



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**METODOLOGÍAS CENTRADAS EN LAS
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Y COMUNICACIÓN PARA LA GERENCIA
DE LA CONSTRUCCIÓN**

Autor:

Khoury R, Carlos N

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 87123



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

**METODOLOGÍAS CENTRADAS EN LAS TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA
LA GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

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

Autor:

Carlos N, Khoury R
C.I. 21.404.024

Tutora:

Ing. Ana Avendaño
C.I. 7.187.788

San Diego, Noviembre 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Metodologías centradas en la tecnologías de la información y comunicación para la Gerencia de la Construcción.

Realizado por el (la) Br. Carlos N. Khoury R.

C.F. N° 21.404.024 cursante de la carrera de Ing. Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

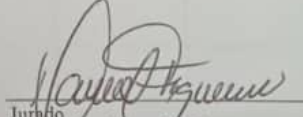
APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)

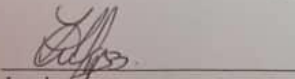
Nombre:
C.I.:


Jurado

Nombre: Harvet Figueroa
C.I.: 19315976



16/11/2023


Jurado
Nombre: Zhorda López
C.I.: 18106232

Fecha 15/11/2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI L 001 2023-2CR TG DIST

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadano:
KHOURY RAMIREZ, CARLOS NASSER JOSÉ
21.404.024

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en
**Metodologías Centradas En Las Tecnologías De La Información Y Comunicación Para La
Gerencia De La Construcción**

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Avendaño Pérez, Ana Cristina, titular de la cédula de identidad V- 7.187.788

Atentamente



Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

26/10/2023 09:40



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Ana Avendaño, portador de la cédula de identidad, N° 7.187.788, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano: Khoury Ramírez, Carlos Nasser, portador de la cédula de identidad N° 21.404.024, titulado: **METODOLOGÍAS CENTRADAS EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LA GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**. Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los veinticinco días del mes de octubre del año dos mil *veinte tres*.

Ing. Ana Avendaño

CI: 7.187.788,

DEDICATORIA

A Dios por siempre mantenerme vivo, sano y a plenitud.

A mis padres por su amor, educación y permitirme ser una persona feliz y profesional.

A mi esposa, pieza fundamental en el logro de esta meta.

A mi familia por motivarme, y apoyarme en el logro de esta meta personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios como guía de mi vida.

A mi esposa por su paciencia y apoyo.

A mi familia por su ayuda incondicional.

A la Universidad José Antonio Páez por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente como Ingeniero Civil.

A mi tutora académica Ingeniero Ana Avendaño por su asesoría y acompañamiento.

A todas las personas que contribuyeron en el logro de esta meta.

INDICE GENERAL

ACTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
LISTA DE TABLAS	ix
RESUMEN INFORMATIVO	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	7
1.2 Formulación del problema.....	7
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4. Justificación de la investigación.....	7
1.5 Alcance y Delimitación de la investigación	8
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	9
2.2 Teorías centrales de la Investigación.....	12
2.2.1. Teoría de la información.....	12
2.2.2. Teoría de la Organización.....	13
2.3. Bases Teóricas	15
2.3.1. Gerencia de la construcción.....	16
2.3.1.1. Procesos en la Gerencia de la Construcción.....	17
2.3.2. Construcción 4.0.....	17
2.3.3. Tecnologías de la Información y la Comunicación.....	18
2.3.4. Metodologías para el desarrollo de proyectos constructivos.....	19
2.3.5. Metodologías para la Gerencia del Sistema Lean.....	23
2.3.6. Programas y tecnologías que sirven de apoyo a las metodologías para la Gerencia de la Construcción.....	29
2.3.6.1. Programas.....	29
2.3.6.2. Tecnologías.....	31
2.4. Bases Legales.....	32
2.5. Definición de Términos básicos.....	34
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Tipo de investigación.....	36

3.2	Diseño de investigación.....	36
3.3	Nivel de investigación	37
3.4	Población y muestra	37
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	38
3.5.1.1.	Encuesta.....	38
3.5.1.2.	Revisión documental.....	38
3.5.2.	Instrumentos.....	39
3.5.2.1.	Cuestionario.....	39
3.5.2.2.	Registro documental.....	39
3.6	Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	40
3.7	Técnica de análisis de datos	40
3.8	Fases Metodológicas.....	42
3.8.1.	Fase I.....	43
3.8.2.	Fase II.....	43
3.8.3.	Fase III	44
IV RESULTADOS		
4.1	Fase I: Diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras.....	45
4.2.	Fase II:Análisis de lasmetodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción.....	54
4.3.	Fase III:Determinación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación a los procesos de la gerencia de la construcción.....	60
CONCLUSIONES.....		80
RECOMENDACIONES.....		82
REFERENCIAS.		84
ANEXOS.....		89

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	PP
1 Interrelación de actividades en Last Planner System.....	25
2 Formula del Coeficiente de Alfa de Cronbach.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	PP
1 Aplicación de las Metodologías centradas en las TIC en la Gerencia de la Construcción.....	46
2 Utilización de las metodologías pertenecientes al Sistema Lean.....	48
3 Aplicación de Programas como apoyo a las Metodologías para la Gerencia de la Construcción.....	50
4 Utilización de la Herramienta de la tecnología Realidad Aumentada.....	52

LISTA DE TABLAS

TABLA	PP
1 Tablero Kanban	28
2 Valores para Kuder-Richardson.....	42
3 Aplicación de las Metodologías centradas en las TIC en la Gerencia de la Construcción.....	46
4 Utilización de las metodologías pertenecientes al Sistema Lean.....	48
5 Aplicación de Programas como apoyo a las Metodologías para la Gerencia de la Construcción.....	50
6 Utilización de la Herramienta de la tecnología Realidad Aumentada.....	52
7 Análisis DOFA sobre las Metodologías centradas en las Tecnologías de la	

Información y Comunicación existentes para la gerencia de construcción..	55
8 Matriz DOFA sobre las Metodologías centradas. en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de construcción..	58
9 Tareas que pueden ejecutarse con apoyo del correo electrónico y la relación con las fases del proceso administrativo	62
10 Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de las Soluciones Cloud y la relación con las fases del proceso administrativo	64
11 Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de la red social WhatsApp y la relación con las fases del proceso administrativo	65
12 Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de las comunidades virtuales y listas de distribución y la relación con las fases del proceso administrativo.	67
13 Tareas que pueden ejecutarse con apoyo del uso de una página web y la relación con las fases del proceso administrativo.....	68
14 Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de la Videoconferencia o la Audioconferencia y la relación con las fases del proceso administrativo.....	69
15 Aplicación de las TIC en las metodologías de la Gerencia de la Construcción.....	70
16 Requerimientos técnicos mínimos para la aplicación de las TIC en la Gerencia de la Construcción.....	74
17 Plan de capacitación en TIC para la Gerencia de la Construcción.....	76
18 Caracterización de los facilitadores y participantes en la capacitación.....	79



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

**METODOLOGÍAS CENTRADAS EN LAS TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA
LA GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Autor: Khoury, Carlos.

Tutor: Ing. Ana Avendaño

Fecha: Octubre, 2023.

RESUMEN INFORMATIVO

La revisión de material documental sobre el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y metodologías de la construcción utilizadas en la Gerencia de la Construcción en Venezuela y en el caso específico las empresas constructoras de la región carabobeña conlleva a inferir que existe desconocimiento en cuanto a la forma de aplicación de estas herramienta por parte de los profesionales de la construcción y a nivel de las empresas involucradas en el ramo. Por tal razón, se plantearon como propuesta tres estrategias centradas en metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación sugeridas para su aplicación en la gerencia de la construcción, compra de equipos, paquetes de software, mejorar el servicio de internet y un plan de capacitación centrado las herramientas TIC para la gerencia de la construcción. Los resultados obtenidos conducen a concluir que la forma de aplicar las Tecnologías de la Información y Comunicación como apoyo a la metodologías de la Gerencia de la Construcción puede ser en forma individual o integradas para cumplir las tareas que corresponde a las funciones del gerente en el proceso administrativo: planificación, organización, dirección y control facilitando ahorrar tiempo y recursos, mantener las acciones en forma secuencial a través del uso e intercambio de la información recopilada y utilizada para ir mostrando el avance de lo planificado e introducir los ajustes pertinentes hasta concretar la entrega de la obra. Asimismo, su uso puede estar en articulación con las metodologías de la Gerencia de la Construcción como Bim, VCD, *Bim Lean Construction* o provenientes del Sistema Lean como Kaizen y *LastPlannerSystems (LPS)*, esta combinación permite optimizar las tareas involucradas en la forma como se gerencia un proyecto constructivo.

Descriptor: Metodologías, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Gerencia de la Construcción.



**BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELAN
JOSE ANTONIO PAEZ UNIVERSITY
ENGINEERING OF FACULTY
CIVIL ENGINEERING SCHOOL**

**METHODOLOGIES FOCUSED IN THE INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES (ICT)
OF THE CONSTRUCTION MANAGEMENT**

Author: Khoury R, Carlos N

Tutor: Ing. Ana Avendaño

Date: Octubre, 2023.

ABSTRACT

The review of documentary material on the use Information and Communication Technologies and construction methodologies used in Construction Management in Venezuela and in the specific case the construction companies of the Carabobo region leads to inference that there is a lack of knowledge regarding the way these tools are applied by construction professionals and a the level of the companies involved in the industry. For these reason, three strategies focused on methodologies focused on Information and Communications Technologies suggested for their application in construction management, purchase of equipment, software packages, improve internet service and a training plan focused on ICT tools for constructions management were proposed. The results obtained lead to the conclusion that the way of applying information and Communication Technologies as a support to the methodologies of Construction Management can be individually or integrated to fulfill the tasks that correspond to the functions of the manager in the administrative process: planning, organization, direction and control facilitating saving time and resources, maintaining the actions in sequential from through the actions in sequential form through the use and exchange of the information collected and used to show the progress of what was planned and introduce the relevant adjustment until the delivery of be work is finalized. Likewise, its use can be in articulation with the methodologies of Construction Management such as Bim, VCD, Bim Lean Construction or from the Lean Systems such as Kaizen and Last Planner System (LPS),this combination allows to optimize the tasks involved in the way a constructive project is managed.

Descriptors: Methodologies, Information Communication Technologies (ICT), Construction Management.

||

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, en pleno siglo XXI, el desarrollo de la tecnología va creciendo a pasos agigantados en diferentes áreas. Se hace mención al momento que vivencia el contexto de la construcción y al cual deben adaptarse las empresas constructoras y los profesionales involucrados en los procesos que contempla la gerencia de la construcción con apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que ofrece la Transformación Digital (TD) que invade al mundo de los negocios y la industria.

En el caso de Venezuela, existen indicadores que apunta a resaltar que existe limitada información sobre el uso de las metodologías centradas en las TIC, por parte de empresas u organismos oficiales en el desarrollo de sus proyectos de construcción. Debido a lo antes expuesto, se efectuó este estudio, focalizado en metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes que podían servir para la gerencia de la construcción las ventajas que reportan en el desarrollo de proyectos constructivos, contextualizado en el estado Carabobo, específicamente con las empresas constructoras afiliadas a la Cámara Venezolana de la Construcción,

En ese sentido, el objetivo general de esta investigación se dirigió a proponer metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que pueden aplicarse en el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción. Dicho estudio estuvo orientado al diagnóstico de la situación de empresas constructoras carabobeñas en cuanto a la aplicación de las metodologías centradas en las TIC en la Gerencia de la Construcción, su análisis y determinar su forma de aplicación.

El documento resultante de la investigación estuvo conformado por cuatro (4) capítulos, el Capítulo I el cual trató sobre el Problema, contiene el planteamiento y formulación del problema, los objetivos de la investigación tanto general como específica, la justificación, alcance, y delimitación del estudio. El capítulo II Marco Teórico, integrado por los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, la

Definición de términos básicos los cuales eran necesarios para abordar el problema estudiado.

En el capítulo III Marco metodológico, se explicó lo relacionado con el tipo de investigación, diseño y nivel de la investigación, además de las fases metodológicas de la investigación, en las cuales fue detallado el proceso investigativo, técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de información así como la forma de procesarla.

En el Capítulo IV, titulado Resultados, se presentó el desarrollo de cada una de las fases metodológicas que conformaron la investigación. Diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras, II. Análisis de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción y la III. Determinación de cómo aplicar dichas metodologías a los procesos de la gerencia de la construcción. Finalmente, se describieron las conclusiones y recomendaciones, también aparecen reseñadas las referencias bibliográficas consultadas y los anexos generados.

CAPÍTULO

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La necesidad de innovación tecnológica en la ingeniería civil y la industria de la construcción ha sido durante mucho tiempo destacada tanto dentro como fuera de esta un requerimiento que las exigencias del mercado y los clientes demandan en función de lo acelerado del crecimiento poblacional y el desarrollo económico de los países. Algunas organizaciones, explica Isaza y Henao (2017), consideran las TIC como un aspecto estratégico y están alterando su estructura y sus operaciones, para intentar adaptarse a la turbulencia del mercado y aprovechar las ventajas en la coordinación, el registro y el análisis de información y el apoyo para la toma de decisiones con el fin de lograr una ventaja competitiva e impactar la productividad

Refiere el McKinsey Global Institute, (2017),” se podría aumentar la productividad del sector construcción entre 5 a 10 veces, a través de la aplicación de los avances tecnológicos y un enfoque industrializado en el sector” (p.4). Esta constituye una recomendación centrada en orientar a la industria de la construcción hacia la transformación tecnológica, que implica el uso de las nuevas tecnologías, la formación de los profesionales y cambios en los procesos involucrados en la gerencia de construcción. En ese sentido, Polanco (2020):

La era de la Transformación Digital (TD), en que estamos y que da origen a la Construcción 4.0, utiliza con el apoyo de los avances tecnológicos, nuevos enfoques y metodologías, entre las cuales se destacan VDC(*Virtual Design and Construction*), BIM (*Building Information Modeling*), IP (*Integrated Project Deliver* y(IPD) y LC (*Lean Construction*), entre otras, que pese a su gran impacto y contribución a la ejecución exitosa de proyectos, aún no son ampliamente conocidas masivamente por los ingenieros y las empresas constructoras(p.1).

Se hace mención al momento que vivencia el contexto de la construcción y al cual deben adaptarse las empresas constructoras y los profesionales involucrados en los procesos que contempla la gerencia de la construcción con apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación que ofrece la Transformación Digital que invade al mundo de los negocios y la industria.

Sobre el avance de la Transformación Digital (TD) a nivel mundial, la empresa Virtus Partners (citado por Polanco, 2020), planteo el Índice de Madurez Digital Virtud (IMDV), que mide el nivel de Transformación Digital de organizaciones en una escala de 5 niveles (Análogo, Inicial, Medio, Avanzado, Digital), el cual indica un nivel de 51,4%, lo que corresponde a un nivel Inicial en el camino hacia la madurez digital. Un 59% de las organizaciones se encuentran en un nivel Análogo o Inicial, mientras que un 33% poseen un nivel Medio y solo un 8% un nivel Avanzado o Digital.

En relación a la TD en la industria de la construcción, el McKinsey Global Institute (2016), destacaba que “este proceso es muy relevante, requiere ser impulsado, pues la industria de la construcción a nivel mundial tiene uno de los niveles más bajos de digitalización” (p.10). Se indica que este ámbito tiene un nivel bajo de incorporación de las TIC a los procesos que se siguen en la Gerencia de la construcción para alcanzar las metas planteadas en un proyecto en este sector.

Al respecto, Poblete y Villa (2007), plantea “utilizar las técnicas de información y comunicación (TIC) como una herramienta para la expresión , comunicación, el acceso a fuentes de información, archivo de datos y documentos, para tareas de la gerencia, la investigación y el trabajo cooperativo” (p. 170). Esta perspectiva implica la visión de las TIC como medios que permiten la integración de las actividades de un proceso en sus diversas dimensiones y etapas fases, garantizando el control de las mismas en función de los objetivos planteados.

Refiere el Plan Estándar BIM (PLANBIM), para proyectos públicos, que “los sistemas de gestión, enfoques y metodologías centradas en las TIC, por ejemplo

VDC, BIM, IPD y LC, entre otras, si bien existen hace varios años, son de bajo conocimiento e implantación en el sector de ingeniería y construcción” (p.18). Esta situación puede presentarse debido a que existen desconocimiento de las metodologías mencionadas, la baja inversión en innovación tecnológica y actualización a nivel de equipos, además de la formación del personal profesional en el área de ingeniería civil y gerencia de la construcción.

Al revisar en Latinoamérica, se encuentran diferentes experiencias enmarcadas en la situación de un avance moderado de la incorporación de las TIC en la gerencia de construcción, que muestran los cambios que se requieren introducir para estar a la vanguardia de la transformación tecnológica. Al respecto, refiere el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (2010), que:

Los cambios en los mercados mundiales, el aumento de las expectativas del cliente, y la presión del gobierno han llevado a la innovación tecnológica a convertirse en un elemento clave para el sector de la construcción con la intención de mejorar la productividad y desarrollar nuevas capacidades.

Expone esta perspectiva la necesidad de introducir cambios en el desarrollo de los procesos ligados a la construcción para expandir sus potencialidades y la productividad a los fines de atender las demandas de los clientes que requieren de los servicios de las empresas constructoras además de añadir un valor agregado a las actividades que se realizar debido que se disminuyen los costos, genera ahorro de tiempo y esfuerzos.

En el caso de Perú, una encuesta realizada en el Encuentro TIC en Construcción (2018), reveló que “los programas más utilizados en el sector de la construcción son MS Project, MS Excel, ERP (*Enterprise Resource Planning*), Cognos, Presto, software de elaboración propias” (p.5). Estos resultados indican que no se utilizan programas más avanzadas e integrales para la gerencia de la construcción como BIM en sus nueve dimensiones según el área o proceso a ejecutar, la metodología Blochain

especialmente los contratos inteligentes y aquellas relacionadas a la planificación y control como fases del proceso administrativo dentro de la gerencia.

En el caso particular de Venezuela, destacan Chacón y Cuervo (2017), que “la información sobre el uso de la metodologías centradas en las TIC, no existe información veraz de alguna empresa o ente oficial que las utilice en la elaboración de sus proyectos, así mismo, tampoco hay registro de alguna universidad o instituto que incluya una cátedra de la instrucción al respecto” (p.17).

Dicha situación constituye un factor que permite deducir el nivel de utilización de las mismas en los proyectos de construcción en el país. Esto conlleva a estar rezagados en cuanto al avance de la Transformación Digital, originando el desarrollo de los proyectos de construcción utilizando metodologías tradicionales y un tanto complejas que generan doble esfuerzo debido a que no establecen unavinculación en los diferentes pasos que se siguen y con los actores que participan en estetipo de actividad.

En concordancia con lo expuesto, Páez (2020), resume en su trabajo de investigación que las metodologías que se desprenden de las nuevas tecnologías no se han difundido en Venezuela como alternativas para la gerencia de proyectos de construcción y sus etapas. Esto pudiera llevar a inferir que existe desconocimiento en cuanto a la forma de aplicación, en cuanto a líneas de trabajo a seguir por parte de los profesionales de la construcción y a nivel de las empresas involucradas en el ramo.

