



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA



**“LA IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN
DE LA CONSTRUCCIÓN EN EMPRESAS
DE LA ZONA METROPOLITANA
DEL VALLE DE TOLUCA”**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:
IRWING EMANUEL ESQUIVEL PÉREZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. DAVID JOAQUÍN DELGADO HERNÁNDEZ**

TOLUCA, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“LA IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN EN EMPRESAS DE LA ZONA METROPOLITANA
DEL VALLE DE TOLUCA”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

IRWING EMANUEL ESQUIVEL PÉREZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. DAVID JOAQUÍN DELGADO HERNÁNDEZ

TOLUCA, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2025



Universidad Autónoma del Estado de México

DEPTO. DE EVALUACIÓN PROFESIONAL.

Oficio No.131/2025

Ciudad Universitaria, Toluca, México a 05 de noviembre de 2025

C. IRWING EMANUEL ESQUIVEL PÉREZ
PASANTE DE INGENIERÍA CIVIL
L DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
P R E S E N T E.

En respuesta a su solicitud, a continuación transcribo el tema aprobado por esta Dirección, que Usted propuso bajo la asesoría del **DR. DAVID JOAQUIN DELGADO HERNANDEZ**, con el fin de que lo desarrolle en la opción de **TESIS** le informo que se autoriza la impresión de su trabajo para presentar su Evaluación Profesional.

La importancia de la administración de la construcción en empresas de la Zona Metropolitana Del Valle de Toluca

Índice
Introducción
Capítulo 1. Problemáticas en la administración de obra
Capítulo 2. Herramientas para disminuir las problemáticas en la administración de obra
Capítulo 3. Building Information Modeling (BIM)
Capítulo 4. Valoración del uso continuo de herramientas que garantizan una buena administración de obra
Conclusiones
Bibliografía

Ruego a Usted tomar nota de que en cumplimiento a lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito indispensable para sustentar su Evaluación Profesional.

Asimismo, para la elaboración de la **TESIS** y demás trámites, deberá sujetarse a la reglamentación respectiva de esta Universidad.



ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2025, 195 Años de la Apertura del Instituto Literario en la Ciudad de Toluca".

DR. MARCELO ROMERO HUERTAS
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



ÍNDICE

Introducción	6
Planteamiento del problema	7
Justificación	7
Preguntas de investigación e hipótesis	8
Objetivo general	8
Alcances	9
Relevancia y originalidad	9
Metodología	10
Estructura de la tesis	10
Capítulo 1. Problemáticas en la administración de obra	
1.1 Introducción	11
1.2 Tipos de problemáticas en la administración de obra	12
1.3 Problemas administrativos	14
1.4 Problemas de calidad	17
1.5 Problemas de costos	19
1.6 Problemas técnicos	21
1.7 Problemas tecnológicos	23
1.8 Resumen	26

Capítulo 2. Herramientas para disminuir las problemáticas en la administración de obra

2.1 Introducción	27
2.2 Metodología Kaisen	28
2.3 Lean management	35
2.4 Metodología 5s	40
2.5 Software Workforce	45
2.6 Resumen	49

Capítulo 3. Building Information Modeling (BIM)

3.1 Precisión y consistencia	51
3.2 Facilitar la comunicación	52
3.3 BuildingSMART International	54
3.4 Dimensiones de BIM	55
3.5 Herramientas adicionales	56
3.6 Clash detection	58
3.7 Programas AEC	58
3.8 BIM Coordination and Collaboration	58
3.9 Resumen	62

Capítulo 4. Valoración del uso continuo de herramientas que garantizan una buena administración de obra

4.1 Introducción	63
4.2 Instrumento de recolección de información	63
4.3 Selección de la muestra	64
4.4 Perfil de la población encuestada	65
4.5 Recopilación de información	66
4.6 Resultados	66
4.7 Análisis estadístico de información	79
4.8 Resumen	84
Conclusiones	85
Bibliografía	87
Anexos	91
TABLAS	130
FIGURAS	130
GRÁFICOS	131

Introducción

El desarrollo económico de la sociedad depende de muchos factores, el ámbito de la construcción es sin duda alguna, uno de los más determinantes e influyentes debido a la cantidad de sectores económicos que participan en esta industria. Ciertamente, la industria de la construcción impacta de manera directa en el desarrollo de proyectos civiles, industriales, residenciales y comerciales; por esta razón, es indispensable que los proyectos sean ejecutados de la manera más eficaz posible. Sin embargo, existen diferentes problemas que algunas veces impiden que la obra se realice como se planeó desde un inicio; estos problemas se pueden agrupar de la siguiente manera: 1.) administrativos, 2.) de calidad, 3.) de costos, 4.) técnicos y 5.) tecnológicos. En la presente tesis, se investigará la información más relevante de dichos problemas, las herramientas para disminuir sus efectos dentro del tiempo de ejecución de obra y finalmente, la importancia de una BUENA administración de obra.

El éxito que se espera obtener al finalizar y entregar una obra comúnmente es afectado por estos problemas y debido a que no se cumplen los objetivos establecidos por Chamoun (2002), los cuales son: a.) entregar el proyecto a tiempo, b.) con calidad y c.) dentro del presupuesto. Estos criterios podrán parecer que dependen exclusivamente del desempeño en la ejecución del proyecto, pero no es así, también influye en gran manera la administración de obra y las decisiones que se toman “en oficina” como se dice coloquialmente.

Planteamiento del problema

Cuando hablamos de empresas constructoras, siempre pensamos en aspectos relacionados con la ejecución de la obra, sin considerar que la administración de esta, puede ser el factor determinante entre concluir de manera exitosa un proyecto o simplemente no cumplir con las expectativas establecidas por el cliente. La administración de la construcción puede convertirse en una herramienta de apoyo o en un obstáculo si es que no se aplica correctamente a lo largo de la ejecución del proyecto.

Por tal razón, el presente trabajo deberá detectar, analizar y afrontar las posibles problemáticas que surgen debido a la deficiente administración de obra y proponer herramientas que ayuden a la disminución de efectos negativos en cuestiones de calidad, de costos, técnicas y tecnológicas.

Justificación

Una parte fundamental de cualquier obra es la relación costo/tiempo; nosotros como ingenieros nos centramos en los procesos constructivos, dejando de lado la cuestión administrativa olvidando que un aspecto depende directamente del buen desarrollo del otro.

En campo, la ejecución de la obra puede estar desarrollándose de manera adecuada conforme al cronograma de actividades, sin embargo, si la parte administrativa se ve desfasada puede llegar a puntos críticos que ocasionen la suspensión de la construcción y, por lo tanto, no cumplir con las metas y cláusulas establecidas con el cliente.

Preguntas de investigación e hipótesis

- ¿Cuáles son los principales problemas administrativos que enfrentan las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca?
- ¿Qué herramientas se utilizan con mayor frecuencia para prevenir y reducir los problemas administrativos en las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca?, y
- ¿Qué nivel de conciencia y conocimiento tienen las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca sobre los beneficios que brinda la utilización de BIM en la administración de obra?

Con base en estas preguntas, se plantea la hipótesis para el trabajo de investigación:

En las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca el uso de BIM (Building Information Modeling) impacta principalmente en la reducción de costos en los trabajos de diseño (oficina) y en la ejecución de la construcción (campo) del proyecto, con respecto a las prácticas tradicionales.

Objetivo general

Este proyecto de investigación tiene como objetivo principal identificar las áreas que presentan mayor frecuencia de problemas administrativos en la práctica diaria y analizar los beneficios e importancia de la utilización de BIM (Building Information Modeling); esta información se obtendrá mediante el diagnóstico y aplicación de un instrumento de recolección de datos aplicado a una muestra de empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca.

Alcance

El trabajo de investigación tiene la intención de identificar si las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca identifican los beneficios obtenidos por el uso de BIM (Building Information Modeling) y determinar mediante el instrumento de recolección de datos si las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca tienen conocimiento de las herramientas existentes para la prevención de problemas administrativos.

Relevancia y originalidad

Este trabajo de investigación busca beneficiar a las empresas de la industria de la construcción mediante la enseñanza de nuevos aspectos y herramientas que permitan una mayor eficiencia dentro del aspecto administrativo de obra. En la actualidad, la industria de la construcción está en evolución y cambio constante debido a las nuevas tecnologías implementadas en el día a día laboral, sin embargo, siempre se debe mantener la calidad del trabajo, finalizar el proyecto dentro del tiempo y presupuesto establecido con el cliente (Chamoun, 2002).

La originalidad del presente trabajo radica en la identificación de los problemas más comunes dentro de la industria de la construcción y la relación que tienen con la deficiente administración de obra, lo que ocasiona pérdidas monetarias, pérdidas de futuras oportunidades laborales y mala reputación para la constructora. Igualmente, el uso de un instrumento de recolección de datos permite que las empresas de la zona metropolitana Del Valle de Toluca conozcan sus deficiencias y fortalezas, lo cual ayudará a atacar de manera directa los problemas presentes en su desempeño laboral y así, mejorar en la realización de proyectos futuros.

Metodología

Primeramente, se realiza la búsqueda y revisión de literatura referente a los problemas más comunes dentro de la industria de la construcción (administrativos, de calidad, de costos, técnicos y tecnológicos) para posteriormente, identificar la relación que hay entre los problemas y la administración de obra.

Acto seguido, se desarrolla el marco teórico del proyecto para poder diferenciar las problemáticas administrativas de las problemáticas técnicas y prácticas vividas en campo. Proseguimos con la revisión de las herramientas existentes para facilitar la administración de obra y así, poder profundizar en la importancia del aspecto administrativo dentro de la industria de la construcción.

Finalmente, se elabora y aplica el instrumento de recolección de información a una muestra de empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca para obtener de manera cuantitativa las fortalezas y debilidades administrativas existentes. Analizar los resultados obtenidos y mostrar un resumen mediante la implementación de tablas y gráficos para así, poder emitir conclusiones acerca del tema de investigación y posibles acciones a tomar para contrarrestar los efectos negativos de una mala administración de obra.

Estructura de la tesis

La investigación se compone de cuatro capítulos; el primero consta en la descripción general del tema, el análisis y desarrollo de los problemas que enfrentan las empresas constructoras. El segundo, presenta las herramientas más utilizadas dentro de la administración de la construcción y la manera en que ayudan a disminuir los efectos que tienen los problemas dentro del desarrollo de obra. En el tercer capítulo, se hace énfasis en la importancia de una buena administración de obra mediante la implementación y utilización de BIM. Finalmente, el capítulo cuarto muestra el instrumento de recolección y los resultados obtenidos por su aplicación en las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca.

Capítulo 1. Problemáticas en la administración de obra

1.1 Introducción

La industria de la construcción tiene requisitos estrictos y complejos debido a la cantidad de empresas constructoras que hay en la actualidad; es por esto por lo que pequeños detalles son los determinantes para el cliente al momento de elegir una constructora u otra. A lo largo del tiempo, la práctica diaria de la construcción ha evolucionado en conceptos, teorías, herramientas y procesos que resultan en el cumplimiento de objetivos y a su vez, la adaptación de las empresas al constante cambio de esta industria.

La ingeniería civil busca que además de una correcta ejecución de proyectos, se cumplan los objetivos al momento de administrarlos; esto quiere decir que si no se tienen buenas bases administrativas, es muy probable que a lo largo de la vida del proyecto, nos encontremos con problemas como el incumplimiento en los tiempos de entrega del proyecto, desfases en el presupuesto establecido y problemas con la ejecución de los procesos constructivos necesarios para desarrollar la obra en cuestión (Rudeli, 2018).

Un aspecto muy importante dentro de la administración de la construcción es la accesibilidad de recursos para poder ejecutar la obra; este aspecto va de la mano con la facilidad económica que se tiene para el desarrollo del proyecto, las herramientas y tecnologías utilizadas dentro de la empresa para poder garantizar la entrega en tiempo y forma del proyecto, cumplir con el presupuesto establecido y mantener la calidad del trabajo (Chamoun, 2002).

Es fundamental mencionar que esta industria es uno de los motores económicos principales dentro de la sociedad y se necesita buscar la manera en que se obtengan la mayor cantidad de beneficios y la menor cantidad de obstáculos para el desarrollo diario de los proyectos (Domínguez, 2012). Es por esto que a lo largo del presente proyecto de investigación, se analizarán mediante la literatura existente, las diferentes problemáticas presentes dentro de la industria de la

construcción y las herramientas que nos permiten reducir al mínimo los efectos negativos causados a lo largo de las obras realizadas.

1.2 Tipos de problemáticas en la administración de obra

La industria de la construcción no es únicamente el desarrollo de procesos constructivos y entrega de proyectos, es indispensable una buena administración de obra para que se puedan cumplir los objetivos establecidos antes, durante y después de la ejecución de obra. Por esta razón es que se debe realizar una planificación detallada de las actividades, objetivos y especificaciones a cumplir durante la ejecución de obra (Delgado, 2008).

Generalizando un poco, se puede inferir con base en la literatura presentada por Delgado (2008) que las empresas constructoras realizan una planificación detallada en escasas ocasiones debido a la falta de aplicación de herramientas especializadas en la buena administración de obra; sumado a esto, en la práctica diaria se puede observar que independientemente de la conciencia que existe sobre este concepto y los beneficios obtenidos por su aplicación, algunas veces se omite por completo a la hora de la ejecución de proyectos.

Sin embargo, se puede realizar de manera exitosa una planeación de proyecto pero si no se lleva a cabo una buena supervisión de obra (Solís, 2004), se pueden presentar problemas durante la ejecución de la construcción que influyan en el desarrollo del plan y terminen por ocasionar pérdidas económicas para el cliente y para la constructora.

Habiendo dado un poco de contexto sobre las problemáticas existentes en la industria de la construcción, a continuación la Tabla 1. presentará los problemas establecidos por Lesur (2011).

Problemas en la administración de obra	Administrativos	Almacenamiento
		Legales
		Manejo de personal
		Organización
		Programación
	De calidad	Seguridad e higiene
		Herramienta y equipo
		Información
		Mano de obra
		Materiales
	De costos	Procesos
		Daños
		Desperdicios
		Errores y equivocaciones
		Extravíos y pérdidas
	Técnicos	Gastos imprevistos
		Especificaciones
		Estructura
		Instalaciones
		Materiales
Planos		
Tecnológicos	Procesos constructivos	
	Dificultad con digitalización de procesos	
	Elevación en costos	
	Falta de implementación de nuevas tecnologías	
	Mala capacitación	
	Problemas en implementación de BIM	

Tabla 1. Problemas en la administración de obra (elaboración propia)

1.3 Problemas administrativos

Los problemas administrativos son aquellas cuestiones que diariamente se manifiestan en la industria de la construcción y lamentablemente, son los que más se omiten. Esta desatención, ocasiona que las demás problemáticas obstruyan el desarrollo de la obra y así, generar más problemas de los que había inicialmente.

Los asuntos administrativos están conformados por dificultades presentes en trabajos de oficina y campo; estos están distribuidos en 6 categorías generales expuestas por Lesur (2011).

1. Almacenamiento
2. Legales
3. Manejo de personal
4. Organización
5. Programación
6. Seguridad e higiene

Almacenamiento

Los problemas relacionados al almacenamiento afectan herramientas, equipo, materiales, maquinaria y cualquier cosa que permanezca en obra; el espacio de almacenamiento es diferente para cada situación, hay materiales que es necesario mantenerlos dentro de una bodega para evitar su deterioro por el clima, dejarlos resguardados dentro de la obra para facilitar su utilización y optimizar en acarreos y demás ejemplos.

Con base en lo presentado por Camino (2017), existen diferentes herramientas que nos pueden ayudar a contrarrestar los efectos por un mal almacenamiento de materiales. Esta herramienta se llama “Metodología 5s” la cual consiste en la clasificación del material, ordenar el material, limpiar el material, estandarizar el material y ser disciplinado con esta metodología.

Legales

Los problemas legales comúnmente suceden previo al desarrollo de obra ya que si se comenten errores al momento de ingresar alguna documentación, las dependencias correspondientes no permitirán que el proyecto se lleve a cabo; esto no quiere decir que estemos exentos de presentar problemas legales durante la ejecución de trabajos, al contrario, es habitual que durante la vida del proyecto, sea necesario realizar trámites no planeados en el proyecto ejecutivo y por diversos factores como el tiempo o el presupuesto, no se tomen las precauciones necesarias para ingresar la documentación en tiempo y forma y se deba detener momentáneamente la obra.

La industria de la construcción va de la mano con las leyes y normas existentes ya que, como González (2008) expone, se tiene una gran responsabilidad civil tras la ejecución de un proyecto; es por esto por lo que las cuestiones legales son revisadas por un organismo gubernamental para garantizar que los posibles riesgos generados por una omisión legal bajen al mínimo.

Manejo de personal

El personal de trabajo es un pilar fundamental dentro de la industria de la construcción ya que independientemente de que las personas realicen un trabajo de oficina o de campo, es necesario asegurar la obtención de resultados exitosos porque de no ser así, las problemáticas se verían reflejadas en aspectos como los materiales, herramientas, equipo, maquinaria y cuestiones administrativas que no están físicamente en obra pero perjudican en el producto final.

Existen procesos dentro de la industria de la construcción que deben ser realizados por personal especializado ya que implican conocimientos, técnicas o herramientas exclusivas, que si son ejecutadas sin los requerimientos necesarios, ocasionarían problemas económicos, desperdicios, tiempo perdido y cuestiones administrativas que podrían llegar en casos extremos a terminar con el proyecto.

Organización

El aspecto organizacional está directamente relacionado con el personal obrero, los materiales utilizados en la obra, documentación legal y el ámbito administrativo; es por esto por lo que un fallo de organización se verá reflejado en todas las etapas del proyecto. Sin embargo, la identificación de esta problemática no es tan sencilla como parece; esto debido a que para poder descubrir el origen del problema, es necesario una correcta comunicación entre los encargados de la supervisión del proyecto y los demás agentes activos de la obra.

En el Estado de México, Delgado (2010) realizó un análisis de los aspectos que son considerados en la práctica diaria y llegó a la conclusión de que hay cuatro conceptos generales determinantes de una buena organización de obra: 1) Planeación, 2) Sistemas de información, 3) Contratación y 4) Reglamentos. Añadido a esto, la investigación mostro una deficiencia en los sistemas de información; esto nos brinda un escenario de oportunidad para la implementación de herramientas tecnológicas que nos permitan planificar de manera adecuada los tiempos de desarrollo del proyecto.

Programación

Para poder cumplir con los objetivos generales de cualquier obra (entrega en tiempo, forma y dentro del presupuesto establecido), es necesario realizar una planificación exhaustiva de todas las tareas que se deben realizar a lo largo del tiempo de ejecución del proyecto. Para esto, existen diferentes metodologías que facilitan la organización, planificación, agrupación y asignación de trabajos necesarios para la entrega final de un proyecto.

Delgado (2008) expone que es necesario definir bien las etapas por las que el proyecto deberá pasar para poder cumplir con las expectativas del cliente y entregar un producto final con la mejor calidad posible; es por esto por lo que existen diferentes herramientas de apoyo para facilitar la programación de tareas y verificar que se estén llevando a cabo de manera eficiente y correcta.

Seguridad e higiene

Dentro de la industria de la construcción, es indispensable cumplir con todas las reglamentaciones de seguridad e higiene ya que son aspectos de vital importancia para el desarrollo y ejecución de trabajos en la obra; de no ser así, se podrían generar accidentes de diferentes magnitudes las cuales pueden llegar hasta límites fatales debido a la peligrosidad de trabajos realizados en el proyecto.

La norma “NOM-031-STPS-2011” está enfocada en las condiciones de seguridad y salud en trabajos de construcción y establece que se debe de implementar un Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST), capacitación constante del personal obrero y contar con el equipamiento necesario para la manipulación y uso de maquinaria, herramientas y equipo.

1.4 Problemas de calidad

La industria de la construcción enfrenta problemas de calidad debido a diversos factores que ocasionan pérdidas económicas, incumplimiento de estándares de calidad, baja eficiencia de los trabajadores y problemas con el cliente al momento de la entrega final del proyecto. Es importante mencionar que para que se tengan problemas de calidad, deben estar involucrados diferentes agentes de la empresa en conjunto con una deficiencia en la ejecución de trabajos.

Con base en un estudio realizado por Delgado y Garduño (2012), la industria de la construcción sufre problemas de calidad debido a la deficiencia que existe en los siguientes componentes de obra:

- Herramienta y equipo
- Información
- Mano de obra
- Materiales
- Procesos

Dicha investigación, menciona que los problemas de calidad son ocasionados principalmente por estos ámbitos de la construcción y la influencia que tienen en el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, la falta de información sobre cuestiones relevantes del proyecto como: tiempos de entrega, presupuestos, procesos constructivos, distribución y asignación de tareas, generan dificultades dentro del personal de trabajo, las herramientas y equipo del que deberán hacer uso, los materiales utilizados en campo y la ejecución de los procesos necesarios para llevar a cabo la obra.

El uso inadecuado, deficiente o selección incorrecta de herramientas y equipo para la realización de alguna actividad constructiva, puede tener un impacto negativo en la calidad de los trabajos ejecutados. Por ejemplo, una máquina que lleva tiempo sin recibir mantenimiento ocasiona trabajos mal hechos y por ende, problemas económicos. De igual manera, la falta de equipos especializados para tareas específicas puede derivar en suspensión de tareas o que sean ejecutados con equipo que no es, lo cual afectará el estándar de calidad que se debe mantener.

La carencia de información precisa, clara y completa es una de las principales causas de problemas en obra. La ausencia de planos actualizados, especificaciones técnicas incompletas o la falta de comunicación entre las partes activas del proyecto pueden provocar dificultades en mantener el ritmo de trabajo dentro de la obra. Todo esto genera incumplimiento de normas y la obligación de hacer trabajos una y otra vez hasta que se cumplan las necesidades del proyecto.

El profesionalismo del personal que ejecuta las actividades constructivas de un proyecto es determinante para el éxito del proyecto. La falta de capacitación, experiencia y conocimiento, pueden generar errores durante la vida de la obra; de igual forma, es importante la implementación de programas y herramientas que permitan llevar un control de reclutamiento para poder tener acceso al personal más capacitado posible y así, tener proyectos con mejores infraestructuras.

El empleo de materiales inadecuados, de baja calidad o en condiciones deficientes de resguardo son algunos aspectos que influyen en complicaciones dentro de la construcción. Factores como el incorrecto almacenamiento, la exposición prolongada del material a la intemperie, la manipulación inadecuada por parte del personal obrero y su deficiente movilidad dentro y fuera de la obra afectan sus propiedades y su desempeño de funcionamiento dentro de la infraestructura. Además, la obtención de materiales con menor calidad, a menor precio y sin considerar si sus características cumplen con lo establecido en reglamentos y normas técnicas.

Los errores de procesos se ven reflejados dentro de la planificación, control y ejecución de los procesos constructivos, los cuales impactan directamente en la calidad final del proyecto. La falta de protocolos detallados, la omisión de pruebas de control de calidad y la intermitencia de tiempos dentro de los procesos y materiales que requieren procesos determinados (fraguado, curado o secado de concreto). Si no se cumplen con estas características básicas, es necesario la implementación de metodologías de control y supervisión constante del personal de trabajo para rectificar que todo se esté ejecutando de la mejor manera posible.

1.5 Problemas de costos

La industria de la construcción es una industria que está compuesta por diversos factores económicos, lo cual significa que si algún sector está fallando, se pueden generar diversas dificultades para llevar a cabo el proyecto. La construcción es una actividad que está presente en la sociedad desde sus inicios y a pesar del paso del tiempo y las modificaciones que se han ido presentando, el único factor que sigue siendo constante y presente, es el factor económico.

