



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA
METODOLOGÍA BIM 9D EN LA EJECUCIÓN DE
PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN
ETAPA CONSTRUCTIVA**

Autora:

Adriana Páez

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 87123



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA METODOLOGÍA
BIM 9D EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS
UNIFAMILIARES EN ETAPA CONSTRUCTIVA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL.

Autor:

Adriana Páez
C.I. 20.444.898

Tutor:

Ing. Reynaldo Riveros
C.I. 5.378.861

San Diego, Mayo 2020



FI-I-015-2019-SCR (IG)

Valencia, 04 de diciembre de 2019

Ciudadana:
Páez G, Adriana V.
20.444.898
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 03-2019 de fecha 06-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA METODOLOGIA BIM 9D EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN ETAPA CONSTRUCTIVA** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Reynaldo Riveros C.I: 5.378.861 como Tutor Académico que la asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Lla.a.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Reynaldo Riveros, portador de la cédula de identidad, N° 5.378.861, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana, Adriana Páez, portadora de la cédula de identidad N° 20.444.898, titulado **LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM 9D EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN ETAPA CONSTRUCTIVA**. Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a un día del mes de mayo del año dos mil veinte.

Ing. Reynaldo Riveros

N° 5.378.861



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

San Diego, Mayo 2020

ACTA DE REVISIÓN DE PROYECTO DE GRADO

Quienes suscriben esta acta, dejan constancia que el proyecto de grado: **LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM 9D EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN ETAPA CONSTRUCTIVA**, ha sido revisado y cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendo su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

14/10/2019

Ing. Reynaldo Riveros _____

Tutor académico

Firma

Fecha

14/10/2019

Ing. Alicia de Pizzela _____

Tutor metodológico

Firma

Fecha

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo de grado, en primer lugar Dios (Universo), por ser mi guía en todos los momentos de mi vida, quien me da las fuerzas para seguir adelante.

A mi madre Rosa Gamardo por su apoyo incondicional, amor, consejos, inculcarme valores, ayudarme en todo, darme una buena educación. Te amo mamá.

A mi padre Gilberto Páez por entenderme siempre, ser tan preocupado, trabajador y ofrecerme lo necesario, te amo papá. Gracias por cuidarme y seguir siendo tu adorada hija.

A mis hermanos Andry y Antony, gracias por siempre contar con ustedes en cada etapa de mi vida, su apoyo fue muy importante para mí, los amo.

A mis sobrinos Arianny Páez, Abel Páez por ser parte de mi motivación y constituirme en un ejemplo para su vida universitaria futura, deseo lo mejor para ustedes, principalmente que sean felices.

A Rogelio Pinto, por apoyarme siempre en todo lo que puede, por haberme inspirado a través de sus palabras, en especial cuando me sugirió “para mi es importante una mujer profesional” los estudios son importantes. Gracias por estas maravillosas palabras.

Atte: Adriana V. Páez G.

AGRADECIMIENTO

*A Dios por darme firmeza a lo largo de mi carrera, eres grande y majestuoso.
A mis padres Rosa y Gilberto, por su apoyo incondicional para lograr mis sueños.*

Gracias por comprenderme y ayudarme en los momentos que más los necesité, por sus consejos diarios y alentarme para no desfallecer.

A mis amigos porque en ocasiones también me tendieron la mano, Osmer Vargas, Yoselina Suarez, Daniela Romero, gracias por sus consejos y por sus palabras de aliento.

A mi tutor Reynaldo Riveros por ayudarme a realizar con éxito este trabajo de grado, por impartir sus conocimientos. A mis profesores de la Facultad de Ingeniería Emerly C, Ángel M y demás profesores, gracias por sus conocimientos, tiempo y por ser tan dedicados a formar excelentes profesionales.

A mi casa de estudio, la Universidad José Antonio Páez, por proporcionar un espacio para mi preparación como profesional, por brindarme la oportunidad de compartir con profesores de calidad y regalarme gratos momentos con mis compañeros de estudio y amistades.

ÍNDICE

CONTENIDO	pp
ACTA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	iv
ACTA DE REVISIÓN DE PROYECTO DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación.....	8
1.3 Objetivos de la Investigación.....	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 Justificación.....	8
1.5 Alcance.....	10
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases Teóricas.....	14
2.2.1 Building Information Modelling.....	15
2.2.2 Característica de metodología BIM.....	16
2.2.3 Ventajas de la metodología BIM.....	17
2.2.4 Dimensiones de BIM.....	18
2.2.5 Aplicaciones (Software), soportes y metodología BIM.....	21
2.2.5.1. Revit.....	21
2.2.5.2. Microsoft Project (o MSP).....	22
2.2.5.3. Maprex para Control de Obra.....	23
2.2.5.4. Excel.....	24
2.2.6 Procesos en la Gerencia de construcción.....	26
2.2.6.1. Grupo de Procesos de Ejecución.....	27
2.2.6.2. Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	27
2.2.6.3. Grupo de Procesos de Cierre	28
2.2.7 Fase Constructiva de una edificación.....	28
2.2.7.1. Obras preliminares.....	28
2.2.7.2. Movimiento de tierra y urbanismo.....	28
2.2.7.2.1. Conformaciones.....	29
2.2.7.2.2. Excavación	29
2.2.7.3. Estructuras.....	29

2.2.7.3.1. Elementos estructurales.....	30
2.2.7.4. Transporte.....	31
2.2.7.4.1 Vivienda Unifamiliar.....	31
2.2.7.4.2. Ventajas de la vivienda unifamiliar.....	32
2.3 Definición de Términos básicos.....	32
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	37
3.2 Diseño de Investigación	38
3.3 Nivel de Investigación.....	38
3.4 Población y Muestra.....	38
3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5.1. Técnicas.....	39
3.5.1.1. Observación.....	39
3.5.1.2. Revisión documental.....	39
3.5.1.3. Aplicaciones utilizadas.....	40
3.5.2. Instrumentos.....	40
3.6 Técnicas de análisis de datos.....	41
3.7 Fases metodológicas.....	41
IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	
4.1 Identificación de la información requerida para la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar.....	43
4.1.1. Revisión documental.....	44
4.1.2. Observación directa.....	44
4.2 Análisis de la información requerida para la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar.....	45
4.2.1. Manejo de cada una de las etapas del proyecto y de la puesta en práctica de la construcción.....	45
4.2.2. Características de la Vivienda Unifamiliar a construir.....	46
4.2.3. Conocimientos y requerimientos para el uso de la metodología BIM.....	48
4.2.3.1. Requerimientos técnicos para el uso de BIM.....	48
4.2.3.2. Aplicaciones BIM para este caso de estudio.....	49
4.2.3.2.1. REVIT.....	49
4.2.3.2.2. MAPREX.....	49
4.2.3.2.3. MICROSOFT PROJECT (MSP).....	50
4.2.3.2.3. EXCEL.....	50
4.2.4 Información del modelo de la vivienda en BIM.....	51
4.2.4.1. Revisión de los materiales, equipos y mano de obra requerida.....	52
4.2.4.2. Realización de las mediciones	53
4.2.4.3. Evaluación de planos, presupuesto y cronograma.....	53
establecido.....	63
4.2.4.4. Valuaciones.....	65

4.2.4.5. Cuadro de avance	73
4.2.4.6. Liquidación de la obra.....	74
4.3 Diseño de los lineamientos para uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS.....	142
ANEXOS.....	89
A.Lineamientos	90

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PP
1 Factores que intervienen en el modelo BIM.....	16
2 Etapas o Dimensiones del BIM.....	20
3 Aplicación REVIT.....	22
4 PROJECT.....	23
5 MAPREX.....	24
6 EXCEL	24
7 Viviendas unifamiliares.....	34
8 Proceso de identificación de la información requerida para la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar.....	43
9 Portada REVIT.....	48
10 Página de inicio de MAPREX.....	50
11 Interfaz de PROJECT.....	50
12 Interfaz de EXCEL.....	51
13 Planos de la obra N° 1.....	47
14 Planos de la obra N° 2.....	47
16 Valuación de la obra.....	72
17 Modelo de Cuadro de avance y cierre de obra	73
19 Modelo de cuadro de avance en conjunto con gráfica de Gantt.....	74

INDICE DE TABLAS

TABLAS		pp.
1	Dimensiones de BIM.....	21
2	Aplicaciones (Software) y Metodología BIM.....	25
3	Materiales.....	54
4	Equipos.....	58
5	Mano de obra.....	61
6	Hoja de medición.....	64
7	Presupuesto.....	67
8	Cronograma de ejecución.....	69



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM 9D EN LA
EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN
ETAPA CONSTRUCTIVA**

Autor: Adriana Páez

Tutor: Ing. Reynaldo Riveros

Fecha: Mayo 2020

RESUMEN

La ejecución de proyectos de construcción de obras civiles, se compone de diferentes etapas en las cuales intervienen profesionales de distintas especialidades, en donde es indispensable desarrollar adecuados procesos de coordinación, para que el desarrollo de cada una de estas disciplinas, no interfiera con otra, buscando obtener como resultado, proyectos con un mínimo de errores o libre de ellos, construcciones sostenibles y con mejores estándares de calidad; sin embargo, proyectos como viviendas unifamiliares, presentan en ocasiones, diversas problemáticas relacionadas tanto con el diseño, como con su construcción, haciendo que éstas presenten debilidades e inconvenientes a lo largo de su vida útil. El desarrollo del estudio se realizó realizando tres pasos: se identificó la información requerida para la gerencia de construcción en una vivienda unifamiliar, se procedió al análisis de la información y finalmente, el planteamiento de los lineamientos para uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción específicamente para el tipo de vivienda ya citada, utilizando las aplicaciones REVIT, PROJECT, MAPREX y EXCEL. Los resultados permitieron la definición de lineamientos que facilitarán el trabajo de los ingenieros civiles y arquitectos en cuanto a la gerencia en la construcción de edificaciones (viviendas unifamiliares), en la etapa constructiva, pero solo para el grupo de partidas que permiten desarrollar la estructura, con la finalidad de dejar los pasos a seguir para cualquier grupo de partidas, e incluso, la totalidad de ellas. Se concluyó que BIM, es una metodología para el modelado de la información y datos en el ámbito de la construcción, más allá del simple 3D, utilizando modelos digitales que contienen información técnica y constructiva (modelo parametrizado), para apoyar la toma de decisiones, reduciendo así los tiempos, los errores y en consecuencia, los costos en la ejecución, seguimiento y cierre de la construcción de una vivienda unifamiliar de 64 m² a nivel del sistema estructural, que fue el caso de estudio.

Descriptor: Lineamientos, metodología BIM, ejecución, viviendas unifamiliares.

INTRODUCCIÓN

La Gerencia de una construcción involucra procesos clave para el adecuado desarrollo de una obra y el éxito de llevar a feliz término cada una de las actividades planteadas para la ejecución de una determinada construcción y a lo largo de su vida útil. Para la proyección y ejecución de una obra existen vías y aplicaciones en el ámbito de la ingeniería civil que ofrecen ventajas mediante el uso de las nuevas tecnologías y el internet, una de ellas es la metodología BIM.

Cabe destacar, que la expansión de nuevas y existentes aplicaciones actualizadas para el diseño de modelos tridimensionales, han permitido que la metodología BIM, lleve a la reducción de errores, optimización de los diseños, reducción de costos y ejecuciones más rápidas, mediante la parametrización de los modelos digitales, de forma colaborativa, es decir, los proyectistas de cada disciplina enriquecen los modelos con información que luego es usada por aplicaciones que permiten obtener esa información, que bajo las condiciones que se hacía, sin disponer de ésta manera, de esa información a tiempo, produciendo errores de superposición de objetos, produciendo mayores costos, pérdida de tiempo y otros. BIM es una metodología de trabajo en conjunto y colaborativa, es la nueva dirección hacia donde apunta la ejecución de los proyectos de ingeniería, permitiendo optimizar costos, tiempos y detalles, entre otras variables.

Esto en función del logro de una planificación que facilite la definición del trabajo a realizar, la identificación de los riesgos, situarse en distintos escenarios y desde ahí contar con soluciones y el control, que brinda la posibilidad de detectar desviaciones, informar a tiempo las anomalías, permitir su corrección y asegurar la calidad del proyecto.

Por lo anteriormente expuesto, se tuvo como iniciativa el estudio de la metodología BIM, en la etapa Gerencia de construcción 9D, propuesta del ingeniero Leonardo Mata, CEO de la empresa Dataling y quien es considerado el venezolano

que ha representado a Venezuela en la mayoría de los eventos BIM a nivel mundial, para realizar las labores que competen a la ejecución de las obras. Esta metodología ha generado un impacto positivo a los países que la han implementado, debido a los resultados positivos que se consiguen. El objetivo general fue proponer lineamientos para la utilización de la metodología BIM en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares. Específicamente en la etapa denominada estructura. Se considera de vital importancia tener los conocimientos para su próxima puesta en marcha en Venezuela, se persigue con la propuesta una manera sencilla, pero eficiente de ver la metodología BIM, siendo este un modelo de información para el desarrollo de la construcción. El presente trabajo de investigación se estructuró en cuatro (4) capítulos:

Capítulo I, conformado por el planteamiento del problema, la formulación del problema, seguido del objetivo general de la investigación y los objetivos específicos, la justificación de la investigación y el alcance de la misma.

Capítulo II, muestra el Marco Teórico, los antecedentes investigación, las bases teóricas, y la definición de términos básicos en el cual se sustenta la investigación.

Capítulo III, el Marco Metodológico, aquí se describe el tipo de investigación, nivel y diseño de la misma y se describen las fases metodológicas empleadas y su desarrollo.

Capítulo IV, se encuentran los resultados y a su vez la ejecución de cada una de las fases metodológicas descritas en el capítulo anterior, las mismas están estrechamente relacionadas con los objetivos específicos.

Se describen las conclusiones a partir de los resultados obtenidos en la investigación y las recomendaciones respectivas.

Finalmente se reseñan las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los ingenieros civiles tienen una labor propia de su profesión, la construcción de diferentes tipos de obras, entre las que destacan: vialidades, presas, acueductos, puentes, centros comerciales, edificios, viviendas unifamiliares, entre otros, capaces de resistir y perdurar en el tiempo, las cuales fueron planificadas en cuanto un ciclo de vida. Para tal fin, se recurre a un proceso que comprende desde la ingeniería conceptual, la básica, la centrada en el detalle hasta la planificación, ejecución, presupuesto, mantenimiento, modificaciones y actualizaciones de la misma.

Cabe destacar, que en el desarrollo de actividades en el campo de la ingeniería civil, se propicia y requiere de la interacción con otros profesionales, de las diferentes ramas de la ingeniería y arquitectura, los cuales intercambiando herramientas de trabajo, mayoritariamente planos, memorias descriptivas, e información contentiva de acciones a desarrollar por cada disciplina respectivamente y a su vez la integración de todas, lo cual, debido al tamaño y complejidad de cada actividad, no se da de manera efectiva, presentándose incongruencias (en algunos casos muchas, en algunos casos pocas) que entorpecen la etapa constructiva de la obra, que se denominan hoy en día interferencias (Clashes), generando a su vez, pérdidas de tiempo y a nivel económico.

Motivados por esta problemática, a nivel mundial, desde finales de los años 90, con mucha mayor actividad en los últimos 10 años, diferentes disciplinas de la ingeniería a nivel mundial han tenido la tarea de desarrollar una metodología capaz de unificar, mejorar y agilizar los diferentes procesos que atraviesa una obra civil desde su concepción. Resalta, González (2017), que:

Esta metodología, es la conocida como BIM (Building Information Modeling), por sus siglas en inglés permite el uso de la información de manera coordinada, coherente, computable, continua y colaborativa, a través de un modelo único, que se suele ubicar en una nube o en servidores en una oficina, según sea el caso del equipo de trabajo, mediante una red a la cual pueden acceder todos los miembros del equipo al mismo tiempo (p.1).

En tal sentido, la metodología BIM facilita el manejo de la información en cuanto a la construcción, utilizando el apoyo de aplicaciones especializadas y computadoras donde se corren esas aplicaciones, establece una gerencia organizada, en función de siete dimensiones. Al respecto, Mata (2019), ofrece una explicación de estas, la cual se resume, especificando que las primeras dos dimensiones se encargan de las tareas iniciales de investigación, planeamiento, implementación y procesamiento de datos en las aplicaciones (software) respectivas, mientras que las siguientes dimensiones agregan la profundidad del trabajo, a través de información adicional, generada del modelo tridimensional parametrizado, para el desarrollo y gestión del proyecto y construcción, a lo largo de su ciclo de vida. Asimismo, las distintas etapas de diseño, construcción y gestión de una construcción, junto con las fases de mantenimiento y deconstrucción transcurren inmersas en una dinámica de trabajo.

Luego de la aparición de BIM, muchas empresas decidieron incursionar diseñando aplicaciones para trabajar bajo esta metodología, entre ellas Autodesk, la cual lanza una aplicación llamada REVIT. Esta había sido creada por Revit Corporation, en abril del 2000 pero en abril del 2002, dos años después, esta compañía fundada por Leonid Raiz e Irwin Jungreis, fue comprada por el gigante Autodesk quien realiza entonces el relanzamiento de REVIT. Esta aplicación brinda las herramientas de diseño arquitectónico, ingeniería MEP, ingeniería estructural y

construcción, mediante las cuales permite crear, un modelo digital tridimensional lo más parecido a la realidad, haciendo uso de elementos parametrizados, es decir, permite que cada especialidad de ingeniería involucrada en el desarrollo del proyecto, parametrice el modelo, incorporando la información que éste podrá compartir con otras aplicaciones, que permitirán que las mismas puedan generar otra información importante para el proyecto y esas aplicaciones sigan parametrizando el modelo, convirtiéndolo en una gran base de datos que permitirá obtener un modelo virtual que será prácticamente igual a la edificación que se construirá. Lo anterior, pensando que hasta ese momento solo se ha manejado el proyecto.

Para explicar, lo que es un modelo parametrizado, Mata(2019), sostiene que “se requiere indagación al modelo, la cual permite incluirle información como partidas para ejecutarlo, rendimientos, materiales, equipos, mano de obra, hasta entrega los cómputos métricos de las partidas involucradas en la construcción de cada determinado proyecto”(p.2); a su vez, REVIT tiene la particular asociación bidireccional que garantiza el reajuste global instantáneamente al hacer cualquier cambio sobre el modelo, aún y cuando se utilicen para cada paso, aplicaciones diferentes. A pesar del desarrollo de esta tecnología, desde hace 40 años aproximadamente, es desde hace unos 15 años cuando su aplicación está en expansión, aportando una notable mejora en el panorama actual de la industria de la construcción en cuanto a eficiencia y productividad. Cabe mencionar que existen otras aplicaciones que se han desarrollado para realizar estos modelos tridimensionales que se puedan parametrizar, como es el caso de Archicad, de la empresa Graphisoft, Allplan de Nemetschek y Aecosim de Bentley.

Al respecto, Del Castillo (citado por González, 2017), destaca que “la comparación entre EEUU y Europa desvela que, en el año 2009, el 49% de las empresas americanas habían migrado a BIM, en cambio en el 2010, era tan solo el 36% de las empresas europeas” (p.2). Este indicador mostraba como se iban

incorporando en el mundo esta tecnología, permitiendo desarrollar la gerencia de construcciones mediante una visión integrada de todas las dimensiones BIM que esto implica.

Asimismo, Chacón y Cuervo (2017), aportan que “los países que actualmente implementan esta tecnología con mayor fuerza son: Singapur, Emiratos Árabes Unidos, India, Hong Kong, Corea del Sur, Francia, Escocia, Alemania, Australia, Canadá y Estados Unidos” (p.17). Se refleja que un grupo se ha incorporado a la introducción de esta innovación en sus proyectos de construcción, sin embargo, se nota que el gran conglomerado de países a nivel del mundo, todavía están rezagados al respecto.

Adicionalmente, Chacón y Cuervo (2017), sostienen que “no obstante, existen países latinoamericanos que también hacen uso de esta tecnología oficialmente como lo son Argentina, Chile, Colombia y México”. Se evidencia el intento de integración de esta metodología en el ejercicio de la profesión del Ingeniero civil para cubrir las dimensiones que presenta la metodología BIM para la gerencia de proyectos de construcción.

En Latinoamérica, según Salazar (2017), “el sector de la construcción ha venido presentando un rápido incremento en el desarrollo de obras civiles, ocasionando que los proyectos de construcción sean cada vez más complejos” (p.25). Esto implica que se deba dar mayor interés, a los procesos de modelado que permitan responder a las características de mercados más competitivos y con estándares técnicos más altos, de manera que se disminuyan las problemáticas tradicionales, que afectan la culminación exitosa de los proyectos.

En el caso de Venezuela, la información sobre el uso de la metodología BIM, es escasa, destacan Chacón y Cuervo (2017), “no existe información veraz de alguna empresa o ente oficial que aplique la metodología BIM en la elaboración de sus

proyectos, así mismo, tampoco hay registro de alguna universidad o instituto que incluya una cátedra de la instrucción al respecto” (p.17).

Es notorio, que esta metodología no se ha difundido como alternativa anclada en las nuevas tecnologías que permitirían una gerencia de proyectos y de las etapas de la construcción en forma más efectiva y especialmente, integrar todos los aspectos estructurales que vayan de la mano de cualquier obra. Esto pudiera llevar a inferir que existe desconocimiento en cuanto a la forma de aplicación, en cuanto a líneas de trabajo seguir por parte de los profesionales de la construcción y a nivel de las empresas involucradas en el ramo.

En este contexto, el MSc. Ing. Leonardo Mata Rojas, presentó una propuesta de tres dimensiones adicionales para la metodología BIM, que como se mencionó anteriormente posee siete. Estas se denominan, la 8D denominada Seguridad y Riesgos (Safety and Risks) para evaluación de Riesgos en la construcción o en las Intervenciones, la 9D Gerencia de la Construcción y la 10D Construcción y entrega del Gemelo Digital (Modelo “As Build”, como construido), dada la importancia que han adquirido conceptos como las Ciudades Inteligentes y CIM (Modelado de la Información de las Ciudades).

Para darle una mayor credibilidad a los intentos que Venezuela realiza en la incursión de la metodología BIM, el Msc. Ing. Leonardo Mata, desarrolló un diccionario en español, que donó al mundo, para que la terminología en español sea una sola. Esta iniciativa fue muy bien recibida en Europa y se reconoce que Venezuela dio un gran aporte al desarrollo y aplicación de esta metodología a nivel mundial, en español, que antes no se tenía.

La exposición descrita en el párrafo anterior, que le deja un compromiso a los venezolanos de incorporando progresivamente al uso de la metodología BIM en la gerencia de construcción y en las diferentes dimensiones que ofrece, con la finalidad de adaptarse a las exigencias del mercado en cuanto al uso de la nuevas tecnologías

en el ámbito de la construcción, facilitando el trabajo mediante la integración de las diferentes etapas de un proyecto constructivo en un mismo espacio, en el cual se puede visualizar mediante el computador, proyectarse para mostrarlo a las personas involucradas en el proyecto de construcción de viviendas unifamiliares, como es el caso en estudio. Hecho que podrá darles una mejor visión a los inversionistas sobre el avance de la construcción, con detalle y precisión, sin realizar visitas a la misma y sin los gastos que pudiesen traer los traslados.

Por estas razones, se plantea la propuesta de lineamientos para la utilización de la metodología BIM en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares como una alternativa de apoyo para los ingenieros civiles, arquitectos y profesionales involucrados en el área de la construcción, con la finalidad de facilitar la gerencia que involucra un conjunto de etapas articuladas. En este caso, estos serán propuestos para ser aplicados en las etapas constructiva de una vivienda familiar, en la etapa denominada estructura, a los fines de conducir los procesos de ejecución, control y cierre de la obra, ejemplificando como apoyarse en la metodología mencionada, para dejar la muestra de lo sencillo que en realidad es iniciar con la aplicación de la metodología con el uso de las aplicaciones que fueron utilizadas en éste caso de estudio.

