UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL

UNA VISIÓN GENERAL DE LAS INNOVACIONES EN PROJECT MANAGEMENT PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, ESTUDIO REALIZADO ENTRE SETIEMBRE Y DICIEMBRE 2024.

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIATURA EN INGENIERIA CIVIL

CARLOS MOISÉS MËNDEZ ORTIZ ESTUDIANTE BACH. INGENIERÍA CIVIL

HILLARY FRANCHESCA SOLANO FERNÁNDEZ ESTUDIANTE BACH. ING. CIVIL

DR. LUIS GUILLERMO LORÍA SALAZAR
DIRECTOR ACADÉMICO INGENIERÍA CIVIL

ING. ÓSCAR ALBERTO SÁNCHEZ ZÚÑIGA
TUTOR ACADÉMICO TESIS INGENIERÍA CIVIL

ENERO, 2025

TRIBUNAL EVALUADOR

Este proyecto profesional fue aprobado por el Tribunal Examinador de la Licenciatura de Ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton.

_____
Ing. Oscar Alberto Sánchez Zúñiga
Tutor

_____
MSc Laura Prendas Castillo
Presidente

_____
Ing. Rolando Guevara
Lector

Universidad Issac Newton
Escuela de ingenierías Civil
Licenciatura Ingeniería Civil

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Carlos Moisés Méndez Ortiz cédula de identidad N.º [redacted] estudiante de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton declaro bajo fe de juramento y conscientes de las responsabilidades de los civiles y penales de este acto, que este Trabajo Final de Investigación es de mi autoría y es presentado con la finalidad de obtener el grado de Licenciatura y tiene como título "Licenciatura en Ingeniería Civil". Declaro que en él no se han reproducido informaciones parciales o totales de otros autores, como si fueran de mi propia autoría, por el contrario, se han destacado en el uso de citas textuales las informaciones de otros autores, consignando su origen. Debido a lo anterior, libero a la Universidad Issac Newton de cualquier responsabilidad en caso de que la declaración sea falsa. Además, por este medio, autorizo la consulta de esta investigación para fines académicos por parte de la comunidad de usuarios de la Biblioteca de la Universidad Issac Newton, bajo las modalidades de préstamo interno y a domicilio, así como su inclusión en repositorios o bases de datos digitales que la Universidad considere oportunas. Entregado en las oficinas de la Dirección Administrativa de la Universidad Issac Newton ubicada en San Carlos a los días 05 del mes de diciembre del 2024.

SIGN

_____
Carlos Moisés Méndez Ortiz
Cédula de identidad N.º [redacted]

Universidad Issac Newton
Escuela de ingenierías Civil
Licenciatura Ingeniería Civil

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Hillary Franchesca Solano Fernández cédula de identidad N.º [redacted] estudiante de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad Issac Newton declaro bajo fe de juramento y conscientes de las responsabilidades de los civiles y penales de este acto, que este Trabajo Final de Investigación es de mi autoría y es presentado con la finalidad de obtener el grado de Licenciatura y tiene como título "Licenciatura en Ingeniería Civil". Declaro que en él no se han reproducido informaciones parciales o totales de otros autores, como si fueran de mi propia autoría, por el contrario, se han destacado en el uso de citas textuales las informaciones de otros autores, consignando su origen. Debido a lo anterior, libero a la Universidad Issac Newton de cualquier responsabilidad en caso de que la declaración sea falsa. Además, por este medio, autorizo la consulta de esta investigación para fines académicos por parte de la comunidad de usuarios de la Biblioteca de la Universidad Issac Newton, bajo las modalidades de préstamo interno y a domicilio, así como su inclusión en repositorios o bases de datos digitales que la Universidad considere oportunas. Entregado en las oficinas de la Dirección Administrativa de la Universidad Issac Newton ubicada en San Carlos a los días 05 del mes de diciembre del 2024.



Hillary Franchesca Solano Fernández
Cédula de identidad N.º [redacted]

CARTA DEL TUTOR

San José 05 de diciembre de 2024

Señores:
UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON
Presente

Estimados señores:

En mi calidad de tutor designado a la Tesis elaborada por el estudiante Carlos Moisés Méndez Ortiz, titulada una visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura, al respecto hago de su conocimiento que doy mi aprobación para que este Trabajo Final de Graduación, sea desarrollado y presentado ante la Universidad Isaac Newton, contando con los lineamientos establecidos por esta reconocida Universidad.

Agradezco la oportunidad brindada para poder desarrollar junto este estudiante este trabajo que enriquecerá la estructura institucional de esta dependencia.

Sin más por el momento me despido cordialmente,

_____
Ing. Óscar Alberto Sánchez Zúñiga
Tutor de tesis
Docente de la Universidad Isaac Newton

CARTA DEL TUTOR

San José 05 de diciembre de 2024

Señores:
UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON
Presente

Estimados señores:

En mi calidad de tutor designado a la Tesis elaborada por el estudiante Hillary Franchesca Solano Fernández, titulada una visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura, al respecto hago de su conocimiento que doy mi aprobación para que este Trabajo Final de Graduación, sea desarrollado y presentado ante la Universidad Isaac Newton, contando con los lineamientos establecidos por esta reconocida Universidad.

Agradezco la oportunidad brindada para poder desarrollar junto a este estudiante este trabajo que enriquecerá la estructura institucional de esta dependencia.

Sin más por el momento me despido cordialmente,

_____
Ing. Óscar Alberto Sánchez Zúñiga
Tutor de tesis
Docente de la Universidad Isaac Newton

CARTA DEL LECTOR

San José 05 de diciembre de 2024

Señores:
UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON
Presente
Estimados señores:

En mi calidad de Lector designado a la Tesis elaborada por el estudiante Carlos Moisés Méndez Ortiz, titulada Una visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura, al respecto hago de su conocimiento que doy mi aprobación para que este Trabajo Final de Graduación, sea desarrollado y presentado ante la Universidad Isaac Newton, contando con los lineamientos establecidos por esta reconocida Universidad. Agradezco la oportunidad brindada para poder desarrollar junto a este estudiante este trabajo que enriquecerá la estructura institucional de esta dependencia. Sin más por el momento me despido cordialmente,

_____
Ing. Rolando Guevara
Lector de Tesis

CARTA DEL LECTOR

San José 05 de diciembre de 2024

Señores:
UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON
Presente
Estimados señores:

En mi calidad de Lector designado a la Tesis elaborada por el estudiante Hillary Franchesca Solano Fernández, titulada Una visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura, al respecto hago de su conocimiento que doy mi aprobación para que este Trabajo Final de Graduación, sea desarrollado y presentado ante la Universidad Isaac Newton, contando con los lineamientos establecidos por esta reconocida Universidad. Agradezco la oportunidad brindada para poder desarrollar junto a este estudiante este trabajo que enriquecerá la estructura institucional de esta dependencia.

Sin más por el momento me despido cordialmente,

_____
Ing. Rolando Guevara
Lector de Tesis

Dedicatoria

A mi abuela, Nelly Quesada Álvarez, quien es mi apoyo y motivación siempre para seguir adelante y cumplir mis sueños, con sus consejos, con su gran fe en Dios que desde siempre me ha inculcado ha sido fundamental en este reto, el más importante de mi vida.

Sus consejos, sus palabras y el solo hecho de que me vea que logre mi sueño de ser Ingeniero Civil, son y serán siempre para mí el motivo de luchar por mis metas y mis sueños, hoy y siempre voy a agradecer todo lo que has hecho por mí.

Carlos Moisés Méndez Ortiz.

Dedicatoria

A mi familia, en especial a mi madre, Sara Gabriela Fernández Mata; a mi padre, Matías Francisco Solano Salas; y a mi abuela, Gladis Mata Mora. Su apoyo incondicional, tanto económico como emocional, ha sido fundamental para cumplir mis metas. Estoy eternamente agradecida por su amor y aliento en cada etapa de esta travesía. Sin ustedes, este sueño no habría sido posible.

Hillary Franchesca Solano Fernández

Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento a todas las personas que estuvieron involucradas en este proceso académico muchos amigos que me apoyaron aconsejaron que de uno u otra manera fueron parte de este reto, son muchos amigos que siempre me apoyaron y como ayuda eso en un proceso tan largo y complicado como es eta carrera de ingeniería Civil. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso académico.

Sin dejar de agradecer primero que nada a Dios que sé que es el único que me da la sabiduría y el entendimiento para poder estudiar y salir adelante con todo, la fe mueve montañas, con la fe puesta en Dios seguiré logrando todos mis sueños.

A mis profesores y mentores, quienes me han brindado su conocimiento.

A todos los que, de alguna manera, han contribuido a mi crecimiento personal y académico, gracias por estar presentes en este importante capítulo de mi vida. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Carlos Moisés Méndez Ortiz.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este viaje académico.

En primer lugar, agradezco a Dios Jehová, quien me ha dado la fortaleza y la sabiduría necesarias para mantenerme enfocada en mis estudios. Su guía ha sido un faro en momentos de incertidumbre.

A mi familia, un agradecimiento especial a mi madre, Sara Gabriela Fernández Mata; a mi padre, Matías Francisco Solano Salas; y a mi abuela, Gladis Mata Mora. Su apoyo constante, tanto emocional como económico, ha sido un pilar fundamental en mi vida. Gracias por creer en mí y por motivarme a seguir adelante.

A mis profesores y mentores, quienes me han brindado su conocimiento y orientación. Su dedicación y compromiso han enriquecido mi formación y me han inspirado a dar lo mejor de mí.

A todos los que, de alguna manera, han contribuido a mi crecimiento personal y académico, gracias por estar presentes en este importante capítulo de mi vida. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Hillary Franchesca Solano Fernández

Contenidos

TRIBUNAL EVALUADOR ii

CARTA DEL TUTOR v

CARTA DEL TUTOR vi

CARTA DEL LECTOR vii

CARTA DEL LECTOR viii

DEDICATORIA x

DEDICATORIA xi

Agradecimientos xi

Agradecimientos xii

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 24

1.1 Planteamiento del problema de investigación 27

1.1.1. Contexto 27

1.1.2 Justificación 29

1.1.3 Problema de investigación 32

1.1.4 Estado del Arte 35

1.2. Objetivos de la investigación 39

1.2.1 Objetivo general. 39

1.2.2 Objetivos específicos. 40

1.3. Las variables o categorías de análisis 40

1.3.1 Categorías de análisis 40

1.3.2 Matriz de investigación..... 42

1.4 Alcances 43

1.5 Formulación de Hipótesis de Investigación. 46

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... 47

2.1 Estado del Conocimiento 47

2.2 Definición de proyecto..... 48

2.3 La gestión de proyectos. 49

2.3.1¿Cuáles son los tipos de proyectos de infraestructuras que dirige un *Project Management*?..... 52

2.4 El Project Management o gestor de proyecto..... 57

2.5 Especialización en gerencia de proyectos..... 59

2.6 Áreas de conocimiento de la gestión de proyectos 60

2.6.1 Área: Integración..... 61

2.6.2 Área: Alcance. 62

2.6.3 Área: Tiempo 62

2.6.4 Área: Costos 64

2.6.5 Área: Calidad. 65

2.6.6 Área: Recursos Humanos 66

2.6.7 Área:Comunicación..... 67

2.6.8 Área: Riesgo 69

2.6.9 Área: Adquisiciones 69

2.6.10 Área: Interesados 70

2.7 Recursos y metodologías tecnológicas que debe usar el *Project Management.* 71

2.7.1 Innovaciones tecnologías (Tecnologías Emergentes). 72

2.7.1.1 BIM *(Building Information Modeling).* 72

2.7.1.2 Internet LoT (Internet de las Cosas). 73

2.7.2 Metodologías Ágiles. 75

2.7.2.1 Metodología SCRUM 75

2.7.2.2 Metodología Kanban 77

2.7.3 Herramientas de gestión de proyectos. 77

2.7.3.1 Software Trello 78

2.7.3.2 Software Asana 79

2.7.3.3 Software Jira. 80

2.7.4 Inteligencia Artificial IA. 80

2.7.4. 1. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial IA. 82

2.7.5 Metodologías Ágile. 84

2.7.5.1 Ventajas de la gestión de proyectos Ágile 88

2.8 El *Project Management* en la empresa privada en Costa Rica. 89

2.9 El *Project Management* en la empresa pública (Estado) en Costa Rica 91

Capítulo III Marco Metodológico 97

3.1 Enfoque de la investigación. 97

3.2 Tipo de investigación. 97

3.3 Naturaleza de la Investigación Cualitativo- descriptivo. 99

3.4 Tecnicas utilizadas para recopilar la información. 99

3.5 Diseño de Instrumentos 102

3.6 Sujetos y fuentes de información. 103

3.6.1 Sujetos de Información. 103

3.6.2 Técnica para el análisis de la información. 104

3.7. El paradigma y enfoque de la investigación. 105

3.7.1 Categoría de Análisis. 106

3.7.1.1. Variable I. Tipos de innovaciones tecnológicas. 106

3.7.1.2. Variable 2. Metodologías Ágiles aplicadas. 107

3.7.1.3 Variable 3. Eficiencia y Sostenibilidad. 107

3.8 Fuentes de información 107

3.8.1 Fuente de información primaria. 108

3.8.2 Fuente de información secundaria. 109

3.9 Población y muestra. 109

3.9.1 Población 109

3.9.2 Muestra 111

3.9.3 Selección de la población y la Muestra de la investigación. 111

CAPÍTULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 113

4.1 Presentación de los Resultados para las variables o categorías de análisis. 114

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones..... 121

5.1 Conclusiones 122

5.2 Recomendaciones 123

6. Bibliografía..... 125

Anexos ……126

Anexos 1 Estructura de la entrevista..... 126

Anexos 2 Entrevista a los ingenieros civiles..... 127

Anexos 3 Entrevista a los propietarios de empresas desarrolladoras y encargados de proyectos. 128

Anexos 4 Modelo del Hotel Hilton en BIM 129

Anexos 5 Modelo de vivienda con Revit 130

Anexos 6 Reunión de Project Management (Gestor de Proyectos)..... 130

Anexos 7 Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos 131

Anexos 8 Empresa https://www.spacesensecr.com/ 132

Anexos 9 Empresa https://suwoconstructora.com/..... 134

Anexos 10 Visita a proyecto desarrollado por la empresa Inversiones P&R para la Empresa piñera Dole en San Carlos, Alajuela. 136

Contenidos de cuadros

Cuadro N· 1 Costos del Proyecto: Construcción de un Puente 65

Cuadro N· 2 Flujo de Trabajo en Scrum..... 76

Cuadro N· 3 Flujo del equipo de Scrum 76

Cuadro N· 4 Tablero de Kanban 77

Cuadro N· 5 Software Trello 79

Cuadro N 6 Software ASANA 80

Contenidos de figuras

Figura Nº 1 Evaluación de la efectividad de las herramientas en la gestión Ágile. 89

Figura Nº 2 Metodología con mejor eficiencia en la entrega de proyectos en términos de tiempo y resultados. 90

Figura Nº 3 Situación de la infraestructura en la región. 92

Figura Nº 4 Atrasos en la ejecución de proyectos de infraestructura y transporte. 94

Figura Nº·5 Fachada frontal de batería sanitaria. 103

Figura Nº 6 Nombre de las empresas consultadas……113

Figura Nº 7 Distribución de personas entrevistadas por profesión o rol……114

Índice de abreviaturas en orden alfabético

AASHTO	Asociación Americana de Trenes *American Association of State Highway and Transportation Officials*
ASTM	Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)
BIM	*Building Information Modeling*
CFIA	Colegio Federado de ingenieros y Arquitectos
CONAVI	Consejo Nacional de Vialidad
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y de Transportes
LANAMME	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica.
PCI	Índice de Condición de Pavimento o *Pavement Condition Index*.
PMBOK®	*Project Management Body of Knowledge* Cuerpo de Conocimientos de la Gestión de Proyectos
PMI®	*Project Management Institute* Instituto de Gestión de Proyectos.
PMP	*Project Management* (Gestor de Proyectos)

Resumen ejecutivo español / inglés

En la actualidad la gestión de proyectos de infraestructura en materia de construcción de viviendas, construcción de infraestructura pública y privada y la infraestructura vial de un país requiere ser guiada por un profesional un ente u organización que los dirija utilizando los conocimientos en la materia y con la capacidad de toma de decisiones basadas en las doctrinas emanadas por los gurús del ramo para resolver las situaciones complejas que se presentan en el desarrollo de un proyecto en cualquier etapa de su ejecución.

Bien, se tiene sabido que en la actualidad el desarrollo de proyectos se enfrenta a retos significativos debido a la complejidad, la necesidad de eficiencia y la constante evolución tecnológica que, mediante diversos instrumentos o equipos, permita detectar daños o posibles factores o errores que pudieran provocar efectos negativos a la construcción de una determinada obra. Es por eso, por lo que esta tesis aborda las innovaciones en *Project Management* (PM) que están transformando la manera en que se planifican, se ejecutan y se controlan los proyectos de acuerdo con su tamaño, a su inversión económico y muy importante el terreno o lugar donde se desarrolla.

Dada la importancia de contar con un *Project Management* (PM) en este trabajo a través de un análisis exhaustivo, se identifican las herramientas y metodologías emergentes, así como su impacto en la optimización de recursos para la mejora en la comunicación y la sostenibilidad de los proyectos.

Spanish/ English executive summary

Currently, the management of infrastructure projects in terms of housing construction, construction of public and private infrastructure and the road infrastructure of a country requires being guided by a professional, an entity or organization that directs them using knowledge in the field and with the ability to make decisions based on the doctrines emanated by the gurus of the field to resolve complex situations the arise in the development of a project at any stage of its execution.

We understand currently the development of projects faces significant challenges due to complexity, the need for efficiency and the constant technological evolution that, through various instruments or equipment, allows us to detect danmage or possible factor or errors that could cause negative effects to the construction of a specific work. That is why this thesis addresses the innovations in project Management (PM) that are transforming the way in which projects are planned, executed and controlled according to the size, their economic investment and very importantly the land or place where it develops.

Given the importance of having a Project Management in this work, through an exhaustive

analysis, the emerging tools and methodologies are identified, as well as well as their impact in the optimization of resources for the improvement in communication and sustainability of the projects.

Proverbio

"El señor es mi roca, mi fortaleza y mi libertador".

Salmo 18:1-25

Este proverbio destaca de como Dios nos protege y nos ayuda siempre que se lo pedimos, es mi fortaleza diaria.

Frase célebre

"Asegúrate de que coloques tus pies en el lugar correcto y luego, mantente firme."

Abraham Lincoln

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la última década, la evolución tecnológica y las crecientes demandas de infraestructura habitacional, comercial, empresarial y vial, así como portuaria y de otros tipos, han impulsado la necesidad de que los profesionales en ingeniería civil y las empresas constructoras fortalezcan y amplíen el papel del *Project Management*. Esto es esencial para lograr una transformación significativa, impulsada por innovaciones tecnológicas y metodológicas y de gestión en dicho campo, esto implica que deben mantenerse actualizados con los avances tecnológicos más recientes, dominar las metodologías de trabajo asociadas a las construcciones innovadoras del mercado y, por supuesto, contar con un equipo de gestión eficiente. Este equipo debe incluir ingenieros, arquitectos, dibujantes especializados y personal encargado de la selección de recursos humanos, así como de su motivación y bienestar. Además, es fundamental que se vigile la salud ocupacional para prevenir accidentes que puedan generar gastos imprevistos y retrasos no deseados en la ejecución de un determinado proyecto.

Este cambio es especialmente relevante en la gestión de proyectos de infraestructura ya que es un sector crucial para el desarrollo económico y social de cualquier país. Las infraestructuras no solo abarcan la construcción de carreteras, puentes y edificios, sino también sistemas de transporte, redes eléctricas y servicios públicos que son fundamentales para el funcionamiento de la sociedad y que permiten el movimiento de personas y de productos dentro y fuera del país.

Dicha labor de construcción de infraestructura necesaria para el desarrollo de una región o país debe ser liderada por profesionales que, con su conocimiento y el uso de herramientas tecnológicas, logren superar continuamente los proyectos previos. Un ejemplo claro de esto lo

representan los avances en infraestructura de los ingenieros asiáticos, quienes cada día superan sus propios logros, estableciendo nuevos estándares en el sector.

El aumento en la complejidad de estos proyectos por desarrollar debido a diferentes motivos como espacio de construcción, el funcionamiento habitual y fluido del tráfico vehicular en las ciudades y la exigencia de la población para que el proyecto durante su desarrollo los afecte o impacte en lo mínimo junto con la necesidad de cumplir con plazos y presupuestos ajustados, ha llevado a la adopción de nuevas herramientas y enfoques. Entre estas innovaciones se destacan la integración de tecnologías digitales como el modelado de información de edificios (BIM), la inteligencia artificial (IA) y el uso de plataformas de gestión de proyectos en la nube. Estas herramientas no solo mejoran la planificación y el seguimiento de proyectos, sino que también permiten una colaboración más eficaz entre los diferentes actores involucrados entendiéndose el propietario del proyecto, la desarrolladora, los profesionales involucrados, las instituciones del Estado que regulan y resguardan el uso de los bienes del Estado, ente ellas las Municipalidades locales, la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) y Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Asimismo, la implementación de metodologías ágiles ha empezado a ganar terreno en un sector tradicionalmente caracterizado por enfoques más rígidos y propuestos por décadas como parte de una forma de desarrollar los proyectos ignorando en muchas ocasiones el desarrollo urbanísticos, las tecnologías de punta que facilitan el trabajo debido a la fabricación de maquinaria moderna y el nacimiento de aplicación tecnológicas que facilitan la labor y que permiten visualizar errores aun antes de iniciar las obras.

Estas metodologías fomentan una mayor adaptabilidad y respuesta a los cambios, permitiendo a los equipos de proyectos reaccionar rápidamente ante imprevistos, lo que resulta fundamental en entornos dinámicos y en constante evolución.

Otro aspecto clave es la sostenibilidad en materia ambiental esto debido a la creciente conciencia sobre el impacto ambiental de los proyectos de infraestructura ha llevado a la integración de prácticas sostenibles en la planificación y ejecución de los proyectos. Es por eso que la adopción de criterios de sostenibilidad no solo responde a regulaciones cada vez más estrictas en este caso interpuestas por SETENA y MINAE, sino que también representa una oportunidad para innovar en el uso de materiales de construcción cada vez más amigables con el ambiente y técnicas constructivas de punta.

En este contexto es muy importante señalar que la gestión del riesgo se ha convertido en un componente esencial del Project Management ya que para una empresa desarrolladora puede significar su existencia en el mercado ya que al fallar en el desarrollo de un determinado proyecto su imagen se podría ver terriblemente afectada y el cliente podría proceder a aplicar la cláusula contractual de responsabilidad pactada y eso representa el pago de daño y perjuicios al propietario de la obra.

Por eso, en esta investigación se define el papel que desempeña el gestor de proyectos de infraestructura dentro de una empresa u organización dedicada a la ejecución de proyectos de infraestructura.

Así mismo, mediante la literatura existente se conocerá las innovaciones tecnológicas que se aplican por parte del *Project Management* en el desarrollo de proyectos en donde se explica que el uso de drones y aplicaciones permiten medir aspectos o insumos necesarios para la cimentación de una determinada infraestructura y que el uso de metodologías ágiles modernas le permiten ahorrar tiempo, disminuir recursos, determinar errores y por ende realizar su corrección en el papel y eso evita como en tiempo pasados, determinar el error en el campo de trabajo ocasionando que su corrección fuese más difícil estructural y económicamente más

costosa, todos esos errores son cosa del pasado debido a que con el *Project Management se* puede:

1. Determinar las ventajas al tener en el equipo de trabajo un *Project Management.*
2. Reconocer la importancia que tiene el gestor de proyectos de infraestructura en el desarrollo y ejecución de proyectos de infraestructura.

En resumen, la gestión de proyectos de infraestructura se encuentra en una encrucijada de innovación en el diseño de proyectos, donde la tecnología cambiante e innovadora, la sostenibilidad ambiental y la agilidad en la ejecución de proyectos son pilares fundamentales. Esta introducción ofrece una visión general del trabajo del *Project Management* que se crea en el año 1996 y entendido como el ente que lleva la dirección de los proyectos ya que a partir de ese tiempo se deja de lado los procesos detallados para darle paso a un proceso basado en principios.

1.1 Planteamiento del problema de investigación

1.1.1. Contexto

La gestión de proyectos de infraestructura es un campo crítico que influye en el desarrollo económico y social de los países porque incluye el desarrollo de infraestructura de diferentes campos como los son el transporte, el comercio, el turismo, la vivienda con el avance de la tecnología y la creciente complejidad de estos proyectos es fundamental adoptar enfoques innovadores que mejoren la planificación, ejecución y monitoreo de los proyectos. Es importante tomar en cuenta que las innovaciones como la inteligencia artificial, el modelado de información de edificios (BIM) y las metodologías ágiles están transformando la forma en que se gestionan

los proyectos provocando una mayor eficiencia, lo que con lleva a una considerable reducción de costos y una mayor mejora en la calidad.

A pesar de las innovaciones disponibles, muchos proyectos de infraestructura aún enfrentan problemas como retrasos significativos, sobrecostos y fallos en la calidad. La resistencia al cambio, la falta de capacitación en nuevas tecnologías y la dificultad para integrar diferentes herramientas y metodologías son algunos de los factores que dificultan la adopción de estas innovaciones. Pese a los avances en ingeniería civil, aún existen grandes desarrolladoras de proyectos que, con el fin de economizar recursos y evitar la contratación de personal altamente calificado como ingenieros, optan por contratar maestros de obras o personas con formación empírica que han aprendido a través de la práctica. Esta práctica tradicional sigue predominando, lo que obstaculiza la mejora continua en la gestión de proyectos.