Contextualizada en esta situación, se pueden ubicar las empresas constructoras del Estado Carabobo, razón por la cual se plantea realizar una revisión de la situación que se presenta en ellas relacionada a la aplicación de metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación y aquellas existentes para la gerencia de la construcción y así observar la tendencia en cuanto a su uso.

En función de los argumentos descritos, se orienta el interés del investigador hacia la búsqueda de información sobre aquellas metodologías para la gerencia de la construcción especialmente aquellas centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación con mayor utilidad y versatilidad en este ámbito que faciliten el

manejo de las etapas de un proyecto constructivo, en forma individual e integrativo con la finalidad de ofrecer un aporte a las empresas constructoras carabobeñas que las oriente en cuanto a su aplicación en la etapa constructiva. .

1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación pueden aplicarse en el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Proponer metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que pueden aplicarse en el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras.
- Analizar las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción.
- Determinarla aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación a los procesos de la gerencia de la construcción.

1.4. Justificación de la Investigación

La importancia de esta investigación radicó en el impacto que generaría la propuesta de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación en la gerencia de la construcción debido a que facilitara información a los profesionales del área de Ingeniería Civil y a las empresas constructoras sobre en

qué consisten cada una de ellas y los beneficios o ventajas que reportarían en el desarrollo de proyectos constructivos.

En cuanto al aspecto social, brindó un soporte conceptual sobre las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación en la gerencia de la construcción al ingeniero civil que cumple funciones de gerente permitiéndole seleccionar aquellas que se ajusten a las características del proyecto constructivo a su cargo y los procesos que requiere atender y desarrollar con el apoyo de estas nuevas tecnologías.

En relación al aporte teórico del estudio se plantea que se constituyó en un antecedente que servirá de referencia para investigaciones posteriores relacionadas al tema de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación para la gerencia de construcción, conformado un soporte teórico sobre esta temática en el campo de la Ingeniería Civil.

A nivel académico permitiópner en práctica, detallar y explicar los conocimientos adquiridos en el proceso formativo en la UJAP relacionados al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación para la gerencia de construcción. Además aportaría elementos teóricos y prácticos a la Línea de Investigación de la Carrera Ingeniería Civil de la UJAP denominada Ciencias Cognitivas y Aplicadas.

1.5. Alcance y delimitación de la investigación.

La investigación se centró en proponer metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que pueden aplicarse en el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción. Para lo cual, se procedió al diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras del Estado Carabobo, al análisis de dichas metodologías y plantear cómo aplicarlas a los procesos de la gerencia de la construcción .El estudio se desarrolló en el período 2023-1 y 2023-2, en un lapso de 8 meses.

CAPÍTULO

MARCO TEÓRICO

El marco teórico corresponde al soporte de la investigación, centrado en teorías y conceptos vinculados al tema en estudio. Arias (2012), lo define como “el producto de la revisión documental–bibliográfica, y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar” (p.106). En este trabajo el marco teórico estuvo conformado por los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos.

2.1. Antecedentes de la Investigación

Parella y Martins (2012), definen los antecedentes de la investigación, especificando que “se refieren a trabajos y/o investigaciones anteriores, que se vinculan al estudio” (p.97). Se trata de presentar investigaciones o trabajos anteriores realizados sobre el tema que partes elementos teóricos y prácticos al estudio en curso. Se reseñaron aquellas investigaciones relacionadas a la investigación de carácter internacional como nacional en orden cronológico.

Se presenta la investigación Páez (2019), titulada **Lineamientos para el uso de la metodología BIM 9D en la ejecución de proyectos de viviendas unifamiliares en etapa constructiva**. Presentada en la Universidad José Antonio Páez, Venezuela para optar al título de Ingeniero Civil. Su objetivo general fue proponer lineamientos para la utilización de la metodología BIM en la gerencia de construcción de viviendas unifamiliares.

Esta investigación se desarrolló bajo la modalidad proyecto factible con un diseño documental. Se concluyó que BIM, es una metodología para el modelado de la información y datos en el ámbito de la construcción, más allá del simple 3D, utilizando modelos digitales que contienen información técnica y constructiva (modelo parametrizado), para apoyar la toma de decisiones, reduciendo así los

tiempos, los errores y en consecuencia, los costos en la ejecución, seguimiento y cierre de la construcción de una vivienda unifamiliar de 64 m² a nivel del sistema estructural, que fue el caso de estudio . Esta investigación brinda al estudio un aporte de carácter teórico que permite el enriquecimiento del marco teórico de la investigación durante su ejecución.

De igual manera, se destaca el estudio de Caballero (2019), titulado **Criptomonedas, Blockchain y Contratos Inteligentes** .Presentado en la Universidad Externado de Colombia para optar al título de Abogado. El objetivo general fue abordar la evolución de la tecnología *Blockchain*, el uso de las Criptomoneda y los contratos inteligentes y su impacto en el mundo de los y las transacciones.

Metodológicamente esta investigación documental con un diseño bibliográfico y nivel descriptivo. En conclusión, se plantea que la tecnología blockchain, encontrando que su primera versión tuvo su origen en la primera criptomoneda del mundo, en tanto que fue en el protocolo *Bitcoin* a través del cual se conoció el funcionamiento de un sistema de nodos descentralizados, cuya función es confirmar transacciones y validarlas mediante el consenso. La segunda versión de *Blockchain* está dada por los contratos legalmente inteligentes, un acuerdo de voluntades entre dos o más personas, quienes deciden hacer uso de un lenguaje de programación para la ejecución de un contrato. Este estudio aportará aspectos teóricos prácticos sobre la metodología *Blockchain* y los Contratos Inteligentes

También se indagó el trabajo de investigación de Terán (2018), **Estudio de investigación de tecnología computacional e informática para las empresas constructoras Pymes en México**. Presentado en el Instituto Tecnológico de la Construcción de México para optar al grado de Magíster en Administración de la Construcción. El objetivo general fue establecer las tecnologías computacionales y de informática más adecuadas para las PYMES de la construcción en México.

La metodología se centró en investigación de nivel descriptiva, diseño no experimental y documental. Se concluyó que desde el punto de vista de demanda de programas de cómputo o de software para la industria de la construcción por parte de las empresas agremiadas en este ramo , es factible ofrecer nuevas programas para ese ramo de la industria dado que existe bastante interés por parte de las empresas para estar actualizadas en tecnología de computo. El aporte de este antecedente se centra en la perspectiva que aporta sobre necesidades de las TIC en las empresas constructoras para las diferentes fases del proceso constructivo, especialmente en cuanto a la construcción.

Por otra parte, se reseña la investigación de Garnica (2018), titulada **Diseño de metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando las herramientas TIC**. Presentada en la Universidad Metropolitana, Venezuela para optar al título de Ingeniero Civil. El objetivo general fue diseñar una metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando las herramientas TIC.

La metodología respondió a un estudio en la modalidad proyecto factible, de nivel descriptivo, un diseño de campo y documental. En conclusión, se determinó que el producto de una metodología integral sustentada en las herramientas TIC para la gestión de proyectos de construcción, serán los beneficios vinculados a ahorrar tiempo, costos, comunicación y recursos humanos dentro de un proyecto. Consiguiendo la máxima eficiencia a un margen de error humano mínimo con el correcto uso de las herramientas BIM. Este estudio aporta pasos para la formulación de soluciones prácticas mediante el uso de las TIC en la gestión de proyectos constructivos.

Asimismo, se reseñó el estudio de Isaza y Henao (2017), titulado: **Análisis del grado de utilización de las TIC en las empresas constructoras de la ciudad de Pereira**. Presentado en la Universidad EAFIT, Argentina para optar al título de Magíster en Administración. Su objetivo general fue analizar el grado de utilización de las TIC en las empresas constructoras en la ciudad de Pereira mediante el uso de

encuestas, para identificar las TIC necesarias que permitan alcanzar una mayor eficiencia en los procesos productivos de esta industria en particular.

La metodología utilizada en esta corresponde a la modalidad proyecto factible, con un diseño documental y nivel descriptivo. En conclusión, el 97% de las empresas constructoras cuentan con el servicio de internet y con una infraestructura aceptable en capacidad y tipo de tecnología. Hay un conformismo generalizado sobre las TIC utilizada en las empresas de la construcción. Adicionalmente, no se muestra un gran interés o una necesidad imperativa por conseguir innovaciones tecnológicas para mejorar los procesos de sus actividades diarias. Es un sector al que no le interesa adelantarse a situaciones de innovación tecnológica; más bien es un sector reactivo frente a las TIC, que cambia cuando las necesidades verdaderamente lo asedien. Este trabajo de grado aportó información sobre las metodologías centradas en las TIC que se utilizan en el ramo de la construcción.

2.2. Teorías Centrales de la Investigación

2.2.1. Teoría de la Información

La primera formulación de las leyes matemáticas que gobiernan dicho sistema fue realizada por Hartley (citado por Castro y Filippi, 2010.), y sus ideas son consideradas actualmente como la génesis de la Teoría de la Información. Posteriormente, Shannon y Weaver (1949) desarrollaron los principios definitivos de esta teoría. Su trabajo se centró en algunos de los siguientes problemas que surgen en los sistemas destinados a manipular información: cómo hablar los mejores métodos para utilizar los diversos sistemas de comunicación (López, Parada y Simonetti, 1995).

En concordancia con este planteamiento, el concepto de comunicación en el contexto de la Teoría de la Información es empleado en un sentido muy amplio en el que "quedan incluidos todos los procedimientos mediante los cuales una mente puede influir en otra" (López, Parada y Simonetti, 1995, p.2). De esta manera, se consideran

todas las formas que el hombre utiliza para transmitir sus ideas: la palabra hablada, escrita o transmitida (teléfono, radio, telégrafo, internet), los gestos, la música, las imágenes, los movimientos.

El modelo de Shannon y Weaver, aunque se centraba en un aspecto concreto de la comunicación como era la eficacia en la transmisión de mensaje, partía de una concepción amplia del fenómeno comunicativo. Weaver (1981) consideraba la comunicación como el “conjunto de procedimientos por medio de los cuales un mecanismo (...) afecta a otro mecanismo” (p.20). Como puede apreciarse esta idea sintoniza perfectamente con uno de los elementos fundamentales del proceso de comunicación como es su capacidad de influencia en las personas.

En cuanto a la información, se consideraba como “una estructura que se entiende dentro de la teoría de sistemas, que opera desde la observación de las funciones y los mecanismos, sin necesidad de identificar a los sujetos en particular” (Vera, 2001, p.12). Es el mensaje que se transmite a través de un canal que pueden ser internet mediante sus aplicaciones, las redes sociales y metodologías existentes en el contexto de desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

A su vez, Wiener la define como “contenido de lo que es objeto de intercambio con el mundo externo, mientras nos ajustamos a él y hacemos que se acomode a nosotros” (Wiener, 1989, p.16). Corresponde al conjunto de datos correlacionados entre sí conforme a una estructura o protocolo previamente definido, con un origen y un destino.

2.2.2. Teoría de la Organización

Sobre la organización como institución o empresa, Klisberg(1990), especifica que “es un sistema de actividades coordinadas conscientemente, y posee una estructura, la cual es relativamente estable en el tiempo, tiende hacia determinados fines y es incidida e incide sobre el medio que la rodea” (p.20). En este sistema confluyen como lo explica el autor, un grupo de personas bajo una estructura

organizativa, actividades coordinadas bajo criterios gerenciales, el uso de la tecnología y el medio ambiente.

En el contexto de las organizaciones, plantea Chiavenato (2007), a partir de 1990, es la época actual, la era de la información y digital cuya característica principal son los cambios rápidos, imprevisibles e inesperados centradas en las nuevas tecnologías. De este modo, se produjeron desarrollos por completo imprevistos y transformó el mundo en una aldea global. Así, la tecnología de la información provocó el surgimiento de la globalización de la economía, transformándola en economía mundial y global, Esto impulsó el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los distintos ámbitos de la vida y el conocimiento.

En ese sentido, aunado al auge del uso de las TIC en las organizaciones, debe adaptarse el mismo al proceso administrativo que se sigue en las mismas, él está integrado por fases para la coordinación de las acciones que se aplican bajo la dirección de gerentes a cargo de las mismas. Refieren Gracia y Thielen (2000), que “el proceso administrativo, son todas aquellas funciones que realiza el gerente o administrador para el logro de los objetivos en la forma más racional posible, es decir, con la óptima utilización de los recursos” (p.71). Estas actividades se concentran en cuatro fases básicas o clásicas: Planificación, Organización, Dirección y Control. Sobre estas fases del proceso administrativo. Aguilar (2009), expone que:

1. Planificar- hay que decidir a qué nos vamos a dedicar, cómo, con qué medios (Tecnología), una vez establecido el fin (misión), se plantean los objetivos, establecidos éstos, se desarrolla la estrategia.
2. Organizar- sabido que se quiere hacer, los recursos y el cómo, se ordenan y estructuran los recursos, se definen las actividades a realizar, se diseñan los puestos de trabajo.
3. Dirección, hay que seleccionar personas, esta selección puede hacerse dentro de la empresa (ascensos,) o fuera de ella una vez seleccionadas, hay que entrenar" a esas personas, asignarles puestos, motivarles, dirigirlos....alicientes e incentivos para mantener el ritmo de la empresa.
4. Controlar, se corrigen los resultados, se verá si se han conseguido o no los objetivos empleados y si no es así, se aplicarán las oportunas medidas correctoras. Es una actividad básica de los directivos. No se debe entender como vigilancia, sino que se trata de detectar

qué es lo que no se está haciendo bien y mejorar para superar esas deficiencias (p.5).

Se especifican cada una de las fases del proceso administrativo que se debe seguir en cualquier organización, con la finalidad de garantizar de lograr los objetivos propuestos, la ejecución de lo planificado que se materializa en acciones u obras que le permiten a la organización dirigirse a concertar su misión y apuntar a obtener su visión como medios de cumplir con su planeación estratégica.

Al respecto David (2003), resalta que “las funciones de la Gerencia consisten en cinco actividades: planeación, organización, motivación, factor humano y control” (p.128). En estas actividades se concentra el desempeño de las funciones gerenciales y cumplir con los objetivos planteados. El mismo David (ob.cit) define cada una de ellas de la siguiente manera:

La planeación consiste en todas las actividades de la gerencia relacionadas a la preparación o el futuro Las tareas específicas incluyen pronóstico, establecimiento de objetivos, diseño de estrategias y desarrollo. La organización incluye todas las actividades de la gerencia que dan como resultado una estructura de relaciones entre las tareas y la autoridad. La motivación implica dirigir los esfuerzos configurando el comportamiento humano, entre los temas específicos se encuentra el liderazgo, la dirección las comunicación, los equipos de trabajo. El factor humano, las actividades esta función se relaciona a la gerencia de personal o gerencia del recurso humano. El control se refiere a las actividades de la gerencia dirigidas a la obtención de resultados reales que concuerdan con los planeados (p.139).

En este planteamiento de David, se observa que coinciden las actividades de las funciones gerenciales con las fases del proceso administrativo, debido a que esta corresponde a lo que hace el Gerente en su cotidianidad a cargo de una organización, obra o trabajo encomendado. En particular, en la Gerencia de la Construcción, el ingeniero civil a cargo del desarrollo de la obra debe manejar los aspectos requeridas en materia de gerencia para lleva el control de los procesos involucrados.

2.3. Bases Teóricas

Sobre las bases teóricas, Balestrini (2006), especifica que constituye el espacio en el trabajo de investigación que determina la perspectiva de análisis, la visión del problema que asume el investigador, al analizar la realidad objeto de estudio de acuerdo a una explicación pautada por los conceptos y categorías, atendiendo a un determinado paradigma teórico.

2.3. 1. Gerencia de la Construcción

La gerencia de la construcción, Moreno (2018), la define como "es un estilo de dirección y de organización del trabajo que se constituye en una herramienta efectiva para alcanzar los objetivos trazados y que por su flexibilidad se alinea de forma precisa con la estrategia de las compañías" (p.19). Constituye la forma de conducir un proyecto de construcción hacia una culminación exitosa utilizando como guía los objetivos trazados expresados en la planificación realizada, la cual es ejecutada bajo el control y evaluación continua para luego presentar el cierre de la obra

Agrega Mata (2017), "la gerencia de la construcción, es la gerencia aplicada al campo de la construcción que permite al gerente la optimización en la aplicación de sus potenciales profesionales en la ejecución de obras" (p.11). Conlleva la aplicación de conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas en la práctica como en los diversos roles que le corresponde asumir al ingeniero civil en su ejercicio profesional y ocupacional.

Asimismo, el Material de Postgrado en Gerencia de la Construcción de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (2018), especifica "la gerencia de la construcción corresponde al conjunto de conocimientos, y habilidades que permiten la gestión en el campo de la planeación, organización, dirección y control de obras de la construcción" (p.10). Conformar la gestión del desarrollo de una construcción que involucra las fases del proceso administrativo: planificación, organización, ejecución, seguimiento y control.

2.3.1.1. Procesos en la Gerencia de la Construcción

Sobre los procesos que integran el desarrollo de un proyecto de construcción, los cuales cumplen con el ciclo de vida de un proyecto, Ameijide (citado por Páez, 2020), explica que corresponde a las acciones que hay que realizar dentro del proyecto, la gestión de grupos de procesos describe qué se necesita para realizar el trabajo” (p.21). Estos corresponden al diseño. Planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre de la obra. Al respecto, Ameijide (ob.cit), refiere:

Procesos de Ejecución: Este grupo de procesos implica coordinar personas y recursos, así como integrar y realizar las actividades planificadas de conformidad con el plan para la dirección del proyecto. Durante la ejecución, los resultados pueden requerir que se actualice la planificación y que se vuelva a establecer la línea base. Procesos de Seguimiento y Control: Compuestos por aquellos requeridos para supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño en las actividades que se requieren, para identificar áreas en las que el plan amerite cambios. Este grupo también incluye: controlar cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas, dar seguimiento a las actividades, comparándolas con el plan para la gerencia de la construcción y la línea base de ejecución. Procesos de Cierre: Están compuestos por aquellos realizados para finalizar todas las actividades, a fin de completar formalmente lo planificado. En este punto, se verifica que se haya ejecutado todo lo expuesto en el plan de trabajo (p.30).

2.3.2. Construcción 4.0

La Revista BIT (citado por Polanco, 2020), plantea que “se habla entonces de Construcción4.0 para visibilizar los múltiples desafíos que tenemos como comunidad profesional para aplicar los avances tecnológicos a la industria de la construcción (p.122). Se presenta el desafío de actualizar tecnológicamente las actividades de las empresas constructoras y aumentar la productividad de su desempeño mediante las metodologías de trabajo soportadas en las nuevas tecnologías.

Por otra parte, Polanco (2020), expresa que la construcción 4.0, en la práctica se traducen la aplicación de las nuevas Tecnologías como; Automatización, Robótica, Big data, *Advanced Analytics*, *3DPrinting*, *Cloud Computing*, *AR-VR-MR*, *IoT*, *IoP*, *IoS*, sistema *Blockchain* y también en el uso de la metodología VDC/BIM. Se

incorporan al trabajo del gerente de la construcción un conjunto de herramientas apoyadas en las TIC que facilitan el trabajo y agregan valor a las actividades mejorando la productividad de la obra.