Existen diferentes causas que ocasionan pérdidas económicas durante la ejecución de los trabajos en obra, estos van desde daños a herramientas y equipo de trabajo, desperdicios excesivos en materiales, errores y equivocaciones en procesos

constructivos, extravíos y pérdidas de equipo o materiales y gastos imprevistos por cuestiones ajenas al plan de proyecto (Lesur, 2011).

Los daños normalmente se generan a partir del mal manejo de materiales y su deficiente cuidado; estas cuestiones se ven reflejadas en el deterioro de los materiales y la rapidez con la que comienzan a presentar daños físicos, estructurales o estéticos. Al final del día, estos inconvenientes deben ser atendidos por el residente de obra, algo que fácilmente se pudo prevenir si se tuviera un plan adecuado de proyecto y el resguardo adecuado de los materiales utilizados en el proyecto.

Dentro de la industria de la construcción, es sumamente común la presencia de desperdicios; el problema aquí es que algunas veces se llega al punto donde no se tiene control suficiente con las cantidades desperdiciadas y las pérdidas económicas ocasionadas por este problema son gigantescas. Es por esta razón por la cual es necesario que todas las personas involucradas en la ejecución y supervisión del proyecto realicen un trabajo de manera eficiente y sobre todo consciente, para así, poder garantizar que los materiales utilizados en la obra se están aprovechando en su máxima capacidad.

Los errores en el diseño, la ejecución y la gestión del proyecto generan costos adicionales a los establecidos en el presupuesto autorizado, esto debido a la necesidad de buscar soluciones y correcciones a las dificultades imprevistas presentadas en la obra. Existen factores que agravan las pérdidas económicas cotidianas como la falta de comunicación y organización dentro de la obra, falta de personal capacitado para interpretación de planos y ejecución de trabajos constructivos y falta de implementación de herramientas digitales para la facilitación de administración de obra.

Dentro de la industria de la construcción, es común encontrarnos en situaciones donde el mal manejo y administración de herramientas y materiales que se dejan en obra, generan robos, extravíos y pérdidas que se verán reflejadas en los costos de operación del proyecto. La carencia de un adecuado control de inventarios y medidas de seguridad en la obra pueden provocar que los recursos materiales se pierdan o sean robados por agentes externos al proyecto. Para poder tener un mayor control de estas situaciones, es indispensable la implementación de sistemas de seguridad para los momentos donde no hay personal físico en campo.

Los costos imprevistos pueden originarse por factores externos como cambios en regulaciones, aumento en el precio de los materiales, condiciones climáticas adversas o dificultades con proveedores o subcontratistas; aunque estas situaciones son comunes dentro del ámbito laboral, es difícil prever todas las posibles eventualidades por las que un proyecto puede pasar y por esta razón se deben implementar planes financieros específicos para gastos imprevistos y también, crear un fondo económico exclusivo para tratar de minimizar el impacto económico que un gasto imprevisto puede causar dentro del proyecto y dentro del presupuesto de obra.

1.6 Problemas técnicos

La industria de la construcción enfrenta diversos problemas técnicos que afectan la calidad, seguridad y funcionalidad del proyecto realizado, estos problemas se ven reflejados antes, durante y después de terminada la obra. Los problemas técnicos más comunes presentes en la construcción son: a) Problemas con especificaciones, b) Problemas estructurales, c) Problemas con instalaciones, d) Problemas con materiales, e) Problemas con planos y f) Problemas con procesos constructivos.

Los problemas relacionados con las especificaciones de obra surgen a partir del incumplimiento de procedimientos constructivos, materiales y estándares de calidad; de igual manera, pueden estar relacionados con especificaciones

reglamentarias o de normatividad. Dichas complicaciones pueden comenzar desde una mala planificación de proyecto hasta una mala praxis en la construcción.

Los problemas estructurales impactan directamente en la seguridad y estabilidad de la obra, lo cual es sumamente perjudicial para la sociedad debido a la gran responsabilidad que conlleva la realización de proyectos constructivos; dichas complicaciones son debido a cálculos incorrectos, omisión de normatividad o baja calidad en los materiales utilizados en la construcción.

Las fallas en los sistemas eléctricos, hidráulicos, sanitarios o de gas, son extremadamente peligrosos y se deben tener las precauciones necesarias para poder realizar la instalación de dichos servicios mediante el equipo necesario para su correcta manipulación; para esto, es necesario contar con especialistas en los trabajos que serán realizados para así, poder prevenir que se generen dificultades debido a la falta de conocimientos y experiencia en el sistema a instalar.

Garantizar la calidad de los materiales es indispensable dentro de la labor que la empresa constructora debe cumplir, debido a que una falla puede ocasionar problemas estructurales, constructivos y en la reducción de la vida útil del proyecto debido a que un material defectuoso puede llegar a reducir la funcionalidad de la obra de manera significativa.

El diseño y la realización de planos es el primer paso para el desarrollo constructivo de un proyecto, es por esto por lo que es necesario que se tenga toda la información detallada del proyecto para poder trabajar de manera adecuada ya que dificultades con cualquier plano, ocasiona problemas en la ejecución de trabajos y pérdidas económicas importantes por todo lo que lleva detrás un mal proceso constructivo.

Finalmente, las equivocaciones con cuestiones constructivas siempre serán dificultades evitables siempre y cuando todos los agentes activos del proyecto estén trabajando de manera adecuada en sus tareas correspondientes; de no ser así, la cantidad de problemas que surgirán en la obra, podrían poner en riesgo el éxito del

proyecto y pérdidas económicas considerables para el cliente y para la empresa constructora.

Estas problemáticas comienzan desde la fase de diseño y planeación del proyecto hasta la entrega del proyecto y su posterior mantenimiento; por consiguiente, es normal más no correcto que se presenten pérdidas económicas importantes desde los inicios del proyecto. Chitkara (2014), nos presenta las diferentes alternativas que podemos implementar desde la planificación del proyecto hasta su ejecución en el día a día.

Las diferentes herramientas que podemos utilizar de manera administrativa (BIM, KPI, QFD, etc.), nos permiten conocer nuestras debilidades y fortalezas a lo largo de la vida del proyecto debido a los diferentes aspectos que analiza y evalúa; dichas herramientas nos ayudan a conocer nuestro rendimiento dentro de la construcción, eficiencia con el cumplimiento de tiempos de construcción, correcta ejecución de procesos constructivos y otros aspectos que están directamente relacionados con la entrega y elaboración del proyecto.

1.7 Problemas tecnológicos

Los problemas tecnológicos que se viven dentro de la industria de la construcción son aquellos que están relacionados con la ejecución de obra y el uso de alguna herramienta tecnológica para la elaboración de planes de desarrollo, planos, análisis de costos, cuestiones económicas o algún aspecto que necesite de la implementación de la tecnología para buscar una mayor eficiencia y rendimiento para la mejora de resultados.

Algunos problemas tecnológicos que podemos encontrar dentro de la industria de la construcción son: 1) Dificultades con la digitalización de procesos, 2) Elevación en costos, 3) Falta de implementación de nuevas tecnologías, 4) Mala capacitación y 5) Problemas en la implementación del “BIM”. La digitalización de procesos es una cuestión fundamental dentro de la industria de la construcción actual debido a que conforme el paso del tiempo, las actividades realizadas dentro de una obra

deben ir evolucionando y no necesariamente con el cambio en la manera de construir, pero si en la manera de buscar la mayor relación calidad/tiempo y para eso está la tecnología, para facilitar las cosas y ayudarnos a buscar la mejor manera de realizar las actividades necesarias para finalizar el proyecto.

La digitalización de procesos dentro de la industria de la construcción es un reto para muchas empresas constructoras debido a la resistencia al cambio, la falta de infraestructura adecuada y la poca integración de sistemas al día laboral; muchas empresas siguen realizando tareas de manera manual (gestión de documentación, planificación y control de costos, etc.), lo que genera ineficiencias en el desarrollo del proyecto.

La adopción de nuevas tecnologías en la industria de la construcción suele implicar un alto costo de inversión debido a que es necesario inversiones en obtención de softwares, hardware y capacitación del personal; muchas veces las empresas constructoras encuentran difícil satisfacer la necesidad de conseguir estas herramientas pero en un futuro las facilidades brindadas por el uso de los softwares de construcción y dibujo, se ven amortizados y es cuando finalmente se comienza a ver un beneficio económico por la implementación de nuevas tecnologías.

A pesar de los avances tecnológicos actuales en herramientas que facilitan algunas actividades relacionadas al diseño (modelado 3D, recorridos virtuales, inteligencia artificial, etc.), muchas empresas constructoras continúan utilizando herramientas y metodologías tradicionales para realizar tareas básicas dentro del ámbito de la construcción. Esto se debe en gran parte a la falta de información sobre los beneficios de la implementación de estas tecnologías y la falta de reglamentos o normativas que impulsen el uso de estas herramientas para tratar de minimizar al mínimo errores humanos en cuestiones de diseño o planeación de proyectos.

El uso eficiente de tecnologías dentro de la industria de la construcción requiere personal capacitado en su totalidad para el correcto manejo y aplicación de softwares de trabajo. Sin embargo, muchas empresas constructoras no invierten lo necesario en la formación académica de sus trabajadores, lo que genera un problema en el aprovechamiento total de las herramientas tecnológicas existentes.

El Building Information Modeling (BIM), es una de las tecnologías más prometedoras dentro de la industria de la construcción, ya que permite una mejora significativa en la planificación, coordinación y ejecución de proyectos. Sin embargo, su implementación enfrenta múltiples desafíos, como la falta de estándares de uso, la necesidad de una capacitación previa a su implementación y la dificultad más común de todas, el miedo al cambio. Es por esto por lo que este trabajo de investigación tiene como propósito el mostrar información actualizada y relevante sobre la implementación del BIM en la industria de la construcción y así, tratar de erradicar esa idea de que el cambio no siempre trae muchos beneficios.

Kensek y Noble (2014), nos mencionan los aspectos técnicos y normativos que se deben cumplir al momento de la implementación del "BIM" en un proyecto constructivo y además, los beneficios obtenidos a partir de la implementación de tecnologías adicionales al momento de gestionar un proyecto y durante el diseño arquitectónico y estructural del proyecto.

1.8 Resumen

La industria de la construcción se enfrenta a distintas problemáticas a lo largo de la ejecución y mantenimiento de proyectos; se destacan las deficiencias en la planificación, organización y control de obra, lo que ocasiona dificultades para seguir con el desarrollo de actividades constructivas y administrativas. De igual forma, se identifican las fallas relacionadas a la calidad de trabajos realizados, factores como los materiales, la mano de obra, herramientas, equipos y procesos constructivos impactan negativamente en la entrega del proyecto y por ende, en la eficiencia, durabilidad y satisfacción del cliente.

Los problemas económicos incluyen pérdidas por errores, desperdicios, extravíos, gastos imprevistos y diversos factores que pueden ser atendidos y corregidos si se realiza una correcta supervisión de obra; es necesario que las personas encargadas de supervisar la realización de trabajos constructivos y administrativos revisen en todo momento que las cosas se estén llevando a cabo de manera adecuada y cuidando la parte económica.

Las cuestiones técnicas y tecnológicas son aspectos importantes dentro de la industria de la construcción debido a que diversas áreas del proyecto desde sus inicios hasta el mantenimiento posterior de la obra dependen de la correcta ejecución, capacitación y desarrollo de actividades y del personal que las realiza. Pueden surgir dificultades técnicas que deberán ser atendidas por personal especializado en el área afectada y dar solución pronta y eficaz a los problemas presentados. En las cuestiones tecnológicas, es necesario mencionar que la resistencia generacional al cambio de herramientas tradicionales por las tecnológicas, el costo de implementación de nuevas tecnologías y la falta de capacitación del personal para el uso de softwares, pueden generar problemas en la construcción y en la administración de esta.

Por estas razones es que a continuación, se indagará en las herramientas existentes para implementar dentro de la industria de la construcción y poder contrarrestar las dificultades presentadas en el día a día durante la ejecución de proyectos y actividades administrativas.

Capítulo 2. Herramientas para disminuir las problemáticas en la administración de obra

2.1 Introducción

La administración de la construcción es un factor determinante para el éxito de cualquier proyecto siempre y cuando sea eficiente y bien ejecutada. En un entorno altamente competitivo y con constantes retos en costos, tiempos, calidad e integración tecnológica, la implementación de herramientas adecuadas permite optimizar recursos, mejorar la productividad y reducir pérdidas económicas. Entre las estrategias y metodologías que han demostrado su efectividad dentro del ámbito de la administración de la construcción, la presente investigación abordará las siguientes: Metodología Kaisen, Lean Management, Metodología 5s, Software Workforce y Building Information Modeling (BIM). Cada una de estas herramientas aporta beneficios significativos a la administración de obra, facilitando procesos y mejorando el desempeño general de los agentes ejecutores del proyecto.

Para poder entrar en contexto, se explicarán algunas características de las metodologías y herramientas analizadas dentro de este proyecto de investigación; la Metodología Kaisen (Imai, 1986), promueve la mejora continua mediante pequeños cambios constantes que, en conjunto, generan grandes beneficios a largo plazo. El Lean Management (Koskela, 2000), se enfoca en la eliminación de desperdicios y la optimización de procesos para maximizar el valor entregado al cliente.

La Metodología 5s (Hirano,1995), consiste en mantener un entorno de trabajo ordenado, limpio y eficiente, reduciendo tiempos de entrega, tiempos muertos y mejorando la seguridad en obra. El Software Workforce (Gould, 2022), facilita la gestión de personal, optimizando la asignación de tareas y mejorando la productividad de los equipos de trabajo mediante la organización y distribución de trabajos mediante aptitudes y habilidades del personal laboral.

Sin embargo, una de las herramientas más innovadoras, de mayor impacto y la que este trabajo de investigación estará estudiando a fondo para demostrar los beneficios obtenidos dentro de la industria de la construcción, es el Building Information Modeling (BIM). Herrman et al., (2011), nos menciona que esta metodología no solo permite la generación de modelos digitales altamente detallados, sino que también integra información clave en todas las etapas del proyecto, desde el diseño hasta la operación y mantenimiento. Su aplicación contribuye a la reducción de errores, mejora la colaboración entre los diferentes agentes activos del proyecto y optimiza el uso de recursos materiales y económicos.

A lo largo de este capítulo, se analizará cada una de estas herramientas a detalle, destacando sus beneficios y la forma en que pueden aplicarse dentro de la industria de la construcción para mejorar la administración de proyectos y, en consecuencia, el éxito de las obras realizadas.

2.2 Metodología Kaisen

Kaisen es una filosofía japonesa que significa “mejora continua”. Se centra en la implementación de cambios pequeños pero constantes que, en conjunto, resultan en mejoras significativas en los procesos productivos. Esta metodología involucra a todos los niveles de la organización, fomentando la participación del personal manufacturero y el personal encargado del diseño y supervisión del proyecto; esta metodología busca impulsar la identificación de problemas mediante análisis, investigación y práctica en el día a día para poder encontrar la solución más eficiente y factible a los problemas presentados en la industria de la construcción.

En el sector de la construcción, Kaisen ayuda a optimizar procesos constructivos, reducir desperdicios y mejorar la calidad de los proyectos realizados para que todo en conjunto, permitan la obtención de beneficios económicos atractivos para el contratista y el contratante. En Japón, esta metodología se implementó a principios de 1950 y para 1980, las empresas que siguieron las prácticas recomendadas por Masaaki Imai se convirtieron en empresas reconocidas y exitosas a nivel mundial.

A continuación, la figura 1. muestra una ilustración que es conocida por el nombre de “El paraguas de conceptos generales” o comúnmente como “El paraguas de Kaisen” que abarca la mayoría de las prácticas de gestión utilizadas exclusivamente por empresas japonesas y que años después de observar el éxito obtenido, se popularizó en el mundo entero.

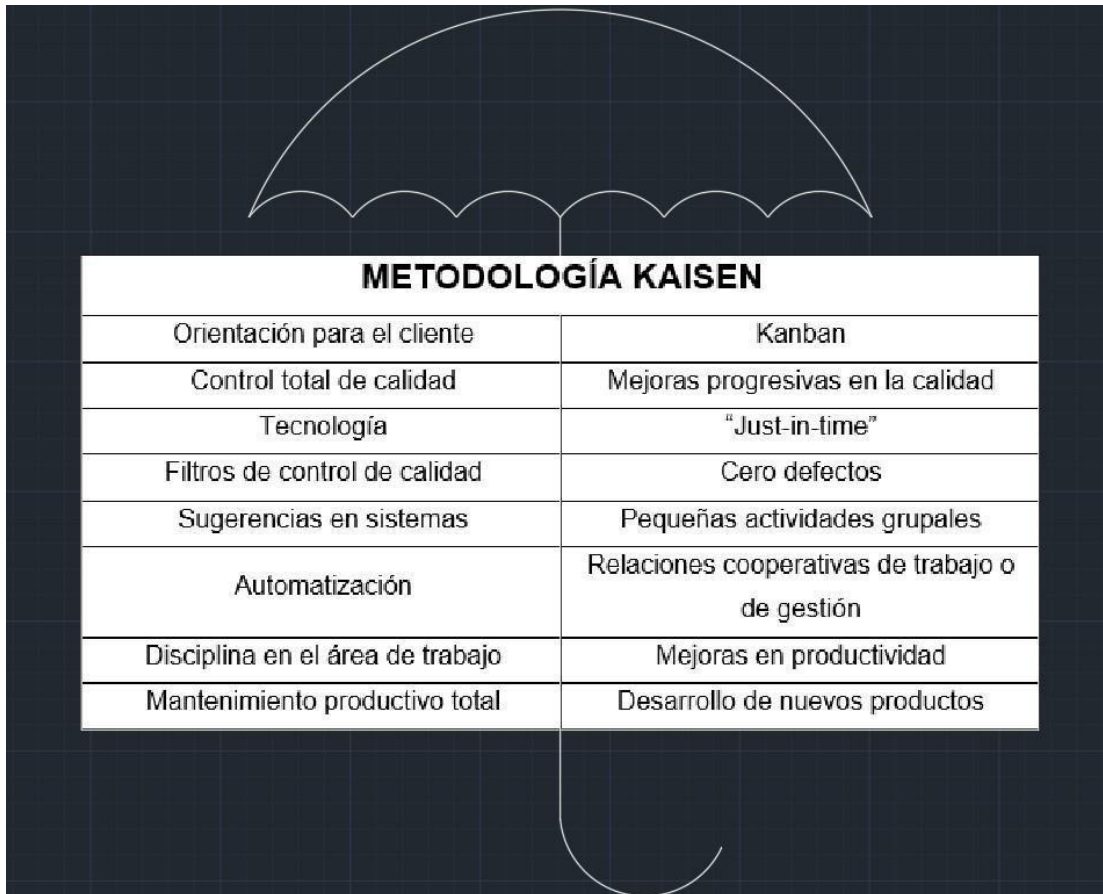


Figura 1. “El paraguas de Kaisen” (elaboración propia)

La metodología Kaisen tiene dos parámetros principales. Estos son la mejora progresiva en los procesos que componen un proyecto y el mantenimiento en los estándares operativos del proyecto. Mantener los estándares implica capacitación y disciplina del personal, Kaisen representa pequeñas mejoras en el sistema actual en el que la empresa constructora se encuentra previo a la implementación de esta metodología. Sin embargo, grandes cambios como la innovación, implementación de nuevas tecnologías o equipos, representa una mejora significativa para la empresa.

Para que la metodología Kaisen tenga éxito, es necesario e indispensable que todos dentro de la empresa constructora sean partícipes e influyan en los pequeños cambios que se realizan diariamente dentro de los procesos operativos. Desde los altos directivos de la empresa, los cuales son los que introducen, apoyan y desarrollan sistemas que favorecen el ámbito laboral, hasta los trabajadores que participan en procesos constructivos mediante la implementación de nuevos sistemas y actividades en pequeños grupos que faciliten las tareas a realizar y en menor tiempo.

Imai (1986), analiza un sistema implementado en Japón en 1950, el cual consiste en el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar. Este ciclo fue perfeccionado para ser implementado dentro de las empresas japonesas pero se buscó priorizar algunos aspectos relacionados con el cliente, como mantenerlos informados sobre todo lo relacionado con el desarrollo del proyecto, la investigación de mercado previo al diseño del proyecto para evitar problemas con la comunicación con el cliente. En el diagrama 1 se visualizan las etapas del ciclo y las características de cada una de sus etapas.

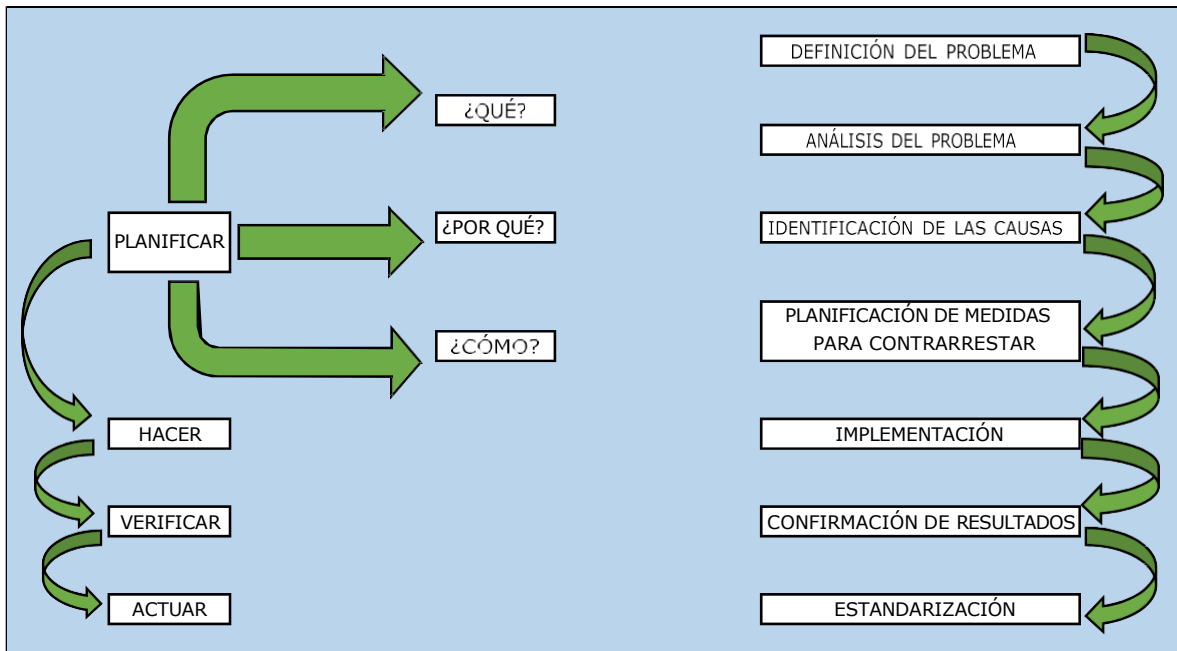


Diagrama 1. Ciclo de resolución de problemas (elaboración propia)

Para que este ciclo funcione, se deben estandarizar las mejoras que se obtengan a lo largo de la ejecución del proyecto. Esto quiere decir que cada trabajador, cada máquina, cada proceso y cada resultado debe seguir un patrón específico de pasos para poder garantizar éxito y eficacia para el proyecto. Además de esto, se debe mencionar que hay metodologías cuyo punto de partida es la innovación (Great-Leap-Forward-Approach), fueron metodologías implementadas por compañías occidentales en el año 1980.

En la tabla 2 se muestran las condiciones que se deben cumplir durante la utilización de la metodología Kaisen y las diferencias que muestra con respecto al Great-Leap-Forward-Approach.