1.2 Formulación del problema

¿Qué lineamientos pudieran aportarse para la utilización de la metodología BIM en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer lineamientos para la utilización de la metodología BIM en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar la información requerida para la gerencia de construcción en una vivienda unifamiliar
- Analizar la información requerida para la gerencia de construcción de una vivienda unifamiliar
- Diseñar los lineamientos para uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar

1.4. Justificación de la investigación

El trabajo de investigación que se presenta, está centrado en la propuesta de lineamientos para la utilización de la metodología BIM en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares será de mucha importancia ya que permitirá realizar la secuencia de los pasos a seguir, con apoyo de aplicaciones de carácter tecnológico dando una explicación de lo que se obtiene del uso de cada una, en el trayecto de la ejecución (construcción), permitiendo obtener los conocimientos básicos para su implementación en Venezuela.

En lo social, el uso de la metodología BIM a través de los lineamientos propuestos en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares, será un punto de apoyo para ayudar a que las nuevas construcciones, se desarrollen para grupos familiares, ofrezcan calidad, seguridad y una solución habitacional que pueda ser asumida por los usuarios finales con mayor confianza.

En cuanto al aspecto empresarial, en la actualidad se viene trabajando con la metodología tradicional, BIM imita el proceso real de la construcción, va más allá del 3D, es un método tridimensional que abarca todas las etapas de un proyecto desde su inicio, se trata de unas técnicas colaborativas entre proyectistas, constructores, proveedores y demás entes involucrados en un proceso constructivo. Mediante los lineamientos para la utilización de BIM en Venezuela, se incorpora el país a la tendencia que se está imponiendo a nivel mundial y en algunos países latinoamericanos como el uso convertido en un nuevo estándar de la misma para

obras públicas y exigidas en proyectos privados, que garantice la calidad de las obras que se realizan.

Para decirlo en palabras sencillas, pero que expresen claramente lo que BIM significa para la construcción, es lo que siempre se ha debido hacer, pero el desarrollo de las aplicaciones, no había llegado al punto del cual se dispone hoy en día, que permite la fluidez de información para lograr realizar los trabajos anteponiéndose con mucha anticipación a los posibles problemas e inconvenientes de la obra, con un proceso similar a una película que se puede adelantar y retroceder para evitar los posibles errores y lograr reducciones de tiempos y costos en las construcciones.

A nivel económico, el adecuado uso de metodología BIM mediante los lineamientos propuestos, facilitará la gerencia de la etapa constructiva, lo que redundará en la calidad y el tiempo en el cual se construyen las obras, en este caso de viviendas unifamiliares, permitirá que se concluyan en menor tiempo, con un menor costo debido a una mejor planificación debido a que se reducen las interferencias que se presentaban y comparación con el modelo tradicional aplicado, generando ahorro de recursos.

En cuanto a lo académico, debido al alto nivel competitivo, es muy importante el uso de herramientas tecnológicas en la formación y en el ejercicio profesional del Ingeniero civil. Por ese motivo, el uso de la metodología BIM, brinda apoyo en las diferentes etapas de un proyecto de construcción facilitando a los profesionales obtener resultados de manera precisa, rápida, eficiente. Asimismo, mediante sus dimensiones, puede dar apoyo A estudiantes y profesionales de otras áreas que deseen hacer uso de ésta metodología para la ejecución de proyectos. Además, este trabajo de grado aportará elementos básicos para otras investigaciones que tengan relación con la temática de estudio, sirviendo de antecedente en las mismas.

1.5. Alcance de la investigación

La investigación se centró en elaboración de una propuesta de lineamientos para la gerencia de construcción de una vivienda unifamiliar de 64 metros cuadrados (m^2), concentrados en las actividades de ejecución, control y cierre de las actividades de obra a nivel de la estructura correspondiente a la construcción mediante el uso de la metodología BIM y las aplicaciones vinculadas REVIT, MAPREX, PROJECT, EXCEL. Se apoyó en la Dimensión 9D de la metodología mencionada, la cual fue propuesta por el Ingeniero venezolano Leonardo Mata para el mundo, pues para él esas actividades debían quedar claramente evidenciadas y no como parte de las primeras siete dimensiones, donde no quedaban suficientemente definidas. El estudio se desarrolló en el período 2019-2 y 2019-3, en un lapso de 8 meses.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico, Palella y Martins (2010), explican que “permite integrar la teoría con la investigación y establecer sus interrelaciones. Representa un sistema coordinado, coherente de conceptos y propósitos para abordar el problema”. (p. 62). En este sentido el marco referencial, es el soporte teórico de la investigación, en esta investigación estuvo integrada por los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos.

2.1 Antecedentes de la investigación

Sabino (1996), expone que “los antecedentes de las investigaciones previos que sustentan el estudio, tratan sobre el mismo problema o se relacionan con otros. Sirven de guía al investigador y le permiten hacer comparaciones y tener ideas sobre cómo se trató el problema en esa oportunidad” (p.29). Se trata de la revisión de investigadores relacionados de manera directa o indirecta con la investigación planteada para determinar aquellas investigaciones internacionales y nacionales que se vinculan directamente con el motivo de estudio, tal como se describe a continuación.

Se reseña la investigación de De Freitas (2019), desarrolló el trabajo titulado Estudio sobre los beneficios que aporta la **Implementación de la Metodología Building Information Modeling (BIM) en movimientos de tierra. Caso: Universidad Monte Ávila-Caicaguana**. Presentado en Universidad Metropolitana, Venezuela para optar título de Ingeniero Civil.

Su objetivo general fue estudiar los beneficios que aporta la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en los proyectos de movimientos de tierra. Para el caso ya citado.

Esta investigación se desarrolló en descriptiva con un diseño documental. Se concluye que el uso de la metodología BIM va más allá de las etapas de diseño constructivas, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida de la construcción, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costos de operación. Esta investigación sirvió de aporte por el estudio debido a que brinda elementos de carácter teórico y metodológico para el enriquecimiento de la investigación durante su ejecución.

También se indagó el trabajo de investigación de Hernández (2018), titulado **Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República**. Presentado en la Universidad César Vallejo, Perú. El objetivo general fue determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República y el uso de la metodología “Building Information Modeling” (BIM) como herramienta de apoyo.

La metodológica se centró en investigación básica de nivel descriptiva, y el diseño fue no experimental, descriptivo y de corte transversal. Se concluyó que existe un 95% de encuestados que tienen un nivel de conocimiento bueno de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, mientras que el 5% muestra un nivel regular y el 0% de los encuestados muestra un nivel bajo en relación al mismo. El aporte de este antecedente se centra en los argumentos que permiten partir de la necesidad de información sobre la metodología BIM y de lineamientos para su uso que sirven de sustento a esta investigación.

Asimismo, Chacón y Cuervo (2017), realizaron el estudio titulado: **Implementación de la metodología BIM para elaboración de proyectos mediante el software REVIT**. Presentado en la Universidad de Carabobo, Venezuela para optar al título de Ingeniero Civil. Su objetivo general fue implementar la metodología BIM para elaboración de proyectos mediante la aplicación (software) REVIT.

La metodología de investigación se centró en una investigación proyectiva, con un diseño documental y nivel descriptivo. Se realizó la búsqueda, observación y análisis de fuentes documentales registradas previamente por otros investigadores con el fin de explicar las características de la tecnología en estudio.

Apoyados en la aplicación REVIT, se desarrolló el modelo de un proyecto civil para evaluar la practicidad y las ventajas de BIM sobre la metodología tradicional CAD, además, se elaboró una guía multimedia donde se describen los conocimientos básicos que debe tener un usuario de la mencionada aplicación para modelar un proyecto. Este trabajo de grado aportó herramientas a aplicar para la implementación de la metodología BIM a través del uso de la aplicación REVIT.

De igual manera, se reseña la investigación de Garnica (2008), titulada **Diseño de metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando la herramienta Building Information Modeling (BIM). Caso: vivienda unifamiliar**. Presentada en la Universidad Metropolitana, Venezuela para optar al título de Ingeniero Industrial. El objetivo general fue integrar el modelo Building Information Modeling (BIM) a la metodología propuesta Gestión de Construcción Eficiente (GCE) en el proyecto de una vivienda unifamiliar.

La metodológica respondió a un estudio tipo proyecto factible, sustentado en un diseño documental. En conclusión, se determinó que el producto de un modelo con información centralizada en 3D posee los beneficios de ahorrar tiempo, costos, comunicación y recursos humanos dentro de un proyecto. Consiguiendo la máxima

eficiencia a un margen de error humano mínimo con el correcto uso de las herramientas BIM.

Este estudio aporta soluciones prácticas mediante el uso de la metodología BIM, mediante el uso del software REVIT en la gestión de proyectos de una vivienda unifamiliar que sirven de referencia para la redacción de los lineamientos para el uso de la metodología mencionada en proyectos de construcción de viviendas unifamiliares en Venezuela.

Por su parte, Almonacid, Navarro y Rodas (2015) en su investigación: **Propuesta metodológica para la implementación de la tecnología BIM en la empresa Constructora e Inmobiliaria J Proyecta**. Tesis para optar el grado académico de magíster en dirección de la construcción de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El objetivo general fue proponer mejoras a la metodología de trabajo BIM implementada en los proyectos de edificaciones que desarrolla la empresa constructora e inmobiliaria “IJ PROYECTA”.

Metodológicamente esta investigación se ubicó en la modalidad proyecto factible diseño de campo y nivel descriptivo. En conclusión, se plantea que la metodología BIM definitivamente es un cambio de manera de pensar, de cómo se desarrolla un proyecto que abarca un grupo de especialistas que trabajan de manera colaborativa, lo que aumenta la visualización del proyecto y sus posibles incongruencias o inconsistencias de manera temprana y permite evaluar más alternativas de diseño de una manera muy rápida. Este estudio aportará aspectos prácticos de cómo se debe ejecutar la implementación de la metodología BIM. Asimismo, contribuirá con aspectos metodológicos a seguir según el tipo de obra en construcción.

2.2. Bases teóricas

Las bases teóricas de una investigación, de acuerdo a Tamayo y Tamayo (1999), se definen como: “la descripción del problema que integra la teoría del mismo

y tiene como fin ayudarnos a su descripción, de tal manera que pueda ser manejada y convertida en acciones concretas” (p.121). Es importante, desarrollar todos aquellos aspectos que guardan relación con el fenómeno de estudio. A continuación, se presentan las bases teóricas que sustentan el estudio.

2.2.1 Building Information Modelling (Metodología BIM)

El BIM (Building Information Modeling) o también llamado Modelado de Información para las Construcciones o Edificaciones, expone la empresa Datalaing (2019), “es una metodología que consiste en generar y gestionar datos de una edificación durante todo su ciclo de vida, desde que el proyecto es tan solo una idea hasta que está en funcionamiento o uso, se remodela y se deconstruye” (p.2).

Para ello, se usan aplicaciones dinámicas de modelado de edificios en tres dimensiones, para disminuir la posibilidad de errores y poder subsanar los que haya antes de empezar la ejecución del proyecto. Para Reyes (2020) experto en BIM y director del Spanish Journal of BIM, sostiene que "se trata de construir dos veces, la primera en virtual y la segunda en la realidad"(p.1).

Asimismo, durante el Meeting Shop de Azulejos Peña, organizado por la revista Tu Reforma, Reyes (2020), explicó que “existen las siete dimensiones del BIM: el modelado en 3D, la planificación del tiempo real (4D), la gestión más eficiente del presupuesto (5D), la detección de la eficiencia energética del edificio (6D) y la facilidad de gestionar el mantenimiento del edificio una vez proyectado y ejecutado (7D)” (p.2). También, la metodología BIM, plantea Datalaing (2019):

Contemplan la dimensión denominada concepción del proyecto. En ésta primera dimensión se produce el origen del proyecto, incluyendo la determinación de la localización, las condiciones iniciales de la infraestructura, estudios de mercado, estudios preliminares de factibilidad económica, primeros esquemas y estimaciones. La segunda dimensión la modelación 2D (CAD), compatible con la forma de trabajar

gestionando físicamente documentos (dibujo de plano por plano). Puede ser una buena base para la implementación del resto de las dimensiones, especialmente la 3D, si se trabaja desde un principio con software compatible con el modelado BIM 3D. Abarca el tema de la contratación, la definición del ámbito colaborativo y sostenibilidad del proyecto (estudio económico y financiero, tasa de retorno, entre otros) (p.2).

Los datos incluidos en un proyecto BIM pueden ser vistos por todos los agentes del proceso: promotores, banco, constructor, fabricantes, futuros propietarios (ver Figura 1). Torvisco Group (2019), delimita que estos son factores que intervienen en la metodología BIM y permite una comunicación más fluida y una mayor facilidad para detectar errores” (p.1).



Figura 1. Factores que intervienen en el modelo BIM.

Fuente: Torvisco Group (2019).

2.2.2. Características de metodología BIM

La metodología BIM, es un conjunto de tecnologías, procesos y políticas que permiten a múltiples partes interesadas diseñar, construir y operar en colaboración una instalación o construcción en un espacio virtual. Como término, BIM ha crecido

enormemente a lo largo del tiempo y ahora es la expresión actual de innovación digital en toda la industria de la construcción. La empresa Datalaing (2019), caracteriza la metodología BIM, como “un modelo constructivo, que simula un de proyecto construcción en un entorno virtual 3D, para el cual es necesario un ordenador y la instalación de unas aplicaciones (software) para su desarrollo (p.2). Se destacan, las principales características de la aplicación (software):

2.2.2.1. El modelo virtual 3D se asemeja al proyecto final que vamos a obtener una vez ejecutado luego nos proporciona una imagen visual tanto del proceso como de su resultado final.

2.2.2.2. Toda la información del proyecto es guardada en una única base de datos, lo que permite crear cambios que se guardarán de manera directa en un único modelo.

2.2.2.3. La información del modelo es multidisciplinaria, ya que cubre todos los aspectos del diseño tales como economía, programación, mantenimiento. etc.

2.2.2.4. La información es multidireccional, es decir, la información que se recibe o envía a través del modelo y todos los cambios que se realizan en el mismo se producen de manera instantánea.

2.2.2.5. El modelo nos presenta una información continuada del proyecto. Esto es, se modela desde la etapa de diseño y se lleva un control del proyecto hasta su última fase, la de puesta en marcha y mantenimiento.

2.2.2.6. La información del modelo es parametrizada, por lo que se puede editar, eliminar y agregar componentes de manera directa.

2.2.2.7. Los objetos paramétricos tienen una entidad y unas características propias. Los objetos se relacionan entre sí con otros componentes del proyecto, lo que nos permite una definición y un control global del modelo. Cada elemento tiene una información propia de su situación en el proyecto e información de sus componentes.

2.2.2.8. Inmediatez de la actualización de datos en el modelo, lo que supone ahorro de tiempo y rapidez de la toma de decisiones (p.3).

2.2.3. Ventajas de la metodología BIM

La empresa Datalaing (2019), presenta las ventajas de la metodología BIM:

2.2.3.1. Trabajo multidisciplinario. BIM permite el trabajo colaborativo a través de una sola plataforma en la que los diferentes agentes implicados en el proceso constructivo (arquitectos, ingenieros y otros), pueden trabajar en la misma herramienta, integrando y compartiendo información en tiempo real. De esta forma se consigue mejorar la colaboración entre los clientes y diseñadores durante la etapa de construcción.

2.2.3.2. Comprobación de interferencias. Antes de comenzar a construir se cuenta con un modelo completo con toda la información. De esta forma, podemos comprobar si hay algún problema de integración entre los diferentes elementos de una forma segura y rápida. Es más, las aplicaciones dan aviso de cuando ocurre alguna.

2.2.3.3. Integración del 2D y 3D. Esta metodología integra las dimensiones 2 y 3 interconectadas entre sí, mejorando la visión del proyecto global y evitando posibles errores, El casco protector Daqri, utiliza realidad aumentada de sobreponer información e instrucciones frente a los ojos del usuario, para que aparezcan como hologramas, las informaciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de la obras de ingeniería.

2.2.3.4. Por otro lado, esta nueva forma de trabajar permite generar de forma automática toda la documentación del proyecto: presupuestos, planificación estructuras, etc. consiguiendo un aumento de la productividad y, por tanto, un ahorro de tiempo y costos.

Además, a través de BIM, podemos saber el impacto energético de cada uno de los materiales que componen la obra. De este modo, se podrán crear edificios

inteligentes cada vez más integrados con el entorno, sostenibles y eficientes e incluso a nivel de diseño. Dentro de la metodología hay aplicaciones que permite trabajar los proyectos de construcción considerando su rendimiento energético, pudiendo controlar desde el principio las emisiones de carbono.

2.2.4. Dimensiones BIM

Las dimensiones de la metodología BIM, Succar (2009), destaca “que estas son 1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D, y 7D. El ciclo de vida de un proyecto en BIM comienza con una idea y termina con la desconstrucción, a ser posible, reciclaje del proyecto hecho realidad” (p.3) Este ciclo puede dividirse en las siete fases que se han dado en denominar dimensiones BIM. De manera que se presenta un resumen (ver figura 3 y tabla 1, para que tengan las ideas claras:

2.2.4.1. 1D: Establecimiento de las bases para los proyectos colaborativos, recopilación d información requerida para la ejecución de la obra.

2.2.4.2. 2D: Prepara la aplicación (software) para modelar los proyectos; plantea la definición del uso que tendrán, los materiales a utilizar; define las cargas estructurales y energéticas, aplica variables urbanas, variables de ambiente, define claramente toda la documentación requerida para la obtención de los permisos que apliquen y establece las bases para la sostenibilidad del proyecto.

2.2.4.3. 3D: A partir de toda la información recopilada se genera el modelo 3D que servirá como base para el resto del ciclo de vida del proyecto. Es más que una representación gráfica de la idea. El modelo 3D no solo es algo visual, sino que incorpora toda la información que se necesitará para las siguientes fases dimensiones BIM.

2.2.4.4. 4D: Tiempo: A lo que hasta ahora podría considerarse algo estático se le aporta la dimensión del tiempo. De modo que se puede definir la estructura formativa del proyecto, establecer su planificación temporal; así como realizar

simulaciones de parámetros temporales -ciclo de vida, sol, viento, energía, entre otros.

2.2.4.5. 5D: Se trata del control y estimación de costos del proyecto.

2.2.4.6. 6D: Simulación en ocasiones llamada Green BIM o BIM verde, consiste en proyectar y simular las posibles opciones del proyecto para finalmente llegar a la opción óptima. Y todo ello antes de colocar el primer bloque.

2.2.4.7. 7D: Operación y mantenimiento (Facility Management). Instrucciones que hay que seguir durante la vida del proyecto, toda la información necesaria para el uso y mantenimiento del mismo, una vez construido, para el uso y mantenimiento del mismo -inspecciones, reparaciones, mantenimientos, etcétera.

2D / 3D	4D	5D	6D	7D
Modelo Espacial (Integrated data model)	Tiempo (Scheduling)	Control de Costos y Gastos (Estimating)	Ambiente (Sustainability) Green BIM	Operación y Mantenimiento (FACILITY MANAGEMENT)
Visualización del Proyecto	Programación. Construcción de EDT	Estimación de recursos: materiales, Equipos y Mano de Obra	Sustentabilidad Ambiental	Documentación BIM "As Built": Obra conforme al Proyecto
Documentación Gráfica	Simulación de fases del Proyecto. Control dinámico	Presupuesto de la obra	Análisis de eficiencia Energética	Control Logístico de funcionamiento
Objetos con propiedades	Diseño del Plan de Ejecución	Análisis de rentabilidad: Construcción, Uso y mantenimiento	Análisis LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)	Ciclo de vida útil BIM y servicios asociados

Figura 2. Etapas o Dimensiones BIM.

Fuente: Mata (2019).

Tabla 1. Dimensiones de BIM.

Dimensiones	Características
1D	Investigación, estrategia y diseño conceptual.
2D	Dibujos 2D, planos, manejo de archivos y estimaciones.
3D	Tiempos agrega modelo. Simulaciones de fases y etapas. Generación de herramientas programáticas y revisiones de estado.
4D	Tiempo se agrega al modelo. Simulaciones de fases y etapas. Generación de herramientas programáticas y revisiones de estado.
5D	Se asocian costos. Análisis presupuestario, estimaciones y control de costes. Cómputos métricos.
6D	Uso y análisis energético, durabilidad, sostenibilidad, sustentabilidad y diseño medioambiental
7D	Control logístico y operacional. Mantenimiento, inspecciones, gestión de instalaciones.

Fuente Autodesk (2008).

2.2.5. Aplicaciones (Software) soportes y metodología BIM

Existen muchos de los llamados BIM aplicaciones (software) BIM, pues cumplen ciertas funciones, poseen ciertas características que les hace útiles para el modelo y la metodología. La organización BIM Fórum Chile (2016), “ha desarrollado el Listado de Softwares BIM 2016, el cual comprender un gran número de software y sus características”. En la Tabla 2, se muestra una selección de aplicaciones (software) y su área de aplicación. Las aplicaciones (softwares) que se asumieron para ser utilizados en el desarrollo de este trabajo serán Revit, Project, Maprex y Excel.

2.2.5.1. REVIT: Autodesk Revit es una aplicación de Modelado de Información de Construcción (BIM, Building Information Modeling), para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con

elementos de modelación y dibujo paramétrico. BIM es una metodología de dibujo asistido por computador que permite un diseño basado en objetos inteligentes y en tercera dimensión.

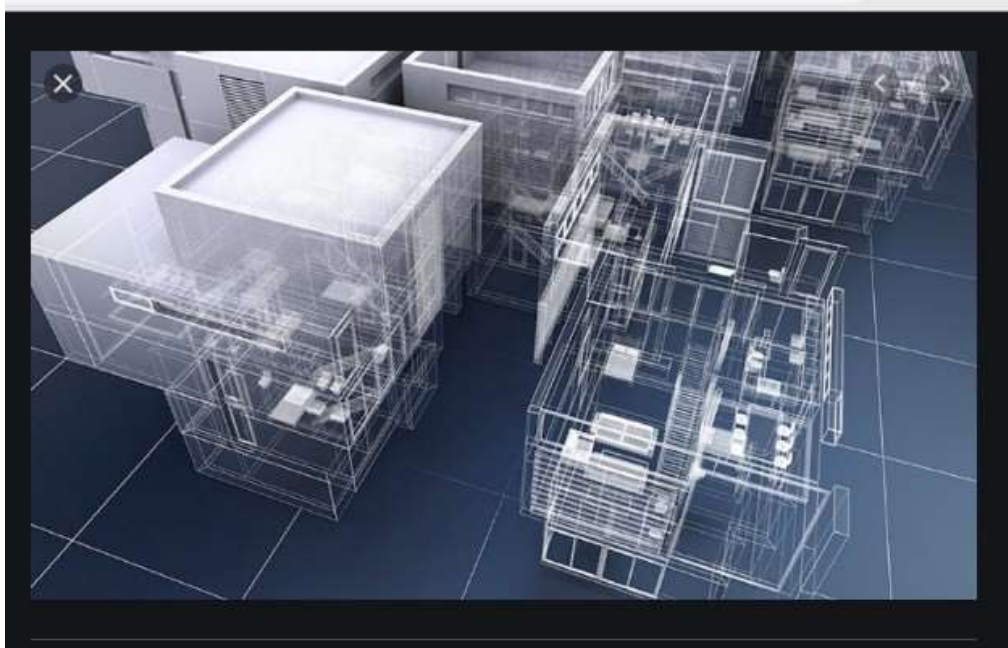


Figura 3. Aplicación REVIT.

Fuente: Tutellus (s.f.).

2.2.5.2. MICROSOFT PROJECT (o MSP): Es una aplicación (software) de administración de proyectos, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir los desarrolladores y administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar un presupuesto y analizar cargas de trabajo. En todas sus versiones (la versión 2019 es la más reciente a enero de 2019) es útil para la gestión de proyectos, aplicando procedimientos descritos en el PMBoK del Project Management Institute que no será

considerado para los efectos del desarrollo de este trabajo.



