

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

PLAN DE GESTIÓN DE PROYECTO PARA LA ELABORACIÓN DE UN VISOR
GEOESPACIAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL.

JOSEPH CALVO ACUÑA

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

Alajuela, Costa Rica

Enero, 2025

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
requisito parcial para optar al grado de Maestría en Administración de Proyectos

YORLENNY HIDALGO
TUTORA

ROGER VALVERDE
LECTOR No.1

MAX CEDEÑO
LECTOR No.2

JOSEPH CALVO ACUÑA

DEDICATORIA

A cada una de esas personas que han estado a mi lado y que ahora forman parte de un recuerdo, y a aquellas que continúan transitando con más razón.

A mi madre, por ser compañía en este transitar y apoyarme.

Quod quisque possit, nisi tentando nesciat

No se puede saber de lo que cada uno es capaz si no se pone a prueba

Publilius Syrus. XLIII a.C

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la UCI por el tiempo que dedicaron a transmitir el conocimiento necesario para que hoy pueda tener un ápice de conciencia en encontrar y comprender hechos para la toma decisiones con objetividad, pensamiento crítico y lucidez, siempre evaluando el entorno en donde se desarrollan los proyectos.

RESUMEN

El objetivo de este documento es desarrollar un plan de gestión de proyecto para crear un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional de Costa Rica. El propósito de este visor es proporcionar a la comunidad universitaria una base de datos geoestadística que relacione datos georreferenciados con modelos virtuales a escala de los edificios de la universidad y datos estadísticos relacionados. El resultado final de este trabajo será un plan de gestión para la creación de un visor geoespacial que facilite la ubicación espacial de las instalaciones, servicios y facilidades de la universidad para mejorar la experiencia universitaria y permitir a la administración generar planes de expansión sostenibles que protejan la biodiversidad circundante del campus. Para lograr esto, se utilizará una metodología analítica, inductiva y deductiva, así como la guía del *Project Management Institute* en su sexta y séptima edición.

Palabras clave: datos geoestadísticos, administración de proyectos, herramientas para la gestión de proyectos, visor geoespacial, ingeniería, geomática, georreferenciación e infraestructura.

ABSTRACT

The objective of this document is to develop a project management plan to create a geospatial viewer of the infrastructure of the *Universidad Nacional de Costa Rica*. The purpose of this viewer is to provide the university community with a geostatistical database that relates georeferenced data with virtual models at the scale of the university's buildings and related statistical data. The final result of this work will be a management plan for the creation of a geospatial viewer that facilitates the spatial location of the university's facilities, services, and amenities to enhance the university experience and enable the administration to generate sustainable expansion plans that protect the surrounding campus biodiversity. To achieve this, an analytical, inductive, and deductive methodology will be used, along with the Project Management Institute's guide in its sixth and seventh editions.

Keywords: geostatistical data, project management, project management tools, geospatial viewer, engineering, geomatics, georeferencing, and infrastructure.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABLAS.....	12
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES	14
RESUMEN EJECUTIVO.....	15
1 INTRODUCCIÓN	17
1.1 Antecedentes	18
1.2 Problemática	20
1.3 Justificación del proyecto	22
1.4 Objetivo general	24
1.5 Objetivos específicos	24
2 MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 MARCO INSTITUCIONAL	25
2.1.1 Antecedentes de la institución.....	25
2.1.2 Misión y visión.....	27
2.1.3 Estructura organizativa.....	31
2.1.4 Productos y servicios que ofrece.....	33
2.2 TEORÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	34
2.2.1 Principios de la dirección de proyectos.....	34
2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto	41

2.2.3	Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos	46
2.2.4	Administración, dirección o gerencia de proyectos	49
2.2.5	Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos	52
2.2.6	Ciclos de vida de los proyectos	58
2.2.7	Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos	61
2.3	Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés	63
2.3.1	Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión)	64
2.3.2	Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio	66
2.3.2.1	Metodologías de investigación que se han usado	69
2.3.2.2	Conclusiones y recomendaciones obtenidas	72
2.3.3	Otra teoría relacionada con el tema en estudio	74
2.3.3.1	Mosaico Catastral	74
2.3.3.2	Método de extrusión	76
2.3.3.3	Metodologías RTK para puntos de fotocontrol	79
3	MARCO METODOLÓGICO	82
3.1	FUENTES DE INFORMACIÓN	82
3.1.1	Fuentes primarias	83
3.1.2	Fuentes secundarias	86
3.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	89
3.2.1	Método analítico-sintético	89
3.2.2	Método inductivo	90

3.2.3 Método deductivo.....	91
3.3 HERRAMIENTAS.....	94
3.4 SUPUESTOS Y RESTRICCIONES.....	98
3.5 ENTREGABLES.....	101
4 DESARROLLO.....	103
4.1 DESCRIPCIÓN Y ESTRUCTURA INICIAL PARA EL PROYECTO.....	103
4.1.1 Acta de Constitución	104
4.1.2 Matriz de Interesados.....	111
4.2 DESARROLLO DEL PLAN INTEGRAL DEL PROYECTO	116
4.2.1 Plan de integral de gestión del proyecto.....	116
4.2.2 Gestión del alcance.....	118
4.2.3 Gestión del cronograma	138
4.2.4 Gestión de costos	145
4.2.5 Gestión de la calidad.....	152
4.2.6 Gestión de los recursos.....	162
4.2.7 Gestión de las comunicaciones.....	167
4.2.8 Gestión de los riesgos.....	173
4.2.9 Gestión de las Adquisiciones	195
4.3 DOCUMENTACIÓN DE APOYO PARA EL CONTROL DEL PROYECTO	197
4.3.1 Tablero de Kanban.....	202

4.3.2	Plantilla de gestión de cambios	203
4.3.3	Plantilla de revisión de avance por reuniones	207
4.3.4	Plantillas para el control de la calidad	208
4.3.5	Plantilla para el control del riesgo.....	210
4.3.6	Plantilla para el control de las comunicaciones	211
4.4	CIERRE DEL PROYECTO O FASE	215
5	CONCLUSIONES.....	220
6	RECOMENDACIONES	222
7	VALIDACIÓN DEL TRABAJO EN EL CAMPO DEL DESARROLLO REGENERATIVO Y/O SOSTENIBLE	224
7.1	RELACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	225
7.2	ANÁLISIS DEL PROYECTO DE ACUERDO CON EL ESTÁNDAR P5.	233
7.3	RELACIÓN DEL PROYECTO CON LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO REGENERATIVO	248
	Lista de Referencias	251
	Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG	256
	Anexo 2: EDT del PFG.....	268
	Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG.....	269

Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar	271
Anexo 5: Correo con la oficina de planificación de Harvard.....	280
Anexo 6: Encuesta para recibir retroalimentación de los involucrados	281

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estructura Organizativa de la Universidad Nacional de Costa Rica	31
Figura 2 Gestión Predictiva.....	47
Figura 3 Ciclo de vida adaptativo.....	48
Figura 4 Áreas del conocimiento y grupos de procesos.....	57
Figura 5 Ciclo de vida en cascada o predictivo	58
Figura 6 Ciclo de vida adaptativo.....	59
Figura 7 Ciclo de vida iterativo.....	60
Figura 8 Visualizador web del Mapa de Campus de la Universidad de Harvard	70
Figura 9 Mosaico Catastral del Sistema de Registro Inmobiliario.....	75
Figura 10 Altura mínima de cada entidad	77
Figura 11 Altura máxima en cada entidad.....	77
Figura 12 Extrusión de puntos	78
Figura 13 Extrusión de línea.....	78
Figura 14 Extrusión de huellas de edificios.....	79
Figura 15 Buscador de datos Rinex en la página web Red de Estaciones GNSS del Registro Nacional	81
Figura 16 Acta de Constitución de Proyecto	104
Figura 17 EDT del proyecto.....	130
Figura 18 Cronograma del proyecto	143
Figura 19 Curva S	152
Figura 20 Estructura de Desglose de Riesgos.....	190
Figura 21 Grupo de procesos de monitoreo y control	198
Figura 22 Tablero Kanban en planner del proyecto	202
Figura 23 Plantilla de gestión de cambios.....	203

Figura 24 Plantilla para rendimiento del proyecto	207
Figura 25 Plantilla para control de calidad del proyecto.	209
Figura 26 Plantilla para la verificación de la calidad	210
Figura 27 Plantilla para el control y ajuste del riesgo	211
Figura 28 Plantilla para el control de las comunicaciones	212
Figura 29 Cronograma, costos y recursos	213
Figura 30 Encuesta de retroalimentación.....	217
Figura 31 Plantilla para lecciones aprendidas.....	218
Figura 32 Análisis de Impacto P5	235

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Fuentes de Información Utilizadas	88
Tabla 2 Métodos de Investigación Utilizados	93
Tabla 3 Herramientas Utilizadas	97
Tabla 4 Supuestos y restricciones	99
Tabla 5 Entregables.....	101
Tabla 6 Registro de Interesados	111
Tabla 7 Análisis de los interesados.....	113
Tabla 8 Estrategia de manejo de interesados clave	115
Tabla 9 Plan de gestión del proyecto	116
Tabla 10 Plan de gestión para la recopilación de los requisitos	119
Tabla 11 Matriz de trazabilidad	122
Tabla 12 Criterios de aceptación	125
Tabla 13 Diccionario del EDT	131
Tabla 14 Parámetros del cronograma.....	139
Tabla 15 Plan de gestión de costos	146

Tabla 16 Presupuesto.....	147
Tabla 17 Presupuesto para proyecto. Línea base de costos.....	151
Tabla 17 Matriz de requisitos de calidad y aceptación	154
Tabla 18 Matriz de roles y responsabilidades.	157
Tabla 19 Matriz de aseguramiento del control de calidad	158
Tabla 20 Matriz de métricas de calidad.....	161
Tabla 21 Recurso de equipo y materiales	164
Tabla 22 Matriz de gestión del equipo	166
Tabla 23 Identificación de interesados del proyecto.....	168
Tabla 24 Matriz de gestión de las comunicaciones	170
Tabla 25 Matriz de marcador de riesgo (P x I)	174
Tabla 26 Clasificación del riesgo	175
Tabla 27 Criterios de evaluación.....	175
Tabla 28 Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos.....	177
Tabla 29 Identificación de los riesgos	191
Tabla 30 Adquisiciones para el proyecto	196
Tabla 31 Resumen de controles por área del conocimiento.....	200

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

2D: 2 Dimensiones

3D: 3 Dimensiones

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos

COD: Campus Omar Dengo

CR- Sirgas: Costa Rica – Sistema Geocéntrico para las Américas

ETCG: Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia

GNSS: Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite)

MDS: Modelo Digital de Superficie

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONU: Organización de las Naciones Unidas

P5: Personas, Planeta, Prosperidad, Proceso y Productos

PFG: Proyecto Final de Graduación

PMBOK: Project Managment Body of Knowledge

PMI: Project Managment Institute

RI: Registro Inmobiliario

RINEX; Receiver INdependent Exchange (Intercambio Independiente de Receptor)

RPA: Remotely Piloted Aircraft (Aeronave piloteada a distancia)

RTK: Real Time Kinematic (Cinemática en Tiempo Real)

SIG: Sistema de Información Geoespacial

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

UNA: Universidad Nacional de Costa Rica

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de fondo nació de la necesidad de resolver problemas relacionados con la gestión territorial y administrativa de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Se identificó que la falta de un sistema geoespacial adecuado dificultaba el ordenamiento y la planificación del campus, afectando la eficiencia de la administración y la calidad del servicio brindado a la comunidad universitaria. La problemática radicaba en la carencia de un visor geoespacial que permitiera una visualización clara y precisa de los objetos constructivos y la ubicación espacial de la población usuaria de la universidad.