	Kaisen	Innovación
Efecto	A largo plazo	A corto plazo
Pasos	Pasos pequeños	Pasos grandes
Periodo de tiempo	Continuo	Intermitente
Cambio	Gradual y constante	Abrupto y volátil
Participación	Todos	Personal específico
Acercamiento	Colectivo	Individual
Modo	Mantenimiento y mejoras	Reconstrucción
Método	Estado del arte	Nuevas invenciones
Requerimientos	Poca inversión pero mucho esfuerzo de mantenimiento	Mucha inversión pero poco esfuerzo de mantenimiento
Enfoque de esfuerzos	Personas	Tecnología
Evaluación	Progreso y mejoras	Resultados y ganancias
Ventajas	Mejor para crecimiento lento en la economía	Mejor para crecimiento rápido en la economía

Tabla 2. Metodología Kaisen vs Great-Leap-Forward-Approach (elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 2, la metodología Kaisen en comparación con la metodología Great-Leap-Forward-Approach, comienza su proceso de cambio mediante la implementación de medidas colectivas que buscan la mejora progresiva en cuestiones de mantenimiento y mejora de procesos a largo plazo. Además, la metodología Kaisen se enfoca en el personal de trabajo y su manera de desempeñar las tareas necesarias para el proyecto y sin una inversión importante de dinero, lo cual facilita la parte financiera del proyecto y no es necesario buscar recursos externos para la continuidad de la obra.

Añadido a esta información, se realizaron nuevos estudios dentro del ámbito de sistemas para mejorar la calidad y el mantenimiento de proyectos e Imai expone que existen 7 herramientas nuevas que deberían ser implementadas dentro de la administración de cualquier proyecto para buscar la mayor eficiencia de los trabajadores, el mejor rendimiento económico y el mayor control sobre aspectos ajenos al diseño y supervisión de obra. Estas 7 herramientas son:

1. **Diagramas de relación.** Sirven para mostrar factores interrelacionados en situaciones complejas para aclarar las relaciones causa/efecto de las problemáticas.
2. **Diagramas de afinidad.** Sirven para que los participantes del proyecto puedan hacer una lluvia de ideas sobre los esfuerzos necesarios para el éxito del proyecto.
3. **Diagramas de árbol.** Muestra la interrelación entre las metas y los medios para llegar a ellas.
4. **Matrices.** Se usan para esclarecer las relaciones entre la calidad y los requerimientos de procesos.
5. **Matrices de análisis de datos.** Muestra información detallada sobre datos relevantes del proyecto.
6. **Tablas de programas de decisión de procesos.** Se utilizan para llegar a una conclusión óptima y evitar problemas causados por las decisiones tomadas durante la ejecución del proyecto.
7. **Diagramas de flecha.** Muestra paso por paso los requerimientos que serán implementados en el proyecto.

Dentro de la metodología Kaisen, el mantenimiento a lo largo del tiempo es un factor indispensable para considerar que un proyecto fue ejecutado de manera exitosa. Esto debido a que nuestra labor como desarrolladores del proyecto, es nuestra obligación que se tenga una durabilidad estándar y siempre manteniendo la calidad, el costo y el tiempo establecido del proyecto. El diagrama 2 nos muestra la secuencia que se debe seguir para poder cumplir con las expectativas del cliente y sin afectar la calidad del proyecto, el presupuesto ni los tiempos de entrega.

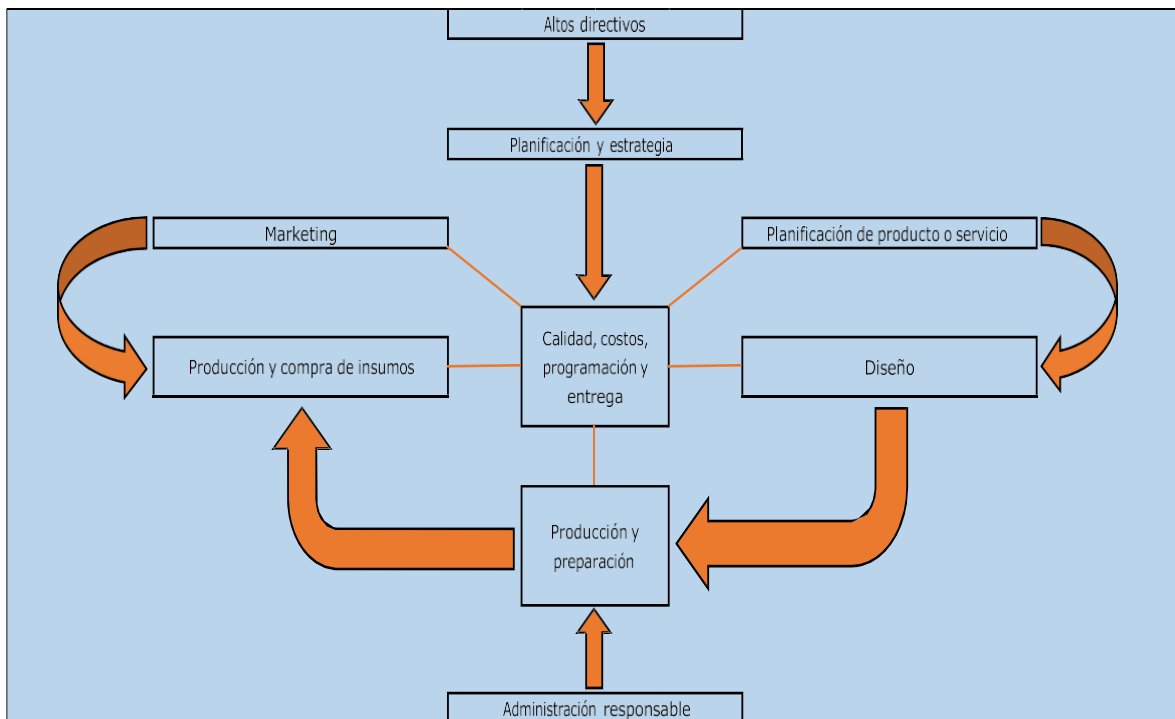


Diagrama 2. Secuencia Calidad, Costos, Programación y Entrega (elaboración propia)

La implementación de esta metodología dentro de las empresas permitió conocer las ideas erróneas que se tienen dentro de la administración de un proyecto. Por ejemplo, se tiene la idea de que si se entregan productos de mayor calidad, la consecuencia será elevación en costos de producción y de elaboración de productos. Sin embargo, la metodología Kaisen nos permite saber que esto no es así, al contrario, el tener productos de alta calidad generan ganancias económicas gigantes debido a que es aceptado el servicio dentro de la sociedad.

2.3 Lean Management

Lean Management es una filosofía de gestión de proyectos que busca maximizar el valor para el cliente mediante la eliminación de desperdicios durante la ejecución de procesos. Se basa en cinco principios fundamentales: 1) Definición del valor de las cosas desde la perspectiva del cliente, 2) Analizar la cadena de valor, 3) Creación de flujo continuo, 4) Establecer sistemas de “Pull” y 5) Buscar la perfección. Dentro de la industria de la construcción, la aplicación del Lean Management (mejor conocida como Lean Construction), permite mejorar la eficiencia, reducir costos y tiempos de ejecución y entrega de trabajos y aumentar la satisfacción del cliente.

La gestión de proyectos es un factor fundamental casi tan importante como la ejecución del proyecto mismo. Es por esta razón que se deben utilizar todas las herramientas y ayudas que sean necesarias para que se obtenga el mayor provecho posible y se entregue un producto de calidad máxima al cliente; con base en estas condiciones, Koskela (2000) realizó una investigación donde encontró los 5 principios básicos del Lean Management.

- 1. Especificar con precisión el valor del producto o servicio.**
- 2. Identificar el flujo de valor para el producto o servicio.**
- 3. Hacer que el valor del producto fluya sin interrupciones.**
- 4. Incluir al cliente dentro del valor del producto.**
- 5. Buscar la perfección.**

La inclusión de estos 5 principios dentro de la gestión de proyectos ha sido de bastante ayuda a lo largo de los años debido a que de manera general, se enfoca en controlar todas las áreas que determinan si un proyecto tendrá éxito o será un completo fracaso.

Sin embargo, mediante la aplicación de estos principios en la práctica, se encontró que es indispensable prestar atención a los detalles administrativos del proyecto y no únicamente a la calidad del servicio proporcionado al cliente. Es por esta razón que se implementó la idea de mantener en constante actualización la información básica del proyecto e informar a los agentes participantes de cualquier decisión tomada dentro de la empresa, mantener registro de los trabajos realizados y los que se están llevando a cabo en el presente, actividades y procesos adicionales que puedan agregar valor al servicio y por consecuencia, una mejor experiencia y beneficios al cliente.

Para la industria de la construcción, se adaptó el concepto del Lean Management para poder llevarlo a la práctica y que no se revisen cuestiones administrativas únicamente, sino también los procesos constructivos y la manera más eficiente de obtener los resultados esperados. Esta adecuación se conoce como “Lean Construction”. Esta metodología toma un enfoque de organización para los sistemas de producción, rendimientos del personal de trabajo, materiales y tiempos de entrega (Helmold, 2022).

Lean Construction busca optimizar los procesos constructivos y administrativos eliminando actividades innecesarias, fomentando la colaboración, comunicación y participación de los agentes activos del proyecto y el cliente, creando una relación de interacción completa y buscando la mejora continua de resultados durante la ejecución de la obra. Además, impulsa la integración de herramientas, equipos, maquinarias y tecnologías innovadoras para mejorar la ejecución y desarrollo de procesos constructivos.

El concepto de “Lean” surge en el año 1940 cuando Toyota buscaba una manera de mejorar sus manejos financieros y administrativos y convertirse en una empresa automotriz fuerte para Estados Unidos. Con el paso de los años, el concepto de “Lean” se consolidó a nivel mundial como la herramienta administrativa más utilizada para proyectos y es aquí donde se ramificó para satisfacer las necesidades de diferentes tipos de industrias y finalmente surge el Lean Construction que está siendo utilizado dentro de toda la industria de la construcción (Hafez, 2013).

Más allá de ser un conjunto de herramientas, tecnologías y metodologías, el Lean Construction representa un cambio generacional dentro de la industria de la construcción y la manera en que se administra correctamente una obra. Su implementación no está limitada para proyectos grandes, el único requerimiento es la asimilación de sus principios fundamentales y adaptación a la magnitud del proyecto administrado en el momento. Uno de los principios fundamentales del Lean Management es que el éxito de una empresa no se mide exclusivamente por sus ingresos, sino por su capacidad de identificar y satisfacer de manera eficiente las necesidades del cliente utilizando la menor cantidad de recursos posibles.

Dentro de la metodología del Lean Construction, se considera una irregularidad la cantidad de desperdicios que existen dentro de la ejecución de procesos constructivos a lo largo del desarrollo de una obra. Sin embargo, los desperdicios no son precisamente generados por exceso en materiales, sino también por factores como realización de actividades sobrantes, mala gestión del tiempo o del personal.



Figura 2. Principios fundamentales del Lean Management

Es por esta razón que la Tabla 3 nos muestra las categorías de los desperdicios y como pueden ser clasificados.

Tipos de desperdicios	Características
Inventario	Pedidos excesivos, innecesarios o solicitados antes de tiempo.
Movimientos	Ineficiencia durante el manejo de materiales dentro de obra.
Tiempos de espera	Tiempos perdidos donde el material o la mano de obra ya no se puede utilizar.
Transporte	Gastos adicionales en maquinaria o equipo.
Defectos	Errores en el diseño o durante la ejecución de procesos constructivos.
Sobreproducción	Más recursos utilizados de los que son necesarios para la obra.
Sobre procesamiento	Más procesos constructivos realizados de los que son necesarios para la obra.
Talento no utilizado	Falta de compromiso, potencial, ideas o habilidades.

Tabla 3. Categorías de los desperdicios en la construcción (elaboración propia)

Los problemas causados por los diferentes tipos de desperdicios existentes se pueden reducir hasta el mínimo, haciendo un buen uso de las herramientas con las que contamos y sobre todo, una buena supervisión de obra. Es necesario que todos los involucrados en el proyecto se comprometan a realizar su trabajo de manera eficiente y así, se podrían evitar la mayoría de los problemas ocasionados por la falta de cuidado en los detalles. Helmold (2022), nos expone que se pueden utilizar diferentes estrategias de control para la obra, la vigilancia constante del personal y

de los recursos materiales, la integración de sistemas tecnológicos para administrar correctamente los diferentes recursos del proyecto y finalmente, adoptar una cultura de cuidado dentro de la empresa para concientizar la importancia de la optimización de recursos y los beneficios económicos obtenidos por los pequeños detalles.

Un estudio realizado por McGraw Hill, mostró que dentro de la industria de la construcción, el Lean Construction no está siendo utilizado por todas las empresas del mundo debido a que aún existe una desinformación sobre el concepto de la correcta administración de obra mediante esta metodología y sus herramientas; también, dicho estudio mostró que los problemas más frecuentes a los que se enfrentan las empresas constructoras durante la implementación del Lean Construction, son el 29% del tiempo con la capacitación del personal, 20% del tiempo con los procesos administrativos del proyecto (identificación, gestión, planificación y control) y 51% del tiempo con la gestión de producción y procesos logísticos (Wandahl et al., 2021).

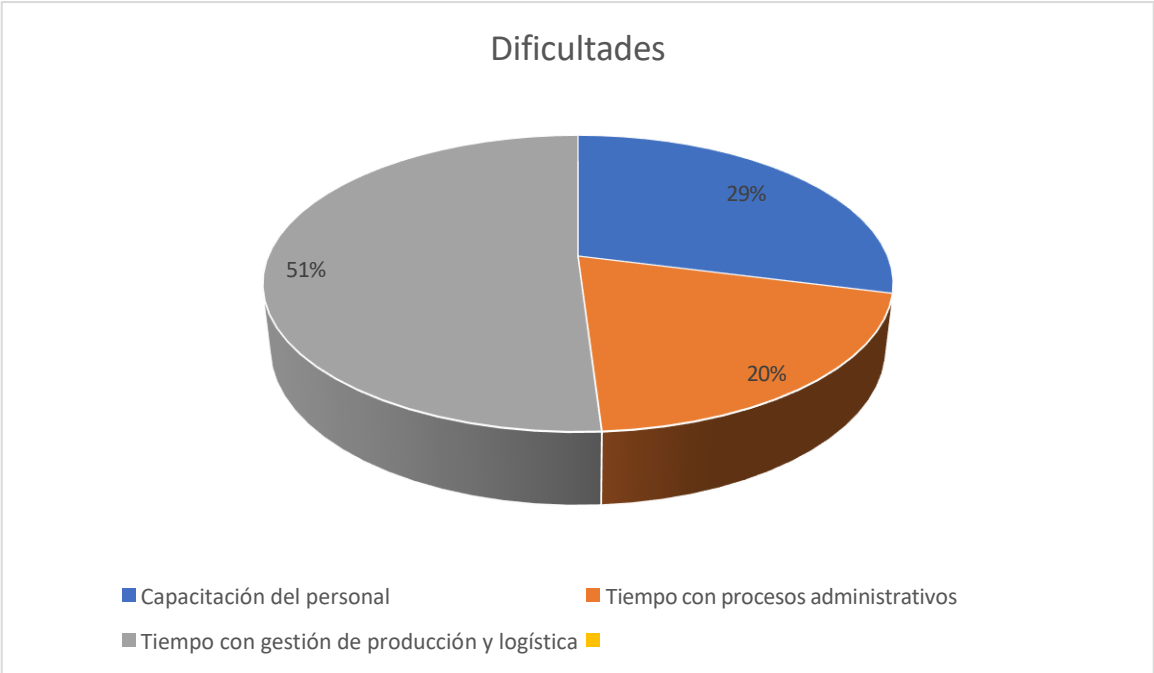


Gráfico 1. Distribución de los porcentajes de dificultades en la implementación del Lean Construction

2.4 Metodología 5s

La metodología 5s es una técnica japonesa que busca mejorar el lugar de trabajo a través de cinco pasos a seguir: 1) Seiri (Clasificar), 2) Seiton (Ordenar), 3) Seiso (Limpiar), 4) Seiketsu (Estandarizar) y 5) Shitsuke (Mantener la disciplina). Su objetivo es crear entornos laborales más organizados, seguros y eficientes, lo que se traduce en una mayor productividad y calidad en los proyectos de construcción.

El método 5s disminuye el tiempo dedicado a la búsqueda de materiales y mejora su accesibilidad, lo que genera varios beneficios, como un aumento en la eficiencia y productividad, la optimización del espacio del trabajo y almacenamiento, una mejora significativa en la calidad de los trabajos realizados, mayor compromiso y motivación por parte de los trabajadores y mayor seguridad tanto en obra como durante la ejecución de procesos constructivos.

Hirano (1995), nos presenta los pasos que debemos seguir a lo largo del diseño, administración, ejecución y mantenimiento de cualquier proyecto para poder obtener la mayor cantidad de beneficios sin afectar la calidad del servicio que estamos entregando.

1. **Seiri (Clasificar).** En este paso se diferencia entre los elementos esenciales para las actividades diarias y aquellas que no lo son. El objetivo es seleccionar únicamente lo necesario y eliminar lo que no aporta nada al proyecto. Además, el uso de señales de advertencia permite la identificación de problemas que no pueden resolverse de inmediato, asegurando que se atiendan más adelante y no sean olvidados y generen dificultades peores en el futuro.
2. **Seiton (Ordenar).** Bajo el principio de “cada cosa tiene su lugar y cada cosa está en su lugar”, esta etapa se enfoca en la organización del espacio de trabajo. La disposición de los recursos se define considerando factores como la frecuencia de uso, el peso, las dimensiones y la energía requerida

diariamente para la ejecución de actividades constructivas. Una organización eficiente minimiza el tiempo destinado a la búsqueda de herramientas o documentos y reduce el riesgo de accidentes o imprevistos por negligencia.

3. **Seiso (Limpiar).** Este paso no solo abarca la limpieza física del sitio, sino que también el mantenimiento de equipos, herramientas y maquinarias utilizadas en el proyecto. Los problemas recurrentes se identifican y clasifican, marcándolos con banderas rojas para que el personal especializado en el mantenimiento pueda atenderlos. Esta situación se rige por el principio de “limpiar es controlar”.
4. **Seiketsu (Estandarizar).** Para preservar los estándares logrados con los tres primeros principios, la estandarización define reglas claras basadas en la gestión visual. Esto incluye normas para la organización, distribución y administración, códigos de colores y simbología que facilite el mantenimiento y uso de materiales y recursos. La estandarización es fundamental para garantizar la sostenibilidad de las prácticas comunes de organización y limpieza.
5. **Shitsuke (Mantener la disciplina).** Este periodo asegura la incorporación de la filosofía 5s en la cultura organizacional de las empresas constructoras, fomentando el cumplimiento sostenido de los estándares establecidos. Para ello, se realizan auditorías periódicas y se promueve el compromiso de los participantes con la mejora continua. Herramientas como “Kamishibai” ofrecen un método visual para verificar la correcta implementación de la metodología 5s en cada proyecto.

Cada uno de los principios de la metodología 5s representa una fase dentro de un proceso diseñado para eliminar desperdicios en la ejecución de trabajos y actividades, promoviendo un entorno de trabajo más limpio y ordenado. Esto no solo contribuye al bienestar y satisfacción de los empleados, sino que también mejora la productividad de la empresa. Además, su implementación permite controlar los niveles de inventario, optimizar la producción y minimizar el riesgo de accidentes laborales (Hirano, 1995).

Más que una simple herramienta de gestión, la metodología 5s es una filosofía de trabajo que busca involucrar a los empleados en su aplicación y fomentar el desarrollo de habilidades clave como la disciplina y la organización. Estas habilidades ayudan a garantizar un entorno de trabajo más seguro y eficiente, al tiempo que favorecen un mejor rendimiento económico.

Cuando se implementa correctamente esta metodología, se convierte en una base sólida para el éxito de cualquier proyecto dentro de un estándar global industrial. Su aplicación en la industria de la construcción permite encontrar formas más eficientes de realizar la supervisión de trabajos y la manera en la que se ejecutan los procesos constructivos. Por ejemplo, los procesos constructivos pueden realizarse de manera más eficiente cuando los trabajadores mantienen su área de trabajo limpia, ordenada y supervisada de manera correcta.

Para que esta metodología pueda aprovecharse al máximo dentro de cualquier empresa constructora, se deben hacer las siguientes preguntas y tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. **¿Estoy insatisfecho con mi eficiencia operativa?**
2. **¿Han aumentado los costos de operación en las últimas 5 obras?**
3. **¿Estoy cumpliendo con los estándares de calidad que acordé con el cliente?**

Ahora, después de haber respondido las preguntas de manera personal y colectiva con los altos directivos de la empresa, debemos considerar los siguientes aspectos:

1. **Crear en el potencial de la metodología 5s.** Es necesario que si observamos problemáticas dentro de la eficiencia de la empresa, comencemos con la implementación de herramientas de gestión de proyectos.
2. **Crear un comité de control.** Debemos seleccionar un grupo de empleados para la capacitación en cuestiones de gestión de proyectos. Este comité será el responsable de que el resto de la empresa comience con la adopción de actividades y responsabilidades basadas en la metodología 5s.
3. **Evaluar puntos críticos.** La primera tarea del comité de control será identificar los principales problemas de la empresa, siempre con un análisis diario de las condiciones laborales actuales. Estas evaluaciones son importantes ya que si los supervisores de obra no visualizan alguna problemática, el comité estará pendiente de dichas cuestiones.
4. **Implementar las fases.** En esta etapa, finalmente, todas las “s” de la metodología son iniciadas dentro de la empresa, paso a paso, en el orden en el que la bibliografía lo indica. Es aquí donde es necesario que todas las personas de la empresa y el cliente se vean involucrados con el proyecto y con la metodología, para sacar el mayor provecho y contrarrestar todas las dificultades actuales de la obra.
5. **Adoptar un sistema de evaluación.** Después de haber implementado todas las fases de la metodología, es importante realizar evaluaciones periódicas para verificar que cada una de las etapas de gestión estén dando los resultados esperados y garantizar la entrega final de la obra.

La metodología 5s es una herramienta de gestión fundamental para mejorar la eficiencia operativa en diversos sectores de la industria de la construcción. Su enfoque en la organización, limpieza y estandarización permite optimizar los procesos constructivos, reducir pérdidas materiales y mejorar la seguridad en obra. Este último factor es muy importante ya que en la práctica diaria, algunas cuestiones de seguridad se pasan por alto debido a la familiaridad que se tiene con las tareas realizadas; sin embargo, estas herramientas permiten que el personal laboral no pueda omitir los estándares básicos de seguridad ya que tienen objetivos que cumplir establecidos por la metodología.

Más allá de ser una técnica antigua de orden y limpieza, las 5 “s” fomentan una cultura de disciplina y mejora continua de actividades, actitudes y habilidades, contribuye al bienestar de los trabajadores y a la cantidad de resultados positivos obtenidos durante el desarrollo de la obra.

La industria de la construcción cada vez se convierte en un ambiente más competitivo y la adopción de herramientas que permitan diferenciarnos de las demás empresas y añadir un valor agregado al proyecto que estemos realizado, son pequeños detalles que harán la diferencia al momento de escoger la empresa que realizará el proyecto.



*Figura 3. Representación de la metodología 5s en la industria de la construcción
(elaboración propia)*

2.5 Software Workforce

El software workforce es una herramienta digital de gestión de personal, en la industria de la construcción es indispensable el control de la mano de obra ya que en ellos radica la ejecución de procesos constructivos y el cuidado de los materiales. También, permite a las empresas planificar, programar y supervisar eficazmente la mano de obra a lo largo de todo el proyecto; este tipo de herramientas facilitan la asignación de maquinaria y equipos, reducen tiempos de ejecución y previenen retrasos al igual que mejoran la gestión de contratistas.