2.3.3. Tecnologías de la Información y la Comunicación

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), conforman una convergencia de la computación, las telecomunicaciones y la técnica para el procesamiento, almacenamiento, administración y transmisión de datos. Resaltan Isaza y Henao (2017), “corresponden a todo lo relacionado con las nuevas tecnologías para el buen uso y manipulación de la información, mediante el aprovechamiento de las telecomunicaciones y el internet, ya sea en tiempo real (sincrónico) o por lotes (asincrónico) “(p. 35). En ese contexto se ubican todos los tipos de herramientas que pueden utilizarse en diversos campos del saber tanto a nivel teórico como práctico facilitando el desarrollo de las fases de los procesos involucrados y cada una de las actividades que se tienen que desarrollar.

Al respecto, Numura (2011), explica que “se entiende por información al conjunto de datos que ha sido procesado con la finalidad de establecer un mensaje y generar conocimiento del sistema que lo reciba”. (p.18). En conjunto los datos generan información que al ser organizada adecuadamente se convierte en conocimiento y luego del resultado de del análisis se convierte en finalmente en aprendizaje. Numura (ob.cit.), delimita la información en cuatro tipos:

1. Información estratégica: permite a la alta dirección definir los objetivos de la organización, la cantidad y clase de recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las políticas que gobiernan su uso. Su mayor fuente de información son las externas.

2. Información para el control de gestión: ayuda a los mandos medios especiales para tomar decisiones en el periodo actual, normalmente un año para que sean consistentes con los objetivos estratégicos organizativos.

3. Información técnica u operacional: se produce por rutina, día a día e incluye datos de contabilidad, control de inventario, programación de la producción, planificación de materiales, normas y gestión del personal, control del flujo de caja, logística, ingeniería, fabricación, recepción, distribución, ventas y todo el conjunto de las operaciones que son necesarias para mantener la empresa en funcionamiento.

4. Información contable y financiera: es la información que se genera con el propósito de control financiero.

En ese sentido, la información requerida va a depender de la etapa del proyecto de construcción, el gerente se apoya en las metodologías que se desprenden de las TIC, ellas permiten desarrollar los procesos involucrados en la Gerencia de la construcción. Colwell (citado por Floyd, 2015), estableció que las TIC pueden utilizarse en las etapas o fases del proceso administrativo: Planificación, organización, dirección y Control.

2.3.4. Metodologías para el desarrollo de proyectos constructivos

BIM

El Building Information Modeling (BIM), por sus siglas en inglés, significa Modelado de Información de Construcción, “es una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. También, es un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre una instalación que forma una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida; desde la concepción hasta la demolición (National BIM Standard-United States. Contempla diez (10) dimensiones:

-Dimensión 1D del BIM: la idea, es la concepción de la idea del Proyecto. Todo proyecto parte de una idea inicial. En esta primera dimensión se produce el origen del proyecto,

-Dimensión 2D: El plano y el boceto. En esta fase se determinan las características genéricas del proyecto. Esta dimensión puede incluir la modelación 2D (CAD) y es compatible con la forma de trabajar gestionando físicamente documentos (dibujo de plano por plano).

-Dimensión 3D: Visualización de Geometría y Volumetría / Modelo de Información del Edificio (Modeling). Es un modelo orientado a objetos (columnas, vigas, muros) que representa toda la información geométrica del proyecto de forma integrada, con parametrización de sus componentes.

-Dimensión 4D: El Tiempo / Planificación (Scheduling). Al modelo 3D se agrega la dimensión del tiempo, mediante la integración del cronograma de actividades y de trabajo. Esto significa enlazar objetos tridimensionales con información relacionada con el tiempo. Permite controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de las diferentes fases de construcción y diseñar el plan de ejecución.

-Dimensión 5D: El Costo (Estimating). Abarca la estimación y control de costos (determinación del presupuesto) y estimación de gastos, orientada a mejorar la rentabilidad del proyecto. Se asocian cantidades de insumos (materiales, equipos y personal) a las estructuras de costos para la construcción.

-Dimensión 6D: Sostenibilidad y Eficiencia Energética / Simulación (Sustainability). Dimensión que implica simulaciones con el fin de realizar análisis energéticos y de sostenibilidad. Esta dimensión permite conocer cómo será el comportamiento energético del proyecto antes que se tomen decisiones importantes y comience la construcción-

-Dimensión 7D: Gestión del Ciclo de Vida del Activo (Facility Management). Dimensión que implica el uso de los modelos con el fin de prever o realizar las actividades y procesos de mantenimiento y operaciones durante todo el ciclo de vida del edificio o infraestructura.

-Dimensión 8D: Seguridad y Riesgos en la Construcción. Seguridad y Salud (o Health Safety) para evaluación de Riesgos en la construcción o en las Intervenciones / Rehabilitaciones. Ante los avances y nuevas aplicaciones del BIM, se plantea la necesidad de crear esta dimensión específica del BIM, denominada evaluación de riesgos.

-Dimensión 9D: Gerencia de la Construcción / Rehabilitación. Propuesta de dimensión adicional para BIM en la construcción de campo propiamente dicha, incluyendo los procesos de industrialización y aplicación de procesos de optimización de la Gerencia de Obra.

-Dimensión 10: La correcta aplicación la dimensión 9 constructiva permitirá la elaboración del Modelo As Built, que dará paso al gemelo digital y a la continuidad del proceso BIM, como es la Gestión del activo y la inserción de este modelo en las Ciudades inteligentes. Esta dimensión sería el enlace con la metodología tradicional de construcción, sin la aplicación de BIM.

. **Bim Lean Construction**

El concepto de *Lean Construction* (LC) fue introducido en 1992 por el profesor Lauri Koskela y posteriormente respaldado con la creación del *Lean Construction Institute* en 1997. Puede definirse como “una filosofía que se enfoca hacia la administración de la producción en construcción, donde se reduce o elimina las actividades que no van a generar valor al producto y optimizar las que sí lo hacen” (Polanco, 2020, p.15). Por su parte, la metodología BIM permite de manera natural cumplir con los objetivos Lean pues a través del modelo de la obra e instalación se verifica y optimiza el cumplimiento con las necesidades y requisitos del cliente, con la opción de cambios y mejoras de manera virtual previo a la construcción física.

. **Virtual Design and Construction (VCD)**

Desde el 2001, que inicio de la metodología o VDC, el avance tecnológico y madurez de desarrollo de la metodología BIM ha sido tan importante que incluso a

veces se confunden y usan indistintamente los términos VDC y BIM. Desde un punto de vista práctico, “se podría decir que VDC incluye la metodología BIM con las variables de Tiempo y Costo para la optimización de los procesos constructivos y costos, así como también incluye aspectos de sustentabilidad y economía circular” (Polanco, 2020, p.5).

Al respecto, Fischer & Kunz (2004), especifican que VDC se puede entender como el desarrollo y gestión de modelos digitales multidisciplinarios e integrados de las instalaciones (BIM), la gestión de los procesos de producción/ construcción, operación y mantenimiento con las variables de plazos y costos Gerencia de Producción del Producto Management (PPM) y con el desarrollo colaborativo de Ingeniería Concurrente (ICE) para cumplir con los objetivos del proyecto y de negocio del cliente. Refiere Polanco (2020) que:

La ICE o Ingeniería Concurrente a diferencia de la Ingeniería tradicional es un enfoque que se originó en la década de los 80s y significa de manera simplificada que en lugar de la secuencia jerárquica diseño-fabricación, operación, se realiza el diseño con la colaboración y participación temprana de todos los actores de manera de consensuar y optimizar la solución, esto considera el ciclo de vida del proyecto y también en el periodo de la vida útil de la obra /instalación. La PPM (Product Production Management), se refiere a considerar la gestión de los procesos, mapeo, flujos de trabajo, recursos (product production). BIM es una sigla (en inglés) que identifica una metodología colaborativa que con el uso de poderosas tecnologías TIC, permite crear un modelo virtual gráfico y con datos integrados de la obra previo a su construcción y que apoya las decisiones de diseño, construcción durante el ciclo de vida completo del proyecto y también ciclo de vida de la obra (vida útil) esto último, en la operación y mantenimiento (p.6).

Este planteamiento, resalta los tres elementos que definen la metodología integrada VCD, utilizada en el desarrollo de proyectos constructivos, tiene soporte en programas y aplicación informáticas que le permiten hacer más efectiva cada una de las tareas que deben estructurarse para cumplir con las tareas que se planifican en función del tiempo y presupuesto. El objetivo principal del uso de VDC en los proyectos de ingeniería y construcción es obtener previo a la construcción física, se

habla a veces de pre construcción o que se construye dos veces, obteniendo: un diseño final Compatible, fabricable y construible.

2.3.5. Metodologías para la Gerencia del Sistema Lean

. Kaizen

La filosofía de Kaizen es un enfoque humanista, pues supone que la forma de vida en los distintos espacios donde la persona se desenvuelve trabajo, vida social y vida familiar merece ser mejorada de manera constante. Según Imai (1989), “está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo, en donde pasa la tercera parte de su vida” (p.2).

En ese sentido, el Kaizen, plantea Suarez y Dávila (2008:289), “es una metodología que aplica técnicas de mejora, tiene como pilar eliminar los desperdicios o mudas presentadas, a partir de esto, se puede trabajar en la mejora de los procesos, optimizar tiempos y gastos”. De este planteamiento, se desprende que entre sus características es que es a corto plazo, permite que los resultados también sean rápidos, los desperdicios se van eliminando a medida que se da el proceso.

De igual forma, aporta Moreno (2011), que “el Kaizen es una armoniosa metodología de mejoramiento continuo que sobresale por ser aplicable a todo nivel, tanto en la vida social, como en la vida personal y en el mundo de los negocios. En este último se caracteriza por desarrollar una cultura y dar participación a todos los trabajadores, desde la alta gerencia hasta el personal de limpieza (p.114). Se pretende mediante la metodología del Kaizen propiciar la creación de una cultura de trabajo centrada en el trabajo en equipo, coordinado que involucra a todos los miembros de una organización al cambio de las prácticas que se desarrollan por otras más eficientes mediante la aplicación de métodos que faciliten el mejoramiento del proceso productivo.

.- Last Planner System (LPS)

Corresponde a un método de trabajo basado en la filosofía Lean, cuyo objetivo es conseguir un flujo de trabajo continuo y una disminución de las pérdidas o tareas

que no aportan valor. Este sistema pretende llevar los objetivos generales de proyecto a la realidad del día a día, transformando las ideas generales a programas reales subdividiendo la programación por ámbito y zonas aplicando herramientas de programación en cascada.

Esta programación en cascada se organiza en tres niveles: programación a largo plazo (*Main Program*), a medio plazo (*Lookahead Program*) y programación a corto plazo (*Weekly Work Plan*). El primer nivel Main Programa o Plan Maestro viene determinado por las condiciones del proyecto, donde se reflejan los hitos y requisitos generales. Está constituido por tareas con poco nivel de detalle, que va aumentando a medida que se reduce el plazo de la programación para cada etapa de su aplicación.

Cabe destacar que en el *Last Planner System*, se realiza la planificación de qué debo hacer teniendo en cuenta qué puedo realizar según los recursos (monetarios, materiales, mano de obra), pre-requisitos (tiempo, indicadores de control). Consiguiendo que aquello que se hará sea realmente ejecutable, en la figura 1, se observa cómo la planificación tiene en cuenta aquello que se puede ejecutar antes de decidir qué se realizará.

En ese sentido, la programación en cascada, en el nivel a largo plazo, indica que se debe realizar, el programa a mediano plazo o *lookahead* prepara el trabajo y realiza la revisión de restricciones, de manera que se tiene conocimiento de que se puede hacer y el plan semanal, corresponde a una serie de actividades que se pueden ejecutar, comprometiendo a los agentes al cumplimiento del programa (se hará), una vez aplicada la metodología, se representa la interrelación entre las actividades como muestra la figura 1, siendo mayor aquello que se puede hacer que lo que realmente se hará.

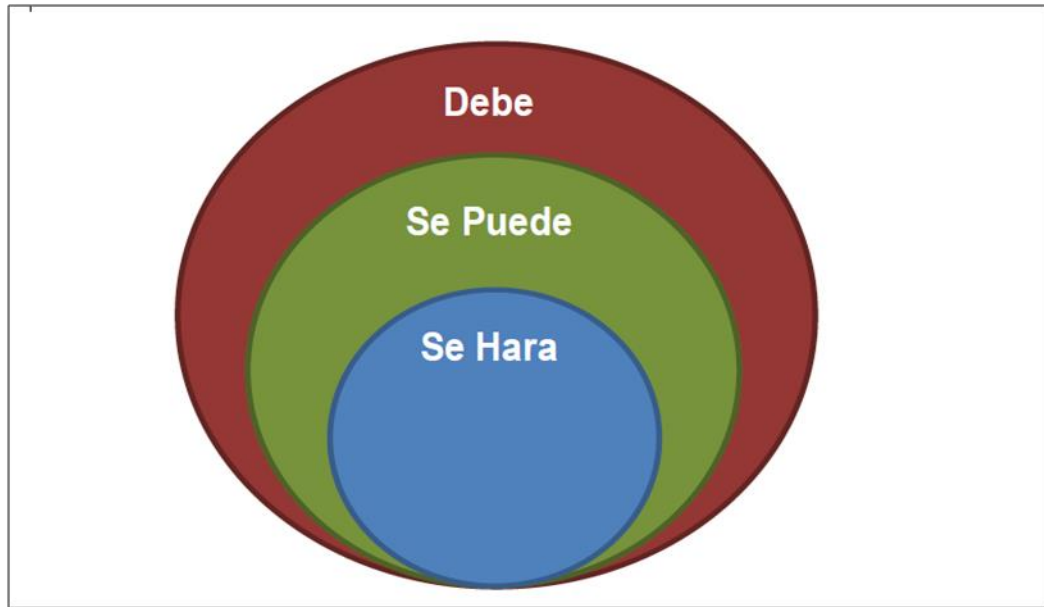


Figura 1. Interrelación de actividades en LastPlannerSystem

Fuente: Ballard (2000)

. ***Just in Time***

El *Just in time* o Justo a tiempo, según Sánchez (2012), se ha considerado como “una metodología de mucha ayuda para todo tipo de empresa, ya que su filosofía está definitivamente muy orientada al mejoramiento continuo, a través de la eficiencia en cada uno de los elementos que constituyen el sistema de empresa, (proveedores, proceso productivo, personal y clientes)” (p.4). Permite desarrollar un proceso de mejora continua planificada, con el apoyo y esfuerzo de toda la organización dirigido al ahorro de tiempo, recurso, ofrecer un servicio de calidad mediante la atención inmediata al cliente, satisfacción de sus necesidades y la entrega de lo solicitado en el tiempo estipulado, sin retrasos.

El principio fundamental en el que se basa el Justo a Tiempo, según Aparicio (2008), “es precisamente la eliminación de todos aquellos aspectos que representen un desperdicio, significan un costo a la organización, por lo que precisa realizar todas aquellas actividades necesarias para aprovechar todos los recursos y alcanzar la excelencia, productividad y competitividad” (p. 2). En el caso de las empresas de

servicio, deben eliminarse los retrasos, acumulación de trabajo, evitar retrasos en la atención al cliente y en la entrega de lo requerido.

. **Metodología 5S**

La metodología 5S, “es un modelo de calidad laboral, referida al mantenimiento integral ejercida no sólo en una oficina o fábrica, sino también en casa “(Sánchez, 2014, p.12) Estos significados denotan que la aplicación de esta metodología implica poner orden en el espacio en el cual se trabaja, estableciendo donde va cada cosa, despejando las zonas y estableciendo normas a seguir, agilizando y optimizando los procesos y el desempeño de la gente.

También, Juárez (2009), explica que “las 5S es un método, el cual es conocido así por los vocablos que inician con esa letra en el idioma japonés. Es una ciencia de dirección japonesa enfocada en cinco pilares que se aplican con un orden definido” (p.9). Las 5S, es una metodología que han sido difundidas ampliamente y son bastas las empresas de variada naturaleza que la usan, definidas como: organizaciones de industria, organizaciones de servicio, clínicas, colegios, universidades o conjuntos para la mejora continua de la calidad de sus procesos.

Cabe destacar, que para mejorar la calidad, a través de la aplicación de las 5S, se requiere un cambio profundo en la cultura de trabajo y seguir permanente. Esta herramienta, puede considerarse de los principales pilares para lograr la transformación de la cultura organizacional. Explica Peinado (2013) “esta metodología, se originó en Japón, llamada 5S porque son las iniciales de cinco palabras japonés Seiri (Clasificar), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina)” (p.4).

En ese mismo orden en la cual se mencionan, las tres primeras “S” son consideradas pueden aplicarse en el lugar de trabajo en forma física, enfocadas a la eliminación de todas las cosas innecesarias, el ordenar los diversos artículos con que cuenta una empresa y a mantener siempre condiciones adecuadas de aseo e higiene. La cuarta “S” corresponde una responsabilidad de la dirección, quien debe

preocuparse por establecer las normas, procesos y procedimientos para obtener buenos resultados, que se derivan de ellas, así como de garantizar el éxito de las mismas a través del tiempo y por último la quinta “S”, es aplicada directamente a las personas.

. ***Visual Management (VM) o Gestión Visual***

La gestión visual, es una metodología del Sistema Lean que permite ayudar en la estandarización de los procesos y políticas mediante diferentes medios de comunicación, atractivos a la vista y simples de entender. Es la mejor manera mantener enterados a los involucrados de los avances en los cambios así como las actualizaciones de los procesos que existen dentro de una organización. La clave está en informar con pocas palabras y hacer anuncios, carteleros, presentaciones llamativas, utilizar dispositivos con colores fáciles de comprender (Villa, 2020). Entre sus beneficios destacan:

- Evitar los re-trabajos y re-procesos
- Facilita comprender la información en forma rápida y clara
- Acelera los aprendizajes y los tiempos de operación
- Evita las desviaciones en cuanto a los procesos y aplicación de los procedimientos

. ***Kanban (VM)***

Sobre el Kanban, Jordán (2017) explica que “consiste en un tablero colocado a la vista en la cual se representa los avances en las tareas además de aquellas que están pendientes” (p.5). Esta estrategia puede ser utilizada por los grupos de trabajo para ir chequeando la realización de las actividades que corresponde, puede integrarse con otras metodologías como la 5 S permitiendo visualizar las tareas que ya se realizaron, las que están en proceso y las que están pendientes, llevando el control del tiempo utilizado y el avance.

En ese sentido, el mismo puede realizarse mediante la utilización de una pizarra acrílica donde se copiaran las actividades tareas de cada grupo y al lado tres columnas que indican en qué punto se encuentra: cumplida, en proceso, pendiente. Además de

utilizar colores para marcar en cada columna: verde: cumplida, amarillo: en proceso y rojo: pendiente. Puede ser también digital. Tal como se muestra en la tabla 1-

Tabla 1. Tablero Kanban

Etapa / paso	Actividades /tareas	Avance		
		Cumplida	En proceso	Pendiente
PASO 5. SHITSUKE	-Revisar que se utilicen en la zona de trabajo los equipos, herramientas y material			
	-Chequear que se mantenga la limpieza y organización de la zona de recepción de la mercancía			
	-Garantizar el cumplimiento de las normas establecidas			

. Fuente: Khoury (2022)

. **Value Stream Mapping (VSM).o Mapa de Flujo de Valor**

Es una metodología utilizada por el sistema Lean para analizar los flujos de materiales e información que se requieren para poder poner a la disposición del cliente un producto o servicio. Sirven para identificar los desperdicios y optimizar el proceso de producción. El flujo del producto se centra en los pasos necesarios para optimizar la entrega y finalización del producto. También conocidos como gráficos de flujo de valor. En la práctica el mapa de valor se ha convertido en una actividad esencial ante la formulación de planes de mejora, de tal manera que forma parte del diagnóstico del proceso(VSM actual) y de la proposición de estrategias de mejoramiento(VSM futuro).

