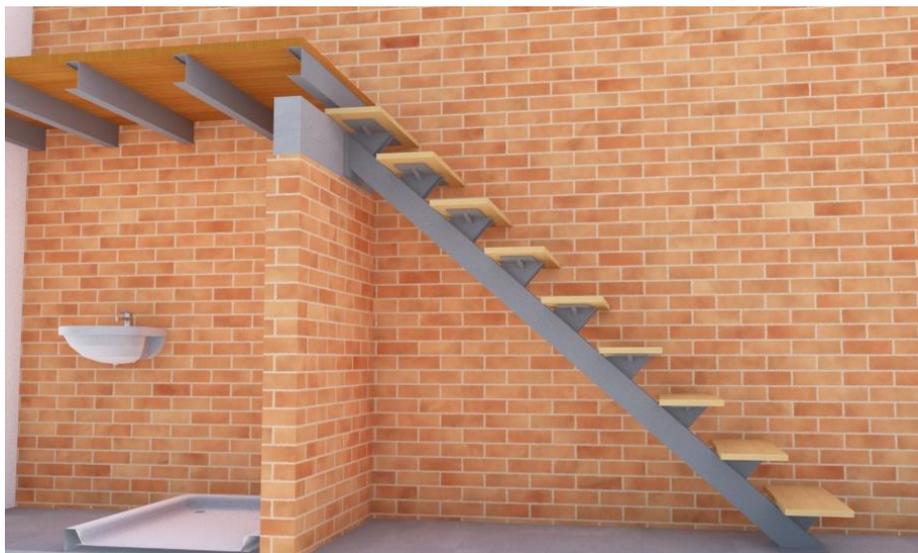


Fuente propia, software ARCHICAD 22

- ESCALERAS ALTILLOS (A-C)(1-2)(3-4)

Las escaleras proporcionadas en los planos nos muestran unas escaleras soldadas y otras agarradas con una vigueta, pero esta vigueta no está evidenciada en los planos.