Se debe mencionar que algunos motivos por los que sea hacen imprescindibles implementar la gestión de proyectos en una empresa son:

- Eficiencia y productividad que permite planificar y organizar tareas de manera efectiva, optimizando el uso de recursos y reduciendo tiempos de entrega,
- Mejora en la Toma de Decisiones: Proporciona un marco estructurado que ayuda a evaluar opciones y riesgos, facilitando decisiones informadas.
- Control de costos: Ayuda a establecer y gestionar presupuestos, lo que permite prevenir sobrecostos y garantizar que el proyecto se mantenga dentro de los límites financieros.
- Gestión de Riesgos: Identifica y evalúa posibles riesgos desde el inicio, permitiendo desarrollar estrategias para mitigarlos.
- Alineación con los objetivos estratégicos: Asegura que los proyectos estén alineados con la visión y misión de la empresa, contribuyendo a sus objetivos a largo plazo.
- Mejora en la comunicación: Fomenta una mejor comunicación entre los equipos y partes interesadas, lo que reduce malentendidos y mejora la colaboración.

- Satisfacción del cliente: Mejora la entrega de productos o servicios de calidad en plazos establecidos, lo que resulta en una mayor satisfacción del cliente.
- Adaptabilidad y flexibilidad: Facilita la adaptación a cambios en el entorno del proyecto, permitiendo ajustar planes y estrategias según sea necesario.
- Documentación y aprendizaje: Genera documentación que sirve como referencia para proyectos futuros, permitiendo a la empresa aprender de experiencias anteriores.
- Mejora continua: Promueve la implementación de mejores prácticas y metodologías, contribuyendo a un ciclo de mejora continua en la gestión de proyectos.

Los motivos mencionados anteriormente destacan la importancia del *Project Management* como una disciplina fundamental para el éxito y la sostenibilidad de cualquier organización que le permite detectar riesgos, superarlos y que los proyectos ejecutados sean de acuerdo a los estándares mundiales en el campo de la ejecución de proyectos de infraestructura.

1.1.2 Justificación

La presente investigación permite comprender y promover las innovaciones en la gestión de proyectos de infraestructura ya que es fundamental para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de estos proyectos. Esta investigación ofrecerá una base sólida para que las organizaciones del sector adopten enfoques más modernos y eficaces, contribuyendo así al desarrollo de infraestructuras de alta calidad que respondan a las necesidades de las comunidades.

En la actualidad, el desarrollo de la carrera de ingeniería civil requiere que el ámbito de trabajo del Project Management vaya experimentando una transformación significativa cada vez impulsada por las innovaciones tecnológicas, metodológicas y de gestión. Este cambio es especialmente relevante en la gestión de proyectos de infraestructura, un sector crucial para el

desarrollo económico y social de cualquier país. El ámbito de acción de la ingeniería civil se especializa en las infraestructuras que abarcan la construcción de carreteras, puentes y edificios, sino también sistemas de transporte, redes eléctricas y servicios públicos que son fundamentales para el funcionamiento de la sociedad.

El aumento en la complejidad de estos proyectos debido al crecimiento urbano, la movilidad vehicular junto con la necesidad de cumplir con plazos que se establecen en los contratos y de acuerdo a presupuestos ajustados ha llevado a la adopción de nuevas herramientas y enfoques, entre estas innovaciones se destacan la integración de tecnologías digitales, como el Modelado de Información para la Construcción (BIM) entendido como una metodología que consiste en crear y gestionar un modelo digital de un proyecto de construcción. Este modelo se basa en datos multidisciplinares y estructurados, y se utiliza para representar un activo durante todo su ciclo de vida. En los últimos años estos programas se han adoptado y su uso está llegando a más arquitectos e ingenieros. El uso de la inteligencia artificial (IA) puede mejorar la coordinación de la cadena de suministro, controlar sus costos y el flujo de dinero un ejemplo de esto es el uso de brazos robóticos que aprenden de las simulaciones para poder prefabricar material o realizar tareas de mantenimiento de forma efectiva y el uso de plataformas de gestión de proyectos en la nube en donde el uso de servidores digitales internos supone una mejora con respecto a la gestión de documentos en papel y sirven como depósito central de documentos con funciones de búsqueda sencillas. Es sumamente relevante señalar que a diferencia del pasado donde los profesionales transportaban grandes cantidades de planos en papel y su manipulación era dificultosa en la actualidad toda esa información se tiene a la mano en un dispositivo móvil como teléfono, Tablet u otro y su manipulación es sencilla y muy versátil.

La transición de los sistemas basados en papel a los servidores internos aportará a las empresas de construcción ventajas como una mayor eficiencia y seguridad, el ahorro de costes, la mejor accesibilidad y una gestión más sencilla del cumplimiento de la normativa.

Estas herramientas no solo mejoran la planificación y el seguimiento de proyectos, sino que también permiten una colaboración más eficaz entre los diferentes actores involucrados.

Así mismo, la implementación de metodologías ágiles antes mencionadas ha empezado a ganar terreno en un sector tradicionalmente caracterizado por enfoques más rígidos. Estas metodologías fomentan una mayor adaptabilidad y respuesta a los cambios permitiendo a los equipos de proyecto reaccionar rápidamente ante imprevistos, lo que resulta fundamental en entornos dinámicos y en constante evolución.

Otro aspecto clave en la construcción es la sostenibilidad que actualmente es la creciente conciencia sobre el impacto ambiental de los proyectos de infraestructura que ha llevado a la integración de prácticas sostenibles en la planificación y ejecución de proyectos y la adopción de criterios de sostenibilidad que no solo responde a regulaciones ambientalistas y jurídicas cada vez más estrictas, sino que también representa una oportunidad para innovar en el uso de materiales y técnicas constructivas amigables con el medio ambiente.

En este contexto, la gestión del riesgo se ha convertido en un componente esencial del *Project Management* ya que las innovaciones en análisis de datos y modelado predictivo permiten a los gestores anticipar y mitigar riesgos de manera más efectiva y mejorar así la probabilidad de éxito de los proyectos.

En resumen, la gestión de proyectos de infraestructura se encuentra en una encrucijada de innovación, donde la tecnología, la sostenibilidad y la agilidad son pilares fundamentales que los profesionales en ingeniería civil y los desarrolladores deben tomar en cuenta y actualizarse cada acorde a la realidad del momento.

Esta introducción ofrece una visión general de cómo estas innovaciones están remodelando el campo estableciendo nuevas oportunidades y desafíos que los gestores deben enfrentar para garantizar el éxito y la eficiencia en la ejecución de proyectos de infraestructura en el siglo XXI.

La gestión de proyectos de infraestructura es un campo de mucha importancia que impacta directamente en el desarrollo económico, social y ambiental de las naciones. En un mundo en constante cambio, donde la urbanización, la globalización y las necesidades de sostenibilidad están en crecimiento y por esto es imperativo que los profesionales del *Project Management* adopten innovaciones que optimicen la planificación, ejecución y supervisión de estos proyectos.

Por eso es importante que los profesionales tengan plena conciencia de la necesidad de manejar y usar las innovaciones tecnológicas, las metodológicas y de gestión, como es el *Project Management.*

1.1.3 Problema de investigación

El problema en torno a la visión general de las innovaciones en *Project Management* para la gestión de proyectos de infraestructura surge de la necesidad de abordar las crecientes demandas y complejidades que enfrenta la industria de la construcción e infraestructura en la actualidad. A medida que los proyectos de infraestructura se vuelven más grandes, interdependientes y tecnológicamente sofisticados, los métodos tradicionales de gestión de proyectos a menudo resultan inadecuados para garantizar su éxito en términos de costo, tiempo y calidad. Es por eso que las innovaciones tecnológicas y metodológicas en el campo del *Project Management* (PM) plantea nuevos desafíos.

Se debe mencionar que uno de los principales problemas radica en la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el Big Data, el internet de las cosas, los sistemas de información geográfica (GIS) y la automatización dentro de un proceso de gestión que históricamente ha sido muy dependiente de la intervención humana y de procesos manuales. No cabe duda que la intervención humana se debe continuar, pero de una forma tecnologizada, es decir, que la tecnología esté al alcance y dominio del hombre para desarrollar proyectos de infraestructura modernos y de grandes dimensiones. Sin embargo, a pesar de las ventajas que

ofrecen estas innovaciones, existe una brecha en el conocimiento y en la capacitación de los profesionales del sector para utilizar estas herramientas de manera eficiente. Esta falta de preparación puede limitar el potencial de las innovaciones y generar resistencia al cambio, lo que a su vez puede afectar negativamente la implementación de proyectos de infraestructura complejos.

Además, la adopción de nuevas metodologías ágiles como ASANA, SCRUM, JIRA, TRELLO y enfoques colaborativos de trabajo, como la gestión de proyectos basada en equipos multidisciplinarios y la integración de los clientes desde las etapas iniciales del proyecto, plantea desafíos relacionados con la cultura organizacional y la estructura jerárquica tradicional en muchas empresas de infraestructura. Es muy importante tener claro, que la transición hacia un enfoque más flexible y adaptativo requiere cambios en los procesos internos, en las relaciones laborales y en las estrategias de toma de decisiones, lo que puede ser un obstáculo significativo. En este contexto actual de toda organización o empresa, es fundamental valorar la forma que las innovaciones tecnológicas pueden ser integradas de manera efectiva en los procesos existentes de las empresas y asegurar el aporte real que brindan sin generar inconvenientes innecesarios en la gestión de los proyectos de infraestructura.

El problema de esta investigación surge de la necesidad por conocer, ¿Cuál es la visión general de las innovaciones en *Project Management* para la gestión de proyectos de infraestructura?

Para lograr una respuesta al problema sobre la visión general de las innovaciones en *Project Management* para la gestión de proyectos de infraestructura revisaremos informaciones existentes sobre el tema y consultaremos a ingenieros civiles y a propietarios de empresas desarrolladoras de proyectos de infraestructura y con la información recopilada se dará respuestas a tres preguntas generadoras de la discusión que darán respuesta al problema. Las preguntas generadoras son las siguientes:

1- ¿Sabe qué es un gestor de proyectos y sus funciones en la ejecución de proyectos de infraestructura?

Al realizar esta pregunta a los ingenieros civiles y a los propietarios de empresas desarrolladoras de proyectos como con la revisión bibliográfica se pretende saber el conocimiento de estos actores sobre la figura del gestor de proyectos y sus funciones en la ejecución de proyectos de infraestructura. De acuerdo con las respuestas brindadas se podrá determinar que si los profesionales y/o los propietarios de proyectos de infraestructura se han reunido con un Project Management y las recomendaciones que les han brindado.

2- ¿Cuáles son las innovaciones tecnológicas actuales utilizadas por los gestores de proyectos de infraestructura?

Esta pregunta lo que busca es conocer los tipos de innovaciones tecnológicas como son las herramientas digitales, la inteligencia artificial y los softwares para análisis de los datos usadas por los profesionales y las empresas desarrolladoras de proyectos de infraestructura. El objetivo es identificar ese cambio paulatino en el uso de las innovaciones tecnológicas que han realizado estos actores del proceso de desarrollo de proyectos y los beneficios que han obtenido con su uso. Es probable que podamos encontrar beneficios en cuanto a ahorro de tiempo, disminución de costos,

En este aspecto también conoceremos el uso de diversos softwares o aplicaciones como Asana, Jira, Trello, BIM, Redi, SketchUp y otros más y conoceremos la frecuencia de su uso y la utilidad especifica contextualizada a su trabajo.

3-¿Cuál es la importancia del uso de las innovaciones tecnológicas por el gestor de proyectos con el fin de obtener eficiencia y sostenibilidad en la ejecución de proyectos de infraestructura?.

Con esta pregunta, buscamos conocer la opinión de los ingenieros civiles y los propietarios de empresas desarrolladoras de proyectos sobre el impacto de las innovaciones

tecnológicas en la reducción de costos y tiempos de ejecución. Estas tecnologías permiten implementar acciones correctivas que contribuyen a prevenir daños ambientales significativos durante la ejecución de proyectos, como la construcción de viviendas o carreteras en áreas boscosas o en zonas costeras. Los resultados de esta consulta se respaldarán con la información obtenida en la revisión bibliográfica correspondiente.

1.1.4 Estado del Arte

El ser humano realiza proyectos de infraestructura en diferentes campos que la sociedad requiere como la construcción, el comercio, las telecomunicaciones, las plantas hidroeléctricas, el transporte, el desarrollo inmobiliario y habitacional los cuales son proyectos que permiten aplicar el conocimiento de los profesionales, a la vez les permiten aplicar algunos diseños que tienen éxito en el mercado, esto se debe a que han sido bien recibidos por los clientes y, lo más importante, se basan en conocimientos que generalmente son documentados por escritores con formación en ingeniería civil, quienes desean compartir las impresionantes obras realizadas y las metodologías empleadas para la adquisición y consolidación de estándares, técnicas y criterios en este campo.

De ahí que es de suma importancia que se sepa que en el país se han realizados trabajos en temas similares ya que Costa Rica es uno de los países de Latinoamérica en donde se cuenta con una muy buena infraestructura pública y privada que conecta a todas las zonas para una mejor comunicación y eso facilita el desarrollo de la economía del país.

Lo anterior demuestra la inversión realizada por el Estado y los gobiernos locales en materia de infraestructura y de alguna manera se nota la planificación realizada en su plan de trabajo. Para este trabajo incluimos el *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) que es un cuerpo de conocimientos de la gestión de proyectos) y es la colección completa de procesos,

prácticas recomendadas, terminologías y directrices que se acepta como estándar dentro del sector de la gestión de proyectos.

De ahí la importancia de analizar la Guía del PMBOK® (PMI, 2021) ocho dominios de desempeño del proyecto sobre los que aplicar los principios de dirección de proyectos recogidos en el Estándar para la Dirección de Proyectos. Los dominios de desempeño se ejecutan simultáneamente a lo largo del proyecto, independientemente de la forma en que se entregue el valor.

- Interesados
- Equipo
- Enfoque de desarrollo y ciclo de vida
- Planificación
- Trabajo del proyecto
- Entrega
- Métricas
- Incertidumbre

A continuación, se describen:

- **Interesados:** El dominio de desempeño de los interesados es el área que se encarga de las actividades y funciones necesarias para establecer una relación de trabajo productiva con los interesados en un proyecto.
- **Equipo**: Es fundamental en la gestión de proyectos, ya que se refiere a la capacidad de liderar, desarrollar y gestionar equipos de trabajo de manera efectiva para asegurar el éxito del proyecto. Este dominio abarca desde la creación de un equipo altamente competente hasta la gestión de su desempeño, comunicación y cohesión a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Contar con un equipo bien integrado es clave, ya que los proyectos a menudo implican una variedad de disciplinas, como la arquitectura, la estructura, la hidráulica, la geotecnia, entre otras. Un buen manejo del equipo asegura no solo la correcta ejecución técnica, sino también el cumplimiento de los plazos, el control de costos y la gestión adecuada de los recursos, además de mantener un ambiente de trabajo saludable y motivado.

Este dominio también se enfoca en la resolución de conflictos, la toma de decisiones colaborativas y la promoción del desarrollo profesional dentro del equipo, aspectos vitales para los proyectos de ingeniería civil, que suelen ser complejos y multidisciplinarios. En resumen, el dominio de equipo del *PMBOK* 2021 es esencial para lograr la efectividad operativa y estratégica en los proyectos de construcción, maximizando el rendimiento y minimizando riesgos asociados al desempeño humano.

- **Enfoque de desarrollo y ciclo de vida.** Se refiere a la manera en que un proyecto es planificado, ejecutado y gestionado a lo largo de su duración, utilizando un enfoque adecuado para su desarrollo y el ciclo de vida específico que sigue. Este dominio es esencial para adaptar el proceso de gestión de proyectos a las características particulares del mismo, como su tamaño, complejidad, riesgos y requisitos. El Enfoque de Desarrollo hace referencia a las metodologías o enfoques que se utilizan para gestionar el proyecto, y puede incluir enfoques tradicionales como el modelo en cascada (Waterfall), o enfoques más ágiles, como Scrum o Kanban, dependiendo de las necesidades del proyecto y las expectativas de las partes interesadas. El enfoque de desarrollo seleccionado influye directamente en la forma en que se gestionan los entregables, los plazos y la calidad del proyecto. El Ciclo de Vida del Proyecto se refiere a las fases o etapas por las que pasa un proyecto desde su inicio hasta su

cierre. Estas fases incluyen la iniciación, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre, y son esenciales para estructurar y guiar el progreso del proyecto.

- **Planificación:** Se refiere al proceso de desarrollar los planes y documentos necesarios para gestionar un proyecto de manera efectiva a lo largo de su ciclo de vida. Este dominio abarca la creación de una serie de planes interrelacionados que guían el proyecto en términos de alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, riesgos, comunicaciones, adquisiciones, partes interesadas, entre otros.
- **Trabajo del proyecto:** Se refiere a la ejecución de todas las actividades necesarias para cumplir con los entregables del proyecto, de acuerdo con los planes establecidos en las fases de planificación. Este dominio abarca la gestión y coordinación de los recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos para llevar a cabo las tareas y actividades que transforman las entradas en los resultados del proyecto.
- **Entrega:** Se refiere a la fase del proyecto en la que se entregan los productos, servicios o resultados del proyecto a las partes interesadas o al cliente, de acuerdo con los requisitos establecidos. Este dominio implica la culminación del trabajo realizado y la formalización de la transferencia de los entregables, asegurando que cumplan con los estándares de calidad, plazos y expectativas previamente definidos.
- **Métricas:** Se refiere a la recopilación, el análisis y el uso de datos cuantitativos y cualitativos para medir el desempeño del proyecto y ayudar a la toma de decisiones informadas. Este dominio es clave para evaluar el progreso del proyecto en relación con los objetivos establecidos, controlar los desvíos y hacer ajustes para asegurar que el proyecto se mantenga en curso en términos de tiempo, costo, calidad y otros aspectos críticos. El uso de métricas permite obtener una visión clara y objetiva del estado del proyecto, lo que facilita la identificación temprana de problemas o riesgos potenciales, y permite realizar acciones correctivas de manera proactiva. Las métricas

también sirven para justificar decisiones ante las partes interesadas y para evaluar la eficacia de las estrategias implementadas durante la ejecución del proyecto.

Incertidumbre: se refiere a la gestión de los riesgos y la incertidumbre que inevitablemente acompañan a los proyectos. Este dominio abarca la identificación, evaluación y gestión de los riesgos potenciales, así como la planificación para abordar la incertidumbre en todas sus formas, ya sean riesgos negativos (amenazas) o positivos (oportunidades). La incertidumbre es una característica inherente de cualquier proyecto debido a la naturaleza impredecible de los factores externos e internos que pueden influir en su éxito. Estos factores pueden incluir cambios en el entorno del mercado, variaciones en los costos de materiales, problemas técnicos imprevistos, cambios en la legislación, y muchos otros factores. El dominio de incertidumbre se enfoca en cómo manejar estos factores de manera proactiva para minimizar su impacto negativo o, en algunos casos, aprovecharlos como oportunidades.

Según Ortiz Madrigal (2023) “el país tiene un rezago importante comparado con los otros países de la región, por ejemplo, Costa Rica ocupa el puesto 63 con una calificación de 68,7 con de 141 países analizados, en donde Panamá nos supera porque ocupa el puesto 59 con una calificación de 69,5 de 141 países analizados en donde encontramos a Singapur en primer lugar una calificación de 95,4 en donde se analizan carreteras, aeropuertos, trenes, puertos, electricidad, agua y saneamiento (p. 3).

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general.

Investigar las innovaciones en Project Management aplicadas a la gestión de proyectos de infraestructura, evaluando su impacto en la eficiencia, calidad y sostenibilidad de los proyectos, y ofreciendo recomendaciones para su integración y optimización.

1.2.2. Objetivos específicos.

1. Definir el papel que desempeña el gestor de proyectos de infraestructura dentro de una empresa u organización dedicada a la ejecución de proyectos de infraestructura.
2. Analizar las innovaciones tecnológicas y las metodologías ágiles modernas utilizadas en Project Management para la ejecución de proyectos de infraestructura, evaluando su impacto en la mejora de la eficiencia, flexibilidad y control en el desarrollo de estos proyectos.
3. Determinar las ventajas que se obtienen al tener en el equipo de trabajo un *Project Management.*
4. Describir la importancia del gestor de proyectos de infraestructura en el desarrollo y la ejecución de proyectos dentro de este ámbito.

1.3. Las variables o categorías de análisis

1.3.1 Categorías de análisis

En un mundo globalizado, donde el sector empresarial desempeña un papel fundamental en el desarrollo de los países mediante el crecimiento de la infraestructura pública y privada y con un entorno en constante evolución, las tecnologías emergentes se han convertido en un factor clave para la optimización de procesos y la mejora de la calidad de los proyectos ejecutados por los desarrolladores.

Entre las innovaciones más relevantes en el campo de la ingeniería civil, que facilitan el desarrollo de proyectos, se destaca la aplicación de software de gestión. Esta herramienta es esencial para los equipos de trabajo que buscan mejorar su eficiencia y productividad, reduciendo el tiempo, los recursos económicos y la necesidad de personal. Estas plataformas digitales no

solo permiten planificar, ejecutar y monitorear proyectos de manera efectiva en tiempo real, sino que también facilitan la comunicación y el trabajo colaborativo entre miembros del equipo, sin importar su ubicación geográfica.

Las variables que influyen en la efectividad de estas herramientas incluyen la facilidad de uso y la integración con otras aplicaciones que permiten la agilización de los proyectos, la capacidad de personalización y las características de colaboración en tiempo real. A medida que las organizaciones adoptan estas tecnologías, es un hecho de que se enfrentan a desafíos y oportunidades que transforman su forma de trabajar.

El procedimiento de construcción de infraestructura de un país se verá beneficiada cuando los desarrolladores apliquen las tecnologías más modernas, las técnicas de gestión más eficiente que permitan que el Project Management de la empresa pueda valorar las variables con el uso de equipo, tecnologías y técnicas que le permitan visualizar los posibles riesgos y corregirlos a tiempo, por lo que para este trabajo se consideraran las siguientes variables:

1. Variable dependiente: La calidad constructiva de los proyectos de infraestructura actuales del por falta de uso de tecnologías emergentes, herramientas digitales y plataformas colaborativas en la construcción de infraestructura.

2. Variable independiente: Aplicación de las tecnologías emergentes, herramientas digitales y plataformas colaborativas en la construcción de infraestructura.

3. Variable interviniente: Factores como disposición de parte de los desarrolladores de proyectos para aplicar las tecnologías emergentes, herramientas digitales y plataformas colaborativas en la construcción de infraestructura, conocimientos de las tecnologías emergentes, herramientas digitales y plataformas colaborativas, costos adicionales para los

proyectos al usar equipo y tecnologías emergentes, herramientas digitales y plataformas colaborativas en la construcción de infraestructura.

1.3.2 Matriz de investigación

Tabla Nº 1 Matriz de investigación

Hipótesis	**Conceptos**	**Variables**	**Indicadores**
La implementación de innovaciones tecnológicas y metodológicas en Project Management mejora significativamente la eficiencia, la sostenibilidad y la capacidad de respuesta en la gestión de proyectos de infraestructura, permitiendo una reducción en costos y plazos de entrega, así como una mayor satisfacción de los **clientes.**	**1.Innovaciones Tecnológicas**: Herramientas digitales, inteligencia artificial, análisis de datos. **2**. **Metodologías Ágiles**: Adaptación de enfoques ágiles en entornos de infraestructura. **3. Eficiencia y Sostenibilidad**: Impacto en la reducción de costos y tiempos.	**1.**Tipos de innovaciones tecnológicas. Esta variable se puede determinar mediante encuesta de su uso por los PM. **2. Metodologías Ágiles aplicadas.** Esta variable se puede determinar mediante encuesta de su uso por los PM. **3.Eficiencia y Sostenibilidad.** Esta variable se puede determinar mediante encuesta de su uso por los PM.	**Tasa de Adopción de Herramientas Digitales**: Se puede conocer el porcentaje de equipos que utilizan herramientas digitales de gestión de proyectos. **Frecuencia de Uso de Herramientas**: Se puede conocer el número de veces que las herramientas digitales son utilizadas, por ejemplo, pocas o muchas por semana en comparación con métodos tradicionales. **Satisfacción del Equipo de Trabajo**:

			Encuestas sobre la satisfacción del equipo con las herramientas tecnológicas implementadas (p. ej., facilidad de uso, efectividad). **Reducción de Errores**: Se puede comparar el número de errores o retrabajos antes y después de la implementación de herramientas digitales y análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia de los investigadores (2024).

1.4 Alcances

Este trabajo de investigación tiene como objetivo ofrecer una visión general sobre las innovaciones en la gestión de proyectos *Project Management* aplicadas a la infraestructura en Costa Rica en un contexto donde la demanda de infraestructura eficiente y sostenible sigue creciendo, es crucial identificar y analizar las tendencias y herramientas innovadoras que están transformando la forma en que se gestionan estos proyectos.

Es por eso que la visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura esta generada a partir de los conocimientos que deben tener un *Project Management* en la innovaciones tecnológicas como herramientas digitales,

inteligencia artificial y análisis de datos que permiten conocer los errores antes de que se presenten en el campo de trabajo, el empleo de metodologías Ágiles que permiten la adaptación de enfoques ágiles en entornos de infraestructura, manejar adecuadamente la gestión de riesgos que le permitirá mediante nuevas estrategias y herramientas para identificar y mitigar riesgos en la ejecución de proyectos de infraestructura con el uso de Plataformas como *Slack, Microsoft Teams* que permiten ante la realidad virtual después de la pandemia manejar el tiempo de manera eficiente realizando reuniones, consultas, pedidos y análisis de datos sin mayor desplazamiento de su oficina o lugar donde se desarrolla la obra.

Dicha investigación se realiza analizando documentación del tema y se apoya con entrevistas de profesionales del campo de ingeniería civil que nos ayudan a visualizar desde la empresa gestora de proyectos el uso de las innovaciones en *Project Management* para la gestión de proyectos de infraestructura y será de aplicabilidad para los profesionales de la carrera de ingeniería civil, las empresas desarrolladoras, los maestros de obras contratados por outsourcing que consiste en subcontratar tareas o áreas de una empresa a proveedores externos. Las razones para hacerlo pueden ser la falta de tiempo o conocimientos específicos. La externalización puede tener muchos beneficios, como el ahorro de costes o la mejora de la calidad.