KPI o indicadores de control

KPI son las siglas de *Key Performance Indicators* o sea Indicadores clave de Desempeño. Son indicadores clave de rendimiento o una métrica de medida cuantificable y bien definido que se usa en el sector de producción para evaluar el rendimiento a los largo del tiempo. Se utilizan como referente para supervisar,

analizar y optimizar operaciones y comparan el rendimiento con el de la competencia (Guerra, 2016). Entre sus beneficios destacan la reducción del tiempo de producción, el control de residuos y desperdicios, maximizar cuantitativamente y cualitativamente el éxito en las acciones y la gestión del control de las actividades programadas.

2.3.6. Programas y tecnologías que sirven de soporte a las metodologías para el desarrollo de proyectos constructivos

2.3.6.1. Programas

. MAPREX

Este software es una herramienta básica del inspector de obras, permite el control de las actividades de la misma. Se utiliza la aplicación de MAPREX para generar listas de materiales, equipos y mano de obra requeridos en forma de programación, realizar llevar el control de inventarios, realizar valuaciones y mediciones, cuadro de cierre. Este hace enlace con la metodología BIM o su vertiente Bim Lean Construction y permite la exportación de archivos en formato EXCEL al programa MS Project.

Es una herramienta avanzada y completa para el control de la obra, apoyo del Ingeniero residente y el Inspector de obras. Se enfoca en la sistematización de Presupuestos y Análisis de Precios Unitarios (APU), lo cual es una alternativa para el rápido manejo de información en la elaboración de presupuestos y análisis de precios, mediante el uso, comprensión y aplicación de herramientas de software, combinado con una amplia base de datos.

Asimismo, permite la estabilidad en la base de datos, la cual se elabora con parámetros normalizados y estandarizados internacionalmente, manejo y elaboración de APU. las partidas pueden ser modificadas a través de MAPREX o exportables a otros sistemas compatibles, contiene información técnica para la elaboración de memorias descriptivas, base de datos de insumos, especificaciones, imágenes, especificaciones laborales para la mano de obra, el manejo de plantillas para la elaboración de presupuestos, actualización de los presupuestos en función de la

actualización de la base de datos y generación y actualización automática del cronograma de trabajo y de inversión,

. **REVIT**

Es un software de modelado de información de construcción para Microsoft Windows desarrollado por la empresa Autodesk para apoyar e impulsar la metodología BIM y puede ser utilizado en su vertiente Bim Lean Construction. Permite diseñar elementos de modelación y dibujo paramétrico, el modelado en 3D, agiliza la documentación y utiliza herramientas especializadas en un entorno BIM unificado, elaborar planificaciones de componentes de construcción para mejorar la visibilidad de los costos y cantidades, provee una asociatividad completa con BIM bidireccional que facilita la introducción cambios y automáticamente se actualiza todos los aspectos en los cuales tienen incidencia.

. **MICROSOFT PROJECT**

Es un software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.-Permite priorizar tareas, reconocer las tareas esenciales y su interrelación con la globalidad, contribuye en la estimación de tiempos y recursos, dispone de gráficos de Gantt y de menús desplegables que pueden simplificar el trabajo de planificación y desarrollo de los proyectos constructivos.

. **EXCEL**

Microsoft Excel es el programa por excelencia para el uso de hojas de cálculo. Es una herramienta diseñada por Microsoft. Es un programa estable y muy poderoso. Excel tiene una amplia capacidad gráfica, y permite a los usuarios realizar, entre otras muchas aplicaciones, listados usados en combinación de correspondencia. Este

programa es el favorito por los ingenieros en el sector construcción, debido a su facilidad de uso y versatilidad. Facilita;

- El uso de tablas dinámicas y de cálculo para diversos procedimientos y generación de informes

- Articulación con REVIT, BIM y MS Project mediante la exportación de datos para presentarlos en forma Excel.

- Facilita la presentación de los datos en tablas y gráficos.

- Organiza el tiempo de manipulación y procesamiento de datos.

- Facilita el manejo de una misma hoja de cálculo por varios usuarios

- **Simulación 4D**

Las tecnologías 4D combinan modelos 3D con la cuarta dimensión, la cual viene dada por el tiempo proveniente de las duraciones de actividades de construcción representadas en un programa de ejecución realizado en algún software de programación como MS Project. Al incorporar el tiempo, la construcción ocurre en etapas tempranas del proyecto, en un enfoque que va más allá de la forma tradicional de planificación de la estrategia de construcción: “Los Modelos 4D reflejan la realidad de la ejecución de la etapa de construcción del proyecto mejor que cualquier otro enfoque actualmente en uso” (Fisher, 1999). Entre sus beneficios se encuentran: Mejoras continuas al plan de trabajo establecido, aumento de la transmisión de los objetivos del proyecto, mayor conciencia de trabajos y atrasos, mejor entendimiento del proyecto, entendimiento de riesgos presentes o por venir y disminución de los tiempos de reunión

2. 3.6.2. Tecnologías

- **Realidad Aumentada(RA) para la Gerencia de proyectos constructivos**

La realidad aumentada constituye un tipo de tecnología que permite captar la realidad mediante dispositivos que permiten usar capas de elementos virtuales sobre

imágenes reales asimismo brinda la oportunidad de introducir modificaciones mediante aplicaciones existentes (Villa, 2020). Ofrece experiencias interactivas a partir de la combinación de la dimensión física y la virtual por medios digitales como los teléfonos inteligentes, drones, cámaras especiales. A diferencia de la realidad virtual que crea un ambiente totalmente nuevo e independiente del mundo real, la realidad aumentada incluye elementos virtuales que interactúan con lo ya existente.

En la industria de la construcción pueden utilizarse hologramas de maquetas virtuales que pueden visualizarse mediante lentes especiales (*Microsoft Holo Lens*), drones para monitorear las diferentes etapas de un proyecto constructivo y aplicaciones como: *Fologram*, *Gamma Ar*, *Dalux*, entre las más conocidas a nivel mundial.

En ese sentido, destaca el uso los drones y los cascos de RA, los cuales se han convertido en una herramienta imprescindible en el sector construcción y en ingeniería civil, sobre todo por la precisión de sus mediciones, las inspecciones técnicas, el seguimiento de obras de larga duración, mantenimiento de infraestructura (carreteras, viaductos, puentes, represas. Esta metodología facilita a las empresas constructoras una herramienta de medición y control de la geografía y la topografía del terreno, contar con cartografía actualizada en tiempo real, posibilita articulaciones con tecnologías 3D y el acceso a zonas peligrosas con menor riesgo para los operarios.

2.4 .Bases Legales

Según Palella y Martins (2010), las bases legales son: "como las normativas jurídicas que sustenta el estudio desde la carta magna, las leyes orgánicas, las resoluciones decretos entre otros" (p.55). Estas representan el soporte normativo de la investigación para su buen desarrollo. Se consultaron leyes, reglamentos, decretos y normas para seleccionar aquellas relacionadas al estudio.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)

Artículo 110. El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para los mismos. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía (p.12).

Esta investigación se contextualiza en este artículo debido a que se estimula la producción de aportes para aumentar el conocimiento en el ámbito de la ingeniería civil específicamente en lo referido al uso e incorporación de las TIC en la Gerencia de la Construcción mejorando el desarrollo de las tareas que involucran el proceso administrativo que se aplica además de reportar ventajas a las empresas constructoras en cuanto a aumento de la productividad y mejoramiento de la calidad de los servicios y bienes que ofrecen.

Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2000)

Artículo 1. Esta ley tiene por objeto establecer el marco legal de regulación general de las telecomunicaciones, a fin de garantizar el derecho humano de las personas a la comunicación y la realización de las actividades económicas de telecomunicaciones necesarias para lograrlo, sin más limitaciones que las derivadas de la Constitución y las leyes (p.4).

Esta ley establece el marco regulatorio de la forma como se utilizan las telecomunicaciones y las herramientas que se usan para lograr la comunicación entre las personas con diferentes fines entre ellos el de tipo comercial en el cual se intercambia de información de relevancia para comercializar u ofrecer bienes y servicios además de aplicarlas en el desarrollo de sus actividades, como es el caso de las empresas constructoras.

Decreto N° 825 (2004)

Artículo 1. “Se declara el acceso y el uso de internet como políticas prioritarios del desarrollo cultural, económico, social y político de la República Bolivariana de Venezuela” (p.1).

En este decreto se plantea el uso en condición amplia del internet en todas las actividades que se desarrollan en el país, en este caso las empresas constructoras tienen este recurso como soporte para el desarrollo de todas sus actividades, esto facilita el uso de las redes sociales, soluciones Cloud, el correo electrónico, entre otros ejemplos de herramientas TIC.

2.5. Definición de términos

Bit: Abreviatura usada en informática, proviene de la palabra inglesa *binarydigit* que se utiliza para definir a la unidad de medida básica de la información

Bitcoin: Sistema de dinero electrónico punto a punto

Ciclo: Se trata de la secuencia de etapas que atraviesa un suceso de características periódicas y del grupo de fenómenos que se reiteran en un cierto orden.

Claves criptográficas: Convenciones que permiten proteger el secreto de una comunicación

Control: Proceso de observación y medición a través del cual se realiza el seguimiento y realimentación de los procesos y actividades en una empresa por parte del gerente líder.

Construcción: Hacer una obra material e inmaterial drenando y juntando los elementos necesarios de acuerdo a un plan.

Dirección: Dirigir las actividades de una empresa en función de los objetivos planteados

Gestión: Actividad que consiste en **administrar** un negocio una parte de este.

Línea base o líneas base: Son el resultado de la planificación inicial y sirven como punto de orientación para medir el avance del proyecto y ayudar a pronosticar el resultado final

Obra: Trabajo tiempo empleado para la realización de algo. Producto resultante de ciertas actividades.

Organización: Forma en la cual se disponen los diferentes elementos de una estructura productiva para el desarrollo de una actividad el logro de un objetivo común,

Planeación: Técnica de previsión mediante la cual se trata de coordinar el funcionamiento de las diferentes unidades, grupos, sectores.

Robótica: Conjunto de técnicas utilizadas para el diseño y construcción de robots industriales y la puesta en práctica de sus aplicaciones.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico explica Arias (2012), que “incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el cómo se realizará el estudio para responder al problema planteado” (p.110). En este capítulo se describió la metodología que se aplicó para alcanzar los objetivos que se plantearon al inicio de la investigación.

3.1 Tipo de investigación

La investigación correspondió a un estudio de tipo proyectivo. En ese sentido Palella y Martins (2012), mencionan que “consiste en elaborar una propuesta viable destinada a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica.” (p.97). Por lo tanto, se consideró esta investigación de tipo proyecto factible, ya que la misma presenta una propuesta de metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que permitan el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción.

3.2 Diseño de investigación

En esta investigación, el diseño corresponde a un estudio de tipo de campo y documental. En ese sentido, Arias (ob.cit), especifican que “la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna” (p.31). Se recolectó información directamente en las empresas constructoras del estado Carabobo afiliadas a la Cámara de la Construcción sobre las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que se aplican en el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción.

Asimismo, el Manual de Trabajos de grado de Especialización, Maestría y Doctorados de la UPEL (2016), específica sobre la investigación documental “el estudio de problemas con el propósito de ampliar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información divulgadas por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el pensamiento del autor” (p.20). A los fines de construir el sustento teórico del estudio se revisaron documentos en formato impreso y digital sobre el tema,

3.3 Nivel de investigación

De acuerdo a los objetivos planteados el estudio fue de nivel descriptivo, el cual, según Palella y Martins (2012) “el propósito de este nivel es el de interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos”. (p.92). Según esto, el propósito del trabajo, este consistió en determinarlas características del objeto a estudiar porque busca información detallada y precisa de determinada situación para luego detallar en cuanto a sus aspectos fundamentales.

3.4 Población y muestra

Según Tamayo (2012) señala que la población “es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica” (p.175). En este estudio la población estuvo conformada por 50 ingenieros del área civil afiliados al Colegio de Ingenieros, seccional Carabobo.

En cuanto a la muestra, Tamayo y Tamayo (2006), la define como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada" (p.176). Responde a una porción de la población que tiene las características de interés para el investigador. Para su escogencia se aplicó un muestreo no probabilístico.

En relación al muestreo no probabilístico, Palella y Martins (2012), explican que “se usa cuando no se puede determinar la probabilidad de selección de cada unidad componente de la muestra.” (p.110). Se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo accidental, en el cual, la escogencia de los componentes de la población no respondía a ningún criterio prefijado. A los fines de la investigación se conformó una muestra de tipo accidental.

Sobre la muestra de tipo accidental, Palella y Martins (ob.cit), sostienen que “consiste en no prefijar ningún criterio de selección, excepto el tamaño de la muestra” (p.114). La muestra de la investigación estuvo constituida por los primeros diecisiete (17) ingenieros civiles afiliados al Colegio de Ingenieros, seccional Carabobo que devolvieron la encuesta en la modalidad de cuestionario en el tiempo establecido. Dicho instrumento fue aplicado a través de esta organización, seccional del estado Carabobo quien la envió a sus afiliados vía online a través de un formulario de Google, y fueron devueltas al investigador por este mismo medio.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos, a criterio de Hernández, Fernández y Baptista (2014), “son aquellas que van a permitir al investigador la obtención de la información que precisa en su estudio” (p.199). En este estudio se utilizaron como técnicas para recolectar la información la encuesta y la revisión documental, las cuales facilitaron la recolección de la información de fuentes primarias y la indagación en los documentos seleccionados sobre el tema de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que permiten el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción.

3.5.1 Técnicas

3.5.1.1. Encuesta

Sobre la encuesta Palella y Martins (2010) como “una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones interesan al investigador. Para ello,

se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos quienes, las responden por escrito.” (p.123). Se utilizó la encuesta en la modalidad de cuestionario para ser aplicada a la muestra seleccionada. La misma fue enviada vía online por el investigador al Colegio de Ingenieros, seccional Carabobo en formato tipo formulario de Google, quien la aplicó a las a los ingenieros civiles afiliados a dicha organización mediante el uso del correo electrónico y luego fue devuelta al investigador por ese mismo medio.

3.5.1.2. Revisión documental

Esta técnica estará dirigida a efectuar la revisión de documentos que servirán de sustento al estudio en formato impreso y digital. Destaca Hurtado (2008), que “la revisión documental , es una técnica en la cual se recurre a la información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido productos de mediciones hechas por otros, o como textos que en sí mismos constituyen los eventos de estudio” (p.42). La técnica descrita facilitó la revisión de la información de los documentos seleccionados por su riqueza informativa y experticia sobre el tema.

3.5.2. Instrumentos

Sobre el instrumento, Palella, yMartins, (2012), refieren que” es, en principio, cualquier recurso del cual pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información” (p.125). En este caso, se utilizó el cuestionario de tipo politómico con cuatro opciones de respuestas además del registro documental para recoger, registrar la información relacionada a las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que permiten el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción

3.5.2.1. Cuestionario

El cuestionario, a criterio de Palella y Martins (ob.cit)” es un instrumento de investigación que forma parte de la técnica de la encuesta. Como parte integrante del cuestionario o en documento separado, se recomienda incluir unas instrucciones

breves, claras y precisas” (p.131). El cuestionario fue de tipo politómico, el cual se le administró a la muestra, conformado por dos partes: presentación de instrucciones y la otra parte la identificación del encuestado y la hoja de preguntas y respuestas.

Relacionada al cuestionario politómico, Arias (2012), expresa que “es aquel cuestionario que ofrece varias opciones de respuestas” (p.75). El cuestionario que se aplicó en este estudio, contenía veintiún (21) preguntas que muestran cuatro (4) opciones de respuestas : Siempre (S), Algunas Veces (AV), Pocas Veces (PC) y Nunca(N), las mismas se redactaron en función de dar respuesta al objetivo N° 1 de la investigación y la variable trabajada, desglosada en sus dimensiones e indicadores, (Ver anexos A y B).

3.5.2.2. Registro documental

En cuanto al registro documental, Cerda (1991), explica que “es el conjunto de informaciones relacionadas a datos, expresiones, opiniones, hechos, croquis, fotografías, entre otros que pueden constituirse en una valiosa información para la investigación” (p.17). Desde esta óptica, el registro documental permitió al investigador realizar anotaciones de la información más relevante de los documentos sobre el tema estudiado obtenida mediante la revisión documental.

3.6. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validez de contenido del instrumento, se realizó a través de la técnica de juicio de experto; al respecto Palella y Martins (2010), señalan “consiste en entregarle a expertos: dos, tres, cinco o siete expertos (siempre números impares) en la materia objeto de estudio y en metodología un ejemplar del (los) instrumento (s) y una serie de criterios para calificar las preguntas “(p.161). En virtud de lo anterior, se contó con la colaboración dos (2) expertos, uno (1) en el área Ingeniería Civil, y otro en el área de metodología. . Estos aportaron sus apreciaciones sobre el instrumento con relación a la claridad en la redacción, coherencia interna de los ítems y la pertinencia

de los mismos con respecto a los objetivos de la investigación, concluyendo que era válido y aplicable (Ver anexo C).

En cuanto a la confiabilidad del instrumento, se considera un atributo numérico que permite determinar que el mismo mide lo que se quiere medir, y aplicado varias veces, indique el mismo resultado. Esto lo sustentan Hernández y otros (2014), indicando que “la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados” (p.243). Para obtener la Confiabilidad, se aplicó el Coeficiente de Alfa de Cronbach para instrumentos politòmicos (varias opciones de respuestas)

El método de consistencia interna basado en el Alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica. Según George y Mallery (2003) “la medida de la fiabilidad mediante el alfa de Cronbach asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados” (p.41). Los resultados obtenidos indican que cuanto más cerca se encuentre el valor del Alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. La fórmula para calcular la confiabilidad de un instrumento corresponde a.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Figura 2. Fórmula de Coeficiente de Alfa de Cronbach

Fuente: George y Mallery (2003)

Donde:

K: El número de ítems

$\sum S_i^2$: Sumatoria de Varianzas de los Ítems

S_T^2 : Varianza de la suma de los Ítems

α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

Se obtuvo aplicando el cuestionario a un grupo piloto de 09 participantes que no forman parte de la muestra, y presentan características similares a la muestra

seleccionada en el estudio. Según Pérez (2005) la muestra que participa en la prueba piloto debe ser pequeña menos de diez (10) sujetos. Se procedió al cálculo del coeficiente de Alfa de Cronbach con los datos obtenidos, a través del programa Microsoft Office Excel 2013, se obtuvo como resultado que $\alpha = 0,81$ (Ver anexo D), valor que fue comparado con los rangos establecidos para este coeficiente que se presenta en el tabla 2, concluyendo que la confiabilidad del instrumento es muy alta.