La justificación del proyecto se basó en la importancia de contar con un sistema que facilite la administración territorial y mejore la toma de decisiones. La implementación de un visor geoespacial apoyaría los procesos de planificación y gestión del campus, permitiendo una mejor organización y utilización del espacio, así como un control más eficiente de los recursos.

El objetivo general de este proyecto fue desarrollar un visor geoespacial para la UNA que permita una gestión eficiente del territorio y los recursos del campus. Los objetivos específicos fueron: identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final, desarrollar el plan integral del proyecto con el fin de estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto, definir cómo se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado, desarrollar un plan de implementación para la puesta en marcha del proyecto propuesto por parte de la ETCG. La metodología de investigación utilizada fue mixta, combinando investigación documental y de campo. Se empleó un diseño de investigación cualitativo y cuantitativo. Para la recolección de información de fuentes primarias se utilizaron entrevistas y reuniones con expertos y autoridades de la UNA. Se aplicaron técnicas de análisis de datos para organizar y evaluar la información recopilada, y se utilizó el juicio de expertos para validar los procesos y metodologías propuestas. Además, se llevaron a cabo revisiones bibliográficas para sustentar las bases teóricas del proyecto.

Se utilizaron métodos de investigación como el analítico-sintético, el inductivo y el deductivo. El método analítico-sintético permitió descomponer los procesos y evaluar cada parte de forma integral. El método inductivo se basó en la observación y relación de datos para generar conclusiones generales. El método deductivo permitió aplicar principios generales a casos específicos para encontrar soluciones concretas.

El Proyecto de Plan de Gestión de Proyecto para la Elaboración de un Visor Geoespacial de la Infraestructura de la Universidad Nacional de Costa Rica se desarrolló con el objetivo de ejemplificar cómo se debe gestionar un proyecto en el ámbito de la ciencia y tecnología, específicamente en el sector de la ingeniería geoespacial. Esta disciplina, clave para la sociedad y el medio ambiente, se basa en la interpretación de datos geoespaciales, coordenadas georreferenciadas, magnitudes y datos cualitativos propios del objeto de estudio. La creación de este plan sirvió como base para futuros proyectos de características similares, en cuanto a tiempo, costo y alcance, contribuyendo así al desarrollo eficiente de proyectos tecnológicos en esta área poco explorada.

Uno de los principales logros del proyecto fue la creación del Chárter del Proyecto, el cual reunió la información esencial necesaria para su desarrollo. Este documento facilitó la alineación del equipo de trabajo, proponiendo un enfoque integral que abarca todas las áreas de conocimiento y actividades necesarias. Asimismo, el Plan de Gestión del Alcance permitió definir los requisitos y criterios de aceptación del proyecto, lo cual fue fundamental para garantizar el éxito en la entrega de los productos finales. Además, la creación de una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) facilitó la gestión y el seguimiento de las tareas.

El plan también identificó varios riesgos clave que podrían afectar el éxito del proyecto, como la dependencia tecnológica y los cambios en las prioridades institucionales. Para mitigar estos riesgos, se implementó un plan de gestión que permitió priorizar y enfrentar posibles inconvenientes de manera proactiva. Las investigaciones realizadas proporcionaron un sustento teórico sólido, asegurando que las prácticas y procedimientos adoptados estuvieran respaldados por fundamentos científicos, lo que aumentó la fiabilidad y coherencia del plan de gestión propuesto.

Entre las principales recomendaciones, se sugirió implementar acciones que aseguren la calidad del producto y su gestión a través de la matriz P5, que aborda producto, personas, planeta, proceso y prosperidad. Se recomendó un sistema de seguimiento periódico para garantizar la actualización y relevancia de los datos del geovisor, así como la definición de responsabilidades para el mantenimiento y las actualizaciones técnicas. La formación de los usuarios también fue clave, sugiriendo la creación de materiales educativos accesibles para facilitar el uso del visor geoespacial.

Además, se recomendó que el geovisor se utilice como herramienta para análisis ambiental, específicamente para el estudio de islas de calor, contribuyendo así a la creación de más espacios verdes que mitiguen el calor en el campus universitario. En cuanto a la prosperidad, se instó a que el proyecto promueva el desarrollo económico sostenible mediante el uso eficiente de recursos y tecnologías, asegurando su impacto positivo a largo plazo. Estas acciones ayudarían a mantener la relevancia del proyecto y su valor en diversos contextos.

Finalmente, se recomendó establecer un comité integrado por docentes, estudiantes y administrativos, que supervise las actualizaciones del geovisor, asegurando que se adapten a las necesidades cambiantes de la comunidad universitaria. También se propuso incluir cláusulas contractuales que refuercen el cumplimiento de los cronogramas y la calidad de los entregables, y promover la adopción de nuevas tecnologías que permitan al visor integrarse con otros sistemas y ofrecer valor adicional, como rutas de evacuación, monitoreo de activos y desarrollos *indoor*.

1 Introducción

El sector de las ciencias geoespaciales desempeña un papel fundamental en el reconocimiento, análisis, predicción, captura y procesamiento de la información espacial del planeta. Desde una perspectiva amplia y también territorialmente reducida, las potencias mundiales con fuerzas armadas han tenido el control de los territorios en tierra, mar y aire. Por esta razón, se ha vuelto fundamental comprender cada espacio geográfico. Costa Rica no es una excepción, aunque el país no esté militarizado. La aplicación de las geotecnologías se encuentra en diversas áreas, como el vulcanismo, la epidemiología, el análisis de desastres naturales, la estimación de posibles desastres, la planificación y la formulación de escenarios de crecimiento urbano y rural, desarrollo económico y la recuperación de zonas verdes, así como el análisis de las islas de calor urbanas, entre otros

De acuerdo al planteamiento del problema y la necesidad, este proyecto de graduación se centra en una propuesta de plan de gestión para la elaboración de un visor geoespacial de la infraestructura de la UNA lo cual es, una herramienta en línea que permite visualizar y explorar información geográfica en un mapa interactivo que se puede usar en computadora o dispositivo móvil. De esta forma la creación de este procedimiento permitirá generar un lineamiento para otros proyectos de ciencias geoespaciales con una orientación a la geomática y los sistemas de información geoespacial ya que brindará una estandarización para el análisis de los entregables necesarios, tiempos de ejecución de los entregables y metodologías y procesos bajo parámetros de calidad.

Dicho proyecto permite ampliar el conocimiento multitemporales para cuantificar y comprender factores del territorio a mapear y cartografiar considerando en el mismo análisis multivariantes y entre esas la promoción de la comprensión del medio ambiente donde la misma sea siempre un factor a considerar en cualquier proyecto de ingeniería geoespacial (Cifuentes & Londoño, 2010, p.57).

Los procesos internos de la Tierra y todo lo que contiene están en constante variación y modificación. Al igual que la materia, no se crea ni se destruye, solo se transforma. Esta premisa también se aplica a los procesos internos naturales y antropogénicos. Estos procesos generan información geoespacial que es rastreable y almacenada, lo cual es fundamental para la creación y modelización de escenarios futuros. Esto ha llevado a un fortalecimiento y aumento de protagonismo de las ciencias geoespaciales, incluyendo la geodesia y la geomática, así como sus múltiples campos de especialización.

1.1 Antecedentes

El sector geoespacial en Costa Rica es aún pequeño, pero avanza rápido en los últimos 10 años con la creación de nuevas herramientas computacionales y técnicas propia de las ciencias geoespaciales el sector ambiental, agronómico, planificación y ordenamiento urbana, geodésico, riegos, vulcanismos y sismológicos sean beneficiado de ellas y han ido cada vez más implementado estas nuevas técnicas unidades con la inteligencia artificial y el aprendizaje automatizado se han enfocado a aprender sobre datos y mejorar con la experiencia, lo cual implica un reconocimiento mayor en patrones de acuerdo a las variables que se deseen analizar.

El ordenamiento urbano se podría decir que nace en Costa Rica en 1916, cuando el gobierno de Alfredo González Flores crea la Oficina de Catastro Nacional General, y se publica la Ley Sobre Formación del Catastro, Ley N°70 del 18 de diciembre de 1916 (Registro Nacional de Costa Rica, s.f.).

Según lo que comenta (Arauz Rodríguez , 2019).

El Registro Nacional de la Propiedad en conjunto con el gobierno promueve desde el año 2001 la creación del mapa catastral, entendiendo este como la representación y descripción gráfica, numérica, literal y estadística de todas las tierras comprendidas en

el territorio nacional para mejorar la calidad de la seguridad de los bienes inmuebles del país.

Para Costa Rica representan recursos fundamentales los bienes inmuebles, que requerían una reforma y adaptación a los nuevos procesos tecnológicos a nivel mundial para el área catastral y así continuar con la seguridad jurídica en sistemas que se pudieran proyectar a nivel nacional

Por otro lado, en 1974 nace la Escuela de Topografía y Geodesia bajo un marco de cooperación entre el gobierno de Alemania y Costa Rica. En este convenio se contemplaron becas para que ciudadanos de América Central y Panamá se formaran como diplomados en las áreas del conocimiento de Topografía y Catastro.

A más de 100 años de la creación del primer proceso para la regularización de los predios en Costa Rica, 50 años de la creación de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la UNA y 23 años de la creación del primer mapa catastral en Costa Rica, estos tres hitos representan antecedentes importantes en el país. Estos avances han sentado las bases para que actualmente en Costa Rica se esté trabajando en el desarrollo de un visor de infraestructura más moderno y aplicado, utilizando diversas metodologías de captura y procesamiento de la información geoespacial.

