



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

“APLICACIÓN DE CONTROL DE OBRA EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS, PARA OPTIMIZAR PROCESOS”

FRANCISCO JIMÉNEZ PASTRANO

MTRO. FRANCISCO MORENO ABRIL

Director de tesis

Tesis presentada para optar por el grado de
Maestro en Administración de la Construcción
con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios
de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 994188 con fecha 09-VII-99.

Zapopan, Jal., 20 de julio de 2021

RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad, un gran número de empresas de la industria de la construcción no logran cumplir las utilidades proyectadas, lo que genera que en futuros proyectos se incrementen sus gastos indirectos para amortizar dichas pérdidas, desvirtuando los precios de mercado por razones no justificadas, ya que estas mermas se producen generalmente por un mal o nulo control de obra.

El trabajo de esta investigación, se basa en lo que actualmente existe como herramientas de control de obra aplicado en empresas constructoras, en el cual se analiza punto a punto los procedimientos de diferentes métodos, con el objeto de demostrar los beneficios en temas de rentabilidad de la empresa, administración de recursos, identificación de problemas y ayuda para la solución de los mismos. El objetivo es demostrar si dichas herramientas ayudan a incrementar la rentabilidad de los proyectos.

Al final de la investigación, los resultados obtenidos nos dicen que el 77% de las constructoras afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción en México, analizadas en la presente tesis y que implementan herramientas de control de obra en sus procesos, cumplen la utilidad y tiempo proyectados al inicio de sus proyectos. El 23% de las constructoras restantes, que no implementan herramientas de control en sus procesos, quedan por debajo del 50% de la utilidad y el tiempo proyectados al principio de su proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros de trabajo con lo que he compartido y vivido experiencias, las cuales me han forjado a lo que actualmente soy.

A mis padres, quienes me han guiado a lo largo de los años.

A mi esposa, por apoyarme e incentivarme en crecer profesional y académicamente.

A mi director de Tesis, el Mtro. Francisco Moreno Abril, quien ha sido pieza fundamental durante este proceso.

A Dios, por ayudarme y guiarme en el camino de mi vida.

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a toda la comunidad de ingenieros civiles y arquitectos del país, con el objeto de compartir una parte del aprendizaje obtenido durante mi desarrollo académico.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	10
1.1 El por qué de la tesis	10
1.2 Antecedentes	10
1.3 Hipótesis y objetivos	11
1.3.1 Hipótesis.....	11
1.3.2 Objetivo general	11
1.3.3 Objetivos particulares	12
1.4 Alcances y limitaciones	12
1.5 Metodología	12
1.6 Resumen de capítulos	13
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	13
2.1 Introducción	13
2.2 Fuentes de Información	14
2.3 Conceptos Básicos	15
2.3.1 Obra de Construcción.....	15
2.3.2 Planeación.....	15
2.3.3 Ciclo de vida de un proyecto.	15
2.3.4 Control de obra.	15
2.3.5 Presupuesto.....	16
2.3.6 Contrato de Obra.	17
2.3.7 Tipos de contratos.....	17
2.3.8 Gastos indirectos de obra.....	19
2.3.9 Insumos.....	19
2.3.10 Sistemas de control de obras.	20
2.4 Factores para la planeación y control de obra	24
CAPÍTULO 3 ENCUESTAS Y RESULTADOS	25
3.1 Introducción	25
3.1.1 Tamaño de la muestra	25
3.1.2 ¿Cómo elaborar un cuestionario?	26
3.2 Método de medición	26
3.2.1 Cuestionario	26
3.2.2 Resultados	33
3.2.3 Observaciones y comentarios.	48
3.3 Metodología de control de obra BIM	48
3.3.1 Procesos para desarrollar el modelo de información del edificio	48
3.3.2 Reducción de errores de diseño utilizando detección de cruces.....	50
3.3.3 Cálculo de cantidades y estimación de costos.....	52
3.3.4 Análisis de construcción y planificación	57

3.3.5	Pasos para implementación del sistema BIM.	58
3.3.6	Diagramas para control en diferentes etapas.	59
3.4	Comentarios.....	61
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		62
4.1	Introducción.....	62
4.2	Análisis de encuesta.....	62
4.2.1	¿A qué área se dedica su empresa?.....	62
4.2.2	El número de empleados de su empresa es de:.....	63
4.2.3	Realiza proyectos de construcción.....	63
4.2.4	¿Qué tipo de construcción realiza su empresa?.....	64
4.2.5	¿Cuál es su opinión sobre los sistemas de control de obra?.....	64
4.2.6	¿Con que frecuencia cumplen con la entrega a tiempo del proyecto?.....	65
4.2.7	¿Cuáles son los factores de rentabilidad que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)?.....	65
4.2.8	¿Cuáles son los indicadores financieros que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)?.....	66
4.2.9	¿Con qué frecuencia cumplen con la utilidad proyectada al inicio del proyecto?.....	67
4.2.10	Actualmente en la empresa que trabaja, ¿Implementan algún sistema de control en sus proyectos?.....	67
4.2.11	¿De qué manera lo aplican?.....	68
4.2.12	Actualmente en la empresa que trabaja, ¿realizan reportes ejecutivos de los proyectos en proceso de construcción?.....	68
4.2.13	¿Cuáles son los reportes que utiliza?.....	69
4.2.14	En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Cuál es el impacto de los reportes ejecutivos en la toma de decisiones del proyecto?.....	69
4.2.15	¿Con qué frecuencia dirección revisa la información del sistema de control?.....	70
4.2.16	Los reportes generados por el sistema de control, ¿Qué impacto tiene sobre la toma de decisiones en el transcurso del proyecto?.....	70
4.2.17	Del siguiente listado, ¿Cuál considera el factor más importante para no llevar un control de obra?.....	71
4.2.18	¿Considera excesivo el tiempo y el dinero invertido en la implantación de un sistema de control de obra, contra el beneficio obtenido?.....	71
4.2.19	¿Qué puesto del proyecto, considera responsable del control de obra? (Índice si nivel de responsabilidad donde 1 es poco responsable y 5 es muy responsable).....	72
4.2.20	¿Está familiarizado con BIM como método de medición para el control de obra?.....	73
4.2.21	En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué tan familiarizado esta con las dimensiones de BIM para el control de obra:.....	74

4.2.22	En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué importancia asignas a cada factor para la correcta implementación de BIM?... 75	75
4.2.23	¿Qué es la herramienta del “Valor Ganado” para el control de proyectos de construcción?..... 76	76
4.2.24	En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Qué importancia asignas a cada característica de la herramienta del “Valor Ganado”? 77	77
4.2.25	Sabiendo que, para la implementación de la herramienta del “Valor Ganado” en un proyecto, solo se requiere el costo y el cronograma para su aplicación, ¿Lo implementarías como control de obra en los proyectos de tu empresa?..... 78	78
4.2.26	¿Qué piensa de que las herramientas de control de obra, ayuda a las empresas constructoras a generar mayor rentabilidad en los proyectos?..... 78	78
4.3	Análisis de objetivos 79	79
4.3.1	Determinar si la industria de la construcción utiliza herramientas de control de obra en sus proyectos. 79	79
4.3.2	Determinar cuáles son las herramientas de control más utilizadas, y la flexibilidad al cambio para optimizar procesos. 79	79
4.3.3	Determinar cuáles son los factores que afectan el control y los proyectos de una forma adecuada..... 79	79
4.3.4	Establecer una metodología a partir de los factores y las herramientas de control, que ayuden a optimizar la rentabilidad de los proyectos y de su economía. 79	79
4.3.5	Determinar si la aplicación adecuada de un control de obra en una empresa constructora, le ayuda a ser más productiva y a maximizar sus utilidades (Objetivo general) 82	82
CAPÍTULO 5	CONCLUSIONES 82	82
5.1	Introducción 82	82
5.2	Análisis de hipótesis 82	82
5.3	Futuras líneas de investigación 83	83
CAPÍTULO 6	BIBLIOGRAFÍA 84	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1, Tabla de residuos basados al Lean Construction.....	23
Tabla 3, Respuestas Pregunta 05.....	34
Tabla 4, Respuestas Pregunta 11.....	35
Tabla 5, Respuestas Pregunta 13.....	36
Tabla 6, Respuestas Pregunta 16.....	37
Tabla 7, Respuestas Pregunta 18.....	38
Tabla 8, Respuestas Pregunta 23.....	39
Tabla 9, Respuestas Pregunta 25.....	40
Tabla 10, Respuestas Pregunta 26.....	41
Tabla 11 Puesto laboral desempeñado de la muestra.....	42
Tabla 12, Respuestas Pregunta 1.....	42
Tabla 13, Respuestas Pregunta 2.....	42
Tabla 14, Respuestas Pregunta 4.....	43
Tabla 15, Respuestas Pregunta 6.....	43
Tabla 16, Respuestas Pregunta 7.....	44
Tabla 17, Respuestas Pregunta 8.....	44
Tabla 18, Respuestas Pregunta 9.....	45
Tabla 19, Respuestas Pregunta 14.....	45
Tabla 20, Respuestas Pregunta 15.....	45
Tabla 21, Respuestas Pregunta 17.....	46
Tabla 22, Respuestas Pregunta 19.....	46
Tabla 23, Respuestas Pregunta 21.....	47
Tabla 24, Respuestas Pregunta 22.....	47
Tabla 25, Respuestas Pregunta 24.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

Gráfico 1, Resumen de Respuesta Pregunta 1.....	62
Gráfico 2, Resumen de Respuesta Pregunta 2.	63
Gráfico 3, Resumen de Respuesta Pregunta 3.	63
Gráfico 4, Resumen de Respuesta Pregunta 4.	64
Gráfico 5, Resumen de Respuesta Pregunta 5.	64
Gráfico 6, Resumen de Respuesta Pregunta 6.	65
Gráfico 7, Resumen de Respuesta Pregunta 7.	65
Gráfico 8, Resumen de Respuesta Pregunta 8.	66
Gráfico 9, Resumen de Respuesta Pregunta 9.	67
Gráfico 10, Resumen de Respuesta Pregunta 10.	67
Gráfico 11, Resumen de Respuesta Pregunta 11.	68
Gráfico 12, Resumen de Respuesta Pregunta 12.	68
Gráfico 13, Resumen de Respuesta Pregunta 13.	69
Gráfico 14, Resumen de Respuesta Pregunta 14.	69
Gráfico 15, Resumen de Respuesta Pregunta 15.	70
Gráfico 16, Resumen de Respuesta Pregunta 16.	70
Gráfico 17, Resumen de Respuesta Pregunta 17.	71
Gráfico 18, Resumen de Respuesta Pregunta 18.	71
Gráfico 19, Resumen de Respuesta Pregunta 19.	72
Gráfico 20, Resumen de Respuesta Pregunta 20.	73
Gráfico 21, Resumen de Respuesta Pregunta 21.	74
Gráfico 22, Resumen de Respuesta Pregunta 22.	75
Gráfico 23, Resumen de Respuesta Pregunta 23.	76
Gráfico 24, Resumen de Respuesta Pregunta 24.	77
Gráfico 25, Resumen de Respuesta Pregunta 25.	78
Gráfico 26, Resumen de Respuesta Pregunta 26.	78

Ilustración 1, Flujo de proceso BIM para un proyecto en el que el contratista crea el modelo de construcción a partir de dibujos en 2D y luego lo utiliza para el cálculo de cantidades, la planificación de la construcción y la detección de conflictos.	59
Ilustración 2, Flujo de proceso para un proyecto, donde el arquitecto y otros diseñadores y subcontratistas utilizan herramientas de modelado 3D (o hacen que un consultor desarrolle un modelo 3D a partir de dibujos 2D) y contribuyen a un modelo 3D compartido.....	60
Ilustración 3, Diagrama conceptual de un proceso de estimación de costos y cálculo de cantidades BIM.	60
Ilustración 4, Diagrama que muestra dos procesos de modelado 4D diferentes.....	61

ÍNDICES DE ECUACIONES

Ecuación 1, Tamaño de muestra finita, fuente (Herrera Castellanos, 2011) 25

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 El porqué de la tesis

Elegí este tema, ya que a lo largo de mi carrera profesional me he dado cuenta que un gran número de empresas mexicanas de la industria de la construcción, no lleva un control adecuado de obra, generando pérdidas económicas que impactan significativamente los precios de venta, desvirtuando los precios de mercado por factores no justificados y disminuyendo las utilidades de la propia empresa.

Este trabajo de investigación, pretende exponer las herramientas de control de proyectos de construcción que actualmente se aplican en México, explicar los beneficios generados por la utilización de los mismos y la propuesta para la implementación de una metodología de control de obra.

El resultado esperado del presente trabajo de investigación es demostrar que la aplicación de herramientas de control en los proyectos de construcción, ayuda a incrementar la rentabilidad de los mismos.

1.2 Antecedentes

El control en las obras de construcción es la principal función del gerente de proyectos, ya que implica evidenciar problemas y errores que se presenten durante el proceso de obra y, a su vez, tomar las medidas necesarias para mitigar desvíos en términos monetarios y de tiempo, apegándose a los procedimientos y planes preestablecidos al inicio del proyecto. De esta manera se logrará cumplir con los objetivos planteados en un principio. Este sistema llevará el seguimiento continuo de los gastos, inversiones e ingresos, de forma que permita saber cómo se maneja la compañía en el proceso. (Vargas Eguinoa & Lategana, 2015).

Es importante mencionar que los alcances sobre el control de obras de construcción son amplios, y no pueden limitarse específicamente a la rectificación de errores. En 1916 Henri Fayol define el control de gestión (Fayol, 1973):

...en una empresa, el control consiste en verificar si todo se realiza conforme al programa adoptado, a las órdenes impartidas y a los principios admitidos. Tiene por finalidad señalar las faltas y los errores, a fin de que se puedan reparar e impedir su repetición. Se aplica a todo, a las cosas, a las personas y a los actos.

En este sentido, el control involucra tres conceptos: medir el desempeño, aplicar medidas correctivas y establecer normas.

Por otro lado, Robert J. Mockler define, de forma más amplia, el control de gestión (Mockler, 1970):

El control de gestión puede definirse como un esfuerzo sistemático por parte de la gestión empresarial, para comparar el rendimiento con estándares predeterminados, planes u objetivos, con el fin de determinar si el rendimiento se ajusta a estas normas y, presumiblemente, con el fin de tomar las medidas correctivas necesarias para ver que los recursos humanos y otros recursos de la empresa están siendo utilizados de la manera más eficaz y eficiente posible en el logro de los objetivos corporativos.

En base a ello, se entiende que el control es un proceso que compara el resultado de una actividad con otra establecida. Es por ello que las funciones de control se convierten en una pieza clave para la gestión de operaciones en todos los niveles de la organización. La frecuencia de interacción entre control y operación, dependerá del giro y objetivos planteados por la organización, así como la velocidad de respuesta para corregir los errores que se presenten y, al final del ejercicio, lograr los objetivos esperados.

1.3 Hipótesis y objetivos

A continuación, se presentan la hipótesis y los objetivos, con los cuales se pretende dar sustento a la investigación y, por ende, dar solución al problema anteriormente planteado.

1.3.1 Hipótesis

Esta investigación presenta la siguiente hipótesis:

“El uso de herramientas de control de obra, ayuda a las empresas constructoras a generar mayor rentabilidad en los proyectos”.

1.3.2 Objetivo general

Determinar si la aplicación adecuada de un control de obra en una empresa constructora, le ayuda a ser más productiva y a maximizar sus utilidades.

1.3.3 Objetivos particulares

A continuación, se presentan los objetivos particulares, con los cuales se dará sustento al objetivo general:

- Determinar si la industria de la construcción utiliza herramientas de control de obra en sus proyectos.
- Determinar cuáles son las herramientas de control más utilizadas, y la flexibilidad al cambio para optimizar procesos.
- Determinar cuáles son los factores que afectan el control y los proyectos de una forma adecuada.
- Establecer una metodología a partir de los factores y las herramientas de control, que ayuden a optimizar la rentabilidad de los proyectos y de su economía.

1.4 Alcances y limitaciones

Esta investigación será fundamentada con dos vertientes, en la primera, se entablará una encuesta para poder determinar el nivel, uso y factor que determinan el control de obras, haciendo un levantamiento a los agremiados de la cámara mexicana de la industria de la construcción (CMIC) delegación Jalisco.

Como segunda vertiente, se realizará una metodología de control, con la cual se tratará de optimizar tiempos y presupuestos.

1.5 Metodología

A continuación, se presentan los pasos a seguir, que se desarrollarán en esta investigación:

- Se desarrollará un marco teórico, con el cual se incluirán los conceptos básicos del desarrollo de planeación y control de obra, dichos conceptos serán utilizados durante el transcurso de la investigación.
- Se realizará una encuesta, del nivel de conocimiento y uso de herramienta de control a la industria constructora de Jalisco, misma que aplicará a los agremiados de la CMIC.
- Se desarrollará una metodología acorde a las necesidades de los tipos de proyecto, que ayuden a maximizar el avance de obra y los costos.
- Se realizará un análisis de los resultados de las encuestas enfocado a demostrar la veracidad de la hipótesis.
- Se analizarán los objetivos particulares y generales con los resultados obtenidos, viendo su cumplimiento y los factores de incidencia.
- Se determinará si la hipótesis es afirmativa o negativa, a partir de un análisis detallado de los objetivos y la hipótesis propuesta.

1.6 Resumen de capítulos

- El capítulo uno, menciona los antecedentes sobre control en general, también se plantea la hipótesis de la investigación, sus objetivos generales y particulares, los alcances y la metodología empleada.
- En el capítulo dos, se definirán conceptos esenciales y básicos para la comprensión del tema, para posteriormente abordar los métodos existentes de control que emplean las empresas mexicanas de la industria de la construcción.
- El capítulo tres y cuatro, contiene las encuestas realizadas a personas relacionadas al ramo de la construcción, la exposición de los resultados producto de dichas encuestas y su análisis.
- Por último, se darán las conclusiones basadas a los resultados obtenidos de la investigación.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El control de proyectos de construcción se basa en la elaboración de un programa de operación y administración financiera para un periodo definido, en el cual, las operaciones anteriores y suposiciones de la condición actual, son las herramientas empleadas para prever el futuro. Otra manera de describir el control de obras, es la elaboración un sistema para identificar errores, desviaciones económicas, causas y soluciones de las mismas. El control analiza las actividades realizadas, para certificar que el trabajo elaborado esté de acuerdo a lo que fue planeado y, en cualquier circunstancia, se actúe con las herramientas y medidas necesarias.

Los sistemas de control requieren ciertas cualidades para lograr ser eficientes (Arellano Zauco, 2015):

- Exacto, el hecho de que no exista precisión en los sistemas de control, genera fallas y a su vez una mala toma de decisiones.
- Oportuno, los sistemas de control deben suministrar información favorable para un fin determinado en tiempo y forma.
- Flexible, es necesaria esta cualidad en los sistemas de control, para aprovechar oportunidades, afrontar problemas y situaciones adversas e imprevistas.
- Legible, el sistema de control debe ser sencillo de entender, de lo contrario, será ignorado o no tendrá el impacto buscado en los lectores.

- Acciones correctivas, los problemas y fallas encontrados dentro del sistema de control deben señalarse y, a su vez, especificar la solución adecuada para cada uno de ellos.

El control en la rama de la construcción es muy amplio, ya que abarca todo lo referente a materiales, maquinaria, equipo, herramienta y mano de obra, la bitácora de obra ayuda en el control y observaciones durante el proceso de obra.

El control de un proyecto de construcción se realiza en dos vistas diferentes, oficina de campo y oficina central que, durante el proceso de obra, se convierten en una misma, por la interacción e intercambio de información.

Los reportes generados deberán de ser verídicos, representativos, hacerse en tiempo y forma, sencillos de interpretar, contener gráficos y tablas para mayor comprensión, ser constantes, con el objeto de crear una base de datos para la obtención de indicadores económicos y de tiempo.

Es de suma importancia ejecutar el cierre de obra, el cual consiste en el compendio de documentos tales como el presupuesto final de obra, contratos celebrados del proyecto, planos *As-Built*, programa de obra real, fichas técnicas, fotografías del proceso, resumen de los cambios hechos en base al proyecto original, garantías, fianzas y seguros contratados. Además de esto, es recomendable convocar una última reunión, con el objeto de reconocer y felicitar a todos los constructores que formaron parte del proyecto, aparte, dar por terminado todos aquellos compromisos con contratistas y proveedores, con el propósito de trabajar con ellos mismos en futuros proyectos.

2.2 Fuentes de Información.

Las fuentes de información a las cuales se basa la tesis son, libros de fuente primaria como *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling*, *Costo y Tiempo en Edificación* de Suarez Salazar, *PMI (Project Management Institute)*, artículos y estudios referentes al control de obra, expedidos por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) y, por último, motores de búsqueda digital como la CONRICYT y Google Académico.

