



**ESCUELA DE POSGRADO**

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016.

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

Maestra en gestión pública

**AUTOR:**

Br. Susana Hernández Reátegui

**ASESOR:**

Dr. Sebastián Sánchez Díaz

**SECCIÓN:**

Ciencias Empresariales

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Auditoría Gubernamental

**PERÚ - 2018**

Dr. Fausto Mercado Philco

Presidente

Dr. Edwin Alberto Martínez López

Secretario

Dr. Sebastián Sánchez Díaz

Vocal

### **Dedicatoria**

A mis hijos que son mi motor para cumplir mis metas.

A mi esposo por todo su apoyo incondicional.

A mis padres quienes siempre estuvieron apoyándome en todo momento.

### **Agradecimiento**

A mi asesor de tesis Dr. Sebastián Sánchez Díaz por su apoyo continuo en el asesoramiento para la realización de mi investigación.

A las autoridades de la Universidad César Vallejo por todo su apoyo y confianza

## **Declaración de autenticidad**

Yo, Susana Hernández Reátegui estudiante del Programa de Maestría en Gestión Pública de la Escuela de Postgrado de la Universidad César Vallejo, identificado(a) con DNI 08714956, con la tesis titulada “Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016” declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la presencia de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, y me someto a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos enero del 2018

Susana Hernández Reátegui  
DNI 08714956

## Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, presento la tesis titulada: Uso de la metodología “Building Information Modeling” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016”. La investigación tiene la finalidad de 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 BIM como herramienta de apoyo.

El documento contiene siete capítulos, organizados de la siguiente forma: Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Marco metodológico, Capítulo III: Resultados, Capítulo IV: Discusión, Capítulo V: Conclusiones, Capítulo VI: Recomendaciones y Capítulo VII: Referencias bibliográficas y anexos.

Señores miembros del jurado espero que esta investigación sea evaluada y merezca su aprobación.

La autora.

## Índice de contenidos

Página del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Lista de Tablas	ix
Lista de Figuras	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
<b>I. Introducción</b>	
1.1 Antecedentes	16
1.2 Fundamentación científica, técnica o humanística	24
1.3 Justificación	35
1.4 Problema	37
1.5 Objetivos	40
<b>II. Marco Metodológico</b>	
2.1. Variables	42
2.2. Operacionalización de las variables	43
2.3. Metodología	44
2.4. Tipos de estudio	45
2.5. Diseño	46
2.6. Población, muestra y muestreo	47
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
2.8. Métodos de análisis de datos	53

2.9. Aspectos éticos	53
<b>III. Resultados</b>	54
<b>IV. Discusión</b>	72
<b>V. Conclusiones</b>	80
<b>VI. Recomendaciones</b>	82
<b>VII. Referencias</b>	85
<b>VIII. Anexos</b>	91
Anexo A: Matriz de consistencia	
Anexo B: Matriz de validación del instrumento	
Anexo C: Instrumento	
Anexo D: Base de datos	
Anexo E: Constancia emitida por la institución que acredita el estudio.	
Anexo F: Artículo científico.	

## Lista de tablas

Tabla 1	Operacionalización de la variable	43
Tabla 2	Población de Estudio	47
Tabla 3	Distribución de la muestra de Estudio	48
Tabla 4	Escala para Interpretar resultados de la confiabilidad	52
Tabla 5	Distribución de frecuencia según el nivel conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura	55
Tabla 6	Distribución de frecuencia según el nivel conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura según la dimensión factibilidad.	56
Tabla 7	Distribución de frecuencia según el nivel conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura según la dimensión diseño.	57
Tabla 8	Distribución de frecuencia según el nivel conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura según la dimensión abastecimiento y procura.	58
Tabla 9	Distribución de frecuencia según el nivel conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura según la dimensión construcción.	59
Tabla 10	Distribución de frecuencia según el nivel conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura según la dimensión uso y mantenimiento.	60
Tabla 11	Distribución de frecuencia según la dimensión factibilidad	61
Tabla 12	Distribución de frecuencia según la dimensión diseño	63
Tabla 13	Distribución de frecuencia según la dimensión abastecimiento y procura	65
Tabla 14	Distribución de frecuencia según la dimensión construcción	68
Tabla 15	Distribución de frecuencia según la dimensión uso de mantenimiento	71

## Lista de figuras

Figura 1	Etapas del Proyecto	27
Figura 2	Ventajas y desventajas del BIM	30
Figura 3	El uso de la herramienta BIM	31
Figura 4	Niveles de conocimiento de constructabilidad de los proyectos de infraestructura	55
Figura 5	Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, según la dimensión factibilidad	56
Figura 6	Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, según la dimensión diseño	57
Figura 7	Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, según la dimensión abastecimiento y procura	58
Figura 8	Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, según la dimensión construcción	59
Figura 9	Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, según la dimensión uso y mantenimiento	60
Figura 10	Distribución de frecuencia según la dimensión factibilidad	61
Figura 11	Distribución de frecuencia según la dimensión diseño.	63
Figura 12	Distribución de frecuencia según la dimensión abastecimiento y procura	66
Figura 13	Distribución de frecuencia según la dimensión construcción	69
Figura 14	Distribución de frecuencia según la dimensión uso y mantenimiento	71

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general, determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016; y el uso de la metodología “Building Information Modeling” como herramienta de apoyo.

El tipo de investigación es básica de nivel descriptiva, y el diseño fue no experimental, descriptivo y de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 55 colaboradores de las siguientes gerencias: de Megaproyectos, de Sector Vivienda, de Sector Salud, de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República. Se aplicó la técnica de la encuesta con cuestionario para la variable constructabilidad de los proyectos de infraestructura.

En la investigación, se ha encontrado 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.

Palabras claves: Constructabilidad de los proyectos de infraestructura, BIM.

## **Abstract**

This research had as general objective Determine the level of knowledge of the methodology "Building Information Modeling" in the constructability of infrastructure projects.

The research is basic descriptive level, and the design was not experimental, descriptive and cross-sectional. The sample consisted of 55 collaborators management: Management of Mega Projects, Management Sector Housing, Health Sector Management, Management Development and Engineering Department of the Office of the Comptroller General of Colombia. the technique of questionnaire survey for the variable constructability of infrastructure projects was applied.

In research, it has been found that there is a 95% of respondents have a knowledge good level of the constructability of infrastructure projects of Contraloría General de la República, while 5% shows a regular level and 0% of respondents shows a low level in relation to it.

**Keywords:** Constructability of infrastructure projects, BIM.

## **I. Introducción**

En el Perú, la industria de la construcción ha crecido aceleradamente, sin embargo los problemas que enfrenta este sector siguen siendo los mismos: no cumplimiento de los plazos, sobre costos, productividad baja, bajos niveles de calidad, niveles insuficientes de seguridad y prevención de riesgos, baja constructabilidad (irrealización de los diseños, incompatibilidades entre especialidades), en comparación con otros sectores productivos.

Un gran porcentaje de los problemas técnicos y administrativos en la ejecución de los proyectos tiene como causa principal la deficiente calidad de los expedientes técnicos y estos a su vez tienen como sus causas principales, entre otras, la contratación por parte de las entidades de profesionales no aptos para elaborar, supervisar, revisar y aprobar los expedientes técnicos, ya sea por falta de capacitación o experiencia lo que conlleva a un deficiente diseño de especialidades y una falta de compatibilización entre las mismas.

No existe un adecuado marco normativo que nos de las pautas para una correcta formulación y/o elaboración de los Expedientes Técnicos, asimismo existe un inadecuado e impreciso desarrollo de los términos de referencia.

Ante este escenario, se hace necesaria una adecuada Planificación y Control de los proyectos de infraestructura desde etapas tempranas en varios frentes a la vez, involucrando el manejo de gran cantidad de información, lo que nos lleva a multiplicar esfuerzos para el procesamiento e interpretación de la misma. Del adecuado procesamiento e interpretación de la información del proyecto dependerá la toma de decisiones eficiente y oportuna y con ello contribuir al desarrollo de proyectos exitosos.

El empleo de técnicas de planificación y control de proyectos constituyen un soporte para la administración eficiente de la realización de la obra, cuyo fin es establecer las variables propias de los proyectos e identificar sus relaciones, con la finalidad de acoger medidas que permitan acceder al cumplimiento de las metas de costo, plazos y calidad de los proyectos.

Hoy en día existen herramientas como el BIM (Building Information Modeling), que nos permiten detectar las inconsistencias e incongruencias de un proyecto de infraestructura antes de su ejecución. El BIM contribuye para integrar y mejorar la programación de las actividades de construcción, la estimación de los costos, la constructabilidad de la edificación, la identificación de las incompatibilidades espacio-temporales en la producción y visualización del proceso de construcción.

Por ello hago un aporte a través del siguiente trabajo de investigación “Uso de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016”.

## 1.1. Antecedentes

### Antecedentes nacionales

Espinoza y Pacheco (2014) en su Tesis *Mejoramiento de la constructabilidad mediante herramientas BIM*. Afirmaron que: hoy en día, en el Perú, la Industria de la Construcción, crece de manera acelerada pero a pesar de ello, existen dificultades que el sector debe afrontar y éstas en su mayoría son repetitivas; los plazos y su incumplimiento claramente generan sobre costos adicionales, esto genera la baja productividad, la calidad se ve afectada siempre y los índices en cuanto a accidentes se tornan más frecuentes, todas estas dificultades se dan por la ineficiente gestión desde las etapas previas que son tan importantes y a una mala planificación, ejecución y control de los proyectos.

En la actualidad, existen softwares como el AutoCAD que son muy generalizados y no estandarizados. Esta tecnología está fundamenta en la representación gráfica, además de demandar tiempo para su elaboración, no existe compatibilización entre las plantas, cortes y las elevaciones de la misma especialidad o de diferentes especialidades de un proyecto integral, dando como resultado la difusión de errores de diseño, los cuales se presentan en la etapa de construcción a costas del promotor, el contratista o el arquitecto (stakeholders), los cuales se ven perjudicados por dichos trabajos rehechos los cuales generan sobre costos y mayores plazos. Hoy en día las nuevas tecnologías, nos brindan una gran variedad de herramientas, las cuales, si son utilizadas de manera eficiente podrían evitar que se cometan errores con tanta frecuencia y de esa manera se reducirían costos, tiempo y se reflejaría la calidad de los trabajos. “BIM, por sus siglas en inglés: Building Information Modeling”, es una de estas herramientas.

El trabajo de investigación se realizó para establecer los beneficios que se obtienen al realizar un ordenamiento digital en etapas iniciales del proyecto empleando la metodología BIM y la noción de constructabilidad. Por ello su propuesta de mejoramiento se centró en la fase de pre-construcción donde analizaron las causas que perjudican a la constructabilidad a través del

empleo de la herramienta BIM.

Se concluye que en la fase inicial de revisión de la constructabilidad del proyecto materia de estudio, da como resultado el escaso manejo de principios de constructabilidad, con un promedio general debajo del 20%, lo que significa, que la planificación del proyecto no se ha dado en la etapa de pre construcción. La mayor suma de problemas hallados en el proyecto, conciernen a las especialidades de arquitectura y estructuras, 20 y 13 respectivamente, de una suma total de 37 problemas registrados. Usando herramientas BIM obtenemos un aumento del porcentaje de constructabilidad en un 84%, lo que quiere decir, que se ha verificado de forma virtual todas las especialidades del proyecto, se ha subsanado las incompatibilidades, se ha estudiado los puntos decisivos del proyecto.

El empleo de metodología BIM en etapas tempranas del proyecto mejora la constructabilidad del mismo, detectándose incongruencias antes de la ejecución del proyecto permitiendo la compatibilización de todas las especialidades, evitando sobrecostos y ampliaciones de plazos.

Ulloa y Salinas (2013) realizó una investigación titulada: *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan*. Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. La investigación tuvo como objetivo general proponer mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Según los resultados encontrados, los Autores refieren que: Se pudo crear en los involucrados la necesidad de que el modelo proporcione mayor información para su mejor aprovechamiento, se logró captar el interés de los involucrados durante la construcción, se logró visualizaciones en 3D de espacios poco identificables en planta, se obtuvieron cortes en cualquier sección del modelo, el proyecto en 2D solo presenta 8 secciones entre cortes y elevaciones, se logró detectar interferencias entre elementos de concreto ubicados a diferentes niveles en las cimentaciones y sótanos, mejor entendimiento del proyecto por parte de

los involucrados al tener claro lo que se tenía que hacer.

Una de las mayores ventajas que el BIM nos ofrece es la actualización inmediata de información dentro del modelo. Esto hace que puedan trabajar sobre un proyecto todos los involucrados, teniendo la certeza de que la información es correcta, impidiendo cometer errores. Se puede afirmar que para trabajar con la metodología BIM es necesario cambiar de mentalidad y tener amplios conocimientos de la herramienta.

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, señalaron que: la industria de la construcción en nuestro país está creciendo aceleradamente, llegando a ser una industria muy dinámica, en cuanto a la producción de empleo y desarrollo. Lo cual hace suponer que cada vez habrán proyectos más complicados y diversos a exigencia del mercado, los mismos que deberán concretarse más rápido, bajo la presión y/o exigencia del cliente, para que los proyectistas terminen lo antes posible con el proyecto, a fin de iniciar la ejecución de las obras, sin anticipar o preveer los problemas que ocurren en la etapa de ejecución de la obra.

La herramienta BIM tiene gran potencial ya la vez se introduce como un desafío en lo que respecta a la coordinación de proyectos, ya que el sistema actual de trabajo se realiza en 2 dimensiones o 2d (con un bajo nivel tecnológico), tiene un proceso LINEAL, en base a trabajos independientes, debiendo ser este un proceso INTEGRADOR. Esta tecnología, se encuentra ingresando a los diversos mercados, y aquí en el Perú las empresas constructoras se encuentran en proceso de conocimiento y adaptación inicial a la tecnología, no logrando desarrollarse de forma integral ya que éste es un proceso en el que todos los involucrados deben estar en la misma "sintonía"; cliente, constructor, especialistas, proveedores, y gobierno deben de manejar un mismo lenguaje para la conceptualización, diseño, ejecución y

operación del proyecto. Por lo que, con el objetivo de minimizar deficiencias en la etapa del diseño, así como mejorar la comunicación entre los actores principales en el desarrollo de proyecto y su ejecución, para la implementación de esta tecnología la cual trae muchos beneficios para todos los involucrados, se plantea presentar una metodología de trabajo para la implementación de la tecnología BIM en las empresas constructoras e inmobiliarias.

La metodología BIM definitivamente es un cambio de manera de pensar, de cómo se desarrolla un proyecto que abarca un gran grupo de especialistas, aumenta la visualización del proyecto y sus posibles incongruencias o inconsistencias tempranas, permite evaluar más alternativas de diseño de una manera muy rápida.

#### **Antecedentes internacionales:**

Duarte y Pinilla (2014) en su Tesis de Maestría en Ingeniería Civil, de título *Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. Bogotá, Colombia*. De la Pontificia Universidad Javeriana, señalaron que: “en la industria de la construcción es fundamental que los proyectos se ejecuten dentro de los costos y tiempos planeados, durante la fase de la planeación inicial se omiten procesos que son parte de la dirección del proyecto”, lo que muestra la carencia de integración de éste. En este estudio, orientado a la planificación y control de proyectos mediante la metodología tradicional y la metodología BIM, se hizo un repaso de los antecedentes históricos y actualización del conocimiento sobre gestión, dirección e integración de proyectos, control de los costos y plazos durante el ciclo de vida del proyecto.

Además, se tomó en cuenta las apreciaciones paramétricas del modelo, cuantificación de los metrados de obra, ventajas y desventajas y confrontación de los resultados para las dos metodologías. El empleo de la

metodología BIM en el desarrollo de los proyectos tiene ventajas sobre la metodología tradicional, esto se evidenció en los resultados obtenidos en el estudio en donde la relación de costo efectividad es ventajosa cuando se hace uso de la metodología BIM a diferencia de cuando se hace uso de la metodología tradicional, donde los resultados evidencian que lo que se ejecutó no se ajustó a lo planificado en el inicio.

En conclusión, la relación de costo efectividad resulta satisfactoria cuando se utiliza la metodología BIM, por cuanto como resultado se obtuvo el valor de 0.6 siendo este menor a 1.0. En el caso del empleo de la metodología tradicional se puede ver que la relación costo-efectividad es superior al valor de 1.0 con un factor de 4.5, lo que significa que lo que se ejecutó no se ajustó a lo planificado, de modo que la diferencia se liga a re-procesos administrativos y operativos, mayores metrados, mayores plazos, menoscabo de tiempo en mano de obra etc. El resultado nos muestra que proyecto en esas condiciones carece de viabilidad, sin embargo, se debe mencionar que parte de esos sobrecostos son relacionados a yerros de diseño y a re-procesos administrativos que se dieron en el transcurso del proyecto, los cuales no deben ser vinculados al uso de la metodología tradicional sino a faltas de los proyectistas que se pudieron solucionar desarrollando el proyecto con otra opción.

Se demostró que la metodología BIM en el desarrollo de los proyectos tiene ventajas sobre la metodología tradicional, esto se evidenció en los resultados obtenidos en el estudio en donde la relación de costo efectividad es satisfactoria en el caso de la utilización de la metodología BIM a diferencia de la metodología tradicional en donde los resultados revelaron que lo que se ejecutó no se ajustó a lo planeado inicialmente.

Nieto (2012) en su artículo titulado: *Generación de modelos de información para la gestión de una intervención, La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla. España*. Afirmó que: estamos a puertas de una nueva etapa en el análisis espacial del acervo arquitectónico con el empleo de los arquetipos infográficos en 3D, que nos proporcionan una continua

contemplación de sus características arquitectónicas al tiempo que se va levantando la maqueta, consumiendo el espacio virtual en un desarrollo recíproco entre el proyectista y el objeto de diseño. Sin embargo, a ello hay que agregarle otro elemento importante en el patrimonio, como es el trabajo en equipo, multidisciplinario y la difusión de datos entre los diferentes especialistas.

Por ello, se debe asegurar una buena administración de la información desarrollada en el estudio, de tal manera que ésta fluya adecuadamente entre las diferentes especialidades, con una transmisión rica de conocimientos, donde cada experto trabaje en un contexto amplio, y que eso nos conduzca a decisiones acertadas para la buena gestión y conservación del patrimonio materia de estudio. Se concluye que en el mismo desarrollo de la maqueta - con la producción de plantas, elevaciones y cortes, registro de los elementos ordenados por categorías, así como la visualización del prototipo por fases constructivas, se ha venido estructurando una metodología que ha servido para gestionar de manera eficaz y provechosa la información del patrimonio llegando a las siguientes conclusiones: 1) Es ventajoso trabajar con objetos paramétricos, 2) Se cumple el principio de multidisciplinariedad, 3) Se puede recuperar virtualmente el edificio patrimonial.

