



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA DE POSGRADO**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN**  
**INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE**  
**EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**Evaluación de la Rentabilidad, aplicando Tecnología BIM en**  
**el proyecto inmobiliario Villa Silvestre, Campiña Moche,**  
**Trujillo - 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE**  
**EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**AUTOR:**

Quesquén Salvatierra, David Humberto (ORCID: 0000-0001-7795-7757)

**ASESOR:**

Dr. Salinas Gamboa, José Germán (ORCID: 0000-0002- 8491-0751)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de proyectos de construcción

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso de mi vida.

A mi querida Madre: NORMA quién me ha guiado con sus consejos y apoyado con sabiduría, esfuerzo y dedicación durante todo el transcurso de mi carrera profesional y postgrado.

A mi Esposa ROXANA y a mis hijos: DAVID, CAMILA y SEBASTIAN; quienes son mi motivación para seguir adelante, lograr mis metas trazadas y sentirme feliz de su existencia que conformamos un hogar unido y con muchas bendiciones.

A mi hermano JAVIER, quien fue mi apoyo moral y emocional para lograr mi meta trazada.

David Quesquen

## **Agradecimiento**

### **A DIOS:**

Por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudios.

### **A MI MADRE:**

Por todo su apoyo en cada momento de mi vida y en especial en mi formación profesional, por su apoyo moral y económico que me permitió alcanzar esta meta.

### **A MIS DOCENTES:**

A mis docentes que con sus enseñanzas y conocimiento aportaron al desarrollo de mi formación profesional y personal.

## Índice de contenidos

|  |           |
|--|-----------|
| Carátula.....  | i         |
| Dedicatoria.....   | ii        |
| Agradecimiento .....   | iii       |
| Índice de contenidos.....  | iv        |
| Índice de tablas.....  | vi        |
| Índice de gráficos y figuras .....   | vii       |
| Resumen .....  | viii      |
| Abstract.....  | ix        |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>III. METODOLOGÍA .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>3.1 Tipo y diseño de Investigación.....</b>                                   | <b>23</b> |
| 3.1.1. Tipo de Investigación: Aplicada .....                                     | 23        |
| 3.1.2. Diseño de Investigación: .....  | 23        |
| 3.2. Hipótesis:.....   | 24        |
| 3.3. Variable y Operacionalización de la Variable .....                          | 24        |
| 3.3.1. Variable .....  | 24        |
| 3.3.2. Operacionalización de Variables.....                                      | 25        |
| 3.4. Población, muestra y muestreo.....  | 26        |
| 3.4.1. Población.....  | 26        |
| 3.4.2. Muestra .....   | 26        |
| 3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos .....                       | 26        |
| 3.5.1. Técnicas de recolección de Datos.....                                     | 26        |
| 3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....                                 | 26        |
| 3.6. Procedimientos .....  | 27        |
| 3.7. Aspectos Éticos .....   | 28        |
| <b>IV. RESULTADOS .....</b>  | <b>29</b> |
| <b>4.1. Resultados por el método tradicional de construcción.....</b>            | <b>29</b> |
| 4.1.1. Control de distribuidores y subcontratas.....                             | 30        |
| 4.1.2. Control de tiempos mediante metodología tradicional de construcción ..... | 32        |
| <b>4.2. Resultados mediante aplicación de metodología BIM.....</b>               | <b>35</b> |
| 4.2.1. Control de adquisiciones .....  | 36        |
| 4.2.2. Tiempos aplicando metodología de gestión BIM .....                        | 37        |
| 4.2.3. Control documentario mediante metodología de gestión BIM.....             | 37        |

|   |    |
|---|----|
| 4.3. Rentabilidad a través del método tradicional de construcción y la rentabilidad a través del método de gestión BIM..... | 38 |
| 4.3.1. Rentabilidad mediante la metodología tradicional: .....  | 38 |
| 4.3.2. Rentabilidad mediante la metodología BIM:.....   | 39 |
| 4.4. Principales causas pérdidas y ganancias por partidas. ....   | 40 |
| V. DISCUSIÓN .....  | 41 |
| VI. CONCLUSIONES .....  | 43 |
| VII. RECOMENDACIONES .....  | 44 |
| REFERENCIAS.....  | 45 |
| ANEXOS .....  | 48 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Paralelo entre características de CAD y BIM .....                                      | 21 |
| Tabla 2: Incidencia (%) estimada para cada actividad de la fase de definición del alcance ..... | 30 |

## Índice de gráficos y figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Niveles de costo y dotación de personal en una estructura del Ciclo de Vida de un Proyecto.....   | 16 |
| Figura 2: Indicadores del nivel de información en obra. ....  | 17 |
| Figura 3: Impacto en los costos de un proyecto mediante metodología tradicional y BIM. ....   | 17 |
| Figura 4: Comparación de un modelo BIM y un dibujo tridimensional .....   | 20 |
| Figura 5: Vista de la construcción de viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo. ....  | 22 |
| Figura 6: Tiempo estimado en cada una de las fases de acuerdo de distribuidor o subcontrata. ....   | 30 |
| Figura 7: Evolución del PPC mediante la metodología tradicional.....  | 32 |
| Figura 8: Porcentaje de situaciones que presentan incumplimientos .....   | 33 |
| Figura 9: Porcentaje acumulado de avance planificado (Curva S) de la construcción de 05 viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre. Moche. Trujillo.....                         | 33 |
| Figura 10: Valor ganado de la construcción de las 100 viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo. ....                                | 34 |
| Figura 11: Propuesta de aplicación BIM para la construcción de Proyectos Inmobiliarios. ....  | 35 |
| Figura 12: Curvas capacidad de influir, costos, diseño tradicional y diseño basado en BIM para la construcción de obras de Ingeniería.....  | 36 |
| Figura 13: Duración estimada durante los procesos de adquisición de proveedores y subcontratistas en la construcción de 5 viviendas aplicando la Gestión BIM....                          | 36 |
| Figura 14: Fuentes de la ganancia en el control de partidas de la construcción de 100 viviendas, con Gestión BIM.....   | 40 |
| Figura 15: Ubicación del proyecto Residencial Villa Silvestre, Campiña de Moche, .....  | 48 |
| Figura 16: Ingreso del Área del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre.....  | 49 |
| Figura 17: Vista de la construcción de viviendas en el Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo. Empresa constructora GRINSA SAC.....             | 49 |
| Figura 18: Vista de Tesista en la construcción de viviendas en el Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo. Empresa Constructora GRINSA SAC. .... | 50 |
| Figura 19: Distribución de la vivienda de Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre. Moche. ...   | 51 |

## Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar la rentabilidad final de la construcción del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche, Trujillo ejecutado con la metodología tradicional versus la construcción de un Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, donde se hizo uso de Gestión BIM (Building Information Modeling). Nuestras muestras de estudio fueron las 5 primeras viviendas que se ejecutaron dentro del terreno del Proyecto Inmobiliario, ubicados en el sector Curva del Sun, Campiña de Moche, Trujillo. Se debe tener en cuenta que las cinco muestras tienen las mismas características, las cuales las hacen comparables. La metodología empleada fue la de comparar los resultados del control de costos, control del tiempo, control documentario y cierre de subcontratos, tanto de las 100 viviendas que fue construida de la manera tradicional, como de otras 100 viviendas similares, en el cuál se hizo uso de la Gestión BIM. El resultado obtenido fue que con el uso de Gestión BIM en la construcción de las 100 viviendas se obtuvo una rentabilidad positiva de 1.39%, y con el uso de la metodología tradicional empleada en la construcción de las otras 100 viviendas similares se obtuvo una rentabilidad negativa de 3.94%. Así mismo se identificó que el mayor porcentaje de ganancia en las 5 viviendas se debió al uso de Gestión BIM. Por último, la hipótesis de investigación se acepta: El uso de Gestión BIM mejora la rentabilidad final de la construcción de bloques de viviendas en el Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, ubicado en el sector Curva del Sun, Campiña de Moche, Trujillo.

Palabras Claves: Rentabilidad, BIM, Control Presupuestario.

## **Abstract**

The objective of the research was to compare the final profitability of the construction of the Villa Silvestre Real Estate Project, Curva del Sun, Campiña de Moche, Trujillo executed with the traditional methodology versus the construction of a Villa Silvestre Real Estate Project, where BIM Management was used. (Building Information Modeling). Our study samples were the first 5 homes that were built within the land of the Real Estate Project, located in the Curva del Sun sector, Campiña de Moche, Trujillo. It should be noted that the five samples have the same characteristics, which make them comparable. The methodology used was to compare the results of the cost control, time control, documentary control and closing of subcontracts, both of the Hundred houses that were built in the traditional way, and of other Hundred similar houses, in which it was done. use of BIM Management. The result obtained was that with the use of BIM Management in the construction of the hundred houses a positive profitability of 1.39% was obtained, and with the use of the traditional methodology used in the construction of the other hundred similar houses a negative profitability was obtained of 3.94%. Likewise, it was identified that the highest percentage of profit in the hundred homes was due to the use of BIM Management. Finally, the research hypothesis is accepted: The use of BIM Management improves the final profitability of the construction of housing blocks in the Villa Silvestre Real Estate Project, located in the Curva del Sun sector, Campiña de Moche, Trujillo.

Keywords: Profitability, BIM, Budgetary Control

## I. INTRODUCCIÓN

Según Escobal, M. (2019): la rentabilidad que se ha dado en la industria de la construcción ha cambiado muchísimo, en la mayoría de las veces de manera negativa. La falta de información clara y precisa es parte del problema, sobre todo en el momento de la construcción, ocasionando dilaciones en la programación y necesitando del empleo de nuevos recursos no contemplados en el inicio del trabajo. Las razones de estas situaciones son las fallas en los documentos iniciales de diseño e ingeniería que, unido a los constantes cambios en la industria de la construcción ha causado más proyectos con resultados negativos.

Los hogares que requieren comprar una vivienda, pueden pagar la inicial de un crédito y pueden asumir dicho crédito son alrededor 490,092 familias (21.43% de un total de 2'286 872 hogares) (CAPECO, 2017, p.34).

“La intervención del Fondo MIVIVIENDA S.A (FMV) en la región La Libertad ha permitido beneficiar a poco más de 63 mil familias a través del Crédito Mivivienda y el programa Techo Propio, con desembolsos que superan los S/ 1,730 millones” (MVCS, 2019, p.27).

Actualmente la industria de la construcción tanto de la empresa pública como privada cuentan con una gran variedad de herramientas tecnológicas que permiten mejorar estas situaciones tan desfavorables. (Arancibia, 2018, p.38).

Según el MVCS que promueve la constante actualización de normas técnicas del RNE, para que cumplan con estándares internacionales mínimos de calidad. El sector promulgó normas respecto a: instalaciones de telecomunicaciones, instalaciones con gas, transporte mecánico e instalaciones eléctricas interiores (MVCS, 2019, p.32).

“La empresa constructora GRINSA SAC viene construyendo por etapas las viviendas en el proyecto Residencial Villa Silvestre, en la Curva del Sun, Campiña de Moche, comprensión del distrito de Moche, provincia de Trujillo y será financiado con fondos de Mivivienda Verde” (GRINSA SAC, 2021, p.35).

“El área a construirse de cada vivienda es de 90 m<sup>2</sup> y con un área techada de 44.50 m<sup>2</sup> y la distribución comprende. Sala Comedor, cocina, dos dormitorios, servicios higiénicos, jardín externo, cochera, además comprende en el exterior: Áreas verdes, pistas, veredas, luz, agua, desagüe” (GRINSA SAC, 2021, p.57).

Según estudios del MEF en el 2019, son principales problemas que inciden en la inversión son: la revisión de los expedientes técnicos y transferencia de recursos a destiempo, las firmas de cambios y añadidos a las obras y finalmente, la corrupción que interfieren en los tiempos de los proyectos afectando directamente en su rentabilidad. (MEF, 2019, p.29).

Al analizar las principales dificultades en el seguimiento y gestión de las inversiones, estas se relacionan con errores en los planos, falta de correcta revisión y la ética en los funcionarios a cargo de su gestión. (Espinoza. & Pacheco, R. 2014, p.68).

La carencia de normas en el área de gestión de los proyectos debe ejecutarse de acuerdo con las normas; para lo cual se debe desarrollar Normas de Gestión del Proyecto conveniente que acopie la definición del proyecto, en el marco de la planificación global. (Velasco, 2016, p.90).