Anexo 5: Escalera con vigueta



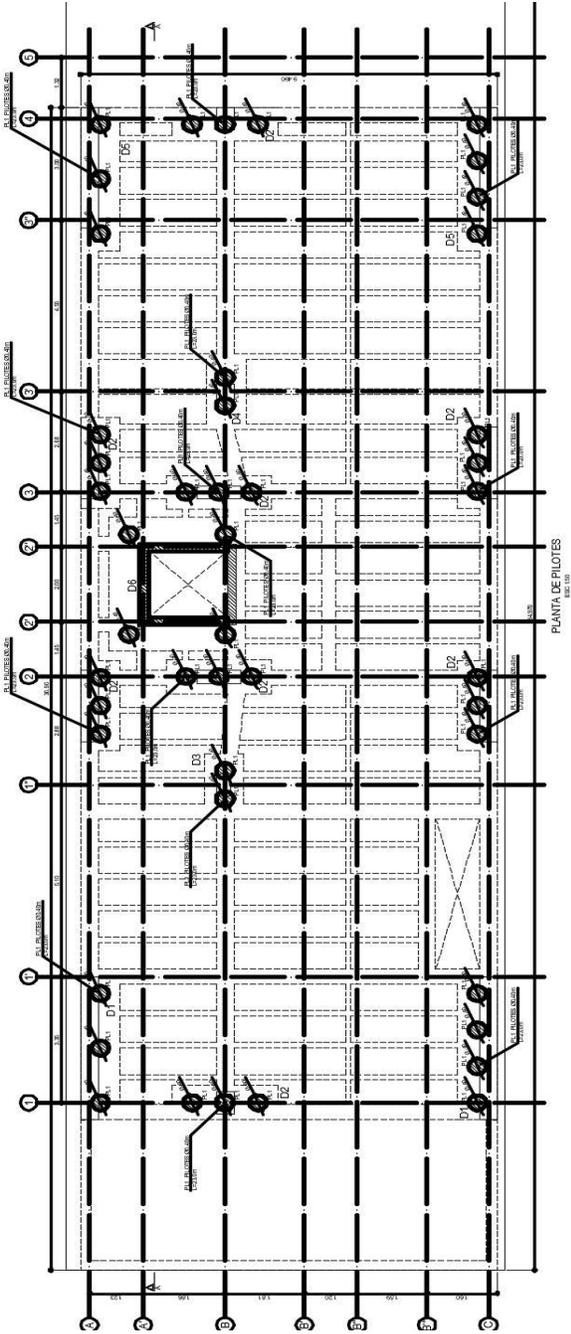
Fuente propia, software ARCHICAD 22

Anexo 6: Escalera soldada



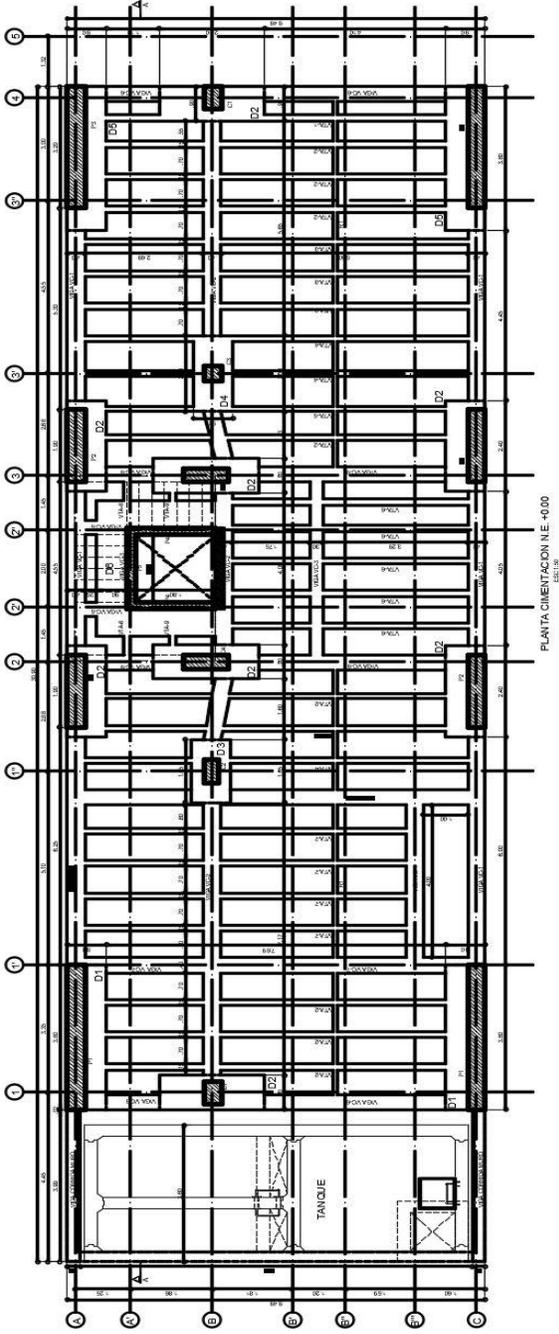
Fuente: propia, software ARCHICAD 22

Anexo 7: planta estructural de pilotes



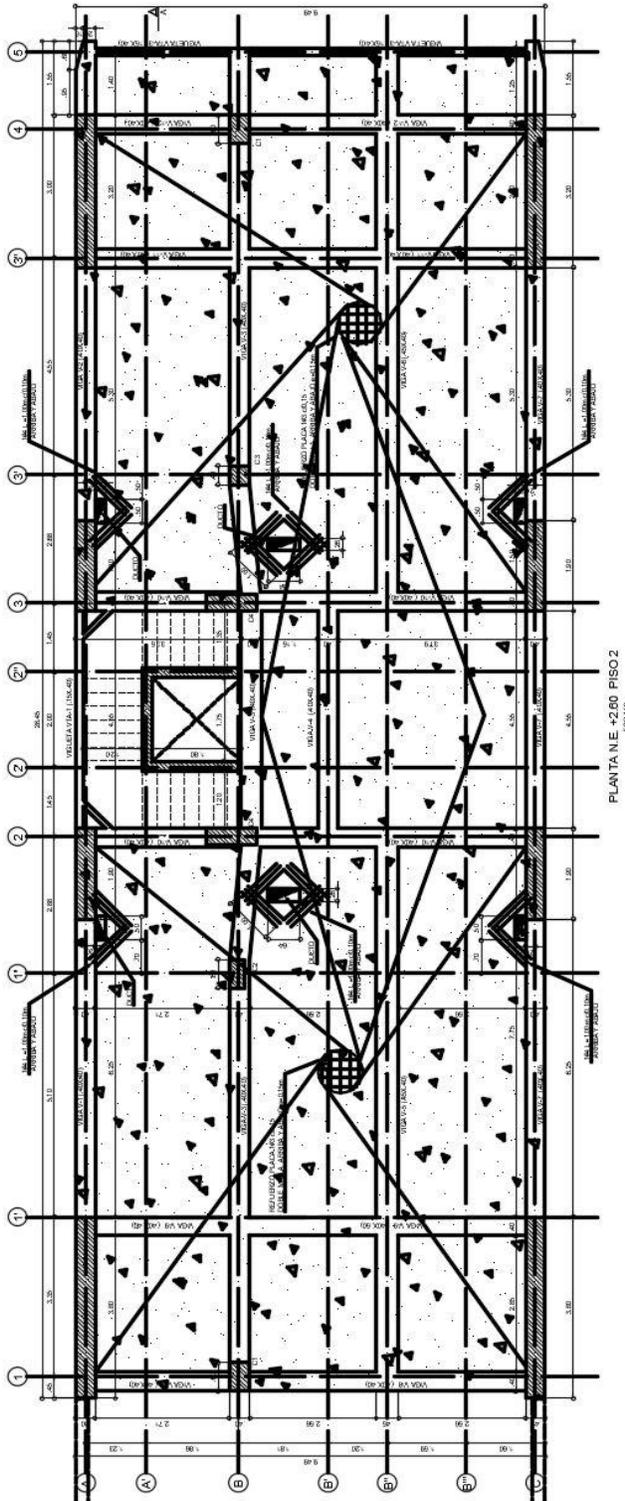
Fuente: INGISA S.A.S

Anexo 8: Planta estructural cimentación



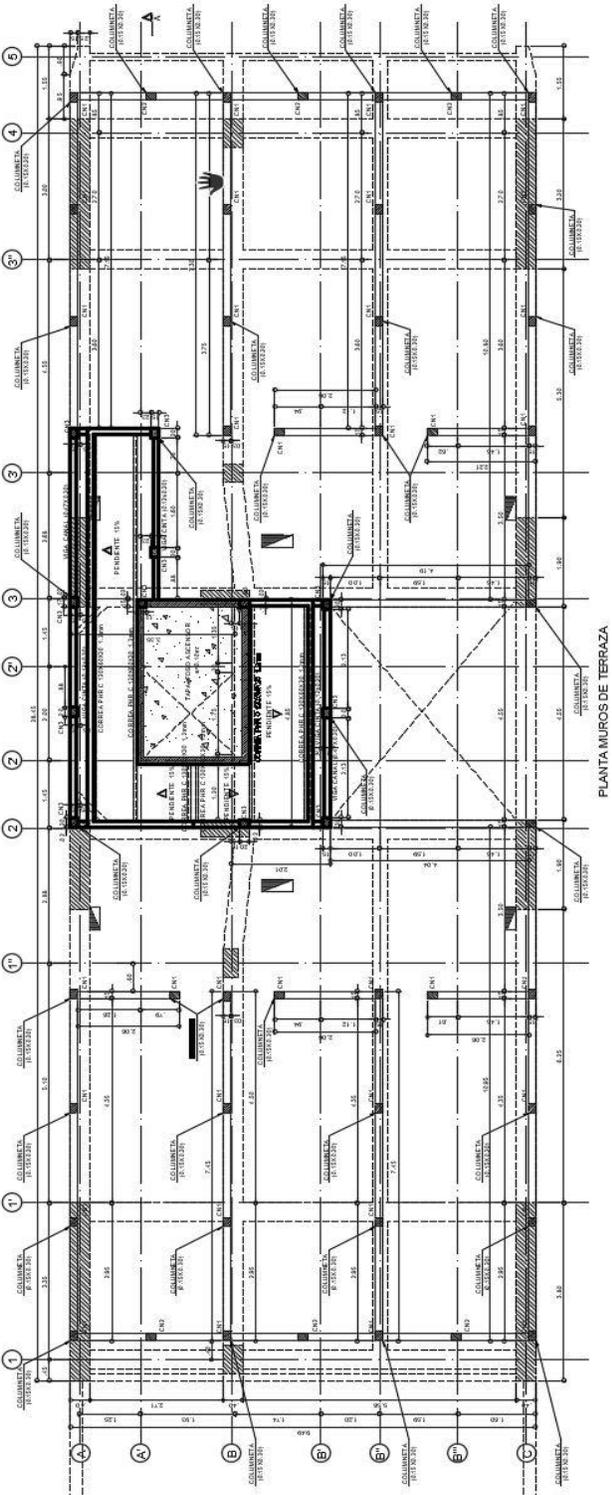
Fuente: INGISA S.A.S

Anexo 9: Planta estructural piso tipo



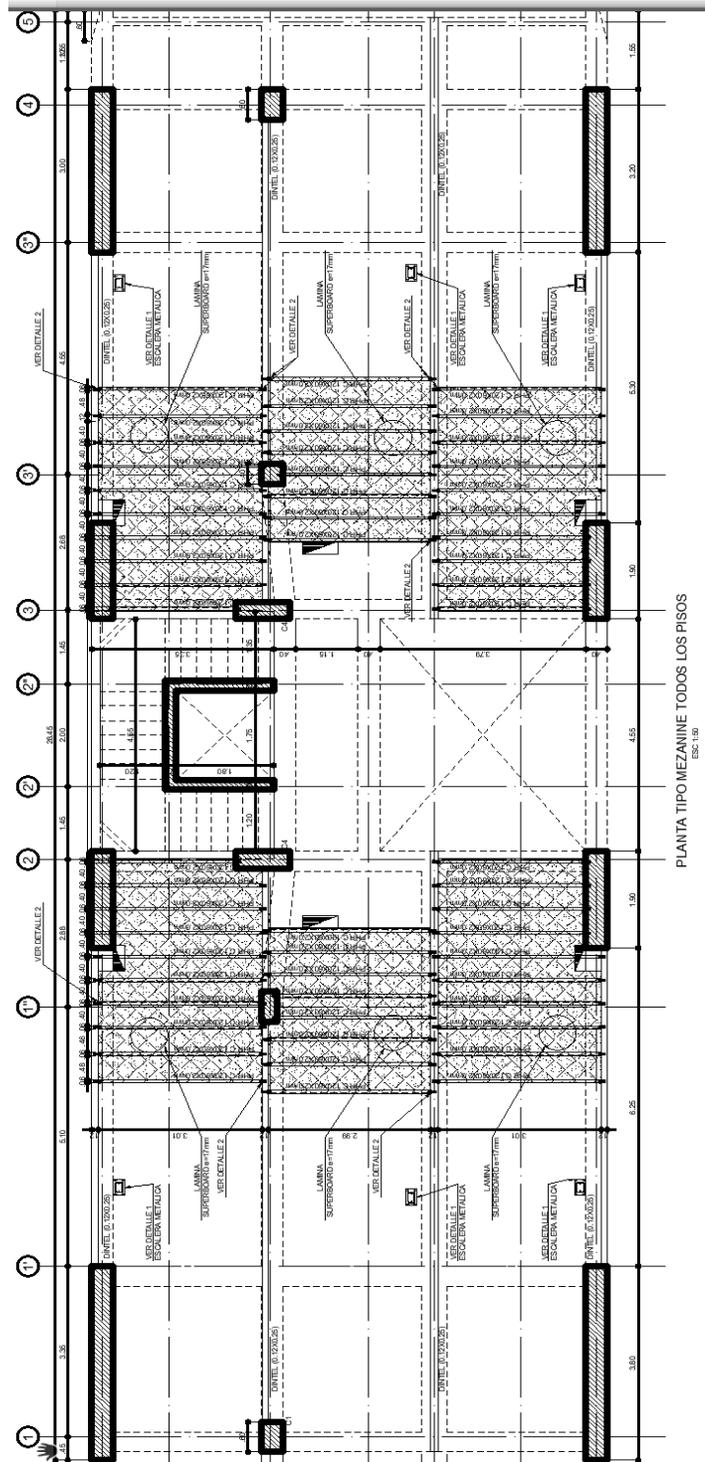
Fuente: INGISA S.A.S

Anexo 10: Planta estructural terraza



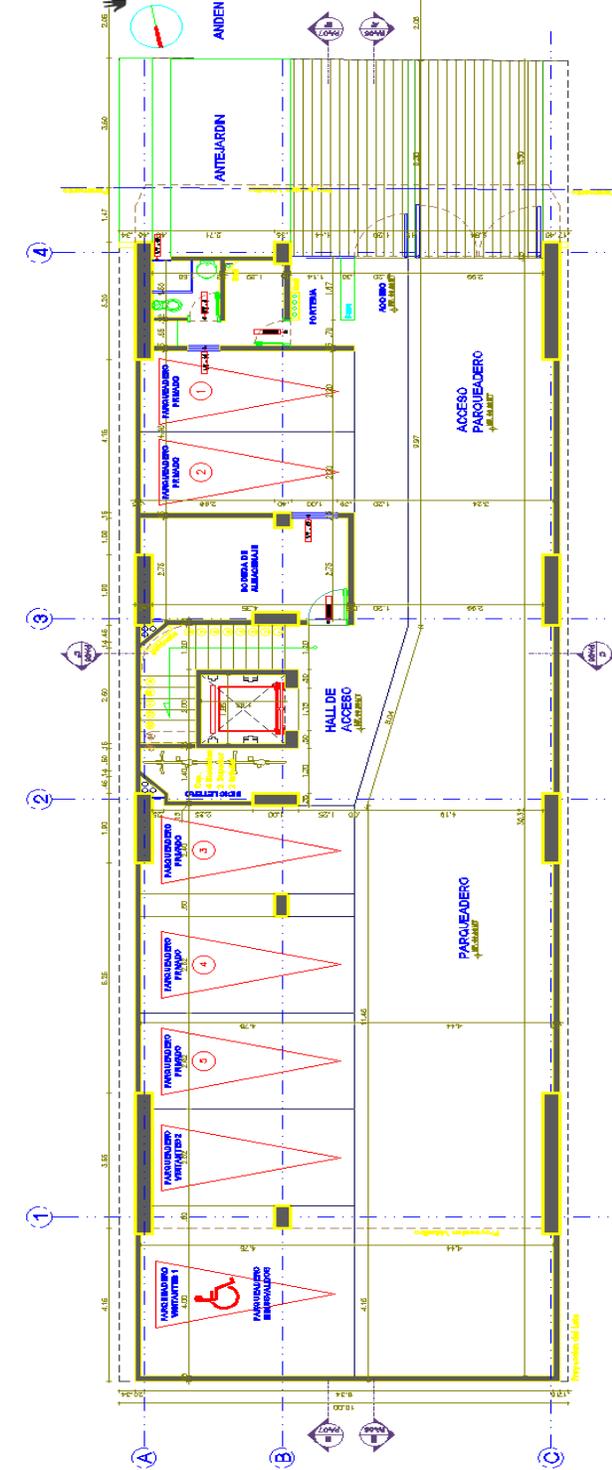
Fuente: INGISA S.A.S