Con el avance continuo de la tecnología geoespacial y estadística, se ha vuelto cada vez más importante unir tres pilares fundamentales para el desarrollo de un país: la economía, la sociedad y el ambiente. Es por esta razón que se ha ideado la creación de un visor geoespacial de infraestructura, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones basadas en datos y evidencia. Este visor también ayudará a la UNA en la integración de la infraestructura a través de un plan de gestión que establecerá pautas para un desarrollo efectivo y el éxito del proyecto. Todo esto se enlaza con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para la agenda del 2030.

1.2 Problemática

La UNA es una de las cinco universidades estatales y que para el año 2022 tuvo un ingreso 19.289 estudiantes según lo publicado en (Semanario Universidad, 2022) la matrícula va en aumento año con año. Sin embargo, con una matrícula va en aumento surgen nuevos retos por afrontar para la institución es acá donde la resolución de uno de ellos nace con la necesidad de crear e implementar un visor geoespacial de infraestructura, donde no solo se muestre gráficamente los edificios, parqueos, zonas verdes, áreas comunes, facilidades estudiantiles y calles internas a la institución, sino que esta información geoespacial se una con información estadística como registro de datos de la universidad, *big data*, encuestas y censo.

La unificación de la información geoespacial y estadística debe regirse por las buenas prácticas de la administración de proyectos y las propias del sistema. Es necesario asegurar la transversalidad de la información, así como la generación, integración, homologación, estandarización, interoperabilidad y comparabilidad de los datos para facilitar la toma de decisiones basadas en el análisis y la evidencia. Esto ayudará a resolver las problemáticas que enfrentan los usuarios de la universidad.

- Las llegadas tardías de los estudiantes al Campus Omar Dengo (COD) son un problema recurrente durante las primeras semanas de clases. Esto se debe a la falta de una rotulación física adecuada dentro del campus, lo que dificulta la ubicación de los edificios y provoca que los estudiantes se pierdan o lleguen tarde a sus clases. Además, en muchos casos, esta situación también afecta la puntualidad para tomar el autobús a tiempo.

Para abordar este problema, se propone la implementación de un visor geoespacial de infraestructura. Este visor permitiría a los estudiantes conocer de

manera precisa la ubicación de los edificios dentro del campus, lo que ayudaría a minimizar las llegadas tardías debido al desconocimiento de la ubicación

- Unificación de la información: La centralización de la información geoespacial relacionada con los edificios, escuelas y facultades de la UNA, así como las aulas, bibliotecas y servicios que ofrece la institución, contribuye a un acceso más fácil y estable al sistema. Esto genera agilidad en la toma de decisiones y proporciona una base sólida en el visor. Además, permitiría la inclusión de futuras fuentes de datos administrativos y de otro tipo, lo que complementaría y fortalecería la base de datos geoespaciales que aloja el visor.
- Reducción de las desigualdades en la información para futuros estudiantes de zonas lejanas: La desigualdad es un problema que está muy presente en América Central y Costa Rica no es la excepción. Incluso dentro del recinto universitario, existen desigualdades. Es por eso que la gestión del proyecto se llevaría a cabo de manera gradual, con el objetivo de reducir la brecha que puede existir entre los aspirantes a la universidad que se encuentran en zonas lejanas, como las comunidades indígenas, y que quizás nunca han visitado el recinto universitario. A través de un dispositivo electrónico con acceso a internet, estos estudiantes podrían acceder a información actualizada y detallada sobre la universidad, lo que les brindaría igualdad de oportunidades y les ayudaría a tomar decisiones informadas sobre su educación conociendo desde la virtualidad la UNA y su distribución espacial.
- Campus sostenible: en relación con el ODS 13 y 15 (Naciones Unidas, s.f.) la UNA poco a poco se va quedando sin espacios verdes producto de la construcción actualmente cuenta con 55% del espacio construido y 35% de zonas verdes y un 10% de áreas sin ninguna productividad lo que a la larga y

por una mala planificación la universidad empiece a proporcionar espacios de calor llamados islas de calor por exceso de construcción donde estructuras absorben y liberan calor lentamente, como edificios y pavimentos. Una mala planificación en las áreas verdes, vendría a generar daños en la salud física, mental y en el medio ambiente que podría ocasionar disminución en la calidad del aire, disminución de los espacios abierto y como se comentó anteriormente aumento en las temperaturas.

Es por eso que en el plan de gestión es importante considerar múltiples factores al momento de planificar y ejecutar el visor. No solo debe ser una herramienta de consulta interna o externa, sino que también podría generar datos estadísticos y geoespaciales que relacionen el medio ambiente, la sociedad y la economía, permitiendo así una integración de datos que unan para una buena planificación.

1.3 Justificación del proyecto

El sector de ciencias geoespaciales se ha vuelto esencial para una comprensión más amplia de las dinámicas de un país. De acuerdo a la descripción que se realiza en el Marco Global Estadístico y Geoespacial de las (Naciones Unidas, s.f.) se considera tres pilares para el desarrollo los cuales son:

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 169 metas y un marco de indicadores globales, crea una necesidad imperiosa de comprender, sostener y desarrollar los tres pilares del desarrollo de un país: economía, sociedad y medio ambiente 2. Los resultados positivos en estas tres áreas se maximizarán al permitir la toma de decisiones basada en datos y en evidencia, tanto en el sector público como en el privado. Se ha reconocido que la integración de información de dominios estadísticos (que incluye una amplia gama de datos socioeconómicos y empresariales) y geoespaciales (que incluye datos ambientales y de

observación de la tierra cada vez más importantes) es importante para comprender las relaciones entre y dentro de estos tres pilares. La integración de esta información es vital para mejorar la calidad de la evidencia, que utilizamos para tomar decisiones presentes y futuras.

De acuerdo con el Marco Global Estadístico y Geoespacial de las Naciones Unidas, es importante integrar datos estadísticos y geoespaciales para desarrollar un plan de gestión de proyectos. Este plan tiene como meta crear un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional, sirviendo como parámetro para nuevos desarrollos. Esto permitirá establecer un marco de referencia y asegurar una mayor consistencia en la entrega de proyectos con características similares. A su vez, esto mejorará la satisfacción del cliente, que para este proyecto en particular sería la ETCG y la UNA.

Es fundamental para la industria geoespacial que se desarrollen nuevos procedimientos desde una perspectiva de administración de proyectos, ya que esto ayudaría a llenar vacíos en los proyectos y evitar pérdidas sustanciales y afectaciones en términos de costo, tiempo, alcance y calidad del producto final. Estas pérdidas se traducirían en una insatisfacción del cliente.

Seguir estándares de calidad y buenas prácticas de gestión de proyectos permitiría que la industria geoespacial tenga una mayor presencia en el mercado nacional. Tanto el sector público como el privado ya que son nichos de desarrollo y que abarcan casi cualquier área de la economía nacional e incluso a nivel de la región centroamericana.

En general, la implementación de un plan de gestión estandarizado, lógico y normado tiene el potencial de mejorar sustancialmente la eficiencia en la interfaz y la experiencia del usuario, la calidad de la información espacial y estadística almacenada, la seguridad de dicha información, así como la precisión y exactitud de los proyectos geoespaciales. Además, esto puede aumentar la rentabilidad de dichos proyectos.

1.4 Objetivo general

Desarrollar un plan de gestión de proyecto para la implementación de un visor geoespacial en 3D de Infraestructura del Campus Omar Dengo de la UNA, con el fin de mejorar la toma de decisiones.

1.5 Objetivos específicos

1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.

2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto.

3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado.

2 Marco teórico

2.1 Marco institucional

2.1.1 Antecedentes de la institución

Aunque no se cuenta con una empresa o institución consolidada, este proyecto tiene más el concepto de una *start-ups* tecnológica que crea e implementa un producto en concreto. Se trata de un esfuerzo puntual para cubrir una necesidad específica de la Universidad Nacional. A lo largo del tiempo, se han implementado medidas paliativas para abordar la necesidad de la ubicación geoespacial de las edificaciones, la planificación y la administración sostenible del complejo que conforma el COD de la UNA, pero han resultado insostenibles debido a su alta capacidad de desactualización.

La necesidad de regularizar e identificar geográficamente la ubicación de cada edificio y el espacio que ocupa en el COD, ha llevado a la iniciación de un proceso en 2021 para adquirir los insumos básicos. Estos insumos fueron identificados, capturados y calculados dentro del COD, con el objetivo de mitigar riesgos, administrar los espacios verdes y planificar nuevos desarrollos.

La UNA es una de las cinco universidades del Estado Costarricense y se distingue por su enfoque humanístico. Ha desempeñado un papel fundamental en la sociedad, no solo en términos de formación académica, sino también en investigación y extensión universitaria. Con más de 133 carreras, la UNA gradúa profesionales en diversas disciplinas. Durante la pandemia de COVID-19, la UNA tuvo un impacto significativo al utilizar un visor geoespacial para contribuir a la localización y seguimiento de los casos. Esto demostró un impacto estratégico en el área de la salud pública. Además, la UNA ofrece servicios a la sociedad civil a través de convenios con instituciones del Estado y terceros. Por ejemplo, el laboratorio de

análisis fisicoquímico del agua de la Escuela de Ciencias Ambientales proporciona soluciones a aquellos entes que no pueden llevar a cabo el análisis pertinente de muestras de agua.

Por otro lado, este esfuerzo individual y unipersonal que como tal no cuenta con una estructura de empresa y/o organización en forma de organigrama, pero, aun así, beneficiará principalmente a los estudiantes del COD y, posteriormente, a las autoridades universitarias, especialmente aquellas dedicadas a la planificación geoespacial, el desarrollo inmobiliario y la mitigación y atención de riesgos. Este proyecto tiene un impacto en la industria nacional que desarrolla e implementa productos geotecnológicos, tanto a pequeña como a gran escala.

Un ejemplo de esto podría ser la implementación de un plan nacional de desarrollo geoespacial, en el cual el Estado genere datos geoespaciales en función de los índices macroeconómicos medibles que posea. De manera similar, los Gobiernos Locales podrían utilizar un Visor Geoespacial en 3D para contar la cantidad de pisos en un inmueble y permitir su consulta al usuario. Esta iniciativa traería grandes beneficios, como la recaudación del impuesto sobre los bienes inmuebles, ya que el valor comercial y fiscal de una unidad habitacional aumenta con cada piso adicional, especialmente si se encuentra en una zona de desarrollo con alta plusvalía.

Además, desde la atención al riesgo, sabiendo dónde se ubica un apartamento y en qué piso, se podría generar en el futuro la ruta más corta para la atención del riesgo con un algoritmo de ruta.