Las programaciones que no se ajustan a la realidad a causa de una serie de problemas, de las cuales podemos mencionar algunas estimaciones erróneas, como: la falta de recursos (material y personal), fechas establecidas y nuevos requerimientos. Emplear procedimientos, herramientas, técnicas y base de datos históricos convenientes para calcular el tamaño, el esfuerzo, el costo y los recursos necesarios en la planificación y seguimiento de proyectos (Ulloa. y Salinas, 2018, p.26).

Así mismo, no se cuenta con el real estado de los proyectos y por ello tampoco la claridad de la evolución del proyecto debido a que muchas veces en los proyectos no se utilizan softwares acordes a los avances de las tecnologías presentes. Por lo que se debe contar con metas principales y reuniones de colaboración y control periódicas con la participación de ingenieros especialistas de las diversas ramas de la ingeniería civil y afines, de tal manera que permita elaborar los respectivos

informes de avance en el proyecto. (Ulloa y Salinas, 2018, p.32).

La entrega de las aplicaciones fuera de los plazos establecidos, y la disminución en las funcionalidades en las mismas, el cual conlleva al retraso del proyecto en general, lo cual genera ampliaciones de plazos innecesarios en el progreso del respectivo proyecto. Elaborar inventario de análisis de riesgos e inconvenientes y mantenerlos al día durante todo el proyecto (Guzmán, 2016, p.64).

La carencia de instrucciones de información entre los diferentes grupos de las áreas dentro de un proyecto. Elaborar un plan de comunicación a fin de plantear la imperativa necesidad de comunicación durante todas las etapas en las que se desarrolla un proyecto. (Ghio, 2017, p.25).

No contar con el compromiso del cliente durante el desarrollo del proyecto. Aprobar un plan de actividades que involucre al cliente, instituyendo responsabilidades para el proyecto y estableciendo su actuación dentro del mismo (Ghio, 2017, p.25).

Esta investigación busca introducir los conceptos principales utilizados en estudios de metodología BIM durante todo el ciclo de vida de proyectos. También busca proporcionar las herramientas necesarias para comprender el manejo de proyectos a la luz del Project Management Institute (PMI), así como acoplar a la administración de la infraestructura y las herramientas tecnológicas utilizadas en todas las etapas del ciclo de vida de proyectos (Escobal, 2019, p.26).

“Los temas a desarrollar incluyen Building Information Model (BIM), Lean Construction, entre otras tecnologías de la información. Explicaremos los aspectos se deben de considerar al implementar tecnologías de la información en empresas de Ingeniería Civil y Arquitectura” (Escobal, 2019, p.26).

“Cubriremos todos los aspectos necesarios para entender en detalle cómo manejar proyectos de manera profesional implementando metodología BIM en la gerencia de proyectos y en el ciclo de vida de proyectos” (Villafuerte,2016, p.34).

## Delimitación

La campaña de Moche, comprensión del distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento de La libertad, en el cual se pretende realizar el estudio de investigación sobre la Evaluación de la Rentabilidad, aplicando Tecnología BIM en la construcción del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, en Curva del Sun, campaña de Moche.

La formulación del problema quedo establecida de la siguiente forma: ¿Cuál es la Evaluación de la Rentabilidad, aplicando tecnología BIM en la construcción del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Campaña de Moche, Trujillo - 2021?

Se presentan las siguientes justificaciones:

- A) Teórica. Al buscar saber la relación existe en la aplicación de la metodología BIM en la producción de planos en proyectos de edificación con el tiempo, para reconocer las causas que inciden en la rentabilidad de un proyecto, procurando eliminar desde el inicio posibles retrasos.
- B) Práctica. Los planos de expedientes técnicos evaluados mediante metodología BIM, concebirá eficiencia en la ejecución de proyectos de edificación mejorando los tiempos y por tanto su rentabilidad.
- C) Metodológica. Favorecer los tiempos mediante el uso de metodologías BIM en proyectos de edificación, repercutiendo en el éxito de las empresas constructoras.

La presente investigación tiene como finalidad también optimizar la construcción en el distrito de Moche, provincia de Trujillo, aplicando los conceptos y herramientas del BIM mediante las Tecnologías de la Información en las etapas de expediente técnico y construcción del proyecto, así se mejoraría la economía en la construcción de pequeños, medianos y grandes proyectos, restando la configuración de perjuicio económico generados en los proyectos, debido a la insuficiencia de información en la gerencia de proyectos y tecnologías de la información. (Ulloa & Salinas, 2018, p.36).

Es importante mostrar procedimientos para evaluar planos en expedientes técnicos sin recurrir a demoras que exijan mayores presupuestos al detectar y corregir posibles interferencias u observaciones técnicas de manera anticipada. (Ulloa & Salinas, 2018, p.36).

Es, por tanto, el objetivo general de esta investigación evaluar la rentabilidad, aplicando Tecnología BIM en el Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Campiña de Moche. Trujillo-2021.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- a) Establecer la correspondencia que existe entre el uso de una metodología BIM en la evaluación de planos de los expedientes técnicos y los tiempos.
- b) Establecer la correspondencia que existe entre el uso de la observación y del criterio del profesional en la evaluación de planos y los tiempos.
- c) Establecer la correspondencia que existe entre los planos aprobados a criterio del profesional y las fallas encontradas con el uso de la metodología BIM en la evaluación de planos y los tiempos programados.

## II. MARCO TEÓRICO

La aplicación de la metodología BIM podría parecer un tema nuevo, sin embargo, tanto a nivel internacional como nacional encontramos gran variedad de investigaciones entre las que destacan:

**PRIETO MURIEL ANA PALOMA (2017).** España; realizo una investigación cuyo título es: **IMPLANTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM EN LA ASIGNATURA PROYECTOS DE LOS GRADOS DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA. ESTUDIO DE COMPETENCIAS GENÉRICAS;** llegando a las siguientes conclusiones:

Los requerimientos dentro del sector construcción aumentan cada día, por lo que resulta imperativo implantar metodologías actuales como la de BIM, que nos ayuden a superar los cada vez mayores retos que la industria de la construcción que garanticen economía y calidad.

Con el paso de los días la metodología BIM será de uso común entre los profesionales dedicados al rubro de la construcción.

La escasa presencia de profesionales con habilidades en metodologías BIM limitan su uso en la industria de la construcción además de ser motivo de su difícil incorporación en la vida universitaria.

La obligatoriedad de estas tecnologías debe implantarse en la catedra universitaria en beneficio de los alumnos, cambiar los obsoletos planes de estudio con el mutuo apoyo entre maestros y alumnos traerá avances importantes en el uso de tan importantes herramientas tecnológicas.

La insuficiente incorporación de las TIC en las empresas constructoras, trae como resultado constantes deficiencias en la productividad de esta industria, siendo cada vez más necesaria la digitalización del proceso constructivo.

La universidad debe actualizarse incluyendo nuevas metodologías de enseñanza.

La necesidad de aumentar la productividad en la por parte de las empresas

constructoras permite la inclusión de la metodología BIM en dichas empresas.

Esta investigación concluyó entre otras tantas, que el uso de BIM es sumamente factible de ser incorporado en la docencia universitaria obteniendo grandes beneficios en la práctica profesional.

La incorporación de BIM en las universidades permitirá conocer y entender de la tecnología, así como su correcta aplicación y explotando al máximo el potencial de las mismas, conllevando a beneficios como la fácil incorporación en la práctica profesional, mejora en la productividad y en la eliminación de las actuales dificultades.

Las prácticas educativas que incluyan uso de tecnologías favorecen en la motivación de los alumnos.

**VALDÉS INDO ANTONIO MARCOS (2018).** Universidad de Chile, realizo en trabajo de investigación que tiene como título: **“ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL USO DE LA TECNOLOGÍA BIM EN UN PROYECTO HABITACIONAL EN ALTURA”** y llego a las siguientes conclusiones:

El uso de metodología BIM en la gerencia de proyectos de la industria de la construcción favorece en un 13% la rentabilidad del proyecto, en comparación con un proyecto que utiliza metodología tradicional.

Además, cuando el gestor inmobiliario requiera contratar un servicio especializado que incorpore la metodología BIM en la gerencia de procesos, se calcula beneficiar hasta un 7% la rentabilidad del proyecto, esto comparado con uno que utiliza metodologías tradicionales en su gestión.

Uno de los fines de la tesis es promover la utilización de la metodología BIM en todos los procesos de gestión, estimando que su implementación no requiere de costos tan elevados que pongan en riesgo las utilidades.

Se propone una metodología que permita a la empresa constructora elegir si aplica o no la metodología BIM en la gerencia de sus procesos.

La recomendación a la empresa constructora es la de aplicar como una de las

primeras medidas de implementación, el análisis de interferencias en el diseño, de tal manera que el COORDINADOR BIM especialista en metodología logró la optimización de los procesos y logrando una mayor rentabilidad.

**ANTONIO CERÓN ISMAEL Y LIÉVANO RAMOS DAVID ANDRÉS (2017)** de la Universidad Católica de Colombia realizaron un trabajo de investigación cuyo título es: **PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM EN EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO** y que llegaron a las siguientes conclusiones:

Al implementar la metodología BIM, se evidencia que este está vinculado a Gerencia de obras con aplicaciones del PMI. Por lo que, aplicar metodologías y tener unos parámetros claros al conducir un proyecto, es clave.

La metodología BIM es necesaria para Bogotá, al mejorar sustancialmente el desempeño de los gerentes de proyectos, beneficiando económicamente a sus empresas.

“Con aplicaciones reales evidenciaron disminución en los costos y eliminación de errores encontradas mediante el uso del Revit (software de la metodología BIM) permitiendo corregir los cálculos de material, ángulos de rampas y detección de interferencias entre los sistemas constructivos.

**CHAMORRO PAJUELO Vladimir Wilfredo (2018)**. Realizó una Investigación cuyo título es: **TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y SU IMPACTO EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS EDN LA ETAPA DE EXPEDIENTE TÉCNICO Y CONSTRUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE PASCO 2018**; llegando a las siguientes conclusiones:

Uno de las principales metas al inicio de un proyecto, es para la empresa, poder cumplir con ella en los menores plazos y costos, sin dejar de lado la calidad del mismo, por lo que es imperativo llevar un control minucioso desde un inicio y continuarlo en todas sus etapas.

En la actualidad, resulta sumamente difícil realizar un análisis en poco tiempo, esto debido a la tecnología obsoleta que se utiliza, con información almacenada inadecuadamente.

El presente trabajo de investigación efectúa un estudio de la literatura desde distintos los puntos de vista de la construcción y la tecnología utilizada.

Su estudio ha corroborado el necesario uso de los sistemas de información, sobre todo, en el área de la ingeniería a fin de optimizar los procesos y la oportuna corrección de errores en el diseño del proyecto.

Se afirma que en nuestro país aún es escasa la incorporación de tecnologías para la planificación y control de proyectos en las obras.

En tal sentido, al conocer que se han concluido obras dentro de los plazos, con costos por debajo de lo programado y en base a nuestro estudio de investigación, aplicar las Tecnologías de la Información mejora sustancialmente la gestión del Proyecto en la etapa de expediente técnico y construcción en la provincia de Pasco 2018.

Frecuentemente se ha actuado informalmente, sin embargo, ya en el siglo anterior se veía surgir un distintivo profesional. En el caso de los proyectos en estudio se ha llegado a concluir todas las actividades al 100% por lo que, emplear la Administración de Proyecto incrementa significativamente la gestión del Proyecto en la etapa de expediente técnico y construcción en la provincia de Pasco 2018.

Progresar en el desarrollo de Tecnologías de Información en la construcción se deben considerar distintas variables, como la capacitación del personal, los sistemas y las redes.

Hablamos de una situación compleja en la que confluyen distintos personajes, siendo un aspecto crítico el personal calificado que no ha contado con la capacitación adecuada para laborar, cuando evaluamos los costos del expediente técnico nos damos cuenta que no se asemeja a la realidad de la empresa, es por ello que necesariamente debemos tener una base de datos, en tal sentido aplicar las Tecnologías de la Información en el proceso de iniciación mejora significativamente la gestión del Proyecto en la etapa de expediente técnico y construcción en la provincia de Pasco 2018.