2.3 Conceptos Básicos

2.3.1 Obra de Construcción.

Cualquier obra pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil, siempre que las mismas estén referidas a trabajos intrínsecamente asociados a actividades de construcción (edificación e ingeniería civil) y se ejecuten con tecnologías propias de este tipo de industrias. (Villalba, 2018)

2.3.2 Planeación.

La planificación de una obra de construcción es el conjunto de actividades tendentes a simular la realización de un trabajo, ordenándolo de la manera más económica posible y previendo todas las acciones para la ejecución del mismo. El contenido de una planificación (Ingcivil42, 2015):

- Programa detallado del proceso de ejecución elegido.
- Necesidades de recursos físicos situados en el tiempo y en el espacio.
- Valoración del costo del proceso constructivo elegido.
- Plan de calidad.
- Plan de seguridad.

2.3.3 Ciclo de vida de un proyecto.

El ciclo de vida de un proyecto de edificación podría definirse como el período de tiempo transcurrido desde la primera idea de proyecto hasta la terminación total de la construcción.

La administración de un proyecto de construcción, comúnmente, se divide en varias etapas, las cuales comprenden su ciclo de vida. Entre ellas se describen 5 etapas esenciales: inicio, programación, ejecución, control y término. (Callejón, 2013)

Durante estas fases, se muestran diferentes actividades esenciales del proyecto. Es importante delimitar las áreas del proyecto en grupos y especialidades, a fin de gestionar cada una de ellas de la manera más eficiente.

2.3.4 Control de obra.

El control de obra coordina los recursos que forman parte de la construcción del proyecto, mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, equipo y financieros, conjugados en un programa de obra para el monitoreo continuo del tiempo y costo,

esto, con el afán de alcanzar los objetivos planteados al inicio del proyecto. (Administración II_Equipo 9, 2012)

Es indispensable poner atención para que todas las actividades, personas y subcontratistas interactúen de una forma adecuada, ya que solo de esta manera se obtendrán los resultados esperados, por ello, los proyectos requieren de una planeación bajo la guía de una buena gerencia, que debe emplearse a lo largo de toda la construcción del proyecto, es decir, a partir del estudio de viabilidades, hasta la entrega del proyecto al cliente.

2.3.5 Presupuesto.

El presupuesto se define como la representación escrita del importe de la obra, es decir, en ella se desglosan las partidas y los conceptos que se ejecutarán durante el proyecto, las cuales exponen su cantidad y precio unitario para la obtención del costo total de la obra. (Redacción Milformatos, 2018)

2.3.5.1 *Elementos de un presupuesto de obra.*

Cuando se realiza un presupuesto de obra, se debe tener en cuenta que las partidas descritas cuenten con un orden cronológico de sus actividades, las cuales deberán considerar, en su análisis de precio, los siguientes puntos (Redacción Milformatos, 2018):

- Mano de obra, es el costo del personal técnico calificado para desempeñar dicha actividad.
- Materiales, todos aquellos que se requieran para la realización de la actividad.
- Unidad de volumen, se refiere al análisis cuantitativo de la actividad, los generadores de obra se utilizan como apoyo para la obtención de dichos volúmenes, la unidad de medida varía según el concepto.

2.3.5.2 *¿Cómo hacer un presupuesto de obra?*

La forma adecuada para llegar al costo total del proyecto, es mediante la elaboración de un catálogo de obra, el cual deberá estar dividido por partidas, de acuerdo al proceso constructivo, y en cada una de ellas exponer los conceptos detallados de las actividades a realizar, cada concepto debe tener las siguientes características:

- Descripción clara y detallada del concepto a realizar.
- Unidad de medida con la cual se cuantificará dicho concepto.
- Cantidad numérica del concepto de acuerdo a su unidad de medida.
- Precio unitario del concepto en base a la unidad de medida.
- Importe resultante del producto de la cantidad numérica del concepto por el precio unitario del mismo.

La cantidad de conceptos necesarios para la elaboración del catálogo, se determina en función del proyecto y la magnitud del mismo, entre más desglosado y explícito sea, su ejecución y control facilitarán las tareas para el personal de campo durante el proceso constructivo.

2.3.6 Contrato de Obra.

El contrato de obra se define como la obligación que contrae un constructor para la ejecución de un proyecto determinado y, a cambio, el cliente pagará la correspondiente retribución. Generalmente el acuerdo se realiza por escrito, estipulando derechos y obligaciones para ambas partes. (Fundación Laboral de la Construcción, 2020)

En los contratos se exhiben los representantes legales de ambas partes, se describe el tipo de contrato, se acuerda el anticipo, se mencionan las fianzas solicitadas por el cliente al constructor, se determina la forma de pago, así como las retenciones correspondientes por dichos trabajos ejecutados, se determina el tiempo de ejecución del proyecto, se marcan las penalizaciones por incumplimiento y se marcan los reglamentos a los cuales se apegará el proyecto, entre otras cosas.

2.3.7 Tipos de contratos.

2.3.7.1 Precios unitarios

Para el contrato de precios unitarios se define de cada concepto la unidad de medida y el precio unitario por determinada unidad, y se cobra únicamente lo ejecutado, de esta manera no se asegura el importe del contrato. El constructor realizará los cálculos de costo para cada concepto y evaluará el importe total de la obra, con el objeto de prorratear proporcionalmente los gastos indirectos de oficina central, oficina de campo, financiamiento, utilidad, fianzas, seguros, etc. Es común observar este tipo

de contrato cuando no es posible calcular los volúmenes de obra, es por ello que el constructor debe garantizar el precio unitario de cada concepto, ya que no es posible prever los volúmenes de obra a ejecutar, ni el importe total de los conceptos que se realicen (Cueva del Ingeniero Civil, 2010).

2.3.7.2 Precio alzado

El contrato por Precio Alzado, como su palabra lo indica, se acuerda un costo total final incluyendo impuestos, donde se valorizan todas las partidas entregadas en el presupuesto, se totalizan, incluyendo las omitidas por error u omisión, llegando a un solo valor por el total de la obra ligado a un plazo total de entrega, todo esto en común acuerdo entre las partes. (chile.cubica, 2009)

2.3.7.3 Máximos garantizados

En el contrato Precio Máximo Garantizado el constructor asume el riesgo sobre el importe final del proyecto, garantizando al cliente que el precio establecido originalmente no podrá ser rebasado. Cuando la obra termina y se tiene el importe total del proyecto, el constructor asumirá el costo adicional sobre el estipulado como precio máximo garantizado, en caso de cerrar el proyecto con un costo inferior al Precio Máximo Garantizado, el ahorro será compartido entre el cliente y el constructor. (inmoley, 2016)

2.3.7.4 Administración

El contrato por Administración de Obra, se basa en la acumulación de gastos por periodo de tiempo, al cual se le aplica el porcentaje de gastos indirectos y utilidad del constructor, dicho porcentaje es pactado previo a la construcción del proyecto. El periodo de tiempo puede ser semanal, quincenal, mensual, bimestral, etc. Los gastos se clasifican en materiales, mano de obra, equipo y subcontratos, los cuales son revisados y validados por el cliente. (Arqhys Construcción, 2020)

Este tipo de contrato puede parecer ventajoso para el constructor, debido a que no existe un tope económico para el proyecto, ya que mientras siga en construcción el constructor continuará cobrando su porcentaje de gastos indirectos y utilidad. Es por

ello que el cliente debe de llevar una minuciosa administración y control del proyecto, basado al presupuesto paramétrico y programa de actividades entregados por el constructor al inicio de la construcción.

2.3.8 Gastos indirectos de obra.

Los gastos en un proyecto de construcción se dividen en dos partes, los directos e indirectos. Los gastos directos son los materiales, la mano de obra, el equipo y la herramienta que se utilizan para la construcción del proyecto. Los gastos indirectos de obra, se refiere a los costos para la construcción de los trabajos, es decir, el personal técnico que estará a cargo de la ejecución, supervisión y control del proyecto. Los costos indirectos se representan mediante un porcentaje aplicado al costo directo de la obra, dicho porcentaje es calculado en base a los siguiente:

- Gastos Oficina Central.
- Gastos Oficina en Campo.
- Financiamiento.
- Utilidad del Constructor.
- Fianzas y Seguros.

2.3.9 Insumos.

Se refiere a los elementos disponibles que se requieren para la ejecución de actividades, estos se clasifican en materiales, mano de obra, maquinaria, herramienta, equipo y subcontratos. (LOPSRM, 2010)

Algunos autores lo describen como concepto económico que nombra a un bien para emplear la producción de más bienes, por lo que puede emplearse como materia prima o factor de producción.

Los insumos pierden sus propiedades al transformarse en el producto final, ya que se emplea en un proceso que tiene como objeto la elaboración de un bien con mayor complejidad o simplemente diferente.

2.3.9.1 *Material*

Los materiales en la construcción, son todos los elementos que pueden ser transformados al agruparse con otros para lograr un fin. Todos los materiales tienen

una unidad de medida determinada, también, los materiales poseen características, especificaciones y calidades, las cuales se consideran según la norma actual correspondiente para cada determinado trabajo. (LOPSRM, 2010)

2.3.9.2 Mano de obra

La mano de obra es el esfuerzo físico y mental de una persona para la realización de un trabajo en específico, por lo que se clasifica según la especialidad y capacidad de dicha persona para la ejecución del trabajo. Los rendimientos del personal de obra, deben de estar dentro de los márgenes razonables y aceptables, de acuerdo a los procedimientos constructivos establecidos en el proyecto. (LOPSRM, 2010)

2.3.9.3 Maquinaria, Equipo y Herramienta

Mediante estos instrumentos se permite la realización de trabajos específicos o, a su vez, facilitan e incrementan la productividad. Es sumamente importante emplear la herramienta, maquinaria y/o equipo adecuado para la ejecución de los trabajos, de lo contrario, la ayuda de dicho instrumento se convertirá en algo perjudicial. Al igual que en la mano de obra, los rendimientos deben estar dentro de los márgenes determinados por los manuales de los fabricantes respectivos. (LOPSRM, 2010)

2.3.9.4 Subcontratos

El subcontrato, en la construcción, se refiere al convenio mediante el cual el constructor contrata a un tercero para la realización de ciertos componentes del edificio, el cual es contratado, generalmente, con las mismas condiciones que el constructor. (Botero R., 1997)

2.3.10 Sistemas de control de obras.

2.3.10.1 ERP (Enterprise Resource Planning)

Los sistemas ERP se emplean en las empresas constructoras para mejorar resultados, ser más rápidos al momento de tomar una decisión y flexibles dentro de

sus procesos al momento de presentarse una variable en el proceso de construcción del proyecto. Los parámetros establecidos en estos sistemas definen la base de su funcionamiento, por lo que la calidad de dicho sistema va ligada a su parametrización. (Pages, De Marcos, Martínez, & Gutiérrez, 2007)

La calidad de dicho sistema en uso, no es un hecho exacto, ya que durante el proceso de construcción del proyecto las fluctuaciones con el tiempo y los cambios en torno al proyecto, generan variaciones a los parámetros estipulados inicialmente, por lo que el constructor deberá tener la capacidad y sensibilidad de incorporar las variantes al sistema, para no desvirtuar los resultados. Esta flexibilidad se define como la aptitud de una constructora a combinar en el tiempo, en el espacio las variantes y redefinir sus parámetros para lograr mantener el nivel frente a los cambios del proyecto. De esta manera, es necesario mantener de forma permanente el monitoreo de cambios como parte de una mejora continua, y lograr los resultados esperados. (Pages, De Marcos, Martínez, & Gutiérrez, 2007)

2.3.10.2 Control de Obra PMBOK

El control de obra mediante el PMBOK establece un criterio de prácticas afines a la gestión, administración y dirección de construcciones, mediante la implementación de técnicas y herramientas resumidas en 5 procesos generales. (EAE Business School, 2020)

1. Inicio: Tiene como finalidad definir un nuevo proyecto o una nueva fase de ejecución del mismo, a su vez, obtener la autorización necesaria para llevarlo a cabo.
2. Planificación: Se crean y establecen objetivos, al mismo tiempo que se diseñan las estrategias más adecuadas para lograr su obtención.
3. Ejecución: Se valida el correcto funcionamiento, acorde a las estrategias establecidas para el desarrollo de las actividades del proyecto, para concretar los fines establecidos.
4. Control y monitorización: Se supervisa y evalúa el desempeño del proyecto.
5. Cierre: La culminación del proyecto en su totalidad o alguna fase del mismo, refiriendo la satisfacción y el grado de aceptación con el resultado obtenido.

2.3.10.3 Control de obra BIM

Building Information Modeling traducido al español, Modelo de Información en la Edificación, se basa en modelar de forma virtual el proyecto, incorporando la información para facilitar el diseño, construcción y operación. (Saldias Silva, 2020)

Existe una confusión de los modelos BIM con los modelos 3D, los cuales sólo incorporan la geometría del proyecto. En los modelos BIM, se incorpora información del proyecto no gráfica, la cual es guardada en la base de datos del modelo; esta información se refiere a características propias del proceso de obra, es decir, especificación de materiales, precios unitarios, programación de trabajos y mantenimiento del proyecto posterior a su construcción.

En los modelos BIM resulta muy sencillo detectar inconsistencias propias de la construcción del proyecto, ya que conjuga el modelo arquitectónico, estructural e instalaciones y, de manera automática, elabora reportes, identificando los cruces entre estos tres, los cuales son de mucha ayuda para evitar correcciones durante el proceso de obra, ahorrando tiempo y dinero.

2.3.10.4 Valor ganado

Este método mide el desempeño en la construcción de un proyecto, basándose en la comparación de cantidades de trabajo planificado, con cantidades de trabajo realizado. De esta forma se determina si el proyecto se encuentra dentro de lo previsto en cuanto a tiempo y presupuesto. El método del valor ganado cubre las líneas de alcance, costo y tiempo, unificándolas en un gráfico que representa matemáticamente las relaciones entre ellas. (Rojas Robles, 2016)

La retroalimentación del personal a cargo durante el proceso de obra, es crítica para el éxito del método. El control oportuno de las variaciones presentadas durante el proceso de construcción entre lo planificado y ejecutado, permiten al constructor identificar anticipadamente los problemas y realizar los ajustes necesarios para mantener el proyecto dentro del tiempo y presupuesto estipulados al inicio del proyecto.

2.3.10.5 Lean Construction

Este método se orienta hacia la administración de la producción en los proyectos de construcción y tiene como objetivo principal reducir o eliminar actividades que no agreguen valor al proyecto y optimizar aquellas actividades que sí lo hacen, es por ello que se enfoca en crear herramientas aplicadas a los procesos de ejecución y un sistema de producción que minimice las mermas. Entendiéndose por mermas todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva.

Este método clasifica las mermas en siete categorías (Lean Construction Enterprise, 2014):

Tabla 1, Tabla de residuos basados al Lean Construction.

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

Estas categorías no son tomadas en cuenta en la gestión tradicional (tabla 1), ya que el concepto de producción actual es equívoco al considerarla como un proceso de solo transformación, en el cual ingresan materiales y se convierten en unidades productivas, haciendo a un lado la optimización de flujos, en los cuales dichos materiales siguen un proceso para la obtención del producto.

El objeto principal de este método se resume en desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras, abarcando todo el ciclo de vida del proyecto desde el inicio hasta la culminación, proponiendo técnicas para maximizar el valor para el cliente y minimizar pérdidas en la producción. Para implementar este método, es necesario tener presente la mejora continua de la producción, por lo cual propone once principios (Lean Construction Enterprise, 2014):

1. Minimizar o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto.
2. Incrementar el valor del proyecto.
3. Minimizar la variabilidad del proyecto.
4. Reducir los tiempos del proyecto.
5. Simplificar los procesos constructivos del proyecto.
6. Incrementar la flexibilidad en la producción.
7. Transparencia en los procesos de obra.
8. Enfoque del control total al proyecto.
9. Mejora continua en los procesos de obra.
10. Balance entre mejora de flujo y mejora de conversión.
11. Referenciación.

2.4 Factores para la planeación y control de obra.

Los sistemas ERP de planificación de recursos empresariales ofrecen muchos beneficios a la industria de la ingeniería y construcción. En muchas construcciones las empresas reconocen los beneficios de la implementación del sistema ERP; sin embargo, todavía dudan en adoptar estos sistemas debido al alto costo, incertidumbres y riesgos. Este estudio identifica y analiza los factores críticos que deben tenerse en cuenta para garantizar el éxito del sistema ERP. (Chung, Skibniewski, Lucas Jr., & kwak, 2008)

Las empresas constructoras se enfrentan a numerosos desafíos de gestión, cronogramas, presupuestos, seguridad y calidad del proyecto, para cumplir con los requisitos proporcionados por el propietario, arquitecto e ingeniero. La utilización adecuada de los recursos internos y externos es esencial si las empresas constructoras deben tomar las mejores decisiones comerciales, maximizar los objetivos comerciales y sobrevivir en el entorno competitivo. En la actualidad, varias empresas de construcción importantes se embarcaron en la implementación de sistemas ERP de planificación de recursos, una solución integrada de tecnología de la información de TI, para integrar mejor varias funciones comerciales y recursos, en particular los relacionados con los procedimientos y prácticas contables de proyectos.

Los sistemas de planificación de recursos empresariales, se encuentran entre la información empresarial más importante de tecnologías que surgieron durante la

última década, el concepto básico de ERP se centra en la estandarización y sincronización de la información y, como resultado, en una mayor eficiencia. Los beneficios de los sistemas ERP incluyen la coordinación de procesos e información, la reducción de los costos de transporte, la disminución del tiempo de ciclo y la mejora de la capacidad de respuesta a las necesidades del cliente. (Chung, Skibniewski, Lucas Jr., & kwak, 2008)

CAPÍTULO 3 ENCUESTAS Y RESULTADOS

3.1 Introducción.

En este capítulo se determinará el tamaño de la muestra, incluyendo, a su vez, el cuestionario que será aplicado a los agremiados de la CMIC delegación Jalisco, y presentando los resultados obtenidos, agrupándolos por tipo, posteriormente se integrará la metodología propuesta para el control de las obras y su posible implementación.

3.1.1 Tamaño de la muestra

Para el cálculo de tamaño de muestra, cuando el universo es finito -es decir contable- y la variable de tipo categórica, primero debe conocer "N", o sea, el número total de casos esperados o que ha habido en años anteriores.

Si la población es finita, es decir, conocemos el total de la población y deseásemos saber cuántos del total tendremos que estudiar, la fórmula sería:

Ecuación 1, Tamaño de muestra finita, fuente (Herrera Castellanos, 2011)

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- N = Total de la población CMIC (567 agremiados)
- Z_{α} = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)
- d = precisión (en su investigación use un 14%)

Por lo tanto:

$$n = \frac{567 * 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{0.14^2 * (567 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 45.18 \approx 46$$

3.1.2 ¿Cómo elaborar un cuestionario?

El cuestionario es un instrumento o herramienta para recoger datos, con la finalidad de utilizarlos en una investigación. El primer paso es tener claro el tipo de investigación a realizar, para determinar si resultara útil aplicar un cuestionario. (Fernández Núñez, 2007).

Las fases para la elaboración de un cuestionario son (Fernández Núñez, 2007):

1. Tener clara la información que se requiere.
2. Escribir las preguntas y definir el tipo de preguntas, ya sean abiertas o cerradas. El uso de cada una de ellas dependerá del tipo de investigación que se esté llevando a cabo.
3. Redactar una introducción y las instrucciones del cuestionario.
4. Diseñar el formato del cuestionario en cuanto a presentación, longitud, orden y formato de las preguntas, formato de las respuestas, tipo de aplicación y a la pre-codificación del mismo.

3.2 Método de medición

3.2.1 Cuestionario

La herramienta de medición para esta investigación es la aplicación de un cuestionario. El nombre del cuestionario lleva el mismo nombre de la tesis, "APLICACIÓN DE CONTROL DE OBRA EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS, PARA OPTIMIZAR PROCESOS".

Este cuestionario es con fines académicos, y no tiene ningún objetivo de lucro, su finalidad es poder obtener un levantamiento muestral, para el estudio de la tesis

“APLICACIÓN DE CONTROL DE OBRA EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS, PARA OPTIMIZAR PROCESOS”, para obtener el grado de Maestro en Administración de la Construcción, agradezco su amable apoyo.

La encuesta se aplica mediante un cuestionario vía web, de manera individual. El tipo de preguntas del cuestionario se divide en binomiales, abiertas y de opción múltiple.

- Nombre de la persona encuestada.
 - Puesto actual desempeñado
 - Giro de construcción de la empresa
1. ¿A qué área se dedica su empresa?
 - a. Proyectos.
 - b. Tramitología.
 - c. Vivienda.
 - d. Comercial.
 - e. Industrial.
 - f. Urbanización.
 - g. Carretero.
 - h. Otro_____.
 2. El número de empleados de su empresa es de:
 - a. 0-10 (micro)
 - b. 10-50 (pequeña)
 - c. 50-250 (mediana)
 - d. 250- Mayor (grande)
 3. Realiza proyectos de construcción
 - a. Sí.
 - b. No.
 4. ¿Qué tipo de construcción realiza su empresa?
 - a. Vivienda de interés social.
 - b. Vivienda de interés medio.
 - c. Vivienda de interés alto.
 - d. Comercial.
 - e. Institucional.
 - f. Hotelería.
 - g. Infraestructura.