Tabla 2.- Valores para Coeficiente de Confiabilidad

Rangos	Confiabilidad (Dimensión)
0,81 - 1	Muy alta
0,61 - 0,80	Alta
0,41 - 0,60	Media
0,21 - 0,40	Baja
0 - 0,20	Muy baja

Fuente: Palella y Martins (2010)

3.7 Técnica de análisis de datos

Las técnicas de análisis de los datos, plantea Arias (2006), “describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuera el caso” (p.111). En este caso, se utilizaron las técnicas de la estadística descriptiva para organizar y representar los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario, se usaron tablas de frecuencias y diagramas de barras. También se revisó la información obtenida de la observación y la revisión de documentos, posteriormente fue analizada y de allí se extrajeron los aspectos fundamentales y relevantes para dar respuestas a los objetivos planteados en la investigación.

Asimismo fue aplicada la matriz DOFA, técnica para el análisis de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de construcción. En relación a esta matriz, explica González (2012), “es una herramienta de análisis que puede ser aplicada a cualquier situación, individuo, producto, empresa, que esté actuando como objeto de estudio en un momento determinado del tiempo” (p.2). A partir de este análisis, el investigador

mostró las fortalezas y oportunidades que ofrece dichas metodologías a las empresas constructoras y se derivaron acciones a proponer para su aplicación.

Posteriormente se aplicó el cruce de variables en la Matriz DOFA, Serna (2014:21), explica que la “sigla DOFA corresponde a las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, y Amenazas. El Análisis DOFA ayuda a determinar si la empresa está en capacidad para desempeñarse en el medio” (p.21). Se presentó el análisis de la matriz DOFA, que consiste en entrecruzar las variables involucradas y obtener las posibles estrategias o alternativas que pueden aplicarse para abordar el problema y solucionarlos.

3.8. Fases Metodológicas

3.8.1. Fase I: Diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras.

La fase I, consistió en la aplicación de técnicas e instrumentos que permitieron establecer el diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras. De este modo, se presentó la panorámica de lo que realmente ocurre en las empresas mencionadas en cuanto al uso de metodologías para la Gerencia de la Construcción con apoyo de las nuevas tecnologías para proyectos constructivos. Se aplicó como técnica la encuesta en la modalidad de cuestionario de tipo politómico.

3.8.2. Fase II: Análisis de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción

En esta segunda fase, se procedió a aplicar la Matriz DOFA para el análisis de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existente para la gerencia de la construcción y se estableció cuáles son sus fortalezas, debilidades, las oportunidades que ofrece además de las amenazas del

contexto que se manifiestan al aplicarlas en el desarrollo de proyectos constructivos. Luego se efectuó el cruce de las variables obteniendo el resultado de la matriz y generar las alternativas estratégicas para plantear su aplicación.

3.8.3. Fase III: Determinación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación a los procesos de la gerencia de construcción.

La fase III, consistió en plantear cómo aplicar a las metodologías para la Gerencia de la Construcción más utilizadas con apoyo en las Tecnologías de la Información y Comunicación a los procesos de la gerencia de la construcción según la información obtenida de la aplicación del cuestionario y revisión documental y se seleccionaron aquellas que consideran e integran en su desarrollo los aspectos: tiempo, costos, lo administrativo y la calidad. Se presenta cada una de las herramientas TIC y la forma de aplicación a cada una de las fases del proceso administrativo que se sigue en la gerencia, así como la propuesta de los tipos de equipos que pudieran requerirse para tal fin y el plan de formación para el personal que las aplicaría, acciones que permitirían aumentar la productividad y efectividad en el desarrollo de proyectos constructivos. Luego se sintetizó esta información mediante un cuadro resumen.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presentaron los resultados obtenidos en el desarrollo de las tres fases metodológicas establecidas, las mismas tienen correspondencia con los objetivos específicos de la investigación, permitiendo presentar la ejecución de las actividades dirigidas a lograr el objetivo general que se planteó en este estudio, el cual fue: Proponer metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación que pueden aplicarse en el desarrollo de los proyectos en su etapa de construcción con la finalidad de aportar información en cuanto a la forma de aplicación de estas nuevas metodologías en el campo de la Gerencia de la Construcción. Se describen a continuación cada una de las fases desarrolladas:

4.1. Fase I: Diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras.

La fase I, consistió en la aplicación de un cuestionario politómico conformado por veintiún (21) ítems a una muestra accidental, conformada por diecisiete (17) ingenieros civiles afiliados al Colegios de Ingenieros, seccional Carabobo para establecer el diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras. Los datos recolectados fueron procesados mediante las herramientas de la estadística descriptiva mediante tablas y gráficos estadísticos tipo diagrama de barras, se presentan a continuación en forma secuencial:

Resultados del Cuestionario

Variable: Aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Gerencia de la Construcción

Dimensión: Tecnológica

Indicador: Aplicación de metodologías en la gerencia de un proyecto constructivo

Tabla 3. Aplicación de metodologías centradas en las TIC en la gerencia de un proyecto constructivo

Opciones de Respuestas	Ítem 1 Bim		Ítem 2 Sistema Blockchain (Contratos Inteligentes),		Ítem 3 Bim Lean Construction		Ítem 4 Virtual Design and Construction (VCD),		Ítem 5 Simulación 4D	
	Fa	Fr(%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)
Siempre	0	0	2	12	3	18	7	40	8	47
Algunas Veces	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0
Pocas veces	8	47	0	0	0	0	5	30	0	0
Nunca	9	53	15	88	12	70	5	30	9	53
Total	17	100	17	100	5	17	100	100	5	100

Fuente: Khoury (2022)

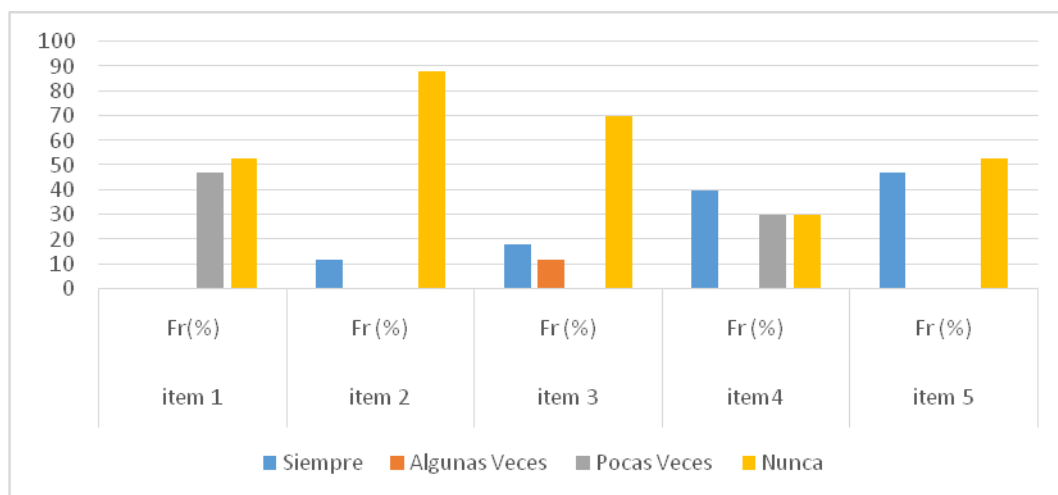


Gráfico 1. Aplicación de metodologías centradas en las TIC en la gerencia de un proyecto constructivo

Fuente: Khoury (2022)

Análisis e interpretación de los resultados

Se observa en la tabla 3 y el gráfico 1 las respuestas de los encuestados, a los ítems del indicador aplicación de metodologías centradas en la gerencia de un proyecto constructivo, el resultado muestralas metodologías centradas en las TIC más aplicadas en los procesos de un proyecto constructivo. En el ítem 1, el 53% de los encuestados respondió que nunca aplica la metodología Bim mientras que el 47% sostiene que pocas veces. Al ítem 2, las respuestas indican que el 88% del grupo manifiesta que nunca utiliza el Sistema Blockchain (Contratos Inteligentes), solo un 12% expresó que siempre la usa. En el ítem 3, el 70% manifiesta que no utiliza la metodología Bim Lean Construction, un 18% asegura que siempre la usa y el 12% restante algunas veces. Al ítem 4, el 40% sostiene que utiliza la Virtual Design and Construction (VCD), otro 30% pocas veces y el 30% restante nunca. Al ítem 5, el 53% de la muestra respondió que no usa la Simulación 4D mientras que el 47% restante sostiene que sí.

Sobre la dimensión tecnológica de la variable aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Gerencia de la Construcción, Floyd (2015), resalta que en el ámbito de la construcción las Tecnologías de la Información y Comunicación, vendrían a ser las herramientas que se utilizan actualmente como son los equipos, los softwares, herramientas TIC, los sistemas las metodologías BIM (*Building Information Modeling*) y sus dimensiones VCD, Bim Lean Construction que facilitan el manejo de la información para seguir los procesos de gerencia basados en la gestión y control.

Indicador: Utilización de metodologías pertenecientes al Sistema Lean en la Gerencia de la Construcción

Tabla 4. Utilización de metodologías pertenecientes al Sistema Lean en la Gerencia de la Construcción

Opciones de Respuestas	Ítem 6 Kaizen		Ítem 7 JIT		Ítem 8 5S		Ítem 9 VSM		Ítem 10 VM		Ítem 11 Kanban		Ítem 12 LPS		Ítem 13 KPI	
	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Siempre	7	41	3	18	3	18	0	0	4	24	0	0	10	58	0	0
Algunas Veces	7	41	0	0	2	12	0	0	0	0	3	18	0	0	4	24
Pocas veces	0	0	0	0	0	0	5	30	0	0	4	24	0	0	5	30
Nunca	3	18	14	82	12	70	12	70	13	76	10	58	7	42	8	46
Total	17	100	17	100	5	17	100	100	17	100	17	100	17	100	17	100

Fuente: Khoury(2022)

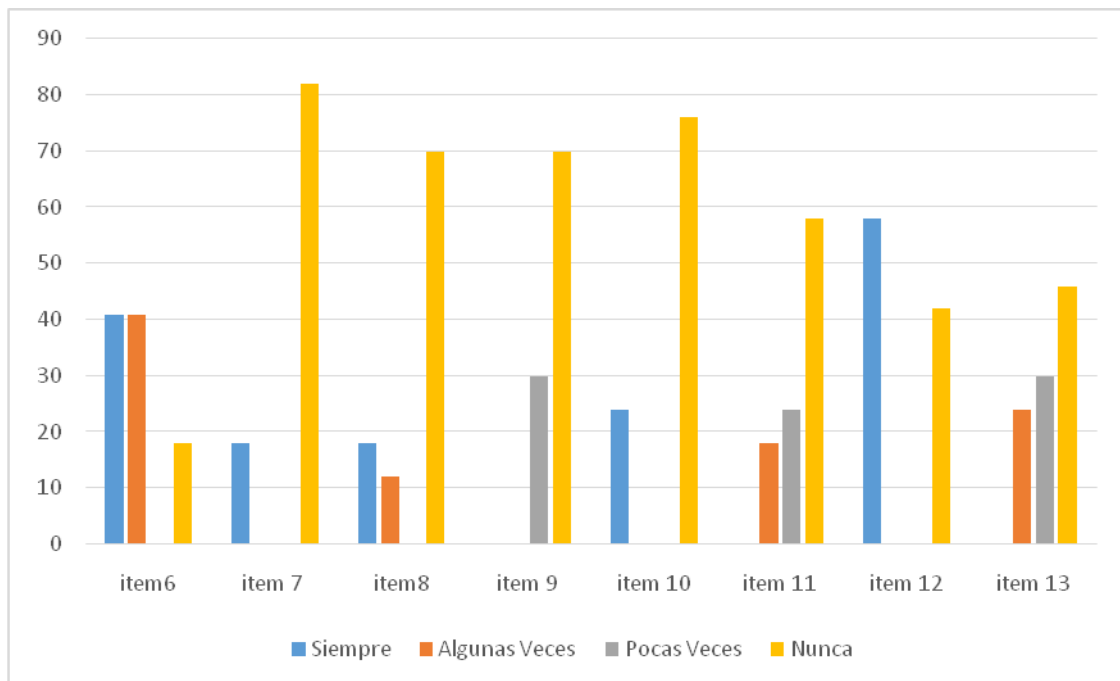


Grafico 2. Utilización de metodologías pertenecientes al Sistema Lean en la Gerencia de la Construcción

Fuente: Khoury(2022)

Análisis e interpretación de los resultados

Se observa en la tabla 4 y el gráfico 2 las respuestas de los encuestados, a los ítems del indicador utilización de metodologías pertenecientes al Sistema Lean en la Gerencia de la Construcción. En el ítem 6, el 41% de los encuestados respondieron que siempre utiliza la metodología Kaizen, otro 41% sostiene que algunas veces la usa mientras que el 41% algunas veces y el 18% restante nunca. Al ítem 7, las respuestas indican que el 82% del grupo manifiesta que nunca utiliza la JIT, solo un 12% expresó que siempre. En el ítem 8, el 70% manifiesta que nunca utiliza la metodología 5S, un 18% asegura que siempre la usa y el 12% restante algunas veces. Al ítem 9, el 70% sostiene que nunca utiliza los mapas de Valor de Flujo o VSM, el 30% restante expresa que pocas veces la emplea

Al ítem 10, el 76 % de la muestra respondió que nunca la Gestión Visual o VM, mientras que el 24% restante sostiene que siempre la usa. En cuanto al ítem 11, el 58% de la muestra expresó que nunca emplea la metodología Kanban, un 14% sostiene que pocas veces y el 18% restante algunas veces. Al ítem 12, el 58% de los encuestados respondieron que siempre utiliza la metodología *LastPlannerSystem* (LPS), el 42% restante expresó que nunca la usa. En el ítem 13, el 46% de la muestra respondió que nunca emplea los KPI, mientras que el 24% restante sostiene que si la aplica.

Sobre este aspecto, destaca que el Sistema Lean puede definirse como “una filosofía que se enfoca hacia la administración de la producción en construcción, donde se reduce o elimina las actividades que no van a generar valor al producto y optimizar las que sí lo hacen” (Polanco, 2020, p.1), Este debe aplicarse desde la concepción del proyecto constructivo y en combinación con BIM se utiliza en todos los procesos involucrados en la Gerencia de la Construcción como BIM Lean Construction.

Indicador: Aplicación de programas como apoyo a las metodologías para la Gerencia de la Construcción

Tabla 5. Aplicación de programas como apoyo a las metodologías para la Gerencia de la Construcción

Opciones de Respuestas	Ítem 14 Revit		Ítem 15 Maprex		Ítem 16 Excel		Item 17 Microsoft Project		Ítem 18 Word	
	Fa	Fr(%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)
Siempre	13	76	10	59	15	88	15	88	12	70
Algunas Veces	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0
Pocas veces	0	0	0	0	0	0	2	12	3	18
Nunca	4	24	7	41	0	0	0	0	2	12
Total	17	100	17	100	5	17	100	100	5	100

Fuente: Khoury (2022)

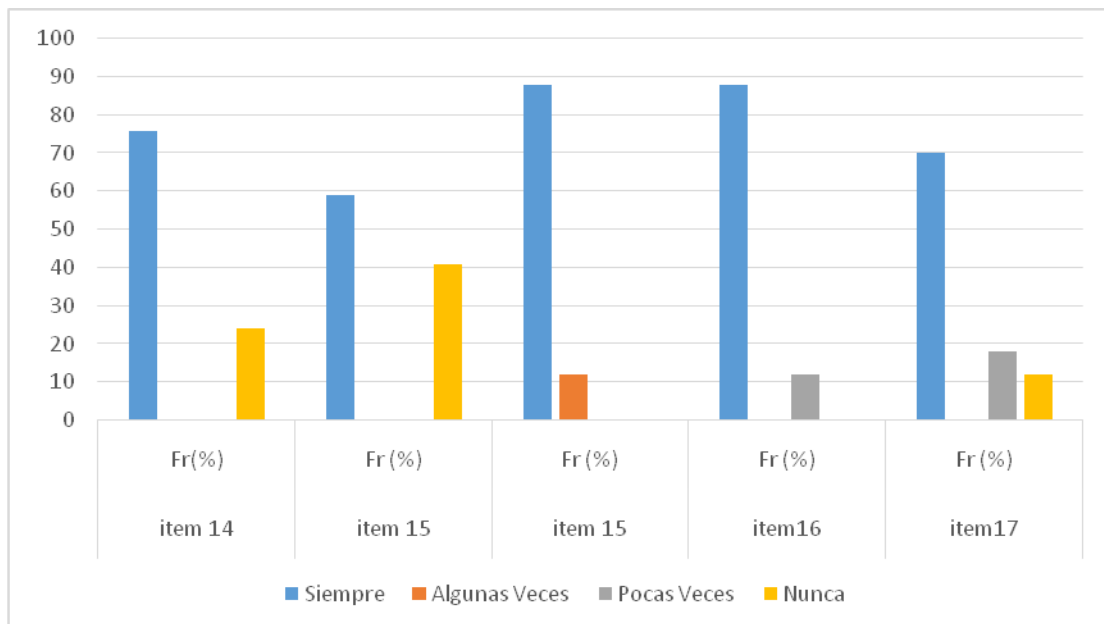


Grafico 3. Aplicación de programas como apoyo a las metodologías para la Gerencia de la Construcción

Fuente: Khoury(2022)

Análisis e interpretación de los resultados

Se observa en la tabla 5 y el gráfico 3 las respuestas de los encuestados, a los ítems correspondientes al indicador Aplicación de programas como apoyo a las metodologías para la Gerencia de la Construcción, el resultado muestra los programas más utilizados. En el ítem 14, el 76% de los encuestados respondieron que siempre el programa Revit, mientras que el 24% restante sostiene que nunca. Al ítem 15, las respuestas indican que el 59% del grupo manifiesta que utiliza Maprex mientras que el 41% restante expresó que no lo aplica. En el ítem 16, el 88% manifiesta que siempre utiliza el programa Excel, el 12% restante expresó que algunas veces. Al ítem 17, el 88% sostiene que utiliza Microsoft Project, el 12% restante expresa que pocas veces la emplea. En el ítem 18, el 70% de la muestra respondió que siempre utiliza Word, un 18% sostiene que algunas veces lo emplea y el 12% restante expresó que nunca lo emplea.

Aporta la Revista BIT (citado por Polanco, 2020), que “se habla entonces de Construcción 4.0 para visibilizar los múltiples desafíos que tenemos como comunidad profesional para aplicar los avances tecnológicos a la industria de la construcción (p.122). Se presenta el desafío de actualizar y ajustar tecnológicamente las actividades de las empresas constructoras y aumentar la productividad de su desempeño mediante las metodologías de trabajo soportadas en las nuevas tecnologías.