Figura 4. Interfaz PROJECT.

Fuente: Martínez, Pessoa y Custodio (2015).

2.2.5.3. MAPREX para Control de Obra: Es una herramienta avanza y completa para el control de la obra, apoyo del Ingeniero Residente y el Inspector de obras. Se enfoca en la sistematización de Presupuestos y Análisis de Precio Unitario (APU), de una partida, lo cual es una alternativa para el rápido manejo de información en la elaboración de presupuestos y análisis de precios, mediante el uso, comprensión y aplicación de herramientas de software, combinado con una amplia base de datos.



Figura 5. Interfaz MAPREX.

Fuente: DataLaing (2018).

2.2.5.4. EXCEL: Microsoft Excel es una hoja de cálculo desarrollada por Microsoft para Windows, macOS, Android e iOS. Cuenta con funciones para la realización de cálculos, herramientas gráficas, tablas dinámicas y permite mediante el uso de la herramienta Visual Basic desarrollar aplicaciones para sacar provecho a la aplicación, Excel nos permite porque nos permite el intercambio de información.



Figura 6. Aplicación EXCEL.

Fuente: Yúbal (2019).

2.2.6. Procesos en la Gerencia de construcción

El ciclo de vida de un proyecto, Amejjide (2016), lo define como “qué trabajo hay que realizar dentro del proyecto, la gestión de grupos de procesos describe qué se necesita para gestionar el trabajo” (p.21). En la Guía PMBOK (*Guide to the Project Management Body of Knowledge*), se define un proceso como un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso tiene sus entradas (inputs), a los que se aplican una serie de técnicas o herramientas para obtener unas salidas (outputs). Los grupos de procesos se dividen en sub-fases diferenciadas, por lo general, todos los grupos de procesos se repetirán en cada una de ellas en forma cíclica.

La gestión de estos procesos, se apoya en la *línea de base*, la cual permite la gestión del alcance y del cronograma establecido en la planificación inicial. La línea base o las líneas base del proyecto de construcción o su ejecución (baselines en inglés), explica la Empresa Gestión de Proyectos Master (2016), “son el resultado de la planificación inicial y sirven como punto de orientación para medir el avance del proyecto y ayudar a pronosticar el resultado final” (p.1).

La línea base, sostiene Empresa Gestión de Proyectos Master (2016), “normalmente nos referimos al programa o diagrama de Gantt inicial y al desglose del presupuesto. Además se puede considerar como línea base el alcance inicial” (p.1). Cada vez que se hace una revisión del avance de la ejecución se comparan con dicha línea base para comprobar si se está por delante o por detrás de la misma en cuanto a plazos y costes.

Recomienda además la Empresa Gestión de Proyectos Master (2016), que “no se deben entender como algo estable a lo largo del proyecto, sino que se deberán actualizar cuando haya cambios importantes en el proyecto o si algún riesgo afecta notoriamente al mismo” (p.29). En cuanto al modo práctico de hacer los cambios en la planificación inicial, en las aplicaciones como MS PROJECT se puede gestionar los

plazos y para los costos, EXCEL en el caso de BIM, se puede hacer cambios mediante REVIT, los cuales se generan en la línea de base, pueden visualizarse y generar informes mediante las aplicaciones(software) mencionados.

En el caso, de este trabajo de investigación, se focalizará en el desarrollo de lineamientos para la puesta en práctica los procesos de ejecución, control y seguimiento y cierre mediante la metodología BIM. Se describe cada uno de estos procesos, desde lo planteado por Amejjide (2016).

2.2.6.1. Grupo de Procesos de Ejecución

Este grupo de procesos implica coordinar personas y recursos, así como integrar y realizar las actividades planificadas de conformidad con el plan para la dirección del proyecto. Durante la ejecución, los resultados pueden requerir que se actualice la planificación y que se vuelva a establecer la línea base. Esto puede incluir cambios en la duración prevista de las actividades, cambios en la disponibilidad y productividad de recursos, así como en los riesgos no anticipados.

Estas variaciones, pueden afectar al plan para la dirección la dirección de la obra o los documentos que se poseen, y pueden requerir un análisis detallado y el desarrollo de respuestas apropiadas. Los resultados del análisis pueden generar la solicitud de cambios que, en caso de ser aprobados, podrían modificar lo establecido y requerir posiblemente el establecimiento de una nueva línea base. Gran parte del presupuesto se utilizará en la realización de los procesos del grupo de procesos de ejecución.

2.2.6.2. Grupo de Procesos de Seguimiento y Control

El grupo de los procesos de seguimiento y control está compuesto por aquellos requeridos para supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño en las actividades que se requieren, para identificar áreas en las que el plan amerite cambios. Este grupo también incluye: controlar cambios y recomendar acciones preventivas

para anticipar posibles problemas, dar seguimiento a las actividades, comparándolas con el plan para la gerencia de la construcción y la línea base de ejecución.

2.2.6.3. Grupo de Procesos de Cierre

El grupo de los procesos de cierre está compuesto por aquellos realizados para finalizar todas las actividades, a fin de completar formalmente lo planificado. En este punto, se verifica que se haya ejecutado todo lo expuesto en el plan de trabajo, a fin de cerrar la obra según corresponda, y establecer formalmente fase en la cual se trabajó ha finalizado.

2.2.7. Etapa Constructiva de una edificación

2.2.7.1. Obras preliminares

Esta son las actividades iniciales de toda obra, en la que se inspecciona el terreno y se dejan todos los preliminares listos para poder empezar la construcción. Se considera que las siguientes son algunas de las actividades. Se divide en las siguientes Construcción de un cerramiento perimetral para impedir el acceso de personas ajenas a la obra, de espacios para almacenar materiales, de la oficina de obra, de servicios sanitarios para el personal, de la vivienda del personal de seguridad y colocación de un letrero visible desde la calle que indique los datos del contratista y contratante (en contratos públicos).

2.2.7.2. Movimiento de tierra y urbanismo

Son actividades constructivas frecuentes en la ejecución de infraestructura, el desarrollo urbano, social e industrial. Son competencia de los profesionales de la construcción y en especial del ingeniero civil. Según Navarro (2008), “corresponden al conjunto de acciones que se realizan para variar o modificar la topografía de un área con vista de adaptarlo al proyecto previamente conformado, generalmente de

forma mecanizada, mediante el empleo de máquinas especiales para tal fin” (p.1). Pueden ser de dos tipos, a criterio de Navarro (2008).

2.2.7.2.1. Replanteo

En estas no se producen modificaciones sustanciales de la topografía, generalmente se evitan cambios bruscos, que no existan riscos, que dificulten el trabajo o pongan en riesgos la vida de las personas.

2.2.7.3. Estructuras

La estructura (del latín *structūra*), Aguado (1987), explica que “es la disposición y orden de las partes dentro de un todo. Los elementos estructurales son permanentes y básicos, no son sujetos a consideraciones circunstanciales ni coyunturales, sino que son la esencia y la razón de ser del mismo” (p.2). En construcción, es el nombre que recibe el conjunto de elementos, unidos, ensamblados o conectados entre sí, que tienen la función de recibir cargas, soportar esfuerzos y transmitir esas cargas al suelo, garantizando así la función estático - resistente de la construcción.

Asimismo, Giordani y Leone (2015), establecen “es un conjunto estable de elementos resistentes de una construcción con la finalidad de soportar cargas y transmitir las, para llevar finalmente estos pesos o cargas al suelo” (p.1). Esto es, un conjunto capaz de recibir cargas externas, resistirlas internamente y transmitir las a sus apoyos. El suelo es por último quien recibe todos los efectos producidos por estas fuerzas. La estructura tendrá entonces forma y dimensiones, constituida por un material apto para resistir (hormigón, madera, acero, entre otros), y tendrá presente la existencia de vínculos entre los distintos elementos que la componen. Se presentan los elementos estructurales que integran una estructura en construcción, desde la perspectiva de Giordani y Leone (2015).

2.2.7.3.1. Elementos estructurales

Muros.

Son los elementos de la estructura que tienen la función de cerrar, soportar o contener. El muro soporta cargas que le son aplicadas, y las transmite al suelo mediante la cimentación. Esta transmisión es lineal, o sea, a lo largo del muro.

Columnas

Es una barra apoyada verticalmente, cuya función es la de soportar cargas o el peso de otras partes de la estructura. Los principales esfuerzos que soporta son de compresión y pandeo. También se le denomina poste, otros. Los materiales de los que está construido son muy diversos, desde la madera al hormigón armado, pasando por el acero, ladrillos, mármol, etc. Suelen ser de forma geométrica regular (cuadrada o rectangular) y las columnas suelen ser de sección circular.

Vigas

Son elementos simples, generalmente de eje rectilíneo, que tienen la función de recibir cargas. Están soportadas en uno o más apoyos: cuando están soportadas por sus extremos, y estos giran libremente, se les llama apoyadas. Si las vigas tienen varias luces y se comportan como una unidad, se les llama vigas continuas. Los esfuerzos más comunes a que están sometidas las vigas, son los de flexión y cortantes. Transmiten cargas a otras vigas, a las columnas o a los muros, según el tipo de trabajo que realicen en la estructura.

Arcos en la construcción.

Por su forma, están sometidos a esfuerzos de compresión principalmente, aunque pudieran existir otros esfuerzos secundarios como flexión y tangencial o cortante. Se usan en las construcciones para cubrir grandes luces, es decir, sin apoyos

intermedios. En los apoyos de sus extremos se originan reacciones inclinadas que determinarían empujes horizontales sobre ellas. A los apoyos se les llaman arranques del arco.

Armaduras

Son elementos estructurales simples que trabajan a flexión. Es bueno señalar, que aunque se les considera componentes simples, estas están compuestas por elementos dispuestos de forma que sean capaces de resistir las cargas y transmitir las a los apoyos actuando como una unidad.

Fundaciones

Es el elemento encargado de soportar y repartir en la tierra todo el peso de la estructura, impidiendo que ésta sufra movimientos importantes. Normalmente soporta esfuerzos de compresión. Los materiales de los que se compone son hormigón armado, hierro, acero, etc. Las fundaciones a su vez son de muchos tipos (planas, profundas, con pilotes...) y tienen muchas partes diferentes (zapatas, pozos, pilotes), que por ahora no vamos a entrar en ellas.

Riostras

Elemento constructivo que colocado oblicuamente permite asegurar la inmovilidad o evitar la deformación de otros elementos de una estructura.

2.2.7.4. Transporte

Comprende los transportes de materiales y máquinas, así como del bote de materiales desechados correspondientes a obras preliminares, movimiento de tierras y

urbanismos, estructuras, obras arquitectónicas, instalaciones eléctricas y sanitarias (Norma COVENIN 2000-2, 1999, p.107).

2.2.7.4.1 Vivienda unifamiliar

Las viviendas unifamiliares, define Jiménez (2013), “son aquellas edificaciones o inmuebles en los que habita una sola familia, tal y como su propio nombre indica. En este sentido debemos diferenciarlas de viviendas colectivas o multifamiliares, concebidas como un conjunto residencial o de finca urbana” (p.10). Existen distintos tipos de viviendas unifamiliares en función de la manera en que esté desarrollada su construcción. Por ello, puede diferenciar entre viviendas unifamiliares pareadas (viviendas en contacto desde el exterior, pero independientes en su interior), las viviendas aisladas (sin contacto con otras viviendas) y, por último, las viviendas unifamiliares adosadas (aquellas que tienen una vivienda unifamiliar a cada lado).

2.2.7.4.2 Ventajas de las viviendas unifamiliares

Las viviendas unifamiliares, explica Jiménez (2013), “tienen una serie de características que nos permiten diferenciarlas del resto, ya sea por su localización o elementos arquitectónicos propios” (p.3). Entre las ventajas se tienen:

2.2.7.4.2.1 Por lo que respecta a su ubicación, las viviendas unifamiliares suelen estar lejos del centro de las ciudades o de grandes aglomeraciones, situándose en muchas ocasiones en zonas exclusivas en las afueras o proximidades de los núcleos urbanos, por lo que proporcionan mayor tranquilidad a las personas que habitan en ellas.

2.2.7.4.2.2. Por otro lado, este tipo de viviendas también suelen caracterizarse por tener más espacio y, lo que es más importante, un espacio más adaptado a las necesidades de sus integrantes.

2.2.7.4.2.3. La construcción de viviendas unifamiliares permite tener en cuenta elementos como la disposición y orientación de las distintas estancias, además de poder contar con materiales sostenibles que ayuden a un mayor ahorro energético.



Figura 7. Vivienda Unifamiliar.

Fuente: Realia (2019).

2.3. Definición de términos básicos

Aplicaciones (software): son los programas diseñados para o por los usuarios para facilitar la realización de tareas específicas en la computadora, como pueden ser las aplicaciones ofimáticas (procesador de texto, hoja de cálculo, programa de presentación, sistema de gestión de base de datos.).

Colaborativo: también llamado producción entre pares o colaboración en masa, es una forma de producir bienes y servicios que se basa en comunidades de individuos auto-organizadas.

Compresión: es la aplicación de fuerzas internas equilibradas a diferentes puntos en un material o estructura, es decir, fuerzas sin suma neta o par dirigido para reducir su tamaño en una o más direcciones.

Constructora: empresa que se dedica a la construcción de obras de arquitectura o ingeniería.

Deconstrucción: deshacer analíticamente los elementos que constituyen una estructura.

Deformación: es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos externos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o a la ocurrencia de dilatación térmica.

Diseño: actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.

Eficiencia energética: el uso eficiente de la energía o ahorro energético, es el objetivo de reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar productos y servicios.

Esfuerzos: acción de emplear gran fuerza física o moral con algún fin determinado.

Gerencia: dirigir, gestionar o administrar una sociedad, empresa u otra entidad.

Gestión: conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar un negocio o una empresa.

Herramienta: conjunto de instrumentos que se utilizan para desempeñar un oficio o un trabajo determinado.

Hormigón: material de construcción formado por una mezcla de piedras menudas y cal, cemento, arena y agua.

Hormigón armado: bloque de hormigón reforzado interiormente por una armadura de barras de hierro o acero para, una vez fraguado, absorber los esfuerzos de tracción a que queda sometido.

Implementación: es la ejecución u/o puesta en marcha de una idea programada, ya sea, de una aplicación informática, un plan, modelo científico, diseño específico.

Infraestructura: conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.

Mantenimiento: conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

Movimientos: estado de un cuerpo mientras cambia de lugar o de posición.

Multidisciplinar: que se compone de varias disciplinas científicas o culturales o está relacionado con ellas.

Productividad: es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Simular: representar o hacer creer algo que no es verdad con palabras, gestos o acciones.

Sostenibilidad: refiere a algo que está en condiciones de conservarse o reproducirse por sus propias características, sin necesidad de intervención o apoyo externo.

Tecnología: conjunto de instrumentos, recursos técnicos o procedimientos empleados en un determinado campo o sector.

Virtual: que solamente existe de forma aparente y no es real.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

Toda investigación se fundamenta en un Marco Metodológico, el cual define el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias, y procedimientos a utilizar en el desarrollo del fenómeno de estudio. Según Palella y Martins (2012). “se entiende una guía procedimental, producto de la reflexión, que provee pautas lógicas generales pertinentes para desarrollar y coordinar operaciones destinadas a la consecución de objetivos intelectuales o materiales del modo más eficaz posible “(p.49). De igual forma Balestrini (2006), afirma que:

el fin esencial del marco metodológico es el de situar en el lenguaje de investigación los métodos e instrumentos que se emplearan en el trabajo planteado, desde la ubicación acerca del tipo de estudio y el diseño de la investigación, su universo y población, su muestra, los instrumentos y técnicas de recolección de datos. De esta manera, se proporcionará al lector una información detallada sobre cómo se realizó la investigación (p.120).

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación de acuerdo a su utilidad, se desarrolló bajo la modalidad proyecto factible. Según el Manual de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2012), el proyecto factible “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos, necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos” (p. 23).

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de investigación se define como el esquema en que quedan representadas las variables y cómo van a ser tratadas en el estudio. Palella y Martins (2012), señala que: “se refiere a la estrategia que adopta el investigador para responder al problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio” (p.86). El diseño se identificó como documental.

La investigación documental, a criterio de Arias (2012), “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas” (p.27). Se realizó una revisión en profundidad de documentos sobre el tema.

3.3. Nivel de la Investigación

El tipo de investigación, por su nivel es descriptiva, se realiza cuando la experiencia y la exploración previa indican que no existen descripciones precisas de un evento o realidad determinada. Este nivel permitió detallar el objeto de estudio con mayor precisión y profundidad. Los estudios descriptivos están conceptualizados por Hernández, Fernández y Baptista (2010) como “aquellos que busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p.80).

3.4. Población y Muestra

Una población se precisa como un conjunto finito o infinito de personas u objetos que presentan características comunes y que son sometidas a estudio. De modo que, Levin y Rubin (1996), indican que “una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones” (p.34). Para esta investigación, la población estuvo conformada por documentos de tipo impreso, digital y audiovisual (videos) ubicados en la red sobre el tema.

En referencia a la muestra, se entiende por un conjunto que representa a un universo, es decir, representa una parte de la población objeto de estudio. Arias (2006), especifica que “la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de una población accesible” (p.82). Para esta investigación, la muestra estuvo conformada por los documentos impresos, digitales y de tipo audiovisual relacionados a la metodología BIM, aplicaciones de BIM, Gerencia de la construcción y viviendas unifamiliares.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son definidas por Bisquerra (2000): “como aquellos medios técnicos que se utiliza para registrar observaciones y facilitar el tratamiento de las mismas” (p.28). Comprenden, técnicas, procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuestas a la pregunta de investigación. Se utilizaron la observación directa, la revisión documental y las aplicaciones: REVIT, MAPREX, EXCEL Y PROJECT.

3.5.1. Técnicas

3.5.1.1. Observación

La observación, es definida por Sierra y Bravo (1984), como: “la inspección y estudio realizado por el investigador, mediante el empleo de sus propios sentidos, con o sin ayuda de aparatos técnicos, de las cosas o hechos de interés social, tal como son o tienen lugar espontáneamente”. Asimismo, Van Dalen y Meyer (1981) “consideran que la observación juega un papel muy importante en toda investigación porque le proporciona uno de sus elementos fundamentales; los hechos”. Se observaron directamente los documentos y las aplicaciones para obtener información sobre la metodología BIM y la construcción de una vivienda unifamiliar de 80mts cuadrados para posteriormente realizar la revisión documental.

3.5.1.2. Revisión documental

Esta técnica estuvo enfocada en revisar las características de los documentos que sirvieron de muestra en formato impreso, digital y audiovisual. Para Hurtado (2008), “es una técnica en la cual se recurre a la información escrita, ya sea bajo la

forma de datos que pueden haber sido productos de mediciones hechas por otros, o como textos que en sí mismos constituyen los eventos de estudio” (p.427). Esta técnica facilitó la revisión y análisis de documentos seleccionados como muestra, relacionados al tema en estudio.

3.5.1.3. Aplicaciones utilizadas

REVIT: Es una aplicación de Modelado de Información de Construcción (BIM, Building Information Modeling), para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico.

MICROSOFT PROJECT (O MSP): es una aplicación (software) de administración de proyectos, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar un presupuesto y analizar cargas de trabajo.

MAPREX: Es una herramienta desarrollada por Datalaing para el control de la obra. Constituye una alternativa para el rápido manejo de información en la elaboración de presupuestos y análisis de precios.

EXCEL: Es una hoja de cálculo desarrollada por Microsoft para Windows, macOS, Android e iOS. Cuenta con funciones para la realización de cálculos, herramientas gráficas, tablas dinámicas.

3.5.2. Instrumento

A cada técnica le corresponde un instrumento, Ramírez, (2007:109),” sostiene que recopilada sobre un tema o asunto”, una especie de registros donde se almacena la información” (p.109). En cuanto a los instrumentos que se utilizaron las anotaciones documentales y los cuadros resumen.

3.6. Técnicas de análisis de los datos.

Las técnicas de análisis de la información constituyen las formas de procesar los datos recopilados en la investigación. Ruíz (1999:111.) especifica que, "las técnicas de análisis de la información es el proceso que permite interpretar y dar sentido a los resultados obtenidos". En este trabajo de investigación, finalizada la etapa de recolección de datos, se procedió a ejecutar el análisis del contenido de la información recolectada. Rojas (2010), explica que esta técnica "se define como un enfoque metodológico para el análisis sistemático de textos siguiendo ciertas reglas y pasos" (p.131).

3.7. Fases metodológicas

La investigación se desarrolló en tres (3) fases metodológicas, las cuales se desprendieron de los objetivos específicos planteados en el estudio, su cumplimiento y logro contribuyeron al alcance del objetivo general, las mismas se desglosan en el siguiente orden:

Fase I. Identificación de la información requerida para gerencia de construcción de una vivienda unifamiliar

Esta fase se realizó la observación directa de los documentos, la revisión documental y las anotaciones correspondientes sobre la metodología BIM, aplicaciones que se utilizan, la gerencia de la construcción y vivienda unifamiliar, se determinó la información que se requería para el diseño de los lineamientos para el uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar de 64 m² y desarrollar las actividades de ejecución, control y cierre de obra a nivel de la etapa denominada estructura.

Fase II. Análisis de la información requerida para la gerencia de construcción de una vivienda unifamiliar

En esta fase se aplicó el análisis de contenido a la información recopilada inherente con la construcción de la estructura de una vivienda unifamiliar. En este caso se analizó la información que se necesitaba para el diseño de los lineamientos para el uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción de una vivienda

unifamiliar de 64 m² y desarrollar las actividades de ejecución, control y cierre de obra a nivel del caso en estudio.

Fase III. Diseño de los lineamientos para uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción.

En la fase III, se procedió al diseño de los lineamientos para uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción de viviendas unifamiliares, facilitando los procesos de ejecución, control y cierre de obra a nivel de la etapa estructura. Dichos lineamientos se centraron en la dimensión 9D de la metodología BIM, propuesta por Mata (2018) y, como se dijo anteriormente en una vivienda unifamiliar de 64 m².

CAPITULO IV

RESULTADOS

A continuación, se presenta una descripción del desarrollo de las tres (3) fases metodológicas planificadas, aparecen detalladas cada una con las técnicas utilizadas y lo que se obtuvo de este proceso. Cada fase muestra el alcance y los logros mediante las descripciones y la visualización de cada una de las figuras que indican las líneas de trabajo a seguir, conformando al final los lineamientos propuestos.

Se obtuvo parte de la información que se utilizó para la ejecución de las fases, de un modelo parametrizado de una vivienda unifamiliar de 64 m², el cual fue facilitado por una empresa constructora, quien permitió su utilización con fines netamente investigativos y con el compromiso de resguardar la información obtenida, por tal motivo sólo se extrajo lo requerido para el estudio. También se recurrió a videos de la página Web Youtube, a los fines de complementar y utilizar imágenes para ejemplificar las explicaciones.

4.1. Fase I. Identificación de la información requerida para la gerencia de construcción de una vivienda unifamiliar.

Se procedió a la identificación de la información requerida para la gerencia de la construcción mediante la aplicación de técnicas que facilitaron la revisión del material impreso, digital y el modelo BIM de la vivienda unifamiliar de 64 m². Para tal fin, se aplicó la técnica de la revisión documental y la observación directa a los documentos escogidos, luego se determinó la información que se requiere y así ejecutar y controlar las actividades que se van a desarrollar en la construcción de la obra, siendo registrada la indagación mediante notas documentales. A continuación se esquematiza el proceso que se siguió en esta fase (ver figura 8).



Figura 8. Proceso de identificación de la información requerida para la gerencia de la construcción mediante metodología BIM.

Fuente: Páez (2020).