“Manejar y archivar todos los errores de proyectos anteriores son una de

tecnología de la información porque en base a los antecedentes que ha tenido la empresa en otros proyectos, construirá nuevos proyectos pensando en no caer en los errores del pasado, para el presente caso, se ha evaluado toda la lista de los hallazgos de obras pasadas que se han ejecutado mejorando la productividad de nuestras obras, en tal sentido aplicar las tecnologías de la información en el momento del planeamiento mejora significativamente la gestión del Proyecto en la etapa de expediente técnico y construcción en la provincia de Pasco 2018”

Frecuentemente la industria de la construcción se presenta como una de las industrias con grandes deficiencias en su desempeño, observaciones en sus recursos, excesiva variabilidad en sus plazos, contaminación, calidad y seguridad.

Las nuevas herramientas de apoyo a la gestión y eficiencia de los procesos constituyen, una actividad fundamental para el desarrollo de la industria de la construcción. Herramientas con el Lean han hecho que mejoremos nuestro nivel de productividad en nuestro caso de 35% a 41% mejorando los tiempos productivos y disminuyendo tiempos que no generan ganancias, por lo tanto, aplicar las Tecnologías de la Información en el Proceso de ejecución mejora significativamente la gestión del Proyecto en la etapa de expediente técnico y construcción en la provincia de Pasco 2018.

El sistema de producción con enfoque en el flujo de producción, tiene su inicio en la industria automotriz japonesa. Taiichi Ohno, el padre del sistema de producción Toyota, conocido a nivel mundial por su sistema de Producción sin Pérdidas.

“Este tipo de producción se ha reflejado en la construcción de estos proyectos ya que en todas las fechas se ha ejecutado más de lo programado, llegando a ejecutar en menos tiempo del cual no habíamos proyectado, por ello aplicar las Tecnologías de la Información en el Proceso de monitoreo y control mejora significativamente la gestión del Proyecto en la etapa de expediente técnico y construcción en la provincia de Pasco 2018”.

CARBAJAL LAURA, Roberto Carlos (2018); realizó una investigación, cuyo título es: PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS Y CONTROL EN LA

GESTIÓN DEL DISEÑO DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN; de la UPC, llegando a las siguientes conclusiones:

- Es necesario incluir un equipo multidisciplinario en la gerencia de proyectos que se encargue de todo lo técnicamente orientado a la optimización de los diseños.
- “De la encuesta realizada a los directivos de las empresas constructoras, se puede concluir que el 84% contrata a especialistas externos para el diseño de sus proyectos, mientras que el 16% desarrolla “en casa” algunas especialidades, principalmente arquitectura”.
- “La inversión en la etapa de diseño oscila entre el 3 y 4% del costo del proyecto, el cual se considera bastante bajo, en Chile, por ejemplo, la inversión en diseño oscila entre el 7 y 8%”.
- “El 68 % de los directivos encuentran que el mayor problema en el diseño son las incompatibilidades entre las especialidades”.
- “Los directivos muestran un grado de indiferencia del 40% frente a la mejora de la gestión del diseño de sus proyectos, mientras que al 60 % le interesa conocer que beneficios se obtienen al invertir tiempo y dinero extra en la etapa de diseño”.
- “Se evidencia que no se suele cuantificar el costo de los trabajos adicionales como consecuencia de los problemas de diseño, existe un hábito de pensar que estos trabajos siempre ocurren, son algo normal, por lo que es necesario un cambio de mentalidad”.
- “De las entrevistas con los proyectistas del Proyecto More, se puede concluir que los especialistas de mayor renombre trabajan de manera tradicional, cada especialidad se trabaja por separado, la coordinación la realiza una gerencia de proyectos que no necesariamente utiliza las herramientas tecnológicas y de gestión idóneas”.
- “Las reuniones de coordinación no son suficientes, en ellas no participan todos los involucrados, por lo que no se logra un trabajo integrado, no todos aportan ni toman conocimiento de los acuerdos”.

- “No se utiliza tecnología BIM, cada especialidad se diseña en dos dimensiones en base a un anteproyecto y se compatibilizan y resuelven interferencias sin uso de modelos virtuales en tres dimensiones”.
- “No se efectúa un control de cambios eficiente, algunos cambios se realizan fuera de tiempo y no son de conocimiento de todos los demás especialistas, lo cual se traduce en diseños no compatibles”.
- “No se aplican conceptos de constructibilidad en el diseño. Los proyectistas no necesariamente cuentan con la suficiente experiencia en construcción, por lo que existen algunos diseños que presentan dificultad para su construcción o no permiten la racionalización de recursos ni la utilización de elementos estándares, obteniendo diseños poco técnicos y costosos, reduciendo así la eficacia del proyecto”.
- “Los expedientes técnicos pasan a la etapa de construcción con varios detalles constructivos faltantes, por lo cual se hace necesario que el constructor los solicite en la medida que los va necesitando durante la etapa de construcción, retrasando así los trabajos”.
- “Del trabajo realizado tanto con las empresas constructoras como con los proyectistas, se puede concluir que las principales deficiencias en el diseño son: las incompatibilidades e interferencias entre especialidades, los expedientes técnicos incompletos y diseños sin análisis de constructibilidad”.
- “Con relación a la aplicación de la metodología BIM durante el diseño del proyecto, se puede inferir que incrementa la calidad del diseño y facilita la coordinación efectiva entre todos los involucrados”.
- “Trabajar con modelos en tres dimensiones permite detectar oportunamente incompatibilidades e interferencias, lo cual ayuda a resolverlas en la etapa de diseño y poder llevar a obra planos compatibles”.
- “La visualización del diseño en tres dimensiones, permite la creación de recorridos y maquetas virtuales, posibilitando que todas las modificaciones se realicen antes de iniciar las obras”.

- Es necesaria la coordinación técnica de diseño que posibilite un trabajo en equipo altamente eficiente procurando que los stakeholder estén debidamente integrados.
- Las mejoras en el proceso de diseño se logran a través de la oficina de coordinación técnica, integrando y dinamizando dichos procesos.
- Se mejora el uso óptimo de recursos a través de una apropiada coordinación técnica del diseño, además del uso de instrumentos de gestión y el control eficaz control de cambios.
- Del proyecto estudiado, se concluye que los adicionales por HH, reelaboración de actividades y multas inciden en 1.25% en el costo total del proyecto.
- El costo debido a la inclusión de un grupo de trabajo dedicado a la coordinación tecnológica del proyecto impactaría en un 22% de los adicionales incurridos. Además de un 7% del monto invertido.

**VILLAFUERTE GUERRERO ROSA ENID MAVIS (2016)**; realizo una investigación, cuyo título es: **LINEAMIENTOS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS GOBIERNOS REGIONALES Y LOCALES EN LA ETAPA DE PREINVERSIÓN, BAJO EL ENFOQUE DE “LEAN CONSTRUCTION”** de la UPC del Perú; llegando a las conclusiones siguientes:

Encontramos desarticulación entre la planificación de pre inversión y la correspondiente a la inversión de los PIP, manifestando dificultades en la elaboración de los expedientes técnicos.

Dentro de los Gobiernos Regionales y Locales no se encuentra personal profesional capacitado para cumplir con idoneidad sus funciones dentro de las Unidades formuladoras, ejecutoras y Oficinas de proyectos de inversión, además los estudios de inversión y pre inversión se encuentran desarticulados e incluso el personal a cargo es diferente en uno y otro proceso.

Esta desintegración tecnológica, la falta de personal capacitado y el retraso en la atención a las consultas influyen negativamente en el flujo continuo de la

información, son causa continua en las ampliaciones de plazo. Así mismo, el costo y el tiempo influye directamente en la elección las mejores alternativas para la elaboración de los perfiles, además de tener en cuenta los requerimientos mínimos que exige el SNIP.

En nuestros días, los proyectos de construcción se realizan de manera convencional en la mayoría de empresas constructoras, quienes tiene mucha experiencia práctica de construcción, pero aplicando metodologías tradicionales, las mismas que pueden haber mejorado, pero han dejado de lado la inclusión de tecnologías actuales (Flores, 2016; p.48).

En el 1982 la empresa Autodesk comenzó a comercializar el software AutoCAD en el Perú, iniciando así una nueva era en la elaboración de planos y dejando de lado los antiguos tableros de dibujo siendo estos reemplazados por una computadora. (Autodesk. 2017, p.28).

Por más de 20 años AutoCAD ha venido siendo la herramienta de grafismo más utilizada por los expertos, sin embargo, a inicios de siglo, surgieron nuevas herramientas como ArchiCAD, programa que va más allá del trazo de líneas al incluir volúmenes, permitiendo graficar planos, cortes y elevaciones de manera sincrónica con modelos en 3D. (Costa, 2016, p.49).

En el proceso de construcción los profesionales operan según su programación, echando mano a su pericia en construcción y experiencia para evitar inconvenientes solucionándolos en el campo. (Bracamonte, 2015, p.94).

Las actividades de seguimiento y control de obra normalmente hacen uso de herramientas como el Ms Project, diagramas de Gantt, diagramas de flechas, ruta crítica, trenes de trabajo, redes de programa de evaluación y revisión técnica, entre otros. Todos los cálculos son hechos con programas por determinados expertos, sin embargo y a pesar de ello en el proceso constructivo aún se encuentran fallas que generan retrasos y requerimiento de adicionales. (Aminfo, 2018, p.86).

Existen diversas definiciones respecto a BIM, presentaremos algunas de ellas.

El dato por la traducción del inglés de sus siglas: Building Information Modeling, que su traducción sería Modelado de Información en la Construcción. (Escobal, 2019, p.46).

También tenemos el dato por el BIM Hand Book que lo presenta como un modelado tecnológico y los procesos que expresan el modelado de una edificación. (Escobal, 2019, p.64).

Finalmente se podría concluir que BIM es un conjunto de procesos que nos llevan a elaborar una simulación virtual de un proyecto constructivo, incluyendo sus componentes, costos, tiempos e incluso posibles interferencias que detectadas a tiempo nos permiten corregir las fallas virtualmente y evirlas en la realidad, generando ahorro de los adicionales. (Ulloa & Salinas, 2018, p.74).

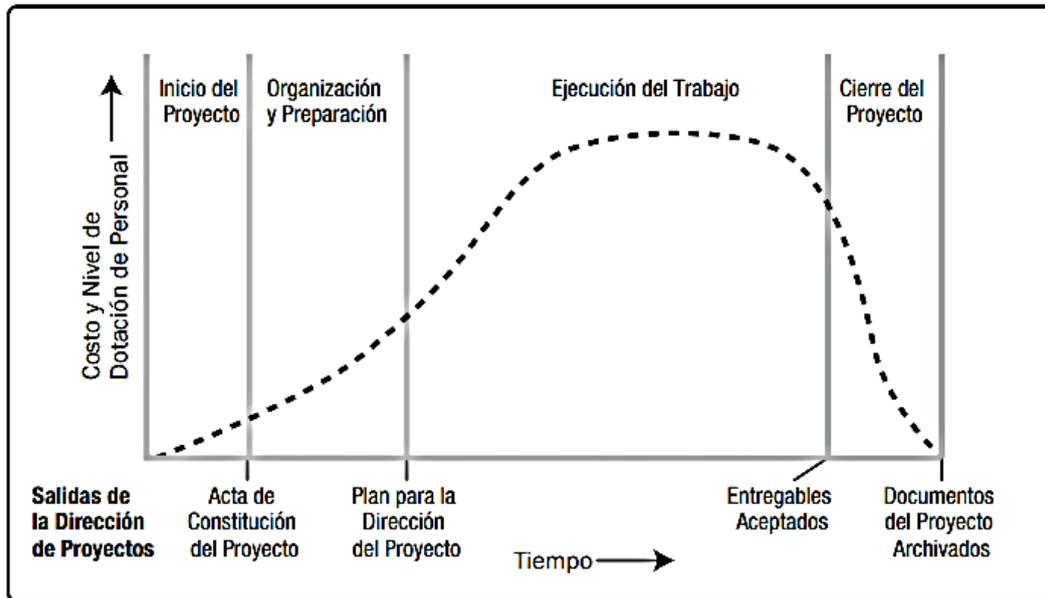
BIM viene siendo utilizado como un modelo inteligente de diseño y gestión, elaboración de planos, simulación en 3D, además de permitir obtener metrados gestiona la construcción de manera secuencial y ayudando en todo el proceso de construcción. (Bermejo, 2018, p.34).

La aplicación de esta metodología (BIM) es cada vez más cercana gracias al avance las tecnologías computacionales. (Bermejo, 2018, p.36).

A decir de BIM community el mercado destinado a BIM aumentará su uso en américa latina en más del 50% para el 2020, en Latinoamérica se tienen altos índices de aceptación sobre todo en países como Brasil y Chile. (Bermejo, 2018, p.38).