Asimismo, Wiener (1998), desde la teoría de la Información, específica que “la información, es el contenido de lo que es objeto de intercambio con el mundo externo, mientras nos ajustamos a él y hacemos que se acomode a nosotros” (p.16). Este planteamiento indica la necesidad de adecuación de las empresas, en este caso las constructoras a la Transformación tecnológica para lograr el manejo adecuado de datos correlacionados entre sí conforme a una estructura o protocolo previamente definido que permiten el manejo acertado de la información,

Indicador: Utilización de herramientas de la tecnología Realidad Aumentada para la Gerencia de proyectos constructivos

Tabla 6. Utilización de herramientas de la tecnología Realidad Aumentada para la Gerencia de proyectos constructivos

Opciones de Respuestas	Ítem 19 Drones		Ítem 20 Visor de realidad virtual HMD(Lentes)		Ítem 21 Casco de RA	
	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)	Fa	Fr (%)
Siempre	4	24	0	0	0	0
Algunas Veces	0	0	5	30	0	0
Pocas veces	0	0	0	0	0	0
Nunca	16	76	12	70	17	100
Total	17	100	17	100	5	100

Fuente: Khoury (2022)

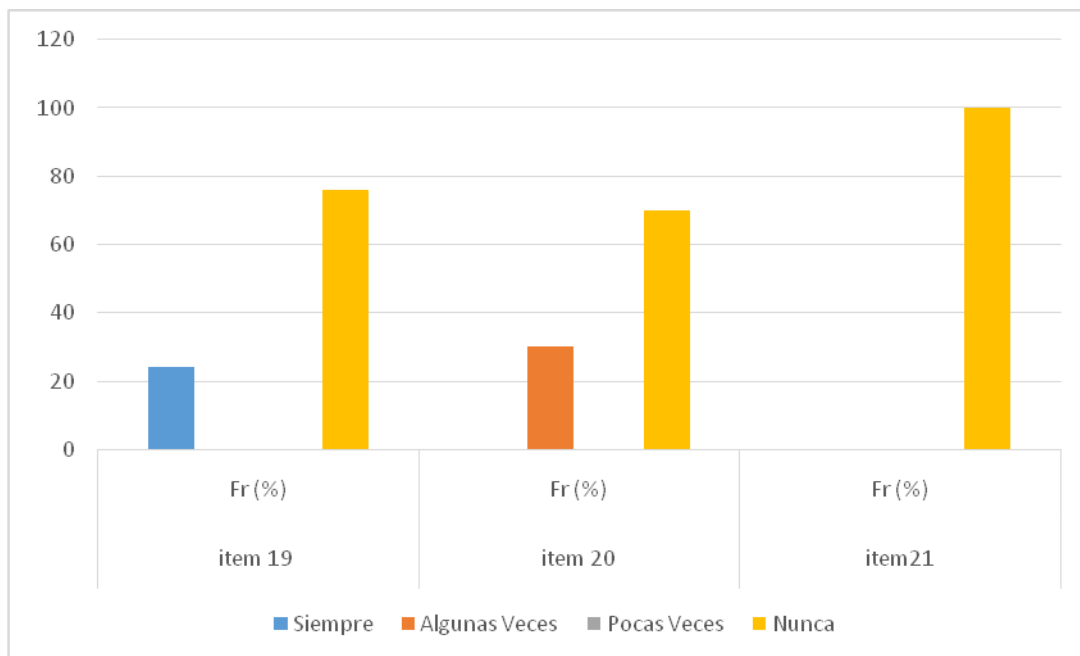


Gráfico 4. Utilización de herramientas de la tecnología Realidad Aumentada para la Gerencia de proyectos constructivos

Fuente: Khoury (2022)

Análisis e interpretación de los resultados

Se observa en la tabla 6 y el gráfico 4 las respuestas de los encuestados, a los ítems correspondientes al indicador Utilización de herramientas de la tecnología Realidad Aumentada para la Gerencia de proyectos constructivos, el resultado muestra las herramientas más utilizadas. En el ítem 19, el 76% de los encuestados respondió que nunca utiliza drones, mientras que el 24% restante sostiene que si los utiliza. Al ítem 20, las respuestas indican que el 70% del grupo manifiesta que nunca emplea el Visor de realidad virtual HMD (Lentes) mientras que el 30% restante expresó que si lo aplica. En el ítem 21, el 100% manifiesta que nunca usa el casco de Realidad Aumentada (RA). Destaca que la realidad aumentada constituye un tipo de tecnología que permite captar la realidad mediante dispositivos que permiten usar capas de elementos virtuales sobre imágenes reales asimismo brinda la oportunidad de introducir modificaciones mediante aplicaciones existentes (Villa, 2020).

4.2. Fase II: Análisis de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción

En esta fase, se procedió a analizar las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación y aquellas que se desprenden del Sistema Lean existentes para la gerencia de la construcción mediante la técnica de la Matriz DOFA. Con la información recopilada mediante la revisión de documentos especializados en el tema, se establecieron las fortalezas y debilidades en cuanto al uso de dichas metodologías por parte de las empresas constructoras en proyectos constructivos. Al respecto, Serna (2014:21), explica que la “sigla DOFA corresponde a las variables Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, y Amenazas. Este análisis ayuda a determinar si la empresa está en capacidad para desempeñarse en el medio”.

Seguidamente, se realizó el cruce de estas variables (fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas), para obtener las posibles alternativas y estrategias que se pudieran aplicar para dar a conocer y difundir la información sobre las Metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción en cuanto a su aplicabilidad y beneficios (Ver Tabla 8).

Tabla 7 Análisis DOFA sobre las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción

Análisis	Aspectos	
Interno	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Acceso a variedad de información -Optimiza la comunicación entre los participantes de un proyecto constructivo -Promueve la capacitación del personal involucrado -Facilita y optimiza los trámites de tipo administrativos .Genera nuevos puestos de trabajo relacionados al teletrabajo -Permite acceder en forma rápida a diversos servicios -Acceso a productos y servicios sin limitaciones geográficas -Permite el manejo eficiente de la documentación requerida -Impacto positivo en la gestión de proyectos constructivos -Obtención de mayor eficacia y eficiencia en la gestión de los proyectos constructivos -Acortan los tiempos de ejecución de las obras -Disminuye los reprocesos -Disminuye los costos en la ejecución de las obras -Mejoran la calidad de las construcciones -Genera mayor productividad -Disminuye la posibilidad de errores y aparición de barreras en la comunicación <p>Facilita la integración multidisciplinaria de las distintas áreas involucradas en un proyecto constructivo</p>	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Manejo de información distorsionada -Requieren de inversión permanente por parte de las empresas -Reducción de puestos de trabajo -Requiere Transformación Tecnológica en toda la empresa

Fuente: Khoury (2022)

Tabla 7. Continuación

Análisis	Aspectos	
Externo	Amenazas	Oportunidades
	<ul style="list-style-type: none"> -Surgimientos de competidores que utilizan nuevas tecnología -Riesgos de ciberataques --Situación política y económica del país -Limitaciones en la importación de equipos y nuevas tecnologías -Restricciones en la obtención de divisas -Subidas de la tasa del dólar estadounidense -Aumento de los impuestos por importación -Aumento de los precios de equipos, softwares ,y servicio de internet 	<ul style="list-style-type: none"> -Requieren actualización permanente -Potencia la industria de la construcción -Disposición de Nuevas tecnologías -Mayor difusión de información sobre las empresas constructoras mediante el uso de Internet -Apoyo a los emprendimientos - Mayor capacidad de respuestas a las exigencias del mercado de la construcción

Fuente: Khoury (2022)

Análisis e interpretación

Se observa en la tabla 7, el análisis a través de la matriz DOFA de las Metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación y aquellas que se desprenden del Sistema Lean existentes para la gerencia de construcción. Se evidencia que la variable fortalezas muestra una cantidad considerable de razones que indican el potencial de las metodologías que pueden aplicarse en la Gerencia de la Construcción y el uso de las nuevas tecnologías en el ámbito de la construcción. Asimismo las oportunidades que ofrece a las empresas constructoras en el mercado en el cual se desenvuelven por su versatilidad, utilidad y facilidad de adaptación a diferentes contextos de trabajo. Al respecto, Floyd (2015), plantea que en el ámbito de la construcción las Tecnologías de la Información y Comunicación, vendrían a ser las herramientas que se utilizan actualmente como son herramientas TIC (correo, listas de distribución, audio y video conferencia, redes sociales, entre otras), los equipos, los softwares, los sistemas BIM (*BuildingInformationModeling*) en sus dimensiones que facilitan el manejo de la información para seguir los procesos de gerencia basados en la gestión y control.

<p>Amenazas Surgimientos de competidores que utilizan nuevas tecnología -Riesgos de ciberataques --Situación política y económica del país -Limitaciones en la importación de equipos y nuevas tecnologías -Restricciones en la obtención de divisas -Subidas de la tasa del dólar estadounidense -Aumento de los impuestos por importación</p>	<p>FA (ESTRATEGIAS MAX-MIN) Compra de equipos, paquetes de software y mejorar el servicio de internet.</p>	<p>DA (ESTRATEGIA MINI-MINI) Delimitar los procesos de la gerencia de la construcción a los cuales pueden aplicarse metodologías centradas en las TIC</p>
---	--	---

Fuente: Khoury (2022)

- Leyenda: FO: Estrategias para maximizar tanto las fortalezas como las oportunidades
DO: Estrategias para minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades
FA: Estrategias para maximizar las fortalezas y minimizar las amenazas
DA: Estrategias para minimizar las debilidades y minimizar las amenazas

Análisis e interpretación

Se observa en la tabla 8, la matriz DOFA obtenida del análisis realizado sobre las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de construcción. Se evidencia la generación de estrategias que facilitan dar a conocer y demostrar los beneficios para las empresas constructoras al aplicarlas en la gerencia de construcción. Dichas estrategias se orientan a maximizar las fortalezas y oportunidades además minimizar las debilidades y amenazas. Estas, se tomaron en cuenta para el desarrollo de la fase tres, en la cual se asume la propuesta de Mata (2017), sobre la gerencia de la construcción, “es la gerencia aplicada al campo de la construcción que permite al gerente la optimización en la aplicación de sus potenciales profesionales en la ejecución de obras” (p.11). Se presentó para la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción tres acciones que contemplan las estrategias delimitadas en la matriz DOFA

4.3. Fase III: Determinación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación a los procesos de la gerencia de la construcción

En la fase III, se planteó cómo se pueden aplicar cada una de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación más utilizadas para la Gerencia de la construcción, en función de los procesos involucrados en un proyecto constructivo y que reportaría mayores beneficios en cuanto a la productividad y efectividad en el desarrollo de proyectos constructivos. Para tales fines, se inició con una introducción a la temática, luego fueron descritas cada una de las TIC seleccionadas, como pueden ser aplicadas y ejemplificando con aquellas metodologías para la Gerencia de la construcción que incluyen en su desarrollo cuatros aspectos fundamentales en la Gerencia de Construcción: el tiempo, los costos, lo administrativo y la calidad.

Seguidamente, se resumieron los aspectos planteados en forma de cuadro. Asimismo, se describieron aquellos equipos y requerimientos mínimos para la aplicación de las herramientas TIC así como un plan de capacitación para el personal de las empresas constructoras que decidan implementar la propuesta planteada en cuanto al uso de las TIC en la gerencia de la construcción.

Introducción

En los momentos actuales, la Gerencia de la Construcción corresponde a un ámbito en la administración de proyectos constructivos que requiere constante actualización e innovación para responder a las exigencias de la Industria de la Construcción. En ese contexto, las Tecnologías de la Información y Comunicación, corresponden a todo lo relacionado con las nuevas tecnologías que permiten el manejo y uso de la información en una forma segura y rápida a través del aprovechamiento de las ventajas de las telecomunicaciones y el internet para la transferencia de la misma, en tiempo real (sincrónico) o por lotes (asincrónico).

Cabe destacar, que hoy en día, estas tecnologías están disponibles en el mercado para ser adquiridas por cualquier personas sin embargo los costos en hardware y software limitan la facilidad de acceso a los mismos, lo que conduce a que las pequeñas empresas pymes y grandes empresas deban realizar inversiones de gran peso en su presupuesto para disponer de dispositivos y equipos para materializar su incorporación al ámbito de trabajo que desarrollan, en este caso en la gerencia de construcción. Por tales razones, se presentan tres acciones que facilitan incorporar el uso de las TIC en la gerencia de la construcción:

1. Metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación sugeridas para su aplicación en la gerencia de la construcción: Aplicación, beneficios y fases del proceso administrativo a los cuales pueden aplicarse

a. Correo electrónico o E-mail

Esta herramienta puede ser utilizada por el Gerente de la Construcción en las diferentes fases administrativas desde la Planificación, Organización, Dirección hasta el Control de las actividades que implica un proyecto constructivo. Está centrada en una comunicación asincrónica que le facilita enviar el mismo mensaje a cada persona mediante listas de distribución en la cual aparecen registrados los contactos, en este caso del grupo de participantes en la obra. Al recibir la información la persona lo revisa, maneja la información, decide cual será la respuesta si lo requiere o expresa su acuse de recibo. Además se crea un registro de los mensajes emitidos, enviados y recibidos con fechas y los archivos adjuntos que pueden ser organizados en carpetas con el nombre de los asuntos comunes y llevar un control de cada uno de los temas tratados .

Al utilizar el correo electrónico, en cualquiera de las metodologías de la Gerencia de la construcción, se puede enviar mensajes a gran cantidad de personas, grupos, notificaciones, informes y reportes de avances a su vez recibirlos. Esta vía sirve de sustento para el envío de documentos que se requiere manejar en una reunión con la finalidad de controlar que los asistentes manejen la misma información. Esta

aplicación del e-mail, se puede ejemplificar mediante las tareas que pueden ejecutarse en las diferentes metodologías de la Gerencia de la Construcción a través de su uso:

- BIM: Enviar notificaciones, archivos, convocatorias, informes de avances.
- LastPlannerSystems (LPS): Facilita enviar reportes de los avances de la planificación de qué debo hacer teniendo en cuenta qué puedo realizar según los recursos (monetarios, materiales, mano de obra), pre-requisitos (tiempo, indicadores de control).
- Kaizen; Coordinar que el equipo disponga de la misma información antes de reuniones y eventos.

Las tareas expuestas, pueden organizarse en función de las etapas o fases del proceso administrativo que debe seguir un gerente en el desarrollo de las actividades de orden gerencial involucradas en un proceso constructivo. En la siguiente tabla puede apreciarse esta vinculación, indicando y resumiendo la forma de aplicación del correo electrónico o e-mail.

Tabla 9. Tareas que pueden ejecutarse con apoyo del correo electrónico y la relación con las fases del proceso administrativo

TIC	Función	Tareas con apoyo de la herramienta TIC	Fases del Proceso Administrativo
Correo Electrónico	Envió y recepción de información	-Envió de reportes de los avances de la planificación de qué debo hacer teniendo en cuenta qué puedo realizar según los recursos (monetarios, materiales, mano de obra), pre-requisitos (tiempo, indicadores de control). -Envío de presupuestos planteados y proyectados en el tiempo	Planificación
		-envío de mensajes a gran cantidad de personas, grupos, notificaciones, informes y reportes de avances a su vez recibirlos -Organización de los archivos adjuntos que pueden ser archivados en carpetas con el nombre de los asuntos comunes -Envío del mismo mensaje a cada persona mediante listas de distribución en la cual aparecen registrados los contactos, en este caso del grupo de participantes en la obra. -Creación de un registro de los mensajes emitidos, enviados y los recibidos con	Organización

		fechas y los archivos adjunto que se han enviado	
		Coordinación del equipo o los equipos de trabajo en el manejo de la misma información antes de reuniones y eventos.	Dirección
		-Establecimiento de Parámetros para el control: seguimiento y evaluación del desempeño a través de indicadores de gestión -Control de la información que se manejará en las reuniones por parte de los asistentes o convocados -Control de cada uno de los temas tratados esta vía.	Control

Fuente: Khoury (2022)

b. Soluciones Cloud: Google Drive yOne Drive

De las Soluciones en la Cloud el Gerente de la Construcción puede utilizar Google Drive uOne Drive de Microsoft. Ambas tienen como función el almacenamiento y el manejo de datos. Además de permitirle al gerente disponer de la información necesaria facilitando el acceso desde cualquier lugar y dispositivo sin amenazar la seguridad. Controlar la difusión de la información en los grupos y equipos de trabajo que lidera y establecer un orden de la información que se genera en relación al avance y progreso de la obra agilizando la elaboración de informes y reportes.

En el caso de Google drive, constituye una herramientaTIC de Google para el almacenamiento de todo tipo de información. Para acceder a los mismos, solo se requiere; tener una cuenta de Google y un dispositivo. Computadora, teléfono, Tablet. Conforma un lugar en el cual el Gerente de la Construcción puede almacenar y acceder a todos tus archivos al igual que los equipos de trabajo según las normas de seguridad de la información que se establezcan.

De igual forma, One Drive, corresponde a una herramienta y servicio en la nube de Microsoft que facilita al gerente concentrar todos los archivos que tiene sobre el proyecto y sus avances en un solo espacio. Permite almacenar y proveer losarchivos

cuando se requieren, compartílos con otros usuarios, acceder desde cualquier lugar desde todos los dispositivos conectados a internet.

- BIM: permite disponer de toda la información almacenada en el proyecto Bim en un solo sitio e ir distribuyendo la información a todos los actores involucrados
- LastPlannerSystems (LPS): Facilita ir almacenando los avances en cuanto a la programación y comparar con la Línea Base.
- Kaizen: Al guardar en la nube toda la información planificada y la forma de participación de los miembros o integrantes del proyecto de construcción permite visualizar las transformaciones que se suscitan en la productividad, eficacia y eficiencia al cumplir las tareas.

Tabla 10. Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de las Soluciones Cloud y la relación con las fases del proceso administrativo

TIC	Función	Tareas con apoyo de la herramienta TIC	Fases del Proceso Administrativo
Soluciones Cloud: Google Drive y One Drive	Almacenamiento y el manejo de datos	-Almacenamiento de los avances en cuanto a la programación y comparar con la Línea Base.	Planificación
		-Establecimiento de un orden de la información que se genera en relación al avance y progreso de la obra agilizando la elaboración de informes y reportes.	Organización
		-Distribución de la información a todos los actores involucrados -Al guardar en la nube toda la información planificada y la forma de participación de los miembros o integrantes del proyecto de construcción permite visualizar las transformaciones que se suscitan en la productividad, eficacia y eficiencia al cumplir las tareas	Dirección
		Control de la difusión de la información en los grupos y equipos de trabajo que lidera	Control

Fuente: Khoury (2022)

c. Redes sociales: WhatsApp

Las redes sociales conforman un medio de comunicación de tipo Mixto Tanto sincrónica como asincrónica. El gerente al utilizar cualquiera de las metodologías de la Gerencia de la Construcción puede apoyarse en las redes sociales para crear una comunidad virtual con los integrantes del proyecto constructivo y el cliente para presentar avances, fotos y discutir sobre el tema. Específicamente se recomienda la red social WhatsApp, la cual puede funcionar a través del teléfono inteligente o una Tablet conectados a internet o en el contexto de los servicios de telefonía móvil que ofrecen las operadoras que funcionan en el mercado.

En ese sentido, esta red social permite al gerente intercambiar información de manera inmediata mediante mensajes en tiempo real y videollamadas. Esta tipo de TIC, facilita al gerente que pueda intercambiar información en forma inmediata a las personas involucradas en el proyecto, a los equipos de trabajo que conforman la obra, a través del chat, la mensajería inmediata y el envío de archivos adjunto: escritos, videos, imágenes además de notas de voz. Asimismo charlar sobre temas específicos. Las tareas que realiza con apoyo de esta TIC pueden organizarse en función de las fases del proceso administrativo que se cumple en la gerencia de la construcción, tal como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 11. Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de la red social WhatsApp y la relación con las fases del proceso administrativo

TIC	Función	Tareas con apoyo de la herramienta TIC	Fases del Proceso Administrativo
WhatsApp Chat y mensajería instantánea	Intercambio de información	Creación de una comunidad virtual con los integrantes del proyecto constructivo y el cliente	Planificación
		Envío de archivos adjunto: escritos, videos, imágenes además de notas de voz actualizados de forma inmediata y recibir confirmación y aporte de igual forma	Organización
		Intercambio de información en forma inmediata a las personas involucradas	Dirección

		en el proyecto, a los equipos de trabajo que conforman la obra,	
		Presentación de avances, fotos y discutir sobre el tema.	Control

Fuente: Khoury (2022)

d. Comunidades virtuales

Estos espacios cuya función corresponde al intercambio de ideas y percepciones de los participantes incorporados en la misma mediante una lista de distribución facilitan al gerente que las utiliza como medio de comunicación e integración del personal bajo su mando, el cual puede estar organizado por equipos de trabajo pero conformando una comunidad unidad, en la cual se recibe información, reportes, instrucciones utilizando forma de comunicación asincrónicas y sincrónicas.