4.1.1. Revisión documental

Se procedió a realizar la búsqueda de la información en material impreso, la web (digitales, audiovisuales) sobre la metodología BIM y el modelo parametrizado en BIM. En el material impreso se indagó en la literatura del área de ingeniería civil y arquitectura sobre el tema, en el modelo en REVIT los aspectos relacionados al tema. En internet mediante el buscador de Google y los diferentes enlaces se procedió a la revisión mediante palabras clave, encontrando material actualizado sobre BIM, digitalizados y en videos y la norma COVENIN 2000.

4.1.2. Observación directa

Se observó y seleccionó la información que se requería mediante la elaboración de archivos digitales, notas documentales y cuadros resumen que mostraran la información requerida para la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar mediante la metodología BIM, se unificó en cuatro aspectos

que se describieron en esta fase y posteriormente en la Fase II se analizaron, tal como se presentan a continuación:

- 1.-*Manejo de cada una de las etapas de construcción de una obra.*
2. *Requerimientos técnicos para el uso de la metodología BIM en su dimensión 9D: Gerencia de la construcción.*
- 3.-*Características de la Vivienda unifamiliar a construir*
4. *Información del modelo de la vivienda en BIM: lista de materiales, equipos, mano de obra, presupuesto y cronograma, además de cómo llevar las mediciones, valuaciones y cierre de la obra.*

4.2. Fase II. Análisis de la información requerida para la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar.

Una vez identificada la información, se analizó mediante la técnica del análisis de contenido, los documentos seleccionados y se extrajo la información y los requerimientos que se necesitaban para utilizar la metodología BIM, en función de los cuatro temas prioritarios identificados y definidos en la Fase I.

4.2.1. Manejo de cada una de las etapas del proyecto y de la puesta en marcha de la construcción

Acta de fecha de inicio de obra: Es aquella que se expide en el momento en que se inicia la obra. Comunicación escrita por el propietario que autoriza al contratista a iniciar la realización de una obra y en el que se establece la fecha de comienzo.

Proceso de iniciación: Facilita la autorización formal para el inicio de la obra, el análisis previo al inicio del trabajo a realizar, es decir, el alcance y la integración de la organización de la obra.

Planificación: Se delimita cómo y cuándo se ha va ejecutar la obra, incluye el establecimiento de objetivos, fijación de metas y determinación de los métodos de construcción.

Ejecución: Comprende las acciones relativas a coordinar los recursos, dirigir y gestionar la ejecución de la obra, obtener y distribuir la información relativa a la producción y avance de la obra en función del alcance.

Seguimiento y control: Se agrupan aquí las actividades de supervisión y control del trabajo ejecutado y su comparación del avance de la obra respecto a la planificación, analizar las posibles desviaciones y adoptar las acciones correctivas.

Cierre: Se agrupan en esta etapa todos los procesos para la terminación formal de la obra, entregarla al cliente y la evaluación de los resultados, además de la entrega de un informe de culminación de la obra de carácter analítico.

La gerencia de la construcción, que es la temática que ocupa esta investigación, en la metodología BIM: ejecución, seguimiento y control además del cierre de la obra. Para esto, se utiliza la dimensión 9D, que permite obtener toda la información modelada a través de REVIT y se pueden articular todos los aspectos que implican dichas etapas con apoyo de otras aplicaciones que se utilizan en esta metodología: MAPREX, PROJECT y EXCEL.

4.2.2. Características de la Vivienda Unifamiliar a construir.

Para el diseño de los lineamientos para uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción de una vivienda unifamiliar se tomó como ejemplo una vivienda de una planta, con dimensiones de 64 m². La misma conformada por dos (2) baños, dos (2) cuartos, sala, comedor-cocina. Además se describe los elementos a considerar en su estructura, siendo este último el caso en estudio.

Terreno o parcela mínima: El área de la parcela es de aproximadamente de 192 m² previéndose un frente mínimo de 12 m 16 m de fondo.

Replanteo General: Consiste en trasladar las medidas del proyecto (planos), al terreno real donde se construirá la vivienda, en un área de 64 m² aproximadamente, mediante la colocación a escuadra en las esquinas y linderos del terreno, donde previamente se determinaron los criterios técnicos que tomara en cuenta el beneficiario para acondicionar la parcela para la inmediata construcción de la vivienda.

Excavación a mano: La excavación en esta construcción se refleja en pequeñas fundaciones aisladas de sección 0,60 m x 0,60m x 0,90 m vigas de riostra parcialmente embutidas en la losa de piso, en ambos sentidos; sección de 0,20 m x

0,25 m, y se colocarán las respectivas tuberías de instalaciones sanitarias y eléctricas.

Construcción de base de piedra picada: Con un espesor de 0,10mts debe colocarse la piedra picada nº 1, (esto para separar parcialmente el vaciado del concreto del suelo natural), en fundaciones y superficiales de la losa, en un área aproximada de 65 m² .

Concreto para Losa de Fundaciones: Una vez colocado el acero de la losa de piso, el cual es malla truckson de 15x15 cm y con un solape normativo mínimo de 0.25 m, se distribuirán las respectivas arañas de instalaciones de aguas blancas y electricidad, que van semi embutidas en la losa de piso según las especificaciones técnica, con una resistencia $R_c = 200 \text{kg/cm}^2$ en el diseño de mezcla para vivienda de un solo nivel, cuyo vaciado debe ser monolítico, es decir el vaciado de concreto se hará con conjuntamente en fundaciones, vigas de riostra con sus características y losa de piso con un espesor de 0, 10 m.

Concreto para fundaciones y pedestales: Cada zapata conformada en una sección de 0, 60 X 0.60 X 0.30, lleva una parrilla de cabillas de 3/8" a cada 10cm en ambos sentidos con doblez en cada extremo de 15 cm. Su pedestal se sección 0.30m x 0.30m x 0.30m está conformado por 4 cabillas 1/2".

Concreto en vigas de Riostra: Previa colocación de 4 cabillas (04), longitudinales de 1/2" con estribos de 3/8" a cada 0,15 m x 0,80m de recorrido.

Estructura de concreto: El concreto que se va a usar, tiene las mismas característica descritas anteriormente, utilizado para viga de riostra, fundaciones y pedestales, En las columna, viga carga y carga la columna de 0,20 x 0,20 m con un acero de refuerzo principal de cabilla de 4 cabillas 1/2" con ligadura de cabillas de 3/8" a cada 15cm. Vigas de cargas de 0,25 x 0.20 m con un acero de refuerzo principal de cabilla de media con ligadura de cabilla de 3/8" a cada 15 cm. Vigas de amarres de 0.20 x 0.20 m, con un acero de refuerzo principal de cabilla de 1/2", con ligadura de cabilla de 3/8" a cada 15 cm.

Dosificación de concreto: Terceo de medio saco con mezcladora, tiempo de mezclado de 2 a 3 minutos $R_c = 200\text{kg/cm}^2$

Arena lavada (palada)= 7

Piedra picada N°1 (paladas)= 15

Agua pura (cuñete) = $\frac{3}{4}$ "

Esos valores fueron obtenidos con la tabla de la tabla de S. WALKER para 1 m³ de concreto con las siguientes características. Arena lavada de río, piedra picada N ° 1, humedad de la arena 6%, humedad de la piedra picada el 1%.

4.2.3. Conocimientos y requerimientos técnicos para el uso de la metodología BIM en su dimensión 9D: Gerencia de la construcción.

Se debe tener conocimientos sobre el manejo de las aplicaciones: REVIT, MAPREX, PROJECT Y EXCEL para poder utilizar y manipular en forma efectiva el modelo de la vivienda unifamiliar de 64m² en BIM en la construcción de estructura, caso de estudio. Al tener la información y práctica en las aplicaciones mencionadas, su uso y como intercambia la información en BIM, se podrá adelantar control de la ejecución en cuanto a la gerencia de la construcción mediante esta metodología a través de los lineamientos que se propondrán.

4.2.3.1. Requerimientos técnicos para el uso de BIM

4.2.3.1.1. Sistema Operativo:

4.2.3.1.2. Microsoft Windows 8.1 64-bit

4.2.3.1.3. Windows 10 Anniversary Update 64-bit (version 1607 o posterior): Enterprise, o Pro.

4.2.3.1.4. Memoria Libre en disco: 5Gb.

4.2.3.1.5. Memoria RAM: 4 Gb.

4.2.3.1.5. Procesador: El de mayor velocidad que te la gerencia de construcción pueda permitir

4.2.3.2. Aplicaciones BIM para este caso de estudio

4.2.3.2.1. REVIT

Para poder trabajar con la metodología BIM es necesario las aplicaciones para este caso de estudio se decide trabajar con REVIT ya que el modelo de la

casa unifamiliar, estaba modelo en esta aplicación. Se puede definir como una aplicación de Modelado de información de construcción para Microsoft Windows, creado por la compañía texana Revit Technology Corporation, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétricos. Un modelo BIM debe contener el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación. Esto se hace posible mediante la subyacente base de datos relacional de arquitectura de REVIT, la que sus creadores llaman el motor de cambios paramétricos.

4.2.3.2.1.2 Permite diseñar la edificación, trabajar cualquier presentación a través de diferentes fases del diseño, en tres dimensiones, con sombreado instantáneo.

4.2.3.2.1.3. Pueden realizarse cambios de último momento sin preocuparse de coordinar con los restantes elementos del diseño.

4.2.3.2.1.3. El corazón de la plataforma de REVIT es el motor de cambios paramétricos, que coordina automáticamente los cambios realizados en cualquier punto: vistas de modelo o planos, planificaciones, secciones, plantas



Figura 9. Portada REVIT.

Fuente: Universo BIM (2019).

4.2.3.2.2. MAPREX

Es una herramienta para el control de la obra, apoyo del Ingeniero residente e inspector de obras. Se enfoca en la sistematización de presupuestos y el Análisis de Precio Unitario, lo cual es una alternativa para el rápido manejo de información en la elaboración de presupuestos y análisis de precios, mediante el uso, comprensión y aplicación de herramientas de la aplicación (software, combinado con una amplia base de datos.

423221. Exportación a MS Project, con los campos de actividades, recursos, asignación de recursos y duraciones. Esto economiza más del 85% del trabajo de elaboración de una planificación en MS Project.

423222. Conexión con BIM 4D y 5D. Enlace con BIM Power Project.

423223. Exclusiva exportación desde MAPREX a formatos de Excel (Hoja de cálculo con fórmulas y relaciones) de los siguientes reportes que pueden ser totalmente manipulados por el usuario:

- Análisis de Precio Unitario (Formateado y con fórmulas de cálculo.
- Presupuesto con Análisis de Precios (Formatos y con fórmulas de cálculo.
- Formato de hojas de medición.
- Cuadro de Cierre (Formato con fórmulas de cálculo.
- Esta acción de exportar con fórmulas, es exclusiva de MAPREX.
- Exporta toda la estructura de costos con las hojas relacionadas

423224. Contiene una amplia base de datos de perfiles y de descripciones de todas las partidas COVENIN (Códigos “E”, “I”, “M”, “R” y “P”)



Figura 10. Página de inicio MAPREX.

Fuente: DataLaing (2018).

4.2.3.2.3. MICROSOFT PROJECT(MSP)

Es una aplicación (software) de administración de proyectos, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar un presupuesto y analizar cargas de trabajo.



Figura. 11. PROJECT.

Fuente: Hurtado (2015).

4.2.3.2.4. EXCEL

Microsoft Excel es una hoja de cálculo desarrollada por Microsoft para Windows, macOS, Android e iOS. Cuenta con funciones para la realización de cálculos, herramientas gráficas, tablas dinámicas y permite mediante el uso de la herramienta Visual Basic.

4.2.3.2.4.1. Es una hoja de cálculo.

4.2.3.2.4.2. Puede hacer cálculos muy largos.

4.2.3.2.4.3. Una tabla no es un reto para Excel.

4.2.3.2.4.4. Plantillas y ejemplos muy explícitos.

4.2.3.2.4.5. Filas.

4.2.3.2.4.6. Barra de fórmulas.

El uso de esta aplicación facilita el intercambio de los archivos IFC (Industry Foundation Classes), es un formato de archivo que permite el intercambio de un modelado BIM sin pérdida de datos. Los datos utilizados en la investigación, procedente de una base de datos de hace 4 meses por lo cual todas las tablas presentadas son con precio de hace 4 meses.

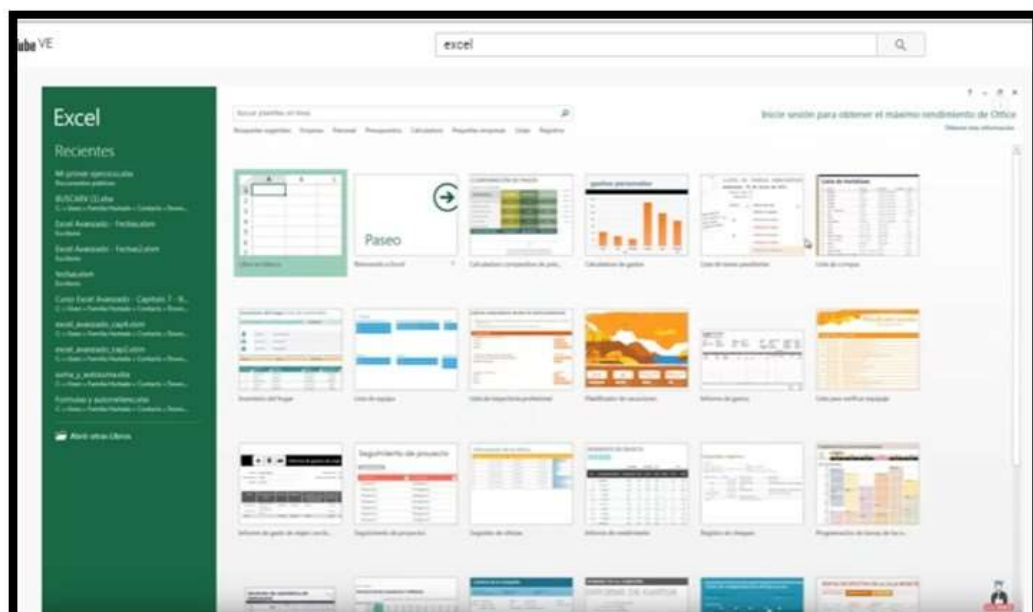


Figura 12. Interfaz EXCEL.

Fuente: Hurtado (2015).

4.2.4. Información del modelo de la vivienda en BIM

Se presentan cada uno de los aspectos que el gerente de la construcción debe manejar, durante la ejecución, cierre y entrega de la obra información extraída del modelo en BIM de la vivienda unifamiliar caso de estudio.

4.2.4.1. Revisión de los materiales, equipos y mano de obra requerida.

Se procedió a efectuar la revisión de los materiales, equipos y la mano de obra previstas para la ejecución de la vivienda unifamiliar de 64 m² constructiva estructura. Se extrae la información en REVIT mediante MAPREX y su visualización mediante tablas de EXCEL. La misma corresponde a lo almacenado en la base de datos de hace 4 meses. Se presenta la información en forma detallada en las tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3. Materiales.

Referencia	Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio
AGR018	Arena Lavada	m ³	15	5,00
AGR002	Alambre	-	-	5,00
AGR008	Zunchos	-	-	5,00
ACE035	Cabilla / Barra Lisa D=1/2" (0.9 Kg/M)	Kgf	-	5,00
PLOA83	Piedra picada	m ³	8	
CEM041	Cemento Gris Portland Saco 42.5 Kg #	sco	400	5,00

Fuente: Datalaing Maprex (2018).

Elaborado: Páez (2020).

La tabla 3, muestra la lista de los materiales requeridos, detallando la referencia de cada uno, esta consiste en el código con el cual se puede ubicar cada material en el inventario del almacén o depósito, la descripción de las características de los mismos, la unidad en la cual se expresan: Pieza (pza), saco

(sco), metro cúbico (m³), el precio de cada uno de los materiales y la proporción de desperdicio probable de cada material.

Tabla 4. Equipos.

Referencia	Descripción	Precio	Depreciación
SUB003	Andamio Tubular De Un Cuerpo H= 2 Mt	1.950.000,00	0,01
SUB005	Andamios Para Montaje De Estructura Metálicas	2.067.000,00	0,01
VEH045	Camión Con Plataforma De Estacas F-350 (8 Cil.)	268.450.000,00	0,01
COP074	Camioneta Ford F-150	439.314.720,00	0,00
ALB075	Cepillo Albañilería Tipo Palustra, Mango Plástico	78.000,00	0,09
LIM007	Pico de albañil	22.100,00	0,01
ALB067	Cepillo, Cuchara, Pala, Carretilla (Jgo)	2.600.000,00	0,04
DEM008	Cinzel Plano 1"	85.800,00	0,05
MED001	Cinta Métrica 3 Mts Metálica O Similar	46.800,00	0,01
HER066	Cortadora de Cabilla Hasta D=7/8" Manual	130.000,00	1,00
COM002	Equipo Básico Para Albañil	120.289,40	1,00
ALB173	Equipo De Albañilería	78.000,00	1,00
CAR019	Equipo Mediano De Carpintería	18.200,00	1,00
CON037	Equipo Menor De Vaciado De Concreto	39.000,00	1,00
GMV011	Equipos Varios De Albañilería	1.300.000,00	0,01
HER022	Madera para encofrado	143.000,00	1,00
SUB013	Escalera Exterior Extensible 20'/6 Mts	26.000,00	1,00
SUB020	Escalera Metálica De 7 Tramos	419.900,00	0,01
ALB138	Escuadra Metálica Aluminio Marca Espn (60x40cm)	195.000,00	0,01
CON016	Mezcladora P/Concreto Cap=0,75 M3 30 Hp (Diesel)	110.937.580,00	0,01
COP038	Mini-cargador Minishovel Bobcat 763 (0,38 M3)	382.992.320,00	0,00
ELE035	Multímetro Simpsons / Medidor O Similar	5.980.000,00	0,04

Fuente: Datalaing Maprex (2018).

Elaborado: Páez (2020).

La tabla 4, muestra los equipos que se requieren para el desarrollo de la obra, la referencia (código del almacén), descripción de las características de cada equipo, el precio que tienen en el mercado para el momento de la construcción y la depreciación de cada uno. La información de los costos de los equipos se incorporará al presupuesto general de la construcción.

Tabla 5. Mano de obra.

Referencia	Descripción	Jornal	Bono
19-2.2	Albañil de 1ra -N5	5.488,00	833,33
11-2.1	Albañil de 2da -N3	4.662,00	833,33
1-1.2	Ayudante - Tabulador Construcción -N2	4.484,00	833,33
19-2.5	Carpintero de 1ra -N5	5.488,00	833,33
8-3.5	Chofer de 2da (De 3 A 8 Ton) -N4	5.016,00	833,33
7-3.4	Chofer de 3ra (Hasta 3 Ton) -N3	4.662,00	833,33
11-228	Güincherero -N3	4.662,00	833,33
22-2.6	Maestro Carpintero de 2da -N6	5.546,00	833,33
25-227	Maestro de Obra de 1ra -N9	6.608,00	833,33
24-226	Maestro de Obra de 2da -N7	5.842,00	833,33
19-7.5	Montador -N5	5.488,00	833,33
1-1.1	Obrero de 1ra -N1	4.130,00	833,33

Fuente: Datalaing Maprex (2018).

Elaborado: Páez (2020).

La tabla 5, presenta la descripción de la mano de obra requerida para ejecutar la construcción, refleja la referencia o código como aparece registrado el tipo de personal en la base de datos de Recursos Humanos de la Gerencia de Construcción, la descripción del tipo de personal, el costo de la jornada según el tipo de mano de obra y el establecimiento el pago de bono único para todo el personal.

4.2.4.2. Realización de las mediciones

Para comenzar con los trabajos en obra, y a partir de la documentación del proyecto, ya elaborada, es imprescindible tener un conocimiento completo de los costos. Para ello, se elabora el presupuesto y para arribar a él, debe determinarse previamente el costo anticipado de la obra. Esto incluye una clasificación por ítem y efectuar las mediciones con detalle para cada una de las actividades integrantes de la construcción.

Se denomina cómputo métrico al conjunto de mediciones geométricas que determinan uno de los documentos básicos del proyecto para elaborar luego el Presupuesto. Estas mediciones deben consignar, de manera detallada y en forma localizada todas las medidas, realizando con total precisión las cantidades en cada actividad de la obra. Se realiza agrupando cada una de las actividades de obra que conforman el proceso constructivo; es allí donde se consignan detalladamente sus dimensiones geométricas.

Cuanto más detallada sea la medición de cada una de las actividades de obra, más sencillo y operativa resulta su interpretación. Para efectuar la descripción de las actividades, existen distintos formatos impresos y digitales donde se consignan las mediciones, los cuales constan de varias columnas donde se vuelcan los datos con el número de orden, unidad de medición, número de partes iguales, descripción de la partida.

Tabla 6. Hoja de medición.

OBRA		Ejecución de estructura de una vivienda unifamiliar					
CONTRATO N°	2309-2020						
FECHA:	08/01/2020	AL	09/01/2020				
ACTIVIDAD:	SEMANA N° 1						
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	LUNES	MARTE	MIÉRCOLES	JUEVES	
1	REPLANTEO GENERAL	m ²					
2	EXCAVACION	m ³					
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza					
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza					
5	ENCOFRADO CON MADERA	pza					
6	VACIADO DE CONCRETO	m ²					
GERENTE DE OBRA							
ING. PEDRO LOPEZ							
C.I.							
C.I.V. FIRMA							

Fuente: Páez (2020).

La tabla 6, muestra un modelo de cómo se lleva el registro de las mediciones durante el desarrollo o ejecución de la obra, detalla cada uno de los datos información requerida sobre el contrato de la obra, donde se ubica, en

cuanto a la partida que se ejecutará o se ejecuta, la cantidad de obra ejecutada con ese presupuesto, las cantidades de obra: presupuestada, las mediciones anteriores, ejecutada a la fecha, cuanto falta por ejecutar y el total ejecutado.

4.2.4.3. Evaluación de planos, presupuesto y cronograma establecido.

Después de establecer los requerimientos para la puesta en marcha de la construcción de la vivienda unifamiliar de 64 m², se debe proceder a la evaluación de los planos, presupuesto y cronogramas establecidos.



Figura 13. Planos de la Obra N° 1: Fachada.
Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Vivienda (2019).



Figura 14. Planos de obra N° 2.

Fuente: Ministerio del Poder Popular para la Vivienda (2019).

Tabla 7. Presupuesto.

No.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P/U	Total Bs.
1	S/N	REPLANTEO GENERAL	m ²	64m ²	400.000,00	25.600.000,00
2	E326000130	EXCAVACION	m ³	90	6 .659.240,83	59.331.674,7
3	E563210030	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza	10,00	470.033,28	1.880.133,12
4	E437011411	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza	10,00	539.803,66	4.318.429,56
5	E447011231	ENCOFRADO CON MADERA	pza	40	1.167.422,39	4.669.689,56
6	C.2087 S/C	VACIADO DE CONCRETO	m ³	6,96	62.658,33	436.101,98
Subtotal Bs. :						59.799.926,5
IVA 16 %Bs. :						9.567.988,24
Total Presupuesto Bs. :						69.367.914,74

Fuente: Modelo parametrizado en REVIT (2020).

Elaborado por Páez (2020).

Tabla 7. Cronograma de ejecución.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN						
OBRA: EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE 01 VIVIENDAS UNIFAMILIAR DE 64 M2.						
Actividades	Duración	Sem1	Sem2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
REPLANTEO GENERAL	5 días					
EXCAVACIÓN	4 días					
COLOCACIÓN DE EMPARRILLADO	4 día					
COLOCACIÓN ACERO EN COLUMNA	4 día					
ENCOFRADO CON MADERA	5 días					
VACIADO DE CONCRETO	6 días					

Fuente: Datalaing MAPREX (2018).

Elaborado: Páez (2020).