Esta investigación pretende aportar lineamientos (conclusiones y recomendaciones) que podrán ser tomados por los profesionales de la ingeniería civil, por la empresas desarrolladoras de proyectos de infraestructura para que tengan una visión general sobre las innovaciones en la gestión de proyectos *Project Management* aplicadas a la infraestructura en Costa Rica sin importar el campo donde se desarrollen ya sea habitacional, vial, comercial, de servicios básicos, de educación, de infraestructura turística u otro sector ya que al aplicar innovaciones tecnológicas, metodologías ágiles aplicadas y procesos de gestión de proyectos pueden visualizar riesgos y corregir en el diseño mientras que sin el uso de esos recursos en años anteriores los riesgos y errores se sufrían durante el desarrollo del proyecto. Un ejemplo de falta

de aplicación de innovaciones en la gestión de proyectos que se dio en la zona norte es la carretera a San Carlos que tiene más de cincuenta años de estar plasmada en el papel y su desarrollo cada vez más generó problemas de diseño y encareció el costo de su construcción.

Para tal caso de acuerdo con entrevista realizada al ingeniero David Quesada Ramírez muchos de los problemas en la ejecución de un proyecto se debe a que no se cuenta con un buen equipo *Project Management* que planifique, dirija, supervise, controle y cierre una obra de manera eficiente y un ejemplo claro que tenemos en la zona norte la fallida y cuestionada obra La Trocha y de acuerdo con la experiencia del señor Elías Pilarte Matamoros propietario de Inversiones Pilarte & Ramírez en la realización de proyectos el gestor de proyectos es necesario por el uso de la tecnología y en su caso personal utiliza la aplicación *SketchUp*, que es un modelador, siendo un software de diseño que te permite crear modelos tridimensionales.

El ingeniero David Quesada Ramírez nos indica que "la diferencia de este programa del resto es la opción 'Instructor', que, al seleccionarla, vez un recuadro que te explica la función de la herramienta, los modos abreviados de acción y te brinda consejos para modelar" (Quesada, 2024). Mientras que el señor Pilarte Matamoros indica que "lo utiliza como visualizador, ya que puede ver los planos del proyecto, así como el diseño en 3D del proyecto realizado con BIM" (Pilarte Matamoros,2024).

De manera que, su aplicación facilitará tanto conocer la visión general de las innovaciones en *Project Management* para la gestión de proyectos de infraestructura como también conocer el uso por parte de los profesionales a cargo de las obras de las siguientes herramientas:

- ✓ Tecnologías Emergentes:
- ✓ a-Software de gestión de proyectos: herramientas digitales y plataformas colaborativas.
- ✓ b-Inteligencia Artificial y Big Data: Aplicaciones en la toma de decisiones y análisis predictivo.
- ✓ c-Drones y tecnología de captura de datos: Uso en la supervisión de obras y recopilación de información.

- ✓ Metodologías de Gestión
- ✓ a-Ágil vs. Tradicional: Comparación de enfoques en la ejecución de proyectos.
- ✓ b-Lean Construction: Aplicación de principios Lean en proyectos de infraestructura.
- ✓ c-Gestión de proyectos híbridos: Integración de diferentes metodologías.

1.5 Formulación de Hipótesis de Investigación.

Esta hipótesis se basa en la realidad de muchas empresas desarrolladoras de infraestructura que, por lo general, no cuentan con un ente que funcione como el director entendido como la persona encargada de la dirección y gestión de proyectos. El director de la obra es responsable de la definición, planificación y ejecución de un proyecto para lo que deberá encargarse de coordinar las tareas y los equipos, asumiendo un rol de liderazgo. Es aquí donde nace la premisa de que las innovaciones, especialmente en metodologías ágiles, están transformando la forma en que se gestionan los proyectos. Se supone que estas metodologías permiten una mayor flexibilidad, una mejor comunicación entre los miembros del equipo en donde se incluye a los empleados o personas contratadas, el desarrollador, los profesionales involucrados y un enfoque más centrado en el cliente, lo que puede resultar en mejores resultados generales.

Por lo que para esta investigación se propone como hipótesis lo siguiente:

La implementación de metodologías ágiles en la gestión de proyectos mejora significativamente la eficiencia y efectividad de los equipos, reduciendo el tiempo de entrega y aumentando la satisfacción del cliente en comparación con enfoques tradicionales de gestión de proyectos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Conocimiento

En el ámbito de la investigación se hace necesario recopilar la información de diferentes fuentes como son fuentes primarias con entrevistas a profesionales del ramo o empresa dedicadas al campo del desarrollo de la ejecución de proyectos de infraestructura o mediante la consulta bibliográfica al consultar lo expuesto por autores en diferentes trabajos publicados que permiten comprender de manera más adecuada una visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura, es por ello que en el presente apartado se citan diferentes autores y trabajos relacionados con el tiempo .

Para este presente trabajo de graduación, sin embargo, la recopilación de información se basa en lo redactado por el ente rector en esa materia que corresponde al Project Management Institute con sede el Pensilvania Estados Unidos que ha escrito el documento que señala el marco de ruta de lo que tiene que ver con el campo de acción, importancia y beneficios del gestor de proyectos.

La capacidad de entregar proyectos a tiempo, sin salirse del presupuesto y alineados con los objetivos empresariales es clave para ganar ventaja en el entorno empresarial mundial altamente competitivo de hoy en día. Aquí es donde entran en juego los gestores de proyectos. Los gerentes de proyectos tienen una labor increíblemente compleja, que combina capacidades de organización, una mente analítica y habilidades interpersonales versadas.

En esta capitulo mostraremos la definición de proyectos, las etapas de un proyecto, los fundamentos de la gestión de proyectos y lo que significa ser gestor de proyectos.

2.2 Definición de proyecto.

Para efecto de esta investigación estamos manejando lo establecido por el *Project Management Institute* que define textualmente un proyecto como:

> “un esfuerzo temporal realizado para crear un producto, servicio o resultado único” (PMBOK, 2021).

Ese mismo instituto señala que esta definición cuenta con algunos aspectos relevantes que hay que tomarlos en cuenta y se refiere a la palabra “temporal” que implica que los proyectos deben tener un principio y un final definidos, es decir, que esto significa que cada proyecto debe incluir la cronología, el alcance y los recursos.

El propósito de un proyecto debe ser crear un producto, servicio o resultado único, es decir, que se iniciará un proyecto para lograr un objetivo específico que generalmente queda fuera del ámbito de las actividades empresariales habituales del día a día. Esto implica que el equipo del proyecto puede estar formado por personas que no suelen trabajar juntas y que necesitan recursos normalmente ajenos al ámbito de las actividades cotidianas.

De igual manera la autora Laura Ameijide García define proyecto como:

> Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Tiene un principio y un final definidos. Se considera finalizado cuando se han llevado a cabo los objetivos, cuando no es posible que se cumplan los objetivos o cuando no existe la necesidad que le dio origen. Todo proyecto crea un producto, servicio o resultado único. Los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales que durarán mucho más que los propios proyectos. Se llevan a cabo en todos los niveles de una organización. Pueden involucrar a una sola persona, una sola unidad o múltiples unidades dentro de la organización. (Ameijide, 2016)

También señala algunas características cuando indica que un proyecto puede generar un producto que puede ser un componente de otro elemento o un elemento final en sí mismo, y debe tener la capacidad de realizar un servicio, y finalmente un resultado tal como un producto o un documento.

Es importante saber que un proyecto tiene cuatro grupos de procesos de la gestión de proyectos que son:

- Inicio, el objetivo de esta fase es definir el proyecto.
- Planificación, en esta fase del proyecto incluye el desarrollo de una hoja de ruta para que todos la sigan.
- Ejecución y seguimiento, en esta etapa se crean el equipo de trabajo del proyecto y las entregas. Los gestores de proyectos supervisarán y medirán el rendimiento del proyecto.
- Cierre, en esta fase se ha completado el proyecto, se hace un balance.

2.3 La gestión de proyectos.

La gestión de proyectos como una disciplina nace debido a que estas prácticas de que alguien dirigiera la ejecución de proyectos ganaron popularidad en todas las industrias de la época y fue por eso que en 1965 y 1969 se fundaron con el nacimiento de la *International Project Management Association* y el *Project Management Institute*, respectivamente. Dichas entidades gestoras de esa figura de liderazgo empresarial en el año 2001 codificaron las metodologías ágiles de gestión de proyectos.

Es por ello que se asegura que la gestión de proyectos es la práctica de aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para completar un proyecto de acuerdo con unos requisitos específicos que se establecen en la guía del *Project Management Institute*.

Para ello, es muy importante, como ingenieros civiles, tener claro que se trata de identificar el problema, elaborar un plan para solucionarlo y posteriormente ejecutar ese plan hasta que se resuelva el problema.

Las raíces de la gestión de proyectos se remontan a la construcción de la gran pirámide de Guiza, que fueron construidas por los faraones egipcios, quienes, según ellos, se preparaban para convertirse en dioses en la otra vida y la Gran Muralla China que fue construida para evitar los ataques de los nómadas xiongnu de Mongolia y Manchiura, con una extensión de 21,196 kilómetros ubicada en la provincia de Pekín e inaugurada en el año 2020 antes de Cristo.

Sin embargo, debemos señalar que el desarrollo moderno de la administración de proyectos comenzó en el siglo XIX, cuando las empresas ferroviarias compraron toneladas de materia prima y emplearon a miles de personas para trabajar en el ferrocarril transcontinental con el fin de comunicar ciudades para desarrollar el comercio y trasportar las cosechas de los monocultivos de la época, tales como el caso en su momento el cacao, el banano y la palma aceitera, el café, entre otros.

Una definición completa de Project Management la expresó Laura Ameijide García cuando textualmente indico lo siguiente:

> “Una oficina de dirección/gestión de proyectos es un cuerpo o entidad dentro de una organización que tiene varias responsabilidades asignadas con relación a la dirección centralizada y coordinada de aquellos proyectos que se encuentran bajo su jurisdicción. Las responsabilidades de una oficina de gestión de proyectos pueden abarcar desde proveer funciones de apoyo para la gestión de proyectos hasta la responsabilidad de

> dirigir proyectos directamente. Los proyectos a los que esta oficina brinda apoyo o dirige pueden no estar relacionados, o que no sean dirigidos en conjunto. La forma, función y estructura específicas de una oficina de dirección de proyectos dependen de las necesidades de la organización que ésta apoya" (Ameijide, 2016).

Parte de eso éxito de la construcción fue propiciado por el nacimiento del pensamiento de algunos visionarios en el campo de la Administración como fue el caso de Frederick Taylor quien aplicó conceptos de gestión de proyectos a la jornada laboral, desarrollando estrategias y técnicas de gestión de proyectos para trabajar de manera más inteligente y mejorando las ineficiencias, en lugar de exigir a los trabajadores que trabajaran más y durante más tiempo, es decir, Henry Gantt, socio de Taylor, tomó esos conceptos y usó barras y gráficos para representar gráficamente cuándo se completaban determinadas tareas, o una serie de tareas, creando una nueva forma de visualizar la gestión de proyectos.

Es importante saber que a partir de esas premisas se hace necesario la creación de la figura del *Project Management* entendido como las personas o departamento u oficina que dirigen la formulación, ejecución y cierre de los proyectos de infraestructura y por ende será necesario que en cada empresa exista esa figura que será la encargada y la responsable de que cada proyecto sea un éxito y que lleve la huella de la empresa a la que representa mediante sus servicios.

Por lo que desde que el *Project Management Institute* crea esa figura dentro de la pirámide universal de toda empresa desarrolladora, se debe tener la visión de que es el elemento esencial sobre el cual recae el peso de formulación, ejecución, vigilancia, control y cierre de todas obra sin importar el tamaño porque de todas maneras la empresa ejecutora se juega su imagen, entonces si se construye un proyecto habitacional será de igual importancia que se lleve a cabo la ejecución de una red vial nacional ya que a pesar de la diferencia en la complejidad la empresa

mantendrá sus estándares de calidad y exigencia para que el producto terminado supere las expectativas del cliente que al final es el que debe quedar satisfecho.

2.3.1¿Cuáles son los tipos de proyectos de infraestructuras que dirige un *Project Management*?

Es muy importante definir los tipos de proyectos de infraestructura que deben de ejecutar las empresas constructoras y que tienen un inmenso impacto en la economía de un país, ya que permiten el traslado de mercaderías, de personas, de animales, obtención de servicios como salud, vivienda, recreación, educación, transporte, electricidad y otros. Es por ello, que los países más desarrollados poseen, por lo general, las mejores obras de infraestructura y servicios en contraste con los países pobres o en vías de desarrollo en donde sus habitantes que cuentan con una mínima o escasa infraestructura pública.

Los principales tipos de proyectos de infraestructura son los siguientes:

- **Carreteras y autopistas**.

  Son importantes porque permiten el intercambio de ideas, conocimientos y valores entre diferentes comunidades, regiones y culturas. Además, facilitan el turismo interno, permitiendo a las personas explorar y conocer mejor su propio país. Además, las carreteras conectan áreas rurales y urbanas, fomentando la interacción y el enriquecimiento mutuo. También, se sabe que una obra vial bien planificada se traduce en reducciones de los costos operativos, proporcionando una mayor movilidad de personas, bienes y servicios; mejorando en tiempo y contaminación del ambiente, y en consecuencia brindando más impulso económico de las zonas por donde se ubican.

- **Aeropuertos.**

La definición más cotidiana de aeropuerto es una infraestructura diseñada para el despegue, aterrizaje y mantenimiento de aeronaves. Incluye pistas, terminales para pasajeros y carga, así como otras instalaciones como hangares, torres de control y áreas de estacionamiento. Los aeropuertos pueden ser de diferentes tamaños, desde pequeños aeródromos locales hasta grandes “terminales” internacionales que manejan millones de pasajeros al año. Además, de facilitar el transporte aéreo, los aeropuertos suelen contar con servicios como tiendas, restaurantes y transporte terrestre para facilitar la conexión de los viajeros a sus destinos.

- **Líneas ferroviarias.**

Las líneas ferroviarias son las vías por las cuales circulan los trenes. Estas vías están compuestas generalmente por dos rieles paralelos, fijados sobre traviesas y un lecho de grava o tierra, que permiten el paso de trenes de carga y pasajeros. Es importante conocer algunos aspectos referentes a las líneas ferroviarias como son:

- ✓ Infraestructura**:** Incluyen no solo los rieles, sino también estaciones, puentes, túneles y sistemas de señalización.
- ✓ Tipos de Trenes: Pueden ser utilizadas por diferentes tipos de trenes, como trenes de alta velocidad, trenes de carga, tranvías y trenes suburbanos.
- ✓ Sistemas de Señalización: Para garantizar la seguridad y la eficiencia, las líneas ferroviarias cuentan con sistemas que regulan el tráfico de trenes y evitan colisiones.
- ✓ Electrificación: Algunas líneas están electrificadas, lo que permite el uso de trenes eléctricos, mientras que otras utilizan locomotoras diésel o de vapor.

- ✓ Conexiones**:** Las líneas ferroviarias pueden conectar diferentes regiones, ciudades o países, facilitando el transporte de personas y mercancías.

La anterior descripción de la obra de infraestructura en el campo ferroviario nos da un panorama de los diferentes proyectos de construcción que se deben desarrollar para poner en marcha el servicio de trenes en un determinado lugar.

- **Redes eléctricas.**

Las redes eléctricas son sistemas interconectados que transportan y distribuyen electricidad desde las centrales de generación hasta los consumidores finales, como hogares, empresas e industrias. Estas redes son fundamentales para el funcionamiento de la infraestructura eléctrica de un país. Los componentes de las redes eléctricas son los siguientes:

- **Infraestructuras de telecomunicaciones.**

Las infraestructuras de telecomunicaciones son el conjunto de elementos físicos y tecnológicos que permiten la transmisión de información a través de diferentes medios, como voz, datos y video. Estas infraestructuras son esenciales para el funcionamiento de redes de comunicación y son la base de servicios como telefonía, internet y transmisión de televisión. Los componentes de las infraestructuras de telecomunicaciones:

- **Infraestructuras hídricas.**

Las infraestructuras hídricas son las estructuras y sistemas diseñados para gestionar el agua, asegurando su disponibilidad, calidad y distribución para diferentes usos. Estas infraestructuras son fundamentales para el abastecimiento de agua potable, el riego agrícola, la generación de energía, la gestión de inundaciones y la preservación del medio ambiente. Los componentes de las infraestructuras hídricas son los siguientes:

- ✓ Represas y Embalses: Estructuras que almacenan agua para su uso posterior, ya sea para abastecimiento, riego o generación de energía hidroeléctrica.
- ✓ Canales y Acueductos: Sistemas que transportan agua desde fuentes de suministro hasta áreas donde es necesaria, como ciudades o campos agrícolas.
- ✓ Estaciones de Tratamiento de Agua: Instalaciones que purifican el agua para hacerla apta para el consumo humano, eliminando contaminantes y asegurando su calidad.
- ✓ Sistemas de Drenaje: Infraestructuras que gestionan el exceso de agua en áreas urbanas o rurales para prevenir inundaciones y erosión.
- ✓ Pozos y Fuentes Subterráneas: Estructuras utilizadas para extraer agua de acuíferos subterráneos, a menudo cruciales en zonas con escasez de agua superficial.
- ✓ Sistemas de Irrigación: Infraestructuras diseñadas para distribuir agua a cultivos, mejorando la producción agrícola y la seguridad alimentaria.

- **Gestión de residuos.**

La infraestructura de gestión de residuos se refiere a los sistemas y estructuras diseñadas para la recolección, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos. Esta infraestructura es crucial para minimizar el impacto ambiental de los desechos y promover la sostenibilidad. Los componentes de la infraestructura de gestión de residuos son:

- ✓ Puntos de Recolección**:** se usan contenedores y basureros: Instalaciones donde se depositan los residuos en áreas públicas y residenciales. También, se acostumbra tener los llamados Puntos limpios, que son lugares donde los ciudadanos pueden llevar residuos reciclables o peligrosos.

- ✓ Vehículos de Recolección**:** Camiones y otros vehículos utilizados para recoger los residuos de los puntos de recolección y transportarlos a instalaciones de tratamiento.

- ✓ Centros de Clasificación**:** Instalaciones donde se separan los materiales reciclables de los residuos no reciclables, facilitando el reciclaje y la recuperación de materiales.
- ✓ Plantas de Tratamiento**:** Plantas de reciclaje**:** Procesan materiales reciclables, transformándolos en nuevos productos y plantas de compostaje**:** Transforman residuos orgánicos en abono**.**
- ✓ Incineradoras**:** Son instalaciones que queman residuos para reducir su volumen, a menudo generando energía en el proceso.

- **Infraestructuras sociales.**

Las infraestructuras sociales son aquellas instalaciones y servicios destinados a mejorar la calidad de vida de las personas y fomentar el desarrollo social. Estas infraestructuras son fundamentales para garantizar el acceso a servicios básicos y promover el bienestar de la comunidad. Los componentes de las infraestructuras sociales:

- ✓ **Educación**: En este tipo de infraestructura tenemos las escuelas y universidades que son instituciones educativas que proporcionan formación a estudiantes de diferentes niveles.
- ✓ **Bibliotecas**: Espacios que ofrecen acceso a información y recursos educativos.
- ✓ **Salud**: Se trata de hospitales y clínicas, centros de salud (hoy conocidos como EBAIS) **que** son instalaciones que brindan atención médica y servicios de salud a la población.
- ✓ **Vivienda**: Se trata de proyectos de vivienda social que consisten en desarrollos habitacionales destinados a proporcionar vivienda asequible a familias de bajos ingresos. A estos proyectos se le conocen como Proyectos de Bonos de vivienda.
- ✓ **Transporte Público**: Se refiere a redes de transporte como: Sistemas de buses, trenes y otros medios que facilitan la movilidad de los ciudadanos.

- ✓ **Espacios Públicos**: Comprende infraestructura como parques y Áreas Recreativas que son espacios para el esparcimiento, el ejercicio y la interacción social y Centros Culturales que son lugares que promueven actividades artísticas, culturales y recreativas.
- ✓ **Servicios Comunitarios**: Se incluyen los Centros de Atención a la Infancia y la Familia que proveen apoyo a familias y niños en situaciones vulnerables y los Centros de Capacitación que son lugares donde se ofrecen formación y desarrollo de habilidades para el empleo.

2.4 El Project Management o gestor de proyecto.

Los gestores de proyectos son responsables del ciclo de vida de un proyecto, es decir, la planificación, ejecución, supervisión, control y finalización de los proyectos. Sin embargo, eso es solo la punta del iceberg de la gestión de proyectos.

El profesional que planifica y dirige la gestión de proyectos de infraestructuras se llama, precisamente, Gerente de Proyectos de Infraestructura *(Infraestructure Project Manager)*. Su rol consiste en administrar los proyectos, asegurando que se completen a tiempo, dentro de los límites presupuestarios y cumplan con los requisitos y la calidad acordados en los contratos de proyecto. Esta figura la encontramos en las empresas pequeñas o incipientes porque no poseen recursos económicos para tener dentro de su planilla de costos un departamento o equipo dedicado exclusivamente a la gestión de proyectos que sería el *Project Management* o gestor de proyectos.

Estas son algunas de las principales responsabilidades de los gerentes de proyectos:

a- Elaborar el plan del proyecto, el cual debe incluir el alcance, el plazo y el presupuesto del proyecto. También puede incluir la identificación de las herramientas de gestión de proyectos adecuadas para el trabajo.

b- Formar el equipo adecuado es fundamental para el éxito del proyecto. El equipo de trabajo de cada proyecto variará según el alcance de la iniciativa y las funciones necesarias para completar el proyecto. Encontrar especialistas y expertos en la materia para cada una de las tareas necesarias es lo ideal.

c- Asignar tareas a los miembros de su equipo una definición clara de las tareas específicas y un cronograma para cada etapa del proyecto. Aunque cada miembro del equipo será responsable de sus propias funciones, muchas tareas requerirán la colaboración de miembros del equipo internos y externos.

d- Liderar el equipo, realizando procesos como formar el equipo, asignar las tareas, el gestor de proyectos debe mantener al equipo bien coordinado. Esto incluirá pedir actualizaciones de estado, identificar y eliminar obstáculos, negociar desacuerdos, mantener alta la moral del equipo y proporcionar formación y asesoramiento.

e- Gestionar el presupuesto de los proyectos ya que la mayoría requerirán algunos gastos, lo que significa que comprender cómo elaborar un presupuesto del proyecto y gestionar los costes es fundamental para el éxito. Esto implicará comparar los gastos reales con las estimaciones, y ajustar la planificación del proyecto si es necesario.

f- Gestionar los plazos ya que los proyectos se ejecutan basados en un cronograma para que el equipo cumpla con los plazos previstos para la finalización del proyecto. Esto requerirá establecer plazos realistas durante todo el ciclo de vida del proyecto, comunicarse constantemente con el equipo para recibir actualizaciones de estado y mantener un cronograma detallado.

g- Involucrar a las partes interesadas desempeñan un papel importante en el proyecto como son los ingenieros, maestros de obra, empleados y a las personas para las cuales se

esté ejecutando el proyecto, por lo que los gestores de proyectos deben mantener una buena relación y una línea abierta de comunicación con las partes interesadas que, no solo pueden ayudar a eliminar obstáculos y capacitar a tu equipo, sino también crear bloqueos innecesarios y descarrilar un proyecto si no están contentas con la dirección.

h- Traspasar el proyecto, ya que, aunque se hayan cumplido los objetivos del proyecto no significa que el trabajo del gestor de proyectos haya terminado. El gestor de proyectos ahora debe entregar el proyecto al equipo que lo administrará, guardará y controlará en el futuro. En este punto, el gestor de proyectos ya no será la persona de referencia y se le asignará un nuevo proyecto.

i- Documentar el proceso porque es necesario identificar y documentar las lecciones aprendidas no solo es una buena práctica para el crecimiento personal del gestor de proyectos, sino también para transmitir esa experiencia a otros equipos de la organización para su uso futuro. Este paso es fundamental porque ayudará al gestor a evitar cometer los mismos errores o a aprovechar los atajos descubiertos.

2.5 Especialización en gerencia de proyectos.

En la actualidad en el campo de la construcción de infraestructura se requiere de profesionales con conocimientos de las nuevas tendencias, con habilidades blandas, con dominio de las nuevas tecnologías y con un enfoque constructivistas apegados a los mayores estándares mundiales y de la mano con la sostenibilidad, por lo que la globalización, la modernización y los nuevos estándares exigen la profesionalización de las personas que forman el equipo gestor de proyectos de una empresa u organización. No obstante, a menudo observamos personas no

profesionales en este campo incursionar como desarrolladores o como inversionistas y en muchos casos con buen éxito.

Y es evidente que, aunque no es necesario obtener una certificación general de gestión de proyectos, algunos empleadores pueden preferir u ofrecer una remuneración más alta a aquellos con una especialización certificada en gerencia de proyectos. Por tratarse de este tema de la gestión de proyectos el PMI brinda la certificación *Project Management Profesiona*l, que es la certificación más popular que emite el citado instituto, aunque emite otras certificaciones reconocidas a nivel mundial.

2.6 Áreas de conocimiento de la gestión de proyectos

El *Project Management,* entendido para efectos de esta investigación como una oficina de dirección de proyectos, es un cuerpo o entidad dentro de una organización que tiene varias responsabilidades asignadas con relación a la dirección centralizada y coordinada de aquellos proyectos que se encuentran bajo su jurisdicción, debe tener conocimiento en varias áreas para poder definir el accionar del equipo a su cargo, entre las que mencionamos, de acuerdo a Laura Ameijide García, quien dice que según los criterios de PMBOK® se deben agrupar en áreas de conocimientos las cuales son las siguientes 10 áreas:

Integración	Alcance
Tiempo	Costos
Calidad	Recursos Humanos
Comunicaciones	Riesgo
Adquisiciones	Interesados

A continuación, se realiza la descripción cada una de las áreas de conocimiento que deberían dominar el Gestor de Proyectos, a saber:

2.6.1 Área: Integración

El área de integración en la gestión de proyectos es fundamental para asegurar que todos los componentes del proyecto trabajen de manera coordinada. Se encarga de coordinar todos los procesos y actividades del proyecto, garantizando que se coincidan con los objetivos establecidos.