- h. Urbanizaciones.
- i. Caminos y Puentes.
- j. Instalaciones.
- k. Otra_____.

5. ¿Cuál es su opinión sobre los sistemas de control de obra?

R.

6. ¿Con que frecuencia cumplen con la entrega a tiempo del proyecto?

- a. 100%
- b. 75%
- c. 50%
- d. 25%
- e. 0%

7. ¿Cuáles son los factores de rentabilidad que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)?

1 2 3 4 5

- a. Tasa de rendimiento
- b. Valor actual neto
- c. Tasa interna de rendimiento
- d. Proyectos mutuamente excluyentes
- e. Costo anual total
- f. Comparación VAN y TIR

8. ¿Cuáles son los indicadores financieros que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)?

1 2 3 4 5

- a. Capital de trabajo neto
- b. Prueba del ácido
- c. Liquidez
- d. Rotación de inventarios
- e. Días inventario
- f. Rotación de cuentas por cobrar

- g. Días cartera
- h. Rotación de cuentas por pagar
- i. Días proveedores
- j. Ciclo operativo
- k. Ciclo efectivo
- l. Rotación de activos
- m. Rotación de activos fijos
- n. Razón de deuda
- o. Pasivo a Capital
- p. Cobertura de intereses
- q. Margen Bruto
- r. Margen Operativo
- s. Margen Neto
- t. Retorno sobre capital contable (ROE)
- u. Retorno sobre activos (ROA)

9. ¿Con que frecuencia cumplen con la utilidad proyectada al inicio del proyecto?

- a. 100%
- b. 75%
- c. 50%
- d. 25%
- e. 0%

10. Actualmente en la empresa que trabaja, ¿Implementan algún sistema de control en sus proyectos?

- a. Sí.
- b. No.

11. ¿De qué manera lo aplican?

R.

12. Actualmente en la empresa que trabaja, ¿realizan reportes ejecutivos de los proyectos en proceso de construcción?

- a. Sí.
- b. No.

13. ¿Cuáles son los reportes que utiliza?

R.

14. En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Cuál es el impacto de los reportes ejecutivos en la toma de decisiones del proyecto?

1 2 3 4 5

- a. Control de Tiempo
- b. Control de Dinero
- c. Proyección de obra
- d. Niveles de sobre costo y retraso
- e. Control total
- f. Planeación

15. ¿Con qué frecuencia dirección revisa la información del sistema de control?

- a. Semanal.
- b. Quincenal.
- c. Mensual.
- d. Bimestral.
- e. Trimestral.
- f. Semestral.
- g. Anual.
- h. No lo revisan.

16. Los reportes generados por el sistema de control, ¿Qué impacto tiene sobre la toma de decisiones en el transcurso del proyecto?

R.

17. Del siguiente listado, ¿Cuál considera el factor más importante para no llevar un control de obra?

- a. Costoso.
- b. Complicado aplicar.
- c. Improductivo.
- d. Ignorancia.
- e. Falta de tiempo.
- f. Otros.

18. ¿Considera excesivo el tiempo y el dinero invertido en la implantación de un sistema de control de obra, contra el beneficio obtenido?

R.

19. ¿Qué puesto del proyecto, considera responsable del control de obra? (Índice si nivel de responsabilidad donde 1 es poco responsable y 5 es muy responsable)

1 2 3 4 5

- a. Residencia de Obra
- b. Superintendencia
- c. Presupuestos
- d. Compras
- e. Almacenes
- f. Calidad
- g. Dirección
- h. Administrativos
- i. Planeación

20. ¿Está familiarizado con BIM como método de medición para el control de obra?

- a. Sí.
- b. No.

21. En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué tan familiarizado esta con las dimisiones de BIM para el control de obra:

1 2 3 4 5

- a. 3D (Diseño)
- b. 4D (Planeación)
- c. 5D (Costo)
- d. 6D (Sustentabilidad)
- e. 7D (Operación)
- f. 8D (Seguridad)

22. En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué importancia asignas a cada factor para la correcta implementación de BIM?

1 2 3 4 5

- a. Existencia de una guía con toda la información necesaria sobre la implementación BIM

- b. Existencia de un enfoque de colaboración entre los distintos participantes de la empresa que utilizaran BIM para el control de proyectos
- c. Apoyo a la implementación tanto de los cargos gerenciales como de los cargos operacionales
- d. Claridad de cómo se realizará el intercambio de información luego de implementar BIM
- e. Capacidad de la empresa para modificar los procesos de trabajo existentes hoy en día, para que se adecuen a la metodología BIM
- f. Capacitación de los equipos de trabajo en base a los conceptos BIM
- g. Claridad de las responsabilidades y roles de cada uno de los actores
- h. Existencia de un área técnica que entregue las herramientas para apoyar la implementación
- i. Existencia de un equipo estratégico que guie la implementación
- j. Comunicación de los cambios que se desean realizar para el conocimiento de todos los involucrados
- k. Existencia de objetivos claros para la implementación
- l. Existencia de un programa detallado con las actividades y pasos individuales con las que se llevará a cabo la implementación

23. ¿Qué es la herramienta del “Valor Ganado” para el control de proyectos de construcción?

R.

24. En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Qué importancia asignas a cada característica de la herramienta del “Valor Ganado”?

1 2 3 4 5

- a. Control de Tiempo
- b. Control de Dinero
- c. Proyección de obra.
- d. Tamaño de mano de obra.
- e. Niveles de sobre costo y retraso.
- f. Control total
- g. Planeación
- h. Toma de decisiones

25. Sabiendo que, para la implementación de la herramienta del “Valor Ganado” en un proyecto, solo se requiere el costo y el cronograma para su aplicación, ¿Lo implementarías como control de obra en los proyectos de tu empresa?

R.

26. ¿Qué piensa de que las herramientas de control de obra, ayuda a las empresas constructoras a generar mayor rentabilidad en los proyectos?

R.

3.2.2 Resultados

En el próximo subcapítulo se presentan los resultados obtenidos por medio de la encuesta realizada de manera correcta, cumpliendo con los encuestados requeridos, según la fórmula de la muestra finita, se concentra la información obtenida para iniciar la interpretación de los datos.

De igual manera se presentan los resultados del caso de estudio trabajado y analizado directamente desde el control de obra en oficina y el control de obra en el sitio de la construcción. Pregunta de tipo:

3.2.2.1 *Binomiales.*

3.2.2.2 *Abiertas*

(Tablas 3 a la 10)

5.- ¿Cuál es su opinión sobre los sistemas de control de obra?

Tabla 2, Respuestas Pregunta 05.

Son necesarios	Indispensables
Ayudan a eliminar los errores y tiempos muertos	Necesarios
Existen muchas opciones, pero lamentablemente se aplica a un bajo nivel.	Buenos
Es un apoyo para lograr los objetivos del proyecto	Muy bueno y preciso
Actualmente la empresa que no lleva un control de sus proyectos creo no sabe los recursos que está perdiendo a lo largo de todo el proyecto, es muy importante llevar el control pues Todo podría cambiar en un abrir y cerrar de ojos.	Buenos y necesarios
Buenos	Falta establecer un proceso unificado entre empresas que nos de la facilidad de no empezar con nuevos procesos por cada inicio de obra.
Fundamentales para poder asegurar la rentabilidad de la empresa	Necesarios
Son necesarios para analizar el proceso de la obra, así como garantizar la entrega en tiempo y forma	Necesarios
Son ineficientes en la mayoría de los casos	Son una herramienta para lograr los objetivos proyectados al inicio de la obra.
Son esenciales y básicos para el éxito del proyecto	En mi experiencia en campo, en ocasiones resultan ser algo mediocres, falta más supervisión y atención por parte de contratistas.
Si se refiere a los ERP o aplicaciones software para soporte del control, buenos, ayudan a administrar y controlar los recursos planeados en la ejecución del proyecto, teniendo retroactivo al cierre	Es una serie de procesos y métodos que son necesarios para llevar a cabo la ejecución de un proyecto en tiempo y forma.
Sirven para optimizar el costo y el tiempo	No utilizo
Sumamente importantes para el desarrollo económico	Indispensables
Existen softwares muy buenos que ayudan muchísimo en la administración de obra	Es importante para lograr una mayor organización, avance y control de recursos para su correcto aprovechamiento.
Desconozco los existentes en el mercado, los controles que llevamos los hemos desarrollado Nosotros mismos	Me parece bien que tenga un equipo en obra para filtrar toda la información a oficina conociendo las necesidades al momento
Es una herramienta muy importante para llevar una buena administración de la obra	Son muy buenos para optimizar recursos
Son una buena herramienta para conocer el estatus de los recursos y el tiempo planeado de la construcción	Indispensables
Falta para empresas pequeñas	Son buenos para llevar una mejor organización en todos los aspectos
Se vuelven poco usados por darle más prioridad al avance físico.	Privados y seguros
Son muy importantes para no consumir utilidad o incluso evitar poner dinero	Son los adecuados
Es un proceso que se debe de considerar en cualquier proyecto para poder tener un mejor resultado	Son necesarios para la administración.
Deficientes	Son necesarios para la sana administración y proceso constructivo
Positiva	

12. ¿De qué manera lo aplican?

Tabla 3, Respuestas Pregunta 11.

No	Sistema ERP
Con un ERP	Individual por proyecto
Se tiene personal específico para ello y se utiliza Excel	Sobre los avances de obra
Por medio de un software llamado VS Control	Por cada proyecto
En base al presupuesto y explosión de ítems por cada una de los niveles y conforme al avance obra físico	En Excel
Empírico	En base a las estimaciones presentadas
Controlando costo, tiempo, calidad, riesgos etc. Mediante la metodología de <i>Pmbok</i>	En Excel
Se va siguiendo la gráfica de Gantt que se realizó al inicio del proyecto para la distribución de tareas semanales del equipo de obra	Es una plataforma interna, pero se empieza a aplicar
Erp	Global
Sin un presupuesto de control que se optimiza al máximo, para darle seguimiento con un RP, relacionado con administración para llevar el control puntual de ingresos y egresos.	En Excel
Aterrizan el sistema BIM con el control de obra por medio del ERP, VS Control para hacer el 5d de la metodología, se lleva control y contabilidad de los recursos, pero no del todo, la mano de obra y los almacenes son ignorados	Contabilizamos lo erogado y lo comparamos contra el avance de obra y programa de obra
En contratistas, revisión semanal del calendario de flujo económico y avance	Mediante ERP y con Reportes quincenales sobre el status de avances físicos y financieros.
Aún no	Mediante recursos innovadores tecnológicos como VS control y BIM
Se utiliza para control de insumos, requisiciones, inventario, nóminas y destajo etc.	Utilización de VS Control
Solo aplicamos actualización y medición de avance físico contra financiero	Residencia de control de obra
Lo aplicamos con acumulados que arrojan los totales de gastos internos en la obra	Programas de última generación y actualizaciones a los sistemas, programa que se utiliza VSC
Excel	Por medio de un sistema computarizado o RP (VS Control)
No hay un sistema definido, todo es por experiencia y en base al presupuesto, avance de obra y estimaciones	Administración Básica a través de facturación y resumen de ingreso vs egreso
Project y Excel	Administración Básica a través de facturación y resumen de ingreso vs egreso

13. ¿Cuáles son los reportes que utiliza y cada cuanto se presentan?

Tabla 4, Respuestas Pregunta 13

No	Estado de resultados quincenalmente
Reportes de Valores netos contra presupuestos.	Sobre los recursos que conforman el presupuesto y se presenta semanalmente
Reportes de avance y financieros semanales	Reportes en los cuales vemos los recursos totales del proyecto, comparados contra lo gastado en función al porcentaje de avance. Se presentan de manera semanal
Es un solo reporte en el que se ven indicadores de obra y se presenta cada 15 días a dirección general	Un formato establecido y se presentan quincenalmente
Se entrega u. Reporte semanal, el cual refleja el avance de obra que se tiene con respecto al presupuesto total por cada departamento y partida	Avance vs Planeado
Excel, varía	Dependiendo el cliente, aprox. 15 días o un mes
Reportes semanales y mensuales	En Excel y se presentan semanalmente
Se realizan reportes semanales generalmente entregados en formato Excel para la realización de estimaciones en oficina	No se presentan
Reporte de obras semanalmente	VS Control, semanal
Cada semana se presentan reportes de cada proyecto en proceso	En Excel, semanalmente
Reportes quincenales por obra para Dirección, mostrando el margen bruto y Neto del proyecto	Control de insumos y semanalmente
Reporte diario y semanal. Calendarios de entregas, avance real vs avance pronosticado.	Cada trimestre
Aún no	Un reporte de ingresos y egresos al final de los proyectos.
Avances de obra, estimaciones internas, etc. Se presentan semanales, mensuales, semestrales, según las necesidades de cada obra.	Reporte ejecutivo quincenal
Actualización de avance físico financiero Semanalmente	Cada 15 días
Fotográfico, croquis de avance, graficas de avance	Ejecutivo cada 15 días
Actualmente está en proceso esa implementación, internamente se lleva control semana y al cliente se presentan reportes quincenales	Reportes fotográficos con estimaciones cada semana
Reportes en Excel	Reportes en valor ganado cada 2 semanas en oficina central
Curva S	Reporte de Ejecutivo, se presentan cada 15 días
Reportes de avance en obra (para estimación)	Reporte de Gastos de materiales y nominas semanal y Reporte de anticipos
Depende del proyecto, pero pueden ser semanales o quincenales, reporte de obra	Reporte de gastos de materiales y nominas semanal y reporte de anticipos

16. Los reportes generados por el sistema de control, ¿Qué impacto tiene sobre la toma de decisiones en el transcurso del proyecto?

Tabla 5, Respuestas Pregunta 16

Te dan una visión clara de la situación de la empresa	Alta
Muy alto.	Alta
Alto	Bastante alto
Tiene alto impacto ya que de ahí sale la información para la toma de decisiones	Bastante alta
Impacto muy alto, pues cada vez se entera se proyecta lo que se destinará y en base esto se toma la decisión de rotar el personal o incrementar la mano de obra	Alto
No lo utilizamos	Alto
Son determinantes para poder medir el desempeño de las obras	No se realizan
Alta, en base a los reportes se determina el plan de acción del proyecto en caso de encontrar problemas	Alta
Alto impacto, se reorganiza al equipo y recursos para cumplir meta	Alta
Al instante, se toma una acción para tratar de darle vuelta lo más pronto posible, o que el impacto sea el menor.	Son nuestra evidencia para la toma de decisiones
Buenos, sirven para retroalimentar os procesos, errores y acertada de cada departamento, sólo que a veces la burocracia domina en estos y campo de obra es olvidado en proyecto por malos resultados	Alto
Va enfocado del costo y la calidad del producto, al grado de eficientizar los procesos, cambio de tipo de materiales para disminuir costos.	Tienen gran importancia para revisar cuales con los puntos que están fallando en cuestión de la ejecución o cobranza de trabajos realizados, y de acuerdo a eso determinar si se continúa o no.
Es de un 100% ya que es la única manera en que sabes realmente donde estás parado financieramente hablando.	Muy alto impacto
Muy alto, modificaciones de procesos constructivos y búsquedas de reducción de costos y tiempos en caso de que sean desfavorables	Alto
Es importante ver los avances de obra y las gráficas para ver los avances y rendimientos de la obra	Para conocer las posibles demoras que se puedan presentar e intentar dar solución antes de tener conflictos con incumplimientos por los mismos
Son de gran importancia, ayudan a anticipar futuros sobre costos o atrasos de obra los cuales se reportan y se busca cómo reducir dichos atrasos o cómo recuperarse	Determinante
Tiene gran impacto	Muchas ya que con esos reportes dan o pauta para el avance de la obra
Anticipar riesgos y oportunidades	Muy importante se da la idea de que rumbo y valores ganados se han tenido en dichas obras, así como aquellos en los que se está fallando para mejorar en esos campos.
De alto impacto	Muy Alto, nos apoyamos para saber dónde estamos y a donde vamos a llegar
Es importante ya que ahí es donde se pueden revisar los imprevistos o las necesidades del proyecto	Son importantes para solicitar los siguientes anticipos
Alto	Son importantes para solicitar los siguientes anticipos

18. ¿Considera excesivo el tiempo y el dinero invertido en la implantación de un sistema de control de obra, contra el beneficio obtenido?

Tabla 6, Respuestas Pregunta 18

No	No
No	No
No	No
No	No
No	No
Para nada, creo a corto o mediano plazo de cada proyecto puedes ver los beneficios	No
No	No
No	No
No, considero que es necesario especialmente en obras de <i>retail</i> que es a lo que se dedica la empresa, ya que si hay algún retardo para abrir alguna tienda implica multas altas	No
No	No
Nunca es más costoso, en comparación de lo que te ahorrarías o potenciaras tus utilidades en los proyectos al llevar un buen control de obra.	No
No, más bien es la ignorancia y poco ámbito del personal	No, considero que es redituables al finalizar los proyectos.
No	Si
Es rentable al beneficio que resulta	Vale la pena la inversión en tiempo y dinero.
Para nada, es fundamental para llevar una buena administración de obra.	No
Desconozco los que hay en el mercado y desconozco su practicadas	No, por qué es la manera de asegurar un buen trabajo terminado
No es excesivo porque te ayuda a detectar retrasos de obra y fugas de dinero	No, al contrario, sería muy buena inversión
Para nada, es una inversión segura la cual se ve reflejada en el corto plazo	No
No	No
No	No, si se es necesario tener el control de la obra para realizar la ejecución de los trabajos en tiempo y costo.
No	No
Creo que es algo que debe de tener más peso al empezar un proyecto	Quizá para una micro empresa resulte algo costos.
No	Quizá para una micro empresa resulte algo costos.

23. ¿Qué es la herramienta del “Valor Ganado” para el control de proyectos de construcción?

Tabla 7, Respuestas Pregunta 23

No se	Es la optimización lograda sobre una base preestablecida
Es el resultado del diferencial entre valores proyectados y lo ejecutado, considerando variables de tiempo.	Una gráfica que muestra 3 curvas, en la cual se ve el dinero gastado en determinado tiempo.
Herramienta de control y toma de decisiones	Una herramienta muy práctica que se puede implementar en cualquier sector
Sirve para llevar un control de los insumos desde el inicio del proyecto	Una herramienta muy útil para el control de proyectos en el cual se revisa lo planeado contra lo ejecutado en cuanto a tiempo y dinero.
El margen de utilidad que se espera de cada proyecto	Una herramienta sencilla de aplicar para el control de proyectos
Una herramienta de control	La desconozco
Costo presupuestado del trabajo realizado	No la conozco
Es una herramienta que permite ver que tanto trabajo se ha realizado del proyecto para estimar los costes para su terminación	Una herramienta para el control de proyectos basada en la comparación entre lo que se planeó y lo que se está construyendo
Una herramienta que considera programa y presupuesto	Un método que compara la obra en ejecución y lo planeado, con lo cual se calculan proyecciones de importes por gastar
Es aquel valor que después de analizar el proyecto, obtenemos otra ganancia adicional a lo proyectado.	Un método de comparación entre lo que se planea en un proyecto contra lo que se ejecuta, en términos de tiempo y dinero
Un indicador que compara el tiempo y costo en el transcurso de las fracciones del tiempo deseadas	Desconozco
Costo y tiempo en grafica según las actividades en un momento determinado	Es una técnica que se utiliza para la el control de la ejecución de un proyecto en base al costo y tiempo de ejecución.
Con ella visualizamos las proyecciones de proyección a realidad	La diferencia entre los recursos proyectados (Tiempo, Dinero, Insumos.) Contra los ejercidos.
Es la manera de llevar el control de la obra basándose en un presupuesto y en un calendario de obra	Herramienta de gestión de valor contra proyecto
Lo ignoro	No tengo idea
Es la herramienta para ver una comparativa entre lo ejecutado y lo programado	El flujo libre que genera la obra, para el crecimiento de nuevos departamentos en la empresa.
La implementación de parámetros de costos, tiempo y actividades específicas en una sola herramienta o reporte	Un ahorro o colchón obtenido por el buen manejo de los recursos de obra
Tiempo va costo	Una herramienta para resumir el proceso y aplicación de trabajos.
Una relación gráfica entre el presupuesto y su ejecución real	Imagino será una herramienta que puede resumir el proceso y aplicación de trabajos.
Es una herramienta que sirve para controlar la ejecución de la obra	

25. Sabiendo que, para la implementación de la herramienta del “Valor Ganado” en un proyecto, solo se requiere el costo y el cronograma para su aplicación, ¿Lo implementarías como control de obra en los proyectos de tu empresa?