Las tablas 7 y 8 muestran el presupuesto y el cronograma de actividades para el desarrollo de la obra. En la primera se detalla el presupuesto, indicando el número del aspecto referenciado, el código de cada uno, su descripción, la unidad de medida en la cuales se expresan: pieza (pza), metro cuadrado (m²), entre otras, la cantidad requerida de cada uno, el total del costo en Bolívares, la base de datos con la que se realizó el presupuesto es desactualizada, Al final de la tabla, se presenta el subtotal de los costos, el cálculo del Impuesto al Valor Agregado (IVA) equivalente al 16% del valor expresado en el subtotal y para finalizar el costo total de la obra. La tabla 8, muestra el cronograma de las actividades pautadas según cada elemento estructura de la vivienda unifamiliar,

4.2.4.4. Valuaciones

Se refiere a la certificación, revisión, medición y valoración de la obra ejecutada en un lapso determinado, conforme las valuaciones y medición, en los formatos indicados para ello. Esto se prevé sea realizado tal como se observa en el modelo que presenta en la figura 16.

VALUACION						HOJA: 1/1	
FECHA						PERIODO DE VALUACION	
1						DESEDE HASTA	
10/01/2020						06/01/2020 09/01/2020	
DATOS DEL CONTRATO							
N° DE CONTRATO				FECHA		DURACION DEL CONTRATO	FECHA DE ACTA DE INICIO
2209-2020				10/01/2020		1 MES	05/01/2020
GERENTE DE OBRA				OBJETO DEL CONTRATO			
ING. PEDRO LOPEZ				EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 64M2			
LOCALIDAD		MUNICIPIO		ESTADO			
VALLE DE LA PASCUA		JOSE FELIX RIBAS		GUARICO			
VALUACION							
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	MANO DE OBRA	
1	REPLANTEO GENERAL	m2	64m2				
2	EXCAVACION	m3	X				
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza	X				
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza	X				
5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA					
6	VACIADO DE CONCRETO	m3	X				
GERENTE DE OBRA				INGENIERO RESIDENTE			
ING. PEDRO LOPEZ				ING. ANA PEREZ			
C.I.V.-				FIRMA		C.I.V.-	
CIV.:						FIRMA	

Figura 16. Valuación de la obra.

Fuente: Páez (2020).

4.2.4.5. Cuadro de avance

En el control del desarrollo de la obra, debido a que es necesario determinar con precisión tanto el avance de cada una de las actividades. Debe realizarse un cuadro (ver figura 17) que muestre las actividades ejecutadas y representadas mediante una gráfica denominada diagrama de Gantt con apoyo de las herramientas básica del programa Excel de Microsoft (ver figura 18), que permite vigilar visualmente el avance y desarrollo de las actividades en el tiempo, para ello se toma como referencia la línea base establecida en la planificación inicial.

CUADRO DE AVANCE							
OBRA :		EJECUCION DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR					
CONTRATO N°		2209-2020					
FECHA :		06/01/2020	AL	07/02/2020			
ACTIVIDAD:							
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SEMANA (01)	SEMANA (02)	SEMANA (03)	SEMANA (04)	SEMANA (05)
1	REPLANTEO GENERAL	m2					
2	EXCAVACION	m3					
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza					
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza					
5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA					
6	VACIADO DE CONCRETO	m3					
GERENTE DE OBRA				ENTE CONTRATANTE			
ING. Pedro Lopez				ING.			
C.I.V-		FIRMA	C.I.V-		FIRMA		
CIV.:			CIV.:				

Figura 17. Modelo de cuadro de avance.

Fuente: Páez (2020).

4.2.4.6. Cuadro de cierre de obra

CUADRO DE CIERRE DE OBRA							
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	OBRA EJECUTADA				
			SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 05
1	REPLANTEO GENERAL	VIVIENDA					
2	EXCAVACION	VIVIENDA					
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	VIVIENDA					
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	VIVIENDA					
5	ENCOFRADO CON MADERA	VIVIENDA					
6	VACIADO DE CONCRETO	VIVIENDA					

Figura 19. Modelo de cuadro de cierre.

Fuente: Páez (2020).

Una vez culminada la obra se entrega toda la documentación pertinente, cuando hace el vaciado de la información en los formatos presentados anteriormente, en BIM se elabora en forma digital y se exportan en Excel o Word para su impresión. Todo este proceso, implica el manejo de documentos y archivos organizados en carpetas en un computador, si se realiza de forma tradicional requiere la utilización de mayor número de personal a nivel de oficina y mayor número de horas de trabajo para el llenado manual y su organización en archivos y carpetas en forma en físico.

Es por lo anterior, que se propone la aplicación la metodología BIM, como apoyo y ayuda para los profesionales de la ingeniería civil, arquitectura y actores involucrados en una construcción. De esta manera, se puede dirigir, ejecutar y controlar la obra, siguiendo y realizando los mismos procedimientos que se siguen de forma tradicional pero con el apoyo de la tecnología y el manejo de toda la información requerida en un solo archivo y este puede ser visualizada en sus diferentes dimensiones facilitando ahorrar tiempo y costos, además de lograr estar a

la vanguardia de las nuevas tecnologías en el fase constructiva y ser más competitivos al asumir los nuevos retos y avances que en materia de construcción tienen otros países. A través de las dimensiones de la metodología BIM, se facilita el trabajo de los ingenieros civiles y el arquitecto, en el caso de los lineamientos que se proponen, se concentraron en la dimensión 9D propuesta por el ingeniero Alejandro Mata en Venezuela.

4.3. Fase III. Diseño de los lineamientos para uso de la metodología BIM en la gerencia de la construcción.

Se procedió al diseño de los lineamientos, los mismos se presentan de una forma clara y sencilla, de manera que el lector pueda comprender como llevar a cabo las actividades propias de la gerencia de la construcción mediante el uso de la metodología BIM. Se detallan los pasos a seguir y la descripción de cómo se desarrolla cada uno en forma general. Luego, estas líneas de trabajo se desglosaron en detalladamente en el anexo A.

Cabe destacar que la mencionada obra no está ejecutada, por lo cual se tomó la información del modelo parametrizado en REVIT y de la web para introducir al lector en el manejo de las actividades que debe ejecutar en la gerencia de construcción dimensión 9D de BIM, de este modo obtenga una visión general y específica sobre está.

Lineamientos:

1. Se inicia la obra con el proceso de contratación

Cabe mencionar que este trabajo de grado, es referente a la ejecución de obra, se nombra, este punto para que el lector tenga en cuenta que existen los procesos relacionados a la contratación, la cual se rige por una serie de procedimientos, para lo cual se recomienda e invita a leer y documentarse referente al tema. Posterior a obtener y ganar la licitación, entra en proceso de contratación, compra de fianza,

firma de contrato, anticipo. Pasado ese proceso el contratista recibe el anticipo de la obra y una carta de inicio de obra.

2. Recepción del Proyecto en BIM

El ente contratante le entrega al contratista el proyecto en REVIT 2018, el contratista procede a la instalación del programa de la misma versión para no tener inconveniente en la lectura del archivo. En este caso, se decidió también apoyarse en las aplicaciones MAPREX, PROJECT y EXCEL, para mejor control de la ejecución de la obra. Ya instaladas las aplicaciones en el cual vamos a trabajar, se procede a la revisión del modelo en REVIT:

3. Revisión del modelo en BIM entregado.

Se ingresa a REVIT, para extraer la información necesaria para la ejecución de la vivienda, se exporta desde esta aplicación o se importa desde MAPREX para así poder obtener el presupuesto, cómputos métricos, materiales, equipo, mano de obra.

4. Solicitudes de materiales, equipos y mano de obra para la ejecución en función programación de obra a construir.

Se establecen los requerimientos de los materiales y equipos necesarios para la ejecución de las obras, se puede efectuar las compras, y luego llevar el control del almacén para su utilización racional y eficiente. Este proceso permite contar con los materiales a la fecha solicitada, esto es parte del cumplimiento de las actividades a ejecutar. Mediante la aplicación MAPREX se puede generar listado de materiales requeridos, equipos que se necesitan, organizar las compras y solicitudes al almacén, llevar el control de inventarios y lista de mano obra. Esta información puede ser exportada a EXCEL para su impresión en forma de tablas dinámicas.

5. Evaluación del personal obrero que va laborar en la ejecución de la estructura de una vivienda unifamiliar.

Se debe llevar un registro del desempeño de cada grupo de trabajadores según su área de trabajo. Mediante el programa MAPREX en su opción mano de obra, se

lleva un control de la mano de obra, se pueden generar listado de mano de obra, el control de pagos de sueldos se pueden crear planillas para evaluaciones en Excel, la cual pueden ser completadas mediante datos importados de MAPREX.

6. Control de inventarios

En la gerencia de la construcción de obras civiles es importante el control del movimiento del almacén. El manejo de los inventarios, permite tener conocimiento de la existencia de los materiales con la que se cuenta y proceder a la reposición de los mismos según la planificación del desarrollo de la obra.

7. Planificación y desarrollo de la obra

Una vez verificada toda la información expuesta anteriormente para la ejecución de la estructura de la vivienda unifamiliar, la gerencia de ejecución de obra realiza una planificación. En este punto, es de vital importancia la comunicación, por este motivo la gerencia se reúne con el ingeniero inspector para solicitar que diariamente sean tomadas medidas en campo y entregadas al BIM manager para que este vaya cargando la información, de tal modo a generar las valuaciones los días viernes, la misma deben de ser entregada al ente contratante. Se le da inicio a la obra tal como indica la carta de inicio de obra para la fecha 06/01/2020, la cual consta de las siguientes partidas:

7. Trabajo en el campo de la obra

- 7.1. Replanteo general
- 7.2. Excavaciones
- 7.3. Emparrillado
- 7.4. Colocación de acero en columna Encofrado de madera
- 7.5. Vaciado de concreto

Durante el desarrollo de la obra, se tomarán mediciones diariamente de lunes a jueves, para los viernes entregar valuación al ente contratista, a medida que se va avanzando en la ejecución de la misma. Las valuaciones se hacen en MAPREX, se

carga las mediciones, se obtienen cuadro de valuaciones y exportamos a Excel para generar los informes respectivos se elabora un cuadro de avance para verificación de tiempos, se compara la planificación con lo ejecutado. De esa manera, se puede saber si es necesario emplear estrategia para el cumplimiento de la ejecución de obra en el tiempo solicitado por el ente contratante, finalmente se realiza un cuadro de cierre de obra.

8. Cierre de la obra

Para realizar el cuadro de cierre se debe evaluar el presupuesto por partida e ir verificado lo ejecutado en campo, así poder saber cuál fue partida de aumento, disminución o obra extra, es importante el buen estudio del punto para poder pagar o percibir lo ejecutado en campo. Una vez culminado todo lo planificado, con apoyo de MAPREX se procede a generar el cuadro de cierre de obra.

9. Entrega de la obra

La entrega de la obra se hace de manera formal cuando va el cliente al campo haciendo toda la verificación de lo presupuestado, compara lo ejecutado con lo planificado y que cumpla con todas las características antes indicada. Una vez realizada esa inspección por el ente contratante. Formalmente cuando una obra está al 100% de los presupuestado, esta culminada y se debe proceder a su entrega al ente contratante y se firma la carta de culminación al contratista.

CONCLUSIONES

BIM es una metodología de trabajo integral y colaborativo para el desarrollo de proyectos de construcción, que abarca todo el proceso de vida útil de las edificaciones, desde su concepción inicial pasando por todas las dimensiones de BIM, Esta constituye una herramienta fundamental en el ejercicio actual del Ingeniero Civil y el Arquitecto, que pretenda estar actualizado con la metodología BIM, por esta razón se elaboró el presente trabajo de grado, para que sirva como guía para la introducción de la metodología en la gerencia de la construcción, en forma clara y sencilla. Para facilitar las etapas constructivas en obras civiles.

La dimensión 9D es una propuesta del Ing. Leonardo Mata de BIM, que facilita el manejo de las etapas del ciclo de un proyecto de manera integrada, constituye, una estrategia fundamental en la construcción de campo propiamente dicha, incluyendo los procesos de industrialización y aplicación de procesos de optimización de la gerencia de obra, remodelaciones, grandes intervenciones, especialmente de bienes patrimoniales y deconstrucción.

Los lineamientos desarrollados en este trabajo, para la utilización de la metodología BIM en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares centradas en la propuesta del Ingeniero Leonardo Mata, en cuanto a la incorporación de la dimensión 9D, servirán de soporte para orientar el uso de la misma en nuevos usuarios. Consta de una serie de pasos soportados por figuras que introducen al observador en el manejo de la metodología mencionada, siendo REVIT (software), la aplicación para modelado, que ayuda para el uso de la metodología propuesta y en las actividades que se deben seguir en el proceso gerencial mencionado. Estos podrán ser actualizados en la medida que el avance de la tecnología de información y a nivel de Ingeniería Civil así lo requiera.

Para finalizar, se concluye que BIM es una metodología que permite desarrollar un modelo, con información adicional (parametrizado), de manera colaborativa por los proyectistas de las diferentes disciplinas, que permite el

intercambio de información de las diferentes aplicaciones. La cual se utiliza para desarrollar proyectos de edificaciones y obras civiles mediante modelos digitales que contienen información técnica y constructiva para apoyar la toma de decisiones, la planificación, reduciendo así los tiempos, los errores y los costos de una obra.

Los lineamientos presentados permitirán que los lectores manejen una serie de pasos para la ejecución de obra, el trabajo presentado les educara como haciendo el buen uso de los lineamientos basados en la metodología BIM se logra reducir tiempo-costo.

RECOMENDACIONES

La propuesta de los lineamientos en este trabajo de grado para la gerencia de construcción de una vivienda unifamiliar de 64 m², se recomienda que sean llevado a la práctica debido que las actividades de ejecución, control y cierre de una obra fueron estudiadas y analizadas, a pesar que se realizó a nivel de la estructura siendo el caso en estudio, se logró hacer la demostración que con las aplicaciones vinculadas REVIT, MAPREX, PROJECT y EXCEL se puede llevar el control de la obra con todos los beneficios de la metodología BIM.

Utilización de los lineamientos propuestos en este trabajo para familiarizarse con la ejecución de obra mediante la metodología BIM, ya que los lineamientos propuesto esta explicado de manera sencilla, para que cualquier profesional responsable que ejecución de obra pueda entender fácilmente.

Desarrollar ciclos formativos sobre la metodología BIM en aquellas organizaciones que deseen incorporarla como estrategia para integrar todas las etapas de un proyecto y facilitar su coordinación. Esto mediante la actualización tecnológica centrada en metodologías de carácter integrador y colaborativo en las empresas constructoras, con la finalidad de ofrecer un servicio de calidad a los clientes. Muy próximo a venir en nuestro país.

Mantener procesos de actualización y mejora continua en cuanto al uso de las nuevas tecnologías y aplicaciones (software) para la dinamización de los proyectos de construcción, mediante la creación en la empresa de personas que maneje la metodología BIM además de mantenerse al tanto de los avances en esta materia para garantizar estar a la vanguardia de estos. A pesar del alto costo de estas aplicaciones, hay empresas desarrolladoras de ellas que ofrecen la utilización de licencias según el tamaño y crecimiento de las empresas constructoras. Por lo expuesto, se recomienda mantener actualizadas las aplicaciones.

Seleccionar dentro del personal de la empresa constructora, al menos un BIM Manager, o incentivar al personal existente, colaborando con los estudios, para ir avanzando en personal con estos conocimientos Gerenciales.

-Establecer estrategias de control y supervisión en el desarrollo de proyectos de construcción sustentada en metodología BIM y las aplicaciones que sirven de soporte para llevar una gerencia de la construcción eficiente y eficaz.

ANEXO A



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

LINEAMIENTOS PARA EL USO DE LA METODOLOGÍA
BIM 9D EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS
UNIFAMILIARES EN ETAPA CONSTRUCTIVA

Autor:

Adriana Páez

Tutor:

Ing. Reynaldo Riveros

Mayo, 2020

INDICE GENERAL

Contenido	PP
1. Presentación.....	5
2. Beneficios.....	6
3. Lineamientos.....	7
3.1. Inicia con el proceso de contratación.	7
3.1.1. Acta del acta de inicio de la obra.....	7
3.1.2. Se recibe anticipo de obra.....	9
3.2. Recepción del Proyecto en BIM.....	9
3.3. Revisión del modelo en BIM entregado.....	14
3.3.1. Evaluación de los planos.....	14
3.3.2. Ejecución de Cómputos métricos.....	17
3.3.3.Revisión del presupuesto	20
3.4. Solicitudes de materiales, equipos y mano de obra para la ejecución En función de la programación de obra a construir.....	25
3.5.-Evaluación para calificar personal obrero.....	25
3.6. Control de inventarios.....	27
3.7. Planificación y desarrollo de actividades para la ejecución de obra	27
3.8. Medición de avance de obra y preparación de valuaciones.....	28
3.8.1. Medición de avance de obra.....	28
3.8.2. Preparación de Valuaciones.....	30
3.8.3. Semana 1.....	32
3.8.3.1. Replanteo general.....	32
3.8.3.2. Mediciones N°1.....	33
3.8.3.3. Valuación N°2.....	34
3.8.4.- Semana 2.....	35
3.8.4.1. Excavaciones.....	35
3.8.4.2. Mediciones N°1.....	34
3.8.4.3. Valuación N°2.....	34
3.8.5. Semana 3.....	37
3.8.5.1. Emparrillado.....	37
3.8.5.2. Mediciones N°3.....	39
3.8.5.3. Valuación N°3.....	39
3.8.6. Semana 4.....	40
3.8.6.1. Colocación de acero en columna.....	40
3.8.6.2. Mediciones N° 4.....	42
3.8.6.3. Valuación N°4.....	43
3.8.7 Elaboración de Cuadro de avance.....	43

3.8.8. Semana 5.....	45
3.8.8.1. Encofrado de madera.....	45
3.8.8.2. Vaciado de concreto	45
3.8.8.3. Mediciones N°5	45
3.8.8.4. Valuación N°5.....	47
3.8.8.5. Estructura terminada.....	47
3.8.8.6. Entrega de la obra.....	50

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		pp
1	Modelo de acta de inicio de obra.....	8
2	Instalación de REVIT.....	10
3	Desarrollo de la Instalación de REVIT 2018.....	10
4	Icono de REVIT 2018.....	11
5	Pantalla principal de REVIT.....	14
6	Modelo de plantilla estructural.....	13
7	Planta de ubicación de columnas.....	16
8	Plano en 3D de columnas.....	16
9	Campos o Parámetros para tablas de cómputos métricos en REVIT	18
10	Maprex y sus herramientas.....	22
11	Personal en obra.....	26
12	Control de inventario.....	27
13	Cómputos métricos.....	29
14	Campos o Parámetros para tablas de cómputos métricos en REVIT	20
15	Registro fotográfico.....	30
16	Mediciones N°1.....	32
17	Replanteo general.....	27
18	Valuación N°1.....	33
19	Excavación.....	34
20	Mediciones N°2.....	36
21	Valuación N° 2.....	37
22	Emparrillado.....	38
23	Mediciones N°3.....	39
24	Valuación N°3.....	40
25	Colocación de acero en columna.....	41
26	Mediciones N°4.....	42
27	Valuación N°4.....	42
28	Cuadro de avance.....	44
29	Encofrado de madera.....	45
30	Vaciado de concreto.....	46
31	Mediciones N°5.....	46
32	Valuación N°5.....	47
33	Estructura terminada.....	48
34	Modelo de cuadro de cierre.....	48
35	Cuadro de Cierre.....	49
36	Entrega de la obra.....	50

INDICE DE TABLAS

TABLA		pp
1	Cómputos métricos.....	17
2	Ejemplo de Tabla de Planificación Cómputos Métricos.....	19
3	Presupuesto para la etapa de estructura de la vivienda unifamiliar ...	20
4	Materiales.....	23
5	Equipos.....	23
6	Mano de obra.....	25
7	Control de inventarios.....	28
8	Cronograma de ejecución.....	33
12	Cuadro de avance	53
13	Cuadro de cierre.....	58

1. Presentación

A continuación, se presentan los lineamientos para el uso de la metodología BIM en la ejecución de proyectos de viviendas unifamiliares. Se describirán los procesos de la etapa constructiva, en cuanto a la construcción de la estructura, estos lineamientos están elaborados de manera básica para ayudar a tener una idea de cómo ejecutar una obra bajo esta metodología. Consta de una serie de líneas de acción, concentradas en las actividades de la gerencia de la construcción. Este conjunto de orientaciones, permitirán el desarrollo ejecución, seguimiento, control y cierre de la construcción de una vivienda unifamiliar que para este caso de estudio es de 64 m².

Para la redacción de los mismos, se revisó un proyecto modelado en REVIT facilitado por una empresa constructora, la cual brindó su colaboración en cuanto al documento digital de donde se obtuvo la información requerida, la misma no se puede mostrar completa debido al compromiso con el propietario de la información de resguardar la misma, por tal razón se utilizan imágenes y ejemplo tomados de videos sobre el tema extraídos de la página web youtube. Dicho proyecto se modeló en la versión 2018 de la aplicación, razón por la cual, se debe tener instalado o instalar REVIT 2018 para evitar incompatibilidades y así poder acceder al modelo y trabajar en el misma.

Cabe destacar, que BIM (Building Information Modelling), es una nueva metodología de trabajo cuyo fin es la generación de un modelo virtual que concentra y registra todos los datos y agentes que intervienen en la concepción de un edificio u obra de ingeniería donde se puede aplicar el modelo de manera colaborativa reduciendo los posibles errores, todos quienes interviene en el desarrollo del modelo reciben alerta de posible interferencia de una especialidad con otra.

Se llama lineamiento a este trabajo porque se trata de algo básico, constituyen una de series de pasos que se deben seguir tal como si fuera un manual, para seguir

líneas de trabajo que guíen la revisión y la puesta en práctica de la construcción, va dirigido a personas que no saben nada sobre modelo BIM.

El objetivo del uso de esta metodología, es la optimización de todo el proceso constructivo y los recursos que se utilizan. Mediante el uso de esta vía innovadora y la modelización virtual, es posible la interoperabilidad (intercambio de información y trabajo colaborativo) entre los que intervienen en la fase constructiva.

Por esta razón, el BIM Manager, es un gerente de construcción BIM, puede ejecutar y desarrollar proyecto, es un líder que trabaja de manera colaborativa y con el apoyo del dibujante, planificador, administración, manejo de almacén, activador de compra De allí, que es necesario contar con una guía que permita orientar la introducción en el mundo BIM, centrada en un conjunto de lineamientos que facilitaran la personas seguir los pasos para el uso de esta metodología en forma ordenada, exacta y confiable y de esta manera llevar a la práctica lo planificado, mediante el desarrollo de las etapas de ejecución, seguimiento y control además del cierre de la obra en cuanto a los elementos estructurales de una vivienda unifamiliar.

Estos lineamientos permitirán disponer de un estándar de fácil adaptación y en constante evolución para el uso de la metodología BIM, con atención a la propuesta en la dimensión 9D (Gerencia de construcción), que facilite concretar lo planificado mediante la coordinación de todas las disciplinas involucradas en la confección del modelado de la misma.

2.-Beneficios

- 21 Se puede tener el proyecto en cada una de sus partes bien definidos. (vista de planta, vista de alzados, vista de sección, vista de diseño entre otros).
- 22 Dar soporte a las decisiones de inversión, comparando la funcionalidad, el alcance y los costos de las soluciones.
- 23 El modelo permite la generación de lista de materiales, equipos, herramientas, mano de obra a partir de la información cargada en REVIT. (el modelador debe cargar la información adecuada para que se puedan generar los cálculos métricos).

- 24 Obtener cuadro de cierre con todas las modificaciones en el lapso de ejecución de la obra.
- 25 Control de almacén.
- 26 La Metodología BIM se trabaja de manera planificada en todas las etapas de ejecución de una obra.
- 27 Por su simulador de visualización tridimensional que permite recorrer virtualmente la obra, se pueden prevenir errores antes de su ejecución.
- 28 Se construye 2 veces, la primera en simulación, donde se hacen correcciones para posteriormente proceder a la ejecución en obra.