A decir de Bárbara Morales el gobierno chileno ha establecido a través de la organización Plan BIM, normas que exigen tanto a las instituciones públicas como privadas la aplicación de herramientas BIM en sus proyectos. (Bermejo, 2018, p.45).

Figura 1 : Niveles de costo y dotación de personal en una estructura del Ciclo de Vida de un Proyecto.



Nota: Tomado de Villafuerte, R. 2016.; Pág. 42.

El factor determinante para la implementación del BIM en un proyecto está dado por constante colaboración entre los integrantes del equipo de trabajo, esto va los stakeholders. Dicha colaboración tendría que darse de manera voluntaria a fin de obtener los mayores beneficios para el proyecto BIM. (Bermejo, 2018, p.54).

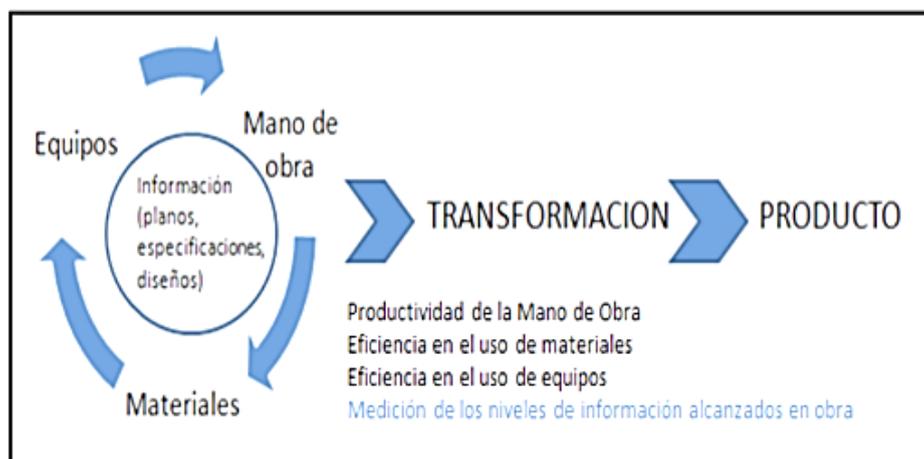
Dicho flujo de información, obedeciendo a cada una de las etapas en las que se encuentra, obedece a diferentes áreas. Algunas áreas en las que aplicamos BIM dentro de un proyecto son: (Bermejo, 2018, p.59)

- Presentación
- Diseño
- Análisis de costos
- Eliminación de interferencias
- Metrados
- Seguridad
- Procura
- Producción / planeación 4D
- Suministros
- Gestión logística
- Instalaciones
- Modelado inteligente
- Registros

Es en la etapa de diseño e ingeniería en el que BIM manifiesta su valor, dado que sus proyectos se perciben con un gran incremento de calidad. (Villafuerte, 2016, p.36).

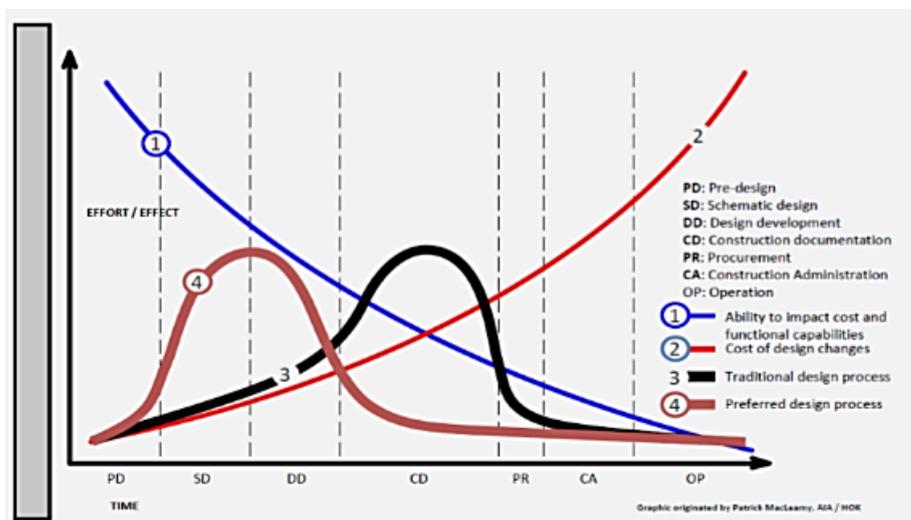
BIM admite representar el proyecto en un modelo, gestionar el proceso constructivo, realizar los principales cálculos de metrados, costos, gestión de seguridad y planificación. Además de procesar cadena logística optimizando toda la ingeniería. (Villafuerte, 2016, p.50).

Figura 2 : Indicadores del nivel de información en obra.



Nota. Tomado de Villafuerte, R. 2016, p. 52.

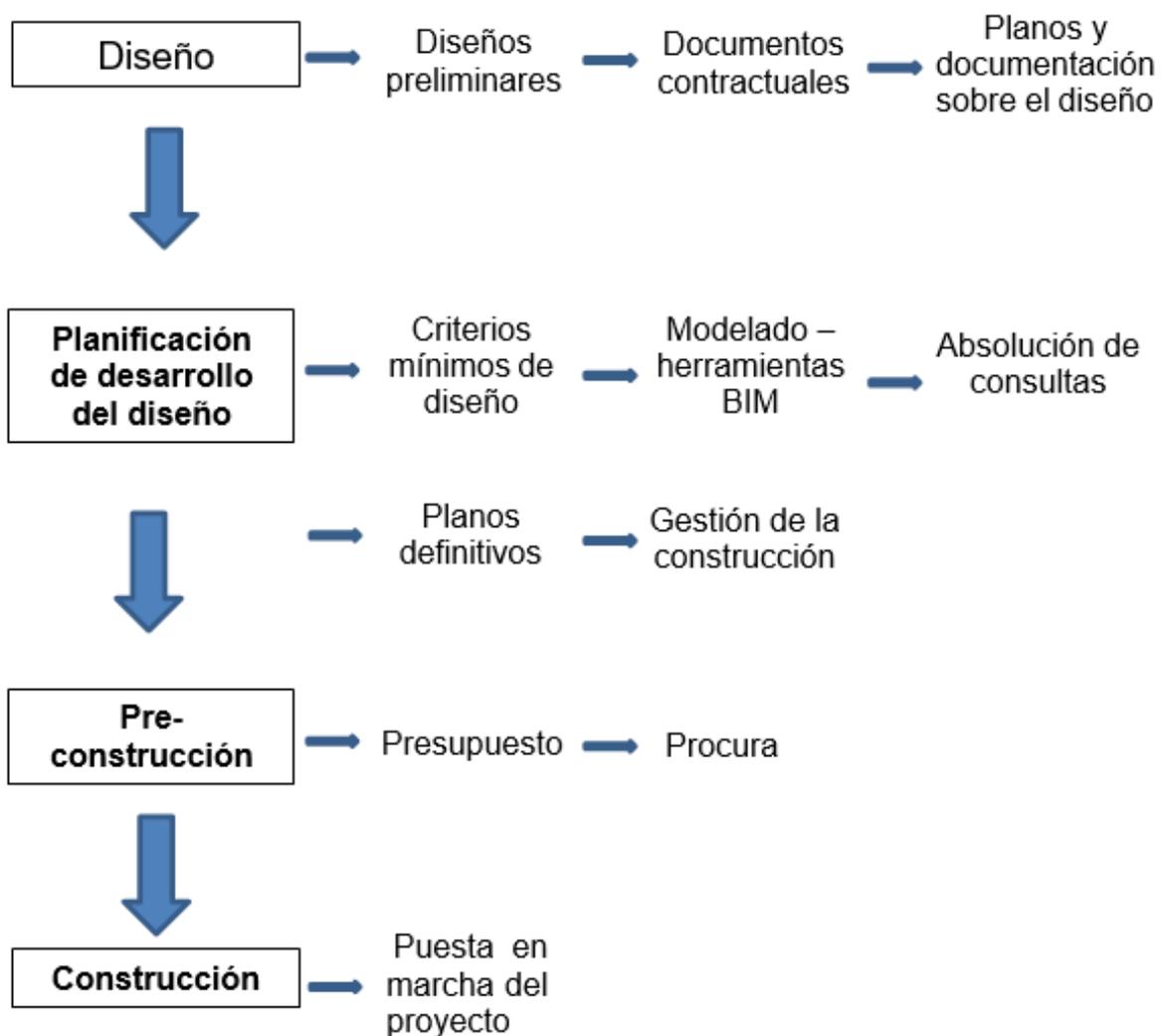
Figura 3: Impacto en los costos de un proyecto mediante metodología tradicional y BIM.



Nota. Tomado de Villafuerte, R. 2016, p. 82.

Las actividades preliminares de un proyecto constructivo muchas veces minimizadas tienen un valor trascendental y por ello requieren mayor atención a fin de optimizar los niveles de desarrollo de la etapa de diseño, evitando posibles incidentes. (Villafuerte, R. 2016).

Se pretende fortalecer las etapas de diseño y planificación de un proyecto, abarcando íntegramente y con anticipación el proceso constructivo en todas sus especialidades, eliminando dudas de diseño, minimizando la inseguridad y elevando la confianza. (Villafuerte, R. 2016)



Según el especialista en Estructuras Escobal (2019) afirma: La metodología BIM facilitará el incremento en la transparencia de todos los procesos de adjudicación, construcción y minimizando el encarecimiento de los presupuestos iniciales (p.69).

En el 2019 y mediante DS N° 289-2019 del ministerio de Economía y Finanzas dio la buena pro en la implementación BIM dentro de los PIP, la misma que fue utilizada en los Juegos Panamericanos Lima 2019, y que las empresas del sector privado ya viene utilizando con anterioridad. Esto busca alcanzar niveles de calidad cada vez más altos, generando expedientes técnicos con mínimas fallas. (Ulloa & Salinas, 2019, p.45).

“Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes” (Escobal, 2019, p.48).

El modelado de información de construcción (BIM,) Building Information Modeling), también llamado modelado de información para la edificación según (Escobal, 2019, p.62):

- a)** Es un proceso de generación y gestión de datos de un proyecto constructivo durante todo su ciclo de vida”.
- b)** Utiliza un software dinámico de modelado de las construcciones en 3D y en tiempo real, que disminuye los tiempos y recursos en la gestión de la construcción.
- c)** Permite la elaboración de modelos de información del proyecto que incluye los aspectos geométricos del mismo, la información geo referencial.

La diferencia sustancial entre BIM y AutoCAD es que este último es una herramienta de dibujo para crear geometría básica que represente el mundo real, mientras que Revit (herramienta BIM) sirve para crear geometría que contiene información real, de ahí el término Modelado de información para la construcción o

BIM” (Escobal, 2019, p.24).

BIM en AUTOCAD, es un proceso basado en el modelado 3D inteligente que dota a los profesionales de la arquitectura, ingeniería y construcción del conocimiento y las herramientas para planificar de manera más eficiente, diseñar, construir y gestionar edificios e infraestructuras” (Escobal, 2019, p.52).