En el presente artículo se dio a conocer las ventajas de trabajar con metodología BIM en proyectos ya desarrollados o construidos, demostrando que el uso de esta herramienta no solo se limita a las etapas tempranas de planificación y diseño de edificaciones nuevas, sino también puede ser de gran utilidad para la recuperación virtual del patrimonio arquitectónico de las ciudades que en muchos casos se ve desaparecer o es desconocido por los ciudadanos.

D'Paola (2014) en artículo *Nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería civil: BIM y realidad virtual*. Publicó que: como fruto de un seguimiento de los trabajos, investigaciones y aplicaciones de la realidad virtual y la herramienta BIM (Building Information Modeling) en la construcción, las academias y los centros de investigación, con la finalidad de

demostrar la importancia y necesidad de incluir esta metodología como pieza importante en los currículos y programas de los centros de enseñanza, en lo que se refiere a la preparación de los Ingenieros civiles, como nuevas tecnologías para argumentar con innovación, originalidad, invención y competitividad a las nuevas riquezas del conocimiento. En conclusión la formación de los actuales y futuros profesionales de la construcción, que aporten a la innovación y desarrollo de los países debe ir de la mano con las nuevas tecnologías presentes en el mercado.

La realidad virtual y la metodología BIM (Building Information Modeling) son parte de estas nuevas tecnologías que se vienen implementando en la industria y en la formación de actores del sector de la construcción. El incremento en su implementación en la industria de la construcción en algunos países, permite evidenciar que su uso está en constante crecimiento, y que por lo tanto el sector requiere de personal con las competencias requeridas para responder a las nuevas exigencias del mercado y la complejidad de los proyectos.

En esta investigación, se evidenció que las academias, universidades e institutos tecnológicos deben apuntar a la capacitación de los actuales y futuros profesionales en nuevas tecnologías como la metodología BIM, que los profesionales respondan a las exigencias que el mercado exige.

Gímenez y Suárez (2008) en su artículo: *Diagnóstico de la gestión de la construcción e implementación de la constructabilidad en empresas de obras civiles*. Expusieron los resultados de una investigación, en la cual se realizó un diagnóstico de las empresas de edificación que operan en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela; para conocer el grado de aplicación de los conceptos de constructabilidad, reconocer las barreras para la implementación de dichos conceptos y la disposición de la alta gerencia de adoptar la metodología; para luego realizar una propuesta de los cambios pertinentes para la consolidación del programa de constructabilidad en las empresas. Igualmente se estudió la realidad interna de las empresas en cuanto a aspectos como: programación y planificación, dificultades en obra,

abastecimiento, características del personal, uso de optimización y facilidades tecnológicas, que forman parte de la gestión cotidiana de la construcción. Los principales resultados fueron el alto grado de desconocimiento tanto del término "constructabilidad" como de sus beneficios de implementación, así como también gran disposición de las empresas en adoptar la metodología para la optimización de sus procesos.

De acuerdo con los resultados emitidos de la aplicación de un cuestionario en cuanto al uso y conocimiento de la constructabilidad se concluyó que: La mayoría de las empresas desconoce el término "Constructabilidad", por esa razón, la implementación de la misma es nula en la ciudad. Sin embargo, las empresas se mostraron dispuestas a generar cambios para la implementación de este programa, siempre y cuando ayude a optimizar los procesos internos y de ejecución de las obras, mejore el rendimiento de los recursos, genere beneficios económicos, para así implementar donde sea más efectivo el programa, tanto en la etapa de diseño, procura y ejecución de la obra. Quiere decir que hay una necesidad extendida de generar cambios para mejorar la productividad de los procesos internos de las empresas, bien sea utilizando la constructabilidad o cualquier otro programa de mejoramiento continuo que les aporte alguna solución a sus necesidades.

Las empresas presentaron, barreras para la implementación de la constructabilidad, es por ello que debe atacarse en primer lugar los síntomas más frecuentes, tales como la falta de documentación de errores cometidos y sus posibles correcciones, falta de visión de benchmarking, poco tiempo para el pensamiento estratégico y la falta de revisión del proyecto durante el proceso de diseño por parte del personal de construcción.

En cuanto al comportamiento de las empresas según los conceptos de constructabilidad, tenemos que éstas a pesar de no poseer conocimiento de la existencia de los mismos, los han implementado parcialmente de manera informal, como consecuencia de experiencia previa del personal, aunque sin la documentación debida y el seguimiento apropiado. En el caso específico

de las consideraciones tempranas, las empresas se muestran preventivas en cuanto a algunos aspectos como por ejemplo, la selección de los métodos constructivos y revisión de las especificaciones de diseño, entre otras, así como también un gran porcentaje realiza programación de obras. Sin embargo en cuanto a la disponibilidad de materiales, equipos o mano de obra capacitada no están siendo efectivos, lo cual hace que no puedan evitar de manera eficaz ciertas dificultades en las obras, como por ejemplo los inconvenientes de procura y/o modificaciones durante la ejecución.

Tapia, (2012) en su Tesis de Maestría: *La constructabilidad y su administración en empresas de infraestructura en México*, evaluó los resultados de la investigación sobre la constructabilidad y su administración en empresas de proyectos de infraestructura en México. Los conceptos de constructabilidad son empleados en proyectos de construcción con excelentes resultados en otros países de América como son: Estados Unidos, Chile, países de Europa como Reino Unido, España, Australia y países de Asia como China e Indonesia. En todos estos países se han realizado investigaciones sobre el tema y su aplicación, y se ha determinado que ayudan a mejorar la gestión en la construcción de cualquier proyecto, disminuyendo su costo final, reduciendo las dificultades en obra, mediante las revisiones del proyecto, durante las etapas de planificación y diseño; estas revisiones se realizan utilizando una óptica constructiva, realizadas por un equipo de profesionales con amplia experiencia en materia de construcción. La aplicación de estos conceptos también ayudan a que los proyectos se terminen dentro del programa estipulado y con un ahorro en el presupuesto establecido.

La industria de la construcción en México debe de estar a la vanguardia, y para esto, necesita incorporar las prácticas de mejora internacionales para hacer frente a la globalización y a la apertura de mercados. La Constructabilidad es considerada una práctica de mejora internacional por los beneficios que trae consigo su aplicación en los proyectos de construcción, por lo que es recomendable que se considere su implementación.

## 1.2. Fundamentación científica, técnica o social

### **La constructabilidad o constructabilidad:**

El término conocido en inglés como constructability (o buildability), fue definido por la Institución de Ingenieros Profesionales de Nueva Zelanda Incorporated, IPENZ (por sus siglas en inglés) como una herramienta de administración de proyectos para verificar el desarrollo de la construcción desde el inicio hasta el final, durante la fase de diseño. Es decir, saber reconocer los obstáculos antes de que un proyecto sea ejecutado para disminuir o evitar errores, mayores plazos o sobrecostos.

El concepción de contractibilidad fue fomentado y estudiado por expertos de la Universidad de Texas, CII (1987; 1993) y luego por el Instituto de la Industria de la Construcción Australia (CIIA, Construction Industry Institute Australia) (CIIA, 1992; 1996), similar a la institución norteamericana. Estos organismos publicaron gran cantidad de sumarios y compendios de naturaleza pragmática, con concejos de gestión de constructabilidad, manuales para los equipos multidisciplinarios y herramientas de mejora de la constructabilidad, particularmente dirigidas a la administración y la gestión de la industria de la construcción. Importantes investigadores O'Connor, J.T. & Miller, S.J. (1994). O'Connor J.T., Rusch S.E., Schulz M.J. (1987).

Schwinger (2011) señaló que: “el término constructabilidad define la facilidad y eficiencia con las cuales se pueden construir las estructuras. Mientras más construible sea una estructura, ésta será menos costosa” (p.79).

Singh (2001), definió la constructabilidad como: “la integración del conocimiento y la experiencia de la construcción en el desarrollo del proyecto equilibrando las numerosas condicionantes internas y externas (ambientales) del proyecto para cumplir con los metas y obtener un producto (edificación) de óptimo nivel”. Asimismo, identifica doce principios a aplicar en las cinco

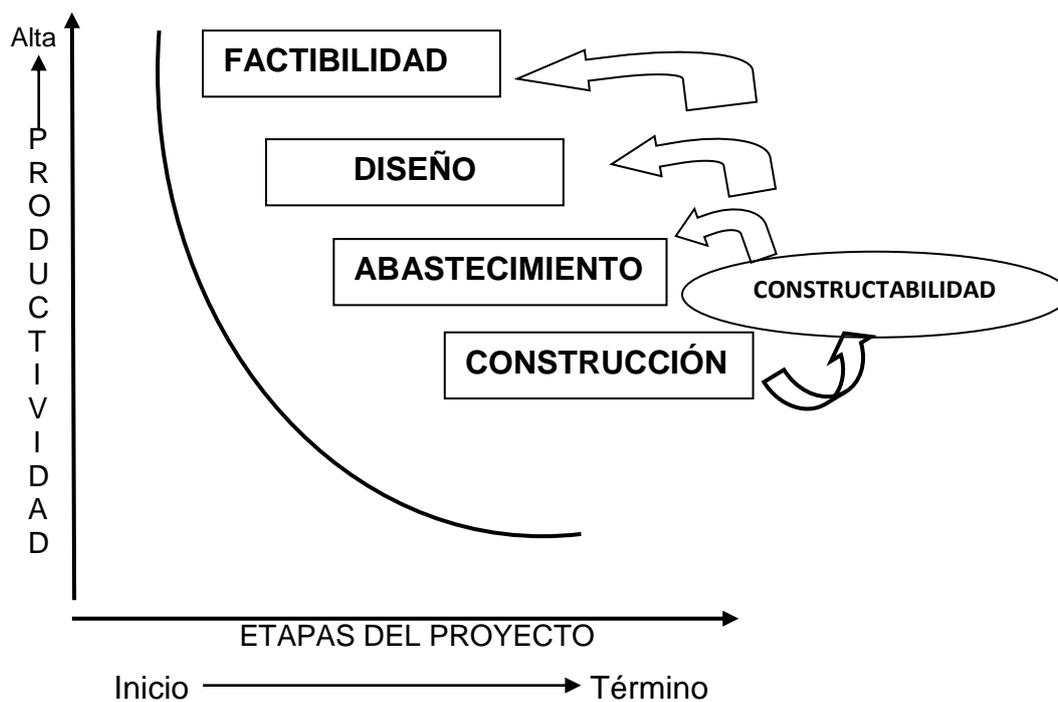
etapas del ciclo de vida del proyecto: Integración, conocimiento de construcción, experiencia del equipo, objetivos corporativos, disponibilidad de recursos, factores externos, programación, metodología de construcción, accesibilidad, especificación, innovación en la construcción y retroalimentación (pp. 96-97).

Gambatese, Hinze, Rinker y Behm (2005), Investigation of the viability of designing for safety. Center to Protect Worker' Rights CPWR. USA. Al respecto, El Instituto de la Industria de la Construcción (CII)". (1986), definió la constructabilidad como la integración eficiente y a tiempo del conocimiento de la construcción en las etapas de planificación, diseño, construcción y operaciones de obra de un proyecto para alcanzar las metas del mismo de la mejor forma, exactitud y al mayor nivel de costo-efectividad posible.

Lam et al. (2007), mencionan que adicionalmente a los beneficios directos de calidad, tiempo, costo, seguridad, el desarrollo de la constructividad en los proyectos, genera progresos en las relaciones industriales, promoviendo el trabajo en equipo, generando la satisfacción de los empleados, facilitando el trabajo e impulsando un mejor ambiente gremial".

Orihuela y Orihuela (2003) señalaron que:

La constructabilidad es un ejercicio muy eficiente para alcanzar mejoras en la gestión de proyectos de construcción. Este ejercicio capta los conocimientos operacionales, no solamente para aplicarlos en la etapa de la ejecución del proyecto, sino principalmente para aprovecharlos en etapas tempranas y estratégicas, como son las etapas de planificación y de creación del diseño (p. 90).



**Figura 1:** Etapas del Proyecto (Adaptado de A. Serpall, 1993)

### **Tecnología de la información:**

La Tecnología de la Información constituye el grupo de recursos indispensables para manejar la información: las computadoras, los programas informáticos y las redes necesarias para convertirla, guardarla, suministrarla, transferirla y localizarla.

Las oportunidades para aumentar los niveles de productividad en las industrias, especialmente en el campo de la construcción, aún no han sido aprovechadas en nuestro país. Es así que, la Tecnología de la Información se presenta como una valiosa herramienta, que puede coadyuvar de manera categórica al arranque de la industria.

Sin embargo, este aprovechamiento debe ir de la mano de una estrategia de implementación que facilite el máximo aprovechamiento de su real potencial. Tareas clave como el diseño y la planificación, que tienen una repercusión directa y categórica en la construcción, pueden ser optimizadas grandemente con el empleo de nuevas herramientas de Tecnología de la Información como los modelos BIM.

**BIM (building Information Modelling):**

La llegada del CAD (diseño asistido por computadora) en los años ochenta auguró una modificación significativa en las industrias del diseño y la construcción, dicha modificación condujo a los proyectistas e ingenieros lejos del dibujo tradicional a mano y los sumergió de lleno en la era de la computación.

Actualmente, el concepto va más allá con el desarrollo de herramientas como Building Information Modeling (BIM), permitiendo al personal de diseño incluir toda la información en los modelos 3D. El software de diseño es útil tanto en las fases previas de planificación y construcción, así como en pleno proceso de diseño, con la probabilidad adicional de recalcular sin ningún problema, los elementos del modelo diseñado apoyados en nueva información que pueda ser incorporada.

Jernigan (2007), señaló que:

BIM es la gestión de información y las relaciones entre los recursos técnicos y sociales que representa la complejidad, colaboración y la interrelación de la organización de hoy. El objetivo en la gestión de proyectos es tener la información correcta en el momento correcto y el tiempo exacto. (p.23)

El BIM interpreta virtualmente lo que será construido a futuro y el entorno en cual se insertará dicho elemento. Además, está ligado a las instrumentos (software), tácticas (procedimientos de operación) y análisis (estructural, constructabilidad, energético, chequeo de interferencias, etc.) vinculados con este modelo virtual.

Buscador de Arquitectura, S.A. de C.V. (2010), señaló que: Considerado como un sistema global que va desde la integración y asociatividad total entre el dibujo de los planos, el modelo tridimensional y toda la serie de

información escrita y cuantitativa que se desprende de sus dimensiones para generar especificaciones, presupuestos y cuantificación de un proyecto, la plataforma BIM está transformando la industria del diseño y construcción porque están ahorrando entre el 20 y 30% del costo y tiempo de las edificaciones. Ahora Revit es la siguiente generación, es un hito en la industria del CAD para edificación; entre las pocas aplicaciones BIM que hay en el mercado, es el programa más intuitivo y el único a la fecha con una asociatividad bidireccional completa.

El diseño de la información como una especialidad tiene como función principal la comunicación eficiente de dicha información, lo cual conlleva a la responsabilidad de que el contenido que se desea transmitir sea preciso y objetivo” (Information Graphics – Peter Wildbur and Michael Burke - Thames and Hunson).

Se recomienda, entre otros, el empleo de prototipos virtuales, multidisciplinarios de proyectos de diseño y construcción, inclusive modelos organizacionales, modelos de fabricación y modelos de procesos que permitan dar apoyo a fin de llegar a los objetivos de negocios explícitos y públicos (Fischer and Kunz, 2004).

Coloma, (2008) explicó que, el BIM, acrónimo de Building Information Modeling (modelado de la información del edificio), se refiere a la agrupación de metodologías y herramientas de trabajo, que se caracterizan por el uso de información de manera coordinada, coherente, computable y continua; esta a su vez emplea una o más bases de datos que sean compatibles y pueda contener toda la información que se requiere para la edificación que se quiere diseñar y/o construir. Esta información se puede referir a la forma en sí de la edificación, pero también a aspectos como el uso de materiales, sus calidades y cualidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los cerramientos, etc.

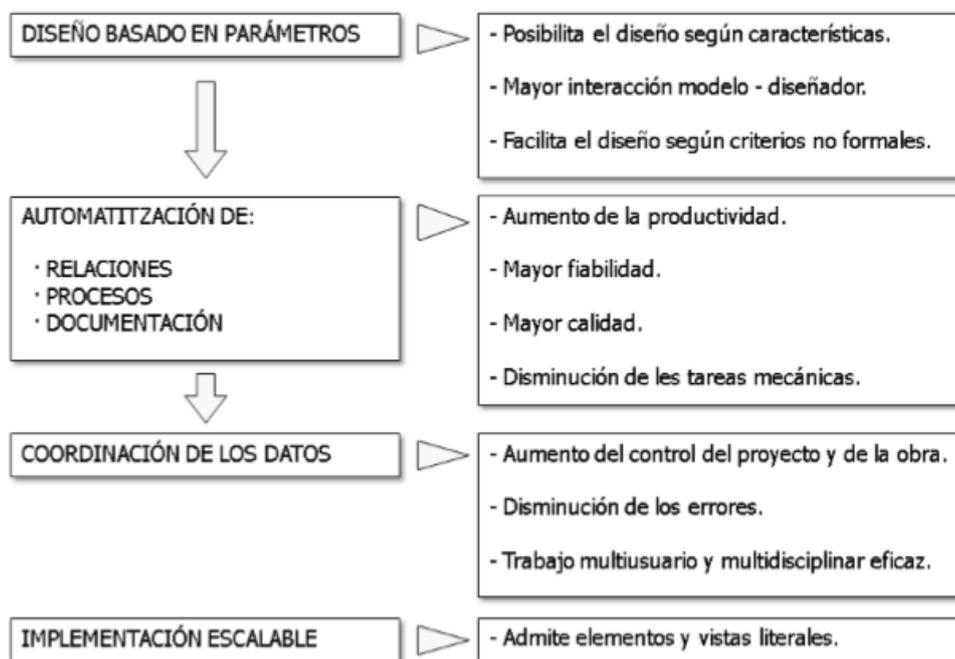
Álvarez, (2012), señaló que un plano no es un simple dibujo, es una

recopilación de instrucciones, las cuales permiten la fabricación o ejecución de un proyecto, es decir, es un Documento Técnico y Legal que debe corresponder a estándares que aseguren su correcta interpretación. Un plano no solo contiene dibujos sino mucha más Información (p.89).