Entre las funcionalidades destacadas de este software de gestión, se encuentran las siguientes:

- **Planificación y programación de la mano de obra.** Permite asignar recursos humanos de manera precisa a las diferentes actividades, etapas y fases del proyecto, optimizando la utilización del personal y asegurando que las tareas se realicen en los tiempos establecidos sin retrasos.
- **Seguimiento de asistencia y control de tiempos.** Facilita el registro de asistencia de los trabajadores, garantizando que se cumplan las jornadas laborales y mejorando el cálculo de nóminas con respecto al total de horas trabajadas en la semana.
- **Gestión de cumplimiento normativo.** Ayuda a centralizar la información relacionada con requisitos legales y de seguridad, asegurando que todas las contrataciones cumplan con las regulaciones vigentes y reduciendo riesgos en obra mediante el uso de equipo de seguridad en campo.
- **Comunicación y colaboración.** Mejora la interacción entre los equipos de trabajo y los administrativos del proyecto, permitiendo una coordinación más eficiente y una respuesta rápida ante cualquier incidencia que pueda surgir durante la ejecución de procesos constructivos.

La implementación de un software de gestión de personal dentro de la industria de la construcción no solo optimiza los procesos constructivos, sino que también contribuye a la reducción de costos operativos y al incremento de la productividad general de la empresa. Al proporcionar datos en tiempo real y análisis detallado por parte de los supervisores, las empresas pueden tomar decisiones informadas que impacten positivamente en el desarrollo del proyecto (workforce.com, 2019).

Para una correcta implementación de esta herramienta tecnológica es necesario seguir una serie de pasos que permitan aprovechar al máximo los beneficios del software. Se necesita hacer un registro digital para la obtención de una versión demo del software, posteriormente reunir a los participantes de la empresa que quieran aprender sobre esta herramienta para una demostración online, una vez tomada la clase, se puede comenzar a utilizar la herramienta dentro de la empresa. Los empleados necesitarán descargar la aplicación en sus teléfonos para estar conectados en tiempo real y poco a poco comenzarás a ver resultados en tus rendimientos. Finalmente, conforme al avance observado en la empresa, se realizan análisis de resultados para verificar que se haya implementado de manera correcta en la empresa.



Figura 4. Pasos para la implementación del Software Workforce

Esta herramienta ayuda a las empresas con la gestión digital del personal interno y externo del proyecto, permite realizar contratos en tiempo real para establecer cláusulas de cumplimiento y calidad. Desde la gestión de cualificaciones y aptitudes del personal hasta documentación legal necesaria para dar inicio con los trabajos de diseño; además, al ser una herramienta tecnológica, te permite consultar bases de datos de otras industrias para conocer sus estrategias de administración y llevar registro de los avances y beneficios a lo largo de la implementación del software.

(Compleet.com, 2021), nos muestra las ventajas de la implementación dentro de las empresas constructoras y cómo poder contrarrestar efectos negativos de una mala administración de obra.

- **Transparencia total**
 - Control total sobre personal interno y externo.
 - Cabina de control en vivo con datos e información en tiempo real.
 - Monitoreo de tiempos de descanso y rendimiento laboral.
 - Control total de costos por movimiento de personal.

- **Capacidad en tiempo real**
 - Intercambio de datos en tiempo real.
 - Información sobre ubicación y asistencia o inasistencia.
 - Alertas en caso de ausencia.
 - Paneles de control establecidos.

- **Seguridad jurídica**
 - Especialistas en derecho laboral.
 - Análisis de todos los tiempos de contrato.
 - Cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD).

- **Facturación**

- Transparencia con nóminas.
- Facilidad de facturación para proveedores.
- Cálculo de salarios.

El uso del Software Workforce en la industria de la construcción representa una herramienta clave para la optimización de la gestión de personal, mejorar la productividad y reducir los costos operativos. Su capacidad de planificación, programación y seguimiento en tiempo real del proyecto permite una administración más eficiente, minimizando errores y retrasos en el proyecto, por lo tanto, menores pérdidas económicas.

La figura 5 nos muestra los beneficios obtenidos en aspectos como el manejo del tiempo, la seguridad dentro de la obra, el uso de herramientas y equipos y la realización de reportes de obra para llevar un control preciso de todas las actividades que suceden en el proyecto.

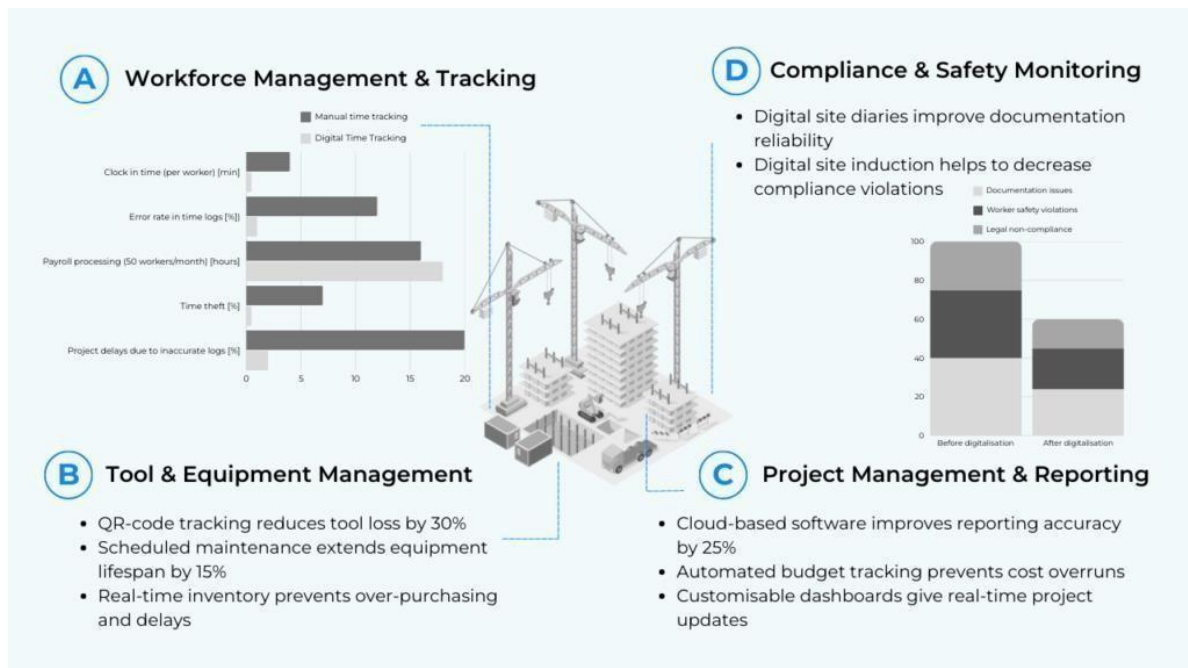


Figura 5. Beneficios del uso del Software Workforce

2.6 Resumen

Existen diversas herramientas tecnológicas que facilitan la solución de problemas que se presentan cotidianamente en la industria de la construcción, sin embargo, no todas son aprovechadas en su totalidad debido a ciertos factores ya sean económicos, culturales, sociales y personales. La industria de la construcción enfrenta problemas diariamente, pero es indispensable que se busquen soluciones prácticas lo más rápido posible para no perjudicar el resultado del proyecto.

Las facilidades tecnológicas que tenemos hoy en día para poder solucionar problemas constructivos están a la mano del constructor, sin embargo, hay condiciones culturales que impiden que dichas herramientas sean aprovechadas de manera adecuada para poder enfrentarnos a la adversidad vivida en la industria de la construcción.

Un estudio realizado por McKinsey & Company mostró que aproximadamente en el 70% de las ocasiones, las iniciativas de implementación de nuevas tecnologías dentro de empresas constructoras fracasan debido a la falta de aceptación, adaptación y capacitación por parte del personal constructor y administrativo.

Otro estudio realizado por Gallup y PwC indagó sobre la mentalidad que muestran los empleados acerca de la digitalización de procesos administrativos y constructivos y entre el 40% y el 60% mostraron descontento con esta situación debido a que tienen la creencia de que la digitalización de la construcción podría dejarlos obsoletos y en un futuro, quedarse sin empleo debido a las nuevas tecnologías y lo que pueden aportar sin considerar la mejora en eficiencia, rendimiento y disminución de equivocaciones y pérdidas económicas.

Vernon Murray, gerente general de Emerson México, señala que para trabajadores de 22 a 35 años, la adopción de nuevas tecnologías es mucho más fácil que para personal de 50 años en adelante. Esto indica que existe una resistencia cultural a la tecnología por parte de los adultos más experimentados que se encuentran trabajando en la industria de la construcción.

Capítulo 3. Building Information Modeling (BIM)

El Building Information Modeling (BIM) es una tecnología que ha revolucionado la industria de la construcción al integrar procesos y herramientas digitales para la gestión eficiente de proyectos. BIM se basa en la creación y administración de modelos digitales inteligentes que representan física y funcionalmente una edificación, permitiendo una colaboración más efectiva entre todos los agentes involucrados a lo largo de la vida de un proyecto, desde la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Después de que la industria de la construcción comenzara con la implementación del BIM, los ingenieros se plantearon encontrar las herramientas que al ser utilizadas en conjunto, generaran la mayor cantidad de beneficios para el desarrollo del proyecto. Es así, como surge la idea de complementar al BIM con el Lean Management y todas sus variantes utilizables dentro de la industria de la construcción (Achour, 2024).

En 2022, los resultados de la segunda edición del barómetro sobre el uso de la tecnología digital y BIM por parte de los ingenieros de la construcción fueron contundentes; para el 48% de los ingenieros de la industria, piensan que el BIM es únicamente una estrategia tecnológica para su empresa. En cambio, el 66% de las empresas que ya han trabajado con el BIM están seguras de que la administración de sus proyectos ha tenido un crecimiento significativo.

La adopción de BIM ha transformado la manera en que se administran los proyectos de construcción. Empresas mundialmente conocidas han implementado esta tecnología para mejorar la calidad de sus proyectos, por ejemplo, la empresa JARQUIL implementó el BIM para el desarrollo de proyectos y creó una residencia con 496 habitaciones para estudiantes de Sevilla (Radio Sevilla, 2024).

La figura 6 nos muestra el proceso colaborativo por el que pasa un proyecto desarrollado con BIM desde sus fases de diseño hasta el mantenimiento de la obra.

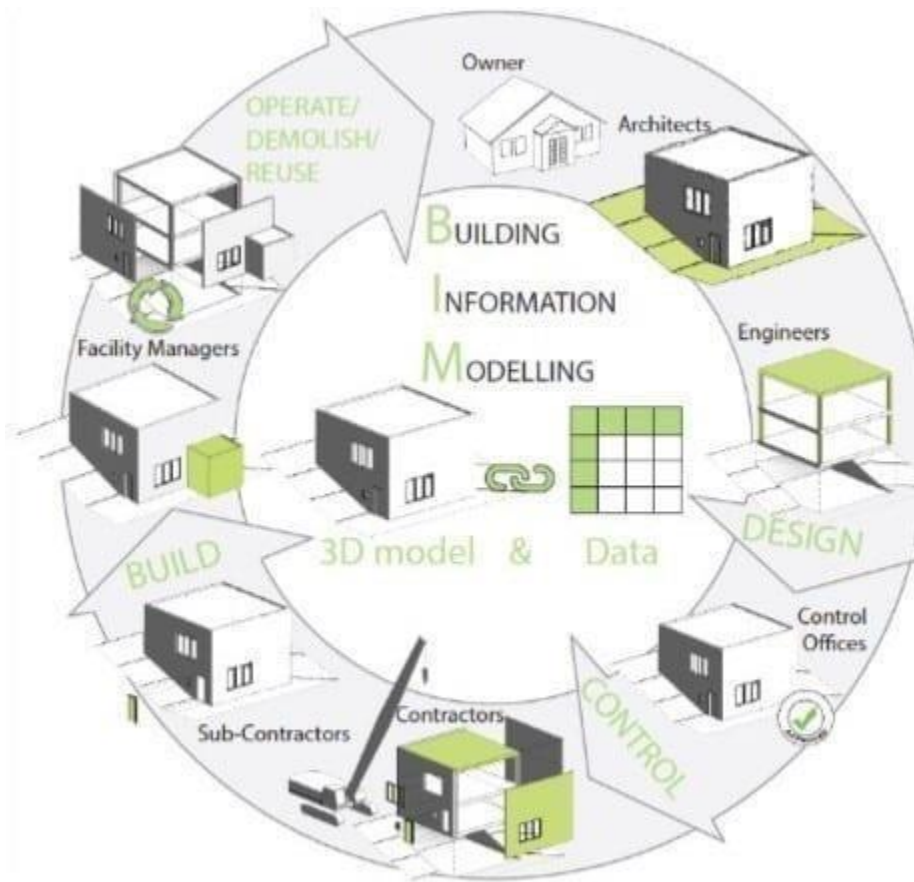


Figura 6. Procesos colaborativos del BIM

Para poder optimizar y sacar los mayores beneficios del uso del BIM en la industria de la construcción, se necesitan seguir ciertas prácticas que en conjunto con una serie de herramientas digitales, facilitan el desarrollo de proyectos y el éxito total de la obra (Achour, 2024).

3.1 Precisión y consistencia

- **Estandarización.** Se realiza una representación digital del edificio y en conjunto con una base de datos con certificación ISO y el diccionario de datos bSDD.

- **Formación y concientización.** La utilización de herramientas digitales como Revit en conjunto con BIM para poder realizar proyectos más precisos y con mejor calidad.
- **Control de calidad.** BIM además de ofrecer apoyo para la gestión del proyecto, brinda las facilidades necesarias para el conocimiento sobre el cumplimiento de normas y pruebas de colisión del edificio; recomienda el uso de herramientas como MagiCAD y BIM Vision.

3.2 Facilitar la comunicación

- **Plataformas que tienen colaboración con BIM.** El uso de softwares que saquen lo mejor del BIM es lo recomendable para poder realizar un mejor proyecto (Revit, ArchiCAD, Navisworks, Tekla Structures, Bentley AECOSim y BIM 360).
- **Agendar reuniones dentro de la empresa.** BIM recomienda mantener actualizados a los agentes participantes del proyecto para que todos tengan el mismo conocimiento sobre las condiciones en las que el proyecto se encuentra y en caso de necesitar solucionar algún problema, no haya desinformación sobre la obra.
- **Asignar responsabilidades y roles.** Es importante que durante la implementación del BIM a cualquier proyecto, previo a la realización de procesos constructivos, se distribuyen las tareas, actividades y responsabilidades que deberá cumplir cada persona dentro de la empresa para poder optimizar el resultado del proyecto.
- **Utilización de herramientas de comunicación y gestión de proyectos.** Para que el BIM pueda generar un cambio dentro de la empresa donde fue implementado y dentro de los proyectos que están siendo realizados, es necesario que las personas involucradas en el proyecto tengan una buena comunicación y tengan la confianza que la información proporcionada a la empresa y al BIM, es respaldada por organismos de protección y confidencialidad.

Actualmente, la Comisión Internacional BIM de España está trabajando para la implementación de esta tecnología en la Administración General del Estado mediante un Plan BIM de Contratación Pública, el cual establece que el BIM deberá ser utilizado para la gestión y desarrollo de proyectos. Dicho plan será implementado dentro del país de manera progresiva a partir del 2024 hasta el 2023.

El BIM está tan presente dentro de la industria de la construcción, que esta tecnología ya cuenta con un apartado interno llamado “Observatorio de Licitaciones Públicas BIM” el cual surgió a partir de la demanda por parte de empresas constructoras solicitando el permiso del uso del BIM para poder hacer licitaciones públicas para proyectos estatales.

BIM tiene herramientas externas que ayudan en diferentes sectores de la gestión, administración, construcción y mantenimiento de un proyecto; en 1995 se fundó el International Alliance for Interoperability y en 2005 se cambió el nombre a BuildingSMART International, que es una organización dedicada al desarrollo de estándares abiertos para su implementación dentro del BIM. Los estándares abiertos son protocolos y formatos de datos que permiten el intercambio de información entre los diferentes softwares usados para un mismo proyecto para facilitar la obtención de información de una plataforma a otra.

El BuildingSMART International tiene como misión promover la interoperabilidad entre el BIM y los diferentes estándares abiertos compatibles, desarrollar normas internacionales, impulsar la digitalización de procesos dentro de la industria de la construcción y crear comunidades globales para el intercambio de conocimientos, experiencias y oportunidad de aprender diferentes aspectos culturales que influyen en la forma de construir.

Algunos de los estándares abiertos presentados por parte del BuildingSMART International son:

3.3 BuildingSMART International

- **Industry Foundation Classes (IFC).** Es el formato que permite el intercambio de datos entre diferentes softwares BIM. Facilita la colaboración y la interoperabilidad en proyectos de construcción sin depender de un único proveedor de software. Dicha información está definida por la Norma ISO 16739 (2018).
- **BuildingSMART Data Dictionary (bSDD).** Es una base de datos global que permite la definición y estandarización de términos, objetos y atributos en BIM, asegurando un lenguaje común en toda la industria.
- **BIM Collaboration Format (BFC).** Un estándar que permite compartir información sobre problemas y cambios en el proyecto, facilitando la comunicación entre los equipos de diseño, construcción y operación.
- **Information Delivery Specification (IDS).** Define qué información debe entregarse en cada fase del proyecto, mejorando la claridad en la gestión de datos en BIM.
- **Construction Operations Building Information Exchange (COBie).** Estandariza la entrega de datos no gráficos obtenidos a lo largo de la ejecución del proyecto. Permite analizar las operaciones y el mantenimiento del proyecto y facilita el desarrollo del Facility Management (gestión del proyecto después de su construcción).

El diseño de cualquier proyecto puede ser presentado en 2D y 3D, sin embargo, la implementación del BIM permite ampliar las capacidades de análisis de información y habilidades que ayuden al desarrollo de la obra. BIM nos explica que existe el 4D, 5D, 6D y 7D, a continuación, se describirá en qué consisten estos conceptos:

3.4 Dimensiones de BIM

- **4D para el modelado de la obra.** Este software extensible del BIM facilita la planificación del proyecto, permitiendo que todos los participantes del proyecto puedan visualizar los tiempos reales de ejecución y las actividades importantes a realizar.
 - Análisis y evaluación de diferentes escenarios.
 - Reducción de costos por gestión.
 - Coordinación de actividades y procesos constructivos.
 - Mejora en la comunicación entre los administrativos del proyecto, los ejecutores y el cliente.
- **5D para el presupuesto de la obra.** El 5D hace referencia a la quinta dimensión del BIM, el presupuesto o coste del modelo. Este extensible se conoce como BIM Estimating Software y se encuentra implícito dentro del modelado 3D del BIM, permite el cálculo inmediato de costos por diseño.
 - Control en cotización a lo largo del diseño del proyecto.
 - Cálculo de dimensiones y áreas durante el modelado.
 - Extracción de medidas para el cálculo del presupuesto.
- **6D para el análisis energético de la obra.** Este extensible se llama Building Energy Modeling (BEM) que consiste en el análisis de datos climáticos de la zona donde se desarrollará el proyecto y poder obtener información sobre la iluminación natural del edificio y parámetros térmicos.
 - Cálculo de distribuciones térmicas a lo largo del edificio.
 - Conocimiento del comportamiento termodinámico del edificio y sus instalaciones.
 - Simulaciones energéticas para conocer la variación termodinámica en condiciones estáticas o dinámicas del edificio.

- **7D para gestionar el funcionamiento y mantenimiento de la construcción.** Este extensible del BIM se conoce como Asset and Facility Management y mantiene en revisión el funcionamiento del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Permite realizar archivos completos de información para que en cualquier momento el cliente pueda acceder a información específica como costos, recursos, niveles de rendimiento y tiempos recomendados de mantenimiento.
 - Gestionar el mantenimiento de inmuebles mediante el apoyo del diseño 3D y visualizar las zonas que pueden estar más afectadas por el paso del tiempo o por la falta de mantenimiento.
 - Garantiza la eficiencia, seguridad y calidad conforme a los estándares establecidos durante todo el tiempo de vida del proyecto.
 - Implementa sistemas de monitoreo para la optimización de tiempo, recursos y costos por mantenimiento.

Además de estas 4 fases del BIM, la digitalización de procesos constructivos ha llegado a un punto extremadamente favorable para la industria de la construcción, ya que, con base en información proporcionada por ACCA Software, se tienen más herramientas digitales de apoyo para el desarrollo de proyectos constructivos y recomiendan firmemente que el uso en conjunto de BIM y todas sus herramientas adicionales, ocasionarán un cambio generacional dentro de la cultura de la construcción. Dichas herramientas adicionales son:

3.5 Herramientas adicionales

- **Architecture Design & Visualization.** Independientemente de que las cuestiones de renders, recorridos virtuales y la estética de proyectos no es el fuerte de la ingeniería, el tener un valor agregado siempre será favorable a la hora de la selección de la constructora que hará la obra. Es por esta razón que BIM nos brinda la oportunidad de complementar el diseño junto con el aspecto estético.

- **Análisis estructural.** Esta herramienta que ofrece BIM permite realizar el cálculo estructural de estructuras de hormigón, acero, madera, mamposterías, etc.
 - Obtención de cálculos precisos y minimizando la cantidad de errores numéricos.
 - Documentación automática e integrada al modelo estructural analizado.
 - Facilidad para simulaciones estáticas, dinámicas y sísmicas.
 - Importación del modelo arquitectónico o MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing).
 - Detección de problemas e interferencias mediante el Clash Detection en el aspecto arquitectónico o en las instalaciones.
 - Enriquecimiento del LOD (Level of Development) mediante la adición de información estructural, documentación presentada y cálculos numéricos.

- **Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP).** Esta herramienta permite a los especialistas en instalaciones mecánicas, eléctricas e hidrosanitarias conocer las condiciones actuales del proyecto.
 - Integración de modelos, cálculos y documentación sobre las instalaciones.
 - Planos adecuados sobre la instalación actual y las propuestas de cambio.
 - Visualización de modelos 3D y renders en tiempo real.
 - Tours virtuales por medio de realidad virtual.
 - Librerías digitales de materiales y diseños de instalaciones.

3.6 Clash Detection. Es el proceso de identificación e inspección de problemáticas arquitectónicas, estructurales, instalaciones, acabados, etc. La herramienta que BIM nos brinda es el BIM 360 y tiene 3 modalidades.

- **Hard Clash.** Se denomina así al choque físico de dos elementos, por ejemplo, cuando una tubería fue propuesta donde ya hay una viga existente.
- **Soft Clash.** Se presenta cuando aún no hay choque físico de elementos, pero se está violando alguna normativa o espacio requerido, por ejemplo, cuando no se cumple con la distancia mínima entre tuberías de gas.
- **Workflow Clash.** Es cuando se presentan problemas en la ejecución de procesos constructivos, por ejemplo, cuando se programa la realización de alguna actividad antes de que otra esencial haya finalizado.

3.7 Programas AEC (Architecture, Engineering and Construction). Esta herramienta permite la integración de ingenieros, arquitectos, constructoras, administradores, proveedores y clientes mediante el acceso a un modelo digital donde se recopila información específica de cada departamento y así, se mantiene actualizada la base de datos del proyecto.

- Información sobre modelos 3D, 4D, 5D, 6D y 7D.
- Información sobre estándares de seguridad y normas a cumplir.
- Diseño, gestión y reglamentación de andamios y trabajos en altura.
- Diseño, gestión y reglamentación de instalaciones eléctricas.

3.8 BIM Coordination and Collaboration. Son plataformas que nos permiten actualizar información crucial del proyecto y subirlo a la nube digital para tener acceso en tiempo real a asignaciones de tareas, registros de proveedores, control de rendimientos y optimización de procesos constructivos.

Zabalbeascoa (2025) nos comenta que los arquitectos de Olot RCR (Rafael Aranda, Carme Pigem y Ramón Vilalta), segundos españoles en la historia en recibir el Premio Pritzker en el año 2017 visitaron Dubái y vieron una oportunidad de crecimiento. Con ayuda de BIM, se planificó la construcción de una torre residencial de 73 niveles llamada “Muraba Veil” con estructura de acero inoxidable y ecológica.