Algunos de los aspectos relevantes del área de integración son los siguientes:

a- **Desarrollo del Acta de Constitución del Proyecto**: Define el propósito, los objetivos y los recursos del proyecto con que se cuenta para el proyecto.

b- **Desarrollo del Plan de Proyecto**: Establece la forma cómo se llevará a cabo el proyecto, incluyendo el cronograma de actividades, el presupuesto y los recursos económicos, recursos humanos con los que se debe contar.

c- **Dirección y Gestión de la Ejecución del Proyecto:** Se ocupa de la implementación del plan, es decir, empezar a desarrollar el proyecto y de la coordinación de las actividades.

d- **Monitoreo y Control del Proyecto**: Esta área se encarga de darle el seguimiento del progreso y la realización de ajustes según sea necesario para mantener el proyecto en curso.

e- **Cierre del Proyecto**: Se debe asegurar que todas las partes del proyecto se completen y se cierren formalmente, incluyendo la entrega de productos finales y la documentación para el proveedor.

f-

2.6.2 Área: Alcance.

El área de alcance en la ejecución de proyectos de infraestructura se refiere a la definición y gestión de lo que se va a entregar en el proyecto. Esto incluye los siguientes aspectos:

a-**Definición de Objetivos**: Establecer claramente los objetivos del proyecto y lo que se espera lograr.

b-**Requisitos**: Identificar y documentar los requisitos funcionales y no funcionales que el proyecto debe cumplir.

c- **Entregables**: Especificar los productos, servicios o resultados que se deben entregar al finalizar el proyecto.

d-**Límites del Proyecto**: Definir lo que está dentro y fuera del alcance del proyecto para evitar la expansión no controlada.

e**-Plan de Gestión del Alcance**: Desarrollar un plan para gestionar el alcance, asegurando que se mantenga alineado con los objetivos del proyecto.

f-**Validación del Alcance**: Establecer un proceso para revisar y aceptar los entregables por parte de los interesados.

2.6.3 Área: Tiempo

El área de Tiempo en la ejecución de proyectos de infraestructura se centra en la planificación y control de la duración del proyecto. Incluye varios aspectos que debemos conocer como son:

a-Definición de Actividades: Identificar todas las tareas necesarias para completar el proyecto.

b-Secuenciación de Actividades: Organizar las actividades en el orden en que deben realizarse, teniendo en cuenta dependencias y restricciones.

c- Estimación de Duraciones: Calcular el tiempo que tomará cada actividad, basándose en datos históricos, experiencia y estimaciones.

d-Desarrollo del Cronograma: Crear un cronograma que muestre la línea de tiempo de todas las actividades, incluyendo hitos importantes.

e-Control del Cronograma: Monitorear el progreso del proyecto y ajustar el cronograma según sea necesario para asegurarse de que se cumplan los plazos.

f-Gestión de Riesgos de Tiempo: Identificar posibles riesgos que puedan afectar el tiempo del proyecto y desarrollar estrategias de mitigación.

A continuación, brindamos un ejemplo de ejecución de un proyecto de acuerdo al área de tiempo.

Actividad	Duración	Inicio	Finalización
1. Planificación del proyecto	30	20-08-2023	20-09-2023
2. Estudio de viabilidad	30	21-09-2023	21-10-2023
3. Diseño del puente	30	22-10-2023	22-11-2023
4. Obtención de permisos	30	23-11-2023	23-12-2024
5. Preparación del terreno	60	24-12-2024	24-02-2024
6. Construcción de la base	60	25-02-2024	25-04-2024

7. Estructura del puente	90	26-04-2024	26-07-2024
8. Instalación de equipos	15	27-07-2024	11-08-2024
9. Inspección y pruebas	10	12-08-2024	22-08-2024
10. Finalización y entrega	15	23-08-2024	07-09-2024

Fuente: Propia de los investigadores (2024).

2.6.4 Área: Costos

El área de costos en la ejecución de proyectos de infraestructura se centra en la planificación, estimación, control y gestión del presupuesto del proyecto. Esta rea incluye varios aspectos importantes:

a- **Estimación de Costos**: Calcular los costos de todas las actividades y recursos necesarios para completar el proyecto. Esto puede incluir materiales, mano de obra, equipos, subcontrataciones, y otros gastos directos e indirectos.

b- **Presupuesto**: Elaborar un presupuesto formal que agregue todos los costos estimados y establezca límites financieros para el proyecto.

c- **Control de Costos**: Monitorear los gastos a lo largo del proyecto para asegurarse de que se mantengan dentro del presupuesto. Esto implica el seguimiento de los costos reales frente a los costos planificados.

d- **Gestión de Cambios**: Evaluar el impacto de cualquier cambio en el alcance del proyecto sobre los costos y ajustar el presupuesto según sea necesario.

e- **Análisis de Variaciones**: Realizar un análisis regular para identificar y explicar cualquier desviación entre los costos estimados y los costos reales.

f- **Reportes Financieros**: Producir informes que informen a los interesados sobre el estado financiero del proyecto, incluidos los costos y las proyecciones futuras.

Cuadro N· 1 Costos del Proyecto: Construcción de un Puente

Categoría de Costo	Descripción	Costo (USD)
✓ Materiales		
Concreto	500 m³ a $100/m³	$50 000
Acero	100 toneladas a $1,200/tonelada	$120 000
Otros materiales	(piedra, arena, etc.)	$30 000
Subtotal Materiales		$200 000
✓ Mano de Obra		
Obreros	6 obreros a $2,000/mes por 6 meses	$12 000
Supervisores	2 supervisores a $3,000/mes por 6 meses	$18 000
Subtotal Mano de Obra		$30 000
✓ Equipos y Maquinaria		
Alquiler de grúas	6 meses a $4000/mes	$24 000
Alquiler de excavadoras	6 meses a $2000/mes	$12 000
Subtotal Equipos		**$496 000**
✓ Costos Indirectos		
Permisos y licencias		$5 000
Seguros		$3 000
Gastos administrativos		$2 000
Subtotal Costos Indirectos		$10 000
✓ Contingencias	10%	$51 600
Total		$567 600

Fuente: Propia de los investigadores (2024).

2.6.5 Área: Calidad.

El área de Calidad en la ejecución de proyectos de infraestructura se centra en garantizar que el proyecto cumpla con los estándares y requisitos establecidos, tanto en términos de procesos como de resultados finales. Incluye varios aspectos clave:

- ✓ **Planificación de la Calidad**: Definición de los estándares de calidad que se aplicarán en el proyecto, así como los métodos para alcanzarlos.
- ✓ **Control de Calidad**: Actividades diseñadas para monitorear y evaluar el progreso del proyecto, asegurando que se cumplan los estándares de calidad. Esto puede incluir inspecciones, pruebas de materiales y revisiones de procesos.
- ✓ **Aseguramiento de la Calidad**: Proceso que asegura que se implementen los controles necesarios para cumplir con los estándares de calidad, involucrando auditorías y revisiones sistemáticas.
- ✓ **Gestión de No Conformidades**: Identificación y gestión de cualquier desviación de los estándares establecidos, incluyendo acciones correctivas y preventivas para evitar la recurrencia.
- ✓ **Documentación**: Registro de todos los procedimientos, inspecciones, pruebas y resultados relacionados con la calidad. Esta documentación es esencial para la trazabilidad y la auditoría.
- ✓ **Capacitación**: Formación del personal sobre las normas de calidad y los procedimientos específicos del proyecto para garantizar que todos estén alineados con los objetivos de calidad.
- ✓ **Mejora Continua**: Implementación de procesos para la evaluación y mejora continua de la calidad, aprendiendo de experiencias pasadas y aplicando mejores prácticas.

2.6.6 Área: Recursos Humanos

El área de Recursos Humanos en la ejecución de proyectos de infraestructura se centra en la gestión del personal involucrado en el proyecto. Esta área es fundamental para garantizar que se cuente con el talento adecuado, se mantenga un ambiente de trabajo eficiente y se alcancen los objetivos del proyecto. Incluye varios aspectos clave:

- ✓ **Planificación de Recursos Humanos**: Determinar la cantidad y tipo de personal necesario para el proyecto, incluyendo roles, habilidades y experiencia requeridas.
- ✓ **Reclutamiento y Selección**: Proceso de atraer, seleccionar y contratar a los profesionales adecuados para el proyecto, desde ingenieros y arquitectos hasta obreros y personal administrativo.
- ✓ **Capacitación y Desarrollo**: Proveer formación y desarrollo profesional continuo para asegurar que el personal esté actualizado con las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñar sus funciones.
- ✓ **Gestión del Rendimiento**: Establecer criterios de desempeño y llevar a cabo evaluaciones periódicas para medir el rendimiento del personal, proporcionando retroalimentación y reconocimiento.
- ✓ **Gestión de Relaciones Laborales**: Fomentar un ambiente de trabajo positivo, gestionando la comunicación entre el equipo, resolviendo conflictos y promoviendo la colaboración.
- ✓ **Seguridad y Salud en el Trabajo**: Implementar políticas y prácticas que garanticen la seguridad y bienestar del personal en el lugar de trabajo, cumpliendo con normativas y regulaciones.
- ✓ **Gestión de la Diversidad**: Promover un entorno inclusivo y diverso, asegurando que se valoren diferentes perspectivas y habilidades.
- ✓ **Retención de Talento**: Estrategias para mantener a los empleados motivados y comprometidos, reduciendo la rotación de personal y fomentando la lealtad.

2.6.7 Área: Comunicaciones

El área de Comunicaciones en la ejecución de proyectos de infraestructura se encarga de gestionar el flujo de información entre todos los interesados del proyecto, asegurando que la

comunicación sea efectiva, clara y oportuna. Esta área es fundamental para el éxito del proyecto y abarca varios aspectos clave:

- **Planificación de la Comunicación**: Definir cómo se gestionarán las comunicaciones durante el proyecto, incluyendo los canales, la frecuencia y los formatos de los informes.
- **Identificación de Interesados**: Identificar a todas las partes interesadas, como el equipo del proyecto, contratistas, proveedores, autoridades locales y la comunidad, y entender sus necesidades de información.
- **Canales de Comunicación**: Establecer los medios a través de los cuales se compartirá la información, como reuniones, correos electrónicos, informes, plataformas de gestión de proyectos y redes sociales.
- **Flujo de Información**: Asegurar que la información relevante fluya de manera adecuada entre todos los interesados, tanto de forma ascendente (de los equipos hacia la dirección) como descendente (de la dirección hacia los equipos).
- **Informes de Progreso**: Elaborar y distribuir informes regulares sobre el estado del proyecto, avances, problemas y cambios, garantizando que todos estén informados.
- **Gestión de Conflictos**: Facilitar la resolución de conflictos a través de una comunicación abierta y efectiva, asegurando que se aborden las preocupaciones de los interesados.
- **Recopilación de Retroalimentación**: Establecer mecanismos para recibir comentarios y sugerencias de los interesados, lo que ayuda a mejorar la gestión del proyecto y a abordar problemas de manera proactiva.
- **Cierre del Proyecto**: Al finalizar el proyecto, comunicar los resultados, lecciones aprendidas y evaluaciones finales a todos los interesados.

2.6.8 Área: Riesgo

El área de riesgo en la ejecución de proyectos de infraestructura se refiere a los potenciales eventos o condiciones que pueden impactar negativamente en el alcance, tiempo, costos y calidad del proyecto. Estos riesgos pueden ser internos o externos y abarcan una variedad de aspectos, incluyendo:

- ✓ **Riesgos técnicos**: Problemas relacionados con la tecnología utilizada, diseño, especificaciones técnicas o métodos de construcción.
- ✓ **Riesgos financieros**: Fluctuaciones en costos, disponibilidad de financiamiento y cambios en tasas de interés.
- ✓ **Riesgos legales y regulatorios**: Cambios en leyes, normativas o permisos necesarios que pueden retrasar o detener el proyecto.
- ✓ **Riesgos ambientales**: Impactos negativos en el medio ambiente que pueden surgir durante la construcción, así como cambios en la legislación ambiental.
- ✓ **Riesgos de gestión**: Fallos en la planificación, falta de comunicación entre partes interesadas o ineficiencias en la gestión del proyecto.
- ✓ **Riesgos sociales**: Oposición de la comunidad local, conflictos laborales o problemas de relaciones públicas.
- ✓ **Riesgos naturales**: Desastres como terremotos, inundaciones o tormentas que pueden afectar la construcción y operación del proyecto.

2.6.9 Área: Adquisiciones

El área de adquisiciones en la ejecución de proyectos de infraestructura se encarga de obtener todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto de manera efectiva. Esto

incluye la compra de materiales, la contratación de servicios y la gestión de contratos. Las funciones principales de esta área incluyen:

- ✓ **Identificación de necesidades**: Determinar qué recursos (materiales, equipos, servicios) se requieren para el proyecto.
- ✓ **Selección de proveedores**: Buscar y evaluar a los proveedores potenciales, asegurando que cumplan con los requisitos técnicos y financieros.
- ✓ **Negociación de contratos**: Establecer acuerdos con los proveedores, que incluyan precios, plazos de entrega, condiciones de pago y cláusulas de calidad.
- ✓ **Gestión de contratos**: Supervisar el cumplimiento de los contratos, asegurando que se entreguen los recursos según lo acordado y resolver cualquier disputa que surja.
- ✓ **Control de costos**: Monitorear y controlar los gastos relacionados con las adquisiciones para mantener el proyecto dentro del presupuesto.
- ✓ **Cumplimiento normativo**: Asegurarse de que todos los procesos de adquisición cumplan con las normativas legales y regulaciones aplicables.

2.6.10 Área: Interesados

El área de interesados en la ejecución de proyectos de infraestructura se refiere a la identificación, análisis y gestión de todas las partes involucradas o afectadas por el proyecto. Los interesados, pueden incluir:

- ✓ **Clientes y patrocinadores**: Aquellos que financian el proyecto o son los beneficiarios finales.
- ✓ **Gobiernos y autoridades regulatorias**: Entidades que emiten permisos y regulan el cumplimiento de normativas.

- ✓ **Comunidades locales**: Residentes y grupos que pueden verse afectados por el proyecto, ya sea positiva o negativamente.
- ✓ **Proveedores y contratistas**: Empresas o personas que suministran materiales, servicios o mano de obra.
- ✓ **Empleados y equipos de trabajo**: Los que están directamente involucrados en la ejecución del proyecto.

Las principales funciones del área de interesados incluyen:

- **Identificación**: Reconocer a todos los interesados relevantes y sus expectativas.
- **Análisis de influencia e interés**: Evaluar el grado de influencia y el interés de cada grupo en el proyecto.
- **Comunicación**: Desarrollar estrategias para mantener informados a los interesados y gestionar sus expectativas.
- **Participación**: Involucrar a los interesados en el proceso de toma de decisiones, especialmente a aquellos que puedan ser afectados directamente.
- **Gestión de conflictos**: Abordar y resolver disputas o preocupaciones que puedan surgir entre los diferentes grupos.

2.7 Recursos y metodologías tecnológicas que debe usar el *Project Management.*

El campo del desarrollo de proyectos de infraestructura es muy amplio y requiere el uso de muchos recursos y metodologías tecnológicas que permiten disminuir costos, ahorrar tiempo, evitar la ejecución incorrecta de proyectos, visualizar errores en el papel antes de que ocurran en el campo de la ejecución del proyecto. El uso de estos recursos tecnológicos permite incluir herramientas digitales y software que permiten modelar un proyecto en 3D, almacenar y analizar

datos de medidas de las construcciones, calcular medidas desconocidas de curvas de nivel, entre otras. Todas estas tecnologías emergentes, las metodologías agiles, las herramientas de gestión de proyectos permiten una planificación y seguimiento más eficiente, facilitando la asignación de tareas, el seguimiento del progreso y la colaboración en equipo.

El *Project Management* al utilizar recursos y metodologías tecnológicas obtiene ventajas como las siguientes: a- entrega rápidas y continuas del software funcionando, b-concibe el proyecto en partes homogéneas entendido como la capacidad de “dividir” al proyecto en partes capaces de realizar cualquier modificación en la marcha, c-promueven el trabajo colectivo ya que los beneficios del uso del software fomentan el trabajo multidisciplinario, la autonomía y transparencia del equipo de trabajo, d-predice resultados minimiza riesgos esto es importante para el uso eficiente de los recursos económicos y del tiempo.

2.7.1 Innovaciones tecnologías (Tecnologías Emergentes).

Son innovaciones tecnológicas como el uso de herramientas digitales y software de gestión, entre ellas, el uso de BIM *(Building Information Modeling)* y finalmente el uso de IoT (Internet de las Cosas) en el seguimiento de proyectos.

2.7.1.1 BIM *(Building Information Modeling).*

De acuerdo con el investigador chileno Nicolás Andrés Trejo Carvajal, el BIM se origina desde el diseño asistido computacionalmente y su primer *software* comercial, apareció en 1957 gracias al Dr. Patrick J. Hanratty, quien posteriormente incursionó en gráficos generados por computadora, llegando al diseño automatizado por computadoras (DAC). Este fue el primer sistema que utilizará gráficos interactivos, pasando de dibujar planos “a mano” a realizarlos en computadora, con todas las ventajas que conlleva. El

BIM es el proceso holístico de creación y administración de la información de la información de un activo construido, basado en un modelo inteligente e impulsado por una plataforma en la nube., BIM integra datos estructurados y multidisciplinares para generar una representación digital de un activo durante todo su ciclo de vida desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones.

Esta tecnología sufrió diversos cambios en el tiempo, ya que era necesario satisfacer los requerimientos de los grandes proyectos. Por lo que distintas características eran añadidas a estas herramientas, con el fin de disminuir tiempo de trabajo, errores de diseño, lograr modelos de superficie y sólidos. Aun así, seguía siendo complejo editar, actualizar, ingresar y extraer información de los modelos. Por ello, se instauró la tecnología paramétrica, con el fin de optimizar el proceso completo.

Los países líderes en el uso de BIM son Finlandia, Noruega, Suecia, Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, China y Singapur y cabe mencionar, que hay más países incrementando el uso de BIM en sus proyectos, como el Reino Unido, España, Holanda, entre otros.

Mediante el uso del BIM *(Building Information Modeling)* se realiza el modelaje de construcciones de infraestructura en 3D, el cual después se construye en donde un ejemplo es el edificio del Helsinki Airport en Finlandia que mide una superficie de 1800 hectáreas (4448 acres) y cuenta con tres pistas y por eso es el aeropuerto con mayor tráfico del país.

2.7.1.2 Internet LoT (Internet de las Cosas).

El Internet de las cosas (IoT) está experimentando un crecimiento exponencial producto de la disminución de los costos en la computación, especialmente en algunos de sus

componentes como sensores, ancho de banda y de procesamiento, la proliferación de los teléfonos inteligentes, la conectividad y el ascenso de la nube.

Los elementos del IoT son tres componentes o elementos básicos que interactúan entre sí: a) el hardware, como sensores, actuadores (dispositivos que controlan los sistemas) y otros dispositivos de comunicación alojados en los objetos; b) la plataforma de middleware, que es el software que permite el intercambio de información entre las aplicaciones, así como las herramientas computacionales que permitan el análisis de datos; y c) las herramientas que en forma fácil permitan la visualización e interpretación de la información y que deben ser diseñadas para ser accesadas por diferentes aplicaciones y dispositivos.

Para entender de una forma más sencilla el Internet de las cosas, podemos analizar los siguientes avances donde hay comunicación entre el internet y un objeto.

Puertas de garajes Inteligentes	Otro ejemplo de Internet de las cosas es Garageio, un dispositivo que puede controlar el acceso al garaje mediante una aplicación. Desde el celular puedes abrir y cerrar las puertas, así como recibir alertas cuando esta se abra. Incluso puedes permitir el ingreso a otras personas desde cualquier parte con un solo clic.
Reguladores de Luz	Un startup especializado en el mundo del Internet de las cosas llamada Plum desarrolló un regulador de luz inteligente y dos formas de volver los enchufes Smart**.** A través de una app, se puede controlar la electricidad, conectarla o desconectarla y regular las luces de casa.

Fuente: https://www.idat.edu.pe/blog/internet-de-las-cosas-10-ejemplos-innovadores.

2.7.2 Metodologías Ágiles.

Las metodologías Ágiles permiten cambiar las prioridades de cada fase del proyecto, según los objetivos y necesidades del cliente y está orientada a obtener resultados tangibles desde la planificación del proyecto. Algo muy importante de tener en cuenta es que esta cuando hablamos de Metodologías Agiles no debemos pensar en que se trata de una simple herramienta informática, sino en una estrategia integral que impulsa a las organizaciones a gestionar, desarrollar, evaluar y cerrar proyectos satisfactoriamente y muy rentables. Dentro de las metodologías Ágiles tenemos: Scrum y Kanban. La metodología Agile ayuda en el desarrollo de proyectos que necesitan rapidez y flexibilidad.

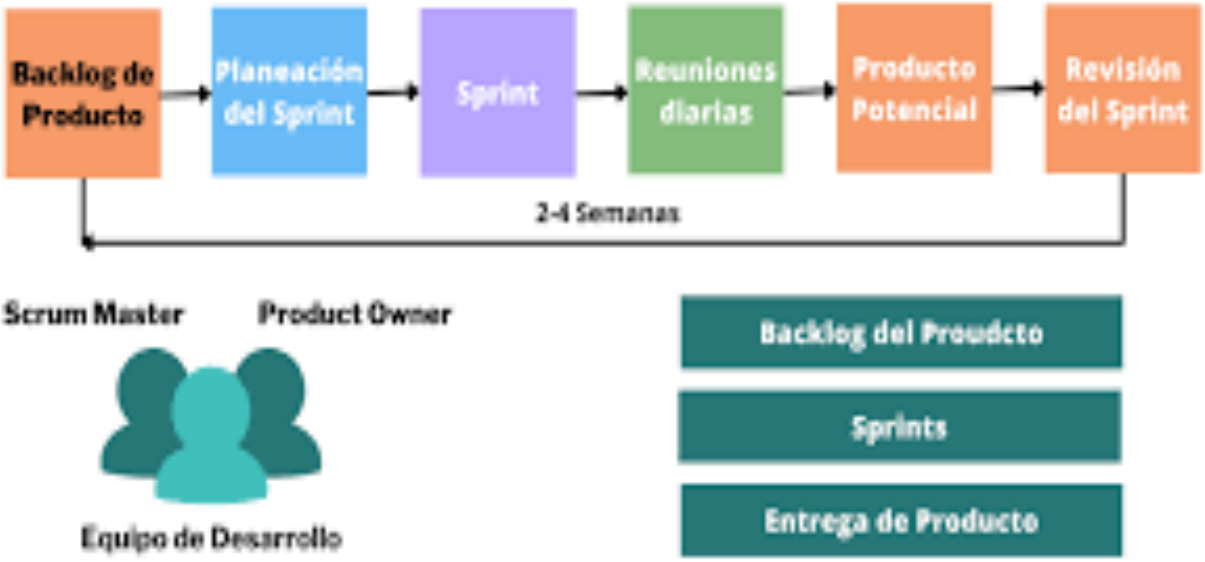
En cuanto a las metodologías Ágiles fueron creadas en 1995 por Jeff Sutherland y Ken Schawaber, quienes son miembros fundadores del movimiento del Agilismo. Pero en 1985 habían presentado la metodología SCRUM por Ken Schawaber.

2.7.2.1 Metodología SCRUM

La metodología Scrum es un marco de trabajo ágil a través del cual las personas pueden abordar problemas complejos adaptivos a la vez que se entregan productos de forma eficiente y creativa con el máximo valor. Así, entonces Scrum es una metodología que ayuda a los equipos a colaborar y realizar un trabajo de alto impacto. La metodología Scrum proporciona un plan de valores, roles y pautas para ayudar al equipo a concertarse en la iteración y la mejora en los proyectos complejos.

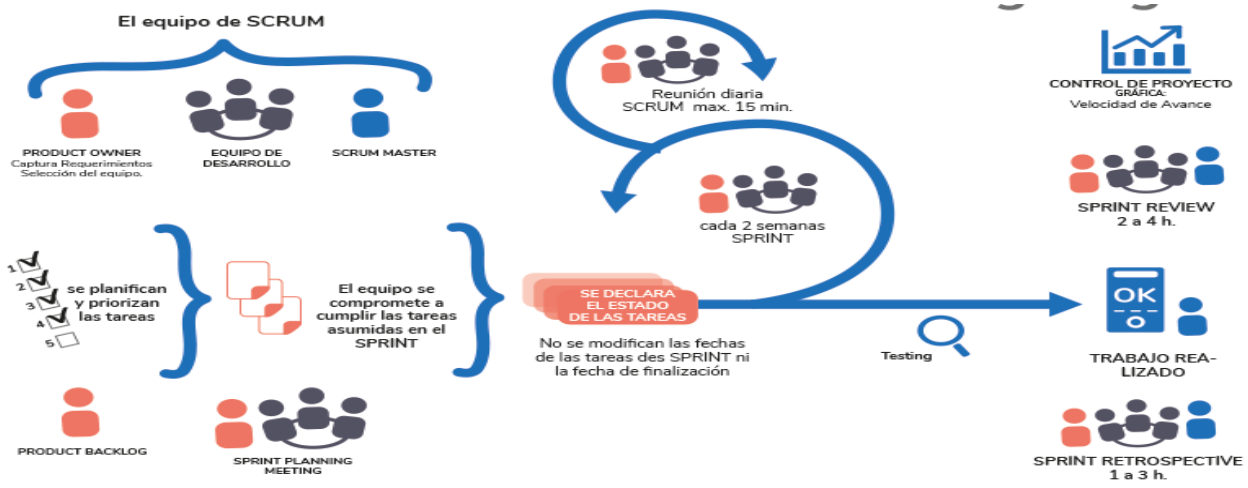
Esta metodología hace referencia al conjunto de procesos y actividades que se siguen para entregar un producto o un conjunto de funcionalidades en iteraciones. Es la forma en que se gestionan y coordinan las tareas dentro del marco de trabajo ágil para alcanzar los objetivos de un proyecto.