Es una nueva herramienta tecnológica que agrupa arquitectura, ingeniería y construcción. BIM (Building Information Modeling) el modelado de información para la edificación, es una inmejorable base de información del diseño y del proceso de constructivo con información paramétrica de cada uno de los elementos y componentes que constituyen el proyecto. (Rene Lagos Engenieers)

### Ventajas y desventajas del BIM:

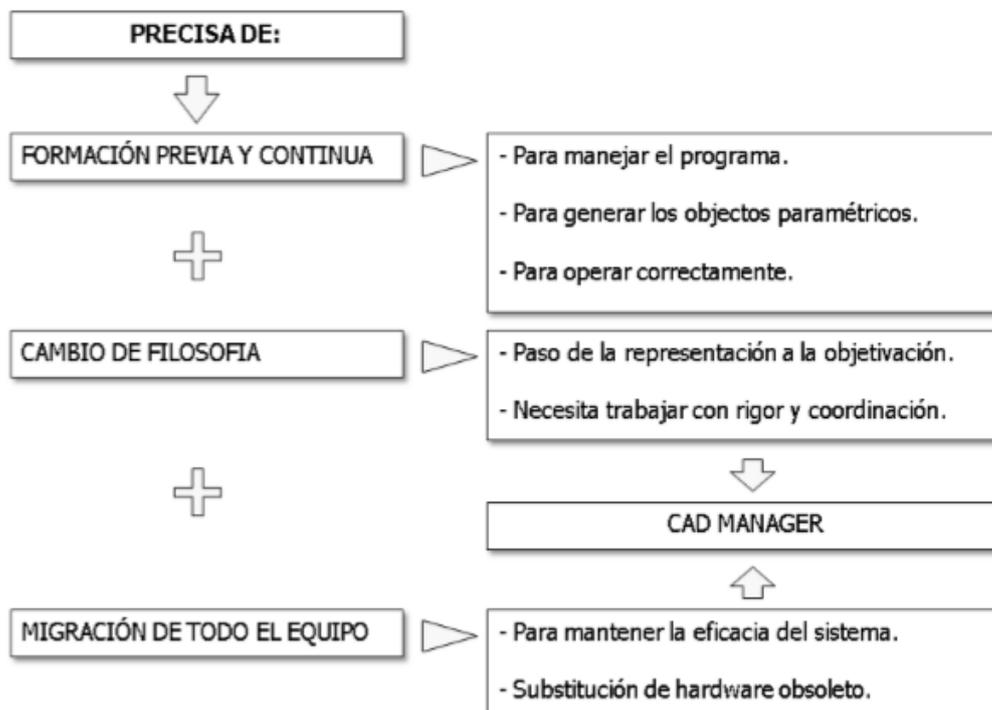
Coloma (2008), resume las ventajas del empleo de la herramienta BIM en cuatro aspectos fundamentales (p.34), tal como se señala en el cuadro siguiente:



**Figura 2:** Introducción a la Tecnología BIM (Adaptado de E. Coloma, 2008)

Asimismo, señala que en el BIM, no todas son ventajas. El uso de la herramienta BIM requiere de una formación previa y continua, un cambio de filosofía, además de la migración de todo el equipo (p. 35), tal como se

puede apreciar en cuadro siguiente:



**Figura 3:** Introducción a la Tecnología BIM (Adaptado de E. Coloma, 2008)

### Nivel de Desarrollo BIM (LOD Level of development)

El AIA (American Institute of Architects) en su document E202 - 2008 estableció los protocolos y los niveles de información necesarios (cantidad y calidad de información), estos niveles se dividen en cinco, en un inicio se denominó “Nivel de Detalle”, pero luego fue reemplazado por “Nivel de Desarrollo”.

En el año 2013, el AIA (American Institute of Architects) publicó el Document: G202 – 2013, Building Information Modeling Protocol Form, actualizando la versión antes mencionada de 2008. Cada uno de estos niveles está basado en lo desarrollado en el nivel anterior a él, y contiene todas sus características, los que a continuación se enumeran:

LOD 100: Corresponde a un diseño conceptual en el que se incluyen todos los elementos del edificio, el cual permite analizar su mejor ubicación y orientación. A partir de ello, puede realizarse ya una estimación de costos,

como por ejemplo, m<sup>2</sup> de área de suelo.

LOD 200. Contribuye a dar una visión general con cantidades aproximadas de tamaño, forma, ubicación y orientación. Permite el cálculo aproximado de costos en base a los datos suministrados y el uso de métodos de estimación conceptuales (por ejemplo, volumen y cantidad de elementos o tipo de sistema seleccionado).

LOD 300. En este nivel se proporciona información y geometría precisa, el grado de detalle exterior empieza a ser significativo, pese a que aún no es completo. Se pueden hacer cálculos de costos más detallados en base a los datos específicos dados. Asimismo, en lo que respecta a programación, el modelado puede presentarse de una forma ordenada en una escala temporal.

LOD 400. Los elementos del modelo son representaciones virtuales del edificio propuesto, y ya es adecuado para su construcción o fabricación. Estos elementos ya son precisos en tamaño, forma, localización, cantidad y orientación. Los costes, por tanto, se basan en el coste real de los elementos específicos, y en cuanto a programación, el modelo se puede mostrar de manera ordenada en una escala temporal, y además, se pueden incluir elementos y sistemas específicos, incluyendo medios y métodos de construcción.

LOD 500. Los componentes del modelado son concretos, reales y precisos en cuestión de tamaño, forma, localización, cantidad y orientación. El modelado puede emplearse en el mantenimiento y el funcionamiento de la edificación.

Es importante mencionar, respecto de la publicación del 2008, en la publicación de 2013 se pudo identificar la necesidad de un LOD que defina los elementos del modelado lo bastante desarrollados para posibilitar la coordinación entre las diferentes especialidades, como por ejemplo, la identificación y prevención de conflictos e incompatibilidades en el diseño.

Este LOD necesita de más detalle que el LOD 300, pero menos que el LOD 400, por lo que se ha comenzado a mencionar el LOD 350. (G202 – 2013, Building Information Modeling Protocol Form, AIA).

### **Etapas BIM**

Succar (2009) propone etapas por las que deben pasar los involucrados en AECO para la implementación BIM que definen el nivel de madurez en su aplicación. Las etapas se pueden dividir en pre-BIM; tres etapas de madurez BIM; y la etapa de entrega de proyecto integrado (IPD, por sus siglas en inglés).

#### **Pre-BIM**

La industria de la construcción se caracteriza por relaciones antagónicas y existe mucha dependencia en la documentación 2D para describir la realidad 3D. Aun cuando las visualizaciones 3D son generadas, estas son a menudo incoherentes y se apoyan en documentación 2D y en detallamientos. Las cantidades, estimaciones de costos y especificaciones no son derivadas del modelo ni están vinculadas a la documentación. Asimismo, las prácticas de colaboración entre los involucrados no son prioritarias y el flujo de trabajo es lineal y asincrónico.

#### **Etapas BIM 1 (Modelamiento basado en el objeto)**

La implementación BIM se inicia a través del uso de un software paramétrico 3D basado en el objeto como ArchiCAD, Revit, Tekla, etc. En esta etapa, los usuarios generan modelos independientes dentro de cualquier fase del proyecto (diseño, construcción u operación). Los entregables del modelamiento son modelos para arquitectura o construcción usados principalmente para automatizar la generación y coordinación de la documentación 2D y visualización 3D. Las prácticas de colaboración son similares a la etapa pre-BIM: los intercambios de datos entre los involucrados del proyecto son unidireccionales y las comunicaciones son asincrónicas y desarticuladas.

#### **Etapas BIM 2 (Colaboración basada en el modelo)**

En esta etapa los involucrados, después de haber alcanzado experiencia en el manejo del modelo, activamente colaboran entre sí. Esto incluye el intercambio de modelos o partes de éste mediante diferentes formatos. Esta etapa puede ocurrir dentro de una fase o entre fases de un proyecto, por ejemplo: intercambio de modelos de arquitectura y estructuras en el diseño, intercambios de modelos entre el diseño y la construcción o entre el diseño y la operación. Aunque la comunicación entre los involucrados sigue siendo asincrónica, las barreras entre éstos comienzan desaparecer. Los modelos tienen cada vez más detalle y reemplazan a los modelos usados en las otras etapas.

### Etapa BIM 3 (Integración basada en redes)

En esta etapa, modelos integrados son creados, compartidos y mantenidos colaborativamente a lo largo de todas las fases del proyecto. Los modelos BIM en esta etapa son interdisciplinarios que permiten análisis complejos en etapas tempranas de diseño y construcción. El intercambio de información obliga a que las fases del proyecto se traslapen. Los entregables van más allá de sólo objetos con propiedades puesto que también se incluyen los principios lean, políticas ecológicas y el costo completo del ciclo de vida. Para la implementación de esta etapa, es necesario un replanteamiento de las relaciones contractuales, modelos de asignación de riesgos y flujos de procedimientos. Los prerrequisitos

### **Dimensiones**

#### Factibilidad

Baca (2001) refirió que:

El estudio de factibilidad ahonda la investigación en fuentes primarias y secundarias en investigación de mercados, detalla la tecnología que se usará, define los costos y rentabilidad económica del proyecto y es la base en la que se apoyan los inversionistas para tomar sus decisiones (p. 5).

Varela (2001) sostuvo que: “se entiende por factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto”. (p. 78). También afirma que la evaluación integral del proyecto tiene como objetivo central determinar los indicadores de factibilidad del proyecto como son: la tasa interna de retorno, valor presente neto y el punto de equilibrio económico (mínimo nivel de ventas necesario para recuperar los costos).

## Diseño

Frascara (2000) refirió que:

El Diseño es una actividad humana volitiva, una actividad abstracta que implica programar, proyectar, coordinar una larga lista de factores materiales y humanos, traducir lo invisible en visible, en definitiva, comunicar. Incluye juicios de valor, aplicaciones de conocimientos, adquisición de nuevos conocimientos, uso de intuiciones educadas y toma de decisiones (p. 98).

Zimmermann (1998) rastrea en la etimología de este vocablo en las palabras diseño y designio que comparten una misma raíz: signo o seña del latín signa - signum = señal, marca o insignia

## Abastecimiento y procura

Boland, Lucrecia y Otros (2007) sostuvieron que:

El abastecimiento es parte de la logística de producción junto con la distribución física, el mantenimiento y los servicios de planta. El objetivo general del sistema de abastecimiento es proveer a la función de producción de los materiales y recursos necesarios, en tiempo y forma adecuados. El sistema de abastecimiento comprende 3 subfunciones: Gestión de compras, recepción, y almacenaje – administración de stocks (p.127).

Thompson y Strickland (2004) refirieron que:

Procura son las maniobras, son las réplicas de la administración, debido a que refleja las opciones administrativas entre distintas alternativas y es una muestra de la obligación organizacional con manufactura, mercados, enfoques competitivos y modo de operar particular de la organización. La propensión a tácticas integradas de administración de procura, ha llevado a muchas organizaciones a desarrollar cambios profundos en la configuración de las empresas en la práctica de obtención de suministros (p.67).

#### Construcción

Diccionario de la Real Academia Española (1992) refiere que: "...es la acción y efecto de construir". Al remitirnos posteriormente al significado de la palabra "Construir", encontramos que se establece lo siguiente: "...fabricar, edificar, hacer una nueva planta, una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública" (p.388).

#### Uso y mantenimiento

La palabra Uso proviene del latín usus, directamente el diccionario arroja que se trata de la acción y efecto de usar, su concepto general y básico se refiere a la acción de utilizar algo para hacer una tarea o completar un objetivo.

Duffuaa, Dixon y Raouf (2005), acotaron que:

"el mantenimiento es la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se mantienen en un estado en el que puede realizar las funciones designadas. De allí que sea considerado como un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia competitiva exitosa" (p.32).

Perozo (2004), refirió que:

“el mantenimiento se define como el trabajo generado para conservar y/o restaurar los equipos a un estándar requerido de operación, mediante la aplicación de métodos y técnicas especializadas, con el objeto de preservar la continuidad de los procesos productivos y sustentar la rentabilidad operacional” (p.28).

### **1.3. Justificación**

#### **Justificación teórica**

Nuestra Investigación busca contrastar información ya existente de otras investigaciones anteriores que estudiaron la variable considerada: la constructabilidad de los proyectos de infraestructura y el uso de la metodología BIM como herramienta de apoyo. A su vez busca contribuir con la información ya existente acerca de la influencia de dicha metodología BIM. Se ha revisado y basada en literatura de connotados autores que han servido de antecedentes.

#### **Justificación práctica**

La aplicación de los conceptos de constructabilidad y el uso de la metodología BIM en la gestión de los proyectos contribuirá a confirmar que los proyectos de Inversión Pública cumplan con estándares mínimos de calidad y así produzcan beneficios concretos para los pobladores. Se aumentará la capacidad de inversiones a partir de la solución de restricciones en la articulación de las herramientas de gestión de los proyectos. Se aplicarán buenas prácticas asociadas a la elaboración de estudios de inversión, como la búsqueda de protocolos para proponer y supervisar el desarrollo de expedientes técnicos de proyectos de infraestructura, incluyendo las prácticas ligadas a la ejecución física y cierre de proyectos.

### **Justificación técnica**

La aplicación de los conceptos de constructabilidad y el uso de la metodología BIM en la gestión de los proyectos contribuirá a asegurar que los proyectos de Inversión Pública cumplan con estándares mínimos de calidad y así generen beneficios reales para los pobladores y/o usuarios. Con la aplicación de metodología BIM, muchos de los problemas actuales de la construcción se mitigaran, lo cual se traducirá en la disminución de costos, plazos y mejorando la calidad de las edificaciones.

### **Justificación metodológica**

La investigación usó el diseño no experimental, la variable investigada se midió a través del instrumento para evaluar 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" como herramienta de apoyo. La investigación sirve de marco de referencia metodológica para otras investigaciones manteniendo el diseño o variándolo, así como considerando poblaciones similares o diferentes, para profundizar sobre la variable objeto de estudio e incluso relacionarla con otras variables.

## **1.4. Problema**

### **Realidad Problemática**

El concepto de constructabilidad es empleado en proyectos de construcción con excelentes resultados en otros países de América como: Estados Unidos, Chile; países de Europa como: Reino Unido, España; Australia y países de Asia como: China e Indonesia. En estos países se han elaborado estudios sobre el tema y su aplicación en la industria de la construcción ayudando a mejorar la gestión de cualquier proyecto, reduciendo su costo final, reduciendo los problemas en obra, a través de las revisiones del proyecto, durante las etapas de planeamiento y diseño mediante herramientas de gestión de proyectos como el BIM entre otras; estas revisiones se hacen empleando una visión constructiva, hechas por un equipo de expertos con gran experiencia en materia de construcción. La

aplicación de estos conceptos también ayudan a que los proyectos se terminen dentro del programa estipulado y con un ahorro en el presupuesto establecido.

La industria de la construcción en el Perú ha crecido aceleradamente, sin embargo los problemas que enfrenta este sector siguen siendo los mismos: mayores plazos, incremento de costos, baja productividad, bajos niveles de calidad, niveles insuficientes de seguridad y prevención de riesgos, baja constructabilidad (irrealización de los diseños, incompatibilidades entre especialidades), en comparación con otros sectores productivos. La Entidades Estatales y particularmente la Contraloría General de la República no escapa a estos problemas.

Un gran porcentaje de los problemas técnicos y administrativos en la ejecución de los proyectos tiene como causa principal la deficiente calidad de los expedientes técnicos y estos a su vez tienen como sus causas principales, entre otras, la contratación por parte de las entidades de profesionales no aptos para elaborar, supervisar, revisar y aprobar los expedientes técnicos, ya sea por falta de capacitación o experiencia lo que conlleva a un deficiente diseño de especialidades y una falta de compatibilización entre las mismas.

No existe un adecuado marco normativo que nos de las pautas para una correcta formulación y/o elaboración de los Expedientes Técnicos, asimismo existe un inadecuado e impreciso desarrollo de los términos de referencia.

Ante este escenario, se hace necesaria una adecuada Planificación y Control de los proyectos de infraestructura desde etapas tempranas en varios frentes a la vez, involucrando el manejo de gran cantidad de información, lo que nos lleva a multiplicar esfuerzos para el procesamiento e interpretación de la misma. Del adecuado procesamiento e interpretación de la información del proyecto dependerá la toma de decisiones eficiente y oportuna y con ello contribuir al desarrollo de proyectos exitosos.

La aplicación de técnicas de Planificación y Control de proyectos constituyen apoyo para la gestión eficiente de la ejecución de la obra, cuya meta es reconocer las variables propias de los proyectos y establecer sus relaciones, con el objetivo de adoptar medidas que permitan el cumplimiento de las metas de costo, plazo y calidad de los proyectos

Hoy en día existen herramientas como el BIM (Building Information Modeling), que nos permiten detectar las inconsistencias e incongruencias de un proyecto de infraestructura antes de su ejecución. El BIM contribuye para integrar y mejorar la programación de las actividades de construcción, la estimación de los costos, la constructabilidad de la edificación, la identificación de las incompatibilidades espacio-temporales en la producción y visualización del proceso de construcción.

#### **1.4.2. Problema general**

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016, y uso de la metodología “Building Information Modeling”?

#### **1.4.3. Problemas específicos**

##### **Problema específico 1**

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad?

##### **Problema específico 2**

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño?

**Problema específico 3**

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura?

**Problema específico 4**

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción?

**Problema específico 5**

¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento?

**1.5. Objetivos****1.5.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016, y uso de la metodología “Building Information Modeling”

**1.5.2. Objetivos específicos****Objetivo específico 1**

Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad.

**Objetivo específico 2**

Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño.

**Objetivo específico 3**

Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura.

**Objetivo específico 4**

Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción.

**Objetivo específico 5**

Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016 y uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento.

## **II. Marco metodológico**

## **2.1. Variables**

### **Definición Conceptual**

Variable: Constructabilidad de los proyectos de infraestructura.

Singh (2001), definió la constructabilidad como: “la integración del conocimiento y la experiencia de la construcción en el desarrollo del proyecto equilibrando las numerosas condicionantes internas y externas (ambientales) del proyecto para cumplir con los metas y obtener un producto (edificación) de óptimo nivel” (p. 96).

### **Definición operacional de las variables**

La variable Constructabilidad de los proyectos de infraestructura. En la cual se ha considerado 5 dimensiones, cada uno con indicadores, así mismo los indicadores se han descompuesto en ítems para medir la variable estudiada. La prueba que permite el recojo de los datos a través de la aplicación del cuestionario al trabajador y se considera si realiza diversas actividades según la dimensión y los puntajes van desde 1 a 5, según sea la respuesta dada.