Figura 4: Comparación de un modelo BIM y un dibujo tridimensional

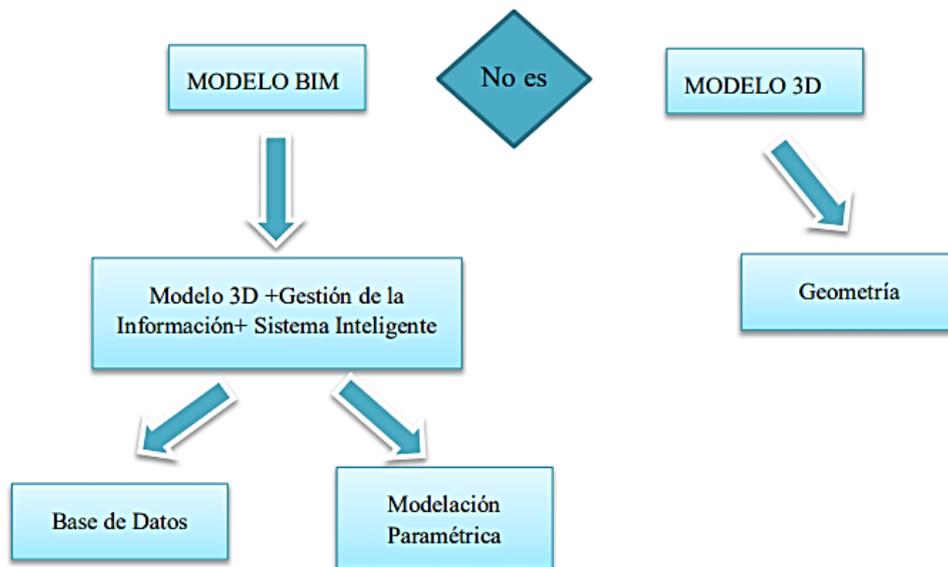


Tabla 1: Paralelo entre características de CAD y BIM

| CAD  | BIM  |
|--|--|
| Toma decisiones al terminar la elaboración de los planos.                                    | Toma decisiones conforme se va desarrollando el proyecto hasta el final del mismo.   |
| Trabaja generalizando sus componentes.   | Trabaja especificando cada uno de sus componentes.<br>(Materialidad/Terminación/Fase).   |
| Obtiene metrados solo al finalizar todos los planos del proyecto constructivo.               | Obtiene metrados conforme avanza el proyecto hasta el final de la obra.  |
| Contiene información inexacta debido a la gran cantidad de incompatibilidades que presentan. | Contiene información mucho más exacta y confiable.   |
| La gestión de cambios requiere realizar modificaciones en cada uno de los planos, uno a uno. | La gestión de cambios es paramétrica, ie. al realizar el cambio en alguno de los planos, todos los demás se actualizan automáticamente |

Elaboración: Propia

Los Ejes Estratégicos del Fondo MIVIVIENDA, según el MVCS del Perú, son los siguientes:

- a) Aumentar los niveles de bienestar de los usuarios al reconocer sus necesidades y procurar una mejor apreciación del valor real proporcionado.
- b) Procurar favorecer las condiciones de vida de la sociedad que requiere de estos productos, conservar el medio ambiente logrando sostenibilidad financiera.
- c) Promover el perfeccionamiento operativo, optimizando las actividades de gerencia por medio de una cultura de mejora continua. (MVCS, 2019, p.54).

Figura 5: Vista de la construcción de viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo.



Nota. Fotografía tomada por el tesista durante su visita al proyecto inmobiliario VillaSilvestre

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de Investigación

##### 3.1.1. Tipo de Investigación: Aplicada

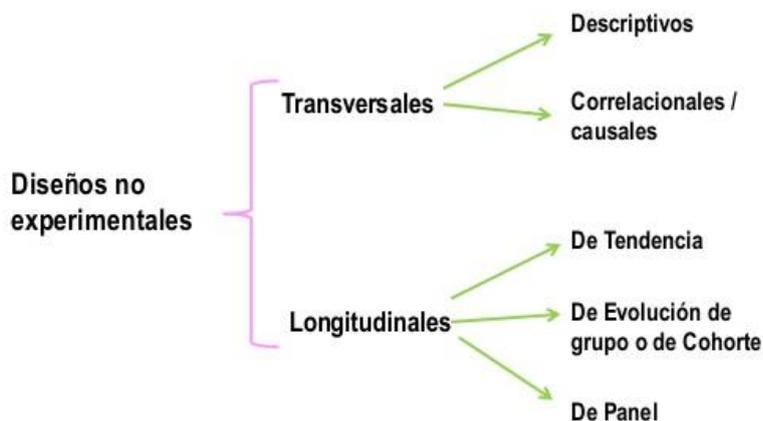
##### 3.1.2. Diseño de Investigación:

El Diseño a utilizar en nuestro proyecto de Investigación será Diseño de Investigación no experimental transversal.

A partir de la perspectiva de Kerlinger y Lee (2002): entre las características más representativas que podemos encontrar de los diseños no experimentales, tenemos:

- a) No requiere la intervención de la variable independiente, como hechos pasados o características de las personas.
- b) No existe elección aleatoria de los sujetos.
- c) Únicamente recolecta información para luego clasificarla e interpretarla
- d) Se estudian el fenómeno tal cual se presenta en la naturaleza por lo que aplica principalmente en investigaciones aplicadas.
- e) Por todas estas características estos diseños no experimentales no permiten establecer relaciones causales inequívocas.

**\* Los diseños no experimentales se dividen de la siguiente manera:**



### **3.2. Hipótesis:**

Aplicando la Tecnología BIM en la construcción del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, campiña de Moche, permitirá evaluar con eficiencia la Rentabilidad.

### **3.3. Variable y Operacionalización de la Variable**

#### **3.3.1. Variable**

Evaluación de la rentabilidad, aplicando Tecnología BIM en la construcción del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo

### 3.3.2. Operacionalización de Variables

| VARIABLE  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES                   | INDICADORES          | INSTRUMENTOS       |
|---|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------|
| Evaluación de la Rentabilidad, aplicando Tecnología BIM en la Construcción del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña Moche. Trujillo. | Serie de actividades estratégicas que elabora el Proyectista para la Evaluación de Rentabilidad, aplicando Tecnología BIM en la construcción del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña Moche. Trujillo. | El presente Proyecto de Construcción del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña Moche. Trujillo; se orienta a la Evaluación de la Rentabilidad, aplicando Tecnología BIM | Estudios Básicos              | Modelamiento         | Softwares, planos  |
|   |   |   |                               | Pre dimensionamiento | Libreta de campo   |
|   |   |   |                               | Metrado              | Cuaderno diario    |
|   |   |   | Aplicación de Metodología BIM | Análisis estático    | Diseño, Softwares  |
|   |   |   |                               | Análisis Dinámico    | Diseño, softwares  |
|   |   |   |                               | Uso de Softwares     | computadoras       |
|   |   |   | Rentabilidad                  | Económica            | Todos los activos  |
|   |   |   |                               | Financiera           | Recursos Propios   |
|   |   |   |                               | Social               | Futuros Residentes |

### **3.4. Población, muestra y muestreo**

#### **3.4.1. Población**

Proyectos Inmobiliarios (5) en el Distrito de Moche, provincia de Trujillo.

#### **3.4.2. Muestra**

Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña Moche, Trujillo.

### **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos**

#### **3.5.1. Técnicas de recolección de Datos.**

Se utilizarán las siguientes:

- a) La observación.** La que permitió determinar características físicas, químicas y topográficas y de georreferenciación del terreno, así como propiedades del suelo.
- b) Análisis documentario.** Haciendo uso de información física, virtual de los diferentes medios actuales como el internet.

#### **3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos.**

- a) Guía de observación.** Para los distintos ensayos ejecutados a través de laboratorios de mecánica de suelos, ensayos como:
  - Granulometría
  - Límites de Atterberg.
  - Contenido de humedad.
  - Proctor modificado.
  - Capacidad de soporte C.B.R.
  - S.S.T.
- b) “Guía de análisis documentario.** Se emplearon: Guías de software como Revit, Civil 3D, así como las N.T.P. y ASTM.

### 3.6. Procedimientos

#### Diagrama de flujo de procesos:



*Fuente.* Elaboración propia

Se empleará herramientas y softwares para el procesamiento y análisis de la información, los siguientes:

- Computadora de última generación.
- Software SAP 2000: Análisis estructural
- Software Autodesk Revit, Software ArchiCAD, Software S10
- Software AUTOCAD: Crea dibujos 2D y 3D precisos con el software de CAD AutoCAD.

- Software RHINO7: Permite crear formas inimaginables, con gran precisión y detalle.
- Software Microsoft Project: Permite evaluar tareas y las secuencias en las que deben elaborarse, con el objetivo de estimar la duración del proyecto.
- Software Microsoft Excel: Es una hoja de cálculo que sirve para manejar datos numéricos o alfanuméricos agrupados en filas y columnas también llamadas tablas de datos.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Los Investigadores deben cumplir las normas de la Ética:

- ✓ Evitar el riesgo de dañar considerablemente a la gente, al medio ambiente o ala propiedad sin necesidad.
- ✓ Abstenerse en emplear la mentira en cualquiera de los procesos de investigación.
- ✓ Contar con el consentimiento de los responsables a cargo del proyecto de estudio.
- ✓ Mantener en reserva cualquier información de índole privado y que pueda lastimar a las personas involucradas.
- ✓ Ser cauteloso con todo aquello que no forme parte de la investigación y se presente por estar cerca al lugar de trabajo.
- ✓ Evitar dadas a cambio obtener información fruto de la investigación realizada, o en búsqueda de un beneficio particular resultado de la investigación.
- ✓ No tomar como propio investigaciones ajenas.
- ✓ No forzar conclusiones que no resulten de la investigación realizada.
- ✓ No utilizar la confianza otorgada para descalificar o dar opiniones negativas que comprometan a las personas involucradas en el trabajo de investigación y/o que formen parte del proyecto.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados por el método tradicional de construcción

El Proyecto inmobiliario Villa Silvestre, ubicado en el sector Curva del Sun, en la Campiña de Moche, comprensión del Distrito de Moche, en la Provincia de Trujillo; fue el empleado en su primera etapa para esta investigación. El mismo que abarcaba dentro de sus metas la entrega culminada de 500 viviendas, por etapas. La totalidad del proyecto se organizó en 5 etapas, cada una consta de 100 viviendas todas con idénticas características.

El plazo contractual de la primera etapa de la obra fue de **215** días calendario, con presupuesto total de **S/ 2'520,050.00** libre de IGV, con una modalidad de contrato a suma alzada.

El plazo real de duración del proyecto fue de **250** días calendario con presupuesto total de **S/ 2'829,008.13** libre de IGV y sin contabilizar los costos por trabajos adicionales y deductivos.

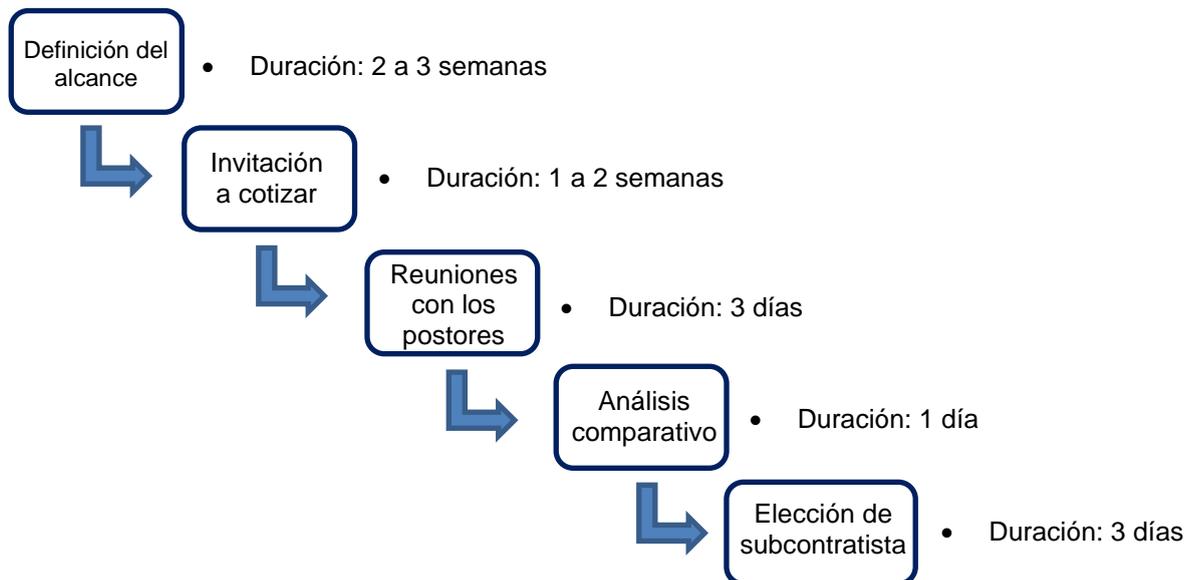
De la presente observación podemos evidenciar como es que el método tradicional de construcción incurrió en un retraso en el plazo contractual de **35 días** y por consiguiente esto también afectó en el presupuesto con una demanda de **S/ 308,958.13** adicionales, esto sin contar con los adicionales y deductivos.

A continuación, presentamos los tiempos estimados en la elección de distribuidores y subcontratas; el control de tiempos con la metodología tradicional de construcción para posteriormente analizar los resultados mediante la aplicación de la metodología BIM en la construcción y finalmente realizamos la comparación de la rentabilidad en la aplicación de ambos métodos.

#### 4.1.1. Control de distribuidores y subcontratas

El procedimiento que tomo mayor atención por parte del responsable de la obra fue el de elegir distribuidores y subcontratas que se encargarían trabajar en el proyecto. Aplicando la metodología tradicional de construcción, el ingeniero de oficina técnica fue quien se encargó de dicha tarea, el mismo que mediante análisis comparativos eligió a las empresas. La figura adjunta presenta la estimación del tiempo empleado en cada fase.