Tabla 8, Respuestas Pregunta 25

Si	Si
Sin duda.	Si muy cierto
Si	Si
Si	Si
Sería una buena forma de explicarle con cada reporte a los residentes lo que se está esperando de cada proyecto y sean partícipes del éxito de cada proyecto o sepan lo que están provocando por cada una de sus decisiones	Si
Si	Si
Si	Si
Si	Si
Si	Si
Sin duda	Si
Ya está incluido en los reportes ejecutivos	Si
Si	Si
Si	Lo implementaría, sin dejar de lado otras herramientas, para contrastar.
Definitivamente, es el primer filtro o punto de control, para visualizar el comportamiento financiero de cualquier obra.	Si, creo que es importante
Claro	Si para tener visualización de cómo va el proyecto, si se está ejecutando rápidamente o se demora respecto a lo planeado.
Si	Si
Si, las mejores herramientas son las que son más prácticas	No, no son suficientes solo dos aspectos para controlar una obra.
Si	Si
Si	Si
Si	Si
Si	Si claro
Si	Si claro
Si	

26. ¿Qué piensa de que las herramientas de control de obra, ayuda a las empresas constructoras a generar mayor rentabilidad en los proyectos?

Tabla 9, Respuestas Pregunta 26

Es importante aprender a implementar estas herramientas en la empresa	Es algo que no se debe de dejar de aplicar. Ayuda a tomar decisiones a tiempo.
Definitivamente.	Cierto.
Es correcto, ya que se toman decisiones a tiempo y se pueden corregir errores que pueden significar pérdida de valor de los proyectos	Permite al gerente de proyecto medir el desempeño de un proyecto al considerar los costos, los plazos y otros objetivos del proyecto
Si	Dejan más utilidad
Totalmente de acuerdo, se va llevando a cabo un histórico de cada proyecto de ciertas fechas de cada partida y saber dónde hay más atrasos o donde hay que enfocarse	Es un hecho, ya que te mantienen informado sobre la situación actual de tus proyectos
Al tener un control adecuado hay una mayor rentabilidad	Por supuesto, cualquier desfase en alguna de las herramientas impacta económicamente, y el fin de una obra es salir en tiempo al menor costo
Definitivamente.	Cierto
Conuerdo, son herramientas que ayudan a generar mayor rentabilidad siempre y cuando se tomen decisiones oportunas en base al análisis que muestran a lo largo del proyecto	Ayuda a identificar en tiempo y forma las desviaciones respecto a lo proyectado, para poder tomar las decisiones correctas respecto a corregir las desviaciones presentadas.
Son indispensables	Muy cierto.
Estoy de acuerdo, es importante que las empresas cuenten con estas herramientas, para maximizar sus ganancias y brindarle valor a su proyecto.	Este tipo de herramientas son básicas, para el control y confianza desde el inicio de la obra, tanto para el ejecutante como para el solicitante (cliente).
Cierto, solo que la mayoría de las veces no son claras y el personal no conoce estas a falta de una buena difusión y seguimiento del proveedor	Son de gran importancia y todas las constructoras deberían de implementarlas para tener mejores resultados.
El control nos puede dar la pauta para tener mayor utilidad, competitividad y permanencia en el mercado	Ayudan a eficientar tiempos y costos.
Si	Verdad
Definitivamente, hoy en día es prácticamente imposible llevar un control de obra si la ayuda de herramientas para el control	Pienso que debemos innovar, adaptar la tecnología para beneficio de nuestros proyectos, aprovechar las herramientas que estén a nuestro alcance, pero también pienso que hace falta más capacitación respecto a esto
Son muy benéficas, simplemente es quitar la mentalidad a la mayoría de las empresas mexicanas que no son una pérdida de tiempo ni de dinero invertir más recursos en el desarrollo de presupuestos, programas de obra y términos de proyectos ejecutivos.	Que son una muy buena herramienta de apoyo para estar conociendo los estatus de los proyectos en actividad o en futura actividad, y que se programen de la manera más adecuada para el cumplimiento de entregas a fechas establecidas.
Es importante utilizar todas las herramientas de control para llevar a cabo un proyecto cumpliendo con lo programado y ejecutarla de acuerdo a lo estimado	Son herramientas que pocos en nuestro ámbito la utilizamos y es bastante importante para poder tener una mejor utilidad, tiempos exactos para terminar obra etc.
Que sería interesante conocerlos.	Definitivamente
Si	Totalmente convencido.
Si porque llevas un control periódico y no al final del proyecto.	Si
Si, pues en todo momento se está controlando la obra.	Es una gran herramienta para tener un mejor planeación y desarrollo de las actividades dentro de la obra.
Creo que las vuelve más competitivas y con un acercamiento más asertivo al objetivo	Que son excelente inversión para el crecimiento de la empresa.
Que es totalmente cierto aplicándolo correctamente	Totalmente de acuerdo.

3.2.2.3 Opción Múltiple

Puesto actual desempeñado (tabla 11)

Tabla 10 Puesto laboral desempeñado de la muestra

No	Concepto	
1	Dirección	17
2	Supervisión & Coordinación	11
3	Gerencia	10
4	Residente de Obra	8
5	Analista de P.U.	2

1. ¿A qué área se dedica su empresa? (tabla 12)

Tabla 11, Respuestas Pregunta 1

No	Concepto	
1	Comercial	19
2	Construcción	2
3	Industrial	13
4	Proyectos	23
5	Urbanización	9
6	Vivienda	25
7	Tramitología	7
8	Carretero	2
9	Otros	1

2. El número de empleados de su empresa es de: (tabla 13)

Tabla 12, Respuestas Pregunta 2

No	Concepto	
1	(0-10) Micro	7
2	(250 - Mayor) Grande	7
3	(50-250) Mediana	15
4	(10-50) Pequeña	17

4.-¿Qué tipo de construcción realiza su empresa? (tabla 14)

Tabla 13, Respuestas Pregunta 4

No	Concepto	
1	Vivienda de interés social.	6
2	Vivienda de interés medio.	19
3	Vivienda de interés alto.	27
4	Comercial	25
5	Institucional.	18
6	Hotelería	11
7	Infraestructura	15
8	Urbanizaciones	11
9	Caminos y Puentes.	5
10	Instalaciones	9
11	Otra	2

6. ¿Con que frecuencia cumplen con la entrega a tiempo del proyecto? (tabla 15)

Tabla 14, Respuestas Pregunta 6

No	Concepto	
1	Cumple 25%	3
2	Cumple 50%	4
3	Cumple 75%	27
4	Cumple 100%	12

7. ¿Cuáles son los factores de rentabilidad que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)? (tabla 16)

Tabla 15, Respuestas Pregunta 7

	NADA IMPORTANTE (1)	POCO IMPORTANTE (2)	IMPORTANTE (3)	MUY IMPORTANTE (4)	EXTREMADAMENTE IMPORTANTE (5)
[Tasa de Rendimiento]	2	1	6	9	28
[Valor Actual Neto]	9	3	7	16	11
[Tasa Interna de Rendimiento]	1	3	9	13	20
[Proyectos Mutuamente Excluyentes]	13	6	10	12	5
[Costo Anual Total]	8	4	7	13	14
[Comparación VAN vs TIR]	12	3	13	9	7

8 ¿Cuáles son los indicadores financieros que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)? (tabla 17)

Tabla 16, Respuestas Pregunta 8

	NADA IMPORTANTE (1)	POCO IMPORTANTE (2)	IMPORTANTE (3)	MUY IMPORTANTE (4)	EXTREMADAMENTE IMPORTANTE (5)
[Capital de Trabajo Neto]	10	1	12	6	17
[Prueba del Ácido]	13	7	10	11	5
[Liquidez]	1	2	3	9	31
[Rotación de Inventarios]	8	6	12	12	8
[Rotación de Cuentas por Pagar]	1	1	10	20	13
[Rotación de Cuentas por Cobrar]	3	0	6	14	23
[Ciclo Operativo]	9	3	9	14	11
[Ciclo Efectivo]	6	3	9	13	15
[Rotación de Activos]	8	2	10	19	7
[Rotación de Activos Fijos]	9	3	12	13	8
[Razón de Deuda]	8	7	13	10	8
[Cobertura de Intereses]	8	6	9	11	12
[Margen Bruto]	0	1	8	10	27
[Margen Operativo]	1	2	11	10	22
[Margen Neto]	1	1	8	8	28
[Retorno Sobre Capital Contable ROE]	3	5	6	13	19
[Retorno Sobre Activos ROA]	3	4	10	11	18

9.-¿Con que frecuencia cumplen con la utilidad proyectada al inicio del proyecto?
(tabla 18)

Tabla 17, Respuestas Pregunta 9

No	Concepto	
1	Cumple 25%	2
2	Cumple 50%	4
3	Cumple 75%	27
4	Cumple 100%	13

14. En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Cuál es el impacto de los reportes ejecutivos en la toma de decisiones del proyecto? (Tabla 19)

Tabla 18, Respuestas Pregunta 14

	NADA (1)	BAJO (2)	MEDIO (3)	ALTO (4)	MUY ALTO (5)
[Control de tiempo]	0	2	5	13	26
[Control de dinero]	0	0	1	6	39
[Proyección de Obra]	1	1	5	20	19
[Niveles de sobre costo y retraso]	1	2	3	9	31
[Control total]	2	1	5	10	28
[Planeación]	1	1	5	12	27

15. ¿Con que frecuencia dirección revisa la información del sistema de control?
(Tabla 20)

Tabla 19, Respuestas Pregunta 15

No	Concepto	
1	Mensual	8
2	No la revisan	2
3	Quincenal	14
4	Semanal	21
5	Semestral	1

17. Del siguiente listado, ¿Cuál considera el factor más importante para no llevar un control de obra? (Tabla 21)

Tabla 20, Respuestas Pregunta 17

No	Concepto	
1	Costo y cultura organizacional	1
2	Improductivo	1
3	Ninguno	1
4	Organización	1
5	Complicado de aplicar	3
6	Costoso	3
7	Falta de tiempo	17
8	Ignorancia	19

19. ¿Qué puesto del proyecto, considera responsable del control de obra? (Índice si nivel de responsabilidad donde 1 es poco responsable y 5 es muy responsable) (Tabla 22)

Tabla 21, Respuestas Pregunta 19

	NADA RESPONSABLE (1)	POCO RESPONSABLE (2)	MEDIO RESPONSABLE (3)	RESPONSABLE (4)	MUY RESPONSABLE (5)
[Residencia de Obra]	0	2	6	9	28
[Superintendencia]	2	0	2	8	33
[Presupuestos]	1	1	4	11	28
[Compras]	1	2	7	20	15
[Almacenes]	4	1	12	14	14
[Calidad]	4	2	17	7	15
[Dirección]	1	1	4	7	33
[Administrativos]	2	3	8	14	19
[Planeación]	2	0	0	13	31

21. En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué tan familiarizado esta con las dimensiones de BIM para el control de obra?: (Tabla 23)

Tabla 22, Respuestas Pregunta 21

	NADA FAMILIARIZADO (1)	POCO FAMILIARIZADO (2)	MEDIO FAMILIARIZADO (3)	FAMILIARIZADO (4)	MUY FAMILIARIZADO (5)
[3D Diseño]	8	2	4	6	26
[4D Planeación]	14	4	11	6	11
[5D Costo]	17	6	7	6	10
[6D Sustentabilidad]	27	6	7	3	3
[7D Operación]	28	4	8	3	3
[8D Seguridad]	28	5	10	2	1

22. En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué importancia asignas a cada factor para la correcta implementación de BIM? (Tabla 24)

Tabla 23, Respuestas Pregunta 22

	NADA IMPORTANTE (1)	POCO IMPORTANTE (2)	IMPORTANTE (3)	MUY IMPORTANTE (4)	EXTREMADAMENTE IMPORTANTE (5)
[a. Existencia de una guía con toda la información necesaria sobre la implementación BIM]	1	0	15	5	25
[b. Existencia de un enfoque de colaboración entre los distintos participantes de la empresa que utilizaran BIM para el control de proyectos]	1	0	3	12	30
[c. Apoyo a la implementación tanto de los cargos gerenciales como de los cargos operacionales]	1	0	1	12	32
[d. Claridad de cómo se realizará el intercambio de información luego de implementar BIM]	1	0	2	8	35
[e. Capacidad de la empresa para modificar los procesos de trabajo existentes hoy en día, para que se adecuen a la metodología BIM]	1	1	3	13	28
[f. Capacitación de los equipos de trabajo en base a los conceptos BIM]	1	0	3	11	31
[g. Claridad de las responsabilidades y roles de cada uno de los actores]	1	0	4	11	30
[h. Existencia de un área técnica que entregue las herramientas para apoyar la implementación]	1	0	3	14	28
[i. Existencia de un equipo estratégico que guie la implementación]	1	0	1	15	29
[j. Comunicación de los cambios que se desean realizar para el conocimiento de todos los involucrados]	1	0	3	9	33
[k. Existencia de objetivos claros para la implementación]	1	0	4	9	32
[l. Existencia de un programa detallado con las actividades y pasos individuales con las que se llevará a cabo la implementación]	1	0	1	10	34

24. En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Qué importancia asignas a cada característica de la herramienta del “Valor Ganado”? (Tabla 25)

Tabla 24, Respuestas Pregunta 24

	NADA IMPORTANTE (1)	POCO IMPORTANTE (2)	IMPORTANTE (3)	MUY IMPORTANTE (4)	EXTREMADAMENTE IMPORTANTE (5)
[Control de tiempo]	4	0	5	10	27
[Control de dinero]	3	0	2	8	33
[Proyección de obra]	3	1	5	14	23
[Tamaño de mano de obra]	6	0	8	15	17
[Niveles de sobre costo y retraso]	4	0	3	14	25
[Control total]	4	0	4	9	29
[Planeación]	3	1	5	17	20
[Toma de decisiones]	3	0	4	9	30

3.2.3 Observaciones y comentarios.

Esta encuesta en levantamiento, hasta un 50%, fue realizado de forma aleatoria. Por causa de la pandemia, me vi forzado a realizar un levantamiento por cuota, con conocidos de la construcción y compañeros de la escuela, a sabiendas que esto puede generar un sesgo.

3.3 Metodología de control de obra BIM

3.3.1 Procesos para desarrollar el modelo de información del edificio

Si bien el uso de la tecnología BIM está aumentando rápidamente, actualmente está en las primeras etapas de implementación y los constructores utilizan muchos enfoques diferentes para aprovechar esta nueva tecnología.

La mayoría de los equipos de diseño no crean modelos por cada proyecto, lo que ha llevado a que los constructores se apropien del proceso de modelado, incluso cuando el uso arquitectónico de BIM se vuelve común, los constructores deberán modelar

componentes adicionales y agregar información específica para hacer que los modelos de construcción les sean útiles. En consecuencia, muchos constructores de vanguardia están creando sus propios modelos de construcción desde cero para apoyar la estimación de costos en el modelo.

Tenga en cuenta que, en algunos casos, el contratista está construyendo un modelo 3D que es solo una representación visual del proyecto, no contiene componentes paramétricos o relaciones entre ellos, en estos casos, el uso del modelo se limita a la detección de conflictos, la visualización y la planificación visual, ya que el modelo 3D no define componentes cuantificables discretos para admitir el despliegue de cantidad o la coordinación comercial. En otros casos, los constructores pueden construir un modelo híbrido 3D / paramétrico que incluye algunos componentes BIM, que permiten cierta coordinación y despliegue de cantidades. Cuando los constructores producen un modelo del edificio completo, pueden aprovecharlo para múltiples propósitos.

En este caso, el equipo del proyecto colabora en un modelo (3D, BIM o híbrido) en un entorno adecuado para su práctica. Alternativamente, si una organización específica trabaja en 2D, el contratista o consultor puede convertir el 2D a 3D / BIM para que su trabajo pueda ingresarse en el modelo compartido. Por lo general, el contratista, o el consultor, administra la integración de estos diversos modelos, que son desarrollados independientemente por diferentes miembros del equipo del proyecto, pero luego se fusionan en un modelo colaborativo. El equipo del proyecto puede utilizar el modelo compartido para la coordinación, la planificación, el despliegue de cantidad y otras funciones. Mientras este enfoque no aprovecha todas las herramientas que admite un modelo completo de información de construcción, sino que reduce los costos y el tiempo en comparación con las prácticas tradicionales. El modelo 3D compartido se convierte en la base de todas las actividades de construcción y permite una precisión mucho mayor que los dibujos 2D. A medida que aumenta la práctica y el uso de BIM, evolucionarán nuevos procesos. Los estudios destacan una variedad de formas en que los constructores están adaptando su proceso de trabajo para aprovechar BIM., los constructores de viviendas proporcionan un buen ejemplo de cómo un esfuerzo de diseño y construcción puede beneficiarse del uso de la tecnología BIM al desarrollar diseños para casas modelo, la información de construcción puede proporcionar retroalimentación rápida sobre las implicaciones de cantidad y costo de un cambio de diseño, cuando un comprador solicita modificaciones de diseño a una

casa modelo, el modelo BIM tiene la capacidad de proporcionar una retroalimentación visual y de costos inmediata, permitiendo que el posible comprador conozca las variantes en costo por dichas modificaciones. Este tipo de respuesta rápida a las necesidades de los clientes es de gran valor, especialmente para las empresas de construcción que ofrecen opciones de construcción personalizadas basadas en métodos sistemáticos de construcción.

Las herramientas 4D permiten al contratista simular y evaluar la secuencia de construcción planificada y compartirla con otros miembros del equipo del proyecto. Los objetos en el modelo de construcción deben agruparse de acuerdo con las fases de construcción y vincularse a las actividades apropiadas en un cronograma del proyecto. Por ejemplo, si una plataforma de concreto se colará en tres vertidos, entonces la plataforma debe detallarse en tres secciones para que esta secuencia se pueda planificar e ilustrar. Si el arquitecto o el contratista construyen el modelo mientras el edificio aún se está diseñando, el contratista puede proporcionar una retroalimentación rápida sobre la capacidad de construcción, la secuencia y el costo estimado de la construcción. La integración temprana de esta información es de gran beneficio para el arquitecto y el propietario.

3.3.2 Reducción de errores de diseño utilizando detección de cruces

Un proceso de trabajo crítico para cualquier constructor es la contratación y coordinación de ingenierías. Hoy en día, la mayoría de las detecciones de conflictos se realizan manualmente mediante la superposición de dibujos individuales del sistema en una mesa de luz para identificar posibles conflictos. Del mismo modo, los constructores utilizan herramientas tradicionales de CAD en 2D para superponer capas e identificar visual y manualmente los posibles conflictos. Estos enfoques manuales son lentos, costosos, propensos a errores y dependen del uso de dibujos actualizados. Para superar estos problemas, algunas organizaciones utilizan aplicaciones escritas a medida para detectar automáticamente conflictos entre entidades de dibujo en diferentes capas. La detección automática de conflictos es un método excelente para identificar errores de diseño, donde los objetos ocupan el mismo espacio, o están tan cerca que no hay suficiente espacio para el acceso, en algunas publicaciones, se utiliza el término "choque de instalaciones". La detección de conflictos basada en BIM ofrece muchas ventajas sobre los métodos tradicionales

de coordinación 2D, como las superposiciones en una mesa de luz o las comprobaciones 3D automatizadas. El uso de una mesa de luz consume mucho tiempo, es propenso a errores y requiere que todos los dibujos estén actualizados. La detección de conflictos 3D se basa en modelos de geometría 3D para identificar entidades geométricas que a menudo devuelven una gran cantidad de conflictos sin sentido. Segundo, si las geometrías 3D no son sólidas, la herramienta de detección de conflictos no puede detectar conflictos entre objetos dentro de otros objetos, solo puede detectar choques entre superficies, además, la calificación de los enfrentamientos en categorías significativas para el constructor se inhibe, en gran medida, debido a la falta de información semántica incrustada en los modelos de geometría 3D, un choque entre las superficies podría ser una pared contigua a una pared o una tubería que atraviesa una pared. El constructor tiene que verificar y revisar cada uno de estos posibles enfrentamientos, por el contrario, las herramientas de detección de conflictos basadas en BIM permiten combinar la detección automática de conflictos basada en geometría con análisis de conflictos semánticos y basados en reglas para identificar conflictos cualificados y estructurados. Las herramientas de detección de conflictos basadas en BIM permiten a los constructores verificar selectivamente los conflictos entre sistemas especificados, como la verificación de conflictos entre sistemas mecánicos y estructurales, porque cada componente en el modelo está asociado con un tipo específico de sistema. Por consiguiente, el proceso de detección de conflictos se puede realizar en cualquier nivel de detalle y en cualquier número de sistemas de construcción y oficios. Un sistema de detección de conflictos basado en BIM también puede utilizar estas clasificaciones de componentes para realizar análisis de conflictos suaves con mayor facilidad. Por ejemplo, el constructor puede buscar condiciones en las que el espacio libre o el espacio entre los componentes mecánicos y el subsuelo sea inferior a dos pies. Estos tipos de análisis de detección de conflictos solo son posibles con modelos de construcción bien definidos y estructurados.