## Operacionalización de variables

Tabla 1

### Operacionalización de la Variable constructabilidad

Dimensiones	Indicador	Ítems	Escala y valores	Escala de medición	Niveles y rangos
Factibilidad	Integración	1 – 4			Malo (4 - 9)
	Conocimiento de construcción				Regular (10 -15)
Diseño	Experiencia del equipo	5 – 8	5=Completamente de acuerdo	Ordinal	Bueno (16-20)
			4=De acuerdo		Malo (4 - 9)
			3=Indiferente		Regular (10 -15)
Abastecimiento y Procura	Objetivos corporativos	9-15	2= En desacuerdo		Bueno (16-20)
	Disponibilidad de recursos		1=Completamente en desacuerdo.		Malo (7 - 16)
	Factores externos				Regular (17 - 25)
Construcción	Programación Metodología de construcción	16 -23			Bueno (26 -35)
	Accesibilidad				Malo (8 - 18)
	Especificación Innovación en la construcción				Regular (19 - 29)
Uso y mantenimiento	Retroalimentación o reacción	24-25			Bueno (30 - 40)
					Malo (2 - 4)
					Regular ( 5 - 7)
					Bueno (8 -10)

Rango general: Malo (25 - 58) Regular (59 -91) y Bueno (92-125)

Fuente: Adaptado Singh, A. (2001). *Creative system in structural and construction engineering*. Rotterdam, Holanda: AA Balkema. Elaboración propia.

### 2.3. Metodología

El método utilizado para la presente investigación es el método científico

Bunge (2004) refirió que: "El método científico es la estrategia de la investigación para buscar leyes..." (p. 21).

Ruiz (2007) refirió sobre el método científico:

Al hablar del método científico es referirse a la ciencia (básica o aplicada como un conjunto de pensamientos universales y necesarios, y que en función de esto surgen algunas cualidades importantes, como la de que está constituida por leyes universales que confirman un conocimiento sistemático de la realidad. Y es así que el método científico procura una adecuada elaboración de esos pensamientos universales y necesarios (p.3).

Se utilizó el método específico el hipotético-deductivo.

Según Hernández et al. (2010) refiere que:

Se fundamenta en el método hipotético deductivo. Establece teorías y preguntas iniciales de investigación, de las cuales se derivan hipótesis. Mide las variables en un contexto determinado, analiza las mediciones, y establece conclusiones. Si los resultados corroboran las hipótesis, se genera confianza en la teoría, si no es refutada y se descarta para buscar mejores. Reduccionista. Utiliza medición numérica, conteo, y estadística, encuestas, experimentación, patrones, recolección de datos, (pág. 113).

La investigación es de enfoque Cuantitativo.

Según Tamayo y Tamayo (2006) "es el tipo de investigación que recoge la información sobre la realidad y la procesa matemática y estadísticamente" (p. 38).

De nivel o carácter descriptiva.

Arias (2006) sostuvo que:

Los estudios descriptivos permiten medir de forma independiente las variables, aún cuando no se formule hipótesis alguna, pues éstas aparecen enunciadas en los objetivos de la investigación, de allí que el tipo de investigación esté referido a escudriñar con cuanta profundidad se abordará el objeto, sujeto o fenómeno a estudiar (p. 98).

#### **2.4. Tipo de estudio:**

El tipo de Investigación es básica.

Valderrama (2013) refirió sobre la investigación básica que:

Es conocida también como investigación teórica, pura o fundamental. Está destinada a aportar un cuerpo organizado de conocimientos científicos y no produce necesariamente resultados de utilidad práctica inmediata. Se preocupa por recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento teórico-científico, orientado al descubrimiento de principios y leyes (p.124).

#### **2.5. Diseño de Investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, descriptivo, y de corte transversal.

Sobre este diseño no experimental, Hernández, Fernández y Baptista (2010) refirieron: La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es una investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlo (p.159).

Tamayo (2007) sostuvo que las investigaciones descriptivas son “el registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos; trabajando así, sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta” (p. 56).

La investigación es de corte transversal.

Hernández, Fernández y Baptista. (2010) afirmaron que: “Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía a algo que sucede” (p.151).

## 2.6. Población, muestra y muestreo

### Población

Vara (2012) sostuvo que: “La población es el conjunto de sujetos o cosas que tienen una o más propiedades en común, se encuentran en un espacio o territorio y varían en transcurso del tiempo” (p. 221). La población de esta investigación está constituida por 80 colaboradores de: la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.

Tabla 2

### *Población de estudio*

Colaboradores	N	Porcentaje
Total	80	100%

*Fuente:* Datos de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.

En la tabla 2. Llamada población se aprecia que se encuestó a 80 colaboradores, de ambos sexos que representan el 100 %.

### **Muestra**

Vara (2012) sostuvo que: “el muestreo se realiza sobre la base del conocimiento y criterios del investigador. Se basa, primordialmente, en la experiencia con la población”. En algunas oportunidades, se usan como guía o muestra tentativa para decidir cómo tomar una muestra aleatoria más adelante (p. 223).

La muestra seleccionada está conformada por 55 colaboradores de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.

Tabla 3

#### *Distribución de la muestra*

Colaboradores	N	Porcentaje
Hombres	30	54.5 %
Mujeres	25	44.5 %
Total	55	100%

*Fuente:* Datos de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.

En la tabla 3 Llamada muestra se aprecia que se encuestó a un total de 55 colaboradores, de ambos sexos, 30 hombres que representan el 54.5 % y 25 mujeres que representa el 44.5%.

### **Muestreo**

Para Vara (2012) “El muestreo es el proceso de extraer una muestra a partir de una población” (p. 221), para seleccionar el muestreo tomaremos como

tipo el no probabilístico por conveniencia. Para la presente investigación se utilizará un muestreo no probabilístico e intencionada.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) sostuvieron que:

En las muestras no probabilísticas, la selección de los elementos no depende, de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí, el procedimiento no es mecánico, ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación, (pág.72).

La muestra intencionada, es aquella que el investigador selecciona según su propio criterio sin ninguna regla matemática o estadística. El investigador procura que la muestra sea lo más representativa, es necesario que conozca objetivamente las características de la población que estudia; el investigador procede a seleccionar la muestra. El investigador procede a seleccionar la muestra en forma intencional, eligiendo aquellos elementos que considera convenientes y cree que son los más representativos.

## **2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **Técnica**

Arias (2006) refirió que: “las técnicas de recolección de datos, son las distintas formas o maneras de obtener la información, el mismo autor señala que los instrumentos son medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos” (p. 146).

La técnica de recolección de datos que fue utilizada en la presente investigación, es la encuesta.

## Instrumento

Según Cerda (1993):

El instrumento resume en cierta medida toda la labor previa de una investigación que en los criterios de selección de estos instrumentos se expresan y reflejan las directrices dominantes del marco, particularmente aquellas señaladas en el sistema teórico, (variables, indicadores e hipótesis) para el caso del paradigma empírico-analítico y las fundamentaciones teóricas y conceptuales incluidas en este sistema. (p. 235).

Hernández et al. (2010), refirieron que: “El cuestionario es un conjunto de preguntas respecto a una o más variables están sujetas a mediciones sobre lo que se pretender medir” (p. 98).

El instrumento que se aplicó para esta investigación será el Cuestionario.

### Ficha Técnica del Instrumento

*Instrumento para medir el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura.*

Nombre : Cuestionario sobre la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling".

Autor : Elaboración propia.

Año : 2016

Lugar : Lima, Perú.

Objetivo : Determinar el nivel de uso de la metodología "Building Information Modeling" en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura

Administración: individual y/o colectiva.

Tiempo de duración: 20 minutos aproximadamente.

Contenido:

Se ha elaborado un cuestionario con 25 items politómicos, distribuido en 5 dimensiones: Factibilidad, diseño, abastecimiento y procura, construcción, uso y mantenimiento.

Calificación. Las respuestas serán medidas bajo la modalidad de la escala de Likert, donde la escala 5 corresponde a la alternativa Completamente de acuerdo, 4 De acuerdo, 3 Indiferente, 2 En desacuerdo y 1 Completamente en desacuerdo.

Interpretación

Baremos

D1 Factibilidad Malo (4 - 9) Regular (10 -15) y Bueno (16-20)

D2 Diseño Malo (4 - 9) Regular (10 -15) y Bueno (16-20)

D3 Abastecimiento y procura Malo (7 - 16) Regular (17-25) y Bueno (26 -35)

D4 Construcción Malo (8-18) Regular (19-29) y Bueno (30 - 40)

D5 Uso y mantenimiento Malo (2 - 4) Regular (5 - 7) y Bueno (8 -10)

Rango general: Malo (25 - 58) Regular (59 -91) y Bueno (92-125)

Validez:

La validez se determinó con el juicio de expertos para la validación del temático y metodólogo.

Confiabilidad:

La confiabilidad del instrumento se realizó a través de una prueba piloto aplicada a 25 colaboradores que trabajan en la Contraloría General de la República.

Tabla 4

*Escala para Interpretar resultados de la confiabilidad*

Valores	Nivel
De 0,01 a 0,49	Baja confiabilidad
De 0,5 a 0,75	Moderada confiabilidad
De 0,76 a 0,89	Fuerte confiabilidad
De 0,9 a 1	Alta confiabilidad

El análisis de la confiabilidad de este cuestionario se hizo con la estimación del Alfa de Cronbach.

Según Cronbach (1951), El alfa de Cronbach no es un estadístico al uso, por lo que no viene acompañado de ningún valor que permita rechazar la hipótesis de fiabilidad en la escala. No obstante, cuanto más se aproxime a su valor máximo, 1, mayor es la fiabilidad de la escala.

<b>Estadísticos de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N
0,882	25

El valor obtenido del Coeficiente de Alfa de Cronbach es de ,882 muestra que el instrumento es Fuerte confiabilidad.

## **2.8. Métodos de análisis de datos**

Para el análisis descriptivo se elaborarán tablas simples y el gráfico de barras.

Méndez (2007), expone que: “el análisis de los resultados como proceso implica el manejo de los datos que se han obtenido, reflejándolos en cuadros y gráficos, una vez dispuestos, se inicia su análisis tomando en cuenta las bases teóricas, cumpliendo así los objetivos propuestos” (p. 72).

El método de análisis de datos es descriptivo. Una vez recopilados los datos dados por los instrumentos, se llevó a cabo el análisis estadístico respectivo, en la cual se empleó el programa estadístico para ciencias sociales SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Versión 22. Los datos fueron procesados y presentados en tablas y figuras de conformidad a las variables y dimensiones. Para la Confiabilidad se utiliza el coeficiente de Alfa de Cronbach para ítems politómicos. Para los resultados utilizaremos el porcentaje de frecuencia.

## **2.9. Aspectos éticos**

En la presente investigación evitó las copias y plagios. La base de datos representa datos reales y no fue alterada. El instrumento utilizado, que fue de elaboración propia, presenta validez y confiabilidad adecuada. Se tuvo en cuenta el respeto por la propiedad intelectual, las convicciones políticas, religiosas y morales; responsabilidad social, política, jurídica y ética; así como la privacidad, protección y la identidad de los individuos que participaron en el presente estudio. Se ha respetado el derecho a la es confiable y confidencial para el uso del investigador cuya autoría puede ser citada y respetada.

### **III. Resultados**

### 3.1. Presentación de los resultados descriptivos

#### Objetivo General

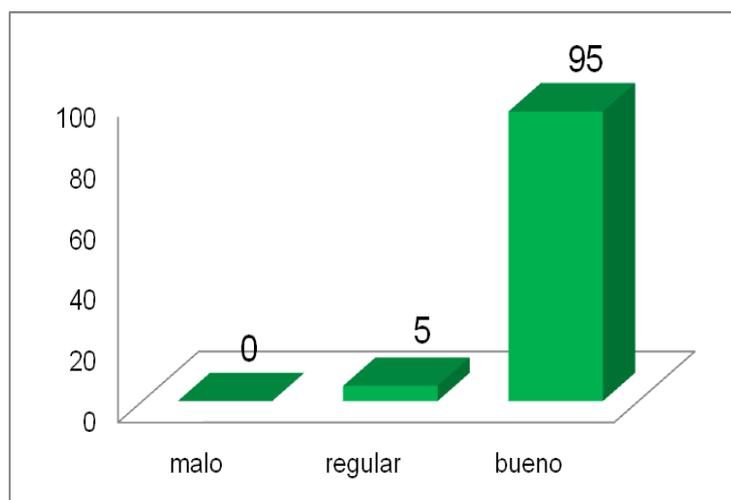
Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling”

Tabla 5

*Distribución de frecuencia del conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling”*

Niveles	f	%
Malo	0	0
Regular	3	5
Bueno	52	95
Total	55	100

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta



*Figura 2: Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling”*

#### Interpretación

En la tabla 5, se aprecia en los resultados del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” presentan los siguientes los niveles: bueno (95%), nivel regular (5%) y nivel malo (0%).

## Objetivos específicos

### Objetivo específico 1

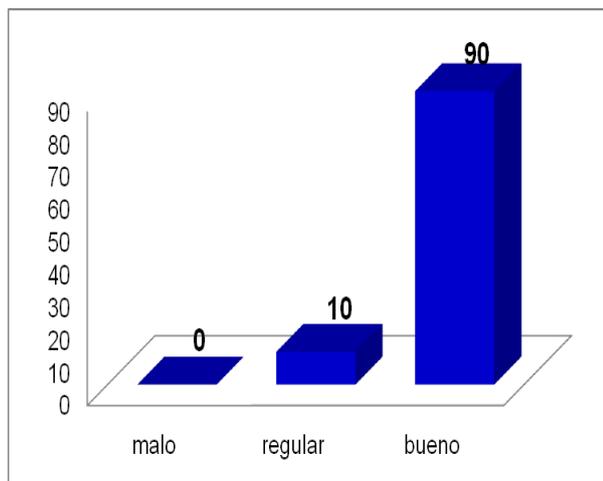
Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad.

Tabla 6

*Distribución de frecuencia conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad.*

Niveles	f	%
Malo	0	0
Regular	5	10
Bueno	50	90
Total	55	100

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta



*Figura 4: Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad.*

### Interpretación

En la tabla 6, se observa que los resultados del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad, presentan los siguientes los niveles: bueno (90%), nivel regular (10%) y nivel malo (0%).

## Objetivo específico 2

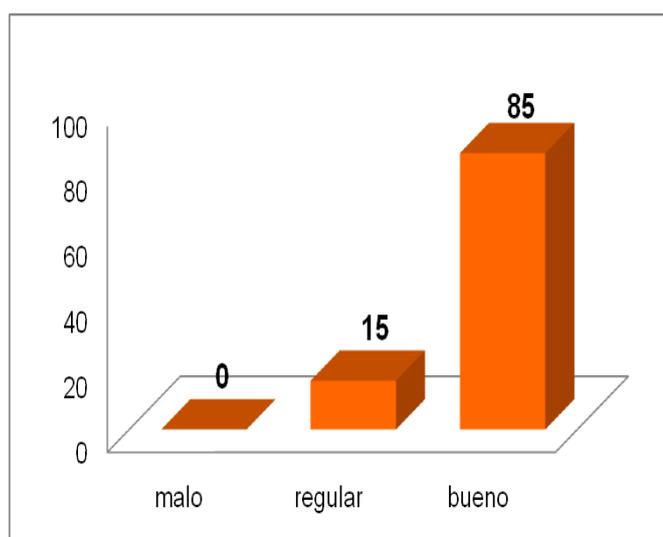
Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño.

Tabla 7

*Distribución de frecuencia del nivel conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño.*

Niveles	f	%
Malo	0	0
Regular	8	15
Bueno	47	85
Total	55	100

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta



*Figura 5: Niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño.*

## Interpretación

En la tabla 7, se puede apreciar en los resultados del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño, presentan los siguientes los niveles: bueno (85%), nivel regular (15%) y nivel malo (0%).

### Objetivo específico 3

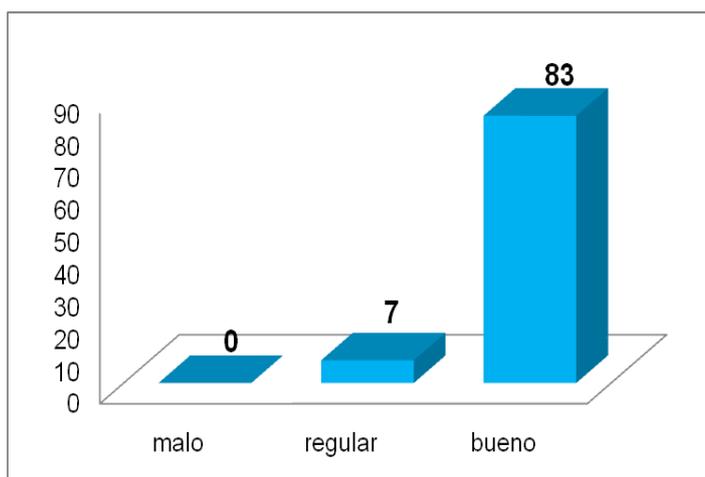
Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura.

Tabla 8

*Distribución de frecuencia del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “BIM” en la dimensión abastecimiento y procura.*

Niveles	f	%
Malo	0	0
Regular	4	7
Bueno	51	83
Total	55	100

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta



*Figura 6: niveles de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura.*

### Interpretación

En la tabla 8, se observa los resultados del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura, presentan los siguientes los niveles: bueno (83%), nivel regular (7%) y nivel malo (0%).

#### Objetivo específico 4

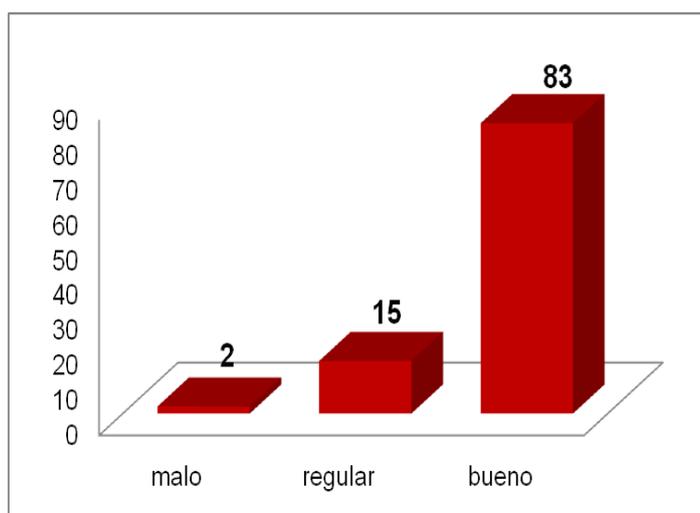
Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción.

Tabla 9

*Distribución de frecuencia nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción.*

Niveles	f	%
Malo	1	2
Regular	8	15
Bueno	46	83
Total	55	100

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta



*Figura 7: nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción.*

#### Interpretación

En la tabla 9, se puede apreciar en los resultados del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción. presentan los siguientes los niveles: bueno (83%), nivel regular (15%) y nivel malo (2%).