*Figura 6:* Tiempo estimado en cada una de las fases de acuerdo de distribuidor o subcontrata.



*Nota.* La estimación ha sido realizada teniendo en cuenta una metodología tradicional para la construcción de 100 viviendas, como primera etapa del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre.

*Tabla 2:* Incidencia (%) estimada para cada actividad de la fase de definición del alcance

| <b>ACTIVIDAD</b>            | <b>% INCIDENCIA</b> |
|-----------------------------|---------------------|
| Análisis documentario       | 12.48 %             |
| Compatibilización de planos | 36.52 %             |
| Elaboración de metrados     | 51 %                |
| <b>Total</b>                | <b>100 %</b>        |

Elaboración: Propia

*Nota.* Estimación del Proyecto mediante metodología de construcción tradicional de 100 viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche.

Tal como muestra la Tabla 2 la actividad con mayor incidencia de la fase es la elaboración de metrados con un 50% del total de las actividades.

#### 4.1.2. Control de tiempos mediante metodología tradicional de construcción

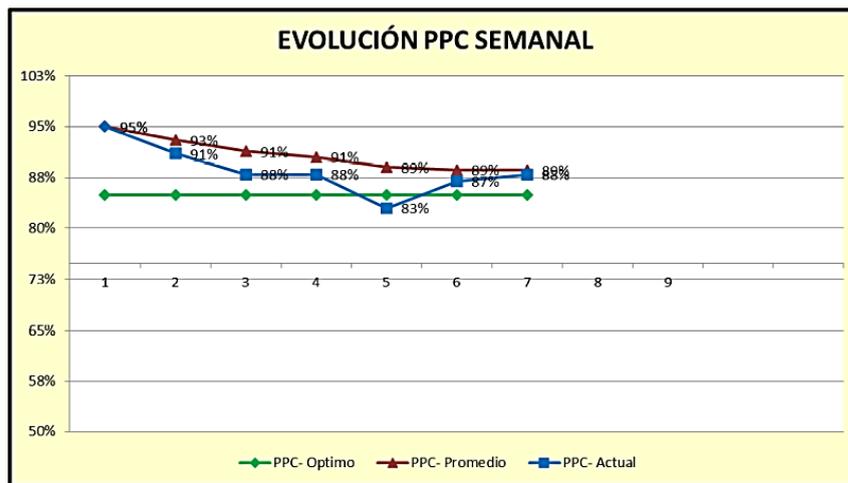
En el siguiente apartado se realizó un control teniendo en cuenta la filosofía de trabajo Lean Constuction. Se procedió a dividir las 200 casas del proyecto Inmobiliario en sectores asignándoles los mismos metrados de concreto, encofrado y acero, proporcionados por proyectista responsable.

En el control del cronograma se empleó el porcentaje del plan completado o PPC (Porcentual Plan Complete).

En el control de las horas hombre (HH) se aplicó únicamente el control de HH establecidas dentro del presupuesto frente HH dadas en campo.

El proyecto sectorizado en 4 grandes partes, procuró que todos tengan los mismos metrados tanto en concreto, acero y encofrado, a fin de elaborar una correcta secuencia de trabajo procurando cumplir con los tiempos establecidos previamente. A pesar de ello, fue imposible no encontrar interferencias que no permitieron el fiel cumplimiento del cronograma.

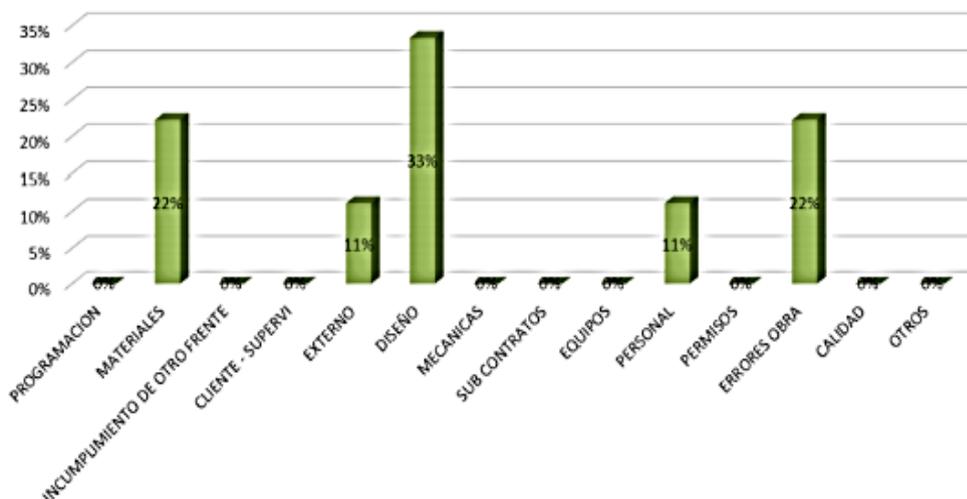
Figura 7: Evolución del PPC mediante la metodología tradicional.



Elaboración: propia

La figura 7 evidencia que el porcentaje del plan completado en la obra va declinando semana a semana llegando incluso a estar debajo de lo óptimo en la semana 5. Al analizar las posibles razones del incumplimiento se encontró que las fallas en el diseño del proyecto (planos con incompatibilidades, errores de metrados, información deficiente) fue una de las causas principales

Figura 8: Porcentaje de situaciones que presentan incumplimientos



Dentro de los planos uno de los errores que causo mayores problemas durantela obra fue el de interferencias estructura-instalaciones.

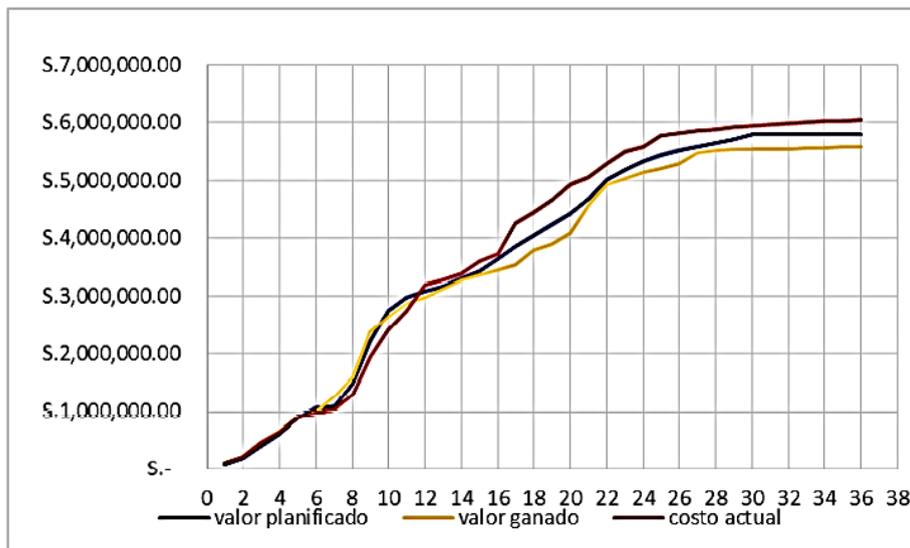
Figura 9: Porcentaje acumulado de avance planificado (Curva S) de la construcción de 05 viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre. Moche. Trujillo.



Elaboración: propia

La figura 9 es base para evidenciar el avance o retraso en costo (valor ganado)

Figura 10: Valor ganado de la construcción de las 100 viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo.

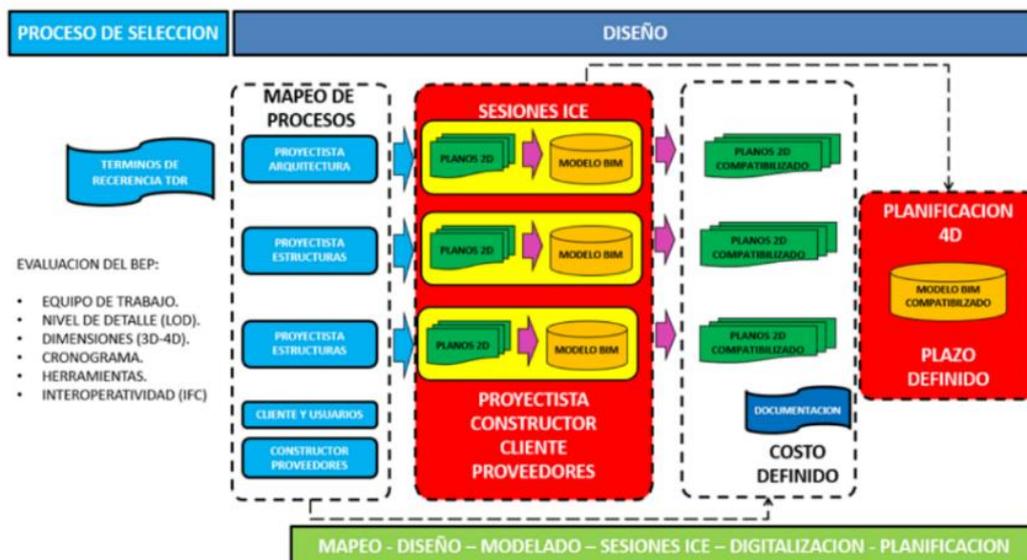


La Figura 10 evidencia que, el *valor planificado* se encontraba bajo el *valor ganado* durante las cuatro primeras semanas, indicando que el trabajo estaba avanzando positivamente por sobre el tiempo programado. Por otro lado, la gráfica *costo actual* se muestra en un nivel similar al del *valor ganado*, evidenciando que el proyecto estaba utilizando los recursos planificados, sin generar ganancia ni pérdida. La semana 16 muestra que la gráfica *valor ganado* está en niveles inferiores de la gráfica *valor actual*, mostrando que el trabajo ha iniciado a gastar más de lo proyectado, manteniendo esa misma tendencia hasta el final de la obra. Por lo que finalmente el proyecto mostro en retrasos en tiempos y sobrecostos. Todo esto no hace más que demostrar los resultados del presupuesto que expresaba que en un inicio la obra contaba con ganancias en tiempo y presupuesto que finalmente concluyó con retrasos y sobrecostos.

## 4.2. Resultados mediante aplicación de metodología BIM

Gracias a la aplicación de metodología BIM en la construcción de 5 viviendas del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, muestra representativa de la investigación, se logró cumplir con el plazo de ejecución de 210 días calendarios, el presupuesto ascendió a la suma de S/. 126,002.50 sin IGV, cuyo contrato se pactó en modo: *suma alzada*. Finalmente se logró cumplir en el tiempo establecido con la suma presupuestada de. S/. 124,742.48 fuera del IGV y sin tener en cuenta los adicionales.

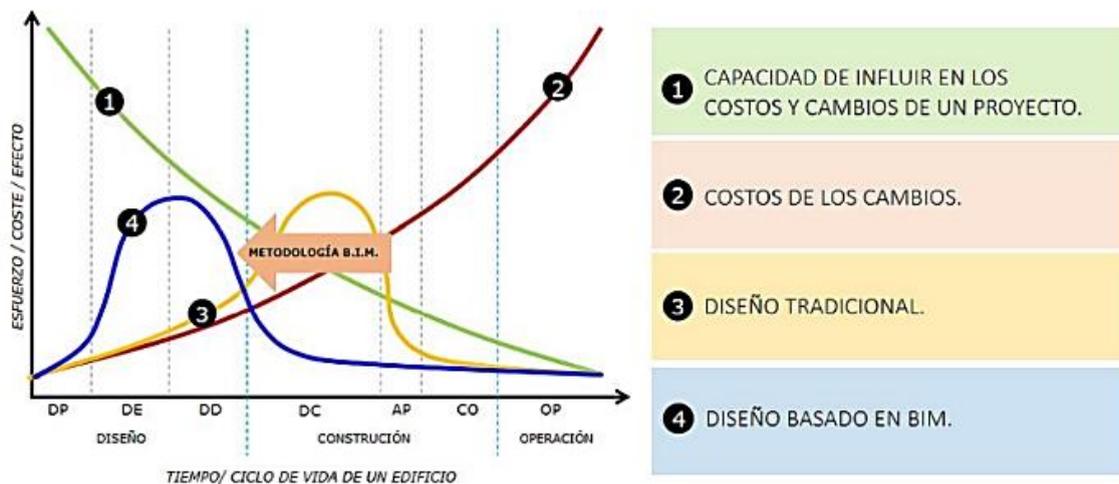
Figura 11: Propuesta de aplicación BIM para la construcción de Proyectos Inmobiliarios.