Cuadro N· 2 Flujo de Trabajo en Scrum



Fuente: Tomado de ntevenio.com/blog/2020/02/que-es-la-metodologia-scrum/

Cuadro N· 3 Flujo del equipo de Scrum



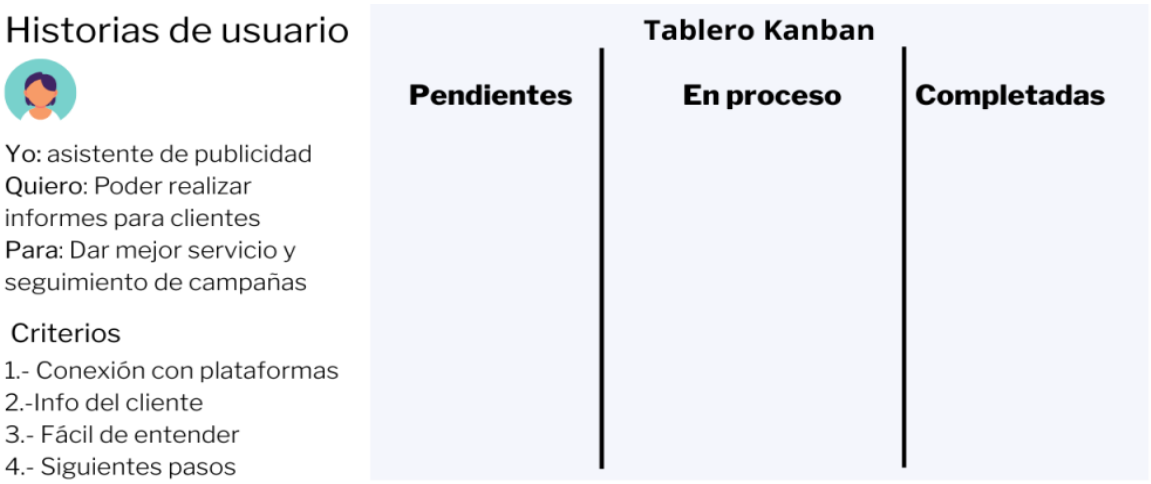
Fuente: https://www.masterditec.com/2018/05/26/formacion-en-metodologia-scrum/

2.7.2.2 Metodología Kanban

La Metodología Kanban es una palabra proviene del japonés y que significa en español tarjeta visual, y se expresa en un tablero con tres columnas en donde aparecen las palabras: pendientes, que se refiere a las tareas por realizar, en progreso, que se refiere a los trabajos que se están ejecutando y por último completadas, que se refiere a las tareas ya terminadas. Al lado de las columnas aparecen las tareas por realizar y los responsables.

Esta metodología propone visualizar el desarrollo del proyecto en la realidad y propicia una comunicación en tiempo real entre los involucrados.

Cuadro N· 4 Tablero de Kanban



Tomado: https://www.productiviza.com/scrum-ejemplos-practicos-y-reales-explicados/

2.7.3 Herramientas de gestión de proyectos.

Algunas de estas herramientas de gestión son: software como Trello, Asana, Jira, Microsoft Project que permiten una planificación y seguimiento más eficiente, facilitando la

asignación de tareas, el seguimiento del progreso y la colaboración en equipo. A continuación, realizaremos una descripción básica de las herramientas de gestión de proyectos más utilizadas, entre ellas: software Trello, software Asana, software Jira.

2.7.3.1 Software Trello

El software consiste en una herramienta visual que permite a los equipos gestionar cualquier tipo de proyecto y flujo de trabajo, así mismo como supervisar las tareas que se están ejecutando ya que permite añadir archivos, checklists (chequeador de listas) o automatizaciones.

El software Trello funciona a través de una plataforma de formato web, en la que los usuarios pueden vaciar información y recursos multimedia, y organizarla de diversas maneras. Esta organización se visualiza a partir de tarjetas virtuales que pueden arrastrarse y situarse en tableros accesibles desde la plataforma web o desde aplicaciones móviles en los llamados «Espacios de trabajo», que son similares a oficinas virtual. El software Trello ofrece muchas ventajas como las siguientes:

1-cuenta con recursos creativos como herramientas de lluvia de ideas.

2-muestra el progreso en el cumplimiento de un proyecto.

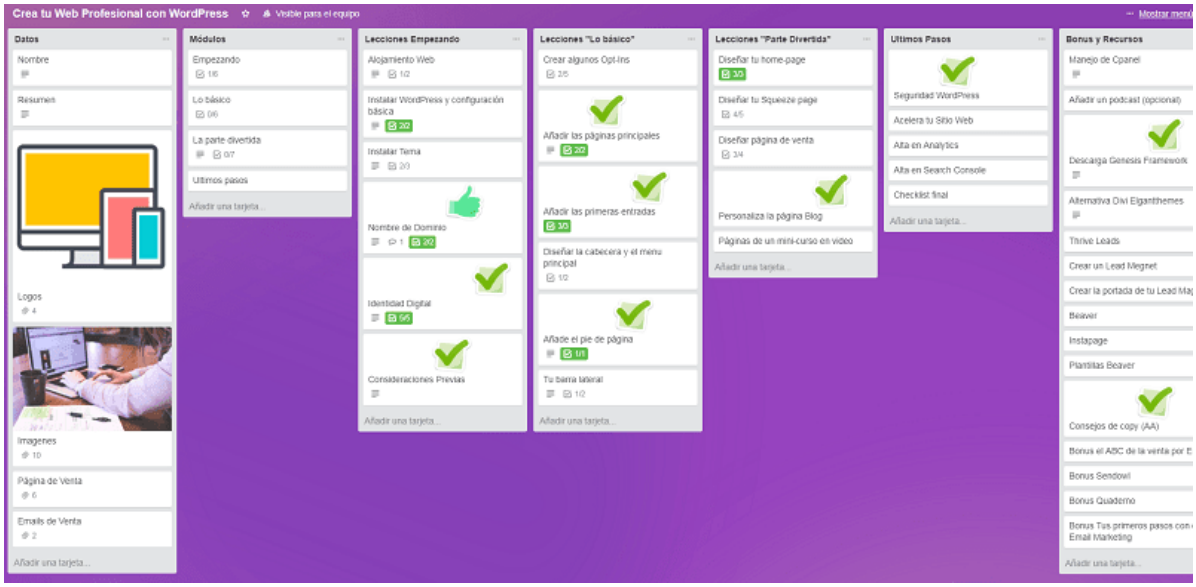
3-facilita la ejecución de un plan de trabajo.

4-ayuda en la gestión de pequeñas y grandes tareas.

5-facilita la organización de la información por medio de recursos visuales.

6-permite el ingreso a un plan de trabajo desde varios usuarios.

Cuadro N· 5 Software Trello



Fuente: https://hormigasenlanube.com/trello/

2.7.3.2 Software Asana

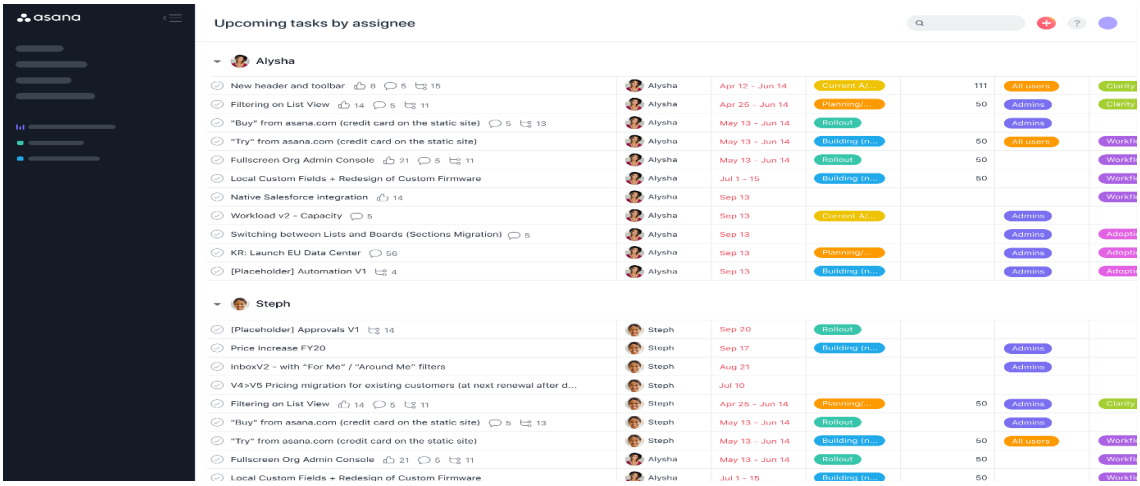
Asana es el software de gestión de proyectos que ayuda a planificar y gestionar de manera más fácil y eficiente el trabajo. Fue creado por Justin Rosentein y Dustin Moskovitz. Es una herramienta que permite gestionar el flujo de trabajo (tareas y proyectos) ofreciendo el detalle de inicio y culminación de cada una de ellas, permite conectar todo el equipo de trabajo para una mejor comunicación, organización y planificación del proyecto en ejecución.

Su uso posee una gran cantidad de ventajas, entre ellas:

- Permite la sincronización con Google Calendar.
- Ofrecer programas recordatorios y tareas recurrentes.
- Es muy fácil de usar para proyectos o tareas cotidianas.
- Cuenta con la opción de cambiar las vistas en función de las preferencias y necesidades.
- E posible entrelazar con correo Gmail.

- Cuenta con una versión gratis.

Cuadro Nº 6 Software ASANA



Fuente: https://forum.asana.com/t/nuevo-crea-graficos-personalizados-en-los-paneles-del-proyecto-para-obtener-mas-visibilidad-del-trabajo-de-tu-equipo/109906

2.7.3.3 Software Jira.

Es la mejor herramienta de gestión de proyectos ágiles que utilizan los equipos para planificar, supervisar, publicar y ofrecer soporte de software de primer nivel con total seguridad. Es la única fuente de información de todo el ciclo de vida de desarrollo, ya que permite a los equipos autónomos moverse con rapidez dentro del contexto y, al mismo tiempo, permanecer conectados con una estrategia empresarial más amplia.

2.7.4 Inteligencia Artificial IA.

La inteligencia artificial conocida por sus siglas como IA, es tecnología que permite que las computadoras simulen la inteligencia y las capacidades del ser humano al resolver problemas escogiendo a la alternativa más eficaz dentro de múltiples opciones favorables que genera el robot o aparato o elemento que lo ejecute. Es cuando logramos vemos robot humanoides

prácticamente independientes de pensamientos e intentando sobrepasar los límites de la inteligencia humana.

Las acciones realizadas por esas máquinas se deben a la combinación con otras tecnologías como es el caso de sensores, geolocalización y la robótica que permite que la IA pueda realizar tareas que de otro modo obligatoriamente requieren de la inteligencia y la intervención humana. Por eso se puede decir que, aunque parezca difícil de creer y por asombrosa que se vea la inteligencia artificial sino sería posible sin el aporte humano, es decir, depende del humano.

La inteligencia Artificial es una herramienta que permite y facilita múltiples tareas, entre las que tenemos:

- ✓ Planificación y diseño: La IA puede analizar grandes volúmenes de datos para optimizar el diseño de proyectos, considerando factores como el costo, el tiempo y la sostenibilidad. Los algoritmos generativos pueden crear múltiples opciones de diseño en función de parámetros específicos.
- ✓ Gestión de proyectos: Herramientas de IA pueden prever retrasos y sobrecostos al analizar datos históricos y en tiempo real, permitiendo a los gerentes tomar decisiones informadas y ajustar los planes de manera proactiva.
- ✓ Monitoreo y mantenimiento: La IA y el Internet de las Cosas (IoT) permiten el monitoreo continuo de infraestructuras. Sensores inteligentes pueden detectar problemas antes de que se conviertan en fallas críticas, facilitando el mantenimiento predictivo.
- ✓ Seguridad en el trabajo: Mediante el análisis de datos y la visión por computadora, la IA puede identificar situaciones peligrosas en el sitio de construcción y alertar a los trabajadores, mejorando la seguridad.

- ✓ Optimización de recursos: La IA ayuda a gestionar el uso de recursos, como materiales y mano de obra, asegurando una distribución eficiente y reduciendo el desperdicio.
- ✓ Simulación y modelado: Las técnicas de simulación impulsadas por IA permiten predecir el comportamiento de infraestructuras bajo diversas condiciones, ayudando a evaluar la viabilidad de proyectos.

2.7.4. 1. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial IA.

La inteligencia artificial tiene múltiples aplicaciones en la vida cotidiana del ser humano, entre las que podemos mencionar las siguientes:

a-reconocimiento automático de voz.

Se puede dar por reconocimiento de voz por computadora o por conversación de voz a texto. Actualmente muchos dispositivos móviles ya incorporar el reconocimiento automático de voz en sus sistemas, por ejemplo, Siri.

Esta función es muy importante porque permite que el encargado del proyecto pueda proyectar en un dispositivo al equipo de trabajo un documento escrito a voz, lo que permite que todos escuchen lo que está plasmado en texto, por ejemplo, en un plano todas las indicaciones escritas.

b- Visión artificial

Uno de los avances significativos de esta tecnología de IA es que permite que las computadoras y los sistemas deriven información significativa a partir de imágenes digitales, videos y otras entradas visuales, y con base en esas entradas, pueden tomar medidas y esta función de la aplicación de tomar medidas es muy importante porque del pendiendo del lugar de la obra no se requiere que el recursos humano (hombre) tenga que hacer ese esfuerzo de medir

con cinta métrica o acomodar su cuerpo con un apostura inusual para tomar para ver una determinada pieza o elemento de la construcción.

Esta capacidad de proporcionar recomendaciones la distingue de las tareas de reconocimiento de imágenes, lo cual posibilita que la visión por ordenador tenga aplicaciones en el etiquetado de fotos en las redes sociales, la obtención de imágenes radiológicas en la sanidad y los coches autónomos en la industria, es decir, vehículos que se maneja de manera independiente.

Es ahí en donde podemos ver que la Inteligencia Artificial permite que los equipos tengan de alguna manera visión y pueden autocontrolarse para hacer actividades en donde se requiere la coordinación óculo -manual, si hablamos de un ser humano, pero en las máquinas sería esa relación de coordinación entre visión y movimiento específico.

c-de la cadena de suministro de materiales y otros.

Es importante saber que para que esta función se ejecute satisfactoriamente se requiere que la robótica adaptativa actúe sobre la información de los dispositivos de Internet de las cosas (IoT), entendidas como aquellas cosas que están conectadas a Internet y posee datos estructurados y no estructurados para tomar decisiones autónomas. Las herramientas de PLN (procesador de lenguaje natural) pueden comprender el habla humana y reaccionar a lo que se les dice, en este caso tenemos los robots. En cuanto al uso de esta tecnología podemos decir que permite aplicar la capacidad de respuesta a la demanda, la optimización del inventario y la red, el mantenimiento preventivo y la fabricación digital, es cuando nos asombramos con los proyectos de los desarrolladores asiáticos.

Los algoritmos que poseen estos softwares permiten que una máquina determinada analice datos en tiempo real, ayudando a las cadenas de suministro de productos realizar las tareas más rápidas y de manera más eficiente y un avance inesperado de la inteligencia artificial fue el lanzamiento de ChatGPT que muestra un punto alto en el procesamiento de datos y los avances se produjeron en la visión por computadora, pero el salto se produce en el

procesamiento de lenguaje natural (PLN). Es importante comprender que actualmente la IA generativa puede aprender y sintetizar no solo el lenguaje humano sino también otros tipos de datos, como imágenes, vídeos, códigos de software.

2.7.5 Metodologías Ágile.

La metodología Ágile es un enfoque para la gestión de proyectos que utiliza cuatro pilares clave y doce principios para organizar los proyectos. Los cuatro pilares de las metodologías Ágile están diseñados para valorar son:

- ✓ Personas e interacciones por encima de herramientas y procesos
- ✓ Software funcional por encima de documentación exhaustiva
- ✓ Colaboración con el cliente por encima de negociación contractual
- ✓ Respuesta ante el cambio por encima de seguir un plan

Para definir la metodología Ágile, el método se basa en el concepto de olas continuas de planificación y ejecución de proyectos, lo que te permite adaptar y desarrollar continuamente un plan, alcance y diseño a lo largo del proyecto.

De acuerdo con la definición de metodología Ágile, los proyectos requieren un enfoque interactivo que admite entregas incrementales, frecuentes y coherentes de productos funcionales al cliente. Este enfoque innovador garantiza que el equipo de proyecto pueda entregar productos concretos de manera coherente sin retrasarse por los cambios y los requisitos cambiantes.

Ágile tiene un alto nivel de participación del cliente e incluye revisiones frecuentes del progreso tanto con el equipo del proyecto como con el cliente.

Hay varios esquemas diferentes que se pueden utilizar para ejecutar un proyecto Ágile y algunos de los esquemas más populares incluyen: *Scrum, Kanban, Extreme Programming.*

Se determinó que al dividir un proyecto en iteraciones más cortas que podrían desarrollarse y probarse de forma sencilla y rápida, el cliente podría hacer revisiones y podrían realizarse cambios sin tener que esperar al producto final. Así, se creó la metodología Ágile para el desarrollo de software.

- Los principios de la metodología Ágile que deben seguir todos los proyectos, son los siguientes:

- ✓ Nuestra máxima prioridad es satisfacer al cliente a través de la entrega anticipada y continua de software valioso. El primer principio de la metodología establece que los clientes deben recibir entregas o iteraciones del proyecto en intervalos regulares a lo largo del ciclo de vida de su proyecto, en lugar de solo una entrega del producto al final.

- ✓ Aprecia los requisitos cambiantes, incluso al final del desarrollo. Los procesos aprovechan el cambio para la ventaja competitiva del cliente. Uno de los problemas que los autores del Manifiesto encontraron con la gestión tradicional de proyectos es que era difícil complacer las solicitudes de cambio de última hora del cliente. Este principio garantiza que los proyectos Agile tengan la capacidad de adaptarse a cualquier cambio, sin importar en qué momento haya que hacerlo, con un retraso mínimo.

- ✓ Entrega de software funcional con frecuencia, desde un par de semanas hasta un par de meses, con preferencia por el plazo más corto. Los proyectos planean plazos de proyectos cortos y frecuentes que permiten una rápida entrega de productos funcionales. A menudo, los proyectos Agile se dividirán en intervalos de proyecto de una a cuatro semanas y cada uno de ellos terminará con la entrega de un producto.

- ✓ Los empresarios y desarrolladores deben trabajar juntos todos los días durante todo el proyecto. Este principio establece que la comunicación regular con todas las partes interesadas es fundamental para el éxito del proyecto. Normalmente, esto implica una breve reunión diaria tanto con el equipo del proyecto como con otras partes interesadas clave.

- ✓ Desarrolla proyectos en torno a personas motivadas. Busca brindar el entorno y el apoyo que necesitan y confía en ellas para que hagan el trabajo y un concepto clave de la metodología de gestión de proyectos es que hay que colocar a las personas adecuadas en los puestos idóneos y hay que darles la autonomía necesaria para hacer bien su trabajo. Es importante diseñar un equipo de proyecto basado en capacidades en lugar de en puestos de trabajo o cargos dentro de la empresa.

- ✓ El método más eficiente y efectivo para transmitir información a un equipo de desarrollo y dentro de él es la conversación cara a cara. Los creadores creen firmemente en la importancia de que los equipos y las partes interesadas se encuentren en el mismo lugar siempre que sea posible, ya que la comunicación cara a cara es más efectiva que otras opciones, como el correo electrónico o el teléfono. Si el equipo no puede estar en la misma ubicación, la videoconferencia es una opción que aún puede captar algunos de los mismos valores, como las señales no verbales.

- ✓ El software funcional es la medida principal del progreso y el énfasis dentro de la metodología se pone en proporcionar resultados completos y funcionales. Esto siempre debe tener prioridad sobre cualquier requisito adicional, como la documentación del proyecto. Además, otras métricas, como las horas dedicadas o el tiempo transcurrido, no se consideran tan importantes como entregar productos funcionales.

- ✓ Los procesos Ágile promueven el desarrollo sostenible porque los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben poder mantener un ritmo constante indefinidamente. De acuerdo con este principio, los proyectos deben tener un ritmo constante para cada ciclo iterativo dentro del proyecto. Este desglose debería eliminar la necesidad de horas extra o plazos en caso de fallos, al tiempo que promueve la producción frecuente de productos funcionales. También debe crear un ciclo repetible que el equipo pueda seguir continuamente durante el tiempo que sea necesario.

- ✓ La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la agilidad por lo que un enfoque principal de un proyecto desarrollado con la metodología debería ser mejorar el producto final y lograr avances sistemáticamente a lo largo del tiempo. En otras palabras, cada reiteración debe ser una mejora con respecto a la anterior, y el equipo siempre debe buscar nuevas innovaciones.

- ✓ La simplicidad, el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial. El objetivo de un proyecto es hacer lo suficiente para completar con éxito el proyecto encargado y cumplir con las especificaciones solicitadas.

- ✓ Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños surgen de equipos autoorganizados. Por lo que la metodología se basa en la creencia de que se requieren equipos motivados, autónomos y cualificados para ofrecer los mejores resultados y productos. Los equipos deben estar capacitados para organizarse y estructurarse según sea necesario. Deben tener la libertad de colaborar e innovar como mejor les parezca, sin verse obstaculizados por demasiada supervisión.

- ✓ A intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre el actuar, luego sintoniza y ajusta su comportamiento en consecuencia. Un equipo exitoso y motivado requiere un fuerte enfoque en cómo puede potenciar sus habilidades y procesos para crecer y mejorar

continuamente. El equipo debe tener revisiones periódicas sobre su rendimiento y resultados, incluida una conversación sobre cómo puede mejorar a medida que avanza.

2.7.5.1 Ventajas de la gestión de proyectos Ágile

Los proyectos desarrollados con la gestión de proyectos Ágile son muchas, entre las que se citan las siguientes:

a-cualquier proyecto que evolucione con el tiempo o que no tenga un alcance y requisitos claros al principio.

b-organizaciones que trabajan en un entorno que cambia rápidamente, como la tecnología.

c-organizaciones que necesitan trabajar estrechamente con sus clientes y otras partes externas durante la vida del proyecto.

d-empresas que hacen hincapié en la mejora de procesos y productos y buscan constantemente innovar.

e-proyectos que tienen muchas tareas interdependientes, donde el equipo necesita trabajar en estrecha colaboración y comunicarse con frecuencia para garantizar el éxito.

f-empresas que necesitan crear un prototipo antes de generar el resultado final del proyecto.

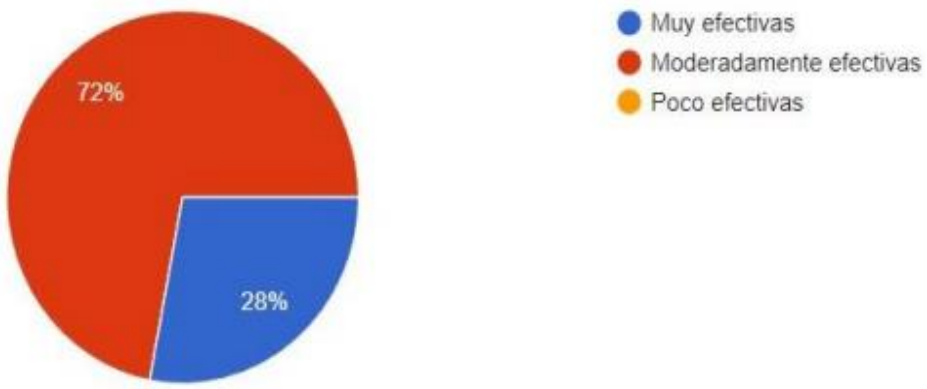
g-proyectos que requieren comentarios rápidos de las partes interesadas sobre cada iteración del producto antes de pasar a la siguiente versión.

2.8 El *Project Management* en la empresa privada en Costa Rica.

En Costa Rica encontramos resultados interesantes sobre un estudio realizado a la comunidad de *Project Management* en Linkedin (Navarro, 2024), en donde se usó la metodología cuantitativa para recopilar la información sobre el impacto del uso de las metodologías Agiles en la gestión de proyectos y se analizó los desafíos específicos como la resistencia al cambio por la mayoría de los profesionales en el campo del desarrollo de proyectos de infraestructura, la falta de respaldo gerencial, y la inconsistencia en las prácticas de los equipos.

Del estudio se logró señalar que, aunque el ajuste de equipos ya enfoques ágiles es considerado positivo en un 72% de la población encuestada, la capacidad de adaptación a cambios es evaluada de buena a excelente. Sin embargo, el mismo estudio se destacó como el aspecto más difícil de alcanzar. Por otra parte, el estudio nos permite afirmar que uno de los desafíos más importantes por superar en la adopción del uso de las metodologías ágiles es la falta de capacitación en el uso de esas metodologías a los actores del proceso de desarrollo de proyectos de infraestructura y limitaciones tecnologías presentes en los procesos y la resistencia al cambio.

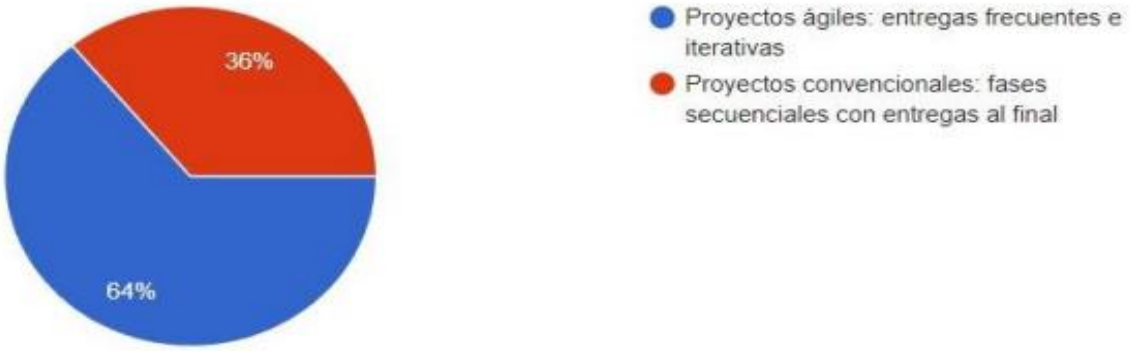
Figura Nº 1 Evaluación de la efectividad de las herramientas en la gestión Ágile.