Listas de distribución

El gerente de la construcción puede conformar las comunidades virtuales que requiere cargando los correos de los miembros de cada grupo de trabajo o equipos que integran el proyecto constructivo para enviarles información de relevancia que se va generando durante el desarrollo de la obra. Consiste en el envío de informaciones escritas a direcciones de correo de las personas que conforman un grupo o comunidad virtual y se encuentran registrado como contactos de la persona que enviará puede cumplir las siguientes tareas la información. A través de esta TIC, el gerente puede conformar comunidades virtuales mediantelas cuales puede cumplir las siguientes tareas:

- Intercambiar información a través del correo electrónico, de tal modo que los correos que llegan a la lista, son enviados a los integrantes de la misma comunidad al mismo tiempo.
- Solicitar reportes de los diferentes grupos
- Solicitar aportes para la toma de decisiones
- Suministrar noticias sobre algunas novedades, eventos y avances del proyecto.

Dichas tareas le facilitan cumplir con las fases del proceso administrativo que sigue el gerente de la construcción en el cumplimiento de sus funciones en el desarrollo de la obra, tal como puede visualizarse en la tabla 11.

Tabla 12. Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de las comunidades virtuales y listas de distribución y la relación con las fases del proceso administrativo

TIC	Función	Tareas con apoyo de la herramienta TIC	Fases del Proceso Administrativo
Comunidades virtuales		Comparación entre lo logrado y lo ejecutado	Planificación
		Intercambio información en forma organizada según asuntos de interés del momento	Organización
		Solicitud y recepción de aportes para la toma de decisiones	Dirección
		Corroboración de avances en lo planificado	Control

Fuente: Khoury (2022)

e. World Wide Web

Mediante la World Wide Web, el gerente puede acceder al conjunto de páginas Web, ubicadas en servidores de todo el mundo, que están conectados entre sí mediante la red Internet. Requiere estar conectado mediante un dispositivo fijo o móvil a los servidores que ofrecen el servicio de internet. Utiliza el protocolo http de comunicación para buscar en páginas Web que le ofrecen la información que requiera según el tema y la necesidad así como también puede disponer de aplicaciones multimedia interactivas, ya que se componen de hipertextos en los que se pueden incluir información con múltiples códigos (texto, imagen, sonido) y elaborar presentaciones, reportes y diversas formas de información. . El gerente líder del proyecto constructivo puede utilizar buscadores generales y especializados para realimentarse con información relacionada al tema o proyecto como: Terra (<http://www.terra.es>), MSN (<http://www.msn.es>), Yahoo! (<http://www.yahoo.es>) y Google Español (<http://www.google.es>) entre otros.

Tabla 13. Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de la World Wide Web y la relación con las fases del proceso administrativo

TIC	Función	Tareas con apoyo de la herramienta TIC	Fases del Proceso Administrativo
World Wide Web	Acceso, obtención y/o utilización de información o recursos.	-Realimentación de información relacionada al tema o proyecto mediante buscadores generales y especializados	En todas las fases del proceso administrativo
		-Inclusión de información con múltiples códigos (texto, imagen, sonido)	
		Elaboración de presentaciones, reportes y diversas formas de información.	

Fuente: Khoury (2022)

f. Videoconferencia

Conforma una herramienta de comunicación que permite al gerente de la construcción mantener reuniones colectivas, con varias personas que se encuentran en diferentes lugares. Esta se puede realizar en tiempo real, lo cual le facilita establecer contacto con los involucrados en el proyecto cara a cara, clientes y dueños en forma instantánea e inmediata y explicar un tema o asunto en forma explícita, intercambiando preguntas y respuestas. Entre las tareas que se facilitan a través de la videoconferencia en el uso de las metodologías de la gerencia de la construcción, se encuentran:

- Ejecución de reuniones
- Realización de debates y explicaciones de un tema relacionado al proyecto
- Debate sobre un tema y toma de decisiones
- Intercambio de material informativo y aclarar dudas
- Presentación de avances de los aspectos involucrados en la obra

g. Audio-conferencia-

A través de este tipo de TIC denominada audio-conferencia, el gerente puede establecer contacto con personas que están en otros espacios y tiempos para

comunicarse y ofrecer explicaciones, instrucciones sobre un aspecto, detallar en forma explícita un tema sin el apoyo de los medios audiovisuales. Su función es la tutorización o guía de quien o quienes escuchan para realizar una acción de trabajo. También para presentar tutoriales o pasos sobre cómo desarrollar las tareas planificadas. De esta manera, se resume en la tabla 14 y se ofrece una panorámica general de la Aplicación de las TIC en las metodologías de la Gerencia de la Construcción para cerrar la fase III, la cual se muestra en la tabla 15.

Tabla 14. Tareas que pueden ejecutarse con apoyo de la Videoconferencia o la Audio-conferencia y la relación con las fases del proceso administrativo

TIC	Función	Tareas con apoyo de la herramienta TIC	Fases del Proceso Administrativo
Video conferencia	Realización de reuniones, puesta en común, talleres	-Ejecución de reuniones	En todas las fases del proceso administrativo
		-Realización de debates	
		-Explicaciones de un tema relacionado al proyecto	
		-Intercambio de material informativa y aclara dudas	
		-Facilita establecer contacto con los involucrados en el proyecto cara a cara	
		-Muestra de informes y material audiovisual mediante diapositivas elaboradas en programas como Power Point o aplicaciones como Canvas y Prezi, en forma detallada.	
Audio-conferencia	Tutorización	Presentación de tutoriales o pasos sobre cómo desarrollar las tareas planificadas	En todas las fases del proceso administrativo
		-Dar instrucciones o recomendaciones	
		-Responder a preguntas de los involucrados.	

Fuente: Khoury (2022)

Tabla 15. Aplicación de las TIC en las metodologías de la Gerencia de la Construcción

N°	Herramienta TIC	Tipo de comunicación	Función	Objetivo	Aplicación desde una metodología
1	E-mail	Asincrónica La comunicación no se establece en tiempo real.	Envío y recepción de información	Permite enviar y recibir información personalizada, intercambiando mensajes Entre usuarios de ordenadores conectados a Internet.	BIM: Enviar notificaciones, archivos, convocatorias, informes de avances. LastPlannerSystems (LPS): facilita enviar reportes de los avances de la planificación de qué debo hacer teniendo en cuenta qué puedo realizar según los recursos (monetarios, materiales, mano de obra), pre-requisitos (tiempo, indicadores de control). Kaizen; Coordinar que el equipo disponga de la misma información antes de reuniones y toma de decisiones
2	Soluciones Cloud: Google drive One drive		Almacenamiento y manejo de datos	Disponer de la información necesaria facilitando el acceso desde cualquier lugar y dispositivo sin amenazar la seguridad	BIM: permite disponer de toda la información almacenada en el proyecto Bim en un solo sitio e ir distribuyendo la información a todos los actores involucrados LastPlannerSystems (LPS) : ir almacenando los avances en cuanto a la programación y comparar con la Línea Base. Kaizen: Al guardar en la nube toda la información planificada y la forma de participación de los miembros o integrantes del proyecto de construcción permite visualizar las transformaciones que se suscitan en la productividad, eficacia y eficiencia al cumplir las tareas.
	Redes sociales	Mixta		Intercambiar	Las metodologías de la Gerencia de la Construcción pueden

3	WhatsApp: Chat y mensajería instantánea	Admite los dos tipos de comunicación sincrónica y asincrónica	Intercambio de información	información Charlar sobre temas específicos	utilizar las redes sociales para crear una comunidad virtual con los integrantes del proyecto constructivo y el cliente para presentar avances, fotos y discutir sobre el tema. Mediante WhatsApp intercambia información de manera inmediata mediante mensajes en tiempo real y videollamadas.
	4		Comunidades virtuales (Virtual Communities)	Intercambio de ideas y percepciones	Promover la discusión sobre aspectos como el avance, el manejo de los recursos, la calidad de la obra, la percepción que tienen los involucrados y la participación de ellos.
Listas de distribución				Formación de comunidades virtuales	Intercambiar información a través del correo electrónico, de tal modo que

				los correos que llegan a la lista, son reenviados a los integrantes de la misma comunidad al mismo tiempo. Suministrar noticias sobre algunas novedades.	
5	World Wide Web		Acceso , obtención y/o utilización de información o recursos	Disponer de información actualizada sobre temáticas vinculadas al desarrollo del proyecto constructivo y aclarar dudas.	<p>El gerente líder del proyecto constructivo puede utilizar buscadores para realimentarse con información relacionada al tema o proyecto como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terra (http://www.terra.es), • MSN http://www.msn.es • Yahoo! (http://www.yahoo.es) • Google Español (http://www.google.es) • Altavista (http://www.altavista.digital.com)
6	Videoconferencia.	Sincrónica: Los usuarios	Realización de reuniones,	Facilitar la comunicación,	El gerente del grupo puede concretarse con los líderes de los grupos que integran el proyecto para dar instrucciones, dar

		que conversan lo hacen en tiempo real, situados en cualquier parte del mundo.	puesta en común, talleres	la tutorización y monitorear el desarrollo de las actividades	explicaciones, aportar los pasos a seguir mediante videos en los cuales los participantes visualizan el líder y lo escuchan o solo mediante audios.
7	Audio-conferencia-		Tutorización	Presentar tutoriales o pasos sobre cómo desarrollar las tareas planificadas	

Fuente: Khoury (2022)

3. Compra de equipos, paquetes de software y mejorar el servicio de internet.

Con la finalidad de aplicar las TIC en la Gerencia de la Construcción se sugiere la compra de equipos, paquetes de software y mejorar el servicio de internet, estos requerimientos de carácter técnico facilitaran el uso de las tecnologías propuestas para agilizar y optimizar los procesos y tareas que implica la gerencia de un proyecto constructivo. La propuesta se presenta en forma de tabla en la cual se presenta el requerimiento, la cantidad mínima requerida y la descripción de cada uno.

Tabla16. Requerimientos técnicos mínimos para la aplicación de las TIC en la Gerencia de la Construcción

Requerimiento	Cantidad	Descripción
Conexión a internet empresas del mercado	1	Banda ancha mínimo de 150Mbps
Programa Windows óLinux	1	Última versión
Routerwifi	1	Conexión WIFI
Teléfono inteligente	1	Aplicaciones y cámara
Computadora portátil	1	Memoria RAM: 8 Gibas Procesador de nueva generación) 4 núcleos en adelante)
Impresora	1	Tipo láser de toner para mayor rendimiento
Modem	1	Conexión a internet
Proyector	1	Proyector de video , con conexión a internet, puerto USB
Pendrivers o memoria	2	Almacenamiento externo de datos. transporte de datos, capacidad mínima de 16 Gigas

Fuente: Khoury (2023)**Leyenda:** Mbps: Megabyte por segundo

4. Plan de capacitación centrado las herramientas tecnológicas propuestas

Se propone la capacitación del personal que ejerce las funciones de carácter gerencial con el objetivo de desarrollar un proceso de capacitación dirigido a los profesionales de las empresas constructoras sobre las TIC que pueden aplicarse en la Gerencia de la Construcción que les permitan expandir sus habilidades y destrezas en el uso de las herramienta que ofrecen estas tecnologías. De esta manera, las tareas que le corresponden al Gerente de la construcción enmarcadas en cada una de las fases del proceso administrativo experimentaran cambios en cuanto al cumplimiento de la planificación, uso del tiempo, los costos, la comunicación interna y externa en el desarrollo del proyecto constructivo. En eses sentido, la capacitación, se presenta en forma de un plan articulado (Ver tabla 17), conformado por dos talleres a cargo de dos facilitadores expertos en la materia dirigidos a quienes ejercen el cargo de gerente o gerentes del proyecto constructivo. Asimismo, se muestra en la tabla 18 la caracterización de los facilitadores y participantes en la capacitación así como los indicadores de cumplimiento de lo planificado y la verificación de los logros obtenidos.

Tabla17. Plan de capacitación en TIC para la Gerencia de la Construcción

Objetivo general: Desarrollar un proceso de capacitación dirigido a los profesionales de las empresas constructoras sobre las TIC que pueden aplicarse en la Gerencia de la Construcción.						
Objetivos específicos	Contenido	Estrategia y actividades de desarrollo	Horas	Logística	Evaluación	Responsable
Facilitar información sobre la Gerencia de la Construcción,	<ul style="list-style-type: none"> -Gerencia -Procesos -Proceso administrativo -Fases -Tareas a ejecutar -Metodologías en la Gerencia de la Construcción. -BIM Bim Lean Construction - Virtual Design and Construction (VCD) - Sistema Blockchain (Contratos Inteligentes) -Metodologías centradas en el Sistema Lean : <ul style="list-style-type: none"> -Kaizen -LastPlanner System 	<p>Taller</p> <p>Máximo 15 personas</p> <p>Actividades</p> <p>Presentación</p> <p>Exposición</p> <p>Preguntas y respuestas</p> <p>Ejemplificación</p> <p>Ejercitación</p> <p>Simulaciones</p> <p>Conclusiones</p>	16	<p>El plan de capacitación se desarrollará en un salón de reuniones o conferencias de acuerdo al número de participantes , coordinado por Gerente General</p> <p>Las presentaciones estarán a cargos de los facilitadores expertos en el tema.</p> <p>Debe seguirse una etapa de preguntas y respuestas e intercambio de experiencias de los participantes.</p>	<p>Participación</p> <p>Realización de ejercicios</p> <p>Entrega de conclusiones y aportes</p>	<p>Organización y Coordinación</p> <p>Gerente General</p> <p>Gerente de proyectos constructivos</p> <p>Gerencia de Recursos Humanos</p> <p>Desarrollo</p> <p>Facilitadores</p>

	<p>Programas de apoyo a las metodologías de- la Gerencia de la Construcción</p> <ul style="list-style-type: none"> . Maprex . Revit . Excel . Microsoft Project . Simulación 4D . Realidad Aumentada 			<p>Se realizaran trabajos grupales utilizando los equipos disponibles para la ejercitación y simulaciones</p> <p>Cada cursos se realizará en dos sesiones coordinando las fechas para evitar la paralización de actividades</p> <p>Se otorgará un certificado a cada trabajador equivalente a 32 horas de un curso con evaluación.</p>		
<p>Desarrollar actividades teórico-prácticas relacionadas a al uso de las TIC en la Gerencia de la Construcción</p>	<p>TIC</p> <ul style="list-style-type: none"> .Definición -Beneficios y usos -Herramientas TIC . -mail . oluciones Cloud: . oogle drive .One drive 	<p>Taller</p> <p>Máximo 15 personas</p> <p>Actividades</p> <p>Presentación</p> <p>Exposición</p> <p>Trabajo grupal</p> <p>Preguntas y respuestas</p>	16		<p>Participación</p> <p>Realización de ejercicios</p> <p>Entrega de conclusiones y aportes</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> . redes sociales . WhatsApp: Chat y mensajería instantánea . Comunidades virtuales (Virtual Communities)- Listas de distribución . World Wide Web . Audio-conferencia . Video Conferencia. 	<p>Ejemplificación</p> <p>Ejercitación</p> <p>Presentación de Modelos</p> <p>Conclusiones</p>				
--	---	---	--	--	--	--

Fuente: Khoury (2023)

Tabla 18. Caracterización de los facilitadores y participantes en la capacitación

Actividad	Plan de capacitación en TIC para la Gerencia de la Construcción	
Personal involucrado	Facilitadores	Participantes
Características	<ul style="list-style-type: none"> -Expertos en TIC y Gerencia de la Construcción -Ingeniero Civil con conocimientos en el manejo de Metodologías para la Construcción -Ingeniero en informática con conocimientos en el manejo de TIC en la construcción 	<ul style="list-style-type: none"> -Ingenieros Civil -Arquitectos
Indicadores de cumplimiento/verificación	<p>Durante los talleres</p> <ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo de las actividades planificadas -Uso de las estrategias propuesta en el taller -Manejo del grupo e integración -Demostración del dominio del tema -Aporte de material didáctico -Evaluación de los aprendizajes -Evaluación de su actuación 	<p>Durante los talleres</p> <ul style="list-style-type: none"> -Interés en la temática -Participación activa -Demostración de aprendizajes <p>Posterior a los talleres</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aplicación de las herramientas TIC en las tareas de cada fase del proceso administrativo en la Gerencia de la construcción

Fuente: Khoury (2023)

CONCLUSIONES

Las conclusiones constituye el apartado final de una investigación, aportan una panorámica general sobre los resultados del estudio en forma resumida y puntual en concordancia con los objetivos planteados al inicio de la indagación sobre las metodologías centradas en las Tecnologías y el interés del investigador de aportar una vía de solución para atender la situación estudiada. Por tal razón, se presentaron tres (3) conclusiones que reflejan lo obtenido del proceso investigativo.

El diagnóstico de la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas indica que las más utilizadas son: Simulación 4D y *Virtual Design and Construction* (VCD), de las que provienen del Sistema Lean, destacan el Kaizen y *LastPlannerSystem* (LPS), los programas con mayor uso son Excel y Microsoft Project, en cuanto a las herramientas de la Realidad aumentada, la más empleadas corresponden a los drones.

En cuanto al análisis de las Metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la gerencia de la construcción mediante la matriz DOFA, permitió establecer estrategias que conformaron la propuesta que se presentó en esta investigación: Metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación sugeridas para su aplicación en la gerencia de la construcción, compra de equipos, paquetes de software y mejorar el servicio de internet, plan de capacitación centrado las herramientas TIC para la gerencia de la construcción.

Relacionado a la forma de aplicarlas Tecnologías de la Información y Comunicación como apoyo a la metodologías de la Gerencia de la Construcción puede ser en forma individual (por ejemplo correo electrónico) o combinadas entre sí (como correo electrónico con one drive) para cumplir las tareas que corresponde a las funciones del gerente en el proceso administrativo: planificación, organización, dirección y control facilitando ahorrar tiempo y recursos, mantener las acciones en

forma secuencial a través del uso e intercambio de la información recopilada y utilizada para ir mostrando el avance de lo planificado e introducir los ajustes pertinentes hasta concretar la entrega de la obra finalizada.

Asimismo, la aplicación de las herramientas TIC en la Gerencia de la construcción también pueden responder a su articulación con las metodologías de la Gerencia de la Construcción como Bim, VCD, *Bim Lean Construction* o provenientes del Sistema Lean como Kaizen y *LastPlannerSystems (LPS)*, esta combinación permite optimizar las tareas involucradas en la forma de gerencia un proyecto constructivo.