### Ventajas de aplicación BIM en la industria de la construcción

- Los modelos elaborados con herramientas BIM permiten equivocarnos virtualmente evitando el error en la realidad.
- Según lo anterior, se genera un ahorro en costos al no contar con procesos mal diseñados que corregir.
- Los modelos BIM permiten que los contratistas puedan revisar los diseños y la funcionalidad de los proyecto, facilitando tanto la planeación como el control de acciones. (Sierra, 2021).

Figura 12: Curvas capacidad de influir, costos, diseño tradicional y diseño basado en BIM para la construcción de obras de Ingeniería.

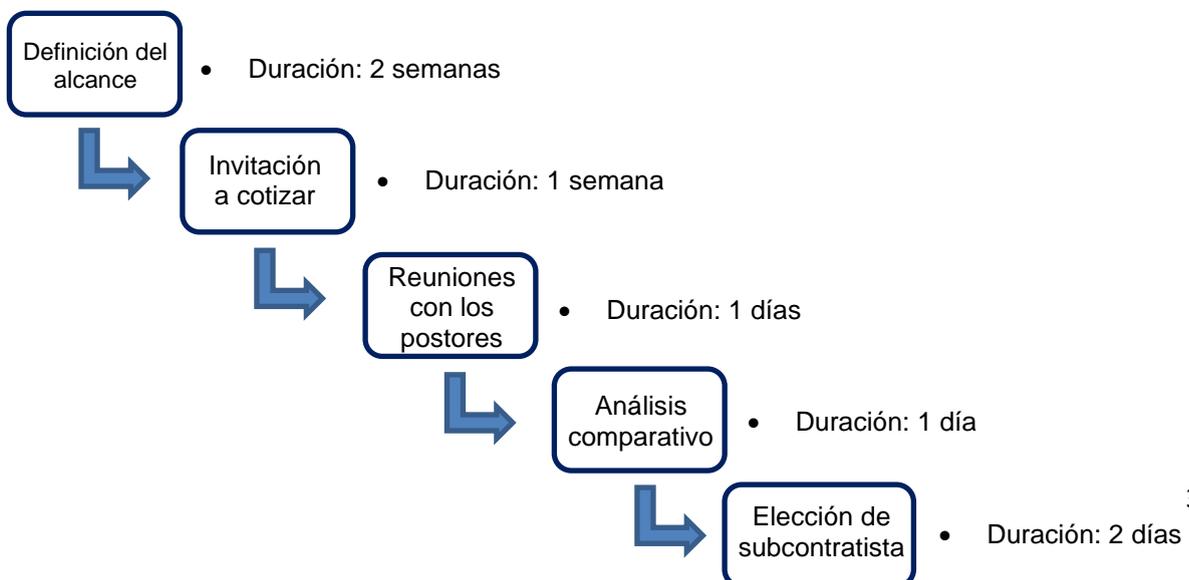


Nota. Tomado de: Sierra, L. 2021.

#### 4.2.1. Control de adquisiciones

La diferencia sustancial entre la gestión BIM y el método tradicional radica en la inclusión de todos los involucrados del proyecto previniendo inconvenientes durante todo el proceso. Además, se trabaja con un Coordinador BIM, quien maneja el modelo y transmite la información a todo el equipo. Estos son los resultados de la construcción de las 5 viviendas del proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, en el sector Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo”

Figura 13: Duración estimada durante los procesos de adquisición de proveedores y subcontratistas en la construcción de 5 viviendas aplicando la Gestión BIM



#### **4.2.2. Tiempos aplicando metodología de gestión BIM**

Mediante aplicación BIM se cuenta con la ventaja de poder optimizar el tiempo de todos los procedimientos, gestionándose además de una forma muy gráfica, ingresando la información en REVIT una de las herramientas de BIM, exportando al software NAVISWORK es de tan fácil uso que puede y debería llegar a ser empleado por todos los involucrados en el proyecto, no requiriendo que todos manejen REVIT®, sino únicamente dicho software de visualización.

#### **4.2.3. Control documentario mediante metodología de gestión BIM**

La aplicación de la metodología de gestión BIM en el control documentario tiene que ver con la elaboración de RFI's. Elaborar un RFI's incluye encontrar interferencias, especificaciones incompletas entre otros. Gracias a la metodología de gestión BIM se puede minimizar el tiempo de elaboración de un RFI's, ya que, es durante las reuniones de trabajo con todos los involucrados que se plantean las soluciones a las interferencias encontradas actualizando el modelo de manera inmediata.

#### 4.3. Rentabilidad a través del método tradicional de construcción y la rentabilidad a través del método de gestión BIM

Se comparan los resultados de rentabilidad al construir 100 viviendas, del proyecto inmobiliario “Villa Silvestre”, tanto con la metodología tradicional como con la metodología BIM.

##### 4.3.1. Rentabilidad mediante la metodología tradicional:

En la construcción de 100 viviendas del Proyecto Inmobiliario “Villa Silvestre”, metodología tradicional. Se aplicó el indicador de rentabilidad, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Presupuesto venta} - \text{Presupuesto invertido}}{\text{Presupuesto invertido}} \times 100$$

Reemplazamos los datos en la ecuación anterior, con datos del control presupuestario del proyecto de la construcción de 100 viviendas construidas con la metodología tradicional:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Presupuesto venta} - \text{Presupuesto invertido}}{\text{Presupuesto invertido}} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{S/ 6'612,790.56 - S/ 6'884,131.80}{S/ 6'884,131.80} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad} = - 3.94\%$$

#### 4.3.2. Rentabilidad mediante la metodología BIM:

En la construcción de 100 viviendas del Proyecto Inmobiliario “Villa Silvestre”, Gestión BIM.

Se tiene presente que para el presente cálculo se consideró los costos de implementación BIM dentro del presupuesto invertido. El cálculo se aplica considerando que las 100 viviendas cuentan con las mismas dimensiones de área y distribución.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Presupuesto venta} - \text{Presupuesto invertido}}{\text{Presupuesto invertido}} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{S/.6'750,722.84 - S/.6'657,938.72}{S/.6'657,938.72} \times 100$$

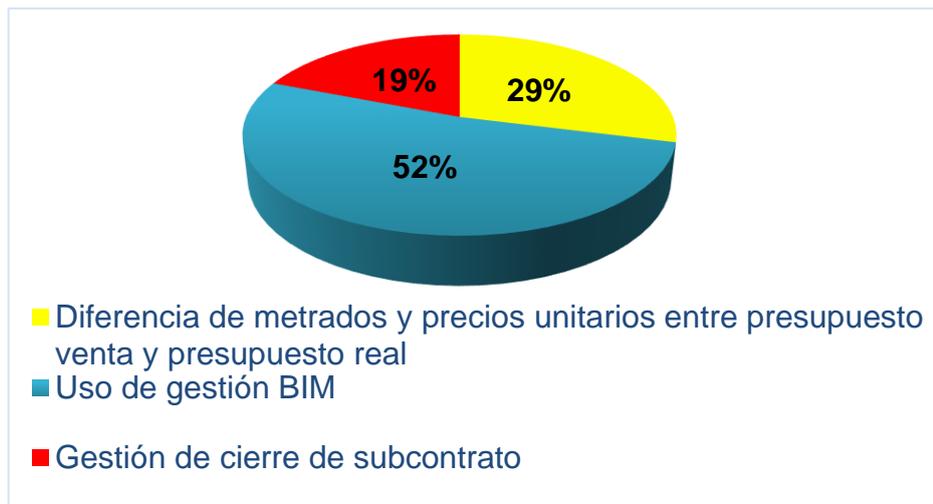
$$\text{Rentabilidad} = +1.39\%$$

#### 4.4. Principales causas pérdidas y ganancias por partidas.

Para este fin se asignó valores de identificación: 1, 2 y 3 a las ganancias, y valores: 4, 5 y 6 a las pérdidas obteniendo los siguientes resultados:

1. Metrados compatibles del Presupuesto venta con el presupuesto en campo.
2. Aplicación de metodología BIM.
3. Gestión subcontrato.
4. Incorrecta ejecución en procedimientos y requiriendo ser nuevamente elaborados.
5. Metrados compatibles del Presupuesto venta con el presupuesto en campo
6. Partidas que no fueron consideradas dentro del presupuesto inicial y que no generan un adicional.

*Figura 14:* Fuentes de la ganancia en el control de partidas de la construcción de 100 viviendas, con Gestión BIM.



Elaboración: propia

## V. DISCUSIÓN

La variabilidad en los procesos que presenta la industria de la construcción es una de las más altas, dicha variabilidad dificulta determinar de antemano y con precisión el resultado económico al finalizar los proyectos constructivos.

Actualmente encontramos novedosos sistemas de gestión que permiten dejar de lado todos aquellos procesos que lejos de aportar valor, dificultan nuestro trabajo. Dentro de dichos sistemas encontramos a los que comprenden la metodología de gestión BIM.

La presente investigación pretendió evaluar la rentabilidad con la aplicación de su metodología en el proyecto inmobiliario Villa Silvestre, ubicado en la campiña de Moche. Para tal fin, se procedió a tomar dos muestras de 100 viviendas construidas en los años 2020 y 2021. Las primeras viviendas se construyeron mediante la metodología tradicional y las otras 100 mediante metodología BIM.

El resultado principal del estudio es que la rentabilidad de la construcción de las viviendas mediante metodología tradicional fue de -3.94%; mientras que, la rentabilidad de la construcción de viviendas mediante metodología BIM fue de +1.39%.

Por tanto, el resultado económico del proyecto de las 100 viviendas construidas mediante metodología tradicional no fue favorable al tener que utilizar parte de las utilidades. Por otro lado, el resultado económico del proyecto de las otras 100 viviendas construidas mediante metodología BIM sí fue favorable incrementando sus utilidades.

Al identificar las causas de estos resultados se pudo confirmar nuestra hipótesis. Determinando que las principales causas de pérdida de utilidad en las viviendas construidas mediante metodología tradicional fueron: incompatibilidad en los metros cuadrados como en el diseño inicial.

Se evidencia que existieron errores desde la licitación tanto en metros cuadrados como en diseño. Otros errores fueron la omisión de partidas en el presupuesto de licitación.

La principal causa del éxito, evidenciado en el aumento de las utilidades,

en la construcción de viviendas mediante metodología BIM, es la metodología de gestión BIM que con 52%, seguida de la mayor precisión en los metrados con 29%

Se evidencia la relevancia de realizar estudios para la aplicación de metodologías de gestión actuales que beneficien la planeación y programación en las etapas de licitación derivando en presupuestos iniciales y finales similares o favorables

Así mismo, resultó que el uso de las herramientas BIM son favorables sobretodo en el análisis de metrados y la obtención de planos compatibles.

Habiéndose confirmado que la aplicación de metodologías BIM redundan en una rentabilidad positiva en la construcción en viviendas unifamiliares de interés social, dentro del distrito de Moche, en la provincia de Trujillo, es oportuno expresar que a pesar de todas las potencialidades y ventajas que podemos encontrar en el uso de las metodologías BIM, la aplicación de la misma también contiene limitaciones como la falta de conocimiento por parte de los involucrados y dificultades en el uso del software en aquellos que han sido capacitados.

Evidenciando la importancia de contar con personal capacitado en el manejo de herramientas BIM.

Otra dificultad es la demora en la elaboración de los modelados, que incluyen metrados y detección de interferencias.

Ya decía (Bances & Falla, 2016) sobre el uso de la metodología BIM que esta resulta necesaria tanto para planificar como para programar proyectos, a fin de mejorar su rentabilidad, ya que la misma disminuye los riesgos y dificultades en los procesos constructivos.

Por otro lado, Sierra indica: (Sierra, 2021) es sumamente importante que los contratistas revisen minuciosamente y con antelación sus proyectos antes de ejecutarlos, su falta de revisión podría impactar negativamente en tiempo y presupuesto.