El primer acercamiento del mundo con los datos geoespaciales en un geovisor fue en el 2001 con la creación *Earth Viewer 3D* desarrollador por Keyhole. Inc y adquirido por Google® en el 2024 (GISSER, s.f.).

En resumen, la generación de un plan de gestión de proyectos podría allanar el camino para muchas *start-ups* de la industria geoespacial para organizar sus proyectos similares y gestionar con calidad el inicio y el final. Esto atraería a clientes más grandes y generaría

productos de mayor calidad para el sector público y privado, sin limitarse a alguna área, pudiendo abarcar desde el medio ambiente hasta la tecnología, pasando por la salud, la construcción, la economía, la educación, entre otros."

2.1.2 Misión y visión

- **Visión de la UNA**

La Universidad Nacional será referente por su excelencia académica, por el ejercicio de su autonomía, innovación y compromiso social en los ámbitos regional y nacional, con reconocimiento y proyección internacional, con énfasis en América Latina y el Caribe.

Su acción sustantiva propiciará un desarrollo humano sustentable, integral e incluyente que se fundamentará en el ejercicio y la promoción del respeto de los derechos humanos, el diálogo de saberes, la interdisciplinariedad y un pensamiento crítico.

Su gestión institucional se caracterizará por ser ágil, flexible, desconcentrada, con participación democrática, transparente, equitativa e inclusiva, que promueve estilos de vida saludable (Universidad Nacional de Costa Rica, 2017).

Relación con el proyecto: La innovación, como idea que crea valor y tiene el potencial de transformar o mejorar algo. Es lo que propone el visor geoespacial, este innovador enfoque para el acceso a la información, la integración y la inclusión social, busca cerrar la brecha acceso de las cosas, pero esta vez desde un servicio en la web, alineado con la visión innovadora de la Universidad Nacional.

Se pretende que no solo la educación sino el acceso al conocimiento inicie un proceso gradual de desconcentración permitiendo que, a lo largo de los años, las personas que habitan en zonas fuera del Gran Área Metropolitana (GAM), como los pueblos del sur del país, Guanacaste e incluso Limón, tengan acceso, ya que no enfrentarán tantas barreras como en el pasado.

- **Visión de la ETCG:**

La visión de la ETCG está en mantenerse a la vanguardia en el desarrollo académico de su dominio disciplinar, en la Región Centroamericana y El Caribe, con proyección al resto de Latinoamérica. Ofrecer el grado de Bachillerato en Ingeniería en Topografía y Catastro, y el grado de Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia, para estudiantes nacionales y extranjeros. Brindar programas y actividades de capacitación y educación continua a profesionales en servicio y otros profesionales de áreas afines. Realizar programas y actividades de investigación, extensión y producción tanto en su campo disciplinario como con carácter multidisciplinario, dirigidos al desarrollo académico de la Escuela, a la comunidad científica, a la empresa privada, a instituciones públicas, a organismos no gubernamentales y a la sociedad en general (Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, s.f.).

Bajo esta premisa de visión es que se desarrolla el plan de gestión de proyecto ya que sirve como herramienta para dar soluciones a problemas en colaboración con las buenas prácticas de dadas por la gerencia de proyectos, pero también es destacable la innovación en el campo de las geotecnologías y su impacto en que las personas y las entidades se relacionen en un espacio geográficos. La innovación como valor debe ir guiado de ética en la búsqueda de la mejor forma en que se relacionan, utilizan e interactúan los datos geoespaciales buscando impulsar cambios positivos en diversos sectores, como la planificación urbana, la gestión del medio ambiente y la toma de decisiones empresariales.

Con respecto al proyecto, es importante contar con una visión empresarial, incluso si es un esfuerzo temporal y único. Esto orienta el diseño e implementación del trabajo y lo alinea con las políticas del dueño del producto. La finalidad es proporcionar una guía orientativa para seguir buenas prácticas que estén alineadas con la visión empresarial.

- **Misión de la UNA**

La Universidad Nacional genera, comparte y comunica conocimientos, y formas profesionales humanistas con actitud crítica y creativa, que contribuyen con la transformación democrática y progresiva de las comunidades y la sociedad hacia planos superiores de bienestar.

Con la acción sustantiva contribuye a la sustentabilidad eco social y a una convivencia pacífica, mediante acciones pertinentes y solidarias, preferentemente, con los sectores sociales menos favorecidos o en riesgo de exclusión (Universidad Nacional de Costa Rica, 2017)

Relación con el proyecto: Dentro del marco de acceso a la información para los sectores sociales menos favorecidos o en riesgo, debe ser uno de los pilares fundamentales de la UNA. El poder acceder a los bancos de información desde un dispositivo con acceso a *internet* favoreciendo a aquellos sectores de la población que se encuentran en la periferia de la Gran Área Metropolitana (GAM) y que, debido a factores de tiempo, dificultad para desplazarse por lejanía y poco recurso económico, pueden tener un primer acercamiento con la UNA a través del Visor Geoespacial. Ahí podrán ver la ubicación, forma y tamaño de los edificios que en conjunto forma el núcleo de infraestructuras del campus Omar Dengo, aportando así al fortalecimiento de la misión institucional gracias a la tecnología geoespacial.

- **Misión de la ETCG:**

La ETCG tiene como misión la formación integral de profesionales en la obtención y procesamiento de datos, análisis de resultados sobre información dimensional de la superficie terrestre y su entorno; así como la construcción y reconstrucción del conocimiento en las áreas de la topografía, la geodesia, el catastro, la fotogrametría y los sensores remotos, los sistemas de información geográfica y la cartografía, y la geomática. Poner a disposición de la sociedad los resultados de su investigación mediante la docencia, la extensión y la producción. Además de mantener un permanente interés por los

requerimientos del desarrollo nacional, y nutrirse de los conocimientos y experiencias de la sociedad (Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, s.f.).

Desde la perspectiva de la administración de proyectos y las buenas prácticas de gerencia, la misión de la empresa destaca la necesidad de un enfoque estructurado y metódico en la gestión de proyectos. La adopción de marcos de gestión de proyectos como PMBOK, metodologías ágiles, y sistemas de gestión de calidad y sostenibilidad siendo crucial para alcanzar los objetivos de la misión. Este enfoque no solo garantiza la entrega de productos y servicios de alta calidad, sino que también promueve la innovación, la colaboración, la educación y la sostenibilidad, alineándose con los valores y metas estratégicas de la empresa.

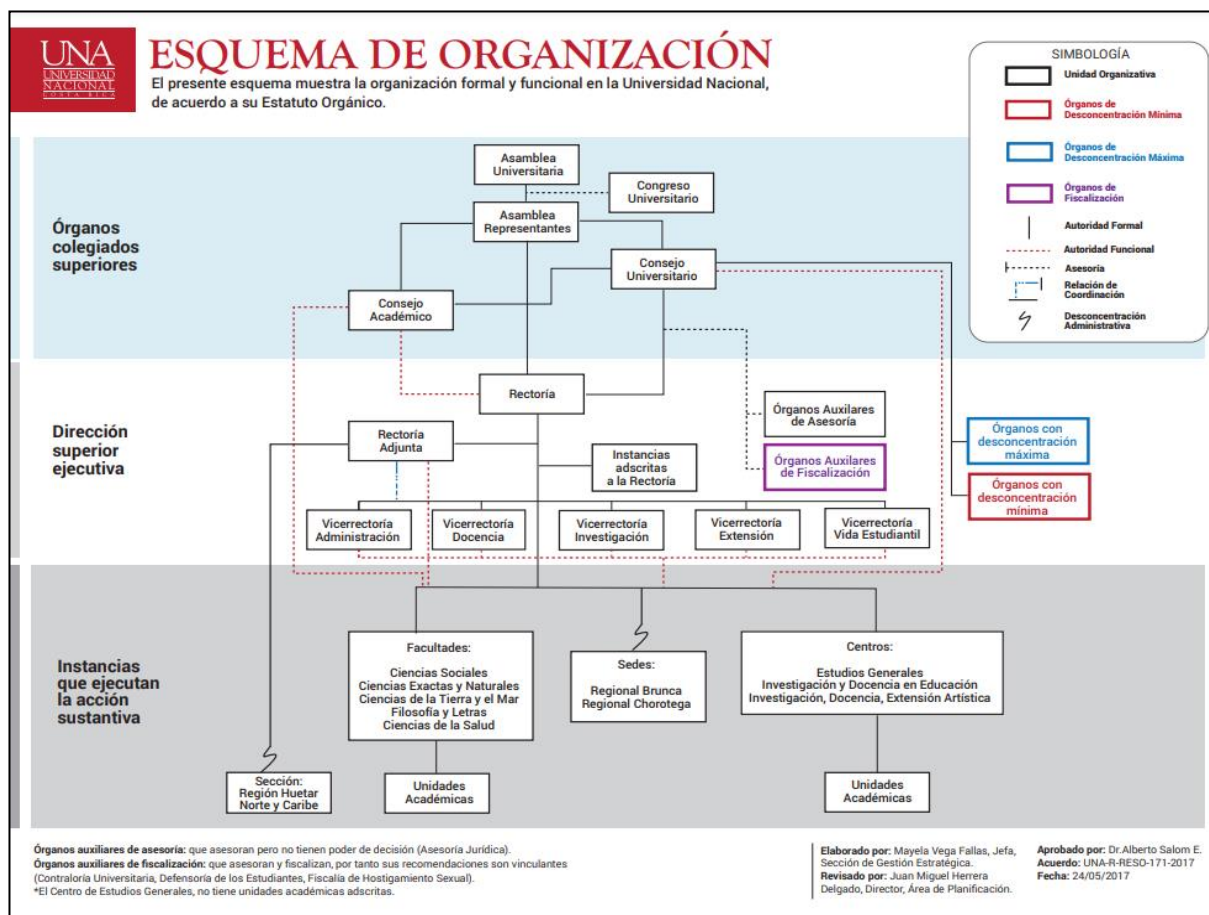
Siendo la innovación y la colaboración puntos importantes en la industria de las geotecnologías, se permiten alianzas estratégicas nacionales para el desarrollo de nuevos productos e innovación en procesos desde el sector privado y la academia. Esto impulsa el avance y la creación de nuevos estándares de calidad desde el enfoque técnico y científico, así como la mejora continua en proyectos y productos que surgen de la implementación de tecnología aplicada al espacio geográfico. La gestión de proyectos es fundamental como guía para lograr esta mejora continua.

2.1.3 Estructura organizativa

En la siguiente figura se muestra el esquema formal y funcional de organización en la Universidad Nacional.