Anexo 11: planta estructural altillos



Fuente: INGISA S.A.S

Anexo 12: planta arquitectónica primer piso



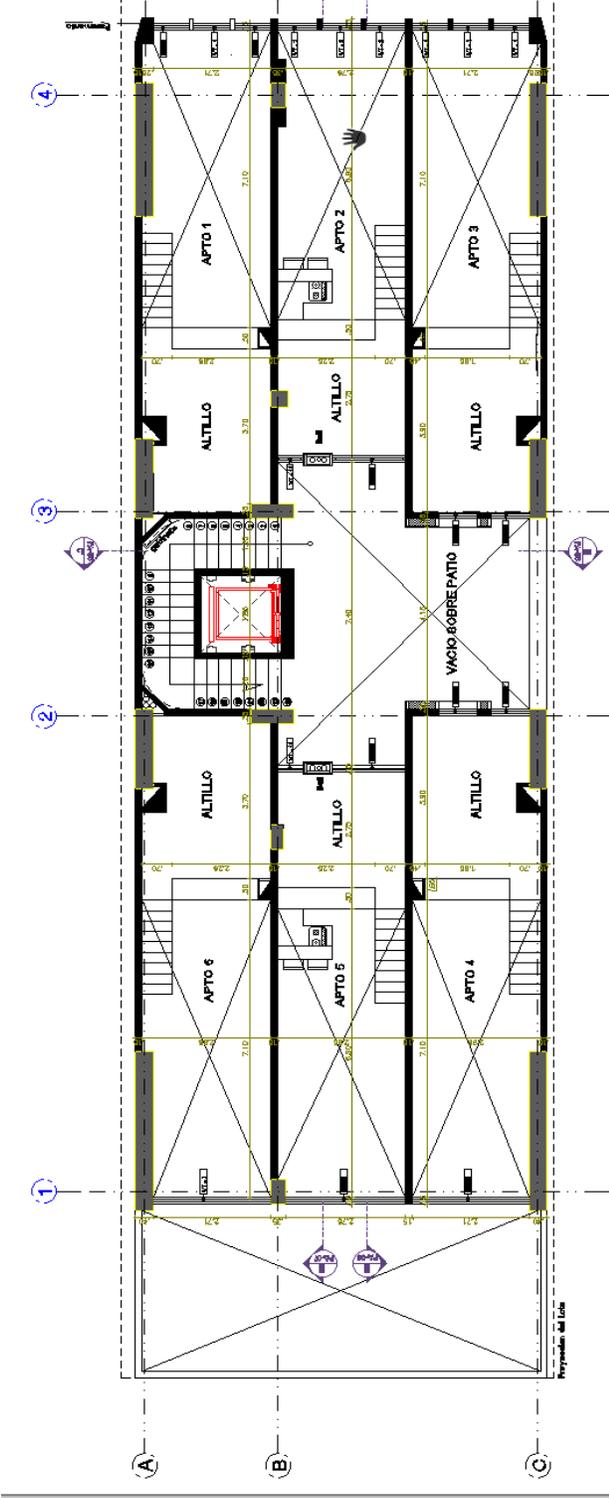
Fuente: INGISA S.A.S

Anexo 13: planta arquitectónica piso tipo



Fuente: INGISA S.A.S

Anexo 14: planta arquitectónica altillos



Fuente: INGISA S.A.S



RÚBRICA DE REVISIÓN DEL DOCUMENTO ESCRITO DE PROPUESTA DE PROYECTO, ASIGNATURA DE TRABAJO DE GRADO (TG)

3.1. ALTERNATIVA Trabajo de investigación: consiste en la participación del estudiante en la formulación de un problema de investigación aplicada junto con la justificación teórica y empírica que corresponda.

Alcance