Independientemente de la precisión del modelo, el constructor debe asegurarse de que el edificio esté modelado con un nivel de detalle adecuado. Debe tener detalles suficientes para tuberías, conductos, acero estructural, accesorios y otros componentes, para que los choques se puedan detectar con precisión. Si los detalles son inexactos, no se encontrarán un número significativo de problemas hasta que se construya el edificio, momento en el cual podrían ser costosos y llevar mucho tiempo

en resolverlos. Se requiere el detallado adecuado del modelo por parte de los subcontratistas u otros miembros del equipo del proyecto responsables del diseño de estos sistemas. Estos subcontratistas deben participar en el proceso de desarrollo del modelo lo antes posible, idealmente, la resolución se llevaría a cabo en una oficina común del sitio del proyecto, donde se puede usar un monitor grande para mostrar cada área problemática y cada disciplina puede aportar su experiencia a la solución. Los cambios acordados se pueden ingresar en el modelo de diseño apropiado antes del próximo ciclo de detección de conflictos. Existen dos tipos predominantes de tecnologías de detección de conflictos disponibles en el mercado:

- Detección de conflictos con herramientas de diseño BIM
- Herramientas de integración BIM que realizan detección de conflictos

Las principales herramientas de diseño BIM incluyen algunas características de detección de conflictos que permiten al diseñador verificar los conflictos durante la fase de diseño. Pero el constructor a menudo necesita integrar estos modelos y puede o no ser capaz de hacerlo con éxito dentro de la herramienta de autoría BIM debido a la pobre interoperabilidad o la cantidad y complejidad de los objetos. La segunda clase de tecnologías de detección de conflictos se puede encontrar en las herramientas de integración BIM. Estas herramientas permiten a los usuarios importar modelos 3D desde una amplia variedad de aplicaciones de modelado y visualizar el modelo integrado. Los análisis de detección de conflictos que proporcionan estas herramientas tienden a ser más sofisticados y son capaces de identificar más tipos de conflictos blandos y duros. El inconveniente es que los choques identificados no se pueden arreglar de inmediato porque el modelo integrado no está directamente asociado con el modelo original. En otras palabras, el flujo de información es unidireccional y no bidireccional.

3.3.3 Cálculo de cantidades y estimación de costos.

Hay muchos tipos de estimaciones que se pueden desarrollar durante el proceso de diseño, estos van desde valores aproximados al principio del diseño hasta valores más precisos una vez que se completa el diseño. Claramente, no es deseable esperar hasta el final de la fase de diseño para desarrollar una estimación de costos. Si el proyecto supera el presupuesto una vez que se completa el diseño, solo hay dos opciones: cancelar el proyecto o aplicar ingeniería de valor para reducir costos y

posiblemente calidad. A medida que avanza el diseño, las estimaciones provisionales ayudan a identificar los problemas anticipadamente para que se puedan considerar alternativas. Este proceso permite que el diseñador y el propietario tomen decisiones más informadas, lo que resulta en una construcción de mayor calidad que cumple con las restricciones de costos. Igual de importante, el uso de un enfoque BIM puede reducir el tiempo necesario para lograr un edificio de alta calidad, al mejorar la precisión y la colaboración en el diseño y la construcción. Durante la fase inicial de diseño, las únicas cantidades disponibles para estimar son las asociadas con áreas y volúmenes, como tipos de espacio, perímetro, longitudes, etc. Estas cantidades pueden ser adecuadas para lo que se llama una estimación de costo paramétrico, que se calcula en función de los principales parámetros del edificio. Los parámetros utilizados dependen del tipo de edificio, por ejemplo, número de espacios de estacionamiento y pisos para un estacionamiento, número y área de cada tipo de espacio comercial, número de pisos, nivel de calidad de materiales para un edificio comercial, ubicación del edificio, etc.

A medida que el diseño madura, es posible extraer rápidamente cantidades espaciales y materiales más detalladas directamente del modelo de construcción. Todas las herramientas BIM proporcionan capacidades para extraer recuentos de componentes, área, volumen de espacios y cantidades de material, estas cantidades son más que adecuadas para generar estimaciones aproximadas de costos. Para estimaciones de costos más precisas por los constructores, pueden surgir problemas cuando las definiciones de componentes (típicamente conjuntos de piezas) no están definidas adecuadamente y no son capaces de extraer las cantidades necesarias para la estimación de costos. Por ejemplo, el software BIM puede proporcionar los pies lineales de zapatas de concreto, pero no la cantidad de acero de refuerzo incrustado en el concreto; o el área de las paredes divisorias interiores, pero no la cantidad de cimbra en las paredes. Estos son problemas que pueden abordarse, pero el enfoque depende de la herramienta BIM específica y del sistema de estimación asociado. Cabe señalar que, si bien los modelos de construcción proporcionan mediciones adecuadas para los cálculos de cantidad, no son un reemplazo para la estimación de costos. Los analistas de precios unitarios desempeñan un papel crítico en el proceso de construcción, mucho más allá de la extracción de recuentos y mediciones. El proceso de estimación implica evaluar las condiciones en el proyecto que impactan el costo, tales como condiciones inusuales de la pared, ensamblajes únicos y

condiciones de acceso difíciles. La identificación automática de estas condiciones por cualquier herramienta BIM aún no es factible. Los analistas de costos deben considerar el uso de la tecnología BIM para facilitar la laboriosa tarea del cálculo de cantidades y para visualizar, identificar y evaluar rápidamente las condiciones, y proporcionar más tiempo para optimizar los precios de los subcontratistas y proveedores. Un modelo de construcción detallado es una herramienta de mitigación de riesgos para los analistas de precios unitarios que puede reducir significativamente los costos de oferta, ya que reduce la incertidumbre asociada con las cantidades de material. Los analistas de precios utilizan una variedad de opciones para aprovechar BIM para el cálculo de cantidad y para apoyar el proceso de estimación; ninguna herramienta BIM proporciona las capacidades completas de una hoja de cálculo o paquete de estimación, por lo que los analistas deben identificar un método que funcione mejor para su proceso de estimación específico. Tres opciones principales son:

- Exportar cantidades de objetos de construcción a software de costos.
- Enlace la herramienta BIM directamente al software de costos.
- Use una herramienta de cálculo de cantidad BIM.

Cada una de estas opciones se analiza en detalle a continuación.

3.3.3.1 Cantidades de exportación a software de estimación

Como se señaló anteriormente, la mayoría de las herramientas BIM ofrecidas por los proveedores de software incluyen características para extraer y cuantificar las propiedades de los componentes BIM. Estas características también incluyen herramientas para exportar datos de cantidad a una hoja de cálculo o una base de datos externa, y muchos son específicos del tipo de trabajo estimado. Sin embargo, en la actualidad, las encuestas muestran que MS Excel es la herramienta de estimación más utilizada. Para muchos analistas de precios unitarios, la capacidad de extraer y asociar datos de cálculo de cantidades utilizando hojas de cálculo personalizadas de Microsoft Excel, suele ser suficiente. Sin embargo, este enfoque puede requerir una configuración significativa y la adopción de un proceso de modelado estandarizado.

3.3.3.2 Vincular directamente componentes BIM al software de estimación

La segunda alternativa es utilizar una herramienta BIM que sea capaz de vincularse directamente a un paquete de estimación a través de un complemento o una herramienta de terceros. Estas herramientas permiten al estimador asociar componentes en el modelo de construcción directamente con ensamblajes, recetas o elementos en el paquete de estimación. Estas ensamblajes o recetas definen qué pasos y recursos son necesarios para la construcción de los componentes en el sitio o para la construcción o instalación de componentes prefabricados.

Los conjuntos o recetas a menudo incluyen referencias a las actividades necesarias para la construcción, por ejemplo, habilitar, colocar acero de refuerzo, colocar concreto, curar y cortar. El estimador puede usar reglas para calcular cantidades para estos artículos en función de las propiedades del componente o ingresar manualmente datos no extraídos del modelo de información del edificio. Las ensamblajes también pueden incluir elementos que representen los recursos necesarios, como mano de obra, equipo, materiales, el tiempo de ejecución y los gastos de los mismos. Como resultado, toda la información requerida para desarrollar una estimación de costos completa y una lista detallada de actividades básicas se puede utilizar para la planificación de la construcción. Si esta información está relacionada con los componentes BIM, se puede utilizar para generar un modelo 4D. El modelo gráfico también se puede vincular a la estimación para ilustrar los objetos del modelo asociados con cada elemento de línea dentro de esa estimación. Esto es muy útil para detectar objetos que no tienen un costo estimado asociado con ellos. Este enfoque funciona bien para los constructores que han estandarizado un paquete de estimación específico y una herramienta BIM, integrando la información del componente, sin embargo, puede ser difícil administrar a subcontratistas y diversos oficios si se utilizan diferentes herramientas BIM.

3.3.3.3 Herramienta de cálculo de cantidad

Una tercera alternativa, es utilizar una herramienta especializada de cálculo de cantidades que importa datos de varias herramientas BIM. Esto permite a los analistas de precios unitarios utilizar una herramienta de cálculo diseñada específicamente para sus necesidades sin tener que aprender todas las características contenidas en una herramienta BIM. Estas herramientas generalmente incluyen características

específicas que se vinculan directamente a elementos y ensamblajes, anotan el modelo para "condiciones" y crean diagramas de cálculo visual. Estas herramientas ofrecen diferentes niveles de soporte para extracción automatizada y características de cálculo manual. Los analistas de precios unitarios necesitarán usar una combinación de herramientas manuales y características automáticas para soportar la amplia gama de verificación de cálculos y condición que necesitan realizar.

Los cambios adicionales al modelo de construcción requieren que cualquier objeto nuevo se vincule a tareas de estimación adecuadas para que se puedan obtener estimaciones de costos precisas del modelo de construcción, dependiendo de la precisión y el nivel de detalle ya modelado.

3.3.3.4 Directrices y problemas de implementación de BIM para respaldar el cálculo y la estimación de cantidades

Los analistas de precios unitarios y constructores deben entender cómo BIM puede apoyar tareas de estimación específicas al reducir errores y mejorar la precisión y confiabilidad dentro de la estimación. Más importante aún, pueden beneficiarse de la capacidad de responder rápidamente a los cambios durante las fases críticas del proyecto, un desafío que enfrentan muchos los analistas de precios unitarios a diario. Aquí hay algunas pautas a tener en cuenta:

-BIM es solo un punto de partida para estimar. Ninguna herramienta puede entregar un presupuesto automáticamente a partir de un modelo de construcción. Si un vendedor anuncia esto, no entienden el proceso de estimación.

-Inicio simple. Si está calculando con procesos tradicionales y manuales, primero pase a los digitalizadores o al cálculo en pantalla para ajustar a los métodos de cálculo digital. A medida que los analistas de precios unitarios ganen confianza y comodidad con el cálculo digital, considere pasar a un cálculo basado en BIM.

-Comienza contando. El lugar más fácil para comenzar es estimar las tareas que implican contar, como puertas, ventanas y accesorios de plomería. Muchas herramientas BIM proporcionan funcionalidad de programación y funciones simples para consultar, aparte cuentan con tipos específicos de componentes, bloques u otras entidades. Estos también pueden ser verificados y validados.

-Inicie en una herramienta y luego pase a un proceso integrador. Es más fácil comenzar despegando en el software BIM o en una aplicación de cálculo especializada. Esto limita los posibles errores o problemas con respecto a la traducción de datos y el traslado de datos del modelo de una aplicación a otra. Una vez que el estimador está seguro de que los datos proporcionados por un solo

paquete de software son precisos y válidos, los datos del modelo pueden transferirse a una herramienta de cálculo secundaria para su validación.

-Poner expectativas. El nivel de detalle en el cálculo BIM es una reflexión del nivel de detalle en el modelo general del edificio. Si la estructura no está incluida en el modelo de construcción, estos valores no se calcularán automáticamente. El estimador necesita comprender el alcance de la información del modelo y lo que está representado.

-Comience con un solo tipo de comercio o componente y resuelva los problemas.

-La automatización comienza con la estandarización. Para aprovechar al máximo BIM, los diseñadores y analistas de precios unitarios necesitarán coordinar métodos para estandarizar los componentes del edificio y los atributos asociados con esos componentes para el cálculo cuantitativo. Además, para generar cantidades precisas de subcomponentes y conjuntos, como los montantes dentro de una pared, es necesario desarrollar estándares para estos conjuntos.

3.3.4 Análisis de construcción y planificación

La planificación y programación de la construcción implica la secuencia de actividades en el espacio y el tiempo, teniendo en cuenta las adquisiciones, los recursos, las limitaciones espaciales y otras preocupaciones en el proceso. Tradicionalmente, los gráficos de barras se usaban para planificar proyectos, pero no podían mostrar cómo o por qué ciertas actividades estaban vinculadas en una secuencia determinada; ni pudieron calcular la ruta más larga (crítica) para completar un proyecto. Hoy, los programadores generalmente usan el software de programación del Método de ruta crítica para crear, actualizar y comunicar el programa utilizando una amplia variedad de informes y pantallas. Estos sistemas muestran cómo se vinculan las actividades y permiten calcular las rutas críticas y los valores de flotación que mejoran la programación durante un proyecto. Paquetes de software especializados que se adaptan mejor a la construcción de edificios, permite a los programadores realizar la programación de la línea de equilibrio. Los métodos de planificación sofisticados para el análisis basado en recursos incluyen la nivelación y programación de recursos con consideración de incertidumbre, sin embargo, los métodos tradicionales no capturan adecuadamente los componentes espaciales relacionados con estas actividades, ni se vinculan directamente con el diseño o el modelo de construcción. Por lo tanto, la programación es una tarea manual intensiva y, a menudo, no está sincronizada con el diseño y crea dificultades para que las partes interesadas del proyecto comprendan fácilmente el calendario y su impacto en la logística del sitio. Solo las personas

completamente familiarizadas con el proyecto y cómo se construirá pueden determinar si este cronograma es factible.

3.3.5 Pasos para implementación del sistema BIM.

Paso 01. Se deberá tener muy en claro por parte de la dirección de la empresa la definición del sistema BIM, así como el alcance que tendrá en los proyectos que desarrollen. Mientras la dirección de la empresa no muestre convicción a la implementación del sistema, los resultados no serán buenos.

Paso 02. La capacitación del personal que estará a cargo de llevar el control mediante este sistema es indispensable, refiriéndonos al diseñador de cada especialidad, los analistas de costos y programación.

Paso 03. La incorporación del sistema BIM al inicio de los proyectos es vital para obtener todos los beneficios de esta herramienta.

Paso 04. La digitalización del modelo arquitectónico o geométrico es la primera etapa de implementación BIM, ya que de ella se deriva el cálculo estructural, las instalaciones y los acabados.

Paso 05. Una vez definido el modelo arquitectónico o geométrico del proyecto, se trabaja en paralelo el cálculo estructural, el desarrollo de ingenierías, la propuesta de acabados y el análisis de costos, con la finalidad de no tener conflictos en el cruce de ingenierías, inconsistencias constructivas y sobrecostos que excedan el “*budget cost*” del proyecto.

Paso 06. Ya concluido el modelo en BIM, es decir, teniendo el proyecto ejecutivo al 100%, se procede a la programación de actividades en base al orden secuencial lógico de las tareas involucradas en el proceso de construcción del proyecto.

Paso 07. Monitoreo constante y minucioso del avance programado contra el avance ejecutado, en términos de tiempo y costo. Durante esta etapa, surgirán cambios e imprevistos ajenos al proyecto, en los cuales, el constructor, el staff de diseñadores, analistas y programadores, deberán aportar su experiencia y conocimiento en materia para no desviarse de los parámetros establecidos al principio del proyecto.

Paso 08. Una vez culminado el proyecto, se procede al análisis de resultados obtenidos y la documentación de los mismos, así como las experiencias adquiridas durante el proceso, con la finalidad de mejorar y optimizar los procedimientos y prácticas en la empresa, para ser aplicados a futuros proyectos.

3.3.6 Diagramas para control en diferentes etapas.

(Ilustraciones 1, 2 y 3)

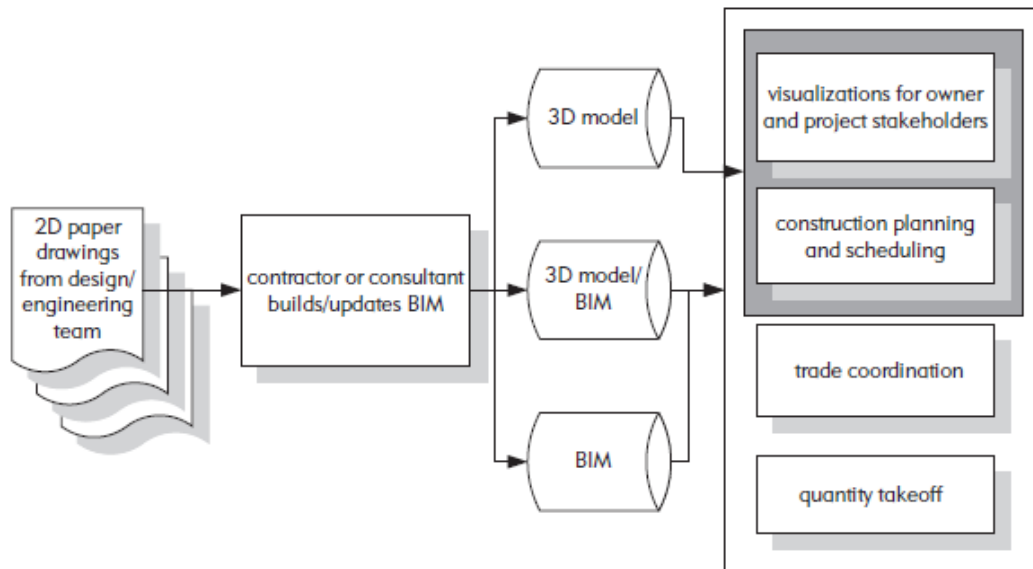


Ilustración 1, Flujo de proceso BIM para un proyecto en el que el contratista crea el modelo de construcción a partir de dibujos en 2D y luego lo utiliza para el cálculo de cantidades, la planificación de la construcción y la detección de conflictos.

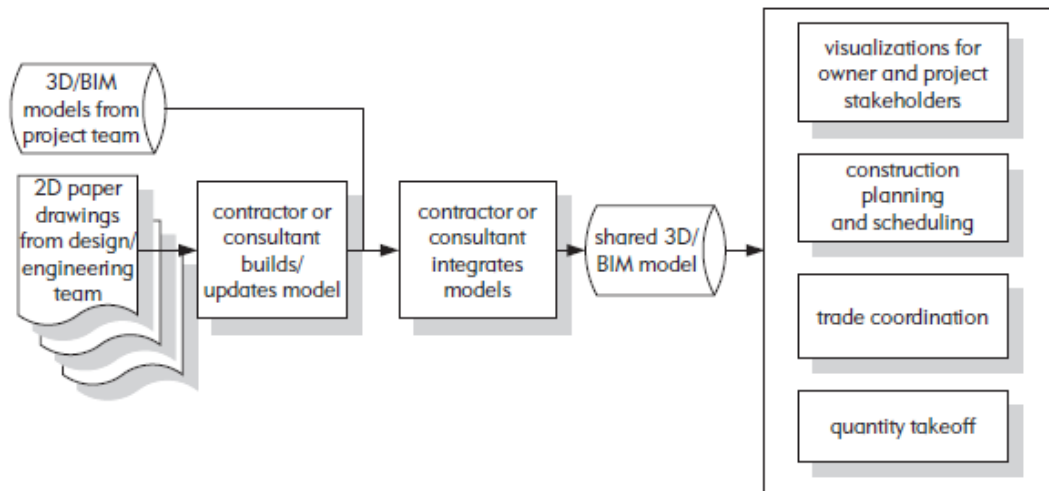


Ilustración 2, Flujo de proceso para un proyecto, donde el arquitecto y otros diseñadores y subcontratistas utilizan herramientas de modelado 3D (o hacen que un consultor desarrolle un modelo 3D a partir de dibujos 2D) y contribuyen a un modelo 3D compartido.