3.-Lineamientos

3.1. Inicia con el proceso de contratación.

Una vez que se ha participado y ganado la licitación para la construcción de la vivienda unifamiliar con las características especificadas en el proyecto según lo solicitado por el cliente, se da un lapso de tiempo para la entrega de todos los requisitos solicitados por el ente contratante, posterior se firma el contrato y se ponen fecha a la entrega de un anticipo de obra. Esto lleva un proceso, el cual no es el objetivo de este trabajo de grado, se recomienda la búsqueda de la referida información.

3.1.1. Acta de inicio de la obra

Es aquella acta que se expide de manera formal para darle fecha al inicio de la obra (ver figura 1). Se efectúa una vez se desea aclarar el plazo de tiempo en que se iniciará la ejecución de obra, ya que desde esa fecha en adelante darán comienzo los controles de los plazos y la fecha final para entregar lo estipulado en el citado contrato. Se redacta el acta en forma Word, con los elementos que deben integrarla:

1. Número de contrato
2. Empresa contratista
3. Objeto de la obra

4. Fecha de inicio de la obra
5. fecha de culminación de la obra
6. Monto contratado
7. Personas involucradas: Representante de la empresa contratante o cliente y el ejecutor

Acta de Inicio Contrato de obra n° 2209-2020	
Contratista: Inversiones 3ARG J-40608373-9	
Objeto: Ejecución de la estructura de una vivienda unifamiliar de 64m2 ubicada en Guárico Municipio José Félix Ribas.	
Fecha de Inicio: 05/01/2020	
Fecha de Culminación: 05/02/2020	
Monto Contratado: XXXXXXXX	
<p>En Guárico, el 05 de Enero del año 2020 se reúnen las personas: Ingeniera Ana Pérez Funcionaria adscrita a la secretaria de infraestructura física del departamento designada como supervisora del contrato según resolución 2209 de 2020 en representación del gobernador del estado Guárico, Inversiones 3arg s.a representado por el Ing. Pedro López, con el fin de suscribir la presente acta de inicio de contrato de la obra Ejecución de la estructura de una vivienda unifamiliar de 64m2 ubicada en Guárico Municipio José Félix Ribas.</p>	
_____ Ing. Ana Pérez	_____ Ing., Pedro López

Figura 1. Modelo de acta de inicio de la obra.

Fuente: Páez (2020).

3.1.2. Se recibe el anticipo de obra

Los anticipos de obra representan un pago por adelantado de parte del ente contratante al contratista, con el fin de dar inicio al contrato ya firmado. Posterior se procede a la compra de los materiales, contrato del personal especializado para la construcción de la estructura de la vivienda en estudio, llevar todos los implementos de trabajo a la zona donde van ejecutar la vivienda, para así cumplir con el acta de inicio de la obra.

32. Recepción del Proyecto en BIM

Se recibe del cliente o de quien hace la contratación, el proyecto en BIM, el mismo está modelado en REVIT 2018, por lo que para obtener la información se debe utilizar dicha aplicación y tenerla instalada en el computador, además de MAPREX, Y EXCEL para la conversión, cambios, visualización e impresión de la información contenida en el proyecto entregado para ser ejecutado.

El modelo parametrizado de la vivienda unifamiliar de 64 m² se encuentra en la versión REVIT 2018, razón por la cual se procedió a instalar esta aplicación en el computador, de esta forma realizar el manejo de la información sin incompatibilidades. Para ello, a partir del Cd de instalación ó directamente de la página de Autodesk se descarga la versión comercial. El proceso se desarrolla de la siguiente manera:

1. Al la descarga se inicia el proceso y aparece en el escritorio la pantalla para la instalación (ver figura 2), dar clic en instalar.



Figura 2- Instalación de REVIT 2018.

Fuente: Universo BIM (2019).

2. Se despliega una ventana que indica cómo se carga REVIT, se observa una imagen que muestra el porcentaje de descarga y como avanza (ver figura 3).

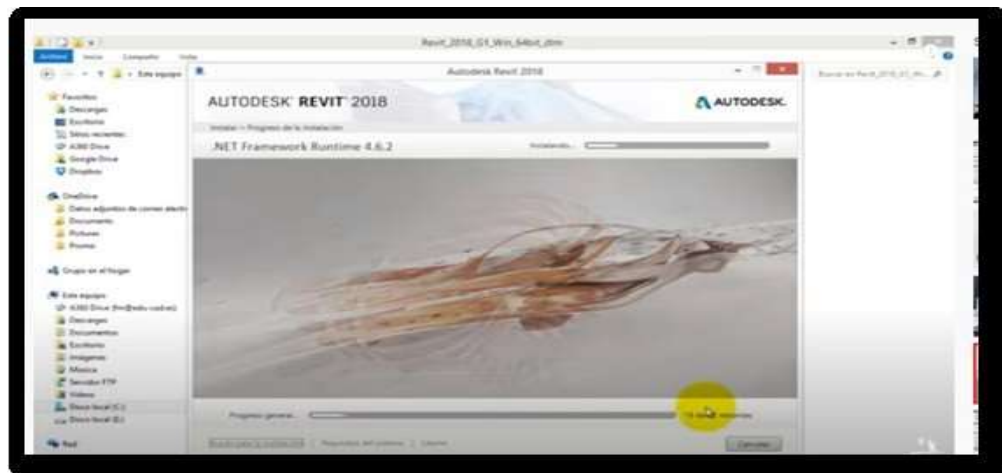


Figura 3- Desarrollo de la Instalación de REVIT 2018.

Fuente: Universo BIM (2019).

3. Finalizada la instalación aparece el icono de REVIT en el escritorio del computador (marcado en rojo)



Figura 4- Icono de REVIT 2018.

Fuente: Universo BIM (2019).

En la figura 4, se observa que para dar inicio al uso de REVIT, se debe dar clic al icono de la aplicación que aparece en el escritorio (marcado en rojo), para que se despliegue el interfaz o la pantalla principal de REVIT (en el centro). Al ingresar a la pantalla principal de REVIT, se visualizan sus componentes, se explican cada uno para familiarizarse con los mismos. Para tal fin se destacan con colores y se define que contiene cada uno de ellos (ver figura 5).

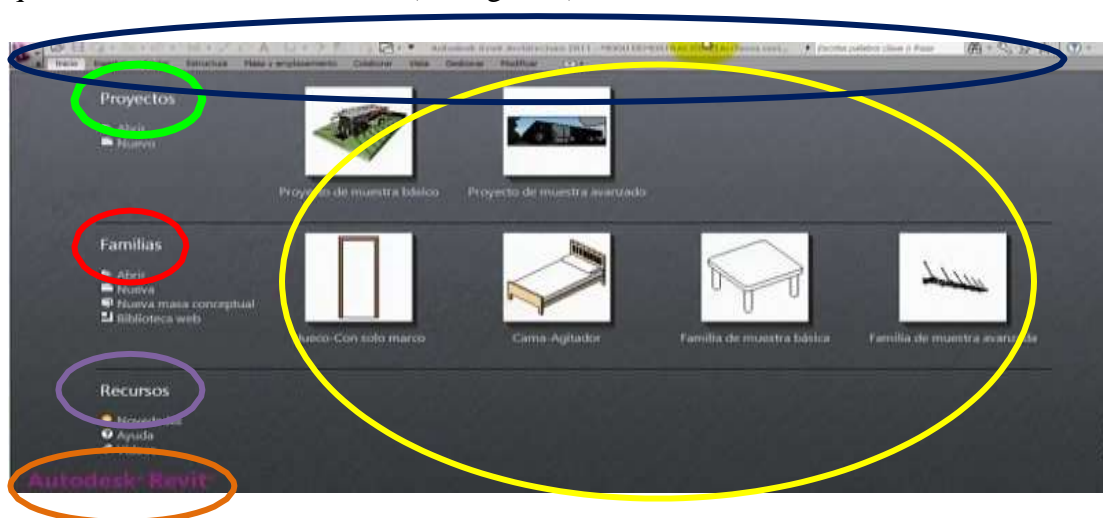


Figura 5. Pantalla principal de REVIT.

Fuente: Rodríguez (2013).

En la figura 5, se muestra mediante captura de pantalla, aparece el menú, mediante el cual se puede acceder a distintas opciones que contienen herramientas a aplicar según las acciones a seguir:

1. Proyectos (Marcado en verde)

Referido a los proyectos, aparecen las opciones crear (New=nuevo), abrir (Open) los ya creados, los cuales se encuentran guardados en la base de datos de la aplicación y pueden ser cargados en la nube para compartir la información mediante internet con las personas involucradas en la obra. Se disponen de secciones denominadas plantillas arquitectónicas, de tipo estructural, de instalaciones eléctricas, de instalaciones sanitarias, estructuras mecánica, entre otras. Se pueden agregar otras según las necesidades del gerente de la construcción. Al hacer clic en ellas, se despliegan las que estén cargadas.

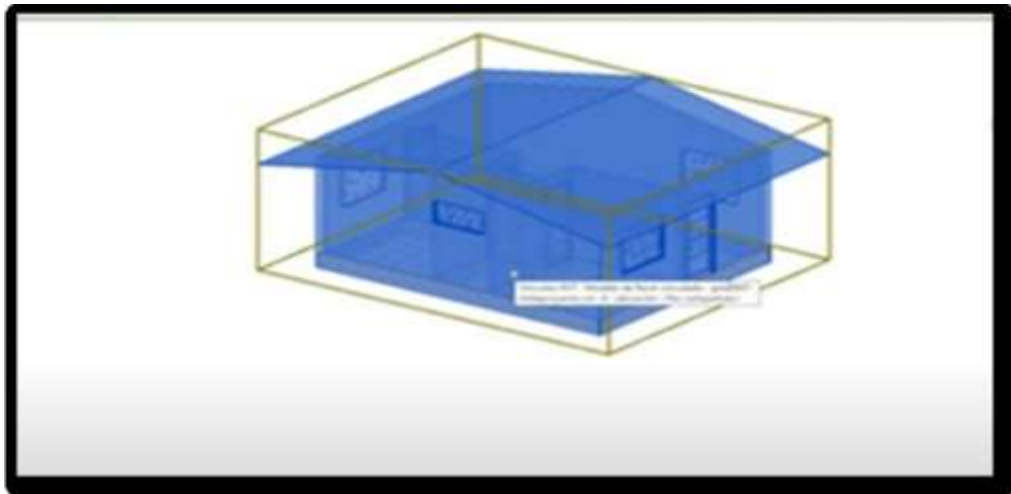


Figura 6. Modelo de plantilla estructural.

Fuente: Fuente: Rodríguez (2013).

En la figura 6, se visualiza un modelo de plantilla estructural, facilita incorporar elementos estructurales: columnas, vigas, cimientos, muro, entre otros, en la parte superior se encuentra la barra de herramientas, se utiliza las opciones estructura y vistas con mayor frecuencia, también mediante las propiedades (a la izquierda en la parte media) se pueden incorporar modificaciones.

2. **Familias (marcado en rojo):** conjunto de objetos ya modelados que pueden incorporarse al modelo nuevo o al ya creado.
3. **Recursos (marcado en morado):** Aparecen todos los recursos requeridos para la obra.
4. **Autodesk REVIT (marcado en naranja):** Acceso al sitio web de la aplicación REVIT (Software) que se puede utilizar de todas las herramientas que posee.
5. **Ejemplos o muestras (marcado en amarillo),** aparecen en el centro, contienen la ejemplificación del modelado de cada componente al hacer clic sobre el icono.
6. **Barra de herramientas (marcada en azul oscuro):** contiene los elementos a manejar al abrir el modelo: arquitectura, estructura, sistemas o instalaciones, anotaciones, análisis, medidas y unidades, colaboraciones, vistas, gestión y otros.

Se verificó que estuvieran instaladas las aplicaciones, MAPREX y EXCEL en el computador. En caso de no poseer las mismas deben ser instaladas para contar con los elementos que facilitan la interoperabilidad de REVIT. Luego se debe proceder a descargar el modelo parametrizado en el computador personal del gerente de la construcción para disponer de la información completa mediante la introducción el CD o porta-memoria con la información en el lector del equipo y copiar en Disco duro.

En esta investigación se utilizó la información que contiene el modelo BIM para los efectos de presupuestos y datos sobre materiales, mano de obra y se tomaron ejemplos de la web sobre un modelo de vivienda unifamiliar en REVIT para mostrar imágenes (figuras) sobre planos, reportes, forma de manejarse en la aplicación, la exportación de archivos y su manejo debido a que este no se había ejecutado para el momento del desarrollo de la investigación.

3.3. Revisión del modelo en BIM entregado

3.3.1. Evaluación de los planos

Para acceder al modelo (ver figura 5) ya cargado, se pulsa abrir (open) en la pantalla principal de REVIT, y se despliega una ventana, en su parte central se pueden visualizar los objetos seleccionados, en la parte de arriba se ubica la barra de herramientas que permiten accionar en cuanto a elementos estructurales y arquitectónicos, también del lado izquierdo en la opción propiedades, se puede ver herramientas para cambiar de vistas (3D, Isométrica), introducir cambios o modificar el modelo para la construcción en cuanto a la estructura y los planos, además del navegador de proyectos, desde esta micro ventana se puede navegar por todo el modelo cargado en la base de datos.

En la parte inferior de la pantalla de visualización se tienen otras opciones para ajustar los planos ya modelados. La información contenida en el modelo facilita visualizar los planos de los elementos de la obra en forma separada o en conjunto, introducir ajustes durante la ejecución de la obra, además permite compararlos, tener una panorámica de todos al mismo tiempo.

Ejemplo de uso:

Se puede obtener el plano de los elementos estructurales de la vivienda unifamiliar en forma separada o integrados, también pueden ubicarse en el mismo plano, en cada uno de los elementos estructurales (pilares, muros, vigas, entre otros),

se le pueden hacer modificaciones mediante el despliegue de las opciones de la barra de herramientas ubicadas en la parte superior de la ventana de visualización, también las ubicadas en la parte izquierda y derecha de la misma. Si se tiene planificado cuatro muros y se suprime uno o modifica las características, se generan cambios en todos los aspectos de la construcción, se ajustan y reordenan. En este caso, se revisaron los aspectos relacionados a los elementos estructurales de la vivienda familiar de 64 m²: columnas (ver figura 7,8 y 9).

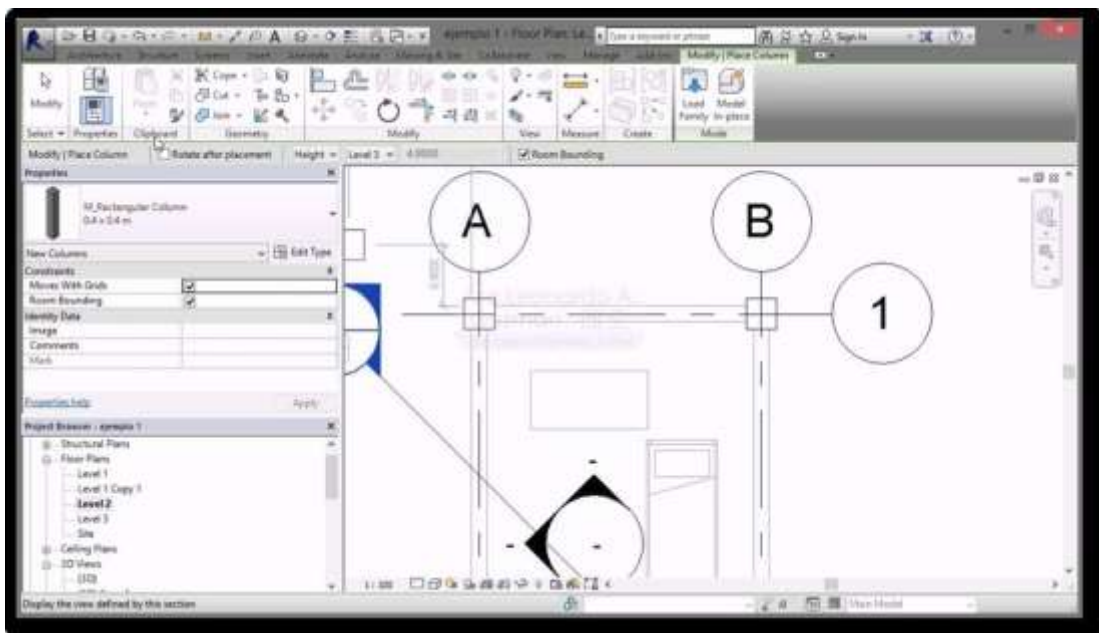


Figura 7. Planta de ubicación de columnas.

Fuente: Modelo de vivienda familiar en REVIT (2020).

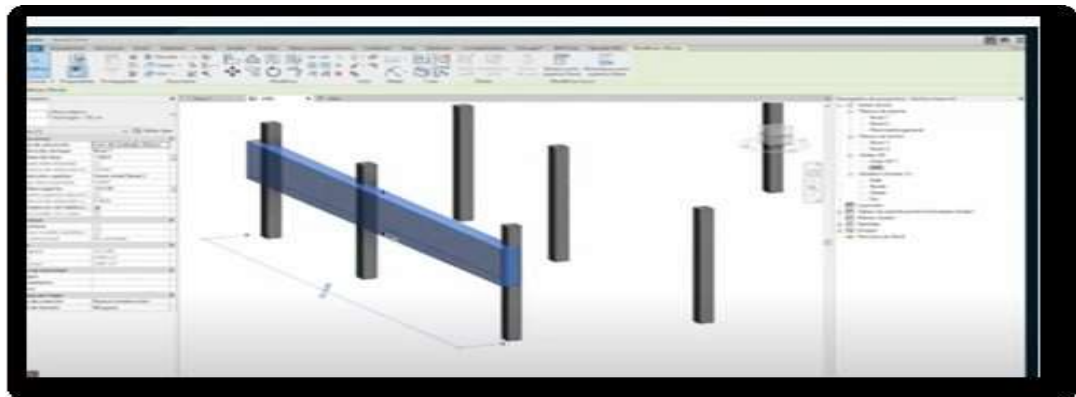


Figura 8. Plano en 3D de columnas.

Fuente: Modelo de vivienda familiar en REVIT (2020).

3.3.2. Cómputos métricos

En REVIT 2018 donde se recibió el proyecto están los cómputos métricos la información es de interés para la planificación de la cantidad de materiales que se deben comprar para la ejecución de la obra, importo con MAPREX para obtener cómputos métricos.

Tabla 1. Computo métricos.

Referencia	Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio
AGR018	Arena Lavada	m ³	15	5,00
AGR002	Alambre	-	-	5,00
AGR008	Zunchos	-	-	5,00
ACE035	Cabilla / Barra Lisa D=1/2" (0.9 Kg/M)	Kgf	-	5,00
PLOA83	Piedra picada	m ³	8	
CEM041	Cemento Gris Portland Saco 42.5 Kg #	sco	400	5,00

Fuente: Modelo de vivienda familiar en REVIT (2020).

En la figura 9, se observa del lado izquierdo la cantidad de parámetros seleccionables para las tablas de cálculos métricos, incluso por ejemplo imágenes de los elementos. Del lado derecho, se muestran los parámetros seleccionados que se requieran, además cuenta con una opción para crear nuevos de ser requeridos. En esta se muestran diferentes parámetros normalmente utilizados en proyectos en el país como lo son: el código en la Norma COVENIN, la descripción de la partida COVENIN, la Unidad de medición de la partida, los parámetros de medición como pueden ser (Área, Volumen, Conteo) y el Costo por unidad de medición. Una vez creada las planillas de cálculos métricos todos estos elementos estarán enlazados al modelo, y por ende se actualizarán automáticamente con las modificaciones que se hagan al mismo. Se podrán generar las tablas de planificación, se observa un ejemplo en la tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo de Tabla de Planificación Cálculos Métricos.

Rvt Tabla de planificación Cálculos métrico-Modelos X1.rvt						
<Computo Métricos >						
A	B	C	D	E	F	G
Código	Descripción	Unidad	Area	Volumen	Recuento	Costo Bs
E326000120	Concreto de Fc200 kgf/cm ² , a los 28 días, acabado corriente para la construcción de fundación	m ³	240,3 m ²	36,04 m ³	1	233.853,6
E321100125	Concreto de Fc 250 kgf/cm ² , a los 28 días acabado corriente para la construcción de columnas.	m ³	218,6 m ²	18,343 m ³	78	266.363,6
E322000.125	Concreto de Rcc 250 k/cm ² , a los 28 días, acabado corriente para la construcción de vigas de carga	m ³	296 m ²	22,77 m ³	69	254.118,12

Fuente: Modelo parametrizado en REVIT (2020).

.Elaborado: Páez (2020).

En la tabla 2, se observa una tabla de cálculos enlazada a un modelo, la cual se le agregaron varias partidas estructurales del proyecto como lo son: vigas, columnas y losa de fundación, para que REVIT calcule automáticamente las cantidades de obra. Estas mediciones generan ajustes en el presupuesto, información sobre los materiales, equipos, mano de obra requerida, estos datos son importados desde la aplicación MAPREX para su organización y de allí a Excel para su presentación en tablas y listas y posterior impresión si se requiere.

3.3.3. Revisión del presupuesto

En el modelo aparece el presupuesto general de la obra pero al efectuar los cálculos métricos se seleccionó trabajar con los elementos estructurales de la vivienda unifamiliar, lo que generó el presupuesto sólo de esta etapa (ver tabla3), en cuanto a materiales, equipos y mano de obra. Mediante la importación de los datos de REVIT después de los cálculos métricos a MAPREX, se pueden generar las tablas de presupuestos actualizadas y según las partidas, de allí se pueden importar a Excel para convertirse en tablas dinámicas organizadas e imprimirlas.

Tabla 3. Presupuesto para la etapa de estructura de la vivienda unifamiliar.

No.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P/U	Total Bs.
1	S/N	REPLANTEO GENERAL	m ²	64m ²	400.000,00	25.600.000,00
2	E326000130	EXCAVACION	m ³	90	6 .659.240,83	59.331.674,7
3	E563210030	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza	10,00	470.033,28	1.880.133,12
4	E437011411	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza	10,00	539.803,66	4.318.429,56
5	E447011231	ENCOFRADO CON MADERA	pza	40	1.167.422,39	4.669.689,56
6	C.2087 S/C	VACIADO DE CONCRETO	m ³	6,96	62.658,33	436.101,98
Subtotal Bs. :						59.799.926,5
IVA 16 %Bs. :						9.567.988,24
Total Presupuesto Bs. :						69.367.914,74

Fuente: Modelo parametrizado en REVIT (2020).

Elaborado por Páez (2020).

En la tabla 3, se expresa el presupuesto para ejecutar la etapa de estructura de la vivienda en estudio, se presenta el número de ítem, el código de la partida, la descripción de la actividad, la unidad en la cual se expresa, cantidad a desarrollar, el precio unitario y el total del precio, subtotal, el cálculo de Impuesto al Valor Agregado (IVA) y el presupuesto total.

34. Solicitudes de materiales, equipos y mano de obra para la ejecución en función programación de obra a construir.

Trabajando en un modelo BIM en función de las actividades ya programadas bien sea por día o mes, la herramienta tiene la capacidad de hacer los requerimientos de los materiales y equipos necesarios para la fecha, se puede solicitar los mismos al almacén y llevar el control de su utilización con un mejor control. Este proceso permite contar con los materiales a la fecha solicitada, esto es parte del cumplimiento de nuestras actividades a ejecutar.