Figura 7. Muraba Veil

Mediante la nube digital con la que BIM cuenta, los arquitectos RCR pudieron revisar las características de las grandes edificaciones existentes de Dubái y se percataron que una de las principales problemáticas son las condiciones climáticas del lugar y las afectaciones que causan en la obra tiempo después de su construcción. A raíz de esto, se revisó la base de datos de edificaciones previas construidas con BIM y se encontró que para prevenir afectaciones por ráfagas de viento y exceso de arena, es necesario implementar un elemento estructural común en países árabes llamado “Mashrabiya” que es una malla porosa de acero inoxidable que evita la acumulación de área en ventanas y permite una ventilación que funciona como regulador de temperatura natural.



Figura 8. Elemento estructural Mashrabiya

Otro ejemplo de escala mundial de BIM y su relación con la construcción actual, Toscano (2025) expone que hay diecinueve empresas presentando una propuesta para el proyecto del cálculo estructural y construcción del puente SE-40 de Sevilla, que conectará Dos Hermanas y Coria del Río. BIM se ve reflejado en distintos aspectos de este proyecto; la interoperabilidad que hay para el desarrollo del proyecto ya que el gobierno de España adjudicó la obra a 19 empresas particulares y todas deberán operar en conjunto y simultáneamente para realizar el proyecto. El presupuesto establecido es de 620 millones de euros, por lo que será necesario realizar una gestión, administración y control económico excepcional para poder ejecutar el proyecto dentro del presupuesto establecido.

El proyecto está diseñado con una longitud aproximadamente de 5.5 kilómetros, de los cuales 700 metros serán de tramo atirantado. La parte ecológica del proyecto también está fuertemente involucrada debido a que se podría pensar que la construcción de este puente afectará el ecosistema de la zona, pero al contrario, el diseño del proyecto incluye la creación de 72 mil metros cuadrados de superficie

forestal y 3.5 kilómetros de carril para peatones y bicicletas, para fomentar el ejercicio y evitar el uso del automóvil para cuidar al medio ambiente.

De igual manera, el puente contará con un gálibo mayor a 70 metros para permitir el tránsito marítimo; esto involucra directamente al BIM porque a través de la información proporcionada por la base de datos internacional de BIM, se planificó el proyecto buscando la manera más eficiente de desarrollo sin perjudicar el comercio actual de la zona.

Finalmente, las diferentes etapas por las que el proyecto deberá pasar para poder llegar a su conclusión dependerán de la capacidad de adaptación de las 19 empresas ejecutoras del proyecto y la calidad de trabajos en conjunto que puedan realizar. Es aquí donde será necesario hacer uso de la mayor cantidad de herramientas BIM posibles, para poder mantener el control sobre tantas cuestiones al mismo tiempo y en tiempo real.



Figura 9. Posible diseño del puente SE-40 de Sevilla

3.9 Resumen

BIM es una herramienta muy valiosa dentro de la gestión de proyectos y en conjunto con la implementación de nuevas tecnologías, se pueden lograr excelentes resultados. De igual forma, es una herramienta que permite tener mayor control de cuestiones administrativas que influyen en los resultados del proyecto y que tiempo atrás, no se tomaban en consideración y provocaban peores resultados para el cliente.

Grupo Cuprum desarrolló el Aeropuerto Internacional Felipe Carrillo Puerto en Tulum y decidió implementar BIM para la ejecución de la construcción y su administración. Al finalizar la obra, se realizó un análisis de los resultados y se concluyó que la implementación del BIM redujo un 80% del tiempo de análisis de las condiciones del proyecto, una optimización del 50% en modelado 2D y 3D, gestión de la construcción y reducción de costos considerablemente comparado con proyectos previos sin BIM.

ARCO Management es una empresa internacional que se dedica a la construcción, gestión de proyectos y consultoría BIM; realizó una evaluación económica a partir de la implementación de BIM en un proyecto valuado en 112 millones de dólares. Lo que la literatura y la experiencia nos indica, es que los imprevistos en la fase del diseño aumentan el costo total del proyecto en un 25%, a raíz de la implementación de BIM en la fase de diseño, el porcentaje de sobrecosto del proyecto bajó a 11% y cuando se implementó BIM de manera total en el diseño, construcción y mantenimiento del proyecto, el sobrecosto se redujo hasta un 2%. Esto quiere decir que pasamos de tener un sobrecosto de 28 millones de dólares a solo 2 millones 240 mil dólares, un ahorro de 25 millones de dólares (92% de ahorro).

En México, se comenzó una ley de construcción que obliga a las empresas constructoras a implementar BIM en sus proyectos a partir de 2024 con el objetivo de que los sobrecostos bajen del 25% actual al mínimo, se generen ahorros en recursos del 30% y ahorros económicos por cuestiones de tiempos o ejecución de procesos constructivos de 40% en adelante.

Capítulo 4. Valoración del uso continuo de herramientas que garantizan una buena administración de obra

4.1 Introducción

Para este punto de la investigación, ya se identificaron las diferentes problemáticas a las que los constructores nos enfrentamos y las herramientas digitales a las que tenemos acceso para mitigar las consecuencias negativas. Ahora, es momento de indagar, ¿qué tanto saben las empresas de la existencia de estas problemáticas?, ¿Con qué frecuencia se presentan durante la ejecución del proyecto?, ¿Qué herramientas me pueden ayudar a mitigar las consecuencias negativas de una mala administración de obra?, etc.

Para poder conocer la manera en la que las empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca administran sus obras, se estableció un instrumento de recolección de información que cuenta con preguntas claras y específicas para lograr entender la psicología del constructor al momento de buscar soluciones factibles a problemas cotidianos.

Este instrumento fue desarrollado para una muestra particular de empresas constructoras y para poder garantizar que las respuestas obtenidas sean lo más sinceras y verídicas posibles, la identidad de los encuestados se mantendrá oculta para este trabajo de investigación. Las preguntas que conforman este instrumento serán adjuntas en el apartado de anexos (Anexo A).

4.2 Instrumento de recolección de información

La aplicación del instrumento de recolección de información fue mediante la creación de un cuestionario digital en la plataforma “Google Forms” ya que permite el análisis gráfico inmediato de las respuestas obtenidas, facilita su llenado ya que permite la colocación de varias respuestas para una misma pregunta y el hecho de

ser por medio digital, su distribución es ideal para quitar el menor tiempo posible al responsable de responder la encuesta.

El instrumento está dividido por 3 etapas. La primera parte es para conocer un poco acerca de la información de la empresa (nombre de la empresa, giro laboral, tamaño, tiempo en el mercado, especialidades, número de trabajadores, etc.). La segunda sección trata sobre el conocimiento que se tiene acerca de las diferentes problemáticas existentes dentro de la industria de la construcción; con base en la información presentada en el capítulo 1 del presente trabajo, se realizarán preguntas generales sobre dichos problemas para saber la capacidad de identificación que tienen los trabajadores sobre estos temas.

La tercera parte del cuestionario estará enfocada en las diferentes herramientas a las que tenemos acceso para contrarrestar las problemáticas que hay dentro de la industria de la construcción. Se colocará información general sobre las herramientas vistas en el capítulo 2 y capítulo 3 del trabajo y así, podremos conocer la cantidad de información que hay acerca de las metodologías que podrían ayudar a resolver problemas constructivos y administrativos de los proyectos.

Finalmente, la última parte del cuestionario está conformada por preguntas para que los trabajadores puedan conocer su condición laboral durante la administración y ejecución del proyecto, al igual que contabilizar la cantidad de herramientas y metodologías usadas dentro de sus respectivas empresas.

4.3 Selección de la muestra

Según el Censo Económico 2019 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en la zona metropolitana Del Valle de Toluca hay aproximadamente 1,226 empresas que se dedican a la construcción. Ahora, para poder obtener el tamaño de la muestra, se aplicó la siguiente expresión (Burns, 2001).

$$n = \frac{Z^2 S^2}{e^2}$$

- n es el tamaño de la muestra
- Z es el valor de distribución normal estándar que para un 95% de nivel de confianza, se aproxima un valor de 1.96
- S es la desviación estándar que se aproxima a un valor de 0.65
- e es la precisión del muestreo

Para este trabajo de investigación, se tomó la decisión de que la precisión del cuestionario sea del 20% ya que en caso de querer una precisión mayor, la muestra encuestada requeriría ser mayor y dificultaría el proceso de respuesta por parte de las empresas. Teniendo la información anterior, la muestra será de 45 empresas constructoras.

Para poder seleccionar a las empresas participantes, se realizó la búsqueda por medio de redes sociales, páginas oficiales de ofertas laborales e internet, de aquellas ubicadas en Toluca y sus alrededores; al ser una encuesta digital, no existen limitantes para encuestar a lo largo de todo el Valle de Toluca.

4.4 Perfil de la población encuestada

Como se pudo observar a lo largo de la investigación, los problemas de esta industria y las herramientas que se tienen para su solución no son exclusivas de empresas grandes, por lo tanto, la encuesta fue aplicada a empresas constructoras pequeñas, medianas y grandes sin distinción alguna. Otra característica que fue considerada dentro de la evaluación de las empresas encuestadas es el tipo de empresa que es (privada, pública o mixta). Finalmente, se indagó el giro de las empresas (diseño, construcción, operación y/o mantenimiento) para poder conocer las etapas del proyecto donde son más propensos a vivir dificultades.

4.5 Recopilación de información

Se aplicó el instrumento de recolección de información que contiene preguntas abiertas, cerradas, opción múltiple y de frecuencia. A continuación, se describirán e interpretarán los resultados obtenidos mediante el análisis de gráficos y tablas.

4.6 Resultados

Habiendo recibido 45 respuestas del cuestionario, obtenemos los siguientes gráficos.

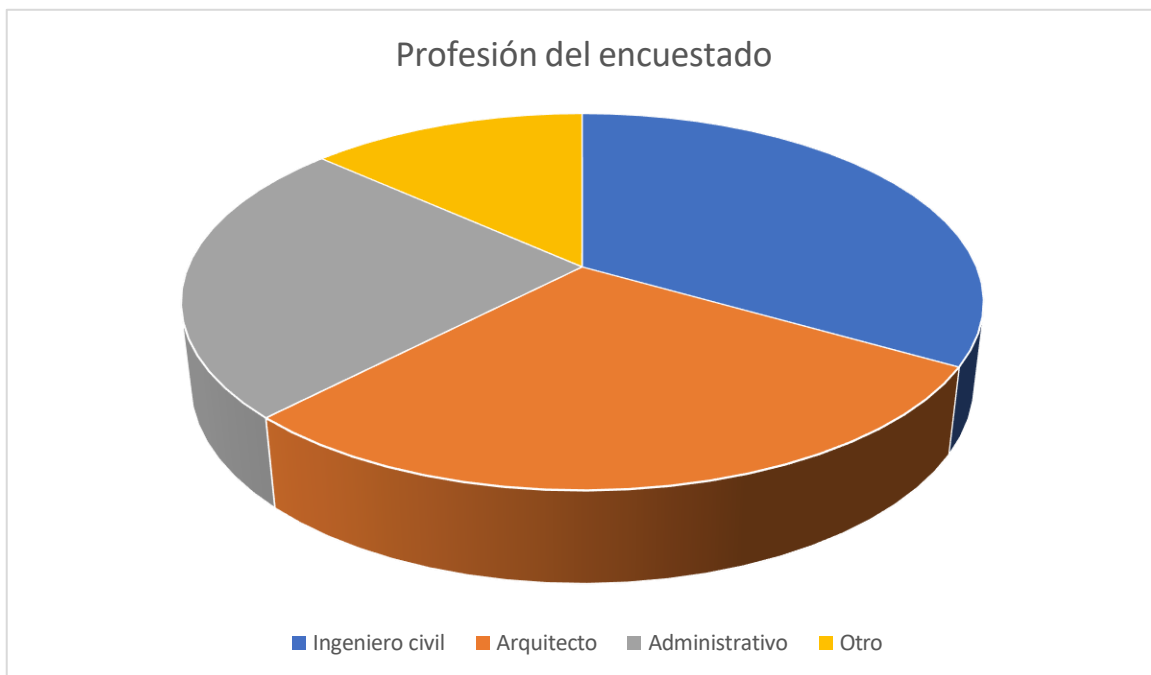


Gráfico 2. Profesión del encuestado

El 33% de los encuestados son ingenieros civiles, 29% arquitectos, 24% personal administrativo y 13% otras profesiones. Esta información favorece a la investigación ya que el tener variación en los encuestados, nos permite obtener respuestas especializadas en diferentes áreas de la empresa y poder visualizar de forma general todos los aspectos de cualquier proyecto y no solo cosas relacionadas a la construcción.

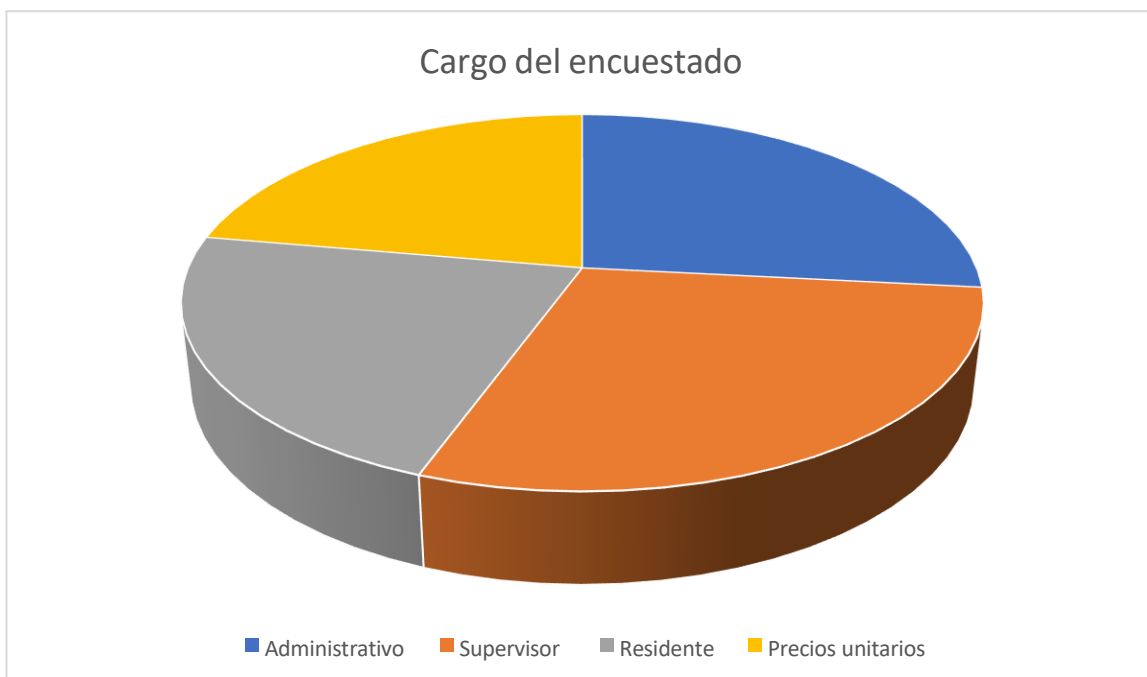


Gráfico 3. Cargo del encuestado

El 27% de las respuestas obtenidas fueron por parte de personal que desempeñaba un cargo administrativo, 22% personal de precios unitarios, 29% de supervisores de obra y 22% de residentes de obra. De igual forma que en el gráfico anterior, el hecho de tener respuestas que involucren diferentes sectores del proyecto nos permite conocer aspectos administrativos, económicos y técnicos para saber las áreas que requieren mayor atención.

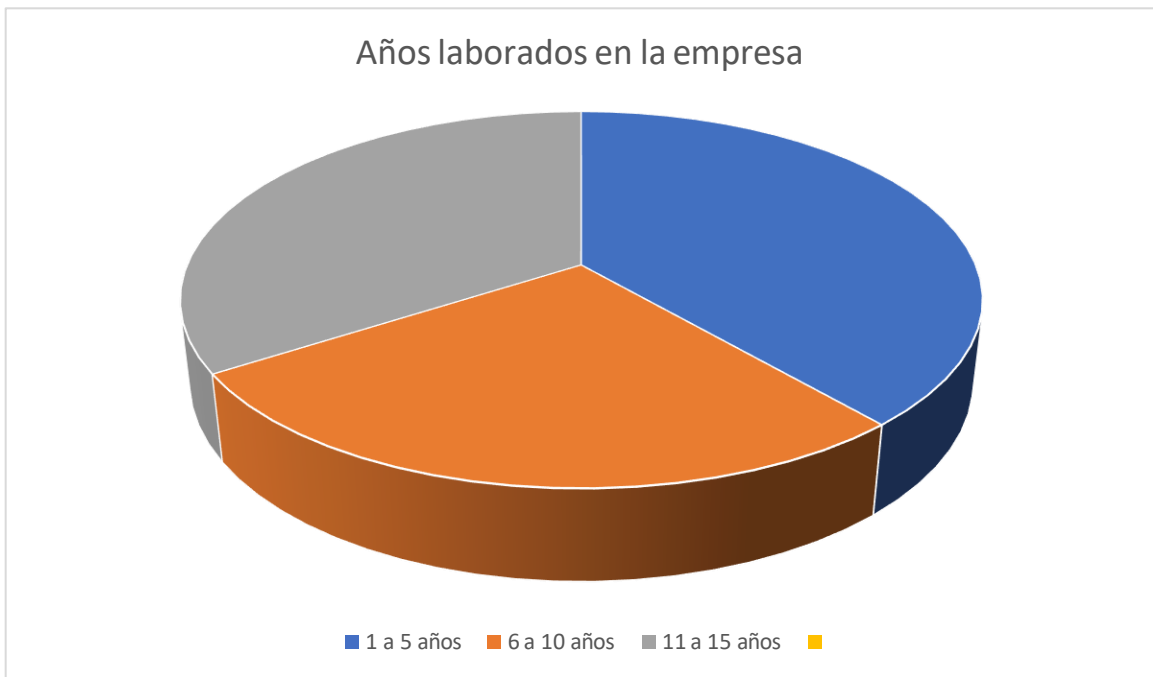


Gráfico 4. Años laborados en la empresa

El 34% de los encuestados tiene entre 11 y 15 años laborados en sus respectivas empresas, el 39% de 1 a 5 años y el 27% de 6 a 10 años. Este dato es bastante relevante para entender la filosofía que tienen los encuestados, la experiencia y la actualización de conocimientos sobre temas actuales de tecnologías y metodologías para solución de problemas.

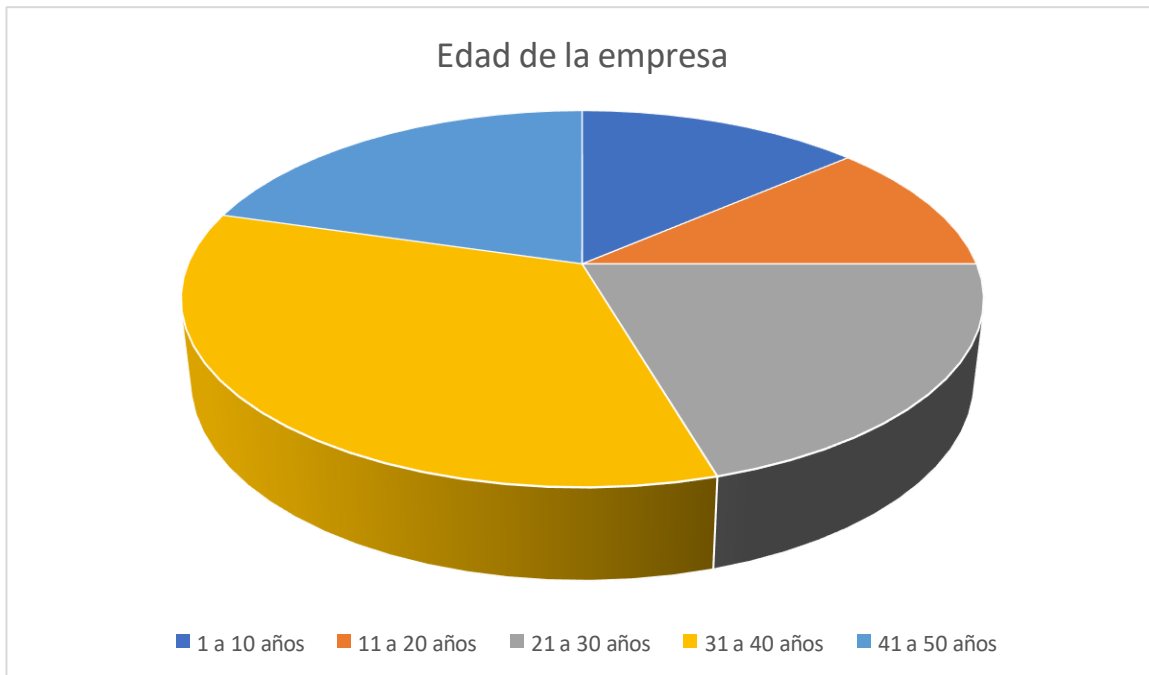


Gráfico 5. Edad de la empresa

El 14% de las empresas fueron fundadas entre 1 y 10 años atrás, el 20% de 21 a 30 años, el 34% de 31 a 40 años, el 11% de 11 a 20 años y el 20% de 41 a 50 años atrás. Esta información es crucial para lograr entender la manera en la que las cosas son desarrolladas en cada empresa, la actualización de información con la que cuentan, las tecnologías, técnicas, herramientas y metodologías utilizadas al momento de solucionar problemas cotidianos dentro de los proyectos.

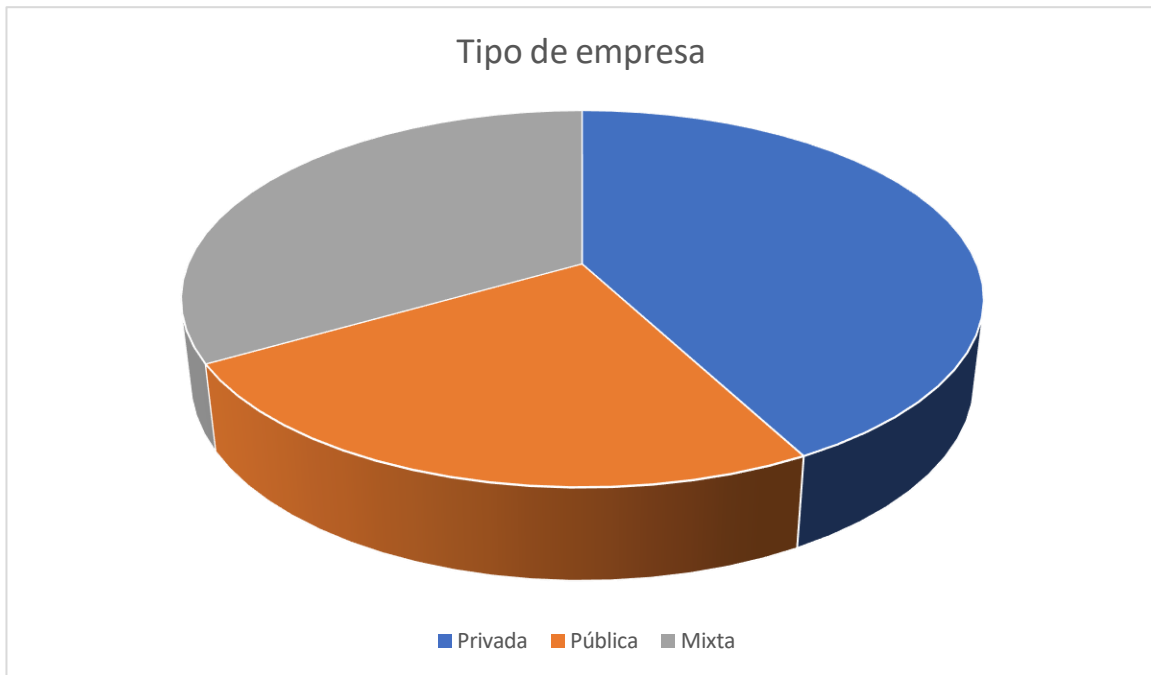


Gráfico 6. Tipo de empresa

El 33% de las empresas son mixtas, el 42% son empresas privadas y el 24% son empresas públicas. Estos datos permitirán diferenciar las normativas, reglas y costumbres de cada tipo de empresa y así, poder analizar la manera de ejecución de proyectos del respectivo tipo que hay.