Tomado: Desafíos en la Administración de Proyectos por Medio de la Ejecución de Metodologías Ágiles en las Empresas Privadas, (Navarro,2024 pág. 11)

En la empresa privada, según el estudio al utilizar las metodologías ágiles como: Scrum, Kanban, Jira, Asana y otras, los profesionales en la ejecución de los proyectos de infraestructura se logran que los proyectos sean entregados en menor tiempo y con mejores resultados.

Figura Nº 2 Metodología con mejor eficiencia en la entrega de proyectos en términos de tiempo y resultados.



Tomado: Desafíos en la Administración de Proyectos por Medio de la Ejecución de Metodologías Ágiles en las Empresas Privadas, (Navarro,2024 pág. 15).

En la investigación se lograr detectar que las principales Metodologías Ágiles utilizadas en la Administración de proyectos Se evidencia una clara preferencia por las metodologías ágiles, especialmente Kanban y Scrum, según los resultados obtenidos. Estas metodologías son consideradas efectivas para mejorar la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente, en la gestión de proyectos. No obstante, se destaca que algunas empresas podrían no estar aprovechando completamente el potencial de otras metodologías ágiles menos empleadas, como Crystal y XP. Sin embargo, podemos afirmar que el *Project Management* en la empresa

privada utiliza las herramientas tecnológicas de manera eficiente y se apoya en metodologías agiles para llevar el control del avance de los proyectos y eso le garantiza que los proyectos ejecutados sean de calidad y que el tiempo de realización del proyecto se ejecute en un lapso razonable.

2.9 El *Project Management* en la empresa pública (Estado) en Costa Rica

En la investigación realizada sobre los retos de la infraestructura en Costa Rica de cara al siglo XXI el autor señala textualmente lo siguiente:

> "La pobre infraestructura de carreteras se traduce en pérdida de tiempo, mayores costos de transporte, alto gasto en combustible, contaminación ambiental y mayores accidentes, lo cual está afectando seriamente la calidad de vida de la población y la competitividad del país". (Ortiz,2023)

El problema de la infraestructura en Costa Rica es estructural porque el modelo de planificación, ejecución y administración de infraestructura del país es obsoleto e inoperante. La única forma de suministrar al país la cantidad y calidad de infraestructura que necesita para ser competitivo, es cambiando el modelo seguido hasta el momento, para lo cual hay que aplicar metodologías de administración de proyectos de vanguardia y dejar de politizar las instituciones como COSEVI, CONAVI y MOPT mediante nombramientos de directivos y personal gerencial bajo influencias de los políticos de turno o de los partidos de oposición.

El desarrollo de infraestructura permite la competitividad de un país a nivel mundial y genera el bienestar de sus habitantes que está directamente relacionada a la provisión y calidad de su infraestructura y podemos afirmar que un país que no invierte lo suficiente en

infraestructura de calidad, está condenado a afectar su competitividad y la calidad de vida de sus habitantes por falta de oportunidades.

Figura Nº 3 Situación de la infraestructura en la región.

Índice de Competitividad Global 2019 Word Economic Forum
(calidad y eficiencia en infraestructura)

País	Ranking Global de 141 países	Calificación Global en Infraestructura	Carreteras	Aeropuertos	Puertos	Trenes	Electricidad	Agua y Saneamiento
Singapur	1	95.4	90.9	95.5	90.80	80.1	100	96.8
Chile	42	76.3	70.1	65.7	65.7	36.0	100	85.5
México	54	72.4	58.4	57.4	55.2	38.0	91.2	63.7
Panamá	59	69.5	57.8	81.8	78.3	63.5	89.0	58.6
Costa Rica	63	68.7	33.0	62.6	48.5	-	93.5	84.1
República Dominicana	79	64.9	61.6	68.8	65.3	-	91.3	48.5
El Salvador	90	61.0	52.6	57.7	40.2	-	90.9	42.1
Honduras	99	57.4	50.93	54.60	56.6	-	87.0	46.8
Guatemala	102	55.9	24.1	52.4	48.4	-	91.6	56.4
Nicaragua	104	55.6	53.8	45.1	36.4	-	81.2	41.2

Fuente: Los retos de la infraestructura en Costa Rica de cara al siglo XXI (Ortiz,2023).

La situación de la infraestructura que incluyen carreteras, aeropuertos, puertos, trenes, electricidad agua y saneamiento en la región de América es deficiente y así lo demuestra el estudio en donde se comparan los índices de países de América con respecto al gigante asiático Singapur que se ubica en el primer lugar del ranking mundial con una clasificación de 95,4 y Costa Rica ocupa el lugar 63 con una calificación de 68,7. Un dato interesante, que vale la pena rescatar es el caso de Panamá que siendo un país pequeño y centroamericano se ubica en primer lugar de los países de Centro América y el puesto 59 con una clasificación de 69,5 en donde sobresalen el sistema eléctrico y los aeropuertos por su calificación asignada por el índice de competitividad Global 2019 Word Economic Forum.

De acuerdo al estudio se pudo comprobar que según el Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional pavimentada de Costa Rica 2021 del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) se hicieron mediciones que concluyeron que un 62,82% de las carreteras nacionales son candidatas para recibir un mantenimiento que permita conservar su buena condición, mientras que un 25,13% necesita de trabajos que hagan recuperar la regularidad de la superficie de tránsito.

Lo anterior señala evidentemente que los Project Management de la empresa pública, es decir, del Estado no están haciendo bien su trabajo, quizás por falta de capacidades o conocimientos o más bien por el alto nivel de corrupción que ha existido en instituciones como CONAVI, MOPT, ICE u otras que desarrollan proyectos de infraestructura.

Sin embargo, un tema muy interesante y que tiene que ver mucho con esta investigación en cuanto al uso de innovaciones tecnológicas, al uso de metodologías ágiles y sobre todo a las capacidades de los *Project Management* en cuanto al desarrollo exitoso de proyectos de infraestructura mediante es el uso eficiente y eficaz de los recursos financieros, recurso humano y recursos de maquinarias para obtener un buen productos final y sobre todo satisfacción del cliente o del usuario y por lo visto en Costa Rica no se logra ya que como veremos en el siguiente gráfico los proyectos de infraestructura vial tardan mucho tiempo en proceso y no se concluyen en los tiempos razonables y su valor se duplica de manera inexplicable.

Cuando se estudia lo que ha sido el intento de desarrollo de varios de los principales proyectos de infraestructura del país, muchos de los cuales tienen décadas de estar tratándose de completar, se debe concluir que el problema de gestión de la infraestructura es sumamente preocupante y requiere que se resuelva de una vez por todas y que no hay una razón válida para que el país tarde décadas planificando y ejecutando proyectos de infraestructura de manera errónea y que el Estado este pagando millones de dólares en proyectos fallidos por intención de un grupo de funcionarios y políticos corruptos.

Figura Nº 4 Atrasos en la ejecución de proyectos de infraestructura y transporte.

Proyecto	Año de Planeación	Atraso en años al 2023
Circunvalación (1)	1963	60
Carretera nueva a San Carlos (2)	1969	54
Aeropuerto Metropolitano (3)	1973	50
Tren eléctrico de pasajeros para el GAM (4)	1985	38
Ampliación Carretera SJ-San Ramón (5)	1996	27
Sectorización de Buses (6)	1999	24
Ampliación Carretera SJ-Cartago (7)	2013	10
Ampliación Ruta 27 (SJ-Caldera) (8)	2014	9

Fuente: Los retos de la infraestructura en Costa Rica de cara al siglo XXI (Ortiz,2023).

Los anteriores ejemplos de obras de infraestructura dejan en evidencia que los *Project Management* no realizan su trabajo de acuerdo con los lineamientos que emana el *Project Management Institute* ya que no cumplen con sus funciones y por lo visto se conocimiento no es el más idóneo para el desarrollo de proyectos y por último demuestra que no utilizan innovaciones tecnológicas, ni metodologías ágiles que faciliten su trabajo y que les permitan obtener resultados satisfactorios. Es evidente que en todos estos proyectos la labor del Gestor de proyectos no fue la idónea ya que en ninguna circunstancia es rentable para una empresa el tomar un proyecto y tardar desde 9 años hasta 60 años de retraso como ha ocurrido con el estado costarricense.

Si bien es cierto, que estos proyectos mencionados en el cuadro anterior, no se han logrado por muchos motivos entre los que podemos mencionar licitaciones tardías, lentas expropiaciones, manipulación ene le precio por pare de las empresas desarrolladoras y por último, falta de control, falta de supervisión y falta de exigir cumplimientos de los plazos establecidos para la entrega.

En la investigación sobre la realidad de la infraestructura en Costa Rica, realizada por Gustavo Ortiz Madrigal indica textualmente lo siguiente:

> Causa # 2: No existe un sistema eficiente de gestión de infraestructura. La Contraloría General de la República ha determinado que el gobierno central no cuenta con un sistema adecuado para la administración de la infraestructura del país que permita planificar, administrar y desarrollar proyectos eficientemente (Ortiz, 2023).

Parte de esa realidad queda demostrada cuando en el año 2021 en una comparecencia de la Contralora General de la República, Marta Acosta, ante la Asamblea Legislativa, esta manifestó:

> "Desde el año 2018 la Contraloría, mediante informe de Auditoría, se informó que el modelo de gestión para la construcción y conservación de la infraestructura vial está agotado, presenta mayores riesgos para el sector público, no incentiva la eficiencia y reduce la transparencia y la prevención de la corrupción (Acosta, 2021).

Por lo que, de la realidad expuesta por la Contralora General de la República ante la Asamblea Legislativa, podemos afirmar que el Estado no cuenta con un *Project Management* eficiente en sus instituciones que lideran el desarrollo y mantenimie3nto de la infraestructura vial y sobre el Consejo Nacional de vialidad señala la jerarca:

> CONAVI posee un sistema de control y seguimiento de los
> proyectos carentes de elementos básicos, obsoleto, complejo y
> sin apoyo en la tecnología (Acosta, 2021).

De acuerdo con la realidad que vivimos día a día los habitantes en nuestro país queda demostrado que falta un norte en la planificación de las obras, lo cual se debe en un gran porcentaje a que no se cuenta con el mencionado sistema de gestión de proyectos

Además, la jerarca puntualizó:

> El CONAVI posee un sistema de control y seguimiento de los proyectos carente de elementos básicos, obsoleto, complejo y sin apoyo en la tecnología" y que es urgente que se tome una decisión país sobre las reformas y ajustes que requiere el CONAVI (Acosta, 2021).

Por parte del ente contralor se recomienda hacer un cambio en el modelo de gestión del CONAVI y migrar a un modelo de pago por estándares de servicio, es decir, que se hagan los pagos basándose en la calidad de las obras y no en la costumbre de tapar huecos o trabajos reparativos menores como ocurre actualmente, los cuales son pagados por el Estado con sobreprecios.

De acuerdo a la investigación realizada por Ortiz, se han construido obras sin diseño, donde se ejecutan soluciones temporales de gran envergadura, en cuanto a magnitud e inversión económica, y en los cuales no se resuelve definitivamente el problema existente, de manera que no se optimiza el manejo de los recursos públicos utilizados.

Por los resultados, presentados en el retraso de la ejecución del infraestructura pública en Costa Rica , que se evidencia en los cuadros de datos analizados, podemos afirmar que el Project Management en la empresa pública utiliza las herramientas tecnológicas pero no de manera eficiente ya que con intención reduce su efectividad o no considera las variables en donde la tecnología señala riesgos o correcciones inmediatas a realizar ya que esa ineficiencia le genera ingresos personales mal habidos o dadivas realizadas por terceros. De igual manera aun que cuente con metodologías agiles para llevar el control del avance de los proyectos, se evidencia que no las lleva correctamente porque eso disminuiría sus ingresos por acciones de corrupción.

Capítulo III Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la investigación.

El enfoque empleado en la investigación es de tipo mixto, ya que se utilizarán habilidades de investigación que permiten combinar la metodología cualitativa-descriptiva para su desarrollo. El enfoque mixto permite conocer el problema a investigar desde dos ángulos semejantes pero que a la vez remiten datos desde dos vertientes distintas, lo que facilita la interpretación de la información y el complemento de ésta.

El enfoque empleado en la investigación es de tipo mixto se logra mediante las fases de investigación que se denomina fase cuantitativa, que se realiza mediante una encuesta o recolección de datos numéricos para identificar patrones o tendencias y esto permite la recolección de datos demográficos, comportamientos, o actitudes mediante cuestionarios estructurados y la otra fase cualitativa, que se llevan a cabo mediante entrevistas a los ingenieros civil y a los propietarios de empresas desarrolladoras que conocen y dominan el fenómeno en estudio.

3.2 Tipo de investigación.

La presente investigación se enfocará en la investigación descriptiva- explicativa. Según lo plantea Hernández, Fernández y Baptista (2010), los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste o por qué se relacionan dos o más variables. La investigación o los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren. Desde luego, pueden integrar las mediciones o información de cada una de dichas variables. El objetivo principal de la

investigación descriptiva se centra en definir las características de un fenómeno particular sin necesariamente indagar en las causas que lo producen; los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis y miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. El proceso de la descripción no es exclusivamente la obtención y la acumulación de datos y su tabulación correspondiente, sino que se relaciona con condiciones y conexiones existentes, prácticas que tienen validez, opiniones de las personas, puntos de vista, actitudes que se mantienen y procesos en marcha. Los estudios descriptivos se centran en medir los explicativos en descubrir. Además, esta investigación contiene una naturaleza descriptiva, donde se describe la visión general del gestor de proyectos o Project Management dentro de una empresa o institución, según los datos encontrados y generados a partir de instrumentos como las entrevistas a los ingenieros civiles y a los propietarios de las empresas que son contratadas por el método del outsourcing, que permiten conocer de mejor manera el objeto del estudio. Mientras los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas. La explicativa, es la que constituye el conjunto organizado de principios, inferencias, creencias, descubrimientos y afirmaciones, por medio del cual se interpreta una realidad. Una explicación, contiene un conjunto de definiciones y de suposiciones relacionados entre sí de manera organizada sistemática; estos supuestos deben ser coherentes a los hechos relacionados con el tema de estudio.

3.3 Naturaleza de la Investigación Cualitativo- descriptivo.

En esta modalidad se empleó la categoría no experimental bajo el diseño descriptivo de la entrevista realizada a los propietarios de las empresas y a los profesionales que desarrollan proyectos de infraestructura, quienes son representantes del campo de la construcción, que es objeto de estudio; mismos que ejercen y cumplen lo dispuesto en las normativas vigentes del país. Para Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.10), “El enfoque cualitativo busca principalmente “dispersión o expansión” de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende intencionalmente “acotar” la información, es decir, medir con precisión las variables del estudio.”

3.4 Técnicas utilizadas para recopilar la información.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la fase de recolección de datos es de los últimos procesos: “Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.” (p. 198).

Es importante tener presente que por el tipo de investigación que estamos realizando en donde se pretende conocer una visión general del *Project Management* en la ejecución de proyectos de infraestructura mediante revisión bibliográfica de lo poco que se puede encontrar documentado se va a reforzar dicha visión general con la opinión de unos profesionales de ingeniería civil que desarrollan proyectos y con unos propietarios de unas empresas emergentes con la finalidad de entrelazar la información existente del tema con la visión en el campo de acción , sin que esto represente un estudio cuantitativo del tema.

En el presente estudio las técnicas utilizadas para la recolección de la información fueron las siguientes:

 Entrevistas semiestructuradas: En el enfoque cualitativo, las entrevistas semiestructuradas son particularmente convenientes para la creación de situaciones de conversación que faciliten la expresión natural de percepciones y perspectivas por parte de las personas sujetos de investigación. Las entrevistas “consisten en mantener una conversación larga con un sujeto en torno a varios temas de interés para el investigador.

El investigador realiza posteriormente un análisis de la entrevista incluyendo sus contenidos, ideas, elementos de dificultad o problemáticos.” (Anduiza et al., 1999, p. 97) El diseño, enfoque y realización de la entrevista fue semi-estandarizada, ya que tiene como punto de partida que las personas entrevistadas cuenta con conocimientos especiales, entendidos como teorías subjetivas acerca del tema de investigación, lo cual las justifica como sujetos de información, planteando, además, la conveniencia de una mayor estandarización de las preguntas en aras de captar su riqueza y complejidad.

Al respecto, Flick (2012) señala que:

> Sheele y Groeben (1988) proponen una elaboración específica de la entrevista semiestructurada en su método para reconstruir las teorías subjetivas (…). La expresión “teoría subjetiva” se refiere al hecho de que el entrevistado tiene un caudal complejo de conocimientos sobre el asunto en estudio. Este conocimiento incluye supuestos que son explícitos e inmediatos y que él puede expresar espontáneamente al responder a una pregunta abierta. A estos supuestos los complementan supuestos implícitos. Para articularlos, el entrevistado debe contar con ayudas metodológicas, que es la razón por la cual se aplican aquí tipos diferentes de preguntas (…) (p. 95).

Ahora bien, las preguntas escogidas fueron abiertas para obtener un acercamiento a los supuestos explícitos de la persona entrevistada, luego preguntas de confrontación que buscan revelar puntos de contraste entre las manifestaciones iniciales del entrevistado, correspondientes a los supuestos explícitos que ya mencionó durante las preguntas abiertas y las que responden a los supuestos más internos e implícitos con las preguntas confrontativas.

De esta manera, la combinación de diversos tipos de preguntas se dirige hacia la tarea de obtener y reconstruir la información dada y la información que se deja entre ver de la persona entrevistada, asumiendo que se encuentra articulada por supuestos tanto explícitos como implícitos.

En el caso específico del ingeniero David Quesada se busca tener la apreciación del profesional en ingeniería civil en cuanto a su visión del trabajo, funciones e importancia del Project Management y en cuando al señor Elías Pilarte se busca contar con la apreciación de la visón del constructor o desarrollador que es contratado mediante outsourcing y que debe estar en constante contacto con los profesionales de la empresa matriz que lo contrato y principalmente satisfacer las exigencias constructivas y contractuales que demanda el cuerpo o equipo *Project Management* de dicha empresa.

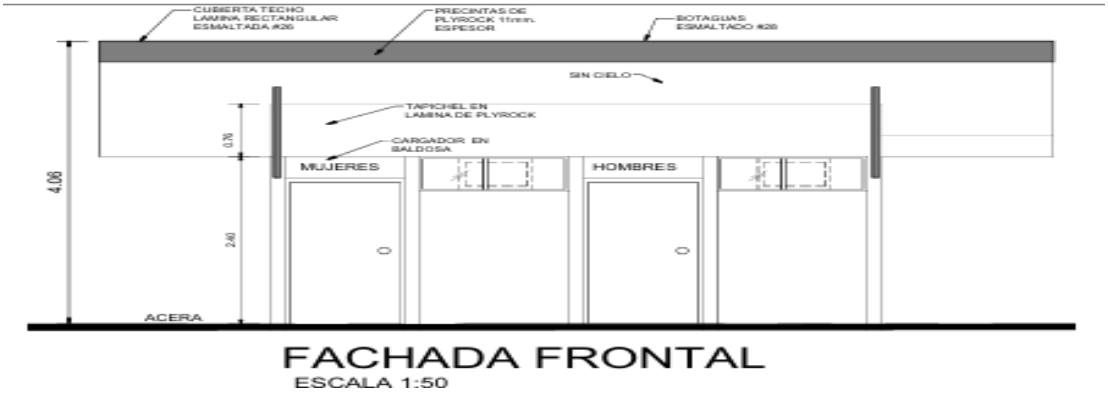
 Revisión documental. Es una técnica que permite reducir y sistematizar cualquier tipo de información contenida en registros escritos, visuales o auditivos en datos o valores objetivos. Es la recopilación de datos mediante el análisis de documentos o fuentes secundarias, según Castro (2010) es el hecho de trabajar con materiales ya elaborados de tipo secundario que determinan lógicamente las principales ventajas e inconvenientes. En este caso se complementa el estudio a través de la utilización de fuentes primarias y secundarias como textos, trabajos de grado pertinentes al estudio, manuales, folletos, revistas, internet, entre otros recursos. Dentro de la revisión documental analizada en el trabajo de investigación está la revisión de documentos y guías emitidas por el *Project Management Institute*.

3.5 Diseño de Instrumentos

Por tratarse de una investigación de tipo cualitativa-descriptiva en donde analizaremos la información que haya sido documentada para conocer la visión general que tiene las personas del *Project Management* en la ejecución de proyectos de infraestructura se hace necesario contar con la opinión de profesionales de la carrera de ingeniería civil y de personas que lideran desarrollan proyectos tal como el caso de los desarrolladores, los maestros de obras, los inspectores del gremio y los inspectores del Colegio Federado de ingenieros y Arquitectos (CFIA) y para ello se realizaran entrevistas semi estructuras para escuchar el uso de las tecnologías y metodologías modernas, el uso de software y otras herramientas tecnológicas para ejecución de proyectos satisfactoriamente. También mediante la entrevista de campo con los colaboradores se le pregunta por el uso herramientas como: BIM, *SketchUp, SCRUM*, JIRA, y otros.

En este caso de acuerdo al señor Pilarte Matamoros estas herramientas las usan los ingenieros y los propietarios de proyectos como en el caso propio de su empresa en donde el usa una Tablet con la aplicación SketchUp que le permite tener los planos constructivos estructurales y el modelado en 3D, gracias esta aplicación y tiene recursos como un cinta métrica que cuando tienen dudas de ciertas medidas , por ejemplo de una ventana el abre la aplicación y con un lapicero táctil señala el punto A y sigue la línea hasta llegar al punto B y la aplicación de manera inmediata indica la medida, por ejemplo 1,75 metros y para verificar busca el plano constructivo y visualiza la ventana y corrobora la medida.

Figura N·5 Fachada frontal de batería sanitaria.



Tomado: Licitación Concursada CDC -00001-2021. Proyecto Batería Sanitaria Escuela Santa María de Pocosol de San Carlos 2021.

3.6 Sujetos y Fuentes de Información

3.6.1 Sujetos de Información

Para realizar el presente trabajo de investigación, por tratarse de una investigación de tipo cualitativo- descriptivo en donde se mencionará las generalidades del quehacer del Project Management visto como el grupo de gestión de proyectos en el campo de la infraestructura propiamente dicha para este trabajo y en lo descriptivo porque se incluye el punto de vista de profesionales en el campo de la ingeniería civil y el punto de vista de los propietarios de las empresas desarrolladoras, entendidas como las empresas constructoras ya sea por su propia cuenta o subcontratadas.

Por lo que los sujetos de información son personas que como profesionales cuentan con amplia experiencia y como personas dueños de empresas subcontratadas que cuentan con experiencia y sus trabajos realizados con otras empresas le permitió ser vista por la desarrolladora más grande de la zona norte y desde hace tres años, ha llevado a cabo la construcción de varios e importantes proyectos contratados por la desarrolladora matriz.

Los sujetos que nos brindaron su opinión referente al conocimiento que poseen del Project Management son los siguientes: Ing. David Quesada quien es ingeniero civil, labora en una empresa privada y también es funcionario de la Municipalidad de San Carlos y el empresario de la construcción Elías Pilarte Matamoros, propietario de Inversiones P&R.

3.6.2 Técnica para el análisis de la información.

El análisis de datos es un proceso que consiste en inspeccionar y transformar datos con el objetivo de resaltar información útil, para sugerir conclusiones y apoyo en la toma de decisiones. El análisis de datos tiene múltiples facetas y enfoques, que abarca diversas técnicas que pueden ser de análisis manual, electrónico y otros. Los datos se coleccionan y analizan para indagar en cuestiones, probar conjeturas o hipótesis o desecharlas una vez verificado con los resultados obtenidos.

Tukey definió el análisis de datos en 1961 de esta manera:

> "son los procedimientos para analizar datos, las técnicas para interpretar los resultados de dichos procedimientos, las formas de planear la recolección de datos para hacer el análisis más fácil, más preciso o exacto."

Dentro de las técnicas empleadas en el proyecto están:

a. Visualización de datos: esta técnica se emplea a través de un gráfico o imagen para detectar patrones en los datos, es especialmente útil cuando se busca entender grandes volúmenes de datos de manera rápida y simplificada.

b. Análisis de las estadísticas: la estadística hay que considerarla como un auxiliar en el proceso de investigación, un auxiliar ciertamente imprescindible y que cuando es utilizado correctamente conduce a la utilización más detallada de la teoría y a la colaboración más precisa del modelo que se va a seguir en la investigación. El análisis de datos se llevará a cabo por medio

del análisis cualitativo de las dimensiones e indicadores obtenidos particularmente de forma individual de acuerdo con la información obtenida por medio de la entrevista aplicado a los profesionales de en ingeniería civil y de desarrolladores de proyectos de infraestructura.

c. Observación: la información obtenida a partir del trabajo de campo al aplicar la entrevista al profesional y al empresario desarrollador sobre el trabajo del Project Management en el desarrollo de proyectos.

d. Análisis: mediante la técnica de análisis descriptiva se analizará el conocimiento de las personas sobre el trabajo del Project Management en el desarrollo de proyectos.

3.7 El paradigma y enfoque de la investigación.

El paradigma utilizado en la investigación es el paradigma interpretativo, ya que el enfoque está totalmente relacionado al tipo cualitativo-descriptivo. Es el estudio de los significados de la visión general de las innovaciones en Project Management que tienen las personas de la gestión de proyectos de infraestructura, busca la objetividad en el ámbito de los significados utilizando como criterio de evidencia el acuerdo intersubjetivo en el contexto de la ejecución de proyectos de infraestructura.

Hablando de investigación cualitativa su objeto es el desarrollo de conceptos que ayuden a comprender los fenómenos sociales en medios naturales dando la importancia necesaria a las intenciones, experiencias y opiniones de todos los participantes, y en este en el campo de la infraestructura para tener una mejor concepción a la hora del análisis de información y con la utilización del paradigma se categorizo el análisis, quedando de la siguiente manera:

3.7.1 Categoría de Análisis.

3.7.1.1 Variable I. Tipos de innovaciones tecnológicas.

En esta investigación esta variable se analiza mediante la entrevista realizada al ingeniero David Quesada y a los desarrolladores de proyectos de infraestructura: Elías Pilarte Matamoros propietario de Inversiones P&R y a Johnny Solís propietario de Constructora Del Sol SA.