Para tales fines, se utiliza la aplicación MAPREX lo que permite generar listas de materiales, equipos y mano de obra requeridos en forma de programación según su utilización en la obra, los mismos pueden convertirse en archivos, EXCEL. Esto permite generar:

1. Listado de materiales requeridos
2. Equipos que se necesitan
3. Organizar las compras y solicitudes al almacén
4. Llevar el control de inventarios
5. Lista de mano obra

La aplicación MAPREX de Datalaing y el apoyo de EXCEL, se refleja en el escritorio computador el icono que debe aparecer al tener instalada la aplicación (ver figura 14), al abrirla. Se observa en la pantalla de inicio parte inferior derecha, la descripción de la bases de datos: interna (no modificable), externa(modificable o en uso) (marcada en rojo) , del lado izquierdo, se encuentra la barra de menús donde aparecen las opciones de acción con sus herramientas (marcado en azul): Partidas,

materiales, equipos, mano de obra, presupuestos, valuaciones, planificación de obra, índice del Banco Central de Venezuela(BCV, proveedores, base de datos, complementos, configurar y ayuda, mediante clic en algunas de estas opciones se puede acceder a las herramientas y ejecutar actividades en contexto del control de obra (ver figura 10).



Figura 10. Maprex y sus herramientas.

Fuente: Datalaing (2018).

Ejemplo de uso en MAPREX: Si se desea trabajar con los materiales de construcción que se utilizan en la obra, se efectúa clic con el mouse en la opción partidas y de allí en la herramienta materiales, aparece la lista de materiales (simple, compuesto(todos los datos), agrupados por afinidad y uso), por fechas, los precios, lo ejecutado, con apoyo de EXCEL se pueden importar archivos y datos y elaborar listas para solicitar materiales y establecer las compra (ver figura 10), donde están los materiales organizados en forma alfabética con sus definiciones ,características y especificaciones técnicas (especie de catálogo y diccionario), de igual forma se puede realizar con los equipos y la mano de obra además de lista de materiales, equipos, personas contratadas, agrupadas por cuadrillas, (ver figura 10).

Se presentan la lista de materiales, equipos y mano de obra requeridos para la ejecución de la etapa de estructura de la vivienda unifamiliar extraídos de los listados de la obra. Estos se elaboraron en MAPREX en función de la base de datos de REVIT y se importan a EXCEL, tal como se muestra en las tablas 4,5 y 6).

Tabla 4. Materiales.

Referencia	Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio
AGR018	Arena Lavada	m ³	15	5,00
AGR002	Alambre	-	-	5,00
AGR008	Zunchos	-	-	5,00
ACE035	Cabilla / Barra Lisa D=1/2" (0.9 Kg/M)	Kgf	-	5,00
PLOA83	Piedra picada	m ³	8	
CEM041	Cemento Gris Portland Saco 42.5 Kg #	sco	400	5,00

Fuente: Páez (2020).

Tabla 5. Equipos.

Referencia	Descripción	Precio	Depreciación
SUB003	Andamio Tubular De Un Cuerpo H= 2 Mt	1.950.000,00	0,01
SUB005	Andamios Para Montaje De Estructura Metálicas	2.067.000,00	0,01
VEH045	Camión Con Plataforma De Estacas F-350 (8 Cil.)	268.450.000,00	0,01
COP074	Camioneta Ford F-150	439.314.720,00	0,00
ALB075	Cepillo Albañilería Tipo Palustra, Mango Plástico	78.000,00	0,09
LIM007	Pico de albañil	22.100,00	0,01

Fuente: Páez (2020).

Continuación Tabla 5.

Referencia	Descripción	Precio	Depreciación
ALB067	Cepillo, Cuchara, Pala, Carretilla (Jgo)	2.600.000,00	0,04
ELE035	Multimetro Simpson / Medidor O Similar	5.980.000,00	0,04
ALB136	Nivel De 3 Burbujas 14" Stanley	247.000,00	0,01
ALB043	Nivel, Plomada, Escuadra Y Cinta Métrica	240.500,00	0,01
ALB081	Pala Con Cabo De Madera Bellota O Sim	208.000,00	0,03
ALB027	Pala Nacional Con Cabo De Madera	206.700,00	0,03
ALB080	Piqueta	208.000,00	0,03
SUB017	Winche Cabrestante Con Motor Eléctrico	247.000,00	1,00
GMV014	Winche Cabrestante Con Motor Eléctrico	7.800.000,00	0,00
DEM008	Cinzel Plano 1"	85.800,00	0,05
MED001	Cinta Métrica 3 Mts Metálica O Similar	46.800,00	0,01
HER066	Cortadora de Cabilla Hasta D=7/8" Manual	130.000,00	1,00
COM002	Equipo Básico Para Albañil	120.289,40	1,00
ALB173	Equipo De Albañilería	78.000,00	1,00
CAR019	Equipo Mediano De Carpintería	18.200,00	1,00
CON037	Equipo Menor De Vaciado De Concreto	39.000,00	1,00
GMV011	Equipos Varios De Albañilería	1.300.000,00	0,01
HER022	Madera para encofrado	143.000,00	1,00
SUB013	Escalera Exterior Extensible 20'/6 Mts	26.000,00	1,00
SUB020	Escalera Metálica De 7 Tramos	419.900,00	0,01
ALB138	Escuadra Metálica Aluminio Marca Espn (60x40cm)	195.000,00	0,01
CON016	Mezcladora P/Concreto Cap=0,75 M3 30 Hp (Diesel)	110.937.580,00	0,01

Fuente: Páez (2020).

Tabla 6. Mano de obra.

Referencia	Descripción	Jornal	Bono
19-2.2	Albañil de 1ra -N5	5.488,00	833,33
11-2.1	Albañil de 2da -N3	4.662,00	833,33
1-1.2	Ayudante - Tabulador Construcción -N2	4.484,00	833,33
19-2.5	Carpintero de 1ra -N5	5.488,00	833,33
8-3.5	Chofer de 2da (De 3 A 8 Ton) -N4	5.016,00	833,33
7-3.4	Chofer de 3ra (Hasta 3 Ton) -N3	4.662,00	833,33
11-228	Güincherero -N3	4.662,00	833,33
22-2.6	Maestro Carpintero de 2da -N6	5.546,00	833,33
25-227	Maestro de Obra de 1ra -N9	6.608,00	833,33
24-226	Maestro de Obra de 2da -N7	5.842,00	833,33
19-7.5	Montador -N5	5.488,00	833,33
1-1.1	Obrero de 1ra -N1	4.130,00	833,33

Fuente: Páez (2020).

3.5.-Evaluación para calificar personal obrero

Se hace mención de tan importante punto, ya que el buen uso del personal en el área, la administración de su capacidad, redundará en la distribución y ahorro del tiempo para la ejecución de la obra. Se debe tener en cuenta que cada trabajador tiene su especialidad, por tal razón se debe ubicar en el área específica en la cual aportará sus conocimientos y esfuerzos. Se debe llevar un registro del desempeño de cada grupo de trabajadores según su área de trabajo. Mediante el programa Maprex en su opción mano de obra (ver figura 11), se lleva un control de la mano de obra, se pueden generar listado de mano de obra contratada simple o agrupadas por cuadrillas,

el control de pagos de sueldos y se pueden crear planillas para evaluaciones en Excel en articulación con Maprex (opciones marcado en rojo).



Figura 11. Personal en obra.

Fuente: Datalaing (2018).

3.6.-Control de inventarios

Es de suma importante para un gerente en construcción de obras civiles tener un eficiente almacenista para tener control de entrada y salida de los materiales del almacén. Este aspecto constituye el manejo de los inventarios, tener conocimiento de la existencia de los materiales con la que se cuenta y proceder a la reposición de los mismos según la planificación del desarrollo de la obra. Asimismo, manejar la documentación que se genera de este proceso. La metodología BIM nos facilita el manejo de inventario al realizar las mediciones de las actividades ejecutadas en campo arroja el material utilizado, esta información es importada desde la aplicación MAPREX y se lleva en forma secuencial el control de inventario, en caso de requerir impresión , se importa desde Excel la información para generar informes impresos.. Los materiales utilizados deben ser cargado diario, para mejor control.

INVENTARIO							
CODIGO	DESCRIPCION	ENTRADA	SALIDA	DISPONIBLE	EXISTENCIA	PRECIO ACT	PRECIO ANT
1	ABRAZADERA 3/4	4	0	4	0		
2	ARANDELAS PLANAS 1/4 ZINC	0	0	136	136		
3	ARANDELAS PLANAS 1/4 HN	0	0	72	72		

ENTRADA			
CODIGO	DESCRIPCION	FECHA	CANTIDAD
20	BROCHA 2''	24/02/2020	2
21	BROCHA DE 3''	22/01/2020	2

SALIDA			
CODIGO	DESCRIPCION	FECHA	CANTIDAD
	#N/A	24/02/2020	100

Figura 12. Control de inventarios.

Fuente: Páez (2020).

3.7.- Planificación y desarrollo de actividades para la ejecución de obra

Posterior a la obtención de la información requerida, bajo la metodología BIM, analizado los materiales, equipo, evaluación de los trabajadores para la ejecución de la estructura de la vivienda en estudio. Se procede a realizar la planificación de las actividades día a día para cumplir con la fecha de entrega. (ver tabla 7).

Tabla 7. Cronograma de ejecución.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN						
OBRA: EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE 01 VIVIENDAS UNIFAMILIAR DE 64 M2.						
Actividades	Duración	Sem1	Sem2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
REPLANTEO GENERAL	5 días					
EXCAVACIÓN	4 días					
COLOCACIÓN DE EMPARRILLADO	4 día					
COLOCACIÓN ACERO EN COLUMNA	4 día					
ENCOFRADO CON MADERA	5 días					
VACIADO DE CONCRETO	6 días					

Fuente: Páez (2020).

El gerente de obra se reúne con el Ingeniero Residente para darle los lineamiento para la ejecución de la obra, el cual le solicita mediciones de manera diaria para entregarle la información al BIM manager para que vaya cargando al modelado BIM, para poder generar las valuaciones los días viernes y ser entregado al ente contratante.

3.8. Medición de avance de obra y preparación de valuaciones

3.8.1. Medición de avance de obra

En el desarrollo de la obra, se deben realizar mediciones en el campo para ubicar el nivel de avance de la misma. Utilizando la metodología BIM, mediante el apoyo de los programas MAPREX Y EXCEL. En MAPREX entrando a la opción presupuesto en sus herramientas, la ventana que se despliegan aparece las herramientas mediciones de obra (ver figura 13) que permite incorporar los datos de las mediciones realizadas en diferentes aspectos y su organización en archivos de Excel además de elaboración del registro fotográfico de toda la obra.

3.8.2. Preparación de Valuaciones

Se refiere a la certificación, revisión, medición y valoración de la obra ejecutada en un lapso determinado, conforme las valuaciones y medición, en los formatos indicados para ello. Esta relación debe estar acompañada de los soportes técnicos que la sustenten o planillas de medición. La metodología BIM facilita la realización de valuaciones (valoraciones) de distintos aspectos de la obra sobre la base de datos que posee en cuanto a los elementos que conforman la estructura que se construye. La metodología BIM es más confiable dado que al verificar lo ejecutado lo registro en el sistema, el mismo si hay alguna modificación lo registra, sirva las valuaciones para solicitar pago al ende contratado.

Mediante el programa MAPREX, en su opción valuaciones, se despliegan herramientas que indican que se desea hacer, se selecciona el aspecto de la obra que se le realizará la valuación, o si es al total de la obra y se generan cuadros en el ambiente Excel mostrando las respectivas valoraciones utilizando los datos importados de REVIT. Usando la aplicación MAPREX y cargando las mediciones podemos genera las valuaciones, cuadro de avance y cuadro de cierre de obra.

N°	Ref. Control	Referencia	Código	Unidad	Cantidad	Precio Uniq. Calculado (M2)
1	0000V	EAP04	E4013003	m2	496.20	18
2	0000V	EAP06	E4013003	m2	789.89	13
3	0000V	EAP01	E4013013	m2	546.75	14
4	0000V	EAP02	E4013023	m2	1 575.45	14
5	0000V	EAP03	E4013033	m2	989.80	13
6	0000V	EAP03	E4033003	m2	2 496.00	19
7	0000V	EAP20	E4033003	m2	1 485.76	8
8	0000V	EPH1	E4033003	m2	4 573.89	17
9	0000V	EPH2	E4033003	m2	4 673.89	17
10	0000V	EPH3	E4033003	m2	2 457.87	15

Valor	Total Espacios	T. Espacios	Total Mano de Obra	T. Mano de Obra	Cant.
2 000.00	4.95	3 427.00	90.51	50 716.4	
3 039.00	3.56	2 627.00	91.37	52 349.0	
3 812.4	3.83	3 138.00	71.12	60 297.0	
3 475.00	3.47	3 044.00	66.34	56 659.4	
3 157.8	3.84	2 962.00	61.64	53 030.0	
7 030.00	2.40	2 874.00	46.23	52 509.0	
3 100.00	2.90	3 808.00	37.11	52 969.0	
2 700.00	1.87	2 116.00	46.10	52 170.0	
3 878.00	1.87	1 800.00	59.81	62 793.0	
3 820.00	10.75	6 715.00	70.80	57 340.0	
Total Presupuesto					2 575 303.30
Total IVA					349 061.84
Total General					3 320 439.20

Figura 15. Valuaciones.

Fuente: Páez (2020).

Teniendo ya el personal calificado, control de inventario, cronograma de actividades, cómputos métricos, equipo, Ingeniero Residente informado del manejo de la obra. Le damos inicio a la ejecución de la obra el día 06/01/2020, como dice el acta de inicio. Cabe destacar que la obra de la estructura de la vivienda en estudio no esta ejecutada por lo que las imágenes de su ejecución fueron tomadas de la web.

3.8.3.-Semana 1

3.8.3.1.- Replanteo general

Es el proceso de definir y medir en un terreno las dimensiones de la obra donde se realizará la construcción. Se traza la forma del perímetro de la obra y se señalan los ejes y contornos donde se debe situar la cimentación: los muros, zapatas, losas, columnas. Es trasladar al terreno la planta de los planos del proyecto, es así lo primero que se debe trazar para proceder a las excavaciones. Se visualiza el proceso en la figura 16).

3.8.3.2. Mediciones N°1.

OBRA :	EJECUCION DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR						
CONTRATO N°	2209-2020						
FECHA :	06/01/2020	AL	09/01/2020				
ACTIVIDAD:	SEMANA N° 1						
	PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	LUNES	MARTE	MIERCOLES	JUEVES
	1	REPLANTEO GENERAL	m2	16M2	16M2	16M2	16M2
	2	EXCAVACION	m3				
	3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza				
	4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza				
	5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA				
	6	VACIADO DE CONCRETO	m3				
	GERENTE DE OBRA						
	ING. PEDRO LOPEZ						
	C.I						
	C.I.V	FIRMA					

Figura 16. Mediciones N° 1.

Fuente: Páez (2020).



Figura 17. Replanteo general.

Fuente: Páez (2020).

3.8.3.3. Valuación

Se realizan las valuaciones todos los viernes para saber si en el lapso de tiempo programado se cumplió con la planificación (ver figura 18). Las misma se hacen en MAPREX se carga las mediciones y exportamos a Excel.

VALUACION		FECHA					HOJA:	1/1
							PERIODO DE VALUACIÓN	
							DESDE	HASTA
1		19/01/2020					05/01/2020	08/01/2020
DATOS DEL CONTRATO								
N° DE CONTRATO		FECHA		DURACION DEL CONTRATO	FECHA DE ACTA DE INICIO			
2209-2020		19/01/2020		1 MES	05/01/2020			
GERENTE DE OBRA				OBJETO DEL CONTRATO				
ING. PEDRO LOPEZ				EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 64M2				
LOCALIDAD	MUNICIPIO	ESTADO						
VALLE DE LA PASCUA	JOSE FELIX RIBAS	GUARICO						
VALUACIÓN								
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	MANO DE OBRA		
1	REPLANTEO GENERAL	m2	64m2	Pico, pala, carretilla	cal	3 obreros		
2	EXCAVACION	m3	X					
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza	X					
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza	X					
5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA						
6	VACIADO DE CONCRETO	m3	X					
GERENTE DE OBRA				INGENIERO RESIDENTE				
ING. PEDRO LOPEZ				ING. ANA PEREZ				
C.I.V.-		FIRMA		C.I.V.-		FIRMA		
CIV.:				CIV.:				

Figura 18. Valuación N° 1.

Fuente: Páez (2020).

Se observa, en la figura para en función de la tabla de valuaciones saber si lo programado se cumplió. En esta semana no damos cuenta que se tenía que replantear 64 m², los cuales se hicieron en su totalidad ver la tabla de valuaciones.

3.8.4.-Semana 2

3841. Excavaciones

La excavación es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto y por medios manuales, utilizando pico y palas, o en forma mecánica con excavadoras, y cuyo objeto consiste en alcanzar el plano de arranque de la edificación, es decir las cimentaciones (ver figura 19). En caso de estar retrasado, se hace una reprogramación del cronograma, y se deben aplicar técnicas para compensar el retraso mediante el ingreso de personal adicional o llamando a hora extras con mejor bonificación para cumplir con la fecha de culminación.



Figura 19. Excavación.

Fuente: Alario (2018).

3842. Mediciones N° 2.

OBRA :	EJECUCION DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR						
CONTRATO N°	2209-2020						
FECHA :	13/01/2020	AL	16/01/2020				
ACTIVIDAD:	SEMANA N° 1						
	PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	LUNES	MARTE	MIERCOLES	JUEVES
	1	REPLANTEO GENERAL	m2	16m2	16m2	16m2	16m2
	2	EXCAVACION	m3	22.5m3	22.5m3	22.5m3	22.5m3
	3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza				
	4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza				
	5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA				
	6	VACIADO DE CONCRETO	m3				
	GERENTE DE OBRA						
	ING. PEDRO LOPEZ						
	C.I						
	C.I.V FIRMA						

Figura 20. Mediciones N°2.

Fuente Páez (2020).

3843. Valuación

Se realizan valuaciones todos los viernes para saber si en el lapso de tiempo programado se cumplió con la planificación. Dichas valuaciones deben ser entregadas al ente contratante. Las misma se hacen en MAPREX se carga las mediciones y exportamos a Excel.

						HOJA:	1/1
						PERÍODO DE VALUACIÓN	
VALUACION	FECHA					DESDE	HASTA
2	17/01/2020					13/01/2020	16/01/2020
DATOS DEL CONTRATO							
N° DE CONTRATO			FECHA		DURACIÓN DEL CONTRATO	FECHA DE ACTA DE INICIO	
2209-2020			17/01/2020		1 MES	05/01/2020	
GERENTE DE OBRA					OBJETO DEL CONTRATO		
ING. PEDRO LOPEZ					EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 64M2		
LOCALIDAD	MUNICIPIO		ESTADO				
VALLE DE LA PASCUA	JOSE FELIX RIBAS		GUARICO				
VALUACIÓN							
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	Mano de obra	
1	REPLANTEO GENERAL	<i>m2</i>					
2	EXCAVACION	<i>m3</i>	90,00	Pico, Pala.	xxx	4 obrero	
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	<i>pza</i>					
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	<i>pza</i>					
5	ENCOFRADO CON MADERA	<i>PZA</i>					
6	VACIADO DE CONCRETO	<i>m3</i>					
GERENTE DE OBRA				INGENIERO RESIDENTE			
ING. Pedro Lopez				ING.			
C.I.V-		FIRMA		C.I.V-		FIRMA	
CIV.:				CIV.:			

Figura 21. Valuación N° 2.

Fuente Páez (2020).

3.8.5. Semana 3

3.8.5.1. Emparrillado

Conjunto de barras de acero dispuestas en un plano en dos direcciones cruzadas entre sí perpendicularmente, que se utilizan como armadura en una pieza de hormigón. Es un tipo de cimentación formada por un conjunto de vigas dispuestas en dos direcciones perpendiculares. (Ver figura 22).



Figura 22. Emparrillado.

Fuente: Alario (2018).

3.8.5.2. Mediciones N°3

Se realizan mediciones diarias, de modo ir verificado el cronograma de ejecución y ver el cumplimiento de las actividades, ya que esta información debe ser cargada en MAPREX para las valuaciones.

OBRA :	EJECUCION DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR						
CONTRATO N°	2209-2020						
FECHA :	13/01/2020	AL	16/01/2020				
ACTIVIDAD:	SEMANA N° 1						
	PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	LUNES	MARTE	MIERCOLES	JUEVES
	1	REPLANTEO GENERAL	m2				
	2	EXCAVACION	m3				
	3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza	3	3	2	2
	4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza				
	5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA				
	6	VACIADO DE CONCRETO	m3				
	GERENTE DE OBRA						
	ING. PEDRO LOPEZ						
	C.I						
	C.I.V FIRMA						

Figura 23. Mediciones N° 3.

Fuente: Páez (2020).

3.8.5.3. Valuación

Se realizan valuaciones para el control y avance de la ejecución de la obra y el cumplimiento del cronograma planificado. Se genera las valuaciones de las partidas ejecutadas, en función de esto, se percibe cuanto se ha ejecutado de la obra, si la cantidad de personal fue suficiente para ir en los tiempos planificado, de no estar bien en los tiempos de culminación se realiza una reprogramación, se introducen los ajustes en el cronograma establecido.

						HOJA:	1/1
						PERÍODO DE VALUACIÓN	
VALUACION	FECHA					DESDE	HASTA
3	24/01/2020					20/01/2020	23/01/2020
DATOS DEL CONTRATO							
N° DE CONTRATO			FECHA		DURACIÓN DEL CONTRATO	FECHA DE ACTA DE INICIO	
2209-2020			24/01/2020		1 MES	05/01/2020	
GERENTE DE OBRA					OBJETO DEL CONTRATO		
ING. PEDRO LOPEZ					EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 64M2		
LOCALIDAD	MUNICIPIO	ESTADO					
VALLE DE LA PASCUA	JOSE FELIX RIBAS	GUARICO					
VALUACIÓN							
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	MANO DE OBRA	
1	REPLANTEO GENERAL	m2					
2	EXCAVACION	m3					
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza	8,00	tenaza	cabilla, zunchos alambre	4 obreros	
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza					
5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA					
6	VACIADO DE CONCRETO	m3					
GERENTE DE OBRA				INGENIERO RESIDENTE			
ING. PEDRO LOPEZ				ING. ANA PEREZ			
C.I.V- 19.929.084		FIRMA		C.I.V- 19.929.084		FIRMA	
CIV.: 270.441				CIV.: 270.441			

Figura 24. Valuación N° 3.

Fuente Páez (2020).

Nota: El avance de obra se está desarrollando en función de cronograma realizado.

3.8.6. Semana 4

3.8.6.1. Colocación de acero en columna

Los planos de estructuras especificarán las medidas de los cortes y de los doblados de las barras de acero. Todo refuerzo de acero deberá doblarse en frío, respetando el diámetro mínimo de doblado para no causar fisuras en la barra. Deberá cortarse con sierra o también con cizalla. Luego de haber cortado y doblado las barras de acero, deberá verificarse que las medidas estén de acuerdo a las especificaciones

que figuran en el plano de estructura. Se colocará la columna armada al interior de la zanja, apoyándola sobre unos dados de concreto. No deberá usarse piedras, desechos u otro material frágil en vez de estos dados, ya que al resbalarse o romperse la armadura, quedará desnivelada. Para fijar la columna de forma vertical, se le amarrará unos barros de madera apoyados en el suelo (ver figura 25).



Figura 25. Colocación de acero en columna.

Fuente: Alario (2018).

3.8.6.2. Mediciones N°4

OBRA :	EJECUCION DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR							
CONTRATO N°	2209-2020							
FECHA :	27/01/2020	AL	30/01/2020					
ACTIVIDAD:	SEMANA N° 1							
	PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	LUNES	MARTE	MIERCOLES	JUEVES	
	1	REPLANTEO GENERAL	m2					
	2	EXCAVACION	m3					
	3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza					
	4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza	3	3	2	2	
	5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA					
	6	VACIADO DE CONCRETO	m3					
	GERENTE DE OBRA							
	ING. PEDRO LOPEZ							
	C.I							
	C.I.V	FIRMA						

Figura 26. Mediciones N°4.

Fuente Páez (2020).