Figura 1

Estructura Organizativa de la Universidad Nacional de Costa Rica



Nota: Adaptado de *Esquema de Organización de la Universidad Nacional de acuerdo con su Estatuto Orgánico*, de M. Vega, 2017,
<https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/8055/Esquema-de-Organizacio%cc%81nf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).

El organigrama de la Universidad Nacional se divide en tres partes: Órganos Colegiados Superiores, Dirección Superior Ejecutiva e Instancias que Ejecutan la Acción Sustantiva.

- Órgano Colegido Superior: Que dirige, orienta y decide la política general de la universitaria y es el garante de la unidad e identidad Institucional. (Estatuto Orgánico de la UNA, 2015, Art: 34-35). Conformado por la Asamblea y el Congreso Universitario, representantes de asamblea y los consejos académicos y universitario tiene como principal función aprobar normativas de índole académico, así como, coordinar, articular y orientar el quehacer académico de la Universidad Nacional (Estatuto Orgánico de la UNA, 2015)
- Dirección Superior Ejecutiva: Parte del esquema organizacional que agrupa las distintas rectorías y vicerrectorías de la Universidad Nacional, la gobernanza universitaria a cargo de las rectorías se encarga de realizar acciones ejecutivas orientas a dirigir y promover una gestión fundamenta en los principios, valores y fines de la Universidad. En cuanto a las vicerrectorías son las encargadas de tener un accionar de forma sustantiva, así como gestionar y promover procesos innovadores propios de su ámbito de competencia, según los planes y propuestas de la rectoría y los suyos propios, en coordinación con otras instancias universitarias (Estatuto Organico de la UNA, 2015, Art: 41 y 46).
- Instancias que Ejecutan la Acción Sustantiva: Conformado por facultades, Sedes y Centro, son los encargados del quehacer académico y

administrativo orientados a llevar acciones sustantivas a las facultades, sedes y centros que la integran (Estatuto Organico de la UNA, 2015).

La Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la UNA forma parte de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales siendo la patrocinadora del proyecto. La misma ofrece la carrera de Ingeniería en Topografía y Geodesia a nivel de licenciatura. Esta se divide en cuatro cátedras: Ingeniería en Topografía, Administración del Territorio, Ingeniería en Geomática e Ingeniería en Geodesia. El proyecto tiene una relación estrecha con el área de las geociencias, mayormente con la Ingeniería en Geomática, pero también incorpora aportes de la Geodesia y Ciencias Geoespaciales.

El proyecto busca tener un impacto no solo a nivel departamental, sino en toda la estructura de la universidad, siendo transversal al quehacer universitario, la administración superior y cierto departamentos de la UNA , como lo es el Programa de Desarrollo y Mantenimiento de la Infraestructura Institucional (PRODEMI) encargado de la gestión y planificación del desarrollo físico y mantenimiento de la infraestructura institucional, pudiendo el proyecto aportar una nueva forma de cómo gestionar la administración, mantenimiento y posibles desarrollos de obra para la UNA. El gran aporte es el acceso a la información como derecho universal y la reducción de las desigualdades.

2.1.4 Productos y servicios que ofrece

La Universidad Nacional es una institución de educación superior pública con plena autonomía garantizada en el Artículo 84 de la Constitución Política de Costa Rica, la cual tiene como misión histórica crear y transmitir conocimiento en favor del bienestar humano, formando, además, profesionales con un profundo sentido en la ética, compromiso social y responsabilidad

Los servicios que actualmente ofrece la institución son las 168 carreras profesionales en sus 8 campus en todo el país.

La UNA ofrece diversos programas y servicios a las comunidades del país, que incluyen investigación- extensión a comunidades, servicios de voluntariado, venta de servicios profesionales, atención de medicina general, psicología y odontología para los estudiantes, así como apoyo económico a estudiantes a través del Departamento de Vida Estudiantil y convenios con instituciones del Estado Costarricense y empresa privada.

Además, la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia está trabajando en proyecto de investigación- extensión relacionados con el sector agrícola llamado: “Evaluación de los alcances y las limitaciones de la herramienta de *Google Earth Engine* para la gestión de actividades agrícolas”, y la prestación de servicios a través del programa de Establecimiento de Puntos de Apoyo.

2.2 Teoría de Administración de Proyectos

Propiamente en el desarrollo del contenido del PFG, la teoría de Administración de Proyectos es fundamental como referente. En los siguientes capítulos se profundiza en definiciones, conceptos, tipos de ciclos de vida, grupos de procesos de la administración de proyectos, entre otros.

2.2.1 Principios de la dirección de proyectos

Según la Guía para el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) [Cuerpo de conocimientos de la gestión de proyectos] 7 ma edición: (PMI, 2021, p. 21) los principios de la dirección de proyectos para un profesional sirven como pautas fundamentales para la toma de decisiones y resolución de problemas, y funcionan como reglas y/o leyes para algunos profesionales.

Los principios de la dirección de proyectos fueron elaborados para guiar el accionar de los profesionales en administración de proyectos, donde puede, pero no necesariamente, reflejar la ética y la moral de los profesionales. Por otro lado, el PMI cuenta con el Código de Ética y Conducta Profesional (PMI, s. f.) que cuenta con cinco apartados, pero solo cuatro de ellos hablan de los valores más importantes que debe tener un administrador de proyectos.

- Responsabilidad
- Respeto
- Imparcialidad, y
- Honestidad

La Guía para el PMBOK (PMI, 2021, p 23) cita 12 principios de la dirección de proyectos, los mismo alineados con los cuatro valores que se mencionaron, y se copian a continuación:

- **Ser un administrador diligente, respetuoso y cuidadoso**

De acuerdo con la Guía del PMBOK: “Los administradores actúan de manera responsable para llevar a cabo las actividades con integridad, cuidado y confiabilidad, mientras mantienen el cumplimiento de las pautas internas y externas. Demuestran un amplio compromiso con los impactos financieros, sociales y ambientales de los proyectos a los que prestan soporte” (PMI 2021, p. 24).

El presente documento responde a la necesidad de diseñar un plan de gestión que permite dirigir el proyecto de forma exitosa de manera que se respeten las normas éticas y morales con atención y respeto hacia los involucrados en el proyecto y cuidado en la toma de decisiones y su ejecución.

- **Crear un entorno colaborativo del equipo del proyecto**

Según el PMI: “Los equipos de proyecto están conformados por personas que poseen diversas habilidades, conocimientos y experiencia, además trabajan en colaboración, pueden lograr un objetivo compartido de manera más efectiva y eficiente que las personas que trabajan por su cuenta”. (2021, p. 28).

Contribuir a crear ambientes de desarrollo integral es fundamental para que el equipo de proyecto se desenvuelva y desarrolle habilidades blandas de colaboración, empatía, respeto y trabajo en equipo. Esto implica que el proyecto genere múltiples factores que, al entrelazarse, permitan que cada colaborador proporcione efectos sinérgicos en positivo, lo cual se traduce en una mayor motivación y, por ende, en una tasa de éxito aún mayor.

- **Involucrarse eficazmente con los interesados**

Para el PMI, “involucrarse con los interesados de manera proactiva y en la justa medida es necesario ya que contribuye al éxito del proyecto y a la satisfacción del cliente” (2021, p. 31).

Los proyectos se crean con personas para personas, ¿¿este principio básico de necesidad y del?? como el administrador del proyecto se relaciona con el cliente es fundamental para crear empatía y contribuir para que los objetivos sean alcanzados en tiempo, costo, alcance y calidad.

La Universidad Nacional siempre ha buscado contribuir a la formación de profesionales de calidad y satisfacer sus necesidades a través de la educación bilateral y colaborativa, la extensión y la investigación dirigidas a la ciudadanía costarricense, así como al personal docente y administrativo de la institución. Principalmente, el proyecto está enfocado en los estudiantes, lo que los convierte en un grupo de personas valiosas en cada uno de los procesos ya que de ellos se puede obtener información que mejore los procesos del proyecto o su entregable final, también abarca al cuerpo que administra el espacio físico de la UNA.

- **Enfocarse en el valor**

El PMI comenta que “evaluar y ajustar continuamente la alineación del proyecto con los objetivos de negocio y con los beneficios y el valor previsto” (2021, p. 34). generan salidas que impulsan los resultados del proyecto o valor de la organización, el centrarse en el valor es una actividad importante en el cumplimiento de los principios que rigen a la administración de proyectos.

Aunque en algunos proyectos el valor puede medirse a través de la compensación financiera obtenida por la exitosa entrega del producto final y la aprobación del cliente, en este caso, el valor va más allá y se centra en los beneficios sociales. Este proyecto surgió como respuesta a las necesidades específicas de un grupo de personas en la comunidad universitaria, concretamente los estudiantes que enfrentan desafíos diarios en el Campus Omar Dengo de la UNA. Por esta razón, el enfoque en mejorar la convivencia en la UNA mediante un visor geoespacial adquiere importancia y añade valor al proyecto.

- **Reconocer, evaluar y responder a las interacciones del sistema**

Al momento de considerar la planificación del proyecto se vio con una visión holística con el fin de obtener la mayor información necesaria y evaluar el entorno donde se va a desarrollar y los rangos de influencia. Considerando el entorno donde se desarrolla y lo cambiante que puede ser y como eso impactaría positivamente o negativamente al proyecto.

Para el PMI las interacciones del sistema se definen como “circunstancias dinámicas dentro y alrededor del proyecto que reconocen, evalúan y responden de manera holística con el fin de afectar positivamente el desempeño del mismo” (2021, p. 37).

El proyecto tiene como objetivo principal la creación de un visor geoespacial en 3D para el COD de la UNA. Este visor forma parte de un sistema interconectado que involucra a la

población estudiantil, el cuerpo docente y las autoridades universitarias. Es fundamental comprender las necesidades y expectativas de todas las partes involucradas desde una visión holística y trascendental, ya que cualquier factor que no sea comprendido adecuadamente podría afectar negativamente el desarrollo del proyecto y poner en riesgo su éxito.

- **Demostrar comportamientos de liderazgo**

De acuerdo con el PMI es “demostrar liderazgo es adaptar comportamiento para apoyar las necesidades individuales y de equipo” (2021, p.40).

Un gerente de proyectos capacitado debe demostrar un liderazgo efectivo a través de sus acciones con el equipo del proyecto, ya que esto impacta de manera positiva y contribuye a los resultados esperados en el proyecto.

En el desarrollo tecnológico, buscamos un liderazgo efectivo que motive, solucione problemas e inspire en cada etapa del trabajo. Dado que este proyecto depende del esfuerzo individual, la automotivación debe ser una constante diaria, ya que es fácil perder el rumbo y caer en la ineficiencia.