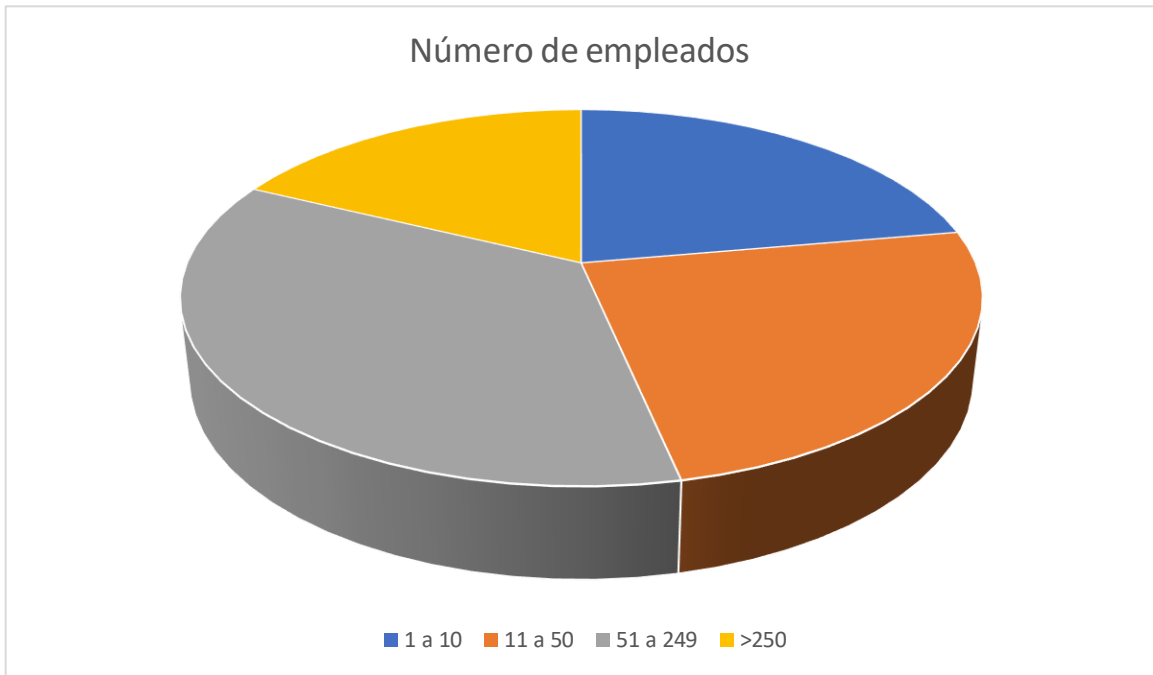


Gráfico 7. Número de empleados

El 24% de las empresas cuenta con un rango de 11 a 50 empleados, el 22% con 1 a 10 empleados, el 36% con 51 a 249 empleados y el 18% con más de 250 empleados. Aquí se podrá visualizar si existe una relación entre la cantidad de problemas y el número de empleados que hay dentro de la empresa.

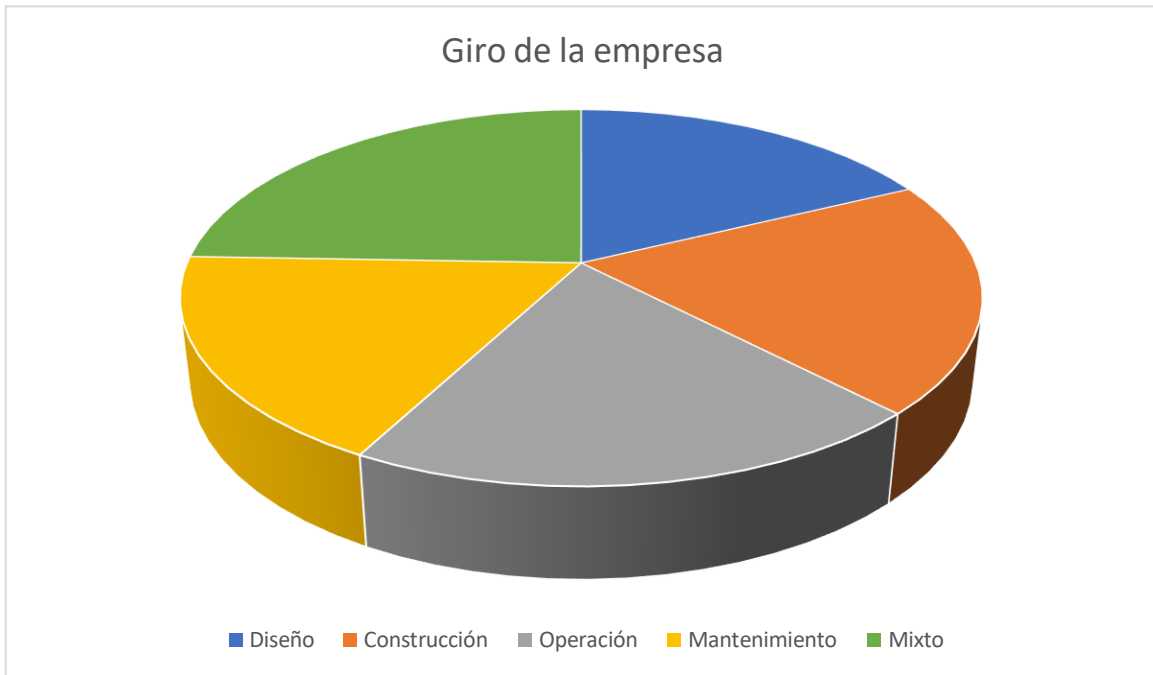


Gráfico 8. Giro de la empresa

El 18% de los encuestados se dedican a realizar el diseño de los proyectos, el 20% se dedica a la construcción, el 20% se dedica a la operación de diferentes establecimientos, el 18% al mantenimiento de edificaciones y el 24% tiene un giro mixto. Este valor es importante ya que permitirá conocer que no hay problemas exclusivos para cierto tipo de obra y que están presentes en cualquier proyecto.

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos por medio del instrumento de recolección de información acerca de la frecuencia con que se presentan los diferentes problemas administrativos que enfrenta la industria de la construcción.

PROBLEMÁTICAS ADMINISTRATIVOS					
Problemáticas	NUNCA	CASI NUNCA	NEUTRAL	CASI SIEMPRE	SIEMRPE
Problemas de almacenamiento	30%	16%	14%	23%	18%
Problemas legales	20%	18%	18%	20%	23%
Problemas con el manejo de personal	20%	27%	25%	9%	18%
Problemas de organización	13%	18%	16%	27%	27%
Problemas de programación	16%	20%	20%	23%	20%
Problemas de seguridad e higiene	20%	22%	16%	20%	22%

Tabla 4. Problemáticas administrativas (elaboración propia)

Con base en la información mostrada en la tabla 4, podemos apreciar que las empresas encuestadas muestran una percepción alta en problemas administrativos relacionados con aspectos legales, de organización y de seguridad e higiene dentro de actividades de campo y de oficina.

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos por medio del instrumento de recolección de información acerca de la frecuencia con que se presentan los diferentes problemas de calidad que enfrenta la industria de la construcción.

PROBLEMÁTICAS DE CALIDAD					
Problemáticas	NUNCA	CASI NUNCA	NEUTRAL	CASI SIEMPRE	SIEMRPE
Problemas de herramienta y equipo	31%	16%	20%	16%	18%
Problemas de información	15%	24%	17%	11%	33%
Problemas con mano de obra	18%	22%	20%	16%	24%
Problemas en materiales	13%	28%	24%	11%	24%
Problemas de procesos	27%	13%	20%	13%	27%

Tabla 5. Problemáticas de calidad (elaboración propia)

Con base en la información mostrada en la tabla 5, podemos apreciar que las empresas encuestadas muestran que enfrentan problemas relacionados con la calidad de la información del proyecto, de la mano de obra, de materiales utilizados y de procesos administrativos y constructivos.

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos por medio del instrumento de recolección de información acerca de la frecuencia con que se presentan los diferentes problemas de calidad que enfrenta la industria de la construcción.

PROBLEMÁTICAS DE COSTOS					
Problemáticas	NUNCA	CASI NUNCA	NEUTRAL	CASI SIEMPRE	SIEMRPE
Problemas por daños	13%	11%	31%	20%	24%
Problemas por desperdicios	14%	27%	25%	18%	16%
Problemas por errores y equivocaciones	14%	20%	27%	23%	16%
Problemas por extravíos y pérdidas	20%	16%	30%	20%	14%
Problemas por gastos imprevistos	18%	11%	31%	18%	22%

Tabla 6. Problemáticas de costos (elaboración propia)

Con base en la información mostrada en la tabla 6, podemos apreciar que a pesar de que las empresas encuestadas enfrentan problemas de costos, tienen una percepción neutral de los efectos que causan en sus proyectos. Sin embargo, este dato puede estar influenciado por las condiciones laborales de cada empresa encuestada y la limitada inversión tecnológica que existe en la industria de la construcción actualmente.

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos por medio del instrumento de recolección de información acerca de la frecuencia con que se presentan los diferentes problemas de calidad que enfrenta la industria de la construcción.

PROBLEMÁTICAS TÉCNICAS					
Problemáticas	NUNCA	CASI NUNCA	NEUTRAL	CASI SIEMPRE	SIEMRPE
Problemas por especificaciones	20%	20%	27%	14%	18%
Problemas por estructura	11%	35%	17%	17%	20%
Problemas por instalaciones	16%	20%	24%	16%	24%
Problemas por materiales	30%	22%	11%	13%	24%
Problemas por planos	11%	7%	17%	22%	22%
Problemas por procesos constructivos	20%	15%	11%	22%	33%

Tabla 7. Problemáticas técnicas (elaboración propia)

Con base en la información mostrada en la tabla 7, podemos apreciar que las empresas encuestadas se ven afectadas en su mayoría por problemas con instalaciones, con planos y con procesos constructivos; este factor nos muestra un área de oportunidad para la implementación de tecnologías que permitan contrarrestar todos estos efectos.

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos por medio del instrumento de recolección de información acerca de la frecuencia con que se presentan los diferentes problemas de calidad que enfrenta la industria de la construcción.

PROBLEMÁTICAS TECNOLÓGICAS					
Problemáticas	NUNCA	CASI NUNCA	NEUTRAL	CASI SIEMPRE	SIEMRPE
Problemas por dificultad de digitalización de procesos	18%	16%	25%	27%	14%
Problemas por elevación en costos	16%	22%	18%	20%	24%
Problemas por falta de implementación de nuevas tecnologías	16%	20%	20%	24%	24%
Problemas por mala capacitación	4%	24%	22%	26%	24%
Problemas durante la implementación de BIM	16%	13%	22%	22%	27%

Tabla 8. Problemáticas tecnológicas (elaboración propia)

Con base en la información mostrada en la tabla 8, podemos apreciar que las empresas encuestadas muestran problemas en elevación de costos por temas tecnológicos, por falta de implementación de nuevas tecnologías y durante la implementación de BIM en proyectos constructivos.

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos por medio del instrumento de recolección de información acerca del conocimiento de las diferentes herramientas utilizadas en la industria de la construcción para la administración de obra.

HERRAMIENTAS DIGITALES						
Herramientas	¿Conoces la herramienta?		¿La aplicas en tus obras?		¿Capacitaron al personal de trabajo?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Metodología Kaisen	56%	44%	42%	58%	-	-
Lean Management	49%	51%	31%	69%	-	-
Metodología 5s	51%	49%	76%	24%	-	-
Software WorkForce	36%	64%	42%	58%	-	-
BIM	87%	13%	71%	29%	58%	42%

Tabla 9. Herramientas digitales (elaboración propia)

Con base en la información mostrada en la tabla 9, podemos apreciar que las empresas encuestadas si tienen conocimiento de las herramientas o metodologías mostradas en este trabajo de investigación pero en algunas ocasiones no las aplican en la resolución de problemas y tampoco son capacitados en su mayoría.

4.7 Análisis estadístico de información

Con el propósito de obtener resultados objetivos y coherentes, se realizará un análisis estadístico de la información captada por medio del instrumento de recolección de información para lograr diferenciar las perspectivas de las personas involucradas en empresas constructoras y áreas específicas de la construcción y administración de obra.

Para el procesamiento y análisis de datos, se utilizó el programa **“IBM SPSS Statistics Editor”**, una herramienta especializada en el análisis estadístico de información. Se realizaron pruebas **“t de student”** para variables independientes. Después de haber realizado dichas pruebas, se verificó que los datos obtenidos fueran relevantes y significativos para la investigación mediante la prueba **“Levene”** y el **“estadístico F”**. Por medio de dichas pruebas, se obtuvieron varianzas significativas y posteriormente fueron comparadas para averiguar la relación existente entre los problemas que se sufren en la industria de la construcción y el personal laboral y los cargos que desempeñan en las empresas constructoras.

Con ayuda de este programa, se realizaron dos tipos de análisis: un **“Análisis de diferencias significativas”** y un **“Análisis de correlaciones”**. Más adelante se explicará en qué consiste cada tipo de análisis y la información obtenida en cada metodología.

Análisis de diferencias significativas. Este análisis permite conocer datos estadísticamente relevantes sobre dos grupos o más de una muestra; permite determinar si una condición está directamente relacionada con otra. Por ejemplo, se puede determinar si los problemas administrativos vividos en la industria de la construcción están relacionados con el cargo, profesión, antigüedad o experiencia de los trabajadores.

A continuación, se presenta la Tabla 10. que muestra el resumen de datos obtenidos por medio de la comparación de diferencias significativas.

Problemas	Grupo 1	Grupo 2	Media del Grupo 1	Media del Grupo 2	Probabilidad de que las medias sean iguales (P)
Administrativos de programación	Arquitectos de profesión (n ₁ = 13)	Administrativos de profesión (n ₂ = 11)	2.85	4.00	0.038
Calidad de procesos	Ingenieros civiles de profesión (n ₁ = 15)	Administrativos de profesión (n ₂ = 11)	3.53	2.09	0.022
Calidad en mano de obra	Cargo administrativo (n ₁ = 12)	Cargo de precios unitarios (n ₂ = 10)	2.42	4.40	0.001
Costos por desperdicios	Ingenieros civiles de profesión (n ₁ = 15)	Arquitectos de profesión (n ₁ = 13)	2.40	3.38	0.048
Técnicos por materiales	Ingenieros civiles de profesión (n ₁ = 15)	Arquitectos de profesión (n ₁ = 13)	3.40	1.77	0.009
Tecnológicos en BIM	Cargo administrativo (n ₁ = 12)	Cargo de precios unitarios (n ₂ = 10)	1.00	0.70	0.043
Aplicación de BIM	Cargo residente (n ₁ = 10)	Cargo de precios unitarios (n ₂ = 10)	0.90	0.50	0.054

Tabla 10. Análisis de diferencias significativas (elaboración propia)

Con base en la información proporcionada en la Tabla 10. se puede observar que la media de los arquitectos que detectan problemas administrativos relacionados con la programación de actividades es de 2.85, comparado con el personal administrativo que tienen una media de 4.00, por lo que al realizar las pruebas correspondientes de diferencia entre medias, el nivel de significancia fue de 0.038, un valor inferior al 0.10 establecido como límite para seleccionar únicamente información relevante para el estudio. Dichos valores nos permiten decir que el personal administrativo tiene mayores dificultades administrativas durante la programación de actividades dentro de la empresa.

Por otra parte, los ingenieros civiles encargados de revisar la calidad de procesos, presentan una media de 3.53 comparado con la media del personal administrativo que es de 2.09; esto significa que los ingenieros civiles tienen más problemas durante la supervisión del cumplimiento de la calidad de procesos ejecutados en el proyecto y tiene todo el sentido del mundo, ya que ellos se encuentran en campo la mayor parte de la vida del proyecto y la experiencia del personal administrativo está más enfocada al ámbito de oficina.

De igual forma, comparando la media de 2.42 del personal con cargo administrativo con respecto al personal de precios unitarios con media de 4.40, se observa que las personas de precios unitarios se percatan más de los problemas relacionados con la calidad de la mano de obra y cómo es que esto repercute en los gastos de oficina y campo a lo largo de la vida del proyecto.

Ahora bien, dentro de los problemas tecnológicos existentes por la adopción de BIM, el personal administrativo tiene una media de 1.00 y el personal de precios unitarios de 0.70, lo cual significa que a lo largo del proceso de implementación de BIM para el desarrollo de proyectos, el personal administrativo afronta mayor cantidad de problemas tecnológicos con el hardware y/o software.

Finalmente, el personal de precios unitarios tiene una media de 0.50 y los residentes de 0.90 con respecto a problemas durante la aplicación de BIM en proyectos. Esto indica que los residentes encuentran más dificultades al aplicar BIM en campo que las personas de precios unitarios en la aplicación para trabajos de oficina.

Análisis de correlaciones. El análisis de correlaciones es una herramienta estadística fundamental utilizada para examinar la relación que existe entre dos variables o más. Para este caso en particular, se realizarán los cálculos pertinentes para la obtención de los coeficientes Pearson entre las variables y los resultados se muestran en la Tabla 11. la cual es una matriz triangular superior con diagonal principal unitaria.

	PTecKaisen	PTecKaisenAplic	PTecLeanMan	PTecLeanManAplic	PTecCincoSs	PTecCincoSsAplic	PTecSoftwareWorkForce	PTecSoftwareWorkForceAplic	PTecBim	PTecBimAplic	PTecCapacitaciónPers
PTecKaisen	1	0.131	-0.109	0.215	0.02	0.116	0.01	-0.05	0.044	0.022	0.141
PTecKaisenAplic	-	1	0.154	0.397**	-0.154	0.172	0.023	-0.002	0.335*	-0.15	0.002
PTecLeanMan	-	-	1	-0.081	-0.022	0.143	0.109	0.244	0.122	0.231	0.116
PTecLeanManAplic	-	-	-	1	-0.015	0.047	0.203	0.106	0.122	-0.101	0.186
PTecCincoSs	-	-	-	-	1	0.064	0.169	-0.064	0.009	0.161	0.154
PTecCincoSsAplic	-	-	-	-	-	1	0.314*	-0.037	0.233	0.208	0.037
PTecSoftwareWorkForce	-	-	-	-	-	-	1	0.305*	0.018	0.064	0.071
PTecSoftwareWorkForceAplic	-	-	-	-	-	-	-	1	0.335*	0.247	0.184
PTecBim	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.038	0.194
PTecBimAplic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.249
PTecCapacitaciónPers	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Tabla 11. Análisis de correlación y coeficientes Pearson (elaboración propia)

Con base en la información obtenida en la Tabla 11. Se observa que existe una relación directa entre los problemas tecnológicos durante la aplicación de la metodología Kaisen y la aplicación del Lean Management. Esto quiere decir que existen diferentes factores como deficiencias en la infraestructura tecnológica dentro de las empresas, falta de capacitación tecnológica, resistencia generacional a la digitalización de procesos e insuficiencia en inversiones de hardware.

También, los problemas tecnológicos del Software WorkForce muestra relación con los problemas tecnológicos de la metodología 5s durante su aplicación. Para este caso, las condiciones son un poco diferentes; la aplicación de la metodología 5s enfrenta dificultades debido a que el Software Workforce debe tener una infraestructura digital compleja para su aprovechamiento total y así, poder llevar a

cabo la metodología 5s en el proceso de implementación del Software Workforce dentro de la empresa y sus respectivos proyectos.

De igual forma, el desempeño del Software Workforce dentro de cualquier empresa está directamente relacionado con el aspecto digital y personal; esto quiere decir que para poder aprovechar de la mejor manera posible la implementación del Software WorkForce en proyectos de construcción, es indispensable contar con la infraestructura necesaria para que el personal trabajador pueda usar el Software Workforce y no existan limitantes en su aprendizaje y utilización de la herramienta digital.

Finalmente, existe una relación con respecto a los problemas tecnológicos de BIM ocasionados por dificultades durante la aplicación del Software WorkForce y la metodología 5s. En este caso en particular, los problemas que las empresas constructoras enfrentan son relacionados con la insuficiencia en información sobre el software y las herramientas digitales existentes para su aplicación en proyectos constructivos; de igual forma, la complejidad tecnológica que implica aplicar el software y el conocimiento personal de las personas implicadas en la ejecución del proyecto y todo esto, aplicarlo de manera adecuada y eficiente con la metodología para lograr un proyecto eficiente en todas las áreas involucradas en la aplicación de BIM, el Software WorkForce y la metodología 5s.

Para concluir, todos los problemas tecnológicos están presentes durante la ejecución de proyectos. Sin embargo, todos los participantes involucrados en las empresas constructoras deberán buscar soluciones prácticas para lograr poco a poco digitalizar procesos cotidianos que al final del día, siguen causando diferentes problemas que de no ser solucionados de manera actualizada y con ayuda de las herramientas tecnológicas, nuestras empresas se verán obsoletas frente a situaciones actuales que necesariamente deben ser atendidas de manera digital.

4.8 Resumen

Implementar un proceso de diagnóstico interno en las empresas constructoras del Valle de Toluca —y, en general, en todo el sector de la construcción— permite detectar deficiencias de tipo administrativo, cualitativo, financiero, técnico y tecnológico. Al reconocer los problemas que se presentan con mayor frecuencia, es posible atenderlos de manera oportuna y eficaz, reduciendo así su impacto en el futuro.

Es importante dar prioridad al uso de herramientas digitales para la gestión de proyectos; no obstante, su adopción no debe realizarse de forma inmediata ni en todas las etapas del proceso. Para asegurar resultados de alta calidad, se recomienda una implementación progresiva, que inicie desde la planificación, continúe con la construcción y administración, y finalice con la ejecución.

Con el fin de que las empresas constructoras logren el objetivo común de entregar proyectos con los más altos estándares de calidad y cumplir las expectativas del cliente, resulta esencial promover la capacitación continua del personal y la instrucción en buenas prácticas. Esto impulsa una cultura organizacional orientada a la eficiencia y motiva a los empleados a mantener un esfuerzo constante por alcanzar la excelencia en sus resultados.

De igual manera, se requiere invertir en el fortalecimiento del marco administrativo mediante la adquisición de maquinaria y equipos de alta calidad. Esta acción asegura la correcta culminación de los proyectos, evitando pérdidas derivadas del uso de materiales defectuosos o inadecuados. Dicho aspecto es especialmente relevante, ya que con frecuencia se descuida. La maquinaria y los equipos, tanto para labores administrativas como operativas, representan activos estratégicos cuya adquisición debe planificarse cuidadosamente. Una inversión bien estructurada constituye la base para una gestión eficiente y una ejecución exitosa de los proyectos.

Conclusiones

Tras realizar el estudio y aplicar la herramienta de recolección de datos, se constató que las empresas constructoras del Valle de Toluca son plenamente conscientes de los diversos retos que enfrenta el sector. Si bien algunas no utilizan todas las metodologías y herramientas propuestas en esta investigación, cada empresa mantiene una forma particular y definida de administrar sus obras y gestionar sus proyectos. En general, las compañías recurren a distintas estrategias para hacer frente a sus desafíos, y lo más relevante es que reconocen los beneficios que conlleva la implementación del BIM en sus procesos. Además, muestran un conocimiento básico de las herramientas disponibles para resolver problemáticas en la construcción; sin embargo, muchas veces carecen de los recursos necesarios para aplicarlas de manera integral a nivel empresarial.