De acuerdo al ingeniero David Quesada en la actualidad el profesional en ingeniería civil debe hacer uso de las innovaciones tecnologías (Tecnologías Emergencias) como el uso de herramientas digitales y software de gestión, entre ellas, el uso de BIM (Building Information Modeling) y finalmente el uso de IoT (Internet de las Cosas) en el seguimiento de proyectos. También se les consulta sobre el uso de Metodologías ágiles, como Scrum y Kanban han ganado popularidad, permitiendo adaptarse rápidamente a los cambios y mejorar la flexibilidad en la gestión de proyectos. Además, que se requiere saber el uso por parte de los profesionales y los desarrolladores de herramientas de gestión de proyectos como son: software como Trello, Asana, Jira, *Microsoft Project* que permiten una planificación y seguimiento más eficiente, facilitando la asignación de tareas, el seguimiento del progreso y la colaboración en equipo.

En la actualidad se vuelve indispensable almacenar la información en medios seguros y para ello consultamos a los entrevistados el uso de Almacenamiento en la nube con Plataformas como Google Workspace y Microsoft 365 facilitan la colaboración en tiempo real, permitiendo que los equipos trabajen juntos desde diferentes ubicaciones y se vuelve pertinente conocer el uso de la Inteligencia artificial, la cual puede ayudar en la predicción de riesgos, la automatización de tareas repetitivas y el análisis de datos para la toma de decisiones más informadas.

3.7.1.2 Variable 2. Metodologías Ágiles aplicadas.

En esta investigación la variable metodológicas Ágiles aplicadas se puede determinar mediante encuesta de su uso por los Project Management en la entrevista realizada al ingeniero David Quesada y a los desarrolladores de proyectos de infraestructura: Elías Pilarte Matamoros propietario de Inversiones P&R y a Johnny Solís propietario de Constructora Del Sol SA, para conocer el uso de metodologías Ágiles tales como Asana, Jira, Trello y otras.

3.7.1.3 Variable 3. Eficiencia y Sostenibilidad.

En esta investigación la variable eficiencia y sostenibilidad se puede determinar mediante encuesta de su uso por los Project Management en la entrevista realizada al ingeniero David Quesada y a los desarrolladores de proyectos de infraestructura: Elías Pilarte Matamoros propietario de Inversiones P&R y a Johnny Solís propietario de Constructora Del Sol SA, ya que se busca conocer la forma en que logran desarrollar un proyecto con éxito mediante el uso de las innovaciones tecnológicas por parte del Project Management y lograr mantener el equilibrio entre eficiencia y sostenibilidad.

3.8 Fuentes de información.

Para realizar esta investigación se recurrió a diversas fuentes de información con el propósito de que los resultados sean válidos y que cuenten puntos vista de varios actores del campo de la ejecución de proyectos de infraestructura.

- Fuente primaria o directa. Proporciona información de primera mano: informantes, sujetos de estudio, fotografías, anuarios estadísticos, memorandos, códigos, leyes y jurisprudencia.

- Fuente secundaria: Compilaciones y listados de referencia publicadas en un área del conocimiento, reproducciones de textos dentro de otros textos.
- Fuente terciaria: Publicaciones periódicas, boletines libros, revistas.

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) indican:

> …hay una gran variedad de fuentes de información que pueden generar ideas de investigación, entre las cuales se encuentra experiencias individuales, materiales escritos (libros, artículos de revistas o periódicos, notas y tesis), piezas audiovisuales y programas de radio o televisión, información disponible en internet(dentro de su amplia gama de posibilidades, como páginas web, foros de discusión, redes sociales y otros), teorías, descubrimiento producto de investigaciones, conversaciones personales, observaciones de hechos, creencias e incluso intuiciones o presentimientos. (p. 24).

Agregan los mismos autores en cuanto a las fuentes de información que:

> Las fuentes de información tienen como principal característica la de informar sobre temas de interés en diferentes contextos, o conducir al usuario a la recuperación de la información que necesita. Todo lo que proporcione una información, una noticia o un dato y que pueda transmitir conocimiento se considera fuente de información, incluidas las bases de datos (p. 27).

3.8.1 Fuente de información primaria.

Hernández (2010), citado por Ulate y Vargas (2014), hace referencia a las fuentes primarias indicando que son aquellas que proporcionan datos de primera mano, es decir, información obtenida directamente de quien la produjo, el autor original. Puede tratarse de libros, analogías, artículos, disertaciones, documentos oficiales, trabajos presentados como conferencias o seminarios, videos, fotos, páginas de internet, entre

otros. En particular, se trata de fuentes a través de las cuales se conocen los resultados de estudios. (p. 59).

En la presente investigación la recolección de la información se plasmará a través de fuentes primarias como: libros, páginas web, artículos, documentos oficiales de investigaciones adecuadas al tema, la mayoría emitidos por el Project Management Institute (PMI) con sede en Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos.

En la presente investigación se utilizarán los resultados de investigaciones sobre el papel del *Project Management* en el campo de la ejecución de proyectos de infraestructura.

3.8.2 Fuente de información secundaria.

Hernández (2010), citado por Ulate y Vargas (2014), indica:

Las fuentes de información secundaria son resúmenes de fuentes primarias, de libros pedagógicos y tesis de estudiantes universitarios relacionados con temas sobre ejecución de proyectos de infraestructura. También pueden ser libros que desarrollen un tema a partir de su propia recopilación de datos. (p. 59).

También se analizan el avance en el uso de los avances tecnológicas en países como Chile, Argentina, México y España.

3.9 Población y muestra.

3.9.1 Población

La población se refiere al conjunto total de individuos, elementos o datos que cumplen ciertas características específicas y sobre los cuales se desea obtener información. Por otro lado, una muestra es un subconjunto de la población, seleccionado para realizar un estudio con el fin de inferir o generalizar resultados a la población total.

En esta investigación la población son los sujetos a los cuales va dirigido el estudio por la importancia ya que son ellos los que realizan los proyectos de infraestructura y nos referimos a los ingenieros civiles y a las personas propietarias de las empresas desarrolladoras.

De acuerdo a (Arias,2020) la investigación científica requiere de realizar precisiones de los conceptos que limitarán con claridad los límites y alcances del estudio, esto quiere decir, que conocemos que temas aborda el estudio y a quienes podemos recurrir para recopilar la información pertinente y precisamente un término que es importante definir es la población.

Para (Arias y Covinos, 2021) en el campo de investigación, la población se refiere al conjunto total de individuos, eventos o elementos que poseen diversas características comunes y que son objeto de estudio o sirven de objeto de estudio para recopilar información del tema en investigación. Por lo que, para los autores de esta investigación, la población a la que debemos recurrir para recopilar son los ingenieros civiles y los propietarios de empresas desarrolladoras de proyectos de infraestructura con el propósito de tener información de personas que están llevando a cabo los proyectos y conocen de primera mano las situaciones que se presentan desde el inicio de planificación de un proyecto hasta la entrega, una vez concluido.

A criterio de Cerda (2021), la población no solo debe ser entendida como un conjunto, sino también como una entidad con estructura y características propias que deben ser identificadas y analizadas con precisión.

Por lo que, al analizar las definiciones, se comprende que la población, más allá de ser un conjunto numérico, es una entidad estructurada ya que son individuos, objetos o elementos que requiere de una detallada identificación y descripción para ser adecuadamente investigada.

Algo muy importante que no debemos perder de vista en la investigación es la correcta selección y delimitación de la población a estudiar o que requerimos abordar para garantizar que la información sea pertinente al proceso, ya que eso nos que permite los resultados encontrados de la investigación puedan generalizarse con un margen de error mínimo y poco influyente en las conclusiones.

3.9.2 Muestra

Según el autor (Arias, 2006), la muestra de una investigación se define como un grupo representativo y finito que se extrae de la población en estudio.

Es importante tener presente que, dentro del ámbito de la investigación, la muestra se define como un subconjunto seleccionado de individuos, eventos o entidades extraídos de una población total o universo, con el propósito de llevar a cabo un estudio y hacer inferencias sobre dicha población.

De acuerdo al autor (Behar, 2008), la muestra se divide en dos tipos, los cuales son las probabilísticas que son un subgrupo de población con elementos que tienen la misma probabilidad de que sean elegidas y las no probabilísticas las cuales se caracterizan porque se eligen debido a que tienen aspectos comunes y su elección está relacionado con las características que busca el investigador en el estudio.

En una investigación, el investigador es quien define la muestra de acuerdo con su interés, por eso se dice que la muestra es un subgrupo considerado como una parte representativa de la población o el universo, los datos recolectados serán obtenidos de la muestra y la población se perfila desde la situación problemática de la investigación.

3.9.3 Selección de la población y la Muestra de la investigación.

Para realizar el estudio de un evento, elemento, u objeto la selección de la población de la investigación es un proceso primordial ya que tiene impacto en la validez y la generalización de los resultados que se obtienen. Es por ello, que es importante señalar que dicha selección depende de algunos aspectos relevantes que vamos a mencionar, a continuación:

a- En primer lugar, definir el objetivo de la investigación y en este caso se pretende investigar la visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura.

b- En segundo lugar, se debe identificar la población objetivo, por lo que se necesita seleccionar como población de estudio a las personas y a los profesionales que tiene que ver con la ejecución de proyectos de infraestructura.

c- En tercer grado, se debe seleccionar un muestreo adecuado y como sabemos existen diferentes métodos de muestreo, que pueden ser probabilísticos (donde cada miembro tiene una probabilidad conocida de ser seleccionado) o no probabilísticos (donde la selección no es aleatoria). Algunos ejemplos son: muestreo aleatorio simple, muestreo estratificado y el muestreo por conveniencia.

d- En cuarto lugar, se debe determinar el tamaño de la muestra y eso dependen de varios factores como son el nivel de confianza deseado, el margen de error y la variabilidad esperada en la población.

e- En quinto lugar, una vez seleccionada la muestra, se procede a la recolección de datos, asegurando que el método sea adecuado para la población elegida.

f- En sexto lugar, después de recolectar los datos, es importante analizar la representatividad de la muestra y, si es necesario, hacer ajustes en futuras investigaciones.

Por eso en esta investigación seleccionamos la población que tiene que ver directamente con el tipo de estudio y si bien, es cierto la investigación no es cualitativa -descriptiva se eligió una muestra a conveniencia ya que se tratan de los ingenieros civiles que tuvimos acceso a sus contactos y contamos con su apoyo, a pesar de que no los conocíamos y se escogieron los propietarios de las empresas desarrolladoras porque estuvieron dispuestos a colaborarnos.

CAPÍTULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la investigación una visión general de las innovaciones en *Project Management* para la gestión de proyectos de infraestructura realizadas, en el tercer cuatrimestre del 2024, en donde se revisa la información bibliográfica sobre el tema y se realiza el trabajo de campo en donde entrevistamos a ingenieros civiles, encargados de proyectos y propietarios de empresas constructoras de proyectos de infraestructura en la zona de Alajuela, Puntarenas y Guanacaste para tener una mejor visión de las innovaciones en *Project Management* para completar mediante la información obtenida de ellos mediante la entrevista para analizar las variables de manera cualitativa. Dicho análisis tomando en cuenta aspectos como:

a- Frecuencia de uso de herramientas: Se puede conocer el número de veces que las herramientas digitales son utilizadas, por ejemplo, pocas o muchas por semana en comparación con métodos tradicionales.

b- Satisfacción del equipo de trabajo: Encuestas sobre la satisfacción del equipo con las herramientas tecnológicas implementadas (p. ej., facilidad de uso, efectividad).

c- Reducción de errores: Se puede analizar mediante los errores o retrabajos antes y después de la implementación de herramientas digitales y análisis de datos que se pudieron haber realizado.

En cuanto a los desarrolladores de proyectos se entrevistó a los propietarios de las siguientes empresas:

Figura Nº 6 Nombre de las empresas consultadas.

Nombre de la empresa	Ubicación	Proyectos
Constructora del Sol SA	Alajuela	Proyectos habitaciones con el BANVHI, Infraestructura educativa con el MEP

Inversiones P&R SA	Alajuela	Subcontratada por la desarrolladora AC Desarrollo
Suwo Constructora SA	Nosara Guanacaste	Proyectos de hasta 1 millón de dólares
Spacesensecr SA	Cubano, Puntarenas	Proyectos habitacionales a clientes en su mayoría europeos

Fuente: Propia de los investigadores (2024)

A continuación, se detalla en la siguiente tabla los datos de las personas entrevistadas:

Figura Nº 7 Distribución de personas entrevistadas por profesión o rol.

Tipo de entrevistado	Profesión o rol	Porcentaje
Ingenieros civiles	5	35,72%
Arquitectos	1	7,14%
Encargados de proyectos	4	28,57%
Desarrolladores de proyectos (Empresarios)	4	28,57%
Total	14	100%

Fuente: Propia de los investigadores (2024)

4.1 Presentación de los Resultados para las variables o categorías de análisis.

En este apartado se presentan los resultados son el resultado del análisis de la información existe sobre el tema basado principalmente creada por el *Project Management Institute* y la labor realizada por los investigadores del presente proyecto en trabajo de campo visitando al ingeniero y a los desarrolladores de proyectos. Se debe mencionar que al revisar la documentación bibliográfica del tema encontramos que los avances tecnológicos han transformado significativamente el sector de la infraestructura, mejorando tanto la eficiencia como la

sostenibilidad de los proyectos. En este análisis de resultados se logra visualizar que las innovaciones tecnológicas han impactado en los resultados de los proyectos de infraestructura en términos de costos, tiempos de ejecución, calidad, sostenibilidad, seguridad y colaboración. Los avances tecnológicos como los drones y sensores, el uso del BIM *(Building Information Modeling),* la automatización y robótica han permitido reducir los costos operativos y mejorar la rentabilidad de los proyectos de infraestructura.

Dicho trabajo de campo fue realizado por parte de los investigadores visualmente visitando cada uno de los lugares donde las empresas: Inversiones P&R de Elías Pilarte Matamoros y Constructora Del Sol SA del señor Johnny Solís Rodríguez estaban realizando proyectos de infraestructura, local comercial en Florencia de San Carlos y proyecto de Bono de Vivienda de 40 casas en Santa María de Pocosol auspiciado por el BANVHI por un costo de ₡1159 000 000 (mil ciento cincuenta y nueve millones de colones).

Para comprender las tareas que realiza el gestor de proyectos se entrevistó a varios ingenieros, entre ellos citamos: la ingeniera Jessica Abello Acevedo identificación IC-3564 quien es la responsable de dirigir proyectos con su equipo, el ingeniero civil Ariel Francisco Madrigal Chévez IC-36404, el ingeniero Niger Andrey Rojas Sandoval IC-35143, Emmanuel Ortiz Brenes quien es *Project Managament* de Suwo Constructora ubicada en Nosara Guanacaste, la arquitecta Nery Sophia Montero Delgado A- 31529 quien es propietaria de la de Empresa SPACESENSE ubicada en Cóbano Puntarenas y José Fabricio Quesada Chaves cédula [redacted] quien encargado de procesos de pre-construcción de proyectos.

A continuación, realizamos un resumen de los resultados encontrados de acuerdo a cada variable investigada:

Variable I. Tipos de innovaciones tecnológicas.

En entrevista realizada al ingeniero David Quesada Acuña sobre el uso de innovaciones tecnológicas menciona que estas están siendo muy usadas por las empresas para desarrollar proyectos exitosos de gran tamaño ya que estas facilitan el control, la organización, la supervisión, la corrección, el desarrollo y la entrega de un determinado proyecto. Por su parte el señor Elías Pilarte Matamoros de Inversiones P&R nos menciona que el uso de las innovaciones tecnológicas como las aplicaciones son imprescindibles ya que su uso facilita el trabajo, agiliza los procesos desde tener una reunión virtual con los interesados del proyecto hasta la realización de pedidos al proveedor, acciones como la toma de fotografías y compararla con el diseño original permite visualizar errores de los constructores, el uso de SketchUp, que es un visualizador en 3D, personalmente le ha facilitado su labor ya que como propietario de la empresa, que es la mayoría de ocasiones se subcontratada por el método del Outsourcing, le corresponde a él vigilar, supervisar, corregir y entregar el proyecto ejecutado.

El señor Elías Pilarte Matamoros nos indica que los dueños de la empresa matriz que lo subcontrata, lo reúnen con los profesionales de su equipo gestor de proyectos y le dan las indicaciones sobre las características del proyecto, los plazos de construcción, las características del terreno de construcción, las acciones de mitigación de algún riesgo, el presupuesto que ya había negociado con el propietario de la empresa matriz y le presenta y explican los planos constructivos en una sala de conferencias con uso de una pantalla, video beam y otros equipo modernos. También señala que, en las vistas de campo por los profesionales de la empresa, realizan trabajo de revisión y verificación de avances con el uso de drones.

Mientras que al consultarle al señor Johnny Solís Rodríguez propietario de Constructora Del Sol SA sobre el uso de innovaciones tecnológicas menciona que estas son demasiado necesarias para el desarrollo de proyectos ya que en el caso de los proyectos que ellos ejecutan que se tratan de infraestructura residencia principalmente de proyectos de Bonos de viviendas con el BANHVI como es el caso del Proyecto de 40 viviendas en Santa María de Pocosol de San

Carlos que se encuentra en fase de construcción y se finalizara hasta inicios de diciembre, infraestructura comercial.

También nos indica que realizan proyectos de infraestructura educativa del Ministerio de Educación Pública, dirigidos directamente por la Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo (DIEE), entre los proyectos sobre salen construcción de Escuela Santa María en 2016 por un monto de ₡150 000 000, construcción de pabellones, gimnasio del Colegio Técnico Profesional de Santa Rosa de Pocosol en 2023 por un monto de ₡2500 000 000.

En entrevista, a la ingeniera Jessica Abello Acevedo (IC-3564), quien es responsable de dirigir proyectos con su equipo, comentó que en la empresa donde labora "se utilizan las innovaciones tecnológicas como software y metodologías de trabajo que facilitan el desarrollo exitoso de un proyecto de infraestructura". Además, destacó que las funciones del Project Management son múltiples, pero resaltó las siguientes: "planificación del proyecto, gestión de recursos, gestión de tiempo, gestión de la calidad, gestión de los costos, gestión de riesgos, comunicación y coordinación, gestión de clientes, control y monitoreo del proyecto y cierre del proyecto".

En la entrevista, el ingeniero civil Ariel Francisco Madrigal Chévez (IC-36404) destacó el uso de innovaciones tecnológicas en su campo, mencionando que "por lo general se utilizan drones, BIM, SketchUp, se diseña con Revit y hasta consultas en inteligencia artificial. Además, se visualizan con tablet o computadora portátil en el campo de trabajo cuando hay dudas o consultas por parte de colaboradores o propietarios del proyecto en desarrollo".

En la entrevista, el ingeniero Niger Andrey Rojas Sandoval (IC-35143) comentó sobre las innovaciones tecnológicas que se utilizan en su campo, destacando que "se utilizan equipos, software y metodologías que facilitan el trabajo. Por ejemplo, los diseños se realizan mediante el uso de Revit, el modelaje se lleva a cabo con BIM, y el diseño puede visualizarse mediante la aplicación SketchUp. Además, muchos de los avances, atrasos u otras situaciones se registran en un archivo de Excel, que cumple una función similar a la del tablero de Kanban".

Por su parte Emmanuel Ortiz Brenes, Project Manager de Suwo Constructora ubicada en Nosara, Guanacaste, comentó que el rol del gestor de proyectos incluye "la planificación del proyecto, gestión de recursos, gestión de tiempo, gestión de la calidad, gestión de los costos, gestión de riesgos, comunicación y coordinación, gestión de clientes, control y monitoreo del proyecto y cierre del proyecto". Además, agregó que el uso de innovaciones tecnológicas como herramientas digitales y software de gestión, BIM, drones, Revit y SketchUp, "es imprescindible y necesario, ya que las dimensiones de los proyectos y su diseño presentan dificultades, por lo que se requieren equipos y herramientas tecnológicas modernas y actualizadas".

"Es importante destacar lo opinado en la entrevista por la arquitecta Nery Sophia Montero Delgado, A-31529, propietaria de la empresa SPACESENSE ubicada en Cóbano, Puntarenas, la cual ha tenido un excelente crecimiento en los últimos cuatro años. Ella mencionó que, al realizar proyectos de infraestructura cada vez más grandes, modernos y sofisticados, es obligatorio el uso de innovaciones tecnológicas como herramientas digitales y software de gestión, BIM, drones, Revit, SketchUp y otros".

Y por último José Fabricio Quesada Chaves cédula [redacted] quien es encargado de procesos de pre-construcción de proyectos de una empresa nos indica que para realizar proyectos de infraestructura se requiere el uso innovaciones tecnológicas como herramientas digitales y software de gestión, BIM, drones, Revit, SketchUp y otras.

Para el ingeniero Kevin Gerardo Martínez Navarrete ICO 29777 el Project Management es un coordinador o director de un grupo técnico a profesional de encargados de diferentes frentes de trabajo en la construcción y señala que utiliza innovaciones tecnológicas como herramientas digitales y software de gestión BIM, drones, Revit, SketchUp y otras en la ejecución de proyectos de infraestructura en la empresa donde labora porque facilitan el trabajo, previene riesgos y permite que ahorra tiempo y recursos.

Por lo que podemos apreciar a partir de las entrevistas realizadas a los ingenieros, a los desarrolladores y a los encargados de proyectos de infraestructura el 100% usan innovaciones

tecnológicas como el uso de herramientas digitales y software de gestión, el uso de BIM *(Building Information Modeling)* y finalmente el uso de IoT (Internet de las Cosas) en el desarrollo, control seguimiento y cierre de proyectos.

También nos cuentan los entrevistados el uso de almacenamiento en la nube con Plataformas como *Google Workspace y Microsoft 365* el trabajo en equipo desde varios puntos geográficos diferentes en tiempo real puede ver situaciones que se estén dando y así resolverlos.

El impacto de los avances tecnológicos en los proyectos de infraestructura ha sido profundamente positivo en múltiples áreas. Los resultados en términos de costos**,** tiempos de ejecución**,** calidad**,** sostenibilidad**,** seguridad y colaboración. Los buenos resultados se logran debido a la implementación de tecnologías como BIM, inteligencia artificial, drones, robótica, y plataformas digitales de gestión.

Variable 2. Metodologías Ágiles aplicadas.

En esta investigación en cuanto al uso de metodológicas Ágiles como Asana, Jira, Trello y otras utilizadas por los *Project Management* en la gestión de proyectos de infraestructura, el ingeniero David Quesada nos indican que por lo general, estas metodologías no se usan a pesar de que la mayoría de ellas ayudarían para alertar al equipo sobre las actividades realizadas o completadas, actividades pendientes y las actividades en progreso o en proceso, porque para ello en las empresas el control se llevan los maestros de obras, los ingenieros civiles a cargo y los propietarios de las empresas desarrolladoras, el señor Elías Pilarte Matamoros de Inversiones P&R nos menciona que las metodologías Asana, Jira, Trello, Kanban y otras no son usadas por ellos ya que ese control lo llevan los encargados de la obra en el campo, tales como en su caso de su empresa es el encargado de campo y su persona y el señor Johnny Solís de Constructora Del Sol SA nos indica que la obra la dirige el ingeniero civil y los maestros de obra y estos le pasan los reportes y que él se encarga de recibir las visitas de campo de los ingenieros

civiles y directivos de la institución del Estado o empresa privada dueña del proyecto. Por ejemplo, nos indica que, en el caso de obra pública de índole de Educación, recibe visitas de los funcionarios de la Dirección de Equipamiento Educativo e infraestructura (DIEE) del Ministerio de Educación Pública (MEP) y en caso de bonos de Vivienda recibe las visitas de los funcionarios del BANHVI.

Los entrevistados coinciden en que el uso de metodológicas Ágiles como Asana, Jira, Trello y otras utilizadas por los *Project Management* en la gestión de proyectos de infraestructura permiten: revisar medidas, comparar el modelo con la construcción real, detectar errores, visualizar riesgos, corregir trabajos mal realizados y corroborar el cumplimiento de lo programado

En cuanto al uso de metodológicas Ágiles, los profesionales Jessica Abello Acevedo identificación IC-3564, el ingeniero civil Ariel Francisco Madrigal Chévez IC-36404, el ingeniero Niger Andrey Rojas Sandoval IC-35143, la arquitecta Nery Sophia Montero Delgado A- 31529 y los encargados de proyectos Emmanuel Ortiz Brenes y José Fabricio Quesada Chaves cédula [redacted] coinciden en que el 100% utiliza metodologías Ágiles para anotar situaciones de atrasos, riesgos que ocasiona que la obra se demore en su cierre.

Variable 3. Eficiencia y Sostenibilidad.

En esta investigación en cuanto a la ejecución de proyectos en donde haya equilibrio entre eficiencia, entendida como el buen funcionamiento de la obra y la rentabilidad para el desarrollador en la parte económica y para el propietario en que con la cantidad de recursos económicos se le entregue un buen productos versus la sostenibilidad, entendida en el campo ecológico, se puede logra esa armonía mediante el uso de herramientas tecnológicas que permiten calcular diferentes aspectos para que el impacto sea menor en los recursos naturales en cuanto al tema el desarrollador Elías Pilarte Matamoros nos indica que el uso de las herramientas tecnológicas permite la eficiencia al desarrollar los proyectos y la sostenibilidad

ambiental ya que para realizar cualquier construcción deben de respetar las normas sísmicas expresado en el Código Sísmicos, los lineamientos del CFIA y otras normas conexas, que permiten resguardar la sostenibilidad ambiental así mismo el desarrollador Johnny Solís recalca lo anterior y menciona que precisamente, el uso de las herramientas tecnológicas visualizan riesgos que al final benefician por el ahorro de recursos económicos y disminuye el impacto ambiental.

Además, en un punto donde coinciden el ingeniero David Quesada Acuña y a los propietarios de las empresas desarrolladoras Inversiones P&R y a Johnny Solís Rodríguez de Constructora Del Sol SA es que al realizar proyectos para que haya eficiencia y sostenibilidad se deben respetar todas las leyes ambientales que tienen que ver con la realización de proyectos de infraestructura, porque de no ser así, las autoridades competentes les paralizan las obras y se eliminan los permisos existentes y depende del daño son denunciados en sedes judiciales.