- **Adaptar en función del contexto**

La adaptación del proyecto a la dinámica de la UNA es crucial. Aunque inicialmente se conozca bien el producto final, lo que refleja un enfoque predictivo, el proyecto reconoce que un enfoque híbrido es más adecuado para su gestión. Esto permitiría la flexibilidad necesaria para realizar entregas constantes de valor y mejorar el proceso de inicio y planificación

El PMI define este principio como “Diseñar el enfoque de desarrollo del proyecto basado en el contexto del proyecto, sus objetivos, los interesados, la gobernanza y el entorno utilizando un proceso “apenas suficiente” para lograr el resultado deseado mientras se maximiza el valor” (2021, p. 44).

- **Incorporar la calidad en los procesos y los entregables**

Se refiere al conjunto de características que cumple con los requisitos pactados. La gestión de la calidad aborda temas de aseguramiento de la calidad, gestión de la calidad, control de la calidad y además es fundamental para la identificación temprana y corrección de cualquier deficiencia dentro de cualquier proceso o entregable del proyecto. Siempre bajo la premisa de satisfacción del cliente y sus necesidades.

El PMI describe este principio como “mantener un enfoque en la que calidad que produzca entregables que cumplan con los objetivos del proyecto y se alineen con las necesidades, usos y requisitos de aceptación establecidos por los interesados relevantes” (2021, p. 47).

La excelencia y la calidad son fundamentales para la UNA, por lo que el proyecto se basa en estos principios. El proyecto cuenta con controles de calidad de la información, pruebas estadísticas de ajuste y metodologías seguras para la recolección de información geoespacial, lo que en conjunto brinda seguridad jurídica y científica al proyecto.

- **Navegar en la complejidad**

La adaptabilidad y la flexibilidad son fundamentales para abordar la complejidad de los proyectos. Todos los proyectos tienen un cierto grado, aunque sea mínimo, de complejidad, y nunca habrá un proyecto sin ninguna dificultad. Siempre existirán riesgos, amenazas y cambios que puedan desencadenar problemas en el proyecto, pero si la administración del proyecto cuenta con las herramientas necesarias para gestionar la complejidad, podrá convertir las amenazas en oportunidades para no afectar el tiempo, el costo ni el alcance del proyecto, asegurando así la calidad.

La flexibilidad de un enfoque híbrido en el ciclo de vida proyecto podrían eventualmente ayudar a gestionar de la mejor manera los cambios, dificultades y amenazas que se podrían enfrentar, garantizando a los interesados un producto de calidad.

El PMI describe el principio navegar en la complejidad como “evaluar y navegar continuamente por la complejidad del proyecto para que los enfoques y planes permitan al equipo del proyecto navegar con éxito por el ciclo de vida del mismo” (2021, p. 50).

- **Optimizar las respuestas a los riesgos**

Con respecto a optimizar las respuestas a los riesgos, el PMI detalla que es: “evaluar continuamente la exposición al riesgo, tanto de oportunidades como de amenazas, con el fin de maximizar los impactos positivos y minimizar los impactos negativos para el proyecto y sus resultados” (2021, p. 53).

En todo proyecto del tipo que sea, con el enfoque que sea o la razón social que tenga siempre habrá riesgos asociados, la mejor herramienta es contar con un plan de gestión de riesgos donde se visualicen, se definen y se calcule su impacto y su respuesta por si se llegaran a materializar, siempre buscando tener la mínima afectación posible al proyecto.

- **Adoptar la adaptabilidad y la resiliencia**

Esto se relaciona con la capacidad del equipo de proyecto para adaptarse a entornos cambiantes, abordar la incertidumbre y responder de manera proactiva a los desafíos.

Si bien, un proyecto de geotecnologías típicamente tiene un enfoque híbrido, es posible que en determinado momento y por una condición particular del proyecto sea necesario adaptar su enfoque, esto basado en el tipo de entregable necesario, su naturaleza, conocimiento y capacidad. Por tal motivo, se debe tener la capacidad de adaptarlo y realizar la gestión correspondiente con éxito.

Por otro lado, el PMI define este término como: “construir adaptabilidad y resiliencia en los enfoques de la organización y del equipo del proyecto para ayudar al mismo a acomodar el cambio, recuperarse de reveses y avanzar en el trabajo del proyecto” (2021, p. 55).

- **Permitir el cambio para lograr el estado futuro previsto**

De acuerdo con el PMI este principio trata de “preparar a los afectados para la adopción y el mantenimiento de comportamientos y procesos nuevos y diferentes, requeridos para la transición del estado actual al estado futuro previsto creado por los resultados del proyecto” (2021, p. 58).

El proyecto en sí plantea un cambio, crear algo que no existía y muchas veces las personas que están alrededor del proyecto pueden experimentar resistencia al cambio, por lo que es bueno siempre generar un proceso de absorción a los cambios donde se puedan ir preparando para transitar un escenario actual a aquel que se planea llegar y hacer entender que todo cambio en positivo y/o negativo siempre responde a una necesidad.

Y eso es lo que busca el visor geoespacial suplir una necesidad a través de una propuesta de plan de gestión del proyecto y el proceso de divulgación y capacitación de la herramienta sería un mecanismo que propicia escenarios positivos.

2.2.2 Dominios de desempeño del proyecto

Según el PMI en la Guía para el PMBOK (2021, p. 7) los dominios de desempeño del proyecto son el grupo de actividades relacionadas entre sí que son fundamentales para la entrega efectiva de los resultados.

Por lo que se puede inferir que los dominios trabajan en el proyecto de forma interactiva, interrelacionada e interdependiente con la finalidad de lograr el resultado deseado del proyecto.

Los dominios de desempeño del proyecto según la Guía para el PMBOK (PMI, 2021, p. 7) son ocho, y se describen a continuación:

- **Dominio de desempeño de los Interesados**

“Se ocupa de las actividades y funciones asociadas con los interesados” (PMI, 2021, p. 8). Este dominio implica trabajar con los interesados del proyecto fomentando la relación positiva

y la satisfacción, no solo se limita a los interesados directos del proyecto sino va más allá, contemplado toda la cadena de quienes interviene de manera directa e indirecta, pasiva y/o activa en el proyecto, identificando, comprendiendo, analizando, priorizando, involucrando y monitoreando de manera eficaz a los interesados (PMI, 2021).

Dado que se trata de un proyecto de interés institucional que involucra tanto al ámbito académico como al administrativo, la gestión de los interesados del proyecto es crucial. Por un lado, se contó con la asesoría de los ingenieros docentes de la ETCG, quienes poseen un amplio conocimiento en temas relacionados con la geomática y datos geoespaciales, lo que puede enriquecer el desarrollo del proyecto desde la perspectiva académica y científica. Por otro lado, está el cuerpo administrativo de la UNA, cuya participación podría representar un riesgo al unificar la información geoespacial de los edificios en un solo servicio accesible para cualquier usuario a través de un dispositivo web. Partiendo de lo anterior el manejo cuidadoso de las personas y sus expectativas es crucial para desarrollo integral del proyecto evitando opositores o resistencia al cambio.

- **Dominio de desempeño del Equipo**

El PMI define que: “el dominio de desempeño del equipo se ocupa de las actividades y funciones asociadas con las personas responsables de producir los entregables del proyecto que hacen realidad los resultados de negocio” (2021, p. 16).

Es crucial contar con una visión y objetivos claros, estar consciente de lo que se busca lograr y responsabilidades bien definidas. Esto garantiza que cada colaborador comprenda su función dentro del equipo y su importancia para el cumplimiento exitoso del proyecto.

Aunque el esfuerzo es unipersonal, esto no significa que las personas en el entorno donde se desarrolla el proyecto y las entidades que se conectan no formen parte del equipo. Aunque no haya una estructura organizativa formal, el equipo incluye a todos aquellos que contribuyen al proyecto, ya sea o no a través de una relación laboral formal. El cuerpo docente

especializado también forma parte del equipo del proyecto, ya que brinda asesoría y acompañamiento. Además, la capacidad de comunicarse y resolver problemas es fundamental, ya que cada problema resuelto representa un avance. La orientación hacia los objetivos es crucial, ya que señala la dirección correcta como grupo de trabajo y alinea todos los esfuerzos hacia un fin común. Por último, es fundamental identificar las áreas o procesos en los que se progresa adecuadamente para impulsar el crecimiento y promover la mejora continua y poder llevar a buen puerto la realización del visor geoespacial del Campus Omar Dengo.

- **Dominio de desempeño del Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida**

De acuerdo con la descripción del PMI sobre el desarrollo y ciclo de vida, se define que: “(...) son las actividades y funciones de desarrollo, la cadena y las fases del ciclo de vida del proyecto” (2021, p. 32).

Es crucial comprender cómo se desarrolla el ciclo de vida de un proyecto, así como lo que se desea lograr y cómo se va a lograr. Una vez que se tiene claro el qué y el cómo, es el momento de elegir el enfoque específico que se ajuste al proyecto, ya sea un enfoque en cascada, ágil o híbrido. Como se mencionó anteriormente, para este proyecto contó con enfoque híbrido, ya que combina los mejores procesos de un proyecto predictivo con la flexibilidad y la resiliencia al cambio de ciclo de vida híbrido.

- **Dominio de desempeño de la Planificación**

Para el PMI el dominio relacionado con la planificación es: “(...) abordar las actividades y funciones asociadas con la organización y coordinación inicial, continuas y en evolución, necesarias para la entrega de elementos y resultados del proyecto” (2021, p. 51).

Los objetivos de este dominio incluyen un enfoque holístico para la obtención de resultados, así como un avance organizado y coordinado del proyecto. Se centra en establecer la orientación adecuada para la entrega de los resultados del proyecto, asegurando un desarrollo evolutivo para obtener dichos resultados.

En cada proyecto pueden ocurrir una serie de eventos que no fueron planeados, eventos aleatorios. La planificación busca establecer bases sólidas dentro del proyecto que ayuden a enfrentar situaciones inciertas o volátiles. Sin embargo, para mantener el control de posibles escenarios inciertos, es imperativo que la planificación sea constantemente evaluada y ajustada a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La planificación es un grupo de procesos en el que se gestionan todas las áreas del conocimiento necesarias para que un proyecto sea exitoso y cumpla con lo que fue planificado. En la gestión de elaboración de un visor geoespacial, la planificación implica actividades organizadas y coordinadas en las que el equipo de proyecto debe utilizar técnicas y herramientas para construir las bases, desde la definición de requisitos para la recolección de datos geoespaciales, hasta la creación de artefactos para el control de la calidad de acuerdo con los requerimientos del cliente, pasando por los procesos de integración de funcionalidades entre los usuarios finales y la plataforma de consulta, y finalizando con pruebas de funcionalidad básicas antes de la puesta en marcha del proyecto.