3.8.6.3. Valuación N° 4

						HOJA:	1/1
						PERIODO DE VALUACIÓN	
VALUACION	FECHA					DESDE	HASTA
4	31/01/2020					27/01/2020	30/01/2020
DATOS DEL CONTRATO							
N° DE CONTRATO			FECHA		DURACIÓN DEL CONTRATO	FECHA DE ACTA DE INICIO	
2209-2020			31/01/2020		1 MES	05/01/2020	
GERENTE DE OBRA					OBJETO DEL CONTRATO		
ING. PEDRO LOPEZ					EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 64M2		
LOCALIDAD	MUNICIPIO	ESTADO					
VALLE DE LA PASCUA	JOSE FELIX RIBAS	GUARICO					
VALUACIÓN							
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	MANO DE OBRA	
1	REPLANTEO GENERAL	m2	64m2				
2	EXCAVACION	m3	4				
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza	10				
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza	8	Tenaza	cabilla, zunchos alambre	2 cabillero	
5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA	45				
6	VACIADO DE CONCRETO	m3	6,96				
GERENTE DE OBRA				INGENIERO RESIDENTE			
ING. PEDRO LOPEZ				ING.			
C.I.V-				FIRMA		C.I.V-	
CIV.:				FIRMA		CIV.:	

Figura 27. Valuación N°4.

Fuente Páez (2020).

Nota: Observando la valuación, se evidencia que se va cumpliendo lo planificado en el cronograma.

3.8.7. Elaboración de Cuadro de avance

Se verifica el presupuesto con todo lo ejecutado, debe cumplir en cuanto a materiales utilizados y calidad. El correcto control de la obra, es parte importante debido a que, con este seguimiento de avance de las actividades, se tienen que ir revisando y en su caso, reprogramando cada una de ellas para que se logren alcanzar los objetivos planteados en la planificación en cuanto a la estructura de la vivienda unifamiliar de 64 m².

El avance de una obra según el programa, se tiene que ir cumpliendo según las metas propuestas de entrega y desempeño. Si se cayera en algún atraso, el gerente deberá tomar acciones pero que no afecte el presupuesto establecido inicialmente debido a que la obra en general fue programado con un determinado costo, calidad y tiempo.

Por tal motivo, para el control del desarrollo de la obra, es necesario determinar con precisión tanto el avance de cada una de las actividades como el que corresponde a la obra total. Una forma efectiva de control es el uso de cuadros, gráficas que permiten vigilar visualmente el desarrollo de las actividades (ver figura 28).

Es muy importante llevar al día los cuadros de avance de obra ejecutada diariamente, para tener idea clara de cómo se ha avanzado en función del tiempo de ejecución según cronogramas y en la cantidad de obra ejecutada. En función de la programación y el desarrollo de la obra, a través de las herramientas de la metodología BIM, en este caso la aplicación PROJECT, el gerente de la obra puede para obtener el cuadro de avance, en función de este puede obtener la curva de avance y la curva de de comparación entre lo programado (línea base) y el avance obtenido.

CUADRO DE AVANCE							
OBRA :		EJECUCION DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR					
CONTRATO N°		2209-2020					
FECHA :		06/01/2020	AL	07/02/2020			
ACTIVIDAD:							
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SEMANA (01)	SEMANA (02)	SEMANA (03)	SEMANA (04)	SEMANA (05)
1	REPLANTEO GENERAL	m2	cumplido				
2	EXCAVACION	m3		cumplido			
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza			cumplido		
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza				cumplido	
5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA					
6	VACIADO DE CONCRETO	m3					
GERENTE DE OBRA				ENTE CONTRATANTE			
ING. Pedro Lopez				ING.			
C.I.V-		FIRMA		C.I.V-		FIRMA	
CIV.:				CIV.:			

Figura 28. Cuadro de avance.

Fuente Páez (2020).

Nota: Evaluado el cuadro de avance (ver figura 28) del cuadro de avance, se evidencia que vamos que se debe apresurar el ritmo para dar cumplimiento a la fecha de entrega de obra. Por lo cual las actividades de encofrado y vaciado de concreto, se ejecutaron de manera paralelo, las estrategias para la realización fue ingresar 2 trabajadores a la obra para obtener mayor rendimiento. Llevando la misma dinámica, tomando mediciones diarias, para poder elaborar las valuaciones correspondientes del día viernes.

3.8.8 Semana 5

3.8.8.1. Encofrado de madera

Se entiende por encofrado las formas volumétricas que se confeccionan para dar la configuración final del concreto, que sea capaz de soportar con total seguridad todas las cargas verticales, los esfuerzos horizontales y la ejecución de vertido y vibrado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista. Éstos servirán de molde durante el vaciado del concreto, dándole las formas y las dimensiones que se especifican en los planos. En este caso, se utilizaron, los encofrados de madera, los cuales son moldes en los que se realiza el vaciado (ver figura 29).

3.8.8.2. Vaciado de concreto

El vaciado del concreto debe hacerse de manera continua hasta terminar (ver figura 30). Mientras se vacía se debe asegurar la distribución uniforme dentro del encofrado o molde de madera, evitando las zonas vacías. Esto es posible con la vibración del concreto que se realiza con una varilla motorizada o manualmente con un martillo. Al día siguiente de vaciar la columna se hará el desencofrado o el retiro del molde de madera e inmediatamente el curado. Esto significa mojar la columna o columnas con una manguera de agua apenas se haya retirado el molde (ver figura 30).



Figura 29. Encofrado de madera.

Fuente: Iturria (2019).



Figura 30. Vaciado de concreto.

Fuente: Quintana (2019).

3.8.8.3. Mediciones N°5

OBRA :	EJECUCION DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR						
CONTRATO N°	2209-2020						
FECHA :	03/01/2020	AL	06/01/2020				
ACTIVIDAD:	SEMANA N° 1						
	PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	LUNES	MARTE	MIERCOLES	JUEVES
	1	REPLANTEO GENERAL	m2				
	2	EXCAVACION	m3				
	3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza				
	4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza				
	5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA	10,00	10	10	10,00
	6	VACIADO DE CONCRETO	m3	1.74	1.74	1.74	1.74
	GERENTE DE OBRA						
	ING. PEDRO LOPEZ						
	C.I						
	C.I.V	FIRMA					

Figura 31. Mediciones N° 5.

Fuente: Páez (2020).

3.8.8.4. Valuación N°5.

						HOJA:	1/1
						PERÍODO DE VALUACIÓN	
VALUACION	FECHA					DESDE	HASTA
5	07/02/2020					03/02/2020	06/02/2020
DATOS DEL CONTRATO							
N° DE CONTRATO			FECHA		DURACIÓN DEL CONTRATO	FECHA DE ACTA DE INICIO	
2209-2020			07/02/2020		1 MES	05/01/2020	
GERENTE DE OBRA					OBJETO DEL CONTRATO		
ING. PEDRO LOPEZ					EJECUCION DE LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 64M2		
LOCALIDAD	MUNICIPIO	ESTADO					
VALLE DE LA PASCUA	JOSE FELIX RIBAS	GUARICO					
VALUACIÓN							
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	MANO DE OBRA	
1	REPLANTEO GENERAL	m2					
2	EXCAVACION	m3					
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	pza					
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	pza	2,00	tenaza	cabilla, zunchos alambre	2 cabillero	
5	ENCOFRADO CON MADERA	PZA	4,00	martillo, madera	clavo, alambre	2 obreros	
6	VACIADO DE CONCRETO	m3	6.96	trompo	cemento, arena, piedra	5 obreros	
GERENTE DE OBRA				ENTE CONTRATANTE			
ING. DIANEIRIS ROJAS				ING. DIANEIRIS ROJAS			
C.I.V- 19.929.084		FIRMA		C.I.V- 19.929.084		FIRMA	
CIV.: 270.441				CIV.: 270.441			

Figura 32. Valuación N°5.

Fuente: Páez (2020).

Nota: La entrega de la obra estaba planificada para el día 06/02/2020, como dice mi acta de inicio, problemática en el concreto la obra demoro un día más. La misma fue culminada el día 07/02/2020.

3.8.8.5. Estructura terminada

Se tiene armado el conjunto de elementos, unidos, ensamblados o conectados entre sí, que tienen la función de recibir cargas, soportar esfuerzos y transmitir esas cargas al suelo, garantizando así la función estático - resistente de la construcción. Corresponde a todos los elementos estructurales de la vivienda unifamiliar.



Figura 33. Estructura terminada.

Fuente: Alario (2018).

8.-Cierre de obra

Nota: Una vez culminado todo lo planificado, con apoyo de MAPREX se genera el cuadro de cierre de obra.

Nº	Fol. Capital	Referencia	Codigo	Unidad	Cantidad	Precio Unidad Calculado MAP
1	0000Y	EAP04	E4070000	m2	495,28	118
2	0000Y	EAP05	E4070000	m2	705,08	120
3	0000Y	EAP02	E4070000	m2	945,78	140
4	0000Y	EAP02	E4070000	m2	1.670,45	140
5	0000Y	EAP08	ES4C	m2	889,91	130
6	0000Y	EAP03	E4020000	m2	1.496,88	110
7	0000Y	EAP08	ES4C	m2	2.589,76	60
8	0000Y	EPS1	E4020000	m2	4.871,08	110
9	0000Y	EPS1	E4020000	m2	4.871,08	110
10	0000Y	EPS1	E4020000	m2	3.457,91	130
11						

Descripción	m2	Total Capital	% Equipos	Total Mano de Obra	% Mano de Obra	Costo
Costo Presupuesto en Hoja de Cálculo (Fórmula de Inversión)	3.380	4,95	3.476	38,51	58,704	
Costo Presupuesto con Capital en Hoja de Cálculo	3.028	3,56	3.028	33,37	52,343	
Costo Presupuesto en Hoja de Cálculo	5.0724	3,69	3.036	71,12	58,2610	
Costo Presupuesto en Hoja de Cálculo	5.3475	3,43	3.040	56,04	58,604	
Presupuesto con Materiales, Equipos y Mano de Obra	11.876	3,84	3.820	61,84	58,836	
Presupuesto con Materiales, Equipos y Mano de Obra	10.281	2,46	2.614	48,23	53,285	
Presupuesto con Materiales, Equipos y Mano de Obra	11.881	2,80	3.933	27,11	52,896	
Costo Hoja de Medición en Hoja de Cálculo	5.181	1,87	2.163	48,10	52.1729	
Costo Hoja de Medición en Hoja de Cálculo	5.4728	1,87	1.803	53,91	57.7036	
Costo Hoja de Medición en Hoja de Cálculo	3.001	13,76	8.754	70,80	57.1405	
Costo Hoja de Medición en Hoja de Cálculo						
Costo Hoja de Medición en Hoja de Cálculo						
Costos de Inversión (Costo Inverso Pa Pintar)						
Costos de Inversión (Costo Directo Pa Pintar)						
Costos de Inversión Global (Costo Directo del Presupuesto Global)						
Costos de Inversión Global (Costo Inverso del Presupuesto Global)						
Estimación de Costo Directo (Forma Predefinida para Empresas Mecánicas)						
Total Presupuesto						2.075.305,36
Total IVA						385.843,94
Total General						2.029.459,20

Figura 34. Modelo de cuadro de cierre.

Fuente: Páez (2020).

Nota: En la ejecución de la estructura de la casa unifamiliar, se llevó a cabo de acuerdo a lo planificado, sólo se presentó un atraso de un (1) solo día de la mencionada estructura, como nos indica en la figura 35 (cuadro de cierre).

						PERÍODO DE VALUACIÓN	
NÚMERO	FECHA					DESDE	HASTA
1	07/02/2020					06/01/2020	07/02/2020
DATOS DEL CONTRATO							
N° DE CONTRATO				DURACIÓN DEL CONTRATO	FECHA DE ACTA DE INICIO		
2209-2020				4 MESES	16/06/2017		
GERENTE TECNICO				OBJETO DEL CONTRATO			
ING. PEDRO LOPEZ							
LOCALIDAD	MUNICIPIO						
VALLE DE LA PASCUA	JOSE FELIX RIBAS						
CUADRO DE CIERRE DE OBRA							
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	OBRA EJECUTADA				
			SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 05
1	REPLANTEO GENERAL	VIVIENDA					
2	EXCAVACION	VIVIENDA					
3	COLOCACION DE EMPARRILLADO	VIVIENDA					
4	COLOCACION ACERO EN COLUMNA	VIVIENDA					
5	ENCOFRADO CON MADERA	VIVIENDA					
6	VACIADO DE CONCRETO	VIVIENDA					

Figura 35. Cuadro de cierre.

Fuente: Páez (2020).

Cabe hacer mención, que la obra del caso de estudio, no generó obra extra o disminución, si esto hubiera ocurrido mediante la metodología BIM con solo registrar todo lo recopilado en el campo de trabajo al modelo parametrizado, se generan modificaciones del mismo, actualizando el presupuesto, la planificación, material, mano de obra y equipo. Se cuenta con toda la información de la obra, desde el inicio, desarrollo y finalización de la obra, lo que permite generar informes de los distintos


aspectos involucrados, cuadros comparativos, utilizando los diferentes programas MAPREX, PROJECT, EXCEL Y WORD. E imprimir los soportes que se requieran para la entrega formal de lo construido al cliente.

El cierre de obra justifica lo ejecutado en campo, en el mismo se contempla de tener mayor obra ejecutada o disminución esto influye en el presupuesto y cantidad de pago a obtener el contratista. Mediante el programa MAPREX en su opción presupuesto, aparece lo relacionado al cierre de la obra, se puede exportar datos a EXCEL Para realizar el cuadro de cierre se debe evaluar el presupuesto por partida e ir verificado lo ejecutado en campo, así poder saber cuál fue partida de aumento, disminución o obra extra, es importante el buen estudio del punto para poder pagar o percibir lo ejecutado en campo.


3.8.8.6. Entrega de la obra

Se entrega la obra mediante el acta final de obra, la cual es el documento técnico que certifica que se han ejecutado y acabado las obras y construcciones de acuerdo con el proyecto y las licencias previamente otorgadas.

ESTADO GURICO- MUNICIPIO JOSE FELIX RIBAS.
Sres.: Ing, Ana Pérez
De: Pedro López
Objeto: Ejecución de la estructura de una vivienda unifamiliar de 64m2 ubicada en estado Guánico Municipio José Félix Ribas.
Asunto: Informe de culminación de obra
Fecha: 07/02/2020
Mediante la presente me dirijo a usted para saludarla muy cordialmente y a la vez hacerle llegar a su despacho el informe de culminación de la obra con nro. de contrato: 2209-2020, cumpliendo con el 100% de las partidas contemplada en el presupuesto, bajo las condiciones antes contratada.
Sin otro en particular me despido, aprovechado esta oportunidad para expresarle la muestra de mi mayor consideración y estima.



Ing, Ana Pérez
Contratista



Ing, Pedro López
Gerente de Obra

Figura 36. Acta de cierre de la obra.

Fuente: Páez (2020).

REFERENCIAS

- Aguado, Fernando. (1987). **Introducción a la Construcción**. La Habana: Pueblo y Educación.
- Alario, Enrique. (2018). **Ejecución de Obra**. [Documento en línea]. Consultado el 18 de febrero de 2020, de <https://enriquealario.com/ejecucion-de-cimentaciones-superficiales/>
- Almonacid, Navarro y Rodas Isabel (2015). **Propuesta metodológica para la implementación de la tecnología BIM en la empresa Constructora e Inmobiliaria J Proyecta**. [Documento en línea]. Consultado el 18 de febrero de 2020, de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/617477>
- BIM Fórum Chile (2016). **BIM en el mundo**. [Documento en línea]. Consultado el 18 de febrero de 2020, de www.bimforum.cl > 2016/10/17 > [bim-en-el-mundo](http://www.bimforum.cl/2016/10/17/bim-en-el-mundo).
- Bisquerra, Rafael. (2000). **Metodología de la investigación educativa**. [Documento en línea]. Consultado el 18 de febrero de 2020, de www.academia.edu > METODOLOGÍA_DE_LA_INVESTIGACIÓN.
- Chacón Daniel y Cuervo Génesis. (2017). **Implementación de la metodología BIM para elaboración de proyectos mediante el software REVIT**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6952/dchacon.pdf?sequence=3>
- Curso BIM**. (s.f). [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=jeMkAUBA9Ss>
- Datalaing. (2019). **Dimisiones BIM**. [Documento en línea]. Consultado el 10 de febrero de 2020, de <https://datalaing.com/site/nuestros-productos/publicaciones/>
- Dtalaing (2018). **MAPREX**. [Documento en línea]. Consultado el 14 de mayo de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=jeMkAUBA9Ss>
- De Freitas, Dayana. (2019). **Implementación de la Metodología Building Information Modeling (BIM) en movimientos de tierra. Caso: Universidad Monte Ávila- Caicaguana**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://atcpuntocurso.com/wp-content/uploads/2019/11/Tesis-De-Freitas-T-DayanaN-TomaFinal.pdf>

- Garnica, Andrea (2018). **Diseño de metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando la herramienta Building Information Modeling (BIM). Caso: vivienda unifamiliar.** [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de atcpuntocurso.com.
- Germanm, Yonatan. (2017). Demostración de obra de BIM.. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=HhfIYf9bac>
- Giordani, Carlos y Leone, Dniel. (2015). **Estructuras.** [Documento en línea]. Consultado el 31 de marzo de 2020, de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Estructura.pdf
- González, José (2017). **BIM en el mundo. Implantación de la nueva metodología en el sector de la arquitectura.** [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <http://arquitecturayempresa.es/noticia/bim-en-el-mundo-implantacion-de-la-nueva-metodologia-en-el-sector-de-la-arquitectura>.
- Hernández Roberto, Fernández Carlos y Baptista Pilar. (2010). **Metodología de la Investigación.** México: Mc Graw Hill.
- Hernández, Susana. (2018). **Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República.** [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de
- Hurtado, Jackeline. (2000). **El proyecto de investigación. Metodología de la investigación Holística.** Caracas: Ediciones Quirón, Sypal.
- Hurtado, Daniel. (2015). Project. [Documento en línea]. Consultado el 19 de febrero de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=yKWFMgurUnU&list=PLLniqWgyb4HHfk>.
- Iturria (2019). **Encofrado.** [Documento en línea]. Consultado el 20 de febrero de 2020, de <https://iturria.net/producto/tabla-tablero-encofrar/>
- Levin Richard y Rubin David. (1996). **Estadística para administración.** USA: University the Caroline North.
- MAPREX. (2018).** Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=HhfIYf9bac>

- Martínez M, Pesoa F y Custodio, L (2015). **Control y Ejecución de Proyectos**. Consultado el 20 de febrero de 2020, de <https://es.slideshare.net/fredpezoa12/control-y-ejecucin-proyectos>
- Mata, José. (2019). **Metodología BIM**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://leonardomata777.wordpress.com/2015/07/14/bim-building-information-modelling/>
- Merino, Andrés. (2011). **Instalaciones eléctricas en viviendas**. [Documento en línea]. Consultado el 31 de marzo 2020, de [arquitectosrp.com/archivo/download/CO VENIN%200200-1999%20Código%20Eléctrico%20Nacional .pdf](http://arquitectosrp.com/archivo/download/CO%20VENIN%20200200-1999%20Código%20Eléctrico%20Nacional.pdf)
- Misterio del Poder Popular para la Vivienda. (2019). Planos de vivienda unifamiliar. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <http://www.minci.gob.ve/1-229-casas-se-han-construido-en-monagas-en-lo-que-va-de-ano/>
- Navarro, José. (2008). **Movimientos de tierra**. Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/movimiento-de-tierra.pdf>
- Norma COVENIN 2000-2. (1999). **Sector construcción. Mediciones y codificación de partidas de estudio**. Proyectos y construcción. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2000-2-99.pdf>
- Project Management Institute, capítulo Venezuela**. (2015). PMI. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://www.pmivenezuela.org/pmi/que-es-pmi/>
- Palella, Santa y Martins, Feliberto. (2010). **Metodología de la investigación cuantitativa**. Caracas: FEDEUPEL.
- Plantillas Excel**. (s.f). [Documento en línea]. Consultado el 12 de febrero de 2020, de <https://www.xataka.com/basics/127-plantillas-excel-para-organizarlo-todo>
- PROJECT**. (s.f.). [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://microsoft-project-professional-2016.softonic.com/>
- Quintana, María. (2018). **Estudio comparativo del diseño, costo, producción y calidad del concreto dosificado in situ vs. pre-mezclado, para zonas accesibles de las ciudades de Puno y Juliaca, Perú**. [Documento en línea].

Consultado el 20 de febrero de 2020, de <https://docplayer.es/91968968-Universidad-nacional-del-altiplano.html>

Ramírez, Tulio. (2007). **Cómo hacer un proyecto de investigación**. Caracas: Panapo

Realia. (2019). Vivienda unifamiliar. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://www.realia.es/que-es-vivienda-unifamiliar>.

Reyes, Pablo. (2020). **Trabajas con las siete dimensiones de BIM?** [Documento en línea]. Consultado el 15 de febrero de 2020, de <https://www.teamnet.com.mx/blog/bim-7d-1>

Rodríguez, Alan. (2011). **Introducción al programa REVIT 2018**. Consultado el 16 de febrero de 2020, de https://www.youtube.com/watch?v=CT61J4uJ_4U

Rojas, Belkys. (2010). **Investigación Cualitativa. Fundamentos y Praxis**. Segunda Edición. Caracas: FEDEUPEL.

Ruíz, José. (1999). **Manual de investigación cualitativa**. [Documento en línea]. Consultado el 14 de febrero de 2020, de http://www.webquestcreator2.com/majwq/public/files/files_user/41661/05.%20Metodolog%C3%A1a%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Cualitativa.pdf

Sabino, Carlos. (1996). **El proceso de investigación**. Caracas: Panapo.

Sierra, Bravo. (1984). **Técnicas de investigación social**. Madrid: Paidós.

Succar, Carlos. (2009). **Las 7 dimensiones BIM**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://www.bimtool.com/Article/12468893/Las-7-dimensiones-BIM-1D-2D-3D-4D-5D-6D-y-7D>.

Tecnología en arquitectura. (s.f). [Documento en línea]. Consultado el 15 de febrero de 2020, de <https://www.tutellus.com/tecnologia/infoarquitectura-3d/revit-par-a-metodologias-bim-25249>

Tamayo Mario. (1997). **El proceso de la investigación científica**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <http://es.sliedeshare.nthrusta/el-procesodeinvestigacion-cientifica-mario-tamayo-y-tamayo1>.

Torvisco Group (2019). **Metodología BIM**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <http://www.torviscogroup.com/es/sala-de-prensa/el-bim-el-futuro-de-la-construccion-que-ya-esta-aqui.html>

- Tutellus, S. (s.f.). **Aplicación REVIT**. [Documento en línea]. Consultado el 30 de marzo de 2020, de <https://www.tutellus.com/tecnologia/infoarquitectura-3d/revit-para-metodologias-bi>
- Universidad de Barcelona YOBS School Bussines. (2015). **PMI**. [Documento en línea]. Consultado el 30 de marzo de 2020, de <https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/herramientas-esenciales-de-un-project-manager/connoces-la-metodologia-pmi>
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2012). **Manual de Trabajo de Grado, de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. 5ta Edición. Caracas: FEDEUPEL.
- Universo BIM.(2019). Revit 2018). [Documento en línea]. Consultado el 16 de marzo de 2020, de [p://venadorevit.blogspot.com/2016/09/nuevo-curso-gratuito-revit-2017-para.html](http://venadorevit.blogspot.com/2016/09/nuevo-curso-gratuito-revit-2017-para.html)
- Van Dalen, D y Meyer, W (1981). **Manual de técnica de investigación educacional**. Madrid: Ibérica Ediciones S A.
- Vivienda unifamiliar**. (s.f). [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <https://www.realia.es/que-es-vivienda-unifamiliar>.
- Yubal, Fadu. (2019). Plantillas de Excel. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de: <https://www.xataka.com/basics/127-plantillas-excel-para-organizarlo-todo>