RECOMENDACIONES

Se aportaron las siguientes recomendaciones a las empresas constructoras en función de las conclusiones obtenidas que indican el logro de cada objetivo planteado en el estudio, los cuales estuvieron orientados al diagnóstico y análisis de la situación objeto estudio y el aporte de una propuesta que presentó un vía de solución a la problemática que existe a nivel de la Gerencia de la Construcción. En sentido, se reflejan cuatro recomendaciones que muestran acciones sugeridas por el investigador.

Promover la utilización de las herramientas TIC en la gerencia de la construcción con la finalidad de agilizar y optimizar los procesos de ejecución, seguimiento y control y cierre de la obra, facilitando el desarrollo de las actividades previstas en la planificación del proyecto constructivo, ahorrando tiempo, evitando las desviaciones y apuntar al logro de los objetivos establecidos en el contrato inicial.

Desarrollar ciclos de capacitación sobre el uso de las TIC como apoyo en la aplicación de las metodologías para la Gerencia de la Construcción en aquellas empresas constructoras que desean incorporarlas a sus actividades propiciando la actualización tecnológica en toda la organización.

En el caso de aquellas empresas constructoras en las cuales ya existen la incorporación y aplicación de las TIC en la Gerencia de la Construcción, se recomienda mantener un proceso de mejora continua que facilite la actualización en cuanto a su uso dirigido a los profesionales que trabajan con las mismas con la finalidad de responder a las exigencias del mercado de la industria de la construcción 4.0.

Considerar la presentación de material visual sobre la forma de aplicación de las TIC en cada una de las metodologías para la Gerencia de la Construcción a través de ejemplos e imágenes como medio de orientación en su incorporación en las empresas constructoras en los espacios de las empresas donde confluyen o desarrollar sus actividades los gerentes de la construcción e involucrados en los proyecto constructivos.

REFERENCIAS

- Aguilar, Darwin. (2009). **La teoría de la Organización**. México: AEFA
- Aparicio, Ángel. (2008). **Ejemplo de caso práctico en JIT**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de septiembre de 2022, de <http://angeld12industrial.blogspot.com/2008/05/ejemplo-caso-practicjit.html>. [Consulta: diciembre 12, 2020].
- Arias, Fidias. (2006). **El proyecto de investigación**. 5ta edición. Caracas: Episteme
- Arias, Fidias. (2012). **El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica**. 5ta edición. Caracas: Episteme.
- Ayala, Orlando y Temoche, Víctor. (2017). **Metodologías y herramientas de gestión para la mejora continua de la productividad en la construcción**. Universidad de Piura.
- Balestrini, Miriam. (2006). **Como se elabora el proyecto de investigación**. Caracas: Consultores Asociados.
- Caballero, Jhon. (2019). **Criptomonedas, Blockchain y Contratos Inteligentes**. Trabajo de grado publicado. Universidad Externado de Colombia. Colombia.
- Cabero, Julio. (2007). **Nuevas tecnologías aplicadas a la educación**. Madrid: Mc Graw Hill
- Castro, Carlos y Filippi, Luis. (2010). Modelos Matemáticos de Información y Comunicación, Cibernética (Wiener, Shannon y Weaver). **Revista RE: Presentaciones Periodismo, Comunicación y Sociedad**. 3 (6). Pp. 145-161.
- Cerda, Hugo. (1991). **Los elementos de la Investigación**. Bogotá: El Buho.
- Chacón, Daniel y Cuervo, Génesis. (2017). **Implementación de la metodología BIM para elaboración de proyectos mediante el software REVIT**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2020, de <http://mriuc.bc.uc.edu.v e/bitstream/ha ndle/123456789/6952/dchacon.pdf?sequence=3>
- Chiavenato, Idalberto. (2007). **Administración de Recursos Humanos**. México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A

- Coates, P., Arayici, Y., and Koskela, L. (2010). **Using the Knowledge Transfer Partnership model as a method of transferring BIM and Lean process related knowledge between academia and industry: A Case Study Approach**
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.** (2010). México: Conycit
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.** (1999). Gaceta Oficial Extraordinaria N°5453. Caracas: Ediciones COBO
- David, Fred. (2003). **Conceptos de Administración Estratégica.** México: Prentice Education
- Decreto N°825.** (2000). Gaceta Oficial N°36.955. Caracas 22-05-2000
- Encuentro TIC en Construcción.** (2018). Perú: TICC
- Floyd, Nildo. (2015). **Aplicación de las TIC en la ejecución de obra de vivienda La Tomilla en Arequipa 2015.** Trabajo de grado publicado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú
- Garnica, Andrea (2018). **Diseño de metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando las herramientas TIC.** Trabajo de grado publicado. Universidad Metropolitana. Venezuela
- George, David y Mallery, Pref. (2003). **SPSS for windows step by step. A simple guide and referente 11.0 update.** Boston: AAllyn y Bacon.
- González, Hugo. (2012). **HerramientaBim Lean Construction. Mejora continúa.** [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2022, de <https://calidadgestion.wordpress.com/2012/07/11/herramientas-para-la-mejora>
- González, José (2018). **BIM en el mundo. Implantación de la nueva metodología en el sector de la arquitectura.** [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2022, de <http://arquitecturayempresa.es/noticia/bim-en-el-mundo-implantacion-de-la-nueva-metodologia-en-el-sector-de-la-arquitectura>.
- Gracia, Lida y Thielen, Jesús. (2000). **Introducción a la Teoría Administrativa.** Valencia: Alfa Impresiones CA.
- Hernández, Roberto., Fernández, Carlos., y Baptista, Pilar. (2010). **Metodología de la investigación.** México: Mc Graw Hill.

- Hernández, Roberto., Fernández, Carlos., y Baptista, Pilar. (2014). **Metodología de la investigación**. México: Mc Graw Hill.
- Hurtado, Jackeline. (2008). **El proyecto de investigación. Metodología de la investigación Holística**. Caracas: Quirón, Sypal.
- Isaza, Jorge y Henao, Andrés. (2017). **Análisis del grado de utilización de las TIC en las empresas constructoras de la ciudad de Pereira**. Trabajo de grado publicado. Universidad EAFIT, Argentina
- Juárez, Carlos. (2009). **Propuesta para implementar metodología 5S en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz Norte IMSS**. Trabajo de grado publicado. Universidad Veracruzana. México,
- Klisberg, Bernardo. (1990). **El pensamiento organizacional**. Buenos Aires: Talleres Gráficos Litodar.
- Koskela, L. (1992). **Application of the new production philosophy to construction. Stanford, CA**-Stanford: Stanford University, CA.
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones**. (2000). Gaceta Oficial N° 36.920. Caracas: 28-03-2000
- López Alejandro, Parada, Andrea y Simonetti, Franco. (1995). Chile: Universidad Católica de Chile.
- Marqués, Manuel. (2015). **Big Data Técnicas, herramientas y aplicaciones**. México: Alfaomega Grupo Editorial.
- Mata, Leonardo. (2017). **Gerencia de la construcción**. Caracas: Datalaing
- Mata, Leonardo y Luna Carlos. (2014). **MaPreX Control de Obras**. Caracas: Datalaing
- McKinsey Global Institute. (2016). El futuro digital de la construcción. **JournalVoices**. Trad. Polanco. (2020). McKinsey Global Instituto. (2017). **Reinventar y construcción. Una ruta a la mayor productividad**. Trad. Polanco (2020).
- Mendoza, E. (2013). **Justo a tiempo como herramienta para mejorar el servicio al cliente en empresas comercializadoras de equipo de cómputo de la ciudad de Quetzaltenango**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2022, de http://biblio3.url.edu.gt/Te_sario_/2013/01/01/Mendoza-Edvin.pdf.

- Moreno, Nelson. (2018). **Introducción a la gerencia de proyectos: conceptos y aplicación**. Bogotá: Universidad EAN.
- Numura Cáceres. (2011). **Administración de Base de Datos**. Perú: Pontificia Universidad Católica.
- OBRAINSA (2016), **Aplicación de la metodología Lean, Un estudio de caso, PMI** Madrid: SpainChapter.
- Páez, Adriana. (2020). **Lineamientos para el uso de la metodología BIM 9D en la ejecución de proyectos de viviendas unifamiliares en etapa constructiva**. Trabajo de grado no publicado. Universidad José Antonio Páez.
- Palella, Santa y Martins, Feliberto. (2010). **Metodología de la Investigación Cuantitativa**. 4º edición. Caracas: FEDUPEL
- Palella, Santa y Martins, Feliberto. (2012). **Metodología de la Investigación Cuantitativa**. 4º edición. Caracas: FEDUPEL
- Peinado, Eduardo. (2013). *¿Qué son las 5 S?* [Documento en línea]. Consultado el 20 de marzo de 2022, de <http://queaprendemoshoy.com/que-son-las-5s/>
- Pérez, A. (2005). **Guía metodológica para anteproyectos de investigación**. Caracas: FEDUPEL
- Planbim (2019). **Estándar BIM para proyectos públicos**.
- Prieto, Mauricio. **Logística comparada entre método tradicional y la aplicación de la tecnología Blockchain. Estudio de caso en empresa metalmecánica argentina**. Trabajo de grado publicado. Universidad Tecnológica Nacional de Argentina.
- Poblete, María y Villa, Andrés. (2007). **Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las propuestas genéricas**. Universidad de Deusto. Bilbao: Mensajero, S.A.U
- Polanco, Alejandro. (2020). **Avances tecnológicos en proyectos de ingeniería y construcción. Un enfoque integrado VDC, BIM, IPD y LEAN 5**. Dirección de Proyectos, BIM y Gestión de la Calidad: Universidad de Chile

- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B.A., & Owen, R.(2010). Interaction of lean and building information modeling in construction.**Journal of construction engineering and Management**, 136(9): pp968-969
- Sánchez, Andrés. (2012). **Justo a tiempo: Introducción a su filosofía**. [Documento en línea]. Consultado el 20 de marzo de 2022, de <https://www.gestiopolis.com/justo-a-tiempo-jit-una-introduccion-a-su-filosofia>
- Sánchez, Andrés. (2014). *Modelo de gestión de las 5S*. [Documento en línea]. Consultado el 20 de marzo de 2022, de https://prezi.com/kfp8e_cmexf/modelo-de-gestion-de-las-5s.
- Serna, Humberto. (2014).**Planeación y gestión estratégica**. 4ta edic. Bogotá: Ram editores-
- Swan, Mary. (2015). **Blockchain . Blueprint for a new economy**. ca: O'Reilly Media.
- Shannon, Claude y Weaver, Warren (1949).**The Mathematical Theory of Communication**.USA: The University of Illinois Press.
- Tamayo- Tamayo, M. (2006). **El proceso de la investigación científica**. [Documento en línea]. Consultado el 16 de febrero de 2022, de <http://es.slideshare.net/thrusta/el-procesodeinvestigacion-cientitifica-mario-tamayo-y-tamayo1>
- Tamayo, M. (2012). **El Proceso de Investigación Científica**. México: Limusa.
- Terán, Rodolfo. (2018), **Estudio de investigación de tecnología computacional e informática para las empresas constructoras pymes en México**. Trabajo de grado publicado. Instituto Tecnológico de la Construcción de México.
- Universidad José Antonio Páez (2007). **Normativa para la Elaboración y Presentación de Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado**.SanDiego UJAP
- Universidad Nacional Experimental del Táchira (2018). **Material de Postgrado en Gerencia de la Construcción**. Táchira:UNET.
- UPEL. (2016).**Manual de Trabajos de grado de Especialización, Maestría y Doctorados** .Caracas: FEDUPEL.
- Vera, Héctor. (2001). **El fenómeno de la información y de la comunicación**.

Villa, A. (2020). Realidad aumentada y TIC. Documento en línea]. Consultado el 16 de octubre de 2022, de <https://www.Inesa-tach.com>

Weaver, Warren. (1981). **La Matemática de la Comunicación**. En Smith, 1984.

Wiener, Norbert. (1989). **Cibernética y sociedad**.

ANEXOS

[ANEXO A]. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Instrumento
Diagnosticar la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras	Aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación	Vendrían a ser las herramientas que se utilizan actualmente como son los equipos, los softwares, los sistemas BIM (Building Information Modeling) en sus dimensiones que facilitan el manejo de la información para seguir los procesos de gerencia basados en la gestión y control (Floyd, 2015),	Tecnológica	<p>Aplicación de Metodologías en la gerencia de un proyecto constructivo</p> <p>Utilización de Metodologías pertenecientes al Sistema Lean en la Gerencia de la Construcción</p> <p>Aplicación de Programas como apoyo a las metodologías para la Gerencia de la Construcción</p> <p>Utilización de Herramientas de la tecnología Realidad Aumentada para la Gerencia de proyectos constructivos</p>	<p>1-5</p> <p>6-13</p> <p>14-18</p> <p>19-21</p>	Cuestionario

Fuente: Khoury(2022)

[ANEXO B]. INSTRUMENTO

CUESTIONARIO

Título de la Investigación:

METODOLOGÍAS CENTRADAS EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LA GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Objetivo del Instrumento

Recabar información sobre la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras

Instrucciones

1. Lea cada una de las preguntas.
2. Responda de manera objetiva cada planteamiento que se le hace
3. Marca con una X la respuesta que considere
4. En caso de dudas consulte con quien aplica el cuestionario.

Gracias por su colaboración

IDENTIFICACIÓN

Fecha de aplicación: _____

HOJA DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS

N°	Ítems	Opciones de Respuestas			
		Siempre (4)	Algunas veces (3)	Pocas veces (2)	Nunca (1)
	Aplica las siguientes metodologías en la gerencia de un proyecto constructivo				
1	BIM				
2	Sistema Blockchain (Contratos Inteligentes)				
3	BimLean Construction				
4	Virtual Design and Construction (VCD)				
5	Simulación 4D				
	Utiliza metodologías pertenecientes al Sistema Lean en la Gerencia de la Construcción				
6	Kaizen				
7	Just Time				
8	5S				
9	Mapa de Flujo de Valor				
10	Gestión Visual				
11	Kanban				
12	LastPlannerSystem (LPS)				
13	KPI o indicadores de control				
	Aplica los siguientes programas como apoyo a las metodologías para la Gerencia de la Construcción				
14	Revit				
15	Maprex				
16	Excel				
17	Microsoft Project				
18	Word				
	Utiliza las herramientas de la tecnología Realidad Aumentada para la Gerencia de proyectos constructivos				
19	Drones				
20	Visor de realidad virtual HMD(Lentes)				
21	Casco de RA				

[ANEXO C]



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

Experto N°1

Título de la Investigación:

**METODOLOGÍAS CENTRADAS EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LA GERENCIA DE
LA CONSTRUCCIÓN**

Presentación: Estimado experto, los formatos que se presentan están dirigidos a realizar la evaluación de los instrumentos elaborados para recopilar información la situación de la aplicación de las Metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras

Autor: Carlos Khoury

Gracias por su colaboración

San Diego, Noviembre 2022

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN

Experto N°1

Se presentan cuatro criterios y tres categorías para la evaluación de los ítems del cuestionario. Marque con un X la apreciación que corresponda a cada pregunta.

FORMATO PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

ITEM	ASPECTOS ESPECIFICOS									OBSERVACIONES
	Claridad en la redacción			Coherencia interna			Pertinencia			
	A	R	D	A	R	D	A	R	D	
1	X			X			X			
2	X			X			X			
3	X			X			X			
4	X			X			X			
5	X			X			X			
6	X			X			X			
7	X			X			X			
8	X			X			X			
9	X			X			X			
10	X			X			X			
11	X			X			X			
12	X			X			X			
13	X			X			X			
14	X			X			X			
15	X			X			X			
16	X			X			X			
17	X			X			X			
18	X			X			X			
19	X			X			X			
20	X			X			X			
21	X			X			X			

Leyenda: A= Bueno R== Regular D== Deficiente

□

ASPECTOS GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
Los ítems permiten el logro del objetivo relacionado con el diagnóstico	X		
Los ítems están organizados en forma lógica-secuencial	X		

OBSERVACIONES _____

VALIDEZ	
APLICABLE: X	NO APLICABLE
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

Validado por: Rafael Mieres Especialidad: Ingeniería Civil

Cédula de identidad: 8.831.952 -Fecha: 30 / 11 / 2022

Firma:





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSITAS VALENTINA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

Experto N°2

Título de la Investigación:

METODOLOGÍAS CENTRADAS EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LA GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentación: Estimado experto, los formatos que se presentan están dirigidos a realizar la evaluación de los instrumentos elaborados para recopilar información la situación de la aplicación de las metodologías centradas en las Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para la Gerencia de la Construcción en empresas constructoras

Autor: Carlos Khoury

Gracias por su colaboración

San Diego, Noviembre 2022

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN¶

Experto-2¶

Se presentan cuatro criterios y tres categorías para la evaluación de los ítems del cuestionario. Marque con un X la apreciación que corresponda a cada pregunta.¶

FORMATO PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO¶

ITEM¶	ASPECTOS ESPECIFICOS¶									OBSERVACIONES¶
	Claridad en la redacción¶			Coherencia interna¶			Pertinencia¶			
	A¶	R¶	D¶	A¶	R¶	D¶	A¶	R¶	D¶	
1¶	X			X			X			
2¶	X			X			X			
3¶	X			X			X			
4¶	X			X			X			
5¶	X			X			X			
6¶	X			X			X			
7¶	X			X			X			
8¶	X			X			X			
9¶	X			X			X			
10¶	X			X			X			
11¶	X			X			X			
12¶	X			X			X			
13¶	X			X			X			
14¶	X			X			X			
15¶	X			X			X			
16¶	X			X			X			
17¶	X			X			X			
18¶	X			X			X			
19¶	X			X			X			
20¶	X			X			X			
21¶	X			X			X			

Legenda: A= Bueno-----R= Regular-----D= Deficiente¶

¶

ASPECTOS GENERALES	SI	NO	OBSERVACIONES
Los items permiten el logro del objetivo relacionado con el diagnóstico	X		
Los items estan organizados en forma lógica-secuencial	X		

¶

¶

OBSERVACIONES _____

¶

+

VALIDEZ	
APLICABLE: X	NO APLICABLE
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES	

¶

Validado por: Dra. Sandra Rodríguez Especialidad: Metodología

Cédula de identidad: 10.249.050 Fecha: 30-11-22

E-mail: sandraurismo69@gmail.com Teléfono: 04144152468



Firma:

¶

[ANEXO D].

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD

ALFA DE CRONBACH

CUESTIONARIO																							
ITEMS		1	4	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	total()
SUJETOS	1	3	4	3	4	2	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	2	3	33	3	101
	2	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	72
	3	3	3	4	4	4	3	4	2	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	77
	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	72
	5	4	3	4	3	2	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	71
	6	4	2	4	3	4	3	2	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	2	4	3	4	71
	7	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	2	4	3	3	70
	8	4	3	3	3	3	2	2	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	2	4	3	4	70
	9	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	69
																							Σ12 101,944
media		3,35556	3,11111	3,66667	3,33333	3,22222	2,77778	3,11111	3,22222	3,33333	2,77778	2,77775	2,88889	3,44444	3,66667	3,66667	2,77778	3,66667	2,44444	3,66667	3,33333	3,33333	
varianza		0,28	0,36	0,25	0,25	0,69	0,11	0,61	0,44	0,25	0,11	0,11	0,11	0,28	0,25	0,25	0,11	0,25	0,28	0,25	0,25	0,25	574
Alfa cronbach		0,8132																					