### Objetivo específico 5

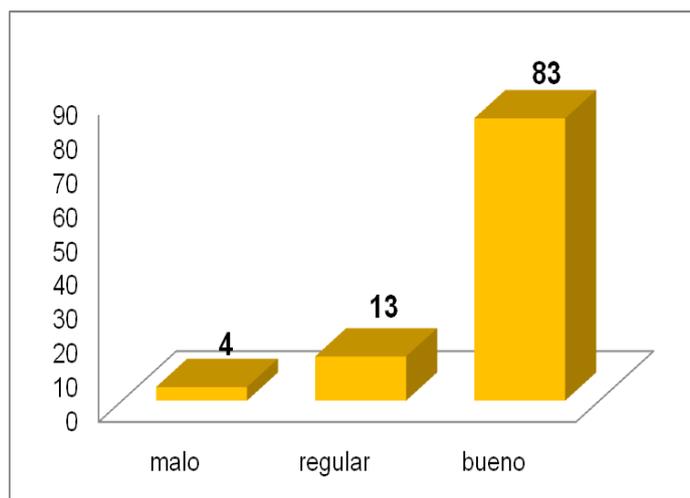
Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento.

Tabla 10

*Distribución de frecuencia del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento.*

Niveles	f	%
Malo	2	4
Regular	7	13
Bueno	46	83
Total	55	100

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta



*Figura 8: nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento.*

### Interpretación

En la tabla 10, se aprecia los resultados del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento, presentan los siguientes los niveles: bueno (83%), nivel regular (13%) y nivel malo (4%).

## ANALISIS DE ITEM POR DIMENSIONES

Tabla 11

*Distribución de frecuencia según la dimensión factibilidad*

Ítems	COMPLETAMENTE DESACUERDO		EN DESACUERDO		INDIFERENTE		DE ACUERDO		COMPLETAMENTE DEACUERDO	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1 La constructabilidad debe ser una parte integral de la ejecución de un plan de proyecto, la cual se puede mejorar mediante el uso del BIM	0	0	3	5	1	2	24	44	27	49
2 La constructabilidad debe estar presente en todo el ciclo de vida del proyecto y ser acompañada por herramientas de gestión como el BIM	0	0	1	2	3	6	34	62	17	31
3 Estima que la planificación del proyecto debe contar con conocimiento en la construcción y con herramientas de gestión como el BIM	0	0	0	0	1	2	20	36	34	62
4 La planificación del proyecto debe contar con personal con experiencia constructiva y con herramientas de gestión como el BIM	1	2	2	4	3	5	22	40	27	49

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta

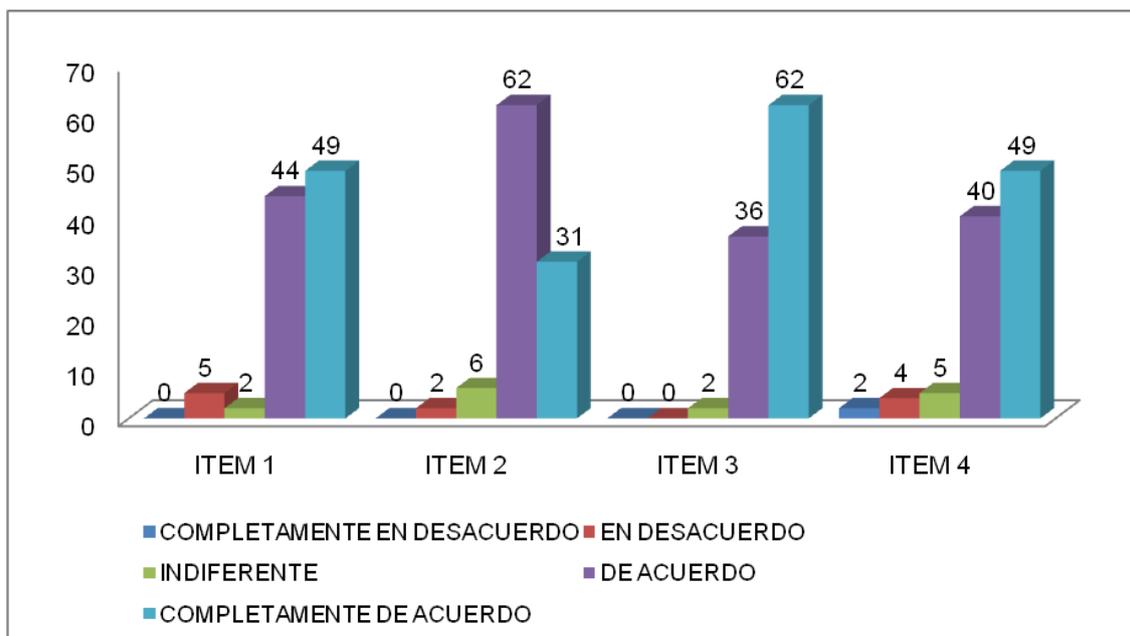


Figura 9: Distribución de frecuencia según la dimensión factibilidad

1. El 49% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si la constructabilidad debe ser una parte integral de la ejecución del plan de proyecto, pudiéndose mejorar mediante el uso de herramientas de gestión como el BIM.
  
2. El 31% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si la constructabilidad debe estar presente en todo el ciclo de vida del proyecto y ser acompañada por herramientas de gestión como el BIM.
  
3. El 62% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si estima que la planificación del proyecto debe contar con conocimiento en la construcción y con herramientas de gestión como el BIM.
  
4. El 49% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si la planificación del proyecto debe contar con experiencia constructiva y con herramientas de gestión como el BIM.

Tabla 12

*Distribución de frecuencia según la dimensión diseño*

Ítems	COMPLETAMENTE DESACUERDO		EN DESACUERDO		INDIFERENTE		DE ACUERDO		COMPLETAMENTE DEACUERDO	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1 Valora que el equipo tenga experiencia constructiva y en herramientas de gestión de proyectos como el BIM para la ejecución del proyecto	1	2	0	0	1	2	25	45	28	51
2 Valora que el equipo tenga una composición y capacitación en gestión de proyectos como la metodología BIM, apropiadas para la ejecución del proyecto.	0	0	1	2	2	4	29	53	23	42
3 Tiene claro conocimiento que la constructabilidad se incrementa cuando el equipo consigue entender al cliente	0	0	2	4	7	13	31	56	15	27
4 Piensa que la constructabilidad se incrementa cuando el equipo aplica técnicas de gestión adecuadas como el BIM, entre otras y consigue entender los objetivos del proyecto.	0	0	0	0	3	5	26	47	26	47

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta

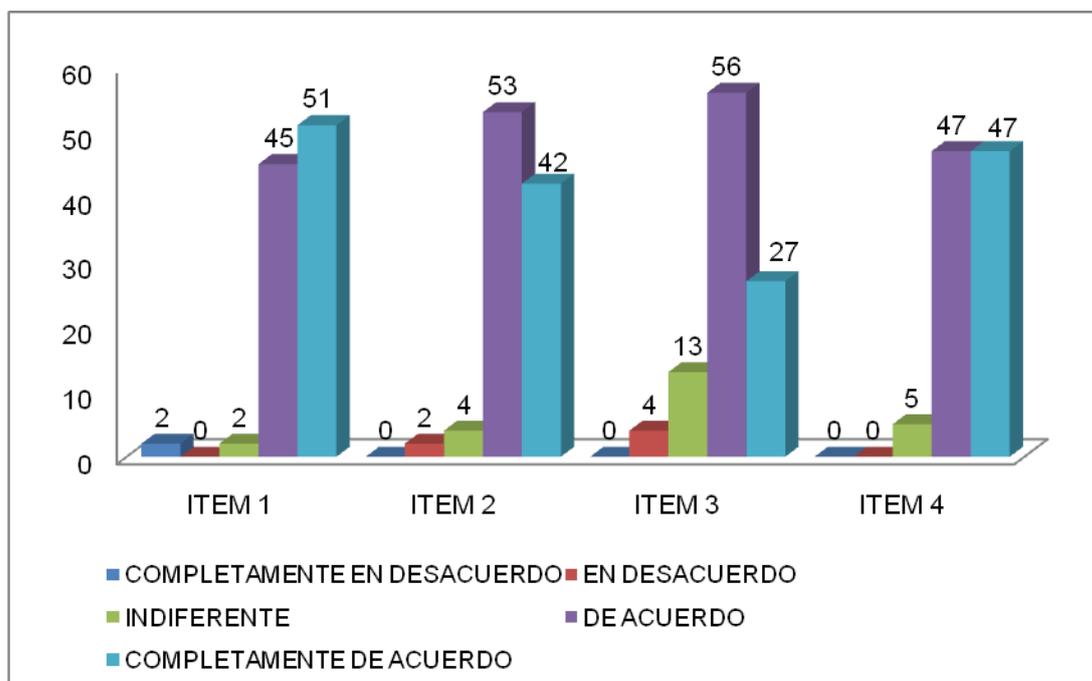


Figura 10: Distribución de frecuencia según la dimensión diseño.

1. El 51% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si valora que el equipo tenga experiencia constructiva y en herramientas de gestión de proyectos como el BIM para la ejecución del proyecto.
2. El 42% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó valora que el equipo tenga una composición y capacitación en gestión de proyectos como la metodología BIM, apropiadas para la ejecución del proyecto.
3. El 27% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si tiene claro los conocimientos de que la constructabilidad se incrementa cuando el equipo consigue entender al cliente.
4. El 27% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si piensa que la constructabilidad se incrementa cuando el equipo aplica técnicas de gestión adecuadas como el BIM, entre otras y consigue entender los objetivos del proyecto.

Tabla 13

*Distribución de frecuencia según la dimensión abastecimiento y procura*

Ítems	COMPLETAMENTE DESACUERDO		EN DESACUERDO		INDIFERENTE		DE ACUERDO		COMPLETAMENTE DEACUERDO	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1 Valora que la solución diseñada sea elaborada mediante el uso de herramientas de gestión como el BIM y que esta solución facilite la accesibilidad de mano de obra, materiales y equipos.	0	0	0	0	6	11	31	56	17	31
2 Valora que la tecnología de la solución diseñada debe contrastarse con los recursos disponibles.	0	0	2	4	3	5	35	63	15	27
3 Tiene claro conocimiento que los factores externos pueden afectar los costos de proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM pueden menguar esa diferencia.	0	0	0	0	2	4	26	47	27	49
4 Tiene claro conocimiento que los factores externos pueden afectar los plazos y calidad del proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM pueden evitar que ello suceda.	0	0	1	2	4	7	27	49	23	42
5 Considera que el diseño debe facilitar la construcción bajo condiciones climáticas adversas.	0	0	2	4	4	7	31	56	18	33
6 Valora que la programación del proyecto sea realista considerando las necesidades esenciales del sitio de construcción.	0	0	1	2	2	4	28	51	24	44
7 Valora que la programación del proyecto tenga el compromiso del equipo del proyecto.	0	0	0	0	3	5	27	49	25	45

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta

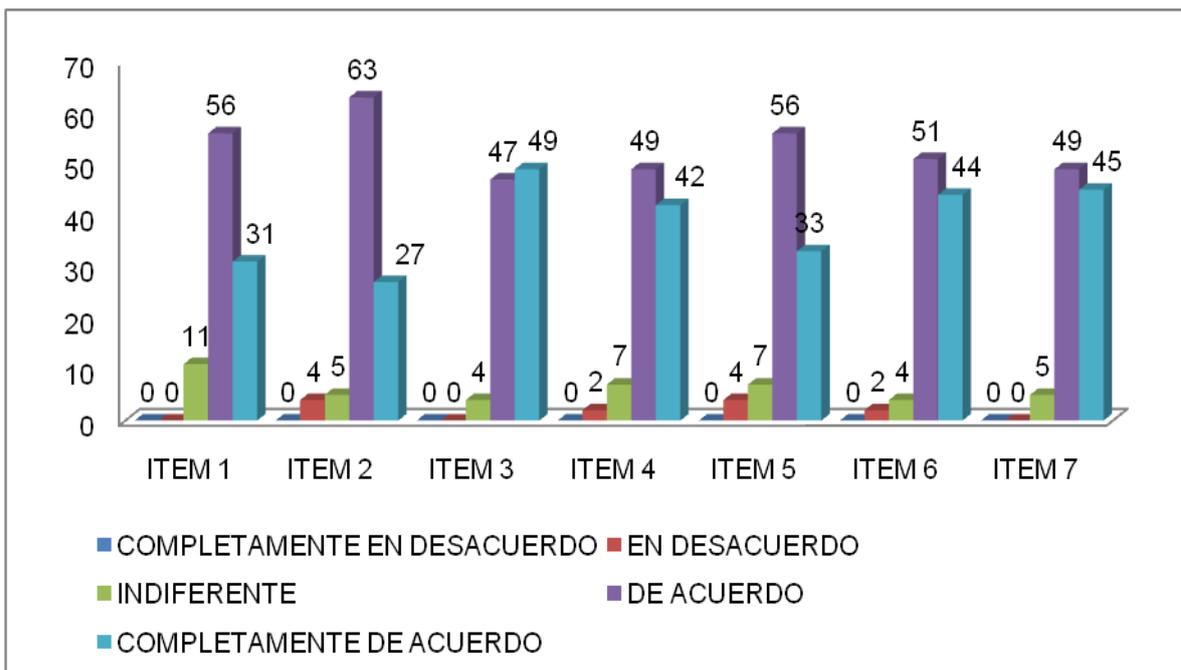


Figura 11: Distribución de frecuencia según la dimensión abastecimiento y procura.

1. El 31% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si valora que la solución diseñada sea elaborada mediante el uso de herramientas de gestión como el BIM y que esta solución facilite la accesibilidad de mano de obra, materiales y equipos.
2. El 27% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si valora que la tecnología de la solución diseñada debe contrastarse con los recursos disponibles.
3. El 49% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si tiene claro conocimiento que los factores externos pueden afectar los costos de proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM pueden menguar esa diferencia.
4. El 42% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si tiene claro conocimiento que los factores externos pueden afectar los plazos y calidad del proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM pueden evitar que ello suceda.

5. El 33% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si considera que el diseño debe facilitar la construcción bajo condiciones climáticas adversas.
  
6. El 44% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si valora que la programación del proyecto sea realista considerando las necesidades esenciales del sitio de construcción
  
7. El 45% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si valora que la programación del proyecto tenga el compromiso del equipo del proyecto.

Tabla 14

*Distribución de frecuencia según la dimensión construcción*

	Ítems	COMPLETAMENTE DESACUERDO		EN DESACUERDO		INDIFERENTE		DE ACUERDO		COMPLETAMENTE DEACUERDO	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	Piensa que el proyecto debe considerar la metodología de construcción y de gestión más adecuada de acuerdo a las necesidades del proyecto como por ejemplo la herramienta BIM.	1	2	2	4	3	5	29	53	20	36
2	Piensa que si el diseño considera elementos prefabricados y estandarizados aumenta la constructabilidad.	0	0	4	7	15	27	14	25	22	40
3	Tiene claro conocimiento que la constructabilidad aumenta si se tiene en cuenta una construcción asequible en la etapa de diseño y construcción.	0	0	2	4	7	15	32	58	14	25
4	Valora que la distribución temporal y permanente del sitio de obra promueva la construcción eficiente.	0	0	0	0	10	18	29	53	16	29
5	Tiene claro conocimiento que la constructabilidad aumenta cuando se considera en el desarrollo del proyecto la eficiencia constructiva, lo cual se logra con el uso adecuado de herramientas de gestión como BIM.	0	0	2	0	3	6	28	51	22	40
6	Considera que los ejecutores de la obra y proyectistas deben revisar las especificaciones en detalle para simplificar los procesos constructivos, apoyándose en herramientas de gestión de proyectos como el BIM.	0	0	2	4	2	4	21	38	30	55
7	Tiene claro conocimiento que las innovaciones constructivas aumentan la constructabilidad.	0	0	1	2	11	20	20	36	23	42
8	Tiene claro conocimiento que la innovación en gerencia de la construcción y en los métodos de campo y en el uso de adecuadas herramientas de gestión de proyectos como el BIM, incrementan la eficiencia de la construcción.	1	2	1	2	3	5	26	47	24	44

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta

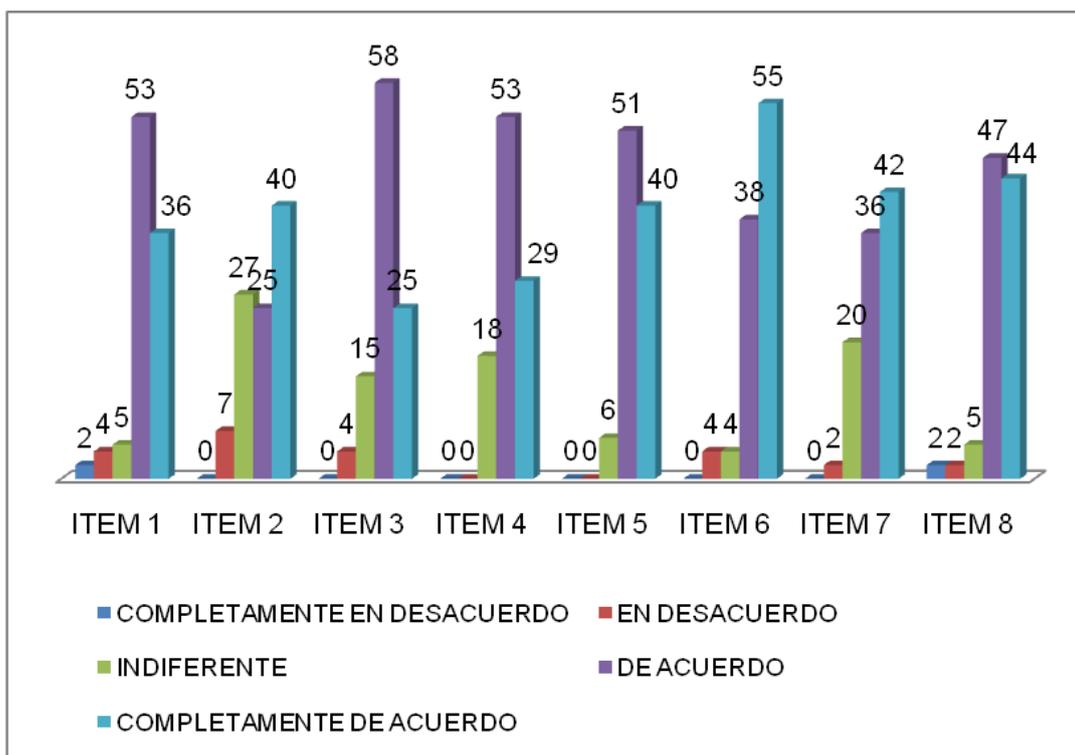


Figura 12: Distribución de frecuencia según la dimensión construcción.