En cuanto a la ejecución de proyectos en donde haya equilibrio entre eficiencia, entendida como el buen funcionamiento de la obra y la rentabilidad para el desarrollador en la parte económica y para el propietario los profesionales Jessica Abello Acevedo identificación IC-3564, el ingeniero civil Ariel Francisco Madrigal Chévez IC-36404, el ingeniero Niger Andrey Rojas Sandoval IC-35143, la arquitecta Nery Sophia Montero Delgado A- 31529 y los encargados de proyectos Emmanuel Ortiz Brenes y José Fabricio Quesada Chaves cédula [redacted] mencionan que deben respetar las leyes ambientales que tienen que ver con la realización de proyectos de infraestructura.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

En el presente apartado se presenta las conclusiones y recomendaciones que los investigadores han determinado que son pertinentes basados en los resultados obtenidos en el proceso de análisis de la bibliografía existente del tema y la opinión de los profesionales

entrevistados, los encargados de proyectos y propietarios de empresas desarrolladoras de proyectos de infraestructura.

Las conclusiones mencionadas responden a la realidad encontrada por los investigadores y permiten visualizar de una forma amplia la visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura en el país por parte de las empresas desarrolladoras y de los profesionales de la carrera.

Las recomendaciones expuestas responden a los objetivos planteados para lograr visualizar de una forma amplia la visión general de las innovaciones en *Project Management* para la gestión de proyectos de infraestructura y mejorar la calidad en diseño y minimizar los costos.

5.1 Conclusiones

1- En la investigación bibliográfica se logra determinar que el papel que desempeña el gestor de proyectos de infraestructura dentro de una empresa u organización dedicada a la ejecución de proyectos de infraestructura es fundamental porque es el grupo de personas o departamento que lidera la ejecución de un proyecto ya que planifica, supervisa, modifica, y da el cierre a la obra de infraestructura.

2- Se logra conocer las innovaciones tecnológicas y las metodologías ágiles modernas usadas por los *Project Management* en la ejecución de proyectos de infraestructura en donde destacan software, aplicaciones, estrategias tecnológicas, equipo tecnológico como drones, aparecen como innovación el Lot (internet de las cosas), almacenamiento en la nube y hasta la AI. Entre las herramientas utilizadas encontramos el REDI, el modelador en 3D llamado BIM, Scrum, Kanban, Jira, Trello, SketchUp (visualizador), todas estas herramientas permiten deshacernos de los planos de papel, dejar de usar la cinta métrica a escala ya que con solo ver el modelador en 3D y manipularlo con un lápiz y compararlo con el plano estructural conocemos una determinada medida.

3- Las ventajas que se obtienen al tener en el equipo de trabajo un *Project Management* son varias entre las que podemos mencionar: facilidad en la manipulación de la información con el uso de cualquier dispositivo (celular, Tablet, computadora), disminución de documentos impresos, pueden visualizar los documento varias personas al mismo tiempo sin estar en el mismo lugar, se visualizan errores o riesgos, corregir errores o riesgos, conocer cálculos mediante el uso de una determinada aplicación, conocer el porcentaje de avances, realizar reuniones a la distancia y los participantes tiene la información en tiempo real, visualizar como quedaría la construcción o proyecto al cambiar tipos de materiales usando cavados y colores diferentes, entre otras ventajas. .

4- De acuerdo a los profesionales entrevistados, los encargados de proyectos y propietarios de empresas desarrolladoras de infraestructura la necesidad de tener el gestor de proyectos de infraestructura en la empresa u organización es primordial y un recurso de suma importancia porque es el encargado de planificar, dirigir, evaluar los avances del proyecto, coordinar los materiales a usar con la cadena de proveedores y dar de manera correcta y oportuna el cierre del proyecto de infraestructura.

5.2 Recomendaciones

1-Se recomienda a las empresas desarrolladoras a tener dentro de su equipo de trabajo a un gestor de Proyectos ya que serán los encargados de velar porque el Proyecto se lleve a cabo de manera correcta visualizado como el grupo o departamento que lidera con razones justificadas la ejecución de los Proyectos de infraestructura, sin importan el área o campo al que corresponda como habitacional, comercial, recreativo, turístico, de aviación, entre otros.

2-Se recomienda a los profesionales del campo de la construcción de proyectos de infraestructura a especializarse en el campo mediante la obtención de conocimientos y de certificaciones del *Project Management Institute* aplicables al área de planificación, evaluación, ejecución y cierre de proyectos y a las empresas desarrolladoras a que su equipo de *Project Management* conozcan las innovaciones tecnológicas y las metodologías ágiles modernas y las apliquen en la ejecución de proyectos de infraestructura.

3-Dar a conocer a los profesionales encargados de proyectos de infraestructura y a las empresas desarrolladoras las ventajas que se obtienen al tener en el equipo de trabajo un *Project Management* y que este use los principios y procesos que emana el *Project Management Institute* a la hora de ejecutar un proyecto.

4- Dar a conocer a los profesionales del campo de la construcción de proyectos de infraestructura y a las empresas desarrolladoras la importancia que tiene el gestor de proyectos de infraestructura en el desarrollo y ejecución de proyectos de infraestructura ya que al aplicar los procesos que indica el *Project Management Institute* logran visualizar los riesgos, corregir errores anticipadamente, economizar tiempo, abaratar costos de las obras, lograr una mejor calidad de los acabados y obtener satisfacción de los clientes.

6. Bibliografía

Arias, J. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26118w/Tecnicas%20e%20instrumentos.pdf

Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Shalom. https://hdl.handle.net/20.500.14230/11101

Cerda, H**.** (2021). *Los elementos de investigación*. Magisterio.

Crawford, L., Hobbs, J.B., & Turner, J.**R.** (2004). *Project Categorization systems*. Newton Square, PA: Project Management Institute.

Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)**.** (4ª ed.). *Project Management Institute*.

PMI (*Project Management Institute*)**.** (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

Sáenz Arteaga, A. R**.** (s.f.). *El éxito de la gestión de proyectos: Un nuevo enfoque entre lo tradicional y lo dinámico*. Propuesta de tesis presentada como parte de los requisitos para obtener el grado de Ph.D. en Administración y Dirección de Empresas

Anexos

Anexos 1 Estructura de la entrevista

La entrevista de la investigación se estructuró de la siguiente forma:

1. Saludo / Bienvenida. Es habitualmente el 1er contacto personal entre el funcionario y el entrevistador.

2. Conversación inicial. Breve charla introductoria que sirve para romper el hielo y crear un clima de confianza.

3. Introducción. Se entra en materia, presentando el objetivo de la investigación a fin de centrar la conversación.

4. Preguntas del entrevistador / Respuestas del funcionario. Las preguntas suelen ser sobre temas abiertos y generales al principio, para ir profundizando en detalles y aspectos más concretos conforme avance la entrevista.

A la hora de realizar las preguntas tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Mantener el contacto ocular.
- Cuidar la postura corporal y la voz.
- Evitar las preguntas que evidencian nuestra opinión respecto a un tema tipo.

1. Cierre o Despedida. Se debe repasar algunos de los puntos o temas que se trataron, para asegurarse que se ha entendido al funcionario y que nada quedo inconcluso.

Anexos 2 Entrevista a los ingenieros civiles.

Estimado ingeniero civil. Le agradezco su colaboración para responder a las preguntas que le realizaré como parte de la investigación para el contenido de la tesis de grado sobre el tema Una visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura.

1-¿Qué es un Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura?.

2- ¿Cuáles son las funciones del Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura en la empresa?

3- Utiliza innovaciones tecnológicas en la ejecución de proyectos de infraestructura en la empresa. Si ( ) No ( )

4- indique ¿Cuáles aplicaciones tecnológicas utiliza en la ejecución de proyectos de infraestructura?

BIM ( ) Inteligencia artificial ( ) Drones ( )

SketchUp ( ) Trello ( ) Asana ( ) Jira ( )

Otro ( ) _____

5-¿Qué usos les da a la aplicación?

6-¿Cuál dispositivo tecnológico usa más frecuente?

Teléfono ( ) Tablet ( ) Computadora portátil ( )

Anexos 3 Entrevista a los propietarios de empresas desarrolladoras y encargados de proyectos.

Estimado señor empresario. Le agradezco su colaboración para responder a las preguntas que le realizaré como parte de la investigación para el contenido de la tesis de grado sobre el tema Una visión general de las innovaciones en Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura.

1-¿Qué es un Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura?.

2- ¿Cuáles son las funciones del Project Management para la gestión de proyectos de infraestructura en la empresa?

3- Utiliza innovaciones tecnológicas en la ejecución de proyectos de infraestructura en la empresa. Si ( ) No ( )

4- indique ¿Cuáles aplicaciones tecnológicas utiliza en la ejecución de proyectos de infraestructura?

BIM ( ) Inteligencia artificial ( ) Drones ( )

SketchUp ( ) Trello ( ) Asana ( ) Jira ( )

Otro ( ) _____

5-¿Qué usos les da a la aplicación?

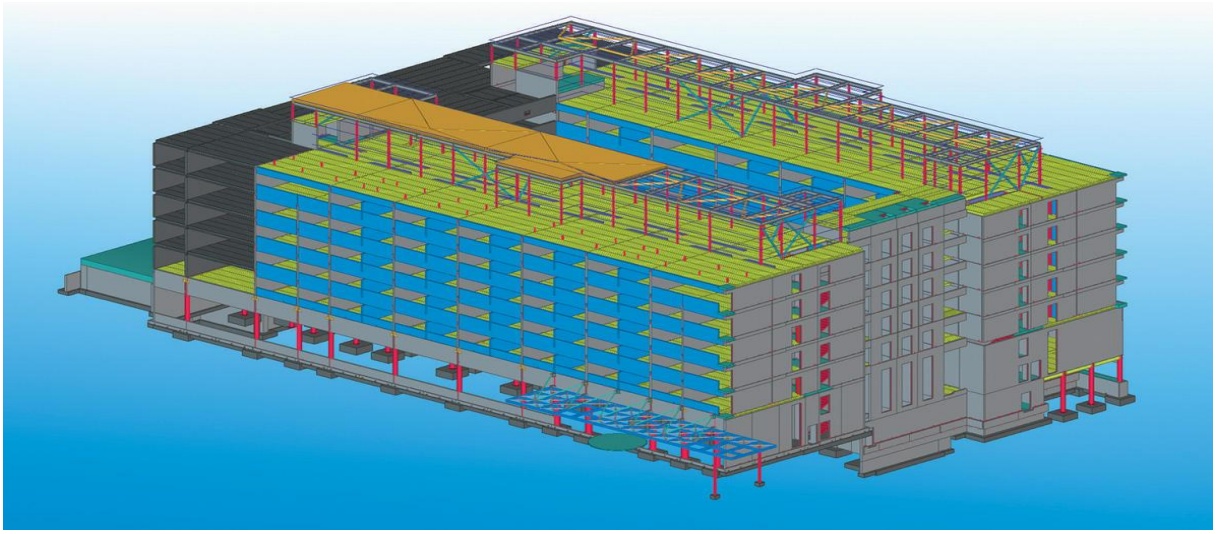
6-¿Cuál dispositivo tecnológico usa más frecuente?

Teléfono ( ) Tablet ( ) Computadora portátil ( )

Anexos 4 Modelo del Hotel Hilton en BIM



Fuente: https://www.tekla.com/resources/case-studies/hotel-hilton-helsinki-vantaa-airport-bim-improves-the-quality-of-construction



Fuente: https://www.tekla.com/resources/case-studies/hotel-hilton-helsinki-vantaa-airport-bim-improves-the-quality-of-construction

Anexos 5 Modelo de vivienda con Revit



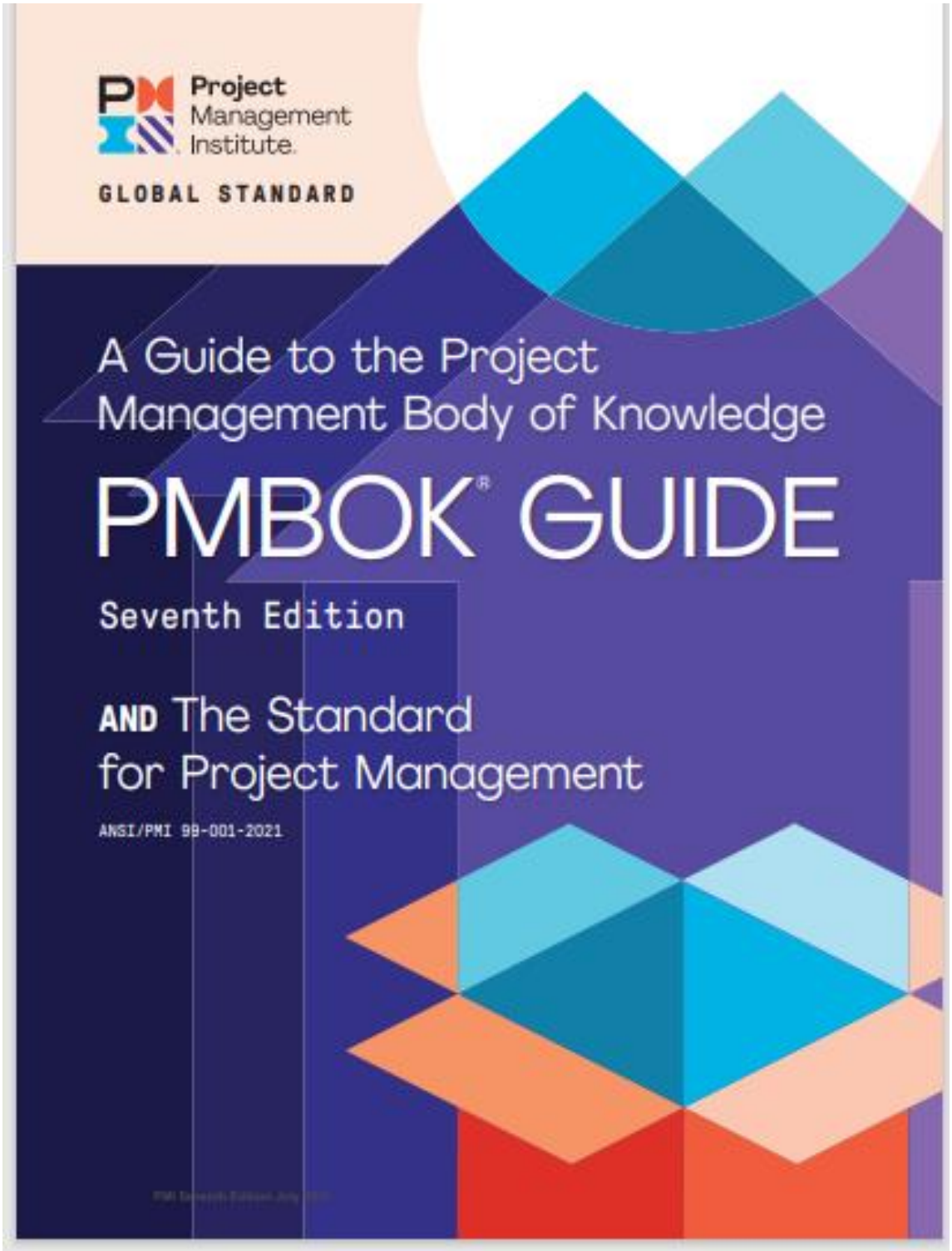
Tomado de https://www.desarrollourbano.com/info/modelo-m1/ .Recuperado 19-10-2024

Anexos 6 Reunión de Project Management (Gestor de Proyectos)

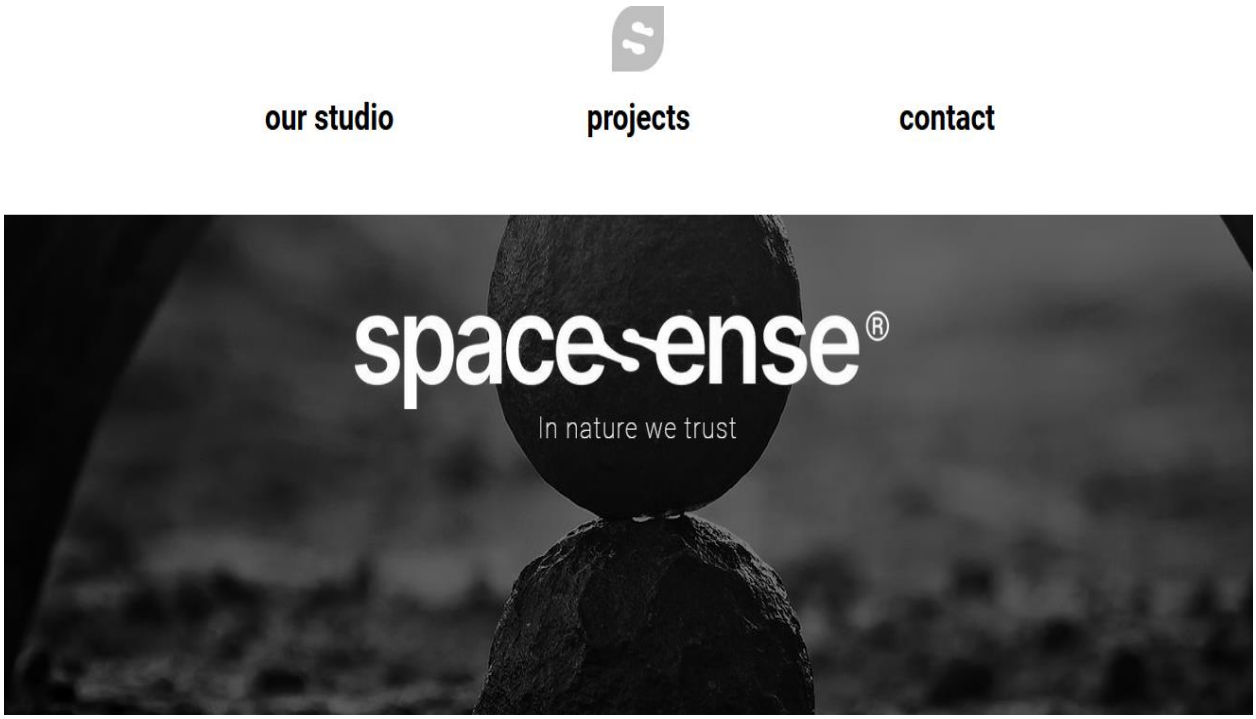


Tomada de https://www.pmi.org/learning/library/es-el-exito-de-las-pmo-en-latinoamerica-13654. Recuperado 19/10/2024

Anexos 7 Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos



Anexos 8 Empresa https://www.spacesensecr.com/



our concept.

Our ancestors and teachers always guide us.

Those who seek to connect their space with nature find in our studio an architectural design elaborated with the language of earth, beautiful and subtle, like the wings of a dragonfly.

Spacesense is the flight of that dragonfly when it finds its home.

Fuente: Tomada de página web de la empresa.



Arch. Sophia Montero

Founder & CEO

Our founder.

Sophia Montero is architect and landscaper, nature lover and ocean in vibration with animals. She has clear the mission of her as an architecture in this world and wants to contribute a responsible footprint with the planet Earth from the creation of spaces and experiences in harmony with nature.

She was born and grew up in Montezuma, a beach located on the Costa Rica Pacific coast.

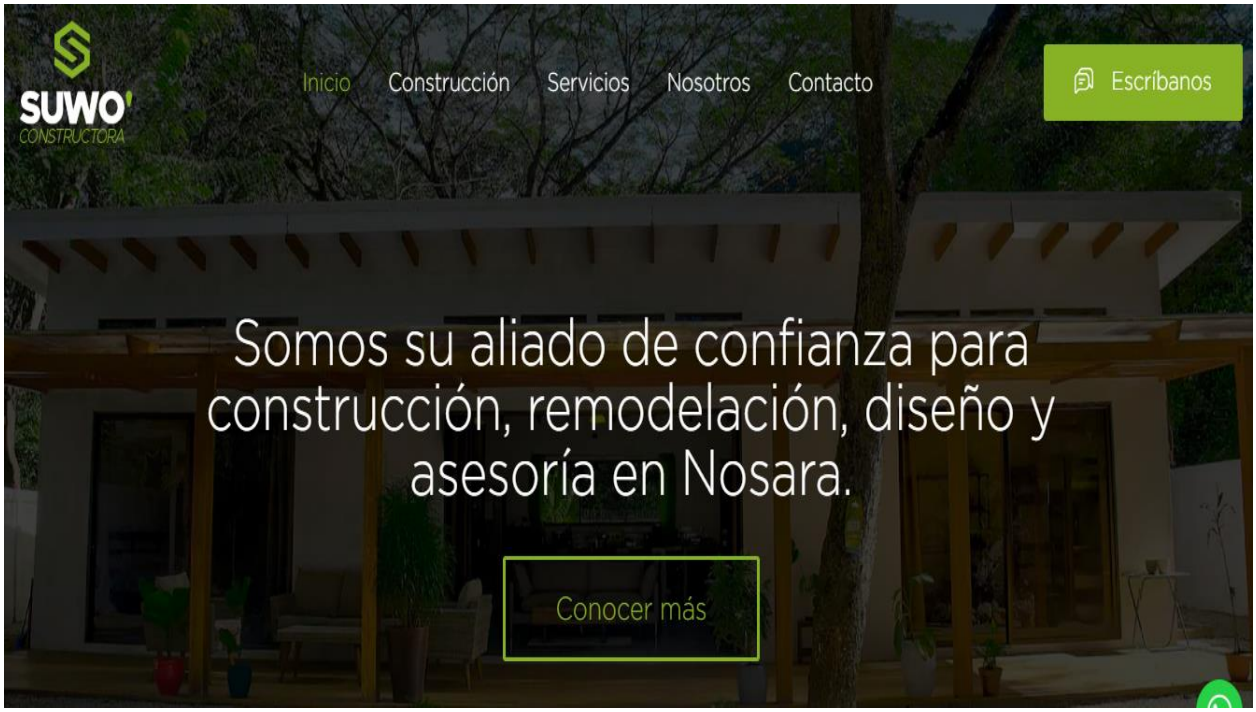
She studied the primary and half of high school in Cobano and later ended the Bachelor at the Sonian School of Sion in the city of San José

She studied Architecture at the University Veritas ending the professional career in June 2016 but before that she has an international public space workshop and 1: 1 scale at the University of Strathclyde in Glasgow, Scotland.

She recently completed a course of parametric architecture and construction with Bambu at the University of the Isthmus in Panama.

Fuente: Tomada de página web de la empresa.

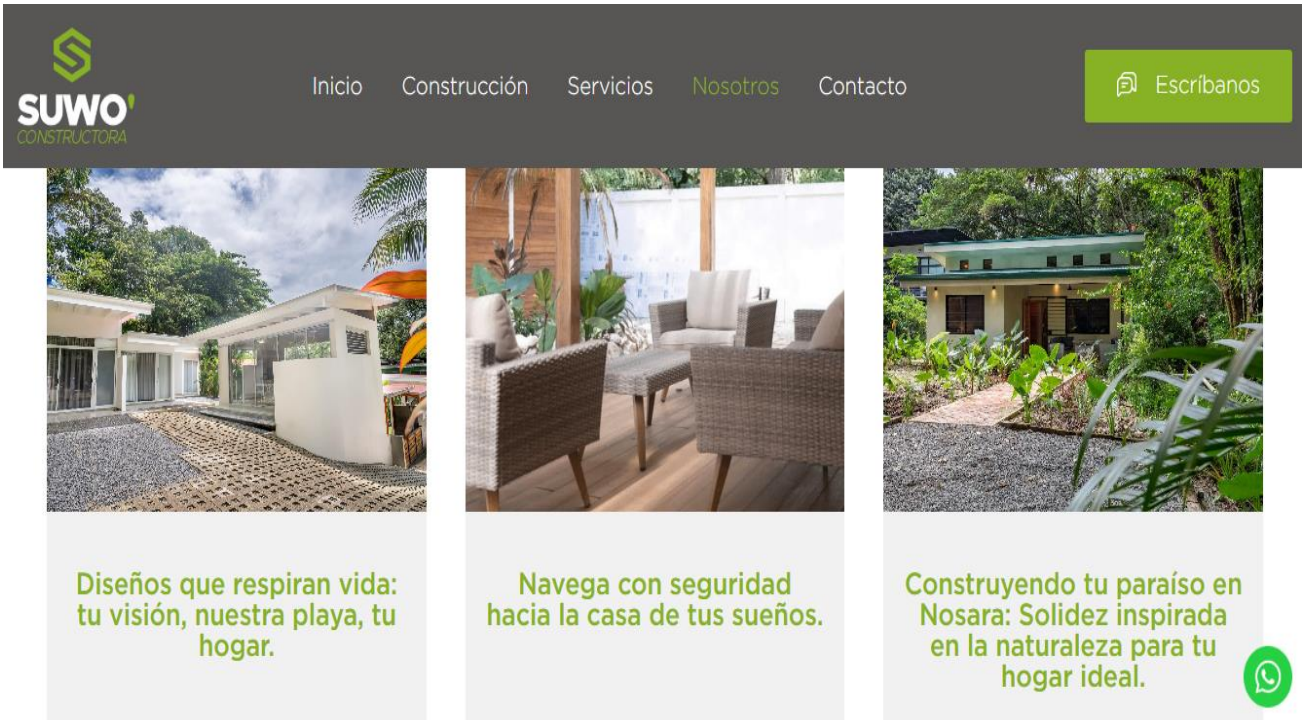
Anexos 9 Empresa https://suwoconstructora.com/





Fuente: Tomada de página web de la empresa.

Propietario de SuwoConstructora





Sé lo crucial que es la construcción de tu hogar en Nosara, una decisión que va más allá de lo estético y funcional, para convertirse en un reflejo de tu conexión con la naturaleza y el estilo de vida de Guanacaste. Me aseguraré de que tu experiencia sea simple, segura y gratificante de principio a fin. En Suwo Constructora, estamos aquí para hacer realidad tu visión, adaptándonos a las condiciones climáticas, normativas locales y respetando el ambiente que hace de Nosara un lugar tan especial.

Emmanuel Ortiz, Fundador SUWO Constructora

Fuente: Tomada de página web de la empresa.

Anexos 10 Visita a proyecto desarrollado por la empresa Inversiones P&R para la Empresa piñera DOLE en San Carlos, Alajuela.