El presente documento corresponde a la rúbrica de evaluación del documento Proyecto TG.

Indicaciones

Estimado docente. Agradecemos el apoyo en la evaluación del presente documento final de Proyecto de TG y le sugerimos una alta rigurosidad académica para la evaluación del mismo. El único fin de la evaluación es ser objetivos y eficaces en reconocer la calidad del Proyecto de TG desarrollado.

Para la calificación de cada tópico o ítem (del 1 al 30) considere la escala de **0** a **30**, donde **0** corresponde a la nota mínima posible y 30 la nota máxima. Por favor marcar con el valor asignado en la casilla. Al final del proceso, realice un promedio aritmético de los 25 tópicos (**Calificación Final C.F.**) y genere un concepto técnico de acuerdo con la calificación obtenida. Este concepto se tomará como la calificación del documento como Evaluador.

Es importante dar un concepto académico al final de esta rúbrica, para de esta forma dar a entender al estudiante y al asesor del proyecto, el juicio con el cual fue evaluado y las correcciones que debe hacer.

Se sugiere la presente escala de calificación para emitir el concepto final, recuerde que hecha la sumatoria de puntos al final debe dividir el valor en 25, se debe dar un puntaje entero redondeado sin decimales.

C.F. = [00 – 10]	No cumple. El ante proyecto de trabajo de grado requiere grandes cambios o nueva propuesta para una nueva primera o segunda evaluación.
C.F. = [11 – 20]	Cumple parcialmente. Se requiere que se mejoren los aspectos presentados en este documento que dieron origen a esta evaluación y que se presenten todas las correcciones solicitadas por el evaluador como requisito previo a una segunda evaluación.
C.F. = [21 – 30]	Cumple con los parámetros mínimos para iniciar la ejecución como Trabajo de grado, se requiere que previo a la sustentación se entreguen todas las correcciones solicitadas en el documento y justificadas con esta rúbrica de evaluación.