1. El 36% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si piensa que el proyecto debe considerar la metodología de construcción y de gestión más adecuada de acuerdo a las necesidades del proyecto como por ejemplo la heramienta BIM.
2. El 40% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si piensa que si el diseño considera elementos prefabricados y estandarizados aumenta la constructabilidad.
3. El 25% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si tiene claro conocimiento que la constructabilidad aumenta si se tiene en cuenta una construcción asequible en la etapa de diseño y construcción
4. El 29% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si valora que la distribución temporal y permanente del sitio de obra promueva la construcción eficiente.

5. El 40% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó tiene claro conocimiento que la constructabilidad aumenta cuando se considera en el desarrollo del proyecto la eficiencia constructiva, lo cual se logra con el uso adecuado de herramientas de gestión como BIM.
6. El 55% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si considera que los ejecutores de la obra y proyectistas deben revisar las especificaciones en detalle para simplificar los procesos constructivos, apoyándose en herramientas de gestión de proyectos como el BIM.
7. El 42% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si tiene claro conocimiento que las innovaciones constructivas aumentan la constructabilidad.
8. El 44% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si tiene claro conocimiento que la innovación en la administración de la construcción, en los métodos de campo y en el uso de adecuadas herramientas de gestión de proyectos como el BIM, incrementan la eficiencia de la construcción.

Tabla 15

*Distribución de frecuencia según la dimensión uso de mantenimiento*

Ítems	COMPLETAMENTE DESACUERDO		EN DESACUERDO		INDIFERENTE		DE ACUERDO		COMPLETAMENTE DEACUERDO	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1 Tiene claro conocimiento que si el equipo realiza un análisis de post construcción la constructabilidad aumenta y que herramientas como el BIM son muy ventajosas en esta etapa.	0	0	3	5	6	11	29	53	17	31
2 Piensa que una comunicación fluida entre el ejecutor de la obra, el proyectista, así como el empleo de herramientas como el BIM, ajusta y mejora el diseño a las particularidades de la obra.	0	0	3	5	3	5	20	36	29	53

Fuente: Datos obtenidos de la encuesta

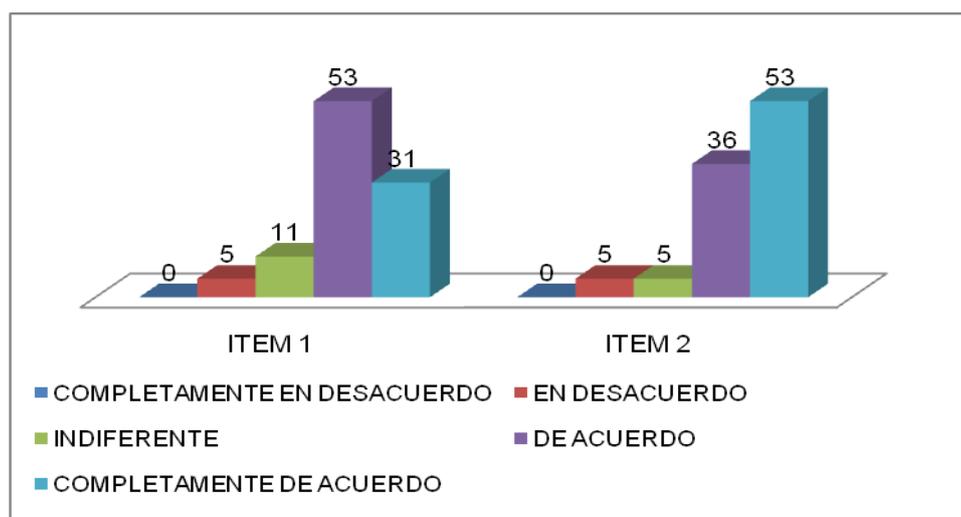


Figura 13: Distribución de frecuencia según la dimensión uso de mantenimiento.

1. El 31% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si tiene claro conocimiento que si el equipo realiza un análisis de pos construcción la constructabilidad aumenta y que herramientas como el BIM son muy ventajosas en esta etapa.
2. El 53% de encuestados respondieron que estaban completamente de acuerdo cuando se preguntó si piensa que una comunicación fluida entre el ejecutor de la obra, el proyectista, así como el empleo de herramientas como el BIM, ajusta y mejora el diseño a las particularidades de la obra.

## **IV. Discusión**

En la presente tesis se determinó el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República y uso de la metodología “Building Information Modeling”, en la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.

Los resultados de la investigación dan cuenta que casi la totalidad (95%) de encuestados tiene un buen nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura y uso de la metodología “Building Information Modeling”, mientras que solo el 5% muestra un uso regular.

Al respecto, Espinoza y Pacheco (2014), en su Tesis “Mejoramiento de la constructabilidad mediante herramientas BIM”, concluyeron que en la fase inicial de revisión de la constructabilidad del proyecto materia de estudio, da como resultado el escaso manejo de principios de constructabilidad, con un promedio general debajo del 20%, lo que significa, que la planificación del proyecto no se ha dado en la etapa de pre construcción. La mayor suma de problemas hallados en el proyecto, conciernen a las especialidades de arquitectura y estructuras, 20 y 13 respectivamente, de una suma total de 37 problemas registrados. Usando herramientas BIM obtenemos un aumento del porcentaje de constructabilidad en un 84%, lo que quiere decir, que se ha verificado de forma virtual todas las especialidades del proyecto, se ha subsanado las incompatibilidades, se ha estudiado los puntos decisivos del proyecto. El empleo de metodología BIM en etapas tempranas del proyecto mejora la constructabilidad del mismo, detectándose incongruencias antes de la ejecución del proyecto permitiendo la compatibilización de todas las especialidades, evitando sobrecostos y ampliaciones de plazos.

Por otro lado, Almonacid, Navarro y Rodas (2015) en su investigación: “Propuesta metodológica para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria IJ Proyecta”, señalaron que la industria de la construcción en nuestro país está creciendo aceleradamente, llegando a ser una industria muy dinámica, en cuanto a la producción de empleo y desarrollo.

Cada vez habrán proyectos más complicados y diversos a exigencia del mercado que deberán concretarse más rápido, bajo la presión y/o exigencia del cliente, para que los proyectistas terminen lo antes posible con el proyecto, a fin de iniciar la ejecución de las obras, sin anticipar o prever los problemas que ocurren en la etapa de ejecución de la obra. La herramienta BIM tiene gran potencial y a la vez se introduce como un desafío respecto a la coordinación de proyectos, ya que el sistema actual de trabajo se realiza en 2 dimensiones o 2d (con un bajo nivel tecnológico), tiene un proceso LINEAL, en base a trabajos independientes, debiendo ser este un proceso INTEGRADOR. En el Perú las empresas constructoras se encuentran en proceso de conocimiento y adaptación inicial a la tecnología, no logrando desarrollarse de forma integral ya que éste es un proceso en el que todos los involucrados deben estar en la misma "sintonía"; cliente, constructor, especialistas, proveedores, y gobierno deben de manejar un mismo lenguaje para la conceptualización, diseño, ejecución y operación del proyecto. Por lo que, con el objetivo de minimizar deficiencias en la etapa del diseño, así como mejorar la comunicación entre los actores principales en el desarrollo de proyecto y su ejecución, para la implementación de esta tecnología la cual trae muchos beneficios para todos los involucrados, se planteó presentar una metodología de trabajo para la implementación de la tecnología BIM en las empresas constructoras e inmobiliarias.

La metodología BIM definitivamente es un cambio de manera de pensar, de cómo se desarrolla un proyecto que abarca un gran grupo de especialistas, aumenta la visualización del proyecto y sus posibles incongruencias o inconsistencias tempranas, permite evaluar más alternativas de diseño de una manera muy rápida.

Asimismo, Duarte y Pinilla (2014) en su investigación "Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. Bogotá, Colombia", señalaron que en la industria de la construcción es fundamental que los proyectos se ejecuten dentro de los costos y tiempos planeados, durante la fase de la planeación inicial se omiten procesos

que son parte de la dirección del proyecto, lo que muestra la carencia de integración de éste. En este estudio, orientado a la planificación y control de proyectos mediante la metodología tradicional y la metodología BIM, se hizo un repaso de los antecedentes históricos y actualización del conocimiento sobre gestión, dirección e integración de proyectos, control de los costos y plazos durante el ciclo de vida del proyecto. Además, se tomó en cuenta las apreciaciones paramétricas del modelo, cuantificación de los metrados de obra, ventajas y desventajas y confrontación de los resultados para las dos metodologías. El empleo de la metodología BIM en el desarrollo de los proyectos tiene ventajas sobre la metodología tradicional, evidenciándose en los resultados obtenidos, la relación de costo efectividad resulta satisfactoria cuando se utiliza la metodología BIM, por cuanto como resultado se obtuvo el valor de 0.6 siendo este menor a 1.0. En el caso del empleo de la metodología tradicional se puede ver que la relación costo-efectividad es superior al valor de 1.0 con un factor de 4.5, lo que significa que lo que se ejecutó no se ajustó a lo planificado, de modo que la diferencia se liga a re-procesos administrativos y operativos, mayores metrados, mayores plazos, menoscabo de tiempo en mano de obra etc. Esto demuestra que el proyecto en esas condiciones carece de viabilidad, pero parte de esos sobrecostos son a causa de yerros de diseño y a re-procesos administrativos que se dieron en el transcurso del proyecto, los que no deben ser relacionados al uso de la metodología tradicional sino a faltas de los proyectistas que se pudieron solucionar desarrollando el proyecto con otra opción.

Se demostró que la metodología BIM en el desarrollo de los proyectos tiene ventajas sobre la metodología tradicional, esto se evidenció en los resultados obtenidos en el estudio en donde la relación de costo efectividad es satisfactoria en el caso de la utilización de la metodología BIM a diferencia de la metodología tradicional en donde los resultados revelaron que lo que se ejecutó no se ajustó a lo planeado inicialmente.

Igualmente, Gímenez y Suárez (2008) en su artículo: "Diagnóstico de la gestión de la construcción e implementación de la constructabilidad en empresas de obras civiles". Expusieron los resultados de una investigación, en

la cual se realizó un diagnóstico de las empresas de edificación que operan en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela; para tener conocimiento del grado de aplicación de los conceptos de constructabilidad, reconocer las barreras para la implementación de dichos conceptos y la disposición de la alta gerencia de adoptar dicha metodología; para posteriormente realizar una propuesta de los cambios adecuados para la consolidación del programa de constructabilidad en las empresas. De igual forma, se estudió la realidad interna de las empresas en cuanto a aspectos como: programación y planificación, dificultades en obra, abastecimiento, características del personal, uso de optimización y facilidades tecnológicas, que forman parte de la gestión cotidiana de la construcción. Los principales resultados fueron el alto grado de desconocimiento tanto del término "constructabilidad" como de sus beneficios de implementación, así como también gran disposición de las empresas en adoptar la metodología para la optimización de sus procesos.

De acuerdo con los resultados emitidos de la aplicación de un cuestionario en cuanto al uso y conocimiento de la constructabilidad se concluyó que: La mayoría de las empresas desconoce el término "Constructabilidad", por esa razón, la implementación de la misma es nula en la ciudad. Sin embargo, las empresas se mostraron dispuestas a generar cambios para la implementación de este programa, siempre y cuando ayude a optimizar los procesos internos y de ejecución de las obras, mejore el rendimiento de los recursos, genere beneficios económicos, para así implementar donde sea más efectivo el programa, tanto en la etapa de diseño, procura y ejecución de la obra. Quiere decir que hay una necesidad extendida de generar cambios para mejorar la productividad de los procesos internos de las empresas, bien sea utilizando la constructabilidad o cualquier otro programa de mejoramiento continuo que les aporte alguna solución a sus necesidades.

Las empresas presentaron, barreras para la implementación de la constructabilidad, es por ello que debe atacarse en primer lugar los síntomas más frecuentes, tales como la falta de documentación de errores cometidos y sus posibles correcciones, falta de visión de benchmarking, poco tiempo para el

pensamiento estratégico y la falta de revisión del proyecto durante el proceso de diseño por parte del personal de construcción.

En cuanto al comportamiento de las empresas según los conceptos de constructabilidad, tenemos que éstas a pesar de no poseer conocimiento de la existencia de los mismos, los han implementado parcialmente de manera informal, como consecuencia de experiencia previa del personal, aunque sin la documentación debida y el seguimiento apropiado. En el caso específico de las consideraciones tempranas, las empresas se muestran preventivas en cuanto a algunos aspectos como por ejemplo, la selección de los métodos constructivos y revisión de las especificaciones de diseño, entre otras, así como también un gran porcentaje realiza programación de obras. Sin embargo en cuanto a la disponibilidad de materiales, equipos o mano de obra capacitada no están siendo efectivos, lo cual hace que no puedan evitar de manera eficaz ciertas dificultades en las obras, como por ejemplo los inconvenientes de procura y/o modificaciones durante la ejecución.

De igual manera, Tapia, (2012) en su estudio: “La constructabilidad y su administración en empresas de infraestructura en México”, evaluó los resultados de la investigación sobre la constructabilidad y su administración en empresas de proyectos de infraestructura en México. Lo más importante en el desarrollo de ese trabajo fue mostrar cual es el nivel de conocimiento que se tiene sobre este tema. Los conceptos de constructabilidad son empleados en proyectos de construcción con excelentes resultados en otros países de América como son: Estados Unidos, Chile, países de Europa como Reino Unido, España, Australia y países de Asia como China e Indonesia. En todos estos países se han realizado investigaciones sobre el tema y su aplicación, y se ha determinado que ayudan a mejorar la gestión en la construcción de cualquier proyecto, disminuyendo su costo final, reduciendo las dificultades en obra, mediante las revisiones del proyecto, durante las etapas de planificación y diseño; estas revisiones se realizan utilizando una óptica constructiva, realizadas por un equipo de profesionales con amplia experiencia en materia de construcción. La aplicación de estos conceptos también ayudan a que los

proyectos se terminen dentro del programa estipulado y con un ahorro en el presupuesto establecido.

La industria de la construcción en México debe de estar a la vanguardia, y para esto, necesita incorporar las prácticas de mejora internacionales para hacer frente a la globalización y a la apertura de mercados. La Constructabilidad es considerada una práctica de mejora internacional por los beneficios que trae consigo su aplicación en los proyectos de construcción, por lo que es recomendable que se considere su implementación.

En la presente investigación se usó un instrumento, el cual es de elaboración propia y consta de 5 dimensiones (factibilidad, diseño, abastecimiento y procura, construcción y uso y mantenimiento), las cuales fueron analizadas y se obtuvo los siguientes resultados:

De los datos que se muestran en la tabla 6 respecto al nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad, se observa que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (90%), regular (10%) y malo (0%).

De los datos que se muestran en la tabla 7, respecto al nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño, se aprecia que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (85%), regular (15%) y malo (0%).

De los datos que se muestran en la tabla 8, respecto nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura, se observa que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (83%), regular (7%) y malo (0%).

De los datos que se muestran en la tabla 9, respecto nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción,

se aprecia que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (83%), regular (15%) y malo (2%).

De los datos que se muestran en la tabla 10, respecto al nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento, se aprecia que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (83%), regular (13%) y malo (4%).

## **V. Conclusiones**

- Primera.-** En esta investigación se muestra que existe un 95% de encuestados tienen un nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling”.
- Segunda.-** Existe un 90% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad.
- Tercera.-** Existe un 85% de encuestados que tienen un nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño.
- Cuarta.-** Existe un 83% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura.
- Quinta.-** Existe un 83% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción.
- Sexta.-** Existe un 83% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento.

## **VI. Recomendaciones**

Observando los resultados de la Investigación se recomienda:

**Primera.-** A las gerencias de Megaproyectos, de Sector Vivienda, de Sector Salud, de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República, la aplicación del concepto de constructabilidad y uso de herramientas como el BIM en la gestión de los proyectos porque contribuirá a garantizar que los proyectos de Inversión Pública cumplan con estándares mínimos de calidad y así generen beneficios reales para la población.

**Segunda.-** A las gerencias de Megaproyectos, de Sector Vivienda, de Sector Salud, de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República, la aplicación del concepto de constructabilidad y de metodología BIM, en etapas tempranas de la gestión de los proyectos para que mucho de los problemas actuales de la construcción disminuyan, lo cual se traduciría en la disminución de costos, plazos y mejorando la calidad de las edificaciones.

**Tercera.-** A las gerencias de Megaproyectos, de Sector Vivienda, de Sector Salud, de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República, la aplicación del concepto de constructabilidad de metodología BIM para mejorar las buenas prácticas relacionadas al desarrollo de estudios de inversión, como el seguimiento de protocolos para formular y supervisar el desarrollo de expedientes técnicos de proyectos de infraestructura, incluyendo las prácticas relacionadas a la ejecución física y cierre de proyectos.

**Cuarta.-** A las gerencias de Megaproyectos, de Sector Vivienda, de Sector Salud, de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República, la capacitación de profesionales a cargo que cuenten con experiencia suficiente del concepto de constructabilidad y de metodología BIM, que cuenten con capacidades técnicas y prácticas necesarias para liderar

equipos de trabajo u orientar a los agentes que se desempeñan a lo largo de ciclo de vida del proyecto, vale decir, desde las fases tempranas de evaluación y diseño hasta la entrega del producto.

**Quinto.-** A la Contraloría General de la República, fortalecer la enseñanza del concepto de constructabilidad y el uso de las tecnologías BIM en la formación de profesionales del estado, apoyar e incentivar la promoción y difusión de éstas, a través de instituciones públicas o privadas ligadas al desarrollo e introducción de nuevas tecnologías que brinden mejoras a los procesos de gestión productivas del país.

**Sexto.-** A las gerencias de Megaproyectos, de Sector Vivienda, de Sector Salud, de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República, que los gestores de proyectos consideren como primera experiencia la implementación, el análisis de conflictos de diseño, mejora de proyecto, la aplicación de herramientas de gestión como el BIM para optimizar los procesos y lograr de esta manera una mayor rentabilidad.