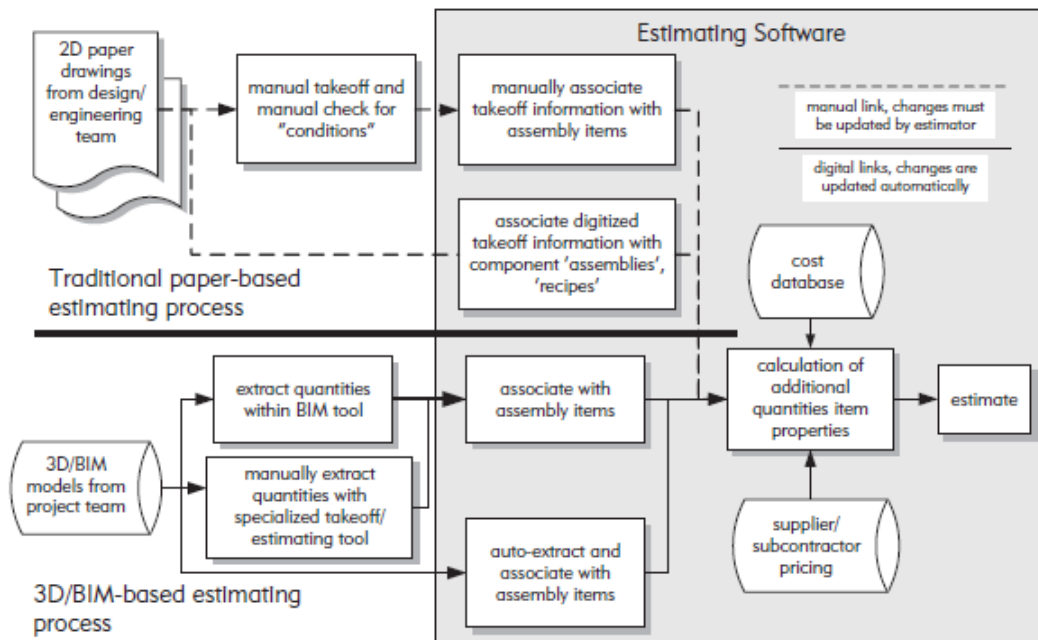


Ilustración 3, Diagrama conceptual de un proceso de estimación de costos y cálculo de cantidades BIM.

El proceso manual generalmente se realiza dentro de un software CAD, BIM o de visualización disponible. El software 4D especializado elimina algunos pasos y proporciona enlaces directos al programa y al modelo de construcción, lo que hace que el proceso sea más rápido y más confiable, tal como se muestra en el siguiente diagrama. (Ilustración 4)

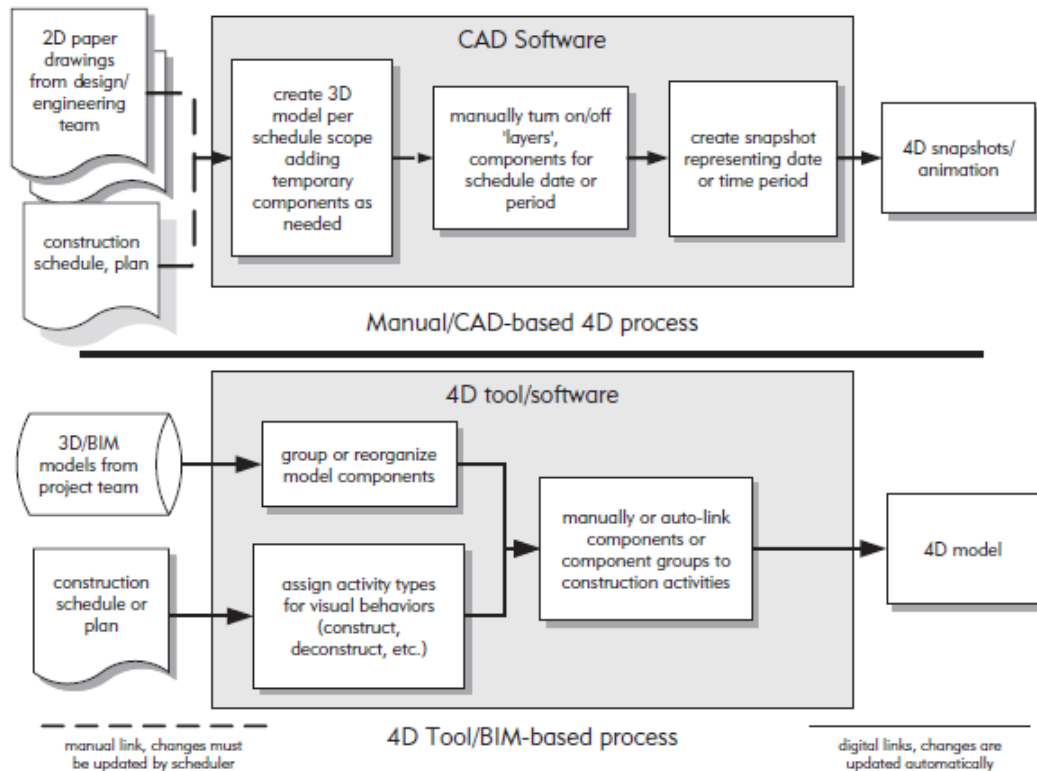


Ilustración 4, Diagrama que muestra dos procesos de modelado 4D diferentes.

3.4 Comentarios

Como se describe en los pasos de implementación del sistema BIM, la dirección de la empresa debe tener muy en claro la definición y alcances de esta herramienta, el inicio será complicado, ya que el familiarizarse con lo nuevo lleva tiempo, sin embargo, esta tecnología revolucionará la forma de diseño en los proyectos, ya que contempla todas las especialidades involucradas, es decir, arquitectura, estructura, instalaciones, acabados, costos y tiempos de ejecución.

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Introducción

Los resultados obtenidos en la encuesta nos muestran el comportamiento de las empresas en términos de administración y control de obras, el cual nos ayuda a demostrar la hipótesis del trabajo de investigación.

4.2 Análisis de encuesta

4.2.1 ¿A qué área se dedica su empresa?

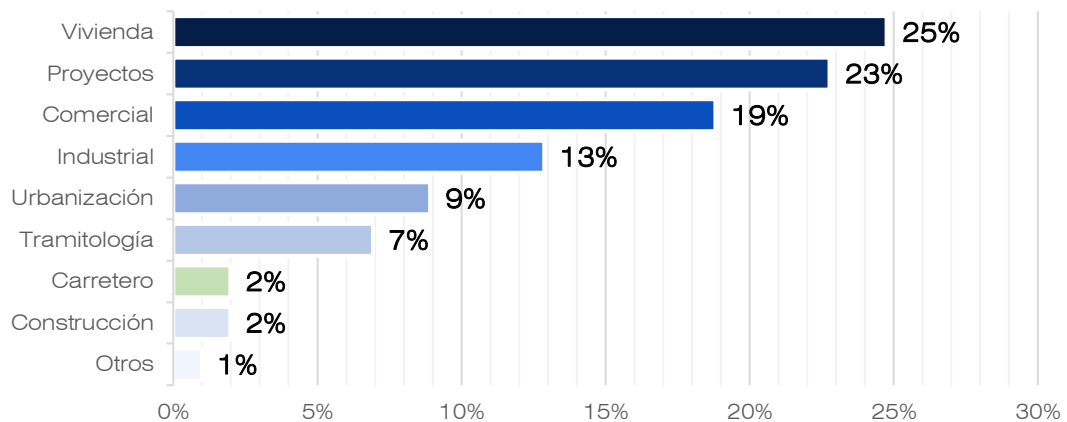


Gráfico 1, Resumen de Respuesta Pregunta 1

Se puede identificar a qué área de acción de los encuestados está mayormente dirigido, al desarrollo de vivienda, a la gestión de proyectos, y a la construcción comercial e industrial, lo cual nos lleva a determinar los giros más utilizados en la industria de la construcción en Jalisco. A su vez, nos ayuda a tener respuestas más variadas debido a la diversidad de los encuestados. (Gráfico 1)

4.2.2 El número de empleados de su empresa es de:

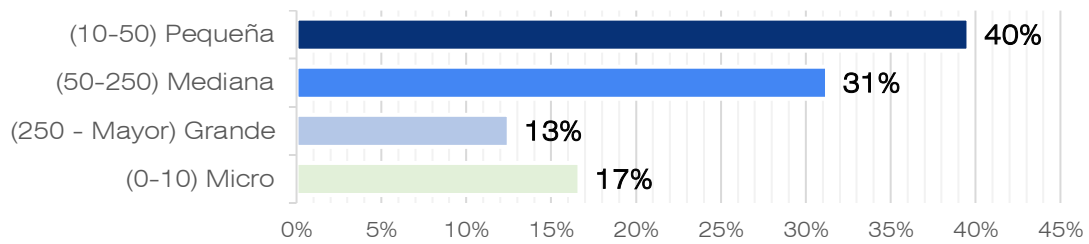


Gráfico 2, Resumen de Respuesta Pregunta 2.

De acuerdo a los encuestados, el 70% de ellos entra dentro del giro que se conoce como PYME, pequeñas y medianas empresas que, para industria de la construcción, son el mayor número de empresas en el país. (Gráfico 2)

4.2.3 Realiza proyectos de construcción

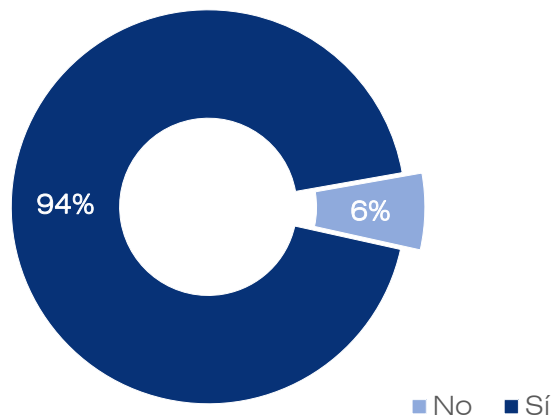


Gráfico 3, Resumen de Respuesta Pregunta 3.

El 93% de los encuestados construye, lo que da veracidad a nuestro trabajo de investigación. (Gráfico 3)

4.2.4 ¿Qué tipo de construcción realiza su empresa?

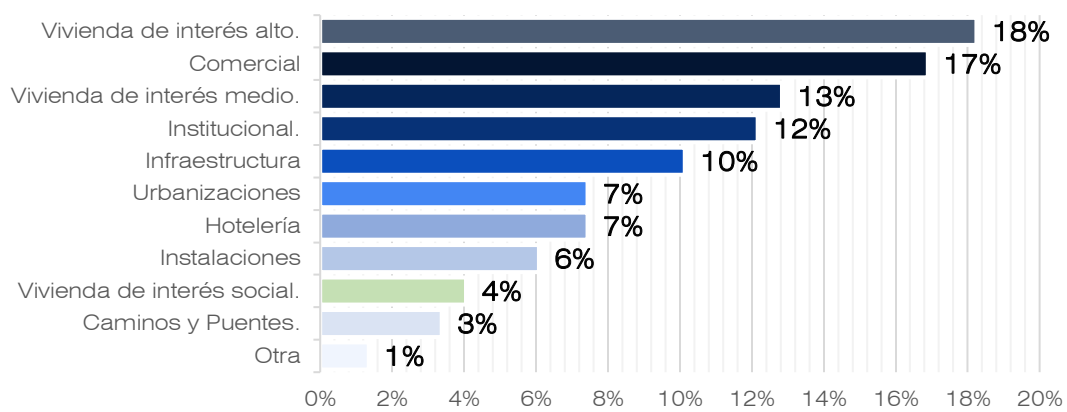


Gráfico 4, Resumen de Respuesta Pregunta 4.

Los giros de construcción vivienda interés alto y comercial, predominan en las personas encuestadas con un 35%, siguiendo de ellas vivienda interés medio, institucional e infraestructura con un 29%. (Gráfico 4)

4.2.5 ¿Cuál es su opinión sobre los sistemas de control de obra?

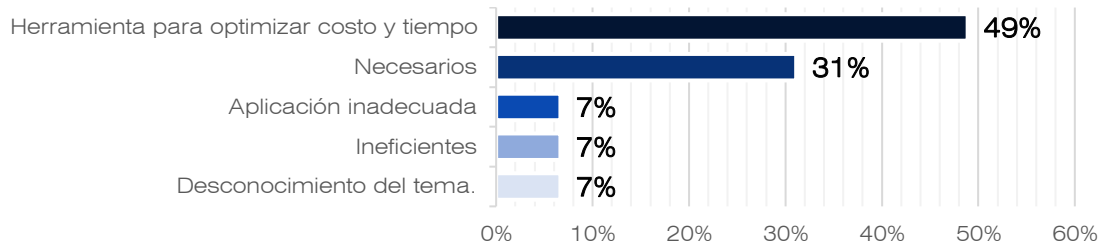


Gráfico 5, Resumen de Respuesta Pregunta 5.

El 80% de los encuestados tiene una opinión positiva sobre los sistemas de control, los cuales se consideran necesarios para la administración y el control de los proyectos, con el objeto de optimizar costos y tiempo. (Gráfico 5)

4.2.6 ¿Con qué frecuencia cumplen con la entrega a tiempo del proyecto?

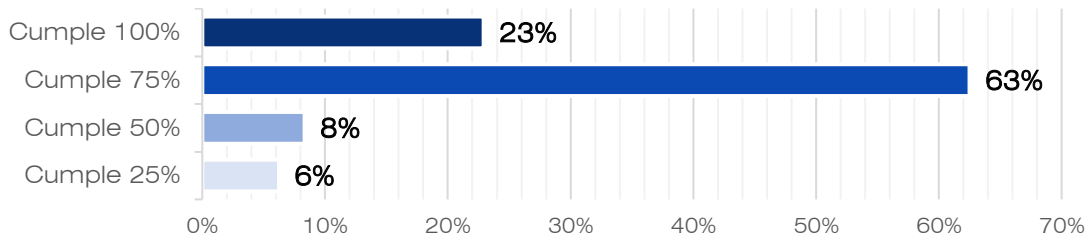


Gráfico 6, Resumen de Respuesta Pregunta 6.

El 74% de los encuestados hace mención que no cumplen con la entrega a tiempo del proyecto, esta cifra es alarmante, ya que sus gastos indirectos, tanto en obra como oficina central, se salen de lo proyectado inicialmente, generando reducción en la utilidad. (Gráfico 6)

4.2.7 ¿Cuáles son los factores de rentabilidad que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)?

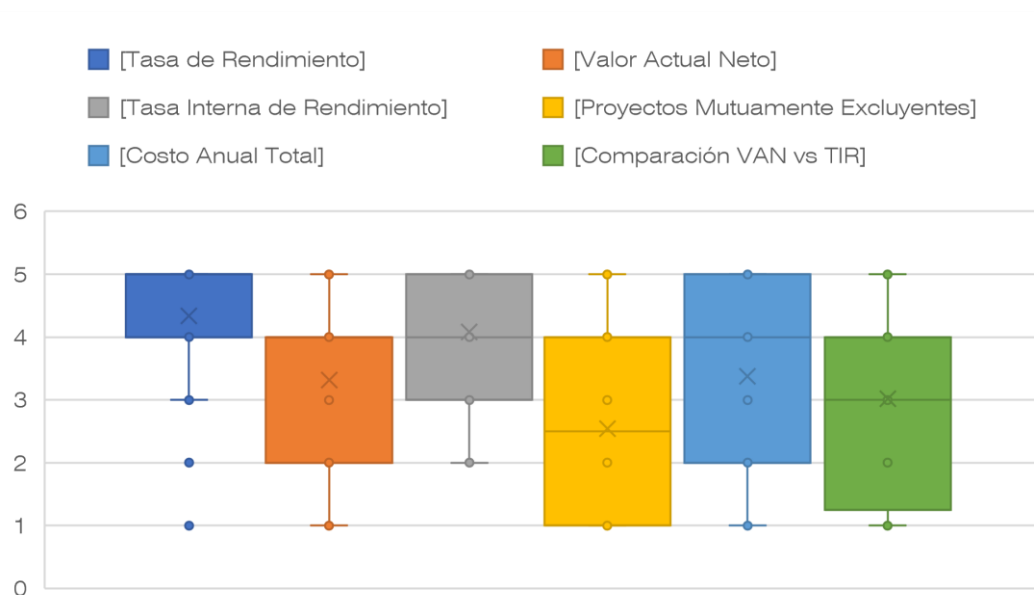


Gráfico 7, Resumen de Respuesta Pregunta 7.

La tasa de rendimiento y la TIR, son considerados los factores de rentabilidad más importantes en los encuestados, ya que consideran que el porcentaje es muy sencillo de leer y comparar con el porcentaje de utilidad proyectada al inicio del proyecto. (Gráfico 7)

4.2.8 ¿Cuáles son los indicadores financieros que usted considera de mayor importancia para su empresa (donde 1 es poco importante y 5 es muy importante)?

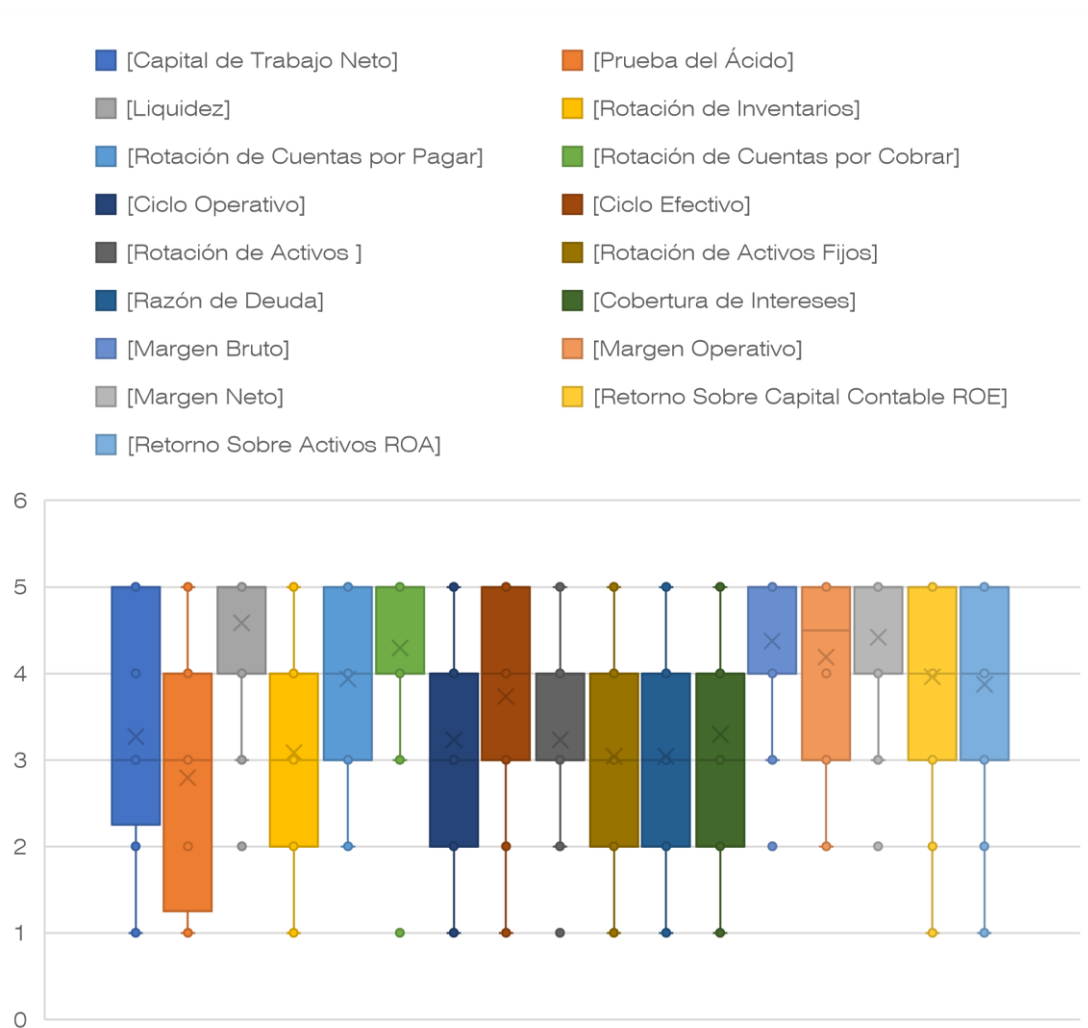


Gráfico 8, Resumen de Respuesta Pregunta 8.

El indicador financiero más importante para los encuestados es la liquidez de la empresa, seguido por los márgenes de utilidad Bruto, Neto y Operativo, los cuales se caracterizan por ser tangibles para los directivos y gerentes de la empresa. Por último, la rotación de cuentas por cobrar, es decir, lo que se requiere para garantizar la liquidez de la empresa. (Gráfico 8)

4.2.9 ¿Con qué frecuencia cumplen con la utilidad proyectada al inicio del proyecto?

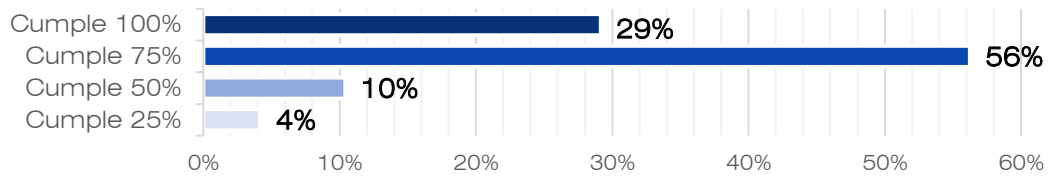


Gráfico 9, Resumen de Respuesta Pregunta 9.