- **Dominio de desempeño del Trabajo del Proyecto**

Según el PMI, este dominio de desempeño “(...) aborda las actividades y funciones asociadas con el establecimiento de los procesos del proyecto, la gestión de los recursos físicos y el fomento de un entorno de aprendizaje” (2021, p. 69).

Este dominio se centra básicamente en las actividades y funciones necesarias para llevar a cabo el trabajo del proyecto de manera efectiva. Dentro de sus funciones principales se encuentra la organización y coordinación necesarias para la entrega de los resultados del proyecto, tomado en cuenta y asegurando el avance organizado y coordinado, además de enmarcar la orientación adecuada para cada entrega asegurando así el desarrollo evolutivo del proyecto en su etapa de ejecución.

- **Dominio de desempeño de la Entrega**

De acuerdo con el PMI, el dominio de la entrega “(...) aborda las actividades y funciones asociadas con la entrega del alcance y la calidad para cuyo logro se emprendió el proyecto”. (2021, p. 80).

Además, contempla las actividades asociadas con la entrega del alcance y la calidad, cuyo logro es el objetivo del proyecto. Se busca que, a lo largo de su vida, el proyecto comience a entregar valor al negocio, al cliente y a otros interesados. Por lo que el enfoque de ciclo de vida híbrido contribuirá a que el cliente reciba entregas de valor durante el proceso de creación del visor geoespacial. Algunas de las habilidades que se desarrollan dentro de este dominio incluyen la gestión del tiempo, la calidad y la capacidad de adaptación a los cambios.

- **Dominio de desempeño de la Medición**

Su principal función es “abordar las actividades y funciones asociadas con la evaluación del desempeño de los proyectos y la adopción de medidas apropiadas para mantener un desempeño aceptable” (PMI, 2021, p. 93). Este dominio evalúa el trabajo realizado en el dominio de la entrega basado en las métricas establecidas en el dominio de la planificación, analizando datos, línea base, haciendo seguimientos y mediciones de desempeño y realizando informes

En este proyecto, este dominio tomaría más relevancia si se ejecuta el grupo de procesos de ejecución, donde únicamente se harán recomendaciones. Sin embargo, es importante recordar que lo que no se parametriza no se puede medir, por lo que es crucial medir para conocer si el desempeño es el esperado o no. La ejecución efectiva de este dominio en la elaboración del visor geoespacial tiene como fin lograr una comprensión confiable del estado del proyecto, obtener datos geoespaciales para la toma de decisiones, y tomar acciones oportunas y apropiadas para mantener el desempeño del proyecto de acuerdo con lo planeado, y así alcanzar los objetivos establecidos en el alcance. Este dominio va de la mano con el

dominio de Planificación y de Trabajo, asegurándose de que las métricas establecidas en la planificación se estén cumpliendo.

- **Dominio de desempeño de la Incertidumbre**

Básicamente “(...) se ocupa de las funciones asociadas con el riesgo y la incertidumbre” (PMI, 2021, p. 116).de un proyecto. Este dominio se basa en las habilidades de gestionar el riesgo, ser adaptable y la toma de decisiones bajo incertidumbre teniendo una respuesta anticipada a las posibles amenazas

En cualquier tipo de proyecto, la incertidumbre es una parte inherente de la gestión. Gestionar y reconocer la incertidumbre en un proyecto brinda la oportunidad de prepararse para lo ambiguo y lo impredecible. Este proyecto no es la excepción a esta regla. Parte de la gestión de riesgos es la preparación necesaria para llevar a cabo una gestión adecuada que permita una mejor respuesta y, como resultado, un mejor desempeño.

2.2.3 Proyectos predictivos, proyectos adaptativos y proyectos híbridos

La administración de proyectos abarca diferentes tipos de proyectos, los cuales se clasifican de acuerdo con su enfoque, alcance, costo y tiempo. Estos pueden ser predictivos, adaptativos o híbridos.

Para prevenir los cambios constantes que pueden surgir en el proyecto y mantener una definición clara del alcance y los entregables, el ciclo de vida de los proyectos híbridos puede ser el más adecuado para el proyecto en cuestión por lo que se decide su implementación. Este enfoque toma en cuenta características de gestión como la adaptabilidad y la flexibilidad, además de la estructura y la disciplina propias de los proyectos en cascada.

El enfoque híbrido permite gestionar cambios a corto plazo y reevaluar el proceso de manera periódica. En un proyecto de tecnología como este, es recomendable emplear un enfoque flexible en el que el cliente pueda intervenir y hacer correcciones de acuerdo con las

expectativas, manteniendo siempre el tiempo de ejecución, el presupuesto y el alcance del proyecto.

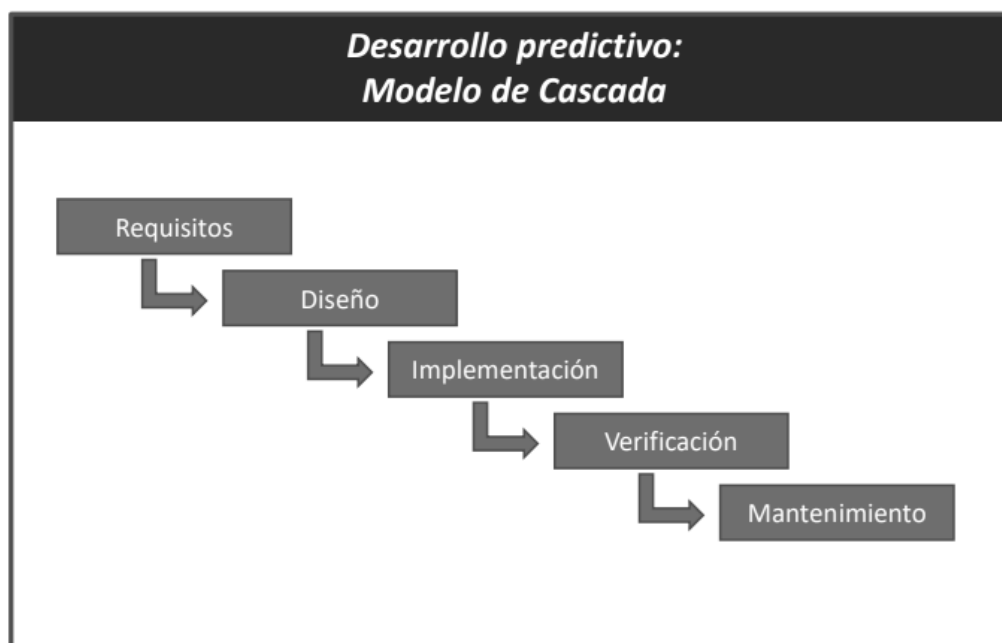
- **Predictivos**

La gestión predictiva de proyectos es la disciplina que trata de la planificación, organización, seguimiento y control de los aspectos de un proyecto para alcanzar los objetivos del mismo de forma segura y satisfaciendo las especificaciones definidas de plazo y coste. Se basa en la planificación, el seguimiento y el control. (Scrum Manager BoK, 2023).

En la Figura 2 se puede observar el desarrollo de un modelo de proyecto predictivo en cascada en su ciclo de vida.

Figura 2

Gestión Predictiva



Nota: Adaptado Ciclos de vida “Predictivos” en proyectos; y “Agilidad” en negocio, por F. Rodríguez, 2020, (https://pmi-mad.org/images/Branch_Pais_Vasco/20-06_Webinar_Ciclo_de_Vida/M%C3%A9todos_tradicionales_y_%C3%A1giles.pdf)

El enfoque predictivo cuenta con una característica esencial y es el ser secuencial lo cual comprende una serie de pasos en cascada teniendo estos un orden en específico cuyo

beneficio mayormente es el control en cada fase, aunque con ciertas limitaciones ya que es poco flexibles a los cambios.

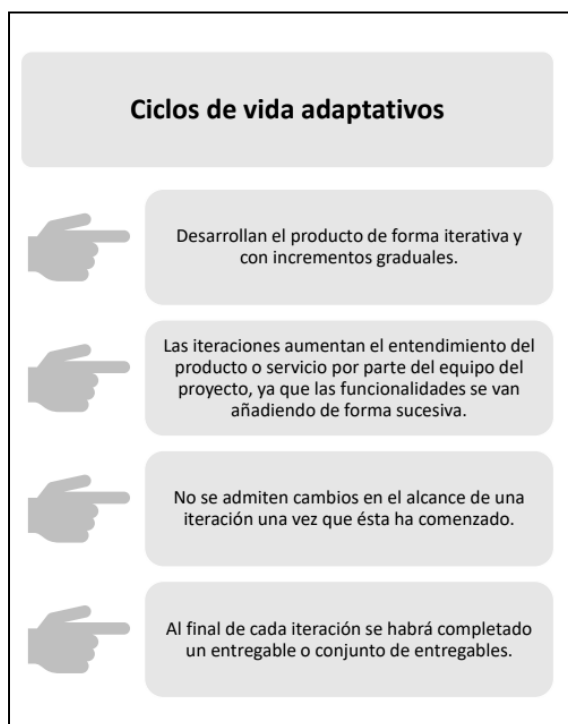
- **Adaptativos**

Los proyectos con una mentalidad adaptativa se abordan desde la gestión de forma significativamente diferente que un enfoque en cascada y se concreta en un enfoque adaptativo a través de métodos ágiles como se puede observar en la Figura 2 donde se explica más a detalle los que son los ciclos de vida adaptativos.

Se recomienda para proyecto que especialmente requieran flexibilidad y velocidad donde el alcance no se haya definido en su totalidad, para llegar a los resultados se trabaja por medio de ciclos cortos de entrega también conocidos como iteraciones

Figura 3

Ciclo de vida adaptativo



Nota: Adaptado *Ciclos de vida “Predictivos” en proyectos; y “Agilidad” en negocio*, de F. Rodríguez, 2020, (https://pmi-mad.org/images/Branch_Pais_Vasco/20-06_Webinar_Ciclo_de_Vida/M%C3%A9todos_tradicionales_y_%C3%A1giles.pdf)

- **Híbridos**

La gestión híbrida de proyectos combina las mejores prácticas de metodologías ágiles y tradicionales (adaptativas o predictivas) en las diferentes fases del proyecto, en la planificación, ejecución, seguimiento y control. En esencia, es una mezcla de metodologías para aprovechar lo mejor de ambos mundos y adaptarse de manera efectiva a las necesidades y características específicas de cada proyecto (Martínez, 2023).