## **VII. Referencias**

- APA. (2016). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association*. México D.F.: Editorial El Manual Moderno.
- Almonacid, K., Navarro, J., y Rodas, I. (2015). *Propuesta metodológica para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ Proyecta"*. Tesis de maestría. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado desde: <http://hdl.handle.net/10757/617477>
- Álvarez, M. (2012). *Revit® Architecture*. Perú: Empresa Editora Macro E.I.R.L.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Editorial Episteme.
- Baca, G. (2004). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Mexico: Edición, McGraw Hill.
- Boland y Otros (2007). *Funciones de la administración*. EdiUNS.
- Buscador de Arquitectura, S.A. de C.V. (2010). BIM... Revit ¿De qué están hablando?. Noticias CAD y 3D. México D.F., México. Recuperado desde: [Arq.com.mxhttp://noticias.arq.com.mx/10591.html#.WllrwBvhDIU](http://noticias.arq.com.mx/10591.html#.WllrwBvhDIU)
- Bunge (2004). *La Investigación Científica*. Siglo Veintiuno Editores. 3era Edición.
- CII (Construction Industry Institute) (1987). "Constructability Concepts File" CII University of Texas. Austin Publication 3-3.
- CII (Construction Industry Institute) (1993). "Constructability implementation guide". Construction Industry Institute (CII), Special Publication 34-1, Austin, Texas.
- Coloma, E. (2008). *Introducción a la Tecnología BIM*. España: Universitat Politècnica de Catalunya.

- D' Paola, E. H. (2014). *Nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería civil: bim y realidad virtual*. Recuperado desde:  
[https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/2855#.VUcHGI5\\_Oko](https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/2855#.VUcHGI5_Oko)
- Duarte, N. y Pinilla, A. (2014). *Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia*. Maestría en Ingeniería Civil – Tesis. Recuperado desde:  
<http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12691>
- Duarte y Pinilla (2014). *Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- El Instituto de la Industria de la Construcción (CII). (1986). *Best Practices: Constructability*. University of Texas at Austin. Texas, USA.
- Espinoza, J. y Pacheco, R. (2014). *Mejoramiento de la constructabilidad mediante herramientas BIM*. Tesis de maestría. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado desde:  
<http://hdl.handle.net/10757/332303>
- Giménez, Z. y Suárez, C. (2008). *Diagnóstico de la gestión de la construcción e implementación de la constructabilidad en empresas de obras civiles*. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Venezuela: Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 23.
- Gambatese, J., Hinze, J., Rinker, M. y Behm, M. (2005). *Investigation of the viability of designing for safety*. Center to Protect Worker' Rights CPWR. USA.
- Guio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta*. Lima. Perú: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

- G202 (2013). *Building Information Modeling Protocol Form*. AIA American Institute of Architects
- Jernigan, F. (2007). *Big bim Little bim*. (2da ed). Salisbury. USA: 4 Site Press at Smashwords.com.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill Interamericana de México S.A.
- Nieto, J. (2012). *Generación de modelos de información para la gestión de una intervención: La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla*. *Vitual Archaeology Review*. 3 (5). ISSN: 1989-9947, 63-67. Recuperado desde: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4229213>
- Orihuela, P y Orihuela, J. (2003). *Constructabilidad en pequeños proyectos inmobiliarios*. VII Congreso Iberoamericano de Construcción y Desarrollo Inmobiliario – M.D.I. Perú.
- O'Connor, J.T. & Miller, S.J. (1994). "Constructibility programs: Method for assessment and benchmarking". *Journal Perform. Constr. Facil.*
- O'Connor J.T., Rusch S.E., Schulz M.J. (1987), *Constructability Concepts for Engineering and Procurement*, ASCE Journal of Construction Engineering and Management.
- Real academia española (1992). *Diccionario de la Lengua Española*. Vigésima primera edición. España.
- Ruiz, R. (2007). *El método científico y sus etapas*. México: Edit. Mc Graw-Hill.
- Singh, A. (2001). *Creative system in structural and construction engeneering*. Holanda: AA Balkema.

- Schwinger, C. (2011). *Tips for designing constructable Steel-framed buildings*. Modern Steel Construction, American Institute of Steel Construction. Chicago, USA.
- Succar, T. (2009). *The five components of BIM performance Measurement*. Australia: University of Newcastle.
- Tamayo, M. (2007) *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa, Noriega Editores.
- Tamayo y Tamayo, M. (2006). *El Proceso de la Investigación Científica*. (3era Edición. México: LIMUSA.
- Tapia, M. (2012). *La constructabilidad y su administración en empresas de infraestructura en México*. Tesis de maestría. México D.F.: Universidad Autónoma de México.
- The Institution of Professional Engineers New Zeland Incorporated (IPENZ) (2008). *Constructabilidad*. Nota Práctica 13. Nueva Zelanda.
- Thompson, A. y Strickland, A. (2004). *Administración estratégica*. México: McGraw Hill.
- Ulloa, K. y Salinas, J. (2013). *Mejoras en la implementación del BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa MARCAN*. Tesis de maestría. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Valderrama, S. (2013) *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. (1ra Ed.). Lima: Editorial San Marcos.
- Vara, A (2012) *7 pasos para una tesis exitosa. Desde la idea inicial hasta la sustentación*. Universidad San Martin de Porres. Perú.
- Varela, R. (2001). *Innovación Empresarial*. Bogotá: Prentice Hall.

## **VIII. Anexos**

### Apéndice 1: Matriz de consistencia

Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016.

Problema	Objetivos	Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems
<b>Problema principal</b>	<b>Objetivo principal</b>	Constructabilidad	Factibilidad	1. Integración	2
¿Cuál es el nivel del nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling”, en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016?	Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling”			2. Conocimiento de construcción	2
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>		Diseño	3. Experiencia del equipo	2
¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad, Jesús María, 2016?	Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión factibilidad.			4. Objetivos corporativos	2
¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño, Jesús María, 2016?	Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión diseño.		Abastecimiento y Procura	5. Disponibilidad de recursos	2
¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, , mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura, Jesús María, 2016?	Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión abastecimiento y procura.			6. Factores externos	3
¿Cuál es el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción, Jesús María, 2016?	Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión construcción.			7. Programación	2
¿Cuál es el nivel el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento, Jesús María, 2016?	Determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología “Building Information Modeling” en la dimensión uso y mantenimiento.		Construcción	8. Metodología de construcción	2
				9. Accesibilidad	2
				11. Innovación en la construcción	2
				10. Especificación	2
			Uso y mantenimiento	12. Retroalimentación	2

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA
<p>TIPO: Básica</p> <p>NIVEL: Descriptivo</p> <p>DISEÑO: No experimental Transversal</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b> La población de esta investigación está constituida por <b>80 colaboradores</b> de: la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.</p> <p><b>MUESTRA:</b> La muestra está conformada por <b>55 colaboradores</b> de ambos sexos, de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.</p> <p><b>TIPO DE MUESTREO</b> No probabilístico intencional</p>	<p>Variable: Constructabilidad</p> <p>Técnicas: Encuesta Instrumentos: Cuestionario</p> <p>Nombre: Cuestionario sobre la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling".</p> <p>Autor: Elaboración propia</p> <p>Año: 2016</p> <p>Monitoreo: Prueba piloto, validación por juicio de experto y la confiabilidad del instrumento por alfa de Cronbach.</p> <p>Ámbito de Aplicación:</p> <p>Forma de Administración: Individual/colectiva</p> <p>Tiempo de duración: 20'</p>	<p>DESCRIPTIVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tablas de frecuencia y porcentajes</li> <li>- gráfico de barras</li> </ul>

## Apéndice 2: Matriz de validación del instrumento

### MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**NOMBRE DEL INSTRUMENTO 1:**

**USO DE LA METODOLOGÍA "BUILDING INFORMATION MODELING" EN LA CONSTRUCTIBILIDAD DE LOS PROYECTOS INFRAESTRUCTURA EN LA CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA, JESÚS MARÍA 2016."**

**OBJETIVO:**

Conocer la opinión del área de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República, Jesús María, sobre el conocimiento de la Uso de la Metodología "Building Information Modeling" en la constructibilidad de los proyectos infraestructura.

**DIRIGIDO A:**

Colaboradores del área de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República, Jesús María.

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR: Sebastián Sánchez Díaz**

**GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR: Doctor**

**VALORACIÓN:**

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	-------------	------------	--------------------------

  
**FIRMA DEL EVALUADOR**  
**Sebastián Sánchez Díaz**  
 DNI: 09834807

TÍTULO DE LA TESIS: Uso de la Metodología "Building Information Modeling" en la constructibilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María 2016.

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	ITEM	OPCIÓN DE RESPUESTA					CRITERIOS DE EVALUACIÓN				OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
				Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Completamente de acuerdo	RELACIÓN ENTRE LA VARIABLE Y LA DIMENSIÓN		RELACIÓN ENTRE LA DIMENSIÓN Y EL INDICADOR Y EL ÍTEM		
									SI	NO	SI	NO	
<p>Slogh (2011), analiza la constructibilidad como: La integración del conocimiento de la construcción en el proceso de gestión del proyecto equilibrando las múltiples condiciones del proyecto: internas y externas (ambientales) para cumplir con los objetivos y obtener un resultado de edificio de último nivel. Asimismo, identifica doce principios a aplicar en las cinco fases del ciclo de vida del proyecto: Integración, conocimiento del equipo, objetivos corporativos, disponibilidad de recursos, factores externos, programación, metodología de construcción, accesibilidad, especificación, innovación en la construcción y retroalimentación (p.16,17). Slogh, A. (2001). Creative system in structural and construction engineering. Rotterdam, Holanda: AA Balkema.</p>	Facilidad	Integración	1. Considero que la constructibilidad debe ser una parte integral de la ejecución del plan del proyecto, la cual se puede mejorar mediante el uso de herramientas de gestión como el BIM.						✓	✓	✓	✓	
			2. Considero que la constructibilidad debe estar presente en todo el ciclo de vida del proyecto y ser acompañada por herramientas de gestión como el BIM.						✓	✓	✓	✓	
	Conocimiento de construcción	3. Estimo que el plan del proyecto debe contar con personal con conocimiento en la construcción y herramientas de gestión de proyectos como el BIM.						✓	✓	✓	✓		
		4. Tengo claro conocimiento que el plan del proyecto debe contar con personal con experiencia en la construcción y en herramientas de gestión de proyectos como el BIM.						✓	✓	✓	✓		
	Diseño	Experiencia del equipo	5. Valoro que el equipo tenga experiencia constructiva y en herramientas de gestión de proyectos como el BIM para la ejecución del proyecto.						✓	✓	✓	✓	
			6. Valoro que el equipo tenga una composición y capacitación en gestión de proyectos como el BIM, apropiadas para la ejecución del proyecto.						✓	✓	✓	✓	
		Capacitación continua	7. Tengo claro conocimiento que la constructibilidad aumenta cuando el equipo consigue entender al cliente.						✓	✓	✓	✓	
			8. Pienso que la constructibilidad se incrementa cuando el equipo aplica técnicas de gestión adecuadas como el BIM, entre otras y consigue entender los objetivos del proyecto.						✓	✓	✓	✓	
	Abastecimiento y Procura	Disponibilidad de recursos	9. Valoro que la solución diseñada sea elaborada mediante el uso de herramientas de gestión como el BIM y que esta solución facilite la accesibilidad de mano de obra, materiales y equipos.						✓	✓	✓	✓	
			10. Valoro que la tecnología de la solución diseñada debe de contrastarse con los recursos disponibles.						✓	✓	✓	✓	
		Factores externos	11. Tengo claro conocimiento que los factores externos pueden incrementar los costos del proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM puedan menguar esa diferencia.						✓	✓	✓	✓	
			12. Tengo claro conocimiento que los factores externos pueden afectar los plazos y calidad del proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM pueden evitar que ello suceda.						✓	✓	✓	✓	
			13. Considero que el diseño debe facilitar la construcción bajo condiciones climáticas adversas.						✓	✓	✓	✓	
		Programación	14. Valoro que la programación del proyecto sea realista considerando las necesidades esenciales del sitio de construcción.						✓	✓	✓	✓	
			15. Valoro que la programación tenga el compromiso del equipo del proyecto.						✓	✓	✓	✓	
	Construcción	Metodología de construcción	16. Pienso que el proyecto debe considerar la metodología de construcción y de gestión más adecuada de acuerdo a las necesidades del proyecto como por ejemplo la herramientas de gestión de proyectos BIM.						✓	✓	✓	✓	
			17. Considero que si el diseño considera elementos prefabricados y estandarizados aumenta la constructibilidad.						✓	✓	✓	✓	
		Accesibilidad	18. Tengo claro conocimiento que la constructibilidad aumenta si se tiene en cuenta una construcción asegurable en la etapa de diseño y construcción.						✓	✓	✓	✓	
			19. Valoro que la distribución temporal y permanente del sitio de la obra promueva la construcción eficiente.						✓	✓	✓	✓	
		Especificación	20. Tengo claro conocimiento que la constructibilidad aumenta cuando se considera en el desarrollo del proyecto la eficiencia constructiva, lo cual se logra con el uso adecuado de herramientas de gestión como BIM.						✓	✓	✓	✓	
	21. Considero que los ejecutores de obra y proyectistas deben revisar las especificaciones en detalle para simplificar los procesos constructivos, apoyándose en herramientas de gestión de proyectos como el BIM.							✓	✓	✓	✓		
	22. Tengo claro conocimiento que las innovaciones constructivas aumentan la constructibilidad.							✓	✓	✓	✓		
	Uso y Mantenimiento	Innovación en la construcción	23. Tengo claro conocimiento que la innovación en la gerencia de la construcción, en los métodos de campo y en el uso de adecuadas herramientas de gestión de proyectos como el BIM, incrementan la eficiencia de la construcción.						✓	✓	✓	✓	
			24. Tengo claro conocimiento que si el equipo realiza un análisis de postconstrucción la constructibilidad aumenta y que herramientas como el BIM son muy ventajosas en esta etapa.						✓	✓	✓	✓	
			25. Pienso que una comunicación fluida entre el ejecutor de obra, el proyectista, así como el empleo de herramientas como el BIM, ajusta y mejora el diseño a las particularidades de la obra.						✓	✓	✓	✓	

  
Firma del Evaluador  
Dr. Sebastián Sánchez Díaz  
DNI: 09834807

### Apéndice 3: Instrumento

#### Cuestionario sobre la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling".

Estimado (a) colaborador (a):

El presente cuestionario es un instrumento que aplicaré en la investigación de tesis que estoy realizando sobre la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling". En ese sentido, invoco su colaboración seria y responsable en las respuestas a los enunciados planteados. Sus respuestas son confidenciales y anónimas.

**INSTRUCCIONES:** Basados en su conocimiento y experiencia en la industria de la construcción, opine sobre el grado de conocimiento que tiene sobre el concepto "constructabilidad" de las obras de infraestructura en la gestión proyectos. Por favor indique el grado que usted crea conveniente respecto a las características descritas en cada uno de los enunciados.

No existen respuestas correctas o incorrectas, solo se pretende obtener un número que refleje lo que usted piensa respecto al tema de investigación.

Marcar con una x según la alternativa elegida.

1= Completamente de acuerdo

2= En desacuerdo

3= Indiferente

4= De acuerdo

5= Completamente en desacuerdo

N°	ITEMS	1	2	3	4	5
FACTIBILIDAD						
1	Considero que la constructabilidad debe ser una parte integral de la ejecución del plan del proyecto, la cual se puede mejorar mediante el uso de herramientas de gestión como el BIM.					
2	Considero que la constructabilidad debe estar presente en todo el ciclo de vida del proyecto y ser acompañada por herramientas de gestión como el BIM.					
3	Estimo que el plan del proyecto debe contar con personal con conocimiento en la construcción y herramientas de gestión de proyectos como el BIM.					

4	Tengo claro conocimiento que el plan del proyecto debe contar con personal con experiencia en la construcción y en herramientas de gestión de proyectos como el BIM.					
DISEÑO						
5	Valoro que el equipo tenga experiencia constructiva y en herramientas de gestión de proyectos como el BIM para la ejecución del proyecto.					
6	o que el equipo tenga una composición y capacitación en gestión de proyectos como la metodología BIM, apropiadas para la ejecución del proyecto.					
7	Tengo claro conocimiento que la constructabilidad aumenta cuando el equipo consigue entender al cliente.					
8	Pienso que la constructabilidad se incrementa cuando el equipo aplica técnicas de gestión adecuadas como el BIM, entre otras y consigue entender los objetivos del proyecto.					
ABASTECIMIENTO Y PROCURA						
9	Valoro que la solución diseñada sea elaborada mediante el uso de herramientas de gestión como el BIM y que esta solución facilite la accesibilidad de mano de obra, materiales y equipos.					
10	Valoro que la tecnología de la solución diseñada debe de contrastarse con los recursos disponibles.					
11	Tengo claro conocimiento que los factores externos pueden incrementar los costos del proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM pueden menguar esa diferencia .					
12	Tengo claro conocimiento que los factores externos pueden afectar los plazos y calidad del proyecto y que el uso de herramientas de gestión de proyectos como el BIM pueden evitar que ello suceda.					
13	Considero que el diseño debe facilitar la construcción bajo condiciones climáticas adversas.					
14	Valoro que la programación del proyecto sea realista considerando las necesidades esenciales del sitio de construcción.					
15	Valoro que la programación tenga el compromiso del equipo del proyecto.					
CONSTRUCCIÓN						
16	Pienso que el proyecto debe considerar la metodología de construcción y de gestión más adecuada de acuerdo a las necesidades del proyecto como por ejemplo la heramientas de gestión de proyectos BIM.					
17	Considero que si el diseño considera elementos prefabricados y estandarizados aumenta la constructabilidad.					
18	Tengo claro conocimiento que la constructabilidad aumenta si se tiene en cuenta una construcción asequible					

	en la etapa de diseño y construcción.					
19	Valoro que la distribución temporal y permanente del sitio de la obra promueva la construcción eficiente.					
20	Tengo claro conocimiento que la constructabilidad aumenta cuando se considera en el desarrollo del proyecto la eficiencia constructiva, lo cual se logra con el uso adecuado de herramientas de gestión como BIM.					
21	Considero que los ejecutores de obra y proyectistas deben revisar las especificaciones en detalle para simplificar los procesos constructivos, apoyándose en herramientas de gestión de proyectos como el BIM.					
22	Tengo claro conocimiento que las innovaciones constructivas aumentan la constructabilidad.					
23	Tengo claro conocimiento que la innovación en la gerencia de la construcción, en los métodos de campo y en el uso de adecuadas herramientas de gestión de proyectos como el BIM, incrementan la eficiencia de la construcción.					
USO Y MANTENIMIENTO						
24	Tengo claro conocimiento que si el equipo realiza un análisis de postconstrucción la constructabilidad aumenta y que herramientas como el BIM son muy ventajosas en esta etapa.					
25	Pienso que una comunicación fluida entre el ejecutor de obra, el proyectista, así como el empleo de herramientas como el BIM, ajusta y mejora el diseño a las particularidades de la obra.					