El no cumplir con los tiempos pactados de los proyectos, genera, como resultado, no cubrir la utilidad esperada, en este caso se comprueba la pregunta 6 del cuestionario, la cual habla del porcentaje en el que se cumple la entrega a tiempo del proyecto; casualmente el porcentaje coincide exactamente, en ambos casos el 56% de los encuestados menciona que cumplen en un 75% del total de sus proyectos, la utilidad y la entrega a tiempo. (Gráfico 9)

4.2.10 Actualmente en la empresa que trabaja, ¿Implementan algún sistema de control en sus proyectos?

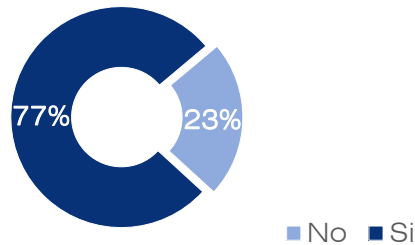


Gráfico 10, Resumen de Respuesta Pregunta 10.

El 76% de los encuestados implementan sistemas de control en sus proyectos, el resto desconoce sobre el tema o los considera innecesarios. (Gráfico 10)

4.2.11 ¿De qué manera lo aplican?

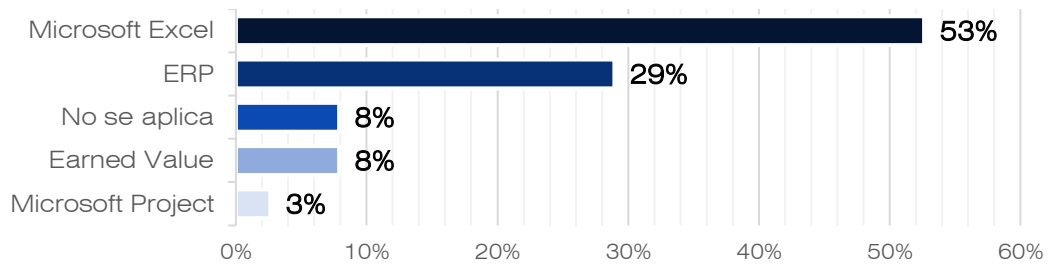


Gráfico 11, Resumen de Respuesta Pregunta 11.

La forma de aplicar los sistemas de control es muy similar en los encuestados, Microsoft Excel y los ERP (*Enterprise Resource Planning*) encabezan la lista como los más utilizados, ocupando un 82% del total de la encuesta. (Gráfico 11)

4.2.12 Actualmente en la empresa que trabaja, ¿realizan reportes ejecutivos de los proyectos en proceso de construcción?

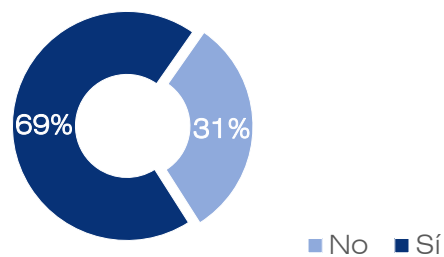


Gráfico 12, Resumen de Respuesta Pregunta 12.

Los reportes ejecutivos son una parte fundamental en los sistemas de control, el 69% de los encuestados utiliza dichos reportes. (Gráfico 12)

4.2.13 ¿Cuáles son los reportes que utiliza?

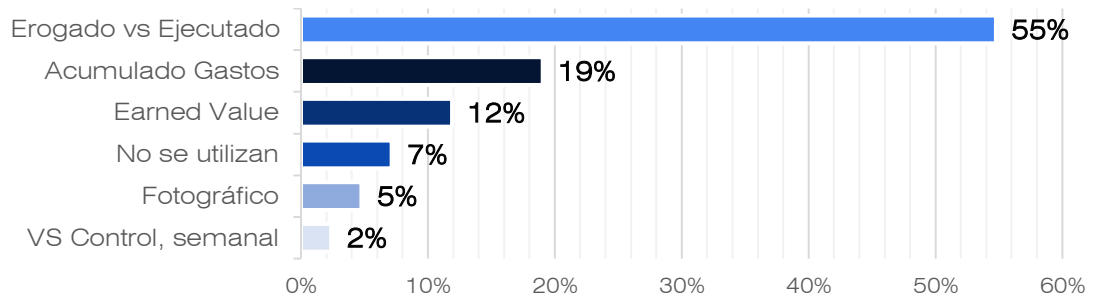


Gráfico 13, Resumen de Respuesta Pregunta 13.

El 55% de los encuestados coincide en comparar el gasto actual contra la obra ejecutada, de esa manera es fácil identificar si la obra se ha ejecutada con el dinero que se proyectó. (Gráfico 13)

4.2.14 En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Cuál es el impacto de los reportes ejecutivos en la toma de decisiones del proyecto?

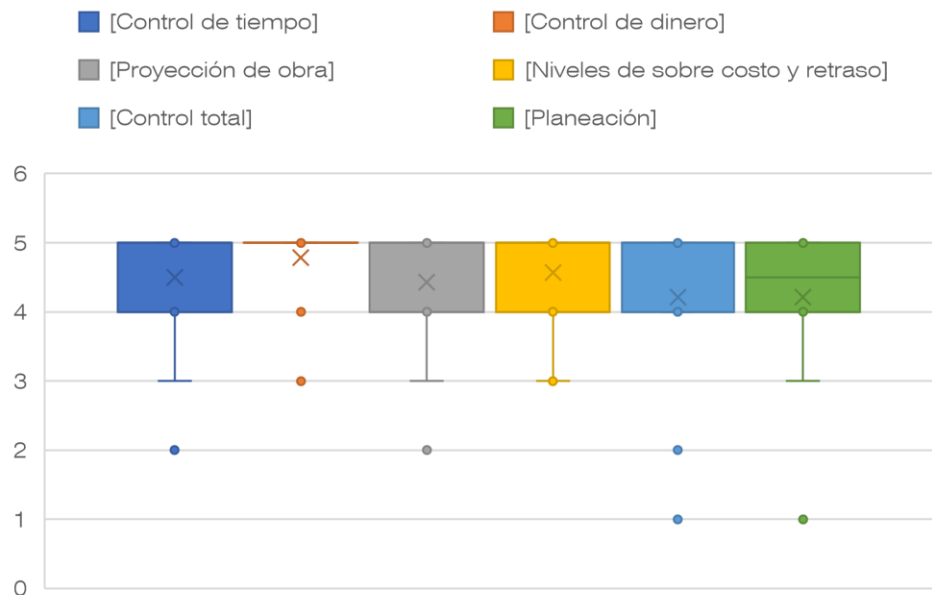


Gráfico 14, Resumen de Respuesta Pregunta 14.

El control del dinero es el impacto más importante generado por los reportes de obra para la mayoría de los encuestados, a final de cuentas, el dinero es la conversión de los recursos en una unidad de medida global. (Gráfico 14)

4.2.15 ¿Con qué frecuencia, dirección revisa la información del sistema de control?

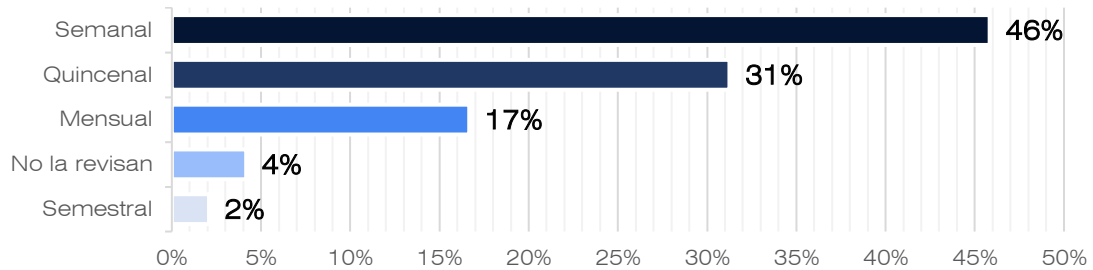


Gráfico 15, Resumen de Respuesta Pregunta 15.

El gráfico nos muestra que el 46% de los encuestados realiza los reportes semanalmente, el 31% lo realiza de manera quincenal. Entre más frecuente se presenten los reportes, será más sencillo identificar desviaciones económicas en el proyecto, por lo tanto, se tomarán acciones correctivas de manera inmediata para mitigar mermas en la utilidad. (Gráfico 15)

4.2.16 Los reportes generados por el sistema de control, ¿qué impacto tiene sobre la toma de decisiones en el transcurso del proyecto?

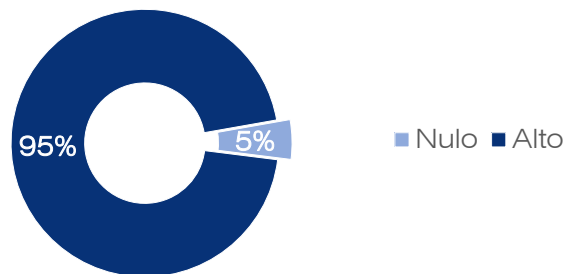


Gráfico 16, Resumen de Respuesta Pregunta 16.

Tal como se muestra en el gráfico 16, los reportes de obra son el sustento para la toma de decisiones durante el proceso de construcción del proyecto. El 95% de los encuestados coinciden en que los reportes de obra generan un impacto alto en la toma de decisiones en el transcurso del proyecto.

4.2.17 Del siguiente listado, ¿cuál considera el factor más importante para no llevar un control de obra?

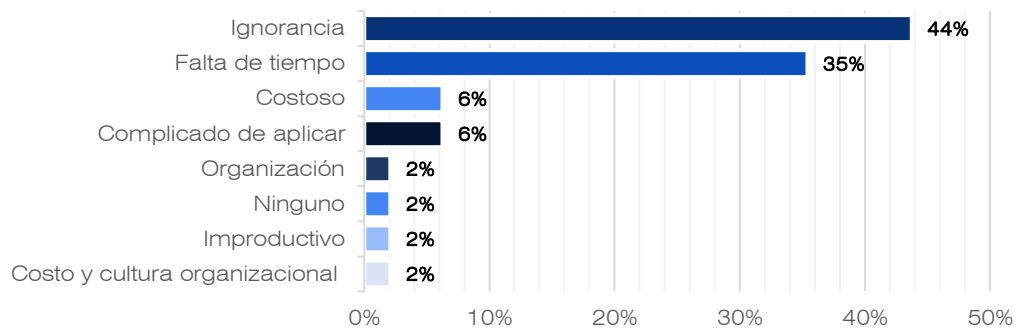


Gráfico 17, Resumen de Respuesta Pregunta 17.

Los dos factores más importantes para no implementar sistemas de control en los proyectos, son ignorancia y falta de tiempo. (Gráfico 17)

4.2.18 ¿Considera excesivo el tiempo y el dinero invertido en la implantación de un sistema de control de obra, contra el beneficio obtenido?

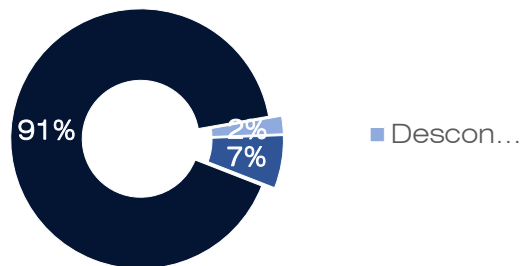


Gráfico 18, Resumen de Respuesta Pregunta 18.

El 91% de los encuestados coincide en que es totalmente redituable el tiempo y el dinero invertido en los sistemas de control, ya que el monto de inversión contra las mermas generadas al no emplear un sistema de control, es despreciable. (Gráfico 18)

4.2.19 ¿Qué puesto del proyecto considera responsable del control de obra? (Indique su nivel de responsabilidad donde 1 es poco responsable y 5 es muy responsable)

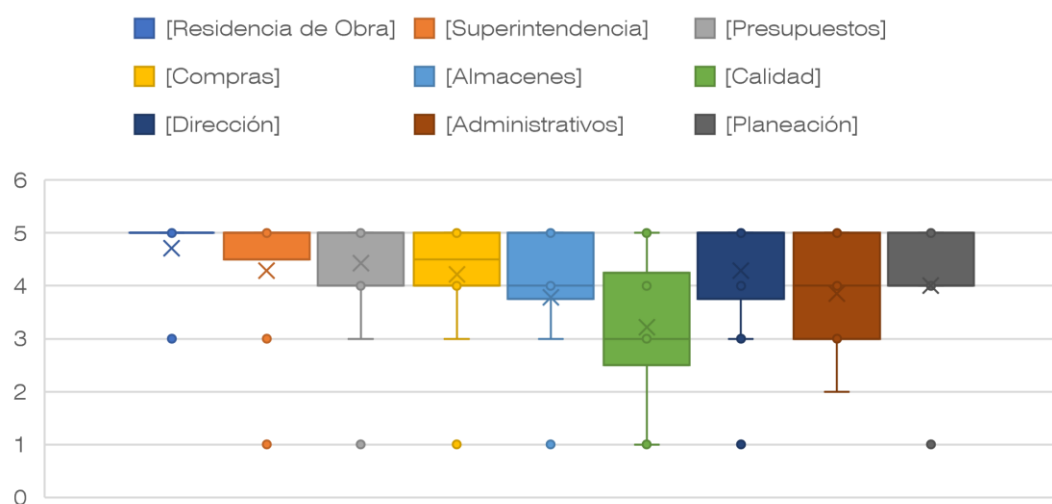


Gráfico 19, Resumen de Respuesta Pregunta 19.

Los tres puestos que encabezan la lista referente a la responsabilidad en los controles de obra son: Superintendencia, Planeación y Dirección, según las respuestas de los encuestados. (Gráfico 19)

Es muy importante saber que el personal que conforma la estructura jerárquica de un proyecto, se puede comparar con una cadena de metal, ya que es tan fuerte como su eslabón más débil, es decir, desde el personal de dirección hasta el personal de obra, todos los empleados desempeñan un papel importante, cada uno aporta su parte proporcional para que el control de obra fluya de manera correcta.

El señalar o cargar la responsabilidad a un solo puesto del proyecto, es algo equívoco, y sucede muy a menudo en los proyectos de construcción, ya que la responsabilidad la cargan en su totalidad a la residencia de obra, al departamento de precios unitarios, a compras, etc.

Como conclusión a este punto, debemos ser conscientes, como constructores, de que el control de obra no lo realiza una sola persona o departamento, sino el equipo completo que forma parte del proyecto.

4.2.20 ¿Está familiarizado con BIM como método de medición para el control de obra?

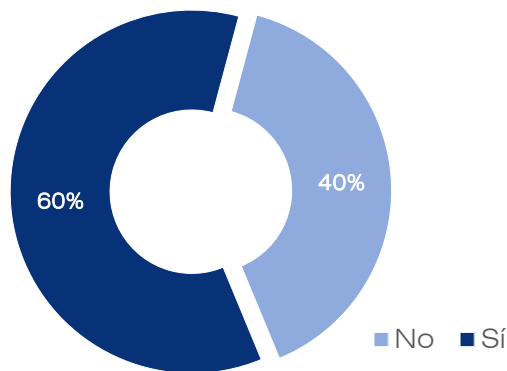


Gráfico 20, Resumen de Respuesta Pregunta 20.

Solo el 60% de los encuestados está familiarizado con la metodología BIM para la medición y control de proyectos, llama la atención que el 40% restante no conozca ni siquiera la herramienta. (Gráfico 20)

4.2.21 En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué tan familiarizado esta con las dimisiones de BIM para el control de obra:

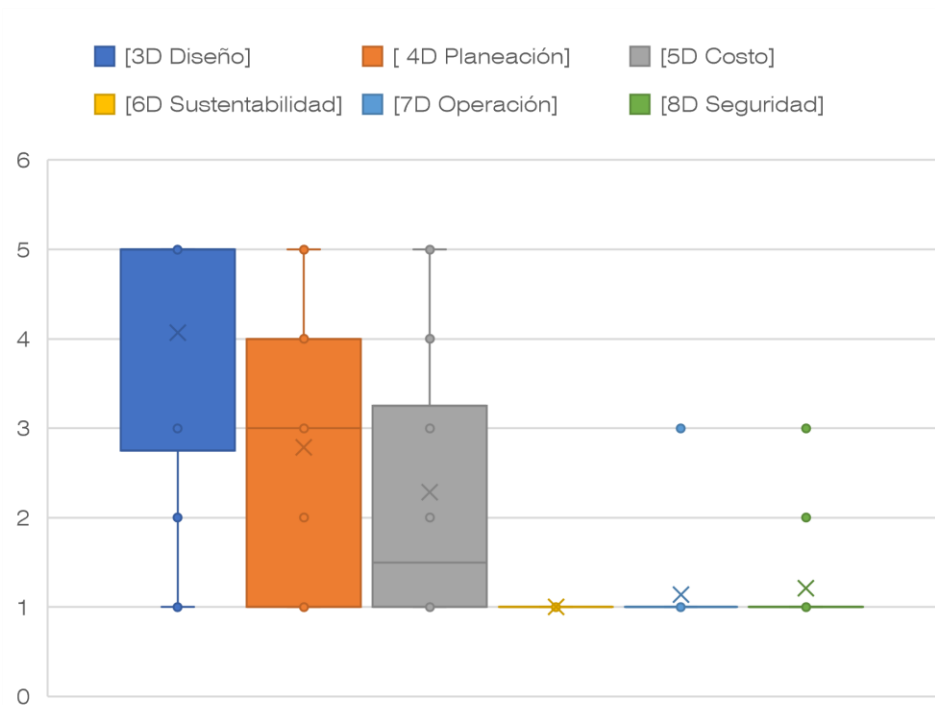


Gráfico 21, Resumen de Respuesta Pregunta 21.

Resulta evidente que, de acuerdo al poco conocimiento de la metodología BIM, la familiarización de los encuestados con dicha herramienta se centre en la dimensión más baja, la cual se limita solo al diseño 3D. (Gráfico 21)

El alcance de las herramientas BIM es el sueño de todo constructor, desafortunadamente, las complicaciones de implementación del propio sistema, dejan fuera de los proyectos de construcción esta herramienta.

4.2.22 En escala del 1 al 5, en donde 5 es muy alto y 1 muy bajo, ¿Qué importancia asignas a cada factor para la correcta implementación de BIM?

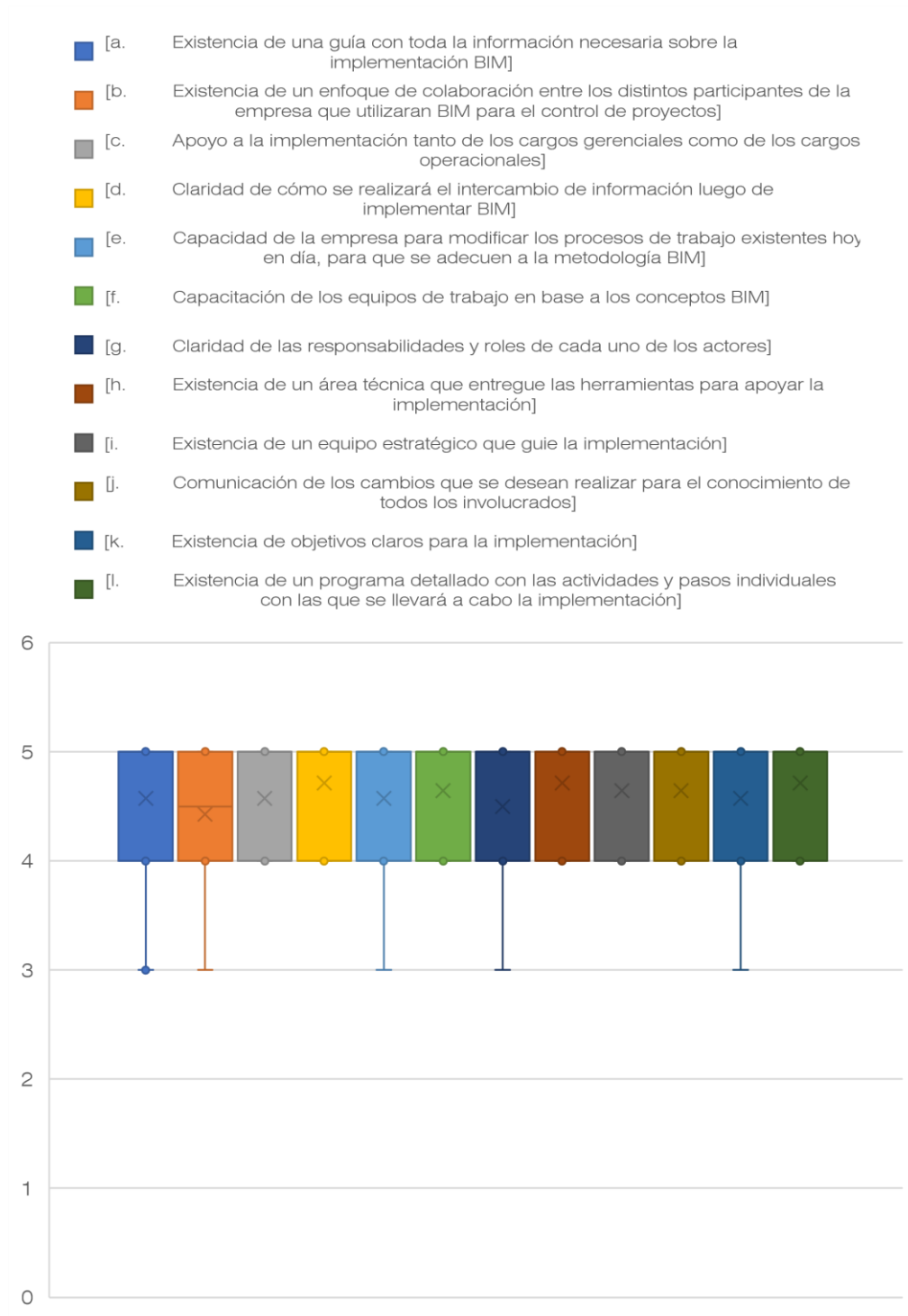


Gráfico 22, Resumen de Respuesta Pregunta 22.