Con base en la hipótesis planteada al inicio del estudio y en los resultados obtenidos mediante la herramienta de recolección de datos, se concluye que las empresas constructoras de la región comprenden el valor agregado que representan las herramientas y métodos de gestión dentro del desarrollo de los proyectos. También reconocen los beneficios económicos asociados con la correcta administración de los recursos y la solución de los desafíos operativos que surgen durante la ejecución y el mantenimiento de las obras.

La experiencia laboral del personal y la trayectoria de las empresas evidencian que la resistencia al cambio tecnológico suele ser un factor que limita la actualización en cuanto a conocimientos y métodos de resolución de problemas. Esta situación permite comprender los hábitos que los trabajadores adquieren con los años y analizar si la introducción de nuevas tecnologías podría generar beneficios tangibles desde un punto de vista administrativo y práctico en el desarrollo de los proyectos. En muchas ocasiones, los aspectos administrativos no reciben la atención ni el análisis que merecen, y su relevancia tiende a subestimarse. No obstante, en términos de éxito económico y constructivo, las actividades administrativas son tan importantes como las operativas, pues constituyen el primer nivel de control. Son las que garantizan la adecuada gestión de los materiales, la disponibilidad de mano de obra calificada, el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene, y la

entrega oportuna del proyecto dentro del presupuesto establecido.

Uno de los principales objetivos de las empresas constructoras es optimizar la calidad de los resultados una vez finalizado el proyecto. Para lograrlo, se requiere una colaboración constante entre el área administrativa y los equipos de obra. Esto implica contar con materiales de calidad, personal altamente capacitado y procesos bien coordinados, con el fin de alcanzar la máxima eficiencia durante la ejecución constructiva.

Si bien la satisfacción del cliente constituye una prioridad, los aspectos financieros de cada proyecto son objeto de un seguimiento minucioso. Por ello, la gestión profesional de los proyectos debe complementarse con una ejecución técnica experta. Maximizar los beneficios requiere la participación de jefes de obra competentes, capaces de reducir el desperdicio de materiales, los errores del personal y los costos imprevistos, que representan un desafío constante en el sector.

Actualmente, la industria de la construcción demanda la incorporación de nuevas tecnologías que le permitan mantenerse competitiva en términos de información, herramientas y métodos, fortaleciendo así el valor de cada proyecto. Los resultados de la encuesta reflejan que BIM es la herramienta más conocida y utilizada dentro del sector; sin embargo, no todas las empresas que la conocen la implementan de manera efectiva. Este estudio busca resaltar los beneficios que dichas herramientas pueden aportar antes, durante y después de la ejecución de los proyectos.

Finalmente, se concluye que la gestión de la construcción debe integrar e implementar métodos como BIM, 5S, Lean Management y la gestión de la fuerza laboral mediante software especializado. Aunque en la investigación se observó que algunas empresas aún no adoptan estas metodologías, es importante reconocer que cada una posee su propio sistema y enfoque administrativo, ajustado a su estructura y necesidades. Con base en mi experiencia como estudiante de doctorado, recomiendo que los programas de maestría de la universidad incluyan cursos específicos que aborden estos temas de forma integrada y práctica, ya que los resultados de este estudio demuestran el impacto positivo de dichas metodologías en la gestión y la limitada aplicación que actualmente tienen en las empresas constructoras.

Bibliografía

Achour, H. B. (2024). Construction: combining BIM and lean to improve performance.

Alothman, H. (2020). *Knowledge – Hiba*. ABIYA, Dubái, Emiratos Árabes Unidos.

Altamirano, G. (2024). *Metodología BIM: Definición y Ventajas*. G Altamirano, Ciudad de México, México.

BigRentz. (2021). *Lean Construction: Principles Shaping the Future of Construction*. BigRentz, Irvine, CA, EE. UU.

Camino Puga, J. M. (2017). Propuesta de mejora en el ciclo de almacenamiento de materiales del almacén central de una empresa del sector de construcción. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú

Compleet.com. (2021). Software Workforce para la gestión de personal. Recuperado de <https://compleet.com/en/workforce>

Chamoun, Y., (2002), Administración Profesional de Proyectos: La Guía, IAN Editores, México

Chitkara, K. K. (2014). Construction Project Management: Planning, Scheduling and Controlling. Tata McGraw-Hill Education, Nueva Delhi.

Delgado, D.J and Aspinwall, E., (2005), Improvement Tools in the UK Construction Industry, Construction Management and Economics, Vol. 23 No. 9, pp. 965-977

Delgado, H.D., (2006), A framework for building quality into construction projects, Ph D Thesis, School of Engineering, The University of Birmingham, UK

Delgado-Hernández, D.J., y Garduño-Contreras, F.I., (2012), Administración de la calidad en la industria de la construcción: un estudio empírico en México, Revista IDEAS en Ciencia, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México, Vol. 21 No. 37, pp. 42-48.

Delgado, H.D., (2010), Prácticas de Administración de Obra en el Estado de México: El Caso de una Empresa Pública, Construyendo México, Vol. 3, No. 3, pp. 24-26.

Delgado, D., (2008), Planeación, ejecución y control de proyectos en la industria de la construcción: un caso práctico en México, Revista IDEAS, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México, Vol. 17 No. 30, pp. 53-61.

Delgado-Hernández, D.J., Becerril-Amado, A.D., y Medina, P.J., (2012), Gestión de proyectos de construcción en el contexto del Estado de México, Revista IDEAS en Ciencia, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México, Vol. 21 No. 37, pp. 29-41

Domínguez, B., (2012) Problemas de Costos en la Administración de obra de Empresas constructoras en el Estado de México: El Caso del Valle de Toluca, Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

González Carrasco, M. C. (2008). Responsabilidades en la construcción: Defectos constructivos y daños a terceros. Universidad de Castilla-La Mancha, España.

Gould, S. (2022). Computing workforce model. School of Engineering and Applied Science, University of Virginia, Charlottesville, VA.

Gutiérrez, Z. (2020). *BIM: Control de costo, plazo y calidad*. Arco Project Management, Ciudad de Panamá, Panamá.

Hafez, S. (2013). Applying Lean Thinking in Construction and Performance Improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679-695.

Helmold, M., Yilmaz, A. K., Flouris, T., Winner, T., Cvetkoska, V., & Dathe, T. (2022). Lean Management, Kaizen, Kata and Keiretsu: Best-Practice Examples and Industry Insights from Japanese Concepts. Springer, Cham.

Hirano, H. (1995). 5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation. Productivity Press, Nueva York.

Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill, Nueva York.

Inmobiliare. (2024). *Beneficios de aplicar el método BIM en el sector de la construcción*. Inmobiliare, Ciudad de México, México.

Johansen, P., Christensen, S., Neve, H. H., & Wandahl, S. (2021). *Lean Renovation – a Case Study of Productivity, Flow, and Time Improvements*. *Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, 839-848.

Kensek, K., & Noble, D. (Eds.). (2014). *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, EE. UU.

Koskela, L. (2000). *An Exploration Towards a Production Theory and Its Application to Construction*. VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo.

Lesur, L., (2011), *Manual del Residente de Obra*, Trillas, México.

Martínez, E. (2017). *La industria debe 'sacudirse' la resistencia al cambio*. Manufactura, Ciudad de México, México.

Psicosmart. (2024). *¿Cómo afecta la cultura organizacional a la adopción de nuevas tecnologías en las empresas?* Psicosmart, Ciudad de México, México.

Radio Sevilla. (2024). *Sevilla contará el próximo año con una nueva residencia de estudiantes-hotel en La Cartuja*. *Cadena SER*.

Remato. (2025). *Las mejores soluciones de software de construcción para una gestión más inteligente de obras en 2025*. Remato, Tallin, Estonia.

RCR Arquitectes. (2025). *Muraba Veil en Dubái*. Arquitectura Viva, Dubái, Emiratos Árabes Unidos.

Rudeli, N., (2018). *Causas de Retrasos en Proyectos de Construcción: Un análisis cualitativo*. Memoria Investigaciones en Ingeniería, 16. Universidad de Montevideo.

Santelices, C., Herrera, R., & Muñoz, F. (2019). *Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno*. *Revista*

Ingeniería de Construcción, 34(3), 242–251. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2011). NOM-031-STPS-2011, Construcción – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación, México.

Solís, R., (2004), La Supervisión de Obra, Ingeniería, Vol. 8 No. 1, pp. 55-60.

Toscano, F. (2025). Adjudicación del diseño del puente de la SE-40: un paso más en la mejora de infraestructuras en Sevilla. *El Correo de Andalucía*.

Workforce.com. (2019). Gestión de personal en la construcción: asistencia y control. Recuperado de <https://es.workforce.com/blog/gestion-de-personal-en-la-construccion/>

Workforce.com. (2025). *Sistema de gestión de horarios y control de asistencia para equipos de trabajo*. Workforce.com, Chicago, EE. UU.

Zabalbeascoa, A. (2025). El rascacielos de RCR en el desierto. *El País*. Recuperado de <https://elpais.com/cultura/del-tirador-a-la-ciudad/2025-01-08/el-rascacielos-de-rcr-en-el-desierto.html>

Anexos

Anexo A

La importancia de la administración de la construcción en empresas constructoras de la zona metropolitana Del Valle de Toluca

Este cuestionario tiene como objetivo principal, investigar las diferentes problemáticas a las que las empresas constructoras se enfrentan en el día a día y el conocimiento que tienen acerca de las herramientas que podrían implementar para la mitigación de consecuencias.

NOTA

Hacer uso de la información adicional disponible en el cuestionario para conocer algunas herramientas que podrían ser de utilidad para sus respectivas empresas.

PRIMERA ETAPA

Información personal de la empresa y del encuestado.

Nombre del encuestado *

Tu respuesta

Profesión del encuestado *

Tu respuesta

Cargo del encuestado *

Tu respuesta

Nombre de la empresa *

Tu respuesta

Años laborados en la empresa *

Tu respuesta

Dirección de la empresa *

Tu respuesta

Edad de la empresa *

Tu respuesta

Tipo de empresa *

Privada

Pública

Mixta

Número de empleados *

- 1 a 10
- 11 a 50
- 51 a 249
- >250

Giro de la empresa *

- Diseño
- Construcción
- Operación
- Mantenimiento

RESPONDA DEPENDIENDO DEL GIRO DE
SU EMPRESA

Para los casos que no correspondan con el
giro de su empresa, responder "NO APLICA"

Diseño *

- Clínicas de salud
- Sistemas hidráulicos
- Edificaciones civiles
- Escuelas
- Vivienda
- Vías terrestres
- Puentes
- NO APLICA

Construcción *

- Clínicas de salud
- Sistemas hidráulicos
- Edificaciones civiles
- Escuelas
- Vivienda
- Vías terrestres
- Puentes
- NO APLICA

Operación *

- Clínicas de salud
- Sistemas hidráulicos
- Edificaciones civiles
- Escuelas
- Vivienda
- Vías terrestres
- Puentes
- NO APLICA

Mantenimiento *

- Clínicas de salud
- Sistemas hidráulicos
- Edificaciones civiles
- Escuelas
- Vivienda
- Vías terrestres
- Puentes
- NO APLICA

¿Cómo definiría "Administración de la construcción"?

*

Tu respuesta

¿Qué herramientas conoce para la administración de la construcción?

*

Tu respuesta

SEGUNDA ETAPA

Aquí habrá que identificar los problemas que enfrenta durante la administración de su construcción y frecuencia de su presencia.

PROBLEMAS ADMINISTRATIVOS

Problemas de almacenamiento *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas legales *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas con el manejo de personal *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas de organización *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas de programación *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas con seguridad e higiene *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

PROBLEMAS DE CALIDAD

Calidad en herramienta y equipo *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Calidad de información *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Calidad en mano de obra *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Calidad de materiales *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Calidad de procesos *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

PROBLEMAS DE COSTOS

Problemas por daños *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por desperdicios *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por errores y equivocaciones *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por extravíos y pérdidas *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por gastos imprevistos *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

PROBLEMAS TÉCNICOS

Problemas por especificaciones *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por estructura *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por instalaciones *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por materiales *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por planos *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por procesos constructivos *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS

Problemas por dificultad de digitalización de procesos *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por elevación en costos *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por falta de implementación *
de nuevas tecnologías

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas por mala capacitación *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

Problemas durante la implementación de BIM *

Nunca

1

2

3

4

5

Siempre

TERCER ETAPA

Se mencionarán las diferentes herramientas que ayudan al constructor a llevar una mejor administración de la construcción y en la búsqueda de soluciones a problemas de diferentes índoles (escribir "NO APLICA" para aquellas preguntas que no conozcas las respuestas).

¿Conoces la metodología Kaisen? *

Si

No

¿En qué consiste? *

Tu respuesta

¿Lo aplicas en tus obras? *

Si

No

¿Cómo lo implementas en tus obras? *

Tu respuesta

¿Conoces el Lean Management? *

Si

No

¿En qué consiste? *

Tu respuesta

¿Lo aplicas en tus obras? *

Si

No

¿Cómo lo implementas en tus obras? *

Tu respuesta

¿Conoces la metodología 5s? *

Si

No

¿En qué consiste? *

Tu respuesta

¿Lo aplicas en tus obras? *

Si

No

¿Cómo lo implementas en tus obras? *

Tu respuesta

¿Conoces el Software Workforce? *

Si

No

¿En qué consiste? *

Tu respuesta

¿Lo aplicas en tus obras? *

Si

No

¿Cómo lo implementas en tus obras? *

Tu respuesta

¿Conoces el Building Information Modeling (BIM)? *

Si

No

¿En qué consiste? *

Tu respuesta

¿Lo aplicas en tus obras? *

Si

No

¿Cómo lo implementas en tus obras? *

Tu respuesta

CUARTA ETAPA

En esta sección, se indagará cómo implementaron las diferentes herramientas dentro de sus empresas (escribir "NO APLICA" para aquellas preguntas que no conozcas las respuestas).

¿Capacitaron al personal de trabajo? *

Si

No

¿Cómo capacitaron al personal de trabajo? *

Tu respuesta

¿Qué mejoras aportaron a tu proceso administrativo? *

Tu respuesta

Enviar

Borrar formulario

Anexo B

Estadísticos de grupo

Prof	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PAAlmac	3	13	3.38	1.446
	2	11	2.45	1.572
PALegal	3	13	3.38	1.446
	2	11	3.09	1.446
PAManejoPers	3	13	2.85	1.463
	2	11	2.64	1.804
PAOrg	3	13	3.92	1.320
	2	11	3.55	1.128
PAOrganizacion	3	13	2.85	1.405
	2	11	4.00	1.095
PASegEHig	3	13	2.69	1.316
	2	11	2.82	1.537

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	Inferior	Superior
PAAlmac	Se han asumido varianzas iguales	.651	.428	1.509	22	.146	.930	.616	-.348	2.208
	No se han asumido varianzas iguales			1.498	20.626	.149	.930	.621	-.363	2.223
PALegal	Se han asumido varianzas iguales	.010	.922	.496	22	.625	.294	.592	-.935	1.522
	No se han asumido varianzas iguales			.496	21.344	.625	.294	.592	-.937	1.524
PAManejoPers	Se han asumido varianzas iguales	1.819	.191	.315	22	.756	.210	.667	-1.173	1.592
	No se han asumido varianzas iguales			.309	19.259	.761	.210	.679	-1.209	1.629
PAOrg	Se han asumido varianzas iguales	.379	.545	.745	22	.464	.378	.507	-.673	1.428
	No se han asumido varianzas iguales			.756	21.993	.458	.378	.500	-.659	1.414
PAOrganizacion	Se han asumido varianzas iguales	2.233	.149	-2.211	22	.038	-1.154	.522	-2.236	-.072
	No se han asumido varianzas iguales			-2.259	21.882	.034	-1.154	.511	-2.214	-.094
PASegEHig	Se han asumido varianzas iguales	.281	.601	-.216	22	.831	-.126	.582	-1.333	1.081
	No se han asumido varianzas iguales			-.213	19.873	.833	-.126	.590	-1.357	1.105

Estadísticos de grupo

Prof	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PCHerriEq	1	15	2.87	1.767
	2	11	2.55	1.293
PCINorm	1	15	3.67	1.543
	2	11	2.45	1.293
PCManoDeO	1	15	3.00	1.363
	2	11	3.00	1.549
PCMateriales	1	15	2.73	1.335
	2	11	2.82	1.401
PCProcesos	1	15	3.53	1.552
	2	11	2.09	1.375

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	Inferior	Superior
PCHerriEq	Se han asumido varianzas iguales	5.056	.034	.510	24	.615	.321	.630	-.979	1.622
	No se han asumido varianzas iguales			.535	23.997	.597	.321	.600	-.918	1.560
PCINorm	Se han asumido varianzas iguales	1.133	.298	2.114	24	.045	1.212	.573	.029	2.395
	No se han asumido varianzas iguales			2.174	23.490	.040	1.212	.557	.060	2.364
PCManoDeO	Se han asumido varianzas iguales	.428	.519	.000	24	1.000	.000	.573	-1.183	1.183
	No se han asumido varianzas iguales			.000	19.975	1.000	.000	.585	-1.220	1.220
PCMateriales	Se han asumido varianzas iguales	.006	.939	-.157	24	.877	-.085	.541	-1.201	1.032
	No se han asumido varianzas iguales			-.156	21.069	.878	-.085	.545	-1.218	1.049
PCProcesos	Se han asumido varianzas iguales	.648	.429	2.453	24	.022	1.442	.588	.229	2.656
	No se han asumido varianzas iguales			2.501	23.047	.020	1.442	.577	.250	2.635

Estadísticos de grupo

Cargo	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	
PCHerrYEq	2	12	3.08	1.443	.417
	4	10	3.10	1.449	.458
PCINform	2	12	3.50	1.679	.485
	4	10	2.70	1.059	.335
PCManoDeO	2	12	2.42	1.379	.398
	4	10	4.40	.699	.221
PCMateriales	2	12	3.00	1.477	.426
	4	10	3.30	1.160	.367
PCProcesos	2	12	3.00	1.537	.444
	4	10	3.00	1.491	.471

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
										Inferior	Superior
PCHerrYEq	Se han asumido varianzas iguales	.001	.981	-0.027	20	.979	-.017	.619	-1.308	1.275	
	No se han asumido varianzas iguales			-0.027	19.261	.979	-.017	.619	-1.312	1.278	
PCINform	Se han asumido varianzas iguales	6.746	.017	1.303	20	.207	.800	.614	-.480	2.080	
	No se han asumido varianzas iguales			1.358	18.783	.191	.800	.589	-.434	2.034	
PCManoDeO	Se han asumido varianzas iguales	2.713	.115	-4.117	20	.001	-1.983	.482	-2.988	-.978	
	No se han asumido varianzas iguales			-4.356	16.872	.000	-1.983	.455	-2.945	-1.022	
PCMateriales	Se han asumido varianzas iguales	.442	.514	-.522	20	.608	-.300	.575	-1.500	.900	
	No se han asumido varianzas iguales			-.533	19.950	.600	-.300	.562	-1.473	.873	
PCProcesos	Se han asumido varianzas iguales	.008	.930	.000	20	1.000	.000	.649	-1.355	1.355	
	No se han asumido varianzas iguales			.000	19.494	1.000	.000	.647	-1.353	1.353	

Estadísticos de grupo

Prof	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	
PCostDanos	1	15	2.93	1.387	.358
	3	13	3.54	1.330	.369
PCostDesperd	1	15	2.40	1.121	.289
	3	13	3.38	1.387	.385
PCostErroYEquiv	1	15	2.73	.961	.248
	3	13	3.15	1.625	.451
PCostExtravYPerd	1	15	2.53	1.246	.322
	3	13	3.00	1.291	.358
PCostImprevistos	1	15	2.73	1.387	.358
	3	13	3.46	1.561	.433

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
										Inferior	Superior
PCostDanos	Se han asumido varianzas iguales	.100	.755	-1.173	26	.251	-.605	.516	-1.665	.455	
	No se han asumido varianzas iguales			-1.177	25.706	.250	-.605	.514	-1.663	.452	
PCostDesperd	Se han asumido varianzas iguales	1.045	.316	-2.077	26	.048	-.985	.474	-1.959	-.010	
	No se han asumido varianzas iguales			-2.045	23.095	.052	-.985	.481	-1.980	.011	
PCostErroYEquiv	Se han asumido varianzas iguales	6.560	.017	-.847	26	.405	-.421	.496	-1.441	.600	
	No se han asumido varianzas iguales			-.817	18.890	.424	-.421	.515	-1.498	.657	
PCostExtravYPerd	Se han asumido varianzas iguales	.035	.852	-.972	26	.340	-.467	.480	-1.453	.520	
	No se han asumido varianzas iguales			-.969	25.147	.342	-.467	.481	-1.458	.524	
PCostImprevistos	Se han asumido varianzas iguales	.281	.601	-1.308	26	.202	-.728	.557	-1.873	.417	
	No se han asumido varianzas iguales			-1.296	24.294	.207	-.728	.562	-1.887	.431	

Estadísticos de grupo

	Prof	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PTEspecif	1	15	2.73	1.163	.300
	3	13	2.92	1.320	.366
PTEstructura	1	15	3.33	1.397	.361
	3	13	2.69	.947	.263
PTinstalaciones	1	15	3.00	1.363	.352
	3	13	3.69	1.182	.328
PTMateriales	1	15	3.40	1.805	.466
	3	13	1.77	1.092	.303
PTPlanos	1	15	3.40	1.352	.349
	3	13	3.15	1.405	.390
PTProcesosConstr	1	15	3.07	1.486	.384
	3	13	4.00	1.155	.320

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
PTEspecif	Se han asumido varianzas iguales	.063	.804	-.404	26	.689	-.190	.469	-1.154	.775
	No se han asumido varianzas iguales			-.401	24.187	.692	-.190	.474	-1.167	.787
PTEstructura	Se han asumido varianzas iguales	5.510	.027	1.397	26	.174	.641	.459	-.302	1.584
	No se han asumido varianzas iguales			1.436	24.687	.163	.641	.446	-.279	1.561
PTinstalaciones	Se han asumido varianzas iguales	.003	.958	-1.424	26	.166	-.692	.486	-1.691	.307
	No se han asumido varianzas iguales			-1.439	25.999	.162	-.692	.481	-1.681	.296
PTMateriales	Se han asumido varianzas iguales	12.342	.002	2.835	26	.009	1.631	.575	.448	2.813
	No se han asumido varianzas iguales			2.934	23.445	.007	1.631	.556	.482	2.779
PTPlanos	Se han asumido varianzas iguales	.001	.979	.472	26	.641	.246	.522	-.826	1.319
	No se han asumido varianzas iguales			.470	25.122	.642	.246	.523	-.831	1.324
PTProcesosConstr	Se han asumido varianzas iguales	3.221	.084	-1.833	26	.078	-.933	.509	-1.980	.113
	No se han asumido varianzas iguales			-1.867	25.730	.073	-.933	.500	-1.961	.095

Estadísticos de grupo

	Antig	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PTecBIM	2	13	1.00	.000	.000
	3	15	.73	.458	.118
PTecBIMAplica	2	13	.69	.480	.133
	3	15	.67	.488	.126
PTecCapacitacionPers	2	13	.77	.439	.122
	3	15	.47	.516	.133

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
PTecBIM	Se han asumido varianzas iguales	43.359	.000	2.095	26	.046	.267	.127	.005	.528
	No se han asumido varianzas iguales			2.256	14.000	.041	.267	.118	.013	.520
PTecBIMAplica	Se han asumido varianzas iguales	.079	.781	.140	26	.890	.026	.184	-.352	.403
	No se han asumido varianzas iguales			.140	25.547	.890	.026	.183	-.352	.403
PTecCapacitacionPers	Se han asumido varianzas iguales	5.381	.028	1.656	26	.110	-.303	.183	-.073	.678
	No se han asumido varianzas iguales			1.677	25.994	.106	-.303	.180	-.068	.674