## VI. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el presente trabajo de investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Emplear la metodología de trabajo tradicional en la industria de la construcción conlleva a mayores riesgos y por tanto constantes pérdidas que generan los adicionales, esto además de las ampliaciones de plazo que genera cumplir con actividades adicionales no contempladas en los expedientes técnicos.
2. Emplear la metodología BIM en la industria de la construcción mejora la rentabilidad de la construcción del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche, Trujillo, beneficiando tanto a la empresa constructora como a sus destinatarios finales.
3. La evaluación de la rentabilidad, aplicando tecnología BIM en el proyecto inmobiliario Villa Silvestre de Moche es positiva en un 1.39%
4. Si bien es cierto, la aplicación de la metodología BIM en la industria de la construcción es positiva, por el momento también encontramos limitaciones de índole académico y aplicativo, ya que no contamos con suficientes especialistas en BIM y por tanto aún son pocas las empresas que hacen uso de esta metodología de gestión.
5. Algunas actividades de gestión BIM que favorece significativamente el proyecto de construcción son:

La obtención de metrados con gran precisión y compatibles con AutoCAD y Excel, Modelo con las mismas características de la vivienda proyectada, Compatibilización de planos identificando RIFs, Modelo paramétrico a través del REVIT, Fácil generación de planos actualizados compatibles con AutoCAD.

## VII. RECOMENDACIONES

Se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Si bien es cierto la aplicación de la metodología tradicional es aún, una de las más utilizadas por la industria de la construcción, esto no debe ser motivo parano dar pase a los nuevos modelos de gestión como es el caso del BIM que vienedemostrando que su uso es favorable en la obtención de mayores utilidades o por lo menos en la eliminación de pérdidas.
2. Al estar demostrada, en esta y otras investigaciones, la rentabilidad positiva que genera la aplicación de metodología BIM en la industria de la construcción es recomendación de la presente tesis que los profesionales dedicados a este rubro busquen capacitarse en esta metodología y así ser cada vez más competentes.
3. Si bien es cierto, la calidad en la construcción, no ha sido objetivo de esta investigación, es recomendación de esta investigación tener en cuenta este tema (Calidad) que de una forma y otra se deriva del empleo mejores y actuales formas de trabajo como es el BIM.
4. Iniciar con suficiente antelación el modelado de cualquier proyecto que se vayaa ejecutar, debido a ser una de las etapas más importantes y que demandan mayor tiempo. Además de motivar más investigaciones sobre esta metodología, sobre todo en profesionales dedicados o que quieran dedicarse a la gestión deproyectos, de tal manera que tengan mayores recursos para manejar con éxitosu trabajo.

## REFERENCIAS

- Arancibia, M. A, (2018). Coordinación Técnica de Proyectos: Caracterización y subsidios para su aplicación en la gestión del proceso de diseño de edificaciones.
- Aminfo, H. (2018), Presupuestos, Cubicaciones, Tiempos y Control de obras. Contiene información sobre Presto. (<http://www.prestosoftware.cl/>) (Consulta:15 junio 2018).
- AUTODESK, Inc. (2017). Sitio oficial de Auto Desk, Inc. Contiene información sobre herramientas.url:( <http://usa.autodesk.com/>) (Consulta: 05 mayo 2018).
- Bances E. & Falla T. (2016). Rentabilidad de proyectos Inmobiliarios, empleando gestión BIM.
- Bermejo, G.D. (2018). Aplicación de la Metodología BIM al Proyecto de Construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial - Modelo BIM - 4D Planificación. Universidad de Sevilla. España.
- Bracamonte, L. E. (2015). Aplicación de herramientas Lean Construction para optimizar los costos y tiempos en la ampliación del Colegio Markham, Tesis (para obtener el título profesional de Ingeniero Civil), Perú - Universidad Nacional De Ingeniería, (2015), 66p
- CAPECO (2017). El Mercado de edificaciones urbanas en lima metropolitana y el Callao. 22° Estudio.
- Costa, C. G. (2016). Estudio para determinar la factibilidad de Introducción de la filosofía Lean Construction en la etapa de planificación y diseño de proyectos, en empresas públicas y privadas de ciudades intermedias, casos: Cuenca y Loja, Tesis (memoria para obtener el grado Magister en Construcciones), Ecuador Cuenca – Universidad de Cuenca, (2016), 85p.

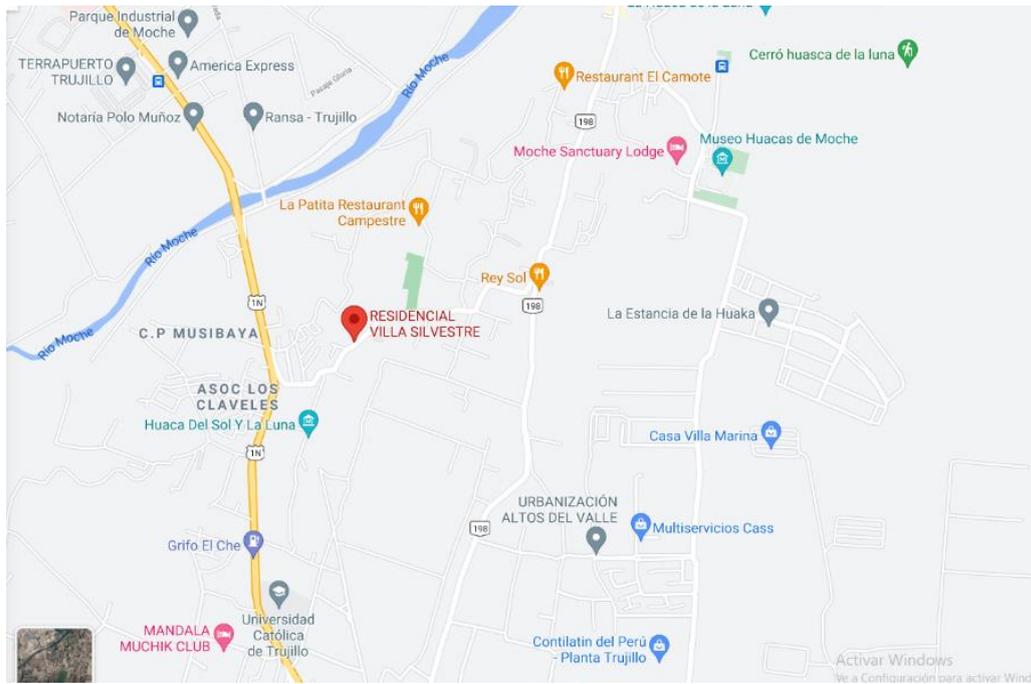
- Escobal, M. E. (2019). Metodología BIM: Herramienta clave para los proyectos de infraestructura
- Espinoza, J. & Pacheco, R. (2014). Mejoramiento de la Constructibilidad mediante herramientas BIM. (tesis de maestría). UPC, Perú.
- Flores, D. (2016). Aplicación de la Filosofía Lean Construction en Planificación, Programación, Ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA-Puno. (tesis de Pregrado). UNA, Perú.
- Ghio, V. (2017). Guía para la Innovación Tecnológica en Construcción.
- GRINSA SAC (2021). Construcción de viviendas en proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun. Moche.
- ICG. (2017). INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA (<http://www.elrol-de-las-ti-en-la-construccion.pdf>) El importante rol de TI en la industria de la construcción. (Consulta: 27 de agosto del 2018).
- ITI. (2019). INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INFORMACIÓN. Revista Número 15: Actualidad TIC.
- Kerlinger & Lee (2002). Características de los diseños no experimentales.
- Martínez, M. (2014). Métodos de Planificación y control de Obras; del Diagrama de barras al BIM.
- MEF (2019). Ministerio de Economía y Finanzas: Problemas que afectan en la Inversión Pública.
- MVCS. (2019). MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Fondo Mivivienda y Bono del buen Pagador para viviendas financiadas por el fondo Mivivienda y por Techo propio.
- Sierra, L. (2021). Aspectos Constructivos que faciliten un mejor planteamiento y control de las actividades de construcción.

Ulloa, K. & Salinas, J. (2018). Mejoras en la implementación de BIM en los Procesos de Diseño y construcción de la empresa Marcan. (tesis de maestría). UPC, Perú

Villafuerte G. R. (2016). Lineamientos para mejorar la gestión de proyectos de construcción de los gobiernos regionales y locales en la etapa de pre inversión, bajo el enfoque de Lean Construction. Tesis en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

## ANEXOS

Figura 15: Ubicación del proyecto Residencial Villa Silvestre, Campiña de Moche, Distrito de Moche.



Fuente: Google Earth

*Figura 16: Ingreso del Área del Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre.*



Fuente: Constructora Grinsa SAC

*Figura 17: Vista de la construcción de viviendas en el Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo. Empresa constructora GRINSA SAC*



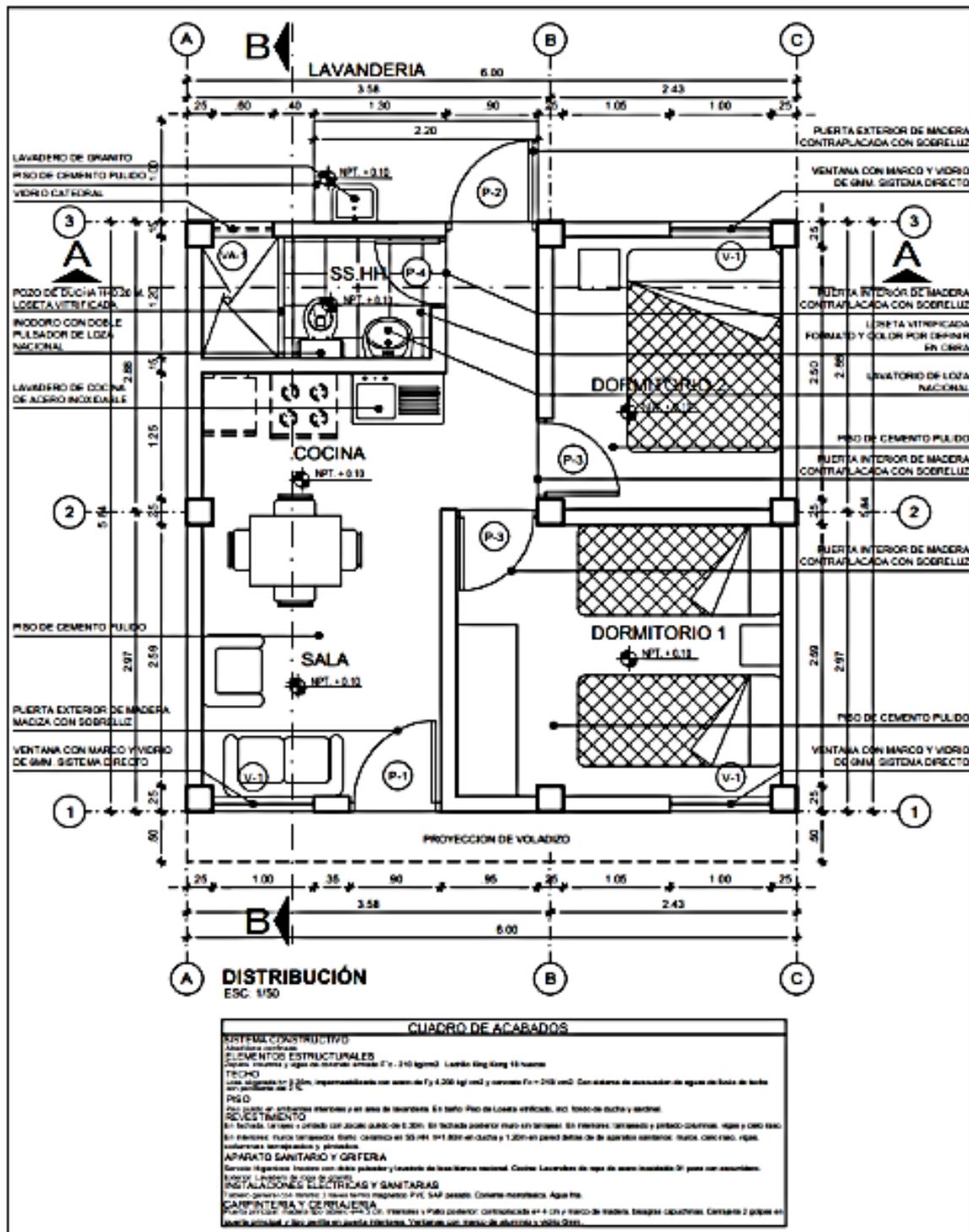
Fuente: Propia.

*Figura 18:* Vista de Tesista en la construcción de viviendas en el Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre, Curva del Sun, Campiña de Moche. Trujillo. Empresa Constructora GRINSA SAC.



Fuente: Propia.

Figura 19: Distribución de la vivienda de Proyecto Inmobiliario Villa Silvestre. Moche.



Fuente: Constructora GRINSA SAC.