La diferencia existente en el factor más importante y menos importante de los puntos referentes a la implantación de la metodología BIM, es despreciable, la realidad es que todos los factores deben de considerarse para la implementación, ya que funcionan de manera recíproca unos con otros. (Gráfico 22)

4.2.23 ¿Qué es la herramienta del “Valor Ganado” para el control de proyectos de construcción?

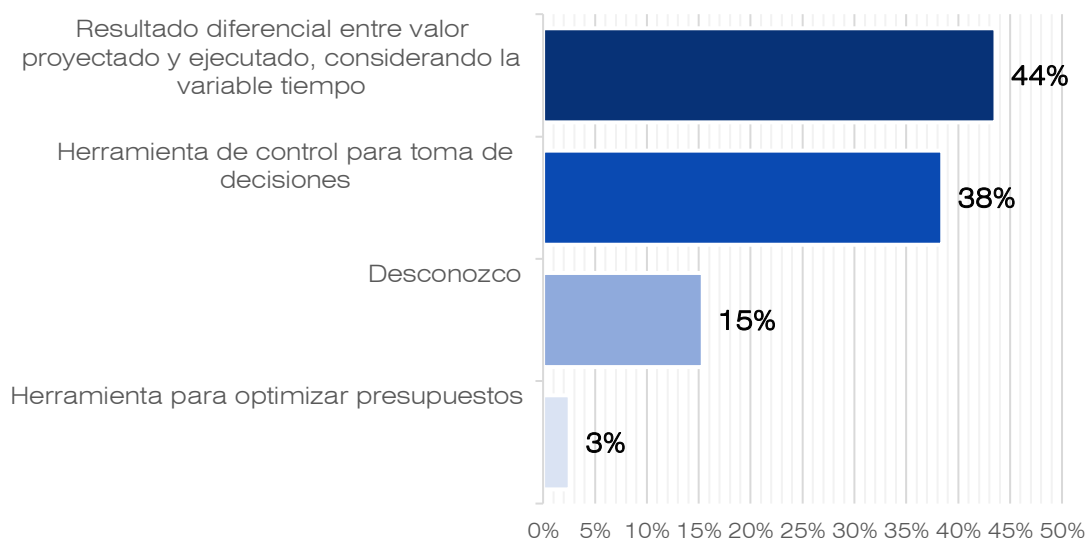


Gráfico 23, Resumen de Respuesta Pregunta 23.

El mayor porcentaje de los encuestados conoce la herramienta del Valor Ganado, la mitad de ellos mencionan que funciona para el control de los proyectos y ayuda en la toma de decisiones. La otra, hacen una descripción más detallada y coincide en que es el diferencial entre lo proyectado contra lo ejecutado dentro de una escala de tiempo. (Gráfico 23)

4.2.24 En escala del 5 al 1, en donde 5 es alto y 1 bajo, ¿Qué importancia asignas a cada característica de la herramienta del “Valor Ganado”?

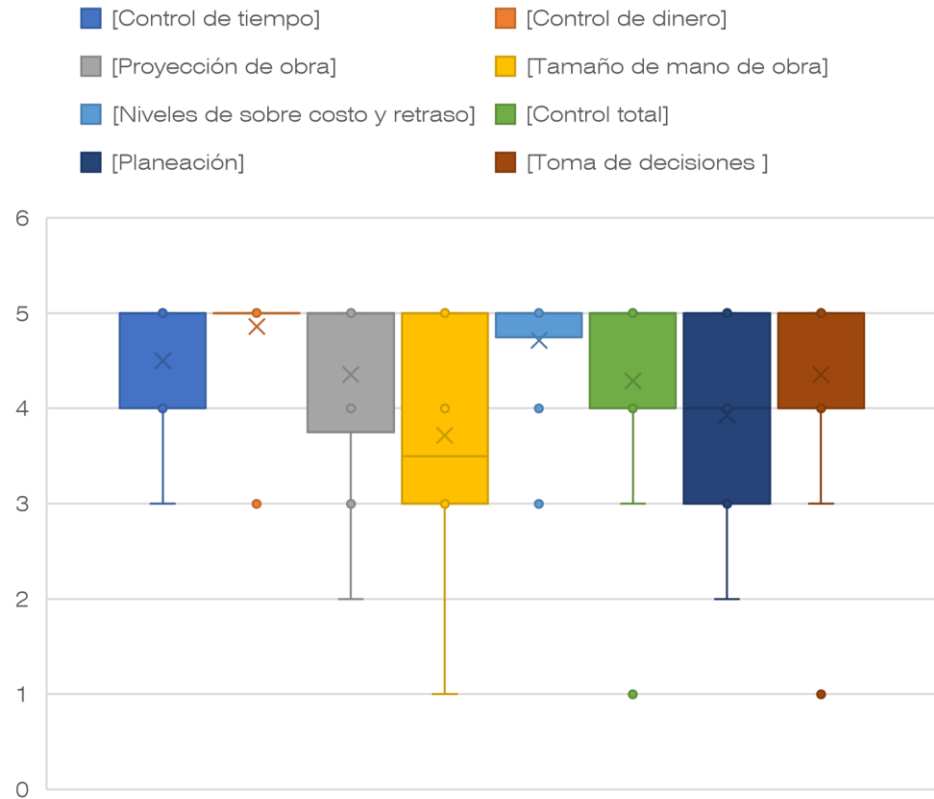


Gráfico 24, Resumen de Respuesta Pregunta 24.

La implementación de las herramientas de control, en este caso Valor Ganado, demuestra que su principal objetivo es controlar el dinero de la obra, no olvidemos que las empresas tienen como meta número uno maximizar su utilidad, es por ello que la mayoría de los encuestados encuentran como más importante el control del dinero en esta herramienta. (Gráfico 24)

4.2.25 Sabiendo que, para la implementación de la herramienta del “Valor Ganado” en un proyecto, solo se requiere el costo y el cronograma para su aplicación, ¿Lo implementarías como control de obra en los proyectos de tu empresa?

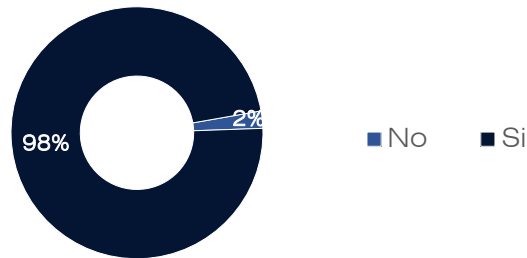


Gráfico 25, Resumen de Respuesta Pregunta 25.

La mayoría de los encuestados aplicaría esta herramienta sabiendo que solo necesita el costo del proyecto y el programa de obra para implementarla. (Gráfico 25)

4.2.26 ¿Qué piensa de que las herramientas de control de obra, ayuda a las empresas constructoras a generar mayor rentabilidad en los proyectos?

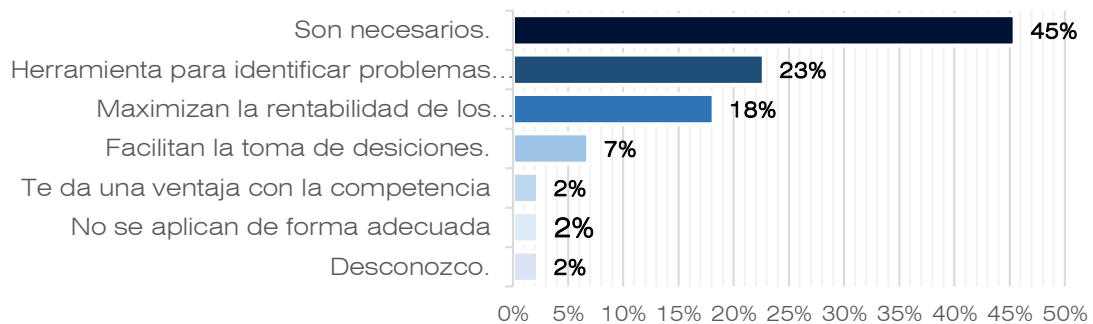


Gráfico 26, Resumen de Respuesta Pregunta 26.

Más del 90% de los encuestados tienen comentarios positivos sobre las herramientas de control, entre estos comentarios se menciona que ayudan a identificar problemas, maximizan las utilidades de los proyectos y facilitan la toma de decisiones. (Gráfico 26)

4.3 Análisis de objetivos

4.3.1 Determinar si la industria de la construcción utiliza herramientas de control de obra en sus proyectos.

Cierto, el 77% de las empresas constructoras analizadas en el presente trabajo de investigación, afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), utilizan herramientas de control en sus proyectos, basado al *Gráfico 10*, en el cual se muestra el porcentaje de empresas constructoras que implementan sistemas de control en sus proyectos.

4.3.2 Determinar cuáles son las herramientas de control más utilizadas, y la flexibilidad al cambio para optimizar procesos.

En base al *Gráfico 11*, Microsoft Excel es la herramienta para el control de proyectos más utilizada en las empresas constructoras analizadas, ocupando 53% de la muestra, seguido por los sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), los cuales ocupan el 29% de la muestra. Otros sistemas utilizados son el Valor Ganado y Microsoft Project.

4.3.3 Determinar cuáles son los factores que afectan el control y los proyectos de una forma adecuada.

En base al *Gráfico 17*, la ignorancia y la falta de tiempo son las causas principales del porqué las empresas constructoras no aplican herramientas de control en sus proyectos. Un porcentaje bajo de las constructoras analizadas opina que la implementación de herramientas de control en los proyectos resulta costoso y complicado de aplicar.

4.3.4 Establecer una metodología a partir de los factores y las herramientas de control, que ayude a optimizar la rentabilidad de los proyectos y de su economía.

En base a la metodología de control de obra descrita en el capítulo 3 de la presente tesis, realizamos una entrevista al director y representante legal de la empresa

“ISABELLA EDIFICACIONES, S.A. DE C.V.”, el Arq. Felipe Manuel Gómez Sebastián, con la finalidad de explicar dicha metodología paso a paso y escuchar sus comentarios sobre implementarla dentro de su empresa.

A continuación, se expone la entrevista realizada:

P/ ¿Cuál es su opinión sobre las herramientas de control de obra en los proyectos de construcción?

R/ Son instrumentos indispensables en la administración y control de las obras; aparte, nos marcan los parámetros del proyecto de forma tan específica y detallada como nosotros deseemos.

P/ ¿Actualmente, ISABELLA EDIFICACIONES S.A. de C.V. aplica herramientas para el control de los proyectos?

R/ Si, ISABELLA EDIFICACIONES S.A. de C.V. no inicia proyectos sin tenerlos previamente analizados en un programa de costos.

P/ ¿Qué herramientas o sistemas de control utilizan?

R/ Nuestro sistema lo dividimos en dos etapas, la primera el análisis de costos y la segunda el control presupuestal del proyecto durante el proceso de construcción. La herramienta empleada para el análisis de costos es (OPUS Modulo 1_Presupuesto Programable), en la cual se genera el catálogo de conceptos, el análisis de precios unitarios, se desarrolla el programa de obra que a su vez genera los programas de suministros de materiales, fuerza de trabajo y maquinaria.

La herramienta empleada para el control presupuestal durante la etapa de construcción se resume a dos programas, Microsoft Excel y Microsoft Project. En Excel se lleva el control presupuestal de los insumos generados en la etapa de análisis de costos. En Microsoft Project se controla el programa de obra y flujo de efectivo

P/ ¿En qué porcentaje cumplen la utilidad proyectada de las obras de construcción que realizan?

R/ En la mayoría de los casos se cumple con la utilidad proyectada. El porcentaje oscila entre 90-100%.

P/ Previo a la explicación de la metodología de control BIM, ¿Qué tan familiarizado está con dicha herramienta?

R/ Poco, lo que conozco sobre la metodología BIM se resume a diseño arquitectónico.

P/ ¿Qué beneficios identifica de dicha metodología?

R/ He escuchado de compañeros que puedes diseñar y presupuestar en paralelo, lo que se traduce en ahorro de tiempo. Actualmente trabajamos en un proyecto, el cual ha modificado por tercera ocasión su diseño por cuestiones de costo, lo que genera re trabajos en el cálculo de presupuesto.

P/ ¿Qué inconvenientes identifica de dicha metodología?

R/ Considero complicado el hecho de conjugar diseño, costo y planeación en un solo programa, por lo que el tiempo para desarrollar el proyecto con la metodología BIM puede resultar largo. Aparte, creo que, de no darse una buena planeación sobre el orden cronológico de los especialistas que participan en el desarrollo del proyecto, resultará una catástrofe.

Por último, no creo que se deba dejar de lado el programa de costos, ya que existen conceptos específicos que no se podrán analizar a detalle

P/ ¿Considera a corto o largo plazo la implementación de dicha metodología en ISABELLA EDIFICACIONES, S.A. de C.V.? ¿Por qué?

R/ Largo plazo, la realidad es que actualmente ISABELLA EDIFICACIONES, S.A. de C.V. no realiza proyectos ejecutivos, solo construye y ejecuta proyectos realizados por terceros, a la fecha no hemos tenido la experiencia de participar en algún proyecto que aplique esta metodología.

Para lograr emplear como sistema de control la metodología BIM en nuestra empresa, necesitaríamos hacer el proyecto ejecutivo en BIM, por cuenta propia, una vez asignado el proyecto, lo que generaría contratiempos con el inicio de obra.

4.3.5 Determinar si la aplicación adecuada de un control de obra en una empresa constructora, le ayuda a ser más productiva y a maximizar sus utilidades (Objetivo general).

Las herramientas o sistemas para control de obras son indispensables para todas las empresas que pretenden un crecimiento estructurado a corto, mediano y largo plazo. Con ellas, se establecen los parámetros base de los insumos que conforman el presupuesto del proyecto, permitiendo el ordenamiento de información, debido a que integra las áreas funcionales dentro del proyecto, concediendo el manejo total e integral de datos, facilitando la toma de decisiones, incrementando productividad y cumpliendo las metas proyectadas al inicio del proyecto.

Las herramientas de control comprueban si lo que sucede actualmente coincide con lo planeado, es decir, revisa lo erogado contra el avance de obra, traducido a términos monetarios.

Las herramientas de control nos ayudan a detectar, corregir y anticipar problemas en los proyectos de construcción. En los resultados de comparar lo erogado contra lo ejecutado, identificamos desviaciones en costo y tiempo, encontrando las causas, a fin de tomar decisiones correctivas ante el problema.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES

5.1 Introducción

Como resultado del presente trabajo de investigación se obtiene información referente a los sistemas y herramientas de control para proyectos en las empresas constructoras afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, en términos de aplicación, factores de cumplimiento e incumplimiento, frecuencia e importancia para la toma de decisiones, cuya finalidad es demostrar la hipótesis y los objetivos expuestos al principio de la presente tesis.

5.2 Análisis de hipótesis

La hipótesis de la presente tesis ***“El uso de herramientas de control de obra, ayuda a las empresas constructoras a generar mayor rentabilidad en los proyectos”***,

es *AFIRMATIVA*, ya que el 77% de las constructoras afiliadas a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción en México analizadas en el presente trabajo de investigación y que implementan herramientas de control de obra en sus procesos, cumplen entre un 75-100% la utilidad y tiempo proyectados inicialmente. El 23% de las constructoras restantes, que no implementan herramientas de control en sus procesos, cumplen en un 25-50% la utilidad y tiempo proyectados.

Los problemas y decisiones equívocas, que se presentan en los proyectos de construcción, se originan principalmente por la desinformación en el período inicial de los proyectos hasta su término, esto genera sobrecostos en la ejecución del proyecto, y la mejor manera de mitigar estos riesgos es con la aplicación de las herramientas de control.

Gracias a estas herramientas, es posible conocer en tiempo real el estatus de las obras en términos económicos y de tiempo, ya que dichas herramientas nos marcan los parámetros para cada proyecto.

5.3 Futuras líneas de investigación

La propuesta a futuras líneas de investigación:

- El análisis numérico de los beneficios con la implementación de herramientas de control en los procesos de construcción.
- La implementación de 4D y 5D BIM como control de obra.
- El uso de la metodología *AGILE* para el control de obra.

CAPÍTULO 6 BIBLIOGRAFÍA

Administración II_Equipo 9. (22 de 5 de 2012). *Admon2*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <http://admon2equipo9.blogspot.com/2012/05/10-control-de-obra.html>

Arellano Zauco, J. A. (1 de 3 de 2015). *Métodos de Administración y Control de Obra*. CDMX, México. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7314/TESINA.pdf?sequence=1>

Arqhys Construcción. (1 de 10 de 2020). *arqhys.com*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <https://www.arqhys.com/construccion/administracion-contrato.html>

Botero R., R. (1997). *Los Subcontratos de Construcción*. Medellín, Colombia.

Callejón, E. (18 de 11 de 2013). *e callejón*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <http://ecallejon.com/2013/11/18/gestion-en-el-ciclo-de-vida-de-un-proyecto-de-construccion/>

chile.cubica. (1 de 10 de 2009). *chilecubica.com*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <https://www.chilecubica.com/contratos-de-construccion/cl%20usulas-contrato-tipo/>

Chung, B. Y., Skibniewski, M. J., Lucas Jr., H. C., & kwak, Y. H. (Noviembre de 2008). Analyzing Enterprise Resource Planning System Implementation Success Factors in the Engineering–Construction Industry. *JOURNAL OF COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING* © ASCE, 373-374. doi:10.1061/(ASCE)0887-3801(2008)22:6(373)

Cueva del Ingeniero Civil. (30 de 6 de 2010). *cuevadelcivil.com*. Recuperado el 1 de 6 de 20, de <https://www.cuevadelcivil.com/2010/06/tipos-de-contratos-en-la-construccion.html>

EAE Business School. (14 de 5 de 2020). *EAE*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/>

Fayol, H. (1973). *Administración Industrial y General*. Buenos Aires: El Ateneo.

Fernández Núñez, L. (2007). *¿Cómo se elabora un cuestionario?* Barcelona: Universitat de Barcelona. Recuperado el 1 de 6 de 2020

- Fundación Laboral de la Construcción. (1 de 1 de 2020). *construmatica.com*. Recuperado el 1 de 10 de 2020, de https://www.construmatica.com/construpedia/Contrato_de_Obra:_Resumen
- Herrera Castellanos, M. (1 de 1 de 2011). *investigacionpediahr.files.wordpress.com/*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
- Ingcivil42. (12 de 6 de 2015). *PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS CIVILES*. Recuperado el 1 de 5 de 2020, de Ingcivil42: <https://ingcivil42.wordpress.com/2015/06/12/planificacion-y-programacion-de-obras-civiles/>
- inmoley. (14 de 10 de 2016). *inmoley.com*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <https://www.inmoley.com/NOTICIAS/1612345/2016-1-inmobiliario-urbanismo-vivienda/010-16-inmobiliario-013-26.html>
- Lean Construction Enterprise. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 35-38. Recuperado el 1 de 6 de 2020
- LOPSRM. (28 de 7 de 2010). *gob.mx*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LOPSRM.pdf
- Mockler, R. J. (1970). *Lecturas en Control de Gestión*. New York: Appleton Crofts.
- Pages, C., De Marcos, L., Martínez, J. J., & Gutiérrez, J. (2007). Definición de métricas de calidad en el proceso de parametrización de sistemas ERP. *Revista Aemes*, 4, 74-75. Recuperado el 1 de 6 de 2020
- Redacción Milformatos. (5 de 7 de 2018). *milformatos.com*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <https://milformatos.com/empresas-y-negocios/presupuesto-de-obra/>
- Rojas Robles, Y. N. (2016). *Método de Valor Ganado (EVM) para la gestión de proyectos, aplicados a los contratos de construcción*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro de Perú. Recuperado el 1 de 6 de 2020

Saldias Silva, R. O. (2020). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM*. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile. Recuperado el 1 de 6 de 2020

Vargas Eguinoa, C., & Lategana, J. (2015). La Evolución de la herramientas de control de gestión. *Revista Argentina de Investigación en Negocios*, 72.

Villalba, Á. (15 de 6 de 2018). *PREVERLAB*. Recuperado el 1 de 6 de 2020, de <http://www.preverlab.com/que-se-considera-obra-de-construccion-2/>