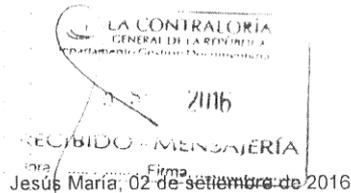




## Apéndice 5: Constancia



LA CONTRALORÍA  
GENERAL DE LA REPÚBLICA



OFICIO N° 01232-2016-CG/DP

Señor  
**Carlos Venturo Orbegoso**  
Director de la Escuela de Postgrado – Filial Lima  
**Universidad Cesar Vallejo**  
Av. Alfredo Mediola 6232  
Los Olivos/Lima/Lima

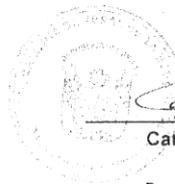
**ASUNTO** : Otorgamiento de facilidades.

**REF.** : Carta P. 324-2016 EPG-UCV L (Exp. N° 08-2016-27505)

Tengo el agrado de dirigirme a usted en atención al documento de la referencia, con el fin de informarle que se vienen otorgando las facilidades del caso a la Sra. Susana Hernández Reátegui, estudiante del Programa de Maestría en Gestión Pública de la Escuela que usted dirige y colaboradora de este Organismo Superior de Control, para el desarrollo del trabajo de investigación (Tesis) señalado en el documento de la referencia.

Es propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi consideración y estima personal.

Atentamente,



**Carla Gutiérrez Ramírez**  
Gerente (e)  
Departamento de Personal

/jmp

**Apéndice 6: Artículo científico****ARTICULO CIENTIFICO****Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016.**

AUTOR: Br. Susana Hernández Reátegui

**Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general, determinar el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016; y el uso de la metodología “Building Information Modeling” como herramienta de apoyo.

El tipo de investigación es básica de nivel descriptiva, y el diseño fue no experimental, descriptivo y de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 55 colaboradores de las siguientes gerencias: de Megaproyectos, de Sector Vivienda, de Sector Salud, de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República. Se aplicó la técnica de la encuesta con cuestionario para la variable constructabilidad de los proyectos de infraestructura.

En la investigación, se ha encontrado 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.

Palabras claves: Constructabilidad de los proyectos de infraestructura, BIM.

**Abstract**

This research had as general objective Determine the level of knowledge of the methodology "Building Information Modeling" in the constructability of infrastructure projects.

The research is basic descriptive level, and the design was not experimental, descriptive and cross-sectional. The sample consisted of 55 collaborators management: Management of Mega Projects, Management Sector Housing, Health

Sector Management, Management Development and Engineering Department of the Office of the Comptroller General of Colombia. the technique of questionnaire survey for the variable constructability of infrastructure projects was applied.

In research, it has been found that there is a 95% of respondents have a knowledge good level of the constructability of infrastructure projects of Contraloría General de la República, while 5% shows a regular level and 0% of respondents shows a low level in relation to it.

Keywords: Constructability of infrastructure projects, BIM.

## **Introducción**

En el Perú, la industria de la construcción ha crecido aceleradamente, sin embargo los problemas que enfrenta este sector siguen siendo los mismos: no cumplimiento de los plazos, sobre costos, productividad baja, bajos niveles de calidad, niveles insuficientes de seguridad y prevención de riesgos, baja constructabilidad (irrealización de los diseños, incompatibilidades entre especialidades), en comparación con otros sectores productivos.

Un gran porcentaje de los problemas técnicos y administrativos en la ejecución de los proyectos tiene como causa principal la deficiente calidad de los expedientes técnicos y estos a su vez tienen como sus causas principales, entre otras, la contratación por parte de las entidades de profesionales no aptos para elaborar, supervisar, revisar y aprobar los expedientes técnicos, ya sea por falta de capacitación o experiencia lo que conlleva a un deficiente diseño de especialidades y una falta de compatibilización entre las mismas. No existe un adecuado marco normativo que nos de las pautas para una correcta formulación y/o elaboración de los Expedientes Técnicos, asimismo existe un inadecuado e impreciso desarrollo de los términos de referencia.

El empleo de técnicas de planificación y control de proyectos constituyen un soporte para la administración eficiente de la realización de la obra, cuyo fin es establecer las variables propias de los proyectos e identificar sus relaciones, con la finalidad de acoger medidas que permitan acceder al cumplimiento de las metas de costo, plazos y calidad de los proyectos. Hoy en día existen herramientas como el BIM (Building Information Modeling), que nos permiten detectar las inconsistencias e incongruencias de un proyecto de infraestructura antes de su ejecución. El BIM contribuye para integrar y mejorar la programación de las actividades de construcción, la estimación de los costos, la constructabilidad de la edificación, la identificación de las incompatibilidades espacio-temporales en la producción y visualización del proceso de construcción.

Espinoza y Pacheco (2014) en su Tesis "Mejoramiento de la constructabilidad mediante herramientas BIM". Se concluyó que usando herramientas BIM obtenemos un aumento del porcentaje de constructabilidad en un 84%, lo que quiere decir, que

se ha verificado de forma virtual todas las especialidades del proyecto, se ha subsanado las incompatibilidades, se ha estudiado los puntos decisivos del proyecto.

Ulloa y Salinas (2013) realizó una investigación titulada: “Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan”. Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Los Autores refieren que: Se pudo crear en los involucrados la necesidad de que el modelo proporcione mayor información para su mejor aprovechamiento, se logró detectar interferencias entre elementos de concreto ubicados a diferentes niveles en las cimentaciones y sótanos, mejor entendimiento del proyecto por parte de los involucrados al tener claro lo que se tenía que hacer.

Almonacid, Navarro y Rodas (2015) en su investigación: “Propuesta metodológica para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria IJ Proyecta”. La herramienta BIM tiene gran potencial ya la vez se introduce como un desafío en lo que respecta a la coordinación de proyectos, ya que el sistema actual de trabajo se realiza en 2 dimensiones o 2d (con un bajo nivel tecnológico), tiene un proceso LINEAL, en base a trabajos independientes, debiendo ser este un proceso INTEGRADOR. Esta tecnología, se encuentra ingresando a los diversos mercados, y aquí en el Perú las empresas constructoras se encuentran en proceso de conocimiento y adaptación inicial a la tecnología, no logrando desarrollarse de forma integral ya que éste es un proceso en el que todos los involucrados deben estar en la misma “sintonía”; cliente, constructor, especialistas, proveedores, y gobierno deben de manejar un mismo lenguaje para la conceptualización, diseño, ejecución y operación del proyecto.

Duarte y Pinilla (2014) en su Tesis de Maestría en Ingeniería Civil, de título “Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. Bogotá, Colombia”. En conclusión, la relación de costo efectividad resulta satisfactoria cuando se utiliza la metodología BIM, el resultado nos muestra que proyecto en esas condiciones carece de viabilidad, sin embargo, se debe mencionar que parte de esos sobrecostos son relacionados a yerros de diseño y a re-procesos administrativos que se dieron en el transcurso del proyecto, los cuales no deben ser vinculados al uso de la metodología tradicional sino a faltas de los proyectistas que se pudieron solucionar desarrollando el proyecto con otra opción.

Nieto (2012) en su artículo titulado: Generación de modelos de información para la gestión de una intervención, La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla. España. Se concluye que en el mismo desarrollo de la maqueta -con la producción de plantas, elevaciones y cortes, registro de los elementos ordenados por categorías, así como la visualización del prototipo por fases constructivas, se ha venido estructurando una metodología que ha servido para gestionar de manera eficaz y provechosa la información del patrimonio llegando a las

siguientes conclusiones: 1) Es ventajoso trabajar con objetos paramétricos, 2) Se cumple el principio de multidisciplinaridad, 3) Se puede recuperar virtualmente el edificio patrimonial.

Tapia, (2012) en su Tesis de Maestría: "La constructabilidad y su administración en empresas de infraestructura en México", evaluó los resultados de la investigación sobre la constructabilidad y su administración en empresas de proyectos de infraestructura en México. Lo más importante en el desarrollo de ese trabajo fue mostrar cual es el nivel de conocimiento que se tiene sobre este tema. Los conceptos de constructabilidad son empleados en proyectos de construcción con excelentes resultados en otros países de América como son: Estados Unidos, Chile, países de Europa como Reino Unido, España, Australia y países de Asia como China e Indonesia. En todos estos países se han realizado investigaciones sobre el tema y su aplicación, y se ha determinado que ayudan a mejorar la gestión en la construcción de cualquier proyecto, disminuyendo su costo final, reduciendo las dificultades en obra, mediante las revisiones del proyecto, durante las etapas de planificación y diseño; estas revisiones se realizan utilizando una óptica constructiva, realizadas por un equipo de profesionales con amplia experiencia en materia de construcción.

### **2.3. Metodología**

El método utilizado para la presente investigación es el método científico

Bunge (2004) refirió que: "El método científico es la estrategia de la investigación para buscar leyes..." (p. 21).

Se utilizó el método específico deductivo.

La investigación es de enfoque Cuantitativo, de nivel o carácter descriptiva. Y de tipo de Investigación es básica.

El diseño de la investigación es no experimental, descriptivo, y de corte transversal.

La población de esta investigación estuvo constituida por 80 colaboradores de: la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República. Y la muestra seleccionada estuvo conformada por 55 colaboradores de la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República. Se utilizó un muestreo no probabilístico e intencionada.

La técnica de recolección de datos utilizada en la presente investigación, es la encuesta. Y el instrumento que se aplicó para esta investigación fue el Cuestionario.

#### Ficha Técnica del Instrumento

*Instrumento para medir el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura.*

Nombre : Cuestionario sobre la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling".

Autor : Elaboración propia.

Año : 2016

Lugar : Lima, Perú.

Objetivo : Determinar el nivel de uso de la metodología "Building Information Modeling" en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura

Administración: individual y/o colectiva.

Tiempo de duración: 20 minutos aproximadamente.

Contenido:

Se ha elaborado un cuestionario con 25 items politómicos, distribuido en 5 dimensiones: Factibilidad, diseño, abastecimiento y procura, construcción, uso y mantenimiento.

Validez:

La validez se determinó con el juicio de expertos para la validación del temático y metodólogo.

Confiabilidad:

La confiabilidad del instrumento se realizó a través de una prueba piloto aplicada a 25 colaboradores que trabajan en la Contraloría General de la República. El valor obtenido del Coeficiente de Alfa de Cronbach es de ,882 muestra que el instrumento es Fuerte confiabilidad.

#### **Discusión**

En la presente tesis se determinó el nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República y uso de la metodología "Building Information Modeling", en la Gerencia de Megaproyectos, la Gerencia de Sector Vivienda, la Gerencia de Sector Salud, la Gerencia de Desarrollo y el Departamento de Ingeniería de la Contraloría General de la República.

Los resultados de la investigación dan cuenta que casi la totalidad (95%) de encuestados tiene un buen nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura y uso de la metodología "Building Information Modeling", mientras que solo el 5% muestra un uso regular.

Al respecto, Espinoza y Pacheco (2014), en su Tesis "Mejoramiento de la constructabilidad mediante herramientas BIM", concluyeron que en la fase inicial de revisión de la constructabilidad del proyecto materia de estudio, da como resultado el escaso manejo de principios de constructabilidad, con un promedio general debajo del 20%, lo que significa, que la planificación del proyecto no se ha dado en la etapa de pre construcción. La mayor suma de problemas hallados en el proyecto, conciernen a las especialidades de

arquitectura y estructuras, 20 y 13 respectivamente, de una suma total de 37 problemas registrados. Usando herramientas BIM obtenemos un aumento del porcentaje de constructabilidad en un 84%, lo que quiere decir, que se ha verificado de forma virtual todas las especialidades del proyecto, se ha subsanado las incompatibilidades, se ha estudiado los puntos decisivos del proyecto. El empleo de metodología BIM en etapas tempranas del proyecto mejora la constructabilidad del mismo, detectándose incongruencias antes de la ejecución del proyecto permitiendo la compatibilización de todas las especialidades, evitando sobrecostos y ampliaciones de plazos. Por otro lado, Almonacid, Navarro y Rodas (2015) en su investigación: "Propuesta metodológica para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria IJ Proyecta". La herramienta BIM tiene gran potencial y a la vez se introduce como un desafío respecto a la coordinación de proyectos, ya que el sistema actual de trabajo se realiza en 2 dimensiones o 2d (con un bajo nivel tecnológico), tiene un proceso LINEAL, en base a trabajos independientes, debiendo ser este un proceso INTEGRADOR. En el Perú las empresas constructoras se encuentran en proceso de conocimiento y adaptación inicial a la tecnología, no logrando desarrollarse de forma integral ya que éste es un proceso en el que todos los involucrados deben estar en la misma "sintonía"; cliente, constructor, especialistas, proveedores, y gobierno deben de manejar un mismo lenguaje para la conceptualización, diseño, ejecución y operación del proyecto. Por lo que, con el objetivo de minimizar deficiencias en la etapa del diseño, así como mejorar la comunicación entre los actores principales en el desarrollo de proyecto y su ejecución, para la implementación de esta tecnología la cual trae muchos beneficios para todos los involucrados, se planteó presentar una metodología de trabajo para la implementación de la tecnología BIM en las empresas constructoras e inmobiliarias.

Asimismo, Duarte y Pinilla (2014) en su investigación "Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia. Bogotá, Colombia". El empleo de la metodología BIM en el desarrollo de los proyectos tiene ventajas sobre la metodología tradicional, evidenciándose en los resultados obtenidos, la relación de costo efectividad resulta satisfactoria cuando se utiliza la metodología BIM, por cuanto como resultado se obtuvo el valor de 0.6 siendo este menor a 1.0. En el caso del empleo de la metodología tradicional se puede ver que la relación costo-efectividad es superior al valor de 1.0 con un factor de 4.5, lo que significa que lo que se ejecutó no se ajustó a lo planificado, de modo que la diferencia se liga a re-procesos administrativos y operativos, mayores metrados, mayores plazos, menoscabo de tiempo en mano de obra etc. Esto demuestra que el proyecto en esas condiciones carece de viabilidad, pero parte de esos sobrecostos son a causa de yerros de diseño y a re-procesos administrativos que se dieron en el transcurso del proyecto, los que no deben ser relacionados al uso de la metodología tradicional sino a faltas de los proyectistas que se pudieron

solucionar desarrollando el proyecto con otra opción. Igualmente, Gímenez y Suárez (2008) en su artículo: "Diagnóstico de la gestión de la construcción e implementación de la constructabilidad en empresas de obras civiles". Expusieron los resultados de una investigación, en la cual se realizó un diagnóstico de las empresas de edificación que operan en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela; para tener conocimiento del grado de aplicación de los conceptos de constructabilidad, reconocer las barreras para la implementación de dichos conceptos y la disposición de la alta gerencia de adoptar dicha metodología; para posteriormente realizar una propuesta de los cambios adecuados para la consolidación del programa de constructabilidad en las empresas. Los principales resultados fueron el alto grado de desconocimiento tanto del término "constructabilidad" como de sus beneficios de implementación, así como también gran disposición de las empresas en adoptar la metodología para la optimización de sus procesos.

De igual manera, Tapia, (2012) en su estudio: "La constructabilidad y su administración en empresas de infraestructura en México", evaluó los resultados de la investigación sobre la constructabilidad y su administración en empresas de proyectos de infraestructura en México. Lo más importante en el desarrollo de ese trabajo fue mostrar cual es el nivel de conocimiento que se tiene sobre este tema. Los conceptos de constructabilidad son empleados en proyectos de construcción con excelentes resultados en otros países de América como son: Estados Unidos, Chile, países de Europa como Reino Unido, España, Australia y países de Asia como China e Indonesia. En todos estos países se han realizado investigaciones sobre el tema y su aplicación, y se ha determinado que ayudan a mejorar la gestión en la construcción de cualquier proyecto, disminuyendo su costo final, reduciendo las dificultades en obra, mediante las revisiones del proyecto, durante las etapas de planificación y diseño; estas revisiones se realizan utilizando una óptica constructiva, realizadas por un equipo de profesionales con amplia experiencia en materia de construcción. La aplicación de estos conceptos también ayudan a que los proyectos se terminen dentro del programa estipulado y con un ahorro en el presupuesto establecido.

De los datos que se muestran en la tabla 6 respecto al nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión factibilidad, se observa que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (90%), regular (10%) y malo (0%).

De los datos que se muestran en la tabla 7, respecto al nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión diseño, se aprecia que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (85%), regular (15%) y malo (0%).

De los datos que se muestran en la tabla 8, respecto nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión abastecimiento y procura, se observa que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (83%), regular (7%) y malo (0%).

De los datos que se muestran en la tabla 9, respecto nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión construcción, se aprecia que los resultados de los niveles son los siguientes: bueno (83%), regular (15%) y malo (2%).

De los datos que se muestran en la tabla 10, respecto al nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión uso y mantenimiento, se aprecia que los resultados de los n son los siguientes: bueno (83%), regular (13%) y malo (4%).

### **Conclusiones**

- Primera.-** En esta investigación se muestra que existe un 95% de encuestados tienen un nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling".
- Segunda.-** Existe un 90% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión factibilidad.
- Tercera.-** Existe un 85% de encuestados que tienen un nivel de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión diseño.
- Cuarta.-** Existe un 83% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión abastecimiento y procura.
- Quinta.-** Existe un 83% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión construcción.
- Sexta.-** Existe un 83% de encuestados que tienen un nivel bueno de conocimiento de la constructabilidad de los proyectos de infraestructura, mediante el uso de la metodología "Building Information Modeling" en la dimensión uso y mantenimiento.

## Referencias

- APA. (2010). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association*. (3ra ed, traducida de la 6ta en inglés). México D.F.: Editorial El Manual Moderno
- Almonacid, K., Navarro, J., y Rodas, I. (2015). *Propuesta metodológica para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ Proyecta"*. Tesis para optar el grado académico de: magíster en dirección de la construcción. Lima Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado desde: <http://hdl.handle.net/10757/617477>
- Bunge (2004). *La Investigación Científica*. Siglo Veintiuno Editores. 3era Edición.
- Duarte, N. (2014). *Razón de costo-efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia*. Maestría en Ingeniería Civil – Tesis. Recuperado desde: <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12691>
- Espinoza, J. y Pacheco, R. M. (2014). *Mejoramiento de la constructabilidad mediante herramientas BIM*. Tesis para optar el grado académico de: magíster en dirección de la construcción. Lima Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado desde: <http://hdl.handle.net/10757/332303>
- Nieto, J.E. (2012). *Generación de modelos de información para la gestión de una intervención: La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla*. *Vitual Archaeology Review*. 3 (5). ISSN: 1989-9947, 63-67. Recuperado desde: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4229213>
- Tapia, M. (2012). *La constructabilidad y su administración en empresas de infraestructura en México*. Tesis para optar el grado académico de: maestro en ingeniería (construcción). México D.F.: Universidad Autónoma de México.
- Ulloa, K. y Salinas, J. (2013). *Mejoras en la implementación del BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa MARCAN*. Tesis para optar el grado académico de: magíster en dirección de la construcción. Lima Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.