TÍTULO DEL PROYECTO: PRODUCCIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE COSTO PRIMO DE CONSTRUCCIÓN CON ARCHICAD PARA UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN

NOMBRE Y CODIGO ESTUDIANTES:
LAURA XIMENA BERDUGO LINARES CÓDIGO: 505895

N°	Tópico a Evaluar	Calificación Evalúe cada numeral de (0 – 30 puntos)	Observación, detalle a atender
	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN		
1	¿Presenta una descripción precisa y completa de la naturaleza y magnitud del problema o situación problemática?	20	
2	¿La pregunta está formulada claramente como respuesta al problema del proyecto de investigación formativa en el contexto institucional?	25	
3	¿Posee un título de Trabajo de grado pertinente y claro?	18	
	ANTECEDENTES Y LIMITACIONES		
4	¿Contiene una descripción clara de los antecedentes?	25	
5	¿Contiene una descripción clara de las limitaciones?	25	
	JUSTIFICACIÓN		
6	¿Presenta una descripción precisa y completa de la justificación de la necesidad de la investigación en función del desarrollo de la región o comunidad del país y de su pertinencia a nivel mundial?	25	
	MARCO TEORICO		
7	¿La investigación se ubica en el estado actual del conocimiento del problema (nacional y mundial)?	25	
	ESTADO DEL ARTE		
8	¿Identifica la comprensión y fundamentación del problema planteado, basado en referentes de investigaciones previas, complementa o continúa una idea de investigación anterior, dado alcance al estado del arte actual?	25	
9	¿Identifica las brechas que existen y el vacío que se quiere llenar con el proyecto identificando claramente el proyecto de investigación?	25	
10	¿El trabajo desarrollado es relevante y pertinente de acuerdo al estado del arte de la disciplina del programa académico?	26	
	OBJETIVOS		
11	¿Muestran una relación clara y consistente con la descripción del problema o situación problemática?	25	
12	¿Son alcanzables con la metodología propuesta?	27	
	METODOLOGIA		
13	¿Está presentada en forma organizada y precisa para alcanzar cada uno de los objetivos específicos propuestos?	27	
14	¿Se presentan y describen los procedimientos, técnicas, diseño, simulaciones, ensayos y demás estrategias metodológicas requeridas?	26	
15	¿El análisis de resultados propuesto es pertinente, claro, sustentado y discutido técnicamente?	21	
	CRONOGRAMA:		
16	¿Las actividades, etapas y el tiempo previsto tienen buena secuencia y se ajustan al desarrollo del proyecto?	27	
	PRESUPUESTO		

17	¿Están discriminados, los recursos físicos, humanos con cantidad, unidad y valores por cada fuente interna estudiante y universidad, además de la externa?	20	Tener en cuenta que también se emplearan equipos de computo, tiempo, etc. Relacionar todos los recursos.
BIBLIOGRAFIA			
18	¿Aparece completa y actualizada?	25	
19	¿Tiene directa pertinencia con el tema?	25	
20	¿El documento incluye como mínimo 20 referencias bibliográficas y el 20% de referencias en segunda lengua? (el 75% debe ser referencias del siglo XXI)	25	Revisar manera de referenciar
21	¿El documento escrito utiliza todas las referencias bibliográficas que aparecen al final del mismo?	30	
REDACCIÓN Y FORMA			
22	¿El documento se encuentra bien redactado, con un correcto uso de la puntuación y ortografía y la normatividad de estructura, referenciación y citación la norma NTC 1486 o la ISO 690?	25	Algunos problemas de redacción en el texto
23	¿El documento es ordenado y contiene la estructura general recomendada (introducción, objetivos, desarrollo, propuesta de análisis de resultados, productos, así como las referencias y bibliografía adecuadas)?	26	
24	¿La numeración de tablas, imágenes, referencias, ecuaciones, gráficos etc. es clara, ordenada y guarda relación con el texto y su contenido?	23	
25	¿Los Anexos se encuentran ordenados y debidamente referenciados en el documento?	28	
EVALUACION DEL ANTE PROYECTO			
Sumatoria Final de Puntajes (Entre 0 – 750 puntos)		619	
Calificación Final (C.F.) (Sumatoria Final/25)		25	
CONCEPTO (Cumple, Cumple parcialmente, No cumple)		Cumple	

Observación adicional: Propuesta cumple

Nombre del evaluador: Martin Espitia Fecha evaluación: 11/11/2018

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Espitia', written in a cursive style.

Firma del evaluador: _____