Estadísticos de grupo

	Cargo	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PTecBIM	3	10	.90	.316	.100
	4	10	.70	.483	.153
PTecBIMAplica	3	10	.90	.316	.100
	4	10	.50	.527	.167
PTecCapacitacionPers	3	10	.70	.483	.153
	4	10	.40	.516	.163

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
PTecBIM	Se han asumido varianzas iguales	5,684	.028	1,095	18	.288	.200	.183	-.184	.584
	No se han asumido varianzas iguales			1,095	15,517	.290	.200	.183	-.188	.588
PTecBIMAplica	Se han asumido varianzas iguales	16,000	.001	2,058	18	.054	.400	.194	-.008	.808
	No se han asumido varianzas iguales			2,058	14,737	.058	.400	.194	-.015	.815
PTecCapacitacionPers	Se han asumido varianzas iguales	.750	.398	1,342	18	.196	.300	.224	-.170	.770
	No se han asumido varianzas iguales			1,342	17,920	.196	.300	.224	-.170	.770

Estadísticos de grupo

	EdadEmp	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
PTecBIM	2	6	1,00	.000	.000
	4	15	.87	.352	.091
PTecBIMAplica	2	6	.67	.516	.211
	4	15	.67	.488	.126
PTecCapacitacionPers	2	6	.83	.408	.167
	4	15	.33	.488	.126

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
PTecBIM	Se han asumido varianzas iguales	4,666	.044	.914	19	.372	.133	.146	-.172	.439
	No se han asumido varianzas iguales			1,468	14,000	.164	.133	.091	-.062	.328
PTecBIMAplica	Se han asumido varianzas iguales	.000	1,000	.000	19	1,000	.000	.239	-.501	.501
	No se han asumido varianzas iguales			.000	8,808	1,000	.000	.246	-.557	.557
PTecCapacitacionPers	Se han asumido varianzas iguales	3,054	.097	2,210	19	.040	.500	.226	.027	.973
	No se han asumido varianzas iguales			2,393	11,057	.036	.500	.209	.040	.960

➔ **Correlaciones**

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\FREDADOR ACER\OneDrive\Documentos\Tesis\Encuestados_Numericos_Macros_09JUN25.sav

		Correlaciones										
		PTecKaisen	PTecKaisenA plica	PTecLeanMa n	PTecLeanMa nAplica	PTecCincoSs	PTecCincoSsA plica	PTecSoftware WorkForce	PTecSoftware WorkForceApl ica	PTecBIM	PTecBIMAplic a	PTecCapacita cionPers
PTecKaisen	Correlación de Pearson	1	.131	-.109	.215	.020	.116	.010	-.050	.044	.022	.141
	Sig. (bilateral)		.392	.475	.157	.897	.449	.946	.743	.775	.886	.356
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecKaisenAplica	Correlación de Pearson	.131	1	.154	.397	-.154	.172	.023	-.002	.335	-.150	.002
	Sig. (bilateral)	.392		.312	.007	.312	.258	.891	.989	.024	.325	.989
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecLeanMan	Correlación de Pearson	-.109	.154	1	-.081	-.022	.143	.109	-.244	.122	.231	.116
	Sig. (bilateral)	.475	.312		.596	.887	.350	.474	.106	.424	.127	.448
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecLeanManAplica	Correlación de Pearson	.215	.397	-.081	1	-.015	.047	.203	.106	.122	-.101	.186
	Sig. (bilateral)	.157	.007	.596		.922	.758	.182	.489	.423	.508	.222
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecCincoSs	Correlación de Pearson	.020	-.154	-.022	-.015	1	.064	.169	-.064	.009	.161	.154
	Sig. (bilateral)	.897	.312	.887	.922		.674	.266	.676	.955	.290	.312
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecCincoSsAplica	Correlación de Pearson	.116	.172	.143	.047	.064	1	.314	-.037	.233	.208	.037
	Sig. (bilateral)	.449	.258	.350	.758	.674	.035		.808	.123	.171	.808
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecSoftwareWorkForce	Correlación de Pearson	.010	.023	.109	.203	.169	.314	1	.305	.018	.064	.071
	Sig. (bilateral)	.946	.881	.474	.182	.266	.035		.042	.905	.677	.643
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecSoftwareWorkForceApl ica	Correlación de Pearson	-.050	-.002	.244	.106	-.064	-.037	.305	1	.335	.247	.184
	Sig. (bilateral)	.743	.989	.106	.489	.676	.808	.042		.024	.102	.226
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecBIM	Correlación de Pearson	.044	.335	.122	.122	.009	.233	.018	.335	1	.038	.194
	Sig. (bilateral)	.775	.024	.424	.423	.955	.123	.905	.024		.802	.201
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecBIMAplica	Correlación de Pearson	.022	-.150	.231	-.101	.161	.208	.064	.247	.038	1	.249
	Sig. (bilateral)	.886	.325	.127	.508	.290	.171	.677	.102	.802		.990
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
PTecCapacitacionPers	Correlación de Pearson	.141	.002	.116	.186	.154	.037	.071	.184	.194	.249	1
	Sig. (bilateral)	.356	.989	.448	.222	.312	.808	.643	.226	.201	.099	
	N	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Vbr Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

1: ID 1

ID	Prof	Cargo	Antig	EdadEmp	TipEmp	NoEmpl	GiroEmp	Dis	Constr	Oper	Mant	PAAIac	PALegal	PAManepPers
1	1	1	1	2	1	4	1	6	8	8	8	5	5	3
2	2	2	1	1	2	2	3	8	8	2	8	1	1	1
3	2	1	1	3	1	3	5	4	4	4	4	4	2	5
4	3	3	3	3	3	1	2	8	5	8	8	2	1	2
5	1	1	2	3	3	2	2	8	3	8	8	2	5	3
6	4	4	1	1	1	1	3	8	8	6	8	4	3	2
7	2	3	1	2	1	2	3	8	8	1	8	2	4	4
8	3	4	3	4	1	3	5	7	5	7	6	5	2	3
9	3	4	3	4	1	3	5	4	8	5	4	8	4	4
10	4	3	4	3	4	1	3	5	7	7	7	5	1	2
11	2	1	3	5	1	3	4	8	8	8	4	3	4	1
12	2	4	3	5	1	4	4	8	8	8	5	1	5	5
13	2	4	2	2	2	4	1	3	8	8	8	1	1	2
14	2	2	1	4	2	4	1	1	8	8	8	1	2	1
15	4	2	3	3	1	4	1	2	8	8	8	4	4	2
16	1	1	2	4	3	4	3	8	8	7	8	5	2	3
17	4	2	3	4	2	3	3	8	8	6	8	5	1	2
18	3	2	3	4	3	4	3	8	8	4	8	1	5	2
19	1	2	3	5	2	3	5	4	4	1	3	4	3	3
20	2	3	2	5	2	3	4	8	8	8	6	4	5	3
21	2	2	1	4	1	2	2	8	5	8	8	1	3	1
22	2	3	1	4	1	3	3	8	8	4	8	4	3	1
23	3	2	2	3	1	3	5	3	4	1	4	1	4	5
24	3	1	1	3	3	4	2	8	6	8	8	4	5	2
25	1	2	2	4	1	3	2	8	5	8	8	1	2	5
26	3	3	1	2	3	1	1	2	8	8	8	3	4	1
27	3	4	2	4	3	1	5	5	4	1	4	4	2	5
28	1	3	2	2	3	2	3	8	8	2	8	1	5	2
29	3	4	2	4	1	1	4	8	8	8	5	3	5	2
30	1	2	2	2	3	1	5	7	6	8	6	1	1	3
31	1	2	1	5	3	1	4	8	8	8	4	3	1	3
32	1	2	3	4	1	2	2	8	5	8	8	4	2	5
33	1	1	1	5	3	3	5	1	1	1	1	2	1	1
34	3	3	1	5	2	1	2	8	1	8	8	3	4	1
35	2	4	2	5	2	2	4	8	8	8	6	5	4	5
36	1	3	1	1	3	2	3	8	8	2	8	2	3	2
37	4	1	3	3	3	2	1	7	8	8	8	5	3	4

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

31 GiroEmp 4 Visión: 50 de 51

	ID	Prof	Cargo	Antig	EdadEmp	TipoEmp	NoEmpl	GiroEmp	Dis	Constr	Oper	Mant	PAAlmac	PALegal	PAManejPers
38	38	4	1	3	4	3	2	2	8	4	8	8	2	3	4
39	39	4	4	1	1	2	1	4	8	8	8	5	1	5	3
40	40	3	1	2	5	2	1	2	8	7	8	8	5	3	5
41	41	1	3	3	3	1	3	1	6	8	8	8	4	1	3
42	42	1	1	1	3	1	3	1	3	8	8	8	1	5	3
43	43	3	1	3	4	1	3	5	7	6	6	6	3	4	3
44	44	1	3	1	1	2	3	4	8	8	8	2	2	5	2
45	45	1	1	1	1	3	2	5	5	4	8	5	1	2	1
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

31 GiroEmp 4 Visión: 50 de 51

	PAOrg	PAOrganizacion	PASegEhig	PCHerYEq	PCInform	PCManoDeO	PCMateriales	PCProcesos	PCCostDanos	PCCostDesperd	PCCostEmoYEquiv	PCCostExtraYPerd	PCCostImprevistos	PTEspecl	PTestructura
1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	1
2	2	4	3	3	1	3	1	2	2	3	2	2	3	1	1
3	4	3	2	1	4	3	3	2	4	2	5	2	2	4	2
4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1	5	4
5	5	4	1	4	1	2	3	5	4	2	3	1	5	4	4
6	1	5	5	1	2	3	4	5	4	2	1	5	3	3	2
7	4	4	2	2	1	4	3	1	5	2	3	1	3	3	5
8	4	4	2	5	2	4	3	2	3	2	5	4	5	2	3
9	2	2	4	2	2	5	2	5	5	5	4	3	4	4	2
10	5	5	1	5	2	5	5	1	5	2	2	4	5	1	2
11	4	5	5	2	1	1	5	1	1	4	1	3	4	5	2
12	4	5	1	4	3	5	2	4	2	5	4	5	5	5	5
13	4	5	5	1	2	5	4	3	3	5	4	4	1	1	2
14	5	3	2	3	2	2	5	1	2	1	3	2	2	1	5
15	2	1	5	5	1	3	5	5	3	4	5	3	3	1	5
16	2	3	5	5	4	3	2	5	3	2	3	3	3	4	4
17	2	3	2	3	5	1	5	1	4	2	4	5	2	1	3
18	4	3	2	3	5	2	4	3	3	5	3	5	5	3	3
19	5	4	4	1	5	2	1	3	1	1	4	1	3	1	2
20	3	5	3	3	2	4	1	2	3	3	4	4	3	5	2
21	1	5	2	5	3	1	2	5	5	5	3	1	5	3	3
22	4	3	5	1	3	1	2	1	4	2	5	3	4	3	1
23	4	1	2	2	5	1	3	3	1	4	1	2	4	2	2
24	5	4	1	2	4	4	2	4	3	3	3	4	3	3	3
25	1	3	5	1	3	5	3	3	4	4	2	4	3	4	2
26	5	2	5	2	5	3	5	1	3	5	1	2	1	3	3
27	3	1	3	3	2	4	5	4	5	5	4	4	5	2	1
28	2	2	1	1	3	2	5	5	1	2	2	3	4	3	3
29	5	2	4	4	4	5	2	2	3	4	5	3	3	1	2
30	2	1	4	5	2	5	2	1	5	3	3	5	5	2	5
31	1	5	3	2	5	2	3	4	3	3	2	2	2	2	5
32	3	2	3	4	5	2	2	5	1	4	2	1	4	3	2
33	3	3	4	1	5	5	4	3	1	3	1	3	3	3	4
34	5	4	4	1	5	5	2	5	2	1	5	4	4	5	2
35	4	2	1	3	5	4	3	1	4	3	3	3	3	5	3
36	5	1	2	5	5	2	2	5	4	1	4	3	1	3	5

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

25 PCProcesos 3 Visión: 50 de 5

	PAOrg	PAOrganizacion	PASeqHig	PCHerYEq	PCInfm	PCManoDeO	PCMateriales	PCProcesos	PCostDanos	PCostDesperd	PCostEroYEqiv	PCostExtraVPed	PCostImprevistos	PTEspecl	PTestructura
37	5	5	4	1	3	2	5	4	5	4	3	5	2	2	4
38	4	2	5	4	3	2	2	5	2	3	2	3	3	5	1
39	3	3	1	3	3	4	3	3	4	2	3	3	5	2	2
40	5	4	3	1	2	5	3	2	5	2	5	2	4	4	4
41	3	2	2	1	5	3	5	3	3	4	4	1	3	2	2
42	4	1	4	4	4	5	1	1	3	3	4	3	1	1	5
43	3	4	3	4	5	1	2	3	5	3	1	1	1	3	4
44	2	4	5	5	5	3	4	4	3	1	3	2	1	2	2
45	5	2	4	3	2	3	3	5	5	1	2	4	1	5	4
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

25 PCProcesos 3 Visión: 50 de 5

	PTInstalaciones	PTMateriales	PTPLanos	PTProcesosConst	PTecDigDeProcesos	PTecElevacionCostos	PTecNuevasTecnologias	PTecMalaCapacitacion	PTecImplementacion	PTecKaisen	PTecKaisenAgica	PTecLeanMan	PTecLeanManAgica	PTecCincoS	PTecCincoSAgica
1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
2	1	2	1	1	3	3	1	1	1	0	0	1	0	1	1
3	2	2	2	4	4	2	1	5	2	1	1	1	1	1	1
4	2	1	3	5	3	4	5	2	3	0	0	0	0	1	1
5	3	1	2	5	3	1	5	2	3	1	1	1	1	1	1
6	5	1	2	5	4	1	1	3	4	0	0	0	0	1	0
7	1	4	2	3	3	4	2	5	1	1	1	1	1	0	1
8	5	1	2	4	1	5	4	3	2	0	0	0	1	0	1
9	3	1	2	1	5	1	3	4	5	1	0	0	0	0	1
10	3	1	3	5	1	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0
11	3	2	2	1	5	2	2	2	4	1	0	1	0	0	0
12	2	5	2	5	5	2	3	4	5	1	0	0	0	0	0
13	4	3	3	1	4	2	4	5	4	0	1	0	1	0	1
14	1	1	3	4	2	3	1	5	2	0	0	1	0	1	1
15	2	4	4	1	5	4	3	2	5	1	1	1	1	0	1
16	3	2	1	3	2	5	1	2	3	0	0	1	0	1	0
17	2	2	5	1	4	4	1	3	3	1	0	0	1	0	1
18	5	2	3	3	3	4	2	5	1	0	1	0	1	1	0
19	4	5	4	2	3	1	5	3	1	1	1	0	1	1	1
20	4	5	2	4	5	3	2	4	3	0	1	0	0	0	1
21	5	3	2	5	3	5	2	3	2	1	0	1	0	1	0
22	1	3	2	1	2	1	3	2	2	1	0	0	0	1	1
23	5	2	3	3	4	4	4	3	3	1	0	0	0	1	1
24	3	2	4	4	2	1	3	5	5	0	0	1	1	0	0
25	1	1	3	2	4	3	3	3	5	1	1	0	1	1	0
26	3	1	5	5	4	2	5	4	4	1	0	0	0	0	1
27	5	2	1	4	2	2	5	4	1	1	0	1	0	0	1
28	3	5	4	2	1	3	5	3	4	1	0	1	0	1	1
29	3	4	1	4	5	2	2	4	5	1	1	0	0	0	0
30	5	5	5	2	1	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0
31	3	5	4	4	3	2	3	4	2	0	0	0	0	0	1
32	4	5	4	1	3	5	4	5	3	1	0	1	1	1	1
33	2	4	2	5	1	2	2	4	5	1	1	1	1	0	1
34	5	4	5	4	4	5	4	4	5	0	1	1	0	0	1
35	2	1	4	5	2	4	5	4	4	0	1	1	0	0	1
36	2	4	5	3	4	3	4	5	4	0	0	1	0	1	1

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

25 PCProcesos 3 | Visitar: 50 de 5

	PTInstalaciones	PTMateriales	PTPLanos	PTProcesosConst	PTecDigDePRocesos	PTecEleccionCostos	PTecNuevasTecnologias	PTecMalaCapacitacion	PTecImplementacionIBM	PTecKaisen	PTecKaisenAplicacion	PTecLeanManufacturing	PTecLeanManufacturingAplicacion	PTecCincoS	PTecCincoSAplicacion
37	5	3	2	2	3	3	2	5	5	1	0	1	0	1	1
38	5	5	5	2	2	4	5	3	1	1	0	0	0	1	1
39	3	3	5	5	4	4	4	2	4	0	0	1	0	3	1
40	2	1	4	5	1	5	5	4	3	1	1	0	0	1	1
41	5	5	5	4	4	3	3	4	3	1	1	0	1	1	1
42	4	5	4	5	4	5	4	3	4	0	1	1	0	0	1
43	4	1	5	5	1	5	2	2	5	0	1	1	0	1	1
44	1	2	3	5	1	5	5	2	5	1	1	0	0	0	1
45	4	1	4	2	3	5	5	5	4	1	1	1	0	0	1
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															
98															
99															
100															

Activar Windows

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

1: PTecKaisenAplica 0

	PTecLeanMan	PTecLeanManAp...	PTecCincoSs	PtecCincoSsAplica	PTecSoftwareWo...	PTecSoftwareWo...	PTecBIM	PTecBIMAplica	PTecCapacitacio...
1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
2	1	0	1	1	0	0	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	1	1	0	1	1	1	1	1	1
8	0	1	0	1	0	0	0	1	0
9	0	0	0	1	0	0	1	0	1
10	0	0	0	0	0	1	1	1	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	1	0	0	1	1
13	0	1	0	1	1	0	1	0	0
14	1	0	1	1	1	1	1	0	0
15	1	1	0	1	0	1	1	1	1
16	1	0	1	0	0	1	1	1	1
17	0	1	0	1	0	0	1	1	1
18	0	1	1	0	0	0	1	0	0
19	0	1	1	1	0	0	1	0	1
20	1	0	0	1	1	1	1	1	1
21	1	0	1	0	0	0	1	1	1
22	0	0	1	1	1	1	1	1	0
23	0	0	1	1	0	1	1	1	1
24	1	1	0	0	0	1	1	1	1
25	0	1	1	0	0	1	1	1	1
26	0	0	0	1	0	0	1	1	1
27	1	0	0	1	0	1	1	1	0
28	1	0	1	1	0	0	1	1	1
29	0	0	0	0	0	0	1	0	0
30	0	0	0	0	0	1	1	0	1
31	0	0	0	1	1	1	1	1	0
32	0	1	1	1	1	0	1	0	0
33	1	1	0	1	1	1	1	0	1
34	1	0	0	1	0	0	1	1	0
35	1	0	0	1	0	0	1	0	1
36	1	0	1	1	1	0	0	1	1
37	1	0	1	1	1	0	1	1	0

Vista de datos Vista de variables

Encuestados_Numericos_Macros_28May25.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

1: PTecKaisenAplica 0

	PTecLeanMan	PTecLeanManApl...	PTecCincoSs	PtecCincoSsAplica	PTecSoftwareWo...	PTecSoftwareWo...	PTecBIM	PTecBIMAplica	PTecCapacitacio...
38	0	0	1	1	0	0	0	1	0
39	1	0	1	1	1	1	1	1	1
40	0	0	1	1	0	0	1	1	1
41	0	1	1	1	1	1	0	1	1
42	1	0	0	1	0	0	1	1	0
43	1	0	1	1	0	0	1	1	0
44	0	0	0	1	0	0	1	0	0
45	1	0	0	1	0	1	1	1	0
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									

4

Vista de datos Vista de variables

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Problemas en la administración de obra

Tabla 2. Metodología Kaisen vs Great-Leap-Forward-Approach

Tabla 3. Categorías de los desperdicios en la construcción

Tabla 4. Problemáticas administrativas

Tabla 5. Problemáticas de calidad

Tabla 6. Problemáticas de costos

Tabla 7. Problemáticas técnicas

Tabla 8. Problemáticas tecnológicas

Tabla 9. Herramientas digitales

Tabla 10. Análisis de diferencias significativas

Tabla 11. Análisis de correlación y coeficientes Pearson

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. “El paraguas de Kaisen”

Figura 2. Principios fundamentales del Lean Management

Figura 3. Representación de la metodología 5s en la industria de la construcción

Figura 4. Pasos para la implementación del Software Workforce

Figura 5. Beneficios del uso del Software Workforce

Figura 6. Procesos colaborativos del BIM

Figura 7. Muraba Veil

Figura 8. Elemento estructural Mashrabiya

Figura 9. Posible diseño del puente SE-40 de Sevilla

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de los porcentajes de dificultades en la implementación del Lean Construction

Gráfico 2. Profesión del encuestado

Gráfico 3. Cargo del encuestado

Gráfico 4. Años laborados en la empresa

Gráfico 5. Edad de la empresa

Gráfico 6. Tipo de empresa

Gráfico 7. Número de empleados

Gráfico 8. Giro de la empresa



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM

Toluca, México a 7 de noviembre de 2025

Espacio Académico, Subdirector Académico, Coordinador de Programa
Presente

Carta de autorización para publicación en el RI

Declaración de autoría original, libre de embargo, susceptible de ser depositado en el Repositorio Institucional y solicitud de evaluación de grado.


Quien firma al calce, declaro bajo protesta de decir verdad que soy el(la) autor(a) de la obra (tipo de obra) Tesis

titulada (título de la obra) La importancia de la administración de la Construcción en empresas de la Zona Metropolitana Del Valle de Toluca y estoy de acuerdo con la totalidad de su contenido, manifiesto mi conformidad y mi autorización para que se publique en Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México, con fines académicos y culturales en formato de acceso abierto, en los términos del Reglamento de Acceso Abierto, la Normatividad vigente emitida por la Institución y las legislaciones aplicables en la materia.

Así mismo, declaro que responderé de la autoría y originalidad de la obra de mérito y del ejercicio pacífico de los derechos que autorizo en este acto, manifiesto que no existe otra persona física o moral a la que pertenezca; por lo cual libero de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma del Estado de México de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que se considere con derecho sobre la obra, asumiendo todas las consecuencias legales y económicas a que hubiera lugar.

De igual forma permito que la Oficina de Conocimiento Abierto perteneciente a esta Máxima Casa de Estudios, realice lo propio para el almacenamiento, preservación y difusión de la obra, con fines académicos y culturales en formato de acceso abierto y sin fines de lucro.

Firmo de conformidad y bajo protesta de decir verdad

Nombre y firma Irwing Emanuel Esquivel Pérez 
No de cuenta: 1872042

Conozco y acepto los términos de privacidad de la Universidad Autónoma del Estado de México
http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf



Toluca, México a 7 de noviembre de 2025

Hoja de datos del autor

Nombre: Irwing Emanuel Esquivel Pérez

Número de cuenta: 1872042

Grado académico obtenido: Ingeniero


Programa educativo de procedencia: Ingeniería Civil

Institución donde labora: Ericsson telecom

Domicilio: Ignacio Manuel Altamirano #800, Col. Zimbrones, Zinacantepec. C.P. 51355

Teléfono/ Fax: 7204570704

Correo electrónico: esquirwing@gmail.com


Irwing Emanuel Esquivel Pérez
Nombre y firma

Esta información es recabada con fines administrativos para el proceso de titulación del Espacio Académico que suscribe.

Conozco y acepto los términos de privacidad de la Universidad Autónoma del Estado de México
http://web.uaemex.mx/avisos/Aviso_Privacidad.pdf