Según (Rodríguez, s.f.) El objetivo del enfoque híbrido de gestión de proyectos no es crear un nuevo enfoque, por el contrario, es elegir, utilizando los criterios adecuados, las prácticas de dirección de proyectos más adecuadas para cada fase o cada momento del proyecto.

Algunas de las ventajas que este enfoque es la flexibilidad en la metodología, mayor agilidad y rapidez, mayor control y estructura, aprendizaje continuo entre otros.

La ejecución del proyecto de fondo prevé la utilización de un ciclo de vida híbrido en su ejecución. Ya que el enfoque incorpora un entendimiento completo del proyecto y su entregable. A su vez, pretende hacer mejoras en el proceso que se integrarán de manera gradual en el transcurso del avance del proyecto.

2.2.4 Administración, dirección o gerencia de proyectos

Según la Guía del PMBOK®, la dirección de proyectos es:

La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto. La dirección de proyectos permite a las

organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente. (PMI, 2021, p. 10).

La gerencia de proyectos es un conjunto acciones, herramientas y técnicas que se llevan a cabo por medio de los grupos de proceso para la administración de un proyecto desde su etapa de la iniciación, planificación, ejecución, monitorio y cierre del proyecto. La administración de un proyecto es un esfuerzo en común que involucra una cierta cantidad de esfuerzo por parte del equipo del proyecto con el objetivo de alcanzar el objetivo planteado y dar valor al proyecto satisfaciendo al cliente.

Para Lledó, la administración de proyectos se orienta fundamentalmente a gestionar emprendimientos de carácter finito y con objetivos específicos, los que una vez cumplidos determinan la finalización de este (Lledó, 2017, p. 13).

Para el PMI la dirección de proyectos es: “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del proyecto” (PMI, 2017, p. 707)

En la Guía del PMBoK se habla de la gestión de proyectos y de las buenas prácticas, con parámetros generales que deben ser adaptados a cada proyecto específico. No se presenta como una metodología con enfoques distintos para cada tipo de proyecto, es solo un compendio de buenas prácticas, con parametrizaciones generales que deben ser adaptados a cada proyecto específico. Es decir, los gerentes seleccionan lo que necesitan para sus respectivas empresas, equipos y proyectos en vez de seguir un método concreto (PMI, 2017).

La guía del PMBoK proporciona una descripción general detallada del proceso de gestión de proyectos, junto con pautas para ayudar a los gerentes de proyectos a tomar decisiones acertadas (PMI, 2021).

La gestión de proyectos implica procesos, metodologías, principios, herramientas y técnicas que garantizan la ejecución planificada y controlada de un proyecto desde la

concepción de la idea hasta su implementación. Administrar un proyecto con ética y responsabilidad debe estar motivado por la necesidad de cubrir una demanda específica. En el estudio de la administración o gerencia de un proyecto, es fundamental considerar la triple restricción: tiempo, costo y alcance. El logro satisfactorio de estos tres aspectos desemboca en un cuarto término crucial: la calidad, que se refiere a que los resultados del proyecto cumplan con las expectativas generadas por el mismo.

Es importante recordar que la gestión de un proyecto es llevada a cabo por personas y para personas, por lo tanto, la calidad humana nunca debe ser descuidada, tanto para el equipo del gerente como para el cliente.

La Universidad de *Southern New Hampshire* define gestión de proyecto como:

La gestión de proyectos se conforma por todas las acciones que se deben realizar para alcanzar un propósito definido dentro de un período de tiempo determinado. Cumple con un enfoque metódico que se orienta a la estimación, administración y cumplimiento de objetivos específicos, medibles, alcanzables y realistas planteados por una organización. Durante este proceso se utilizan recursos, herramientas y personas que deben ser previstos y predeterminados en un presupuesto.

Además, la administración de proyectos es importante porque aporta liderazgo y dirección. Con respecto a esto, la finalidad del profesional que se dedica a dirigir un equipo de trabajo desde esta perspectiva es administrar, diseñar y orientar los esfuerzos dentro de un proyecto corporativo, civil, tecnológico o de cualquier otra índole de principio a fin. (Southern New Hampshire University, 2022).

Por otro lado para (López y Lankenau, 2017, p. 44) El término proyecto se refiere a la asignación de recursos para la realización de actividades durante un tiempo limitado con el fin de alcanzar un objetivo específico, como respuesta a un problema o a una necesidad.

En resumen, la gestión de proyectos es un proceso disciplinado y organizado que implica aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para lograr los objetivos dentro de los requisitos de tiempo, alcance, costo, calidad y características definidos en el mismo proyecto, lo cual permitirá la entrega exitosa del mismo, bajo los parámetros ya establecidos desde el proceso de iniciación.

2.2.5 Áreas de conocimiento y procesos de la administración de proyectos

El (PMI, 2017) aborda la administración de proyectos por medio de 10 áreas del conocimiento que describen en términos de procesos, prácticas, datos, resultados y herramientas. Estas áreas del conocimiento son fundamentales para la gestión integral del proyecto ya que proporcionan un marco orientador para avanzar.

Áreas del Conocimiento:

- **Gestión de la Integración del Proyecto**

“Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto” (PMI 2017, p. 69). Los procesos de integración están estructurados para coordinar y llevar a cabo las tareas y actividades necesarias en la administración de proyectos. Un proyecto no integrado tiene una alta probabilidad de fracasar, ya que puede haber una falta de coordinación de las necesidades del proyecto, una insuficiente definición, recopilación o unificación de elementos importantes.

- **Gestión del Alcance del Proyecto**

“Incluye la planificación, coordinación y gestión para entregar el alcance del producto, además de garantizar que se complete con éxito el proyecto” (PMI, 2017). El alcance es la

medida exacta de lo que se debe realizar, de acuerdo con lo acordado entre el cliente y el administrador del proyecto. No es recomendable quedarse por debajo de lo pactado, pero tampoco excederse, ya que superar el alcance puede afectar tanto el costo como el tiempo.

- **Gestión del Cronograma del Proyecto**

“Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo” (PMI, 2017, p. 173).

La administración del tiempo dentro de un proyecto suele ser de mucha importancia para el equipo de proyecto y los patrocinadores. Con la gestión del cronograma, el equipo puede identificar retrasos en la ejecución y tomar las acciones correctivas necesarias para que el valor ganado del proyecto avance de manera eficiente.

- **Gestión del Costo del Proyecto**

“(...) incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado” (PMI, 2017, p. 231).

La gestión de costos, al igual que la gestión del cronograma, es un área de gestión de mucha importancia para el equipo del proyecto. Aquí se gestiona el presupuesto aprobado para el proyecto, centrándose en estimar el costo total del proyecto para determinar la cantidad de fondos que la organización debe apartar. Además, se realizan acciones correctivas para evitar sobrecostos.

En términos generales la gestión del costo se encarga de estimar el costo inicial, el control de la ejecución presupuestaría y el desempeño del trabajo en relación con costo.

- **Gestión de la Calidad del Proyecto**

“Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados” (PMI, 2017, p. 271).

La gestión de la calidad aborda tanto la calidad del proyecto como la de los entregables del proyecto. Dentro de los términos de calidad, se encuentra el concepto de finalizado por parte del equipo del proyecto en conjunto con los patrocinadores. Es importante que en este proceso haya una comunicación asertiva, empática, abierta, ordenada, clara y constante con los interesados del proyecto para así asegurar el cumplimiento de las expectativas de los clientes.

- **Gestión de los Recursos del Proyecto**

“Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto”. (PMI, 2017, p. 307). Una inadecuada gestión de los recursos se puede traducir en un riesgo en el proceso de formulación, ejecución, control, seguimiento y cierre de un proyecto. La falta del recurso necesario para completar las tareas ya sea humano o material, puede ocasionar contratiempos y el exceso del mismo puede traducirse en sobre costos.

- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto**

“Incluye los procesos necesarios para asegurarse que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan a través del desarrollo de objetos y de la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio eficaz de información” (PMI, 2017, p. 359).

Gestionar un diálogo cordial, empático y ético debe ser un valor fundamental en cada comunicación. Si no se tiene cuidado en este aspecto de la administración de proyectos, puede incidir negativamente en los resultados del proyecto. El cuidado de lo que se transmite, conocer a quién se le transmite y el cómo se debe hacerlo para evitar conflictos entre algunos de los interesados y el equipo de proyectos es clave. Una buena comunicación ayuda a mantener un ambiente sano y a superar las dificultades que se presenten en cada sprint del proyecto.

- **Gestión del Riesgo del Proyecto**

“Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto”. (PMI, 2017, p. 395).

El monitoreo constante de los riesgos ayuda a prevenir situaciones que puedan resultar perjudiciales para el proyecto. Una respuesta anticipada podría evitar pérdidas grandes y/o contener el riesgo a un evento indeseable. La planificación como proceso que incluye el análisis, identificación y planificación de las respuestas necesarias lleva a formar un equipo colaborativo que esté listo para tomar acciones informadas y poder aprovechar los riesgos.

- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto**

“Incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto”. (PMI, 2017, p. 459).

Este conjunto de procesos se vuelve necesario cuando en la organización se detecta la necesidad de adquirir productos o servicios mediante un proceso legal llamado contrato. Abarca los grupos de procesos de planificación, ejecución, control y cierre del proyecto.

- **Gestión de los Interesados del Proyecto**

“incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto” (PMI, 2017, p. 503). La gestión efectiva se compone de procesos clave para asegurar el éxito en la gestión de los interesados, los cuales son: la planificación de los interesados, la gestión de los interesados y el control de los interesados. Una de las estrategias de gestión de los interesados es incrementar el apoyo al proyecto y minimizar las oposiciones durante el ciclo de vida del mismo. Parte de la gestión implica el seguimiento a los grupos de personas mediante reuniones, las cuales colaboran para explicar particularidades del proyecto, generar vínculos

sanos con los interesados, minimizando posibles impactos negativos e identificando niveles de poder e interés.

En la Figura 4, se presentan de manera vertical las áreas de conocimiento y de manera horizontal los grupos de procesos, mostrando cómo intervienen las áreas de conocimiento dependiendo del grupo de procesos en el que se encuentre el proyecto. No todas las áreas de conocimiento se encuentran en todos los grupos de procesos. Según la figura, el área de conocimiento de la gestión de la integración del proyecto solo interviene en el cierre del proyecto, al igual que otras áreas.

Figura 4

Áreas del conocimiento y grupos de procesos

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Nota: Adaptado *Guía del PMBoK* de PMI, 2017,p.556.

2.2.6 Ciclos de vida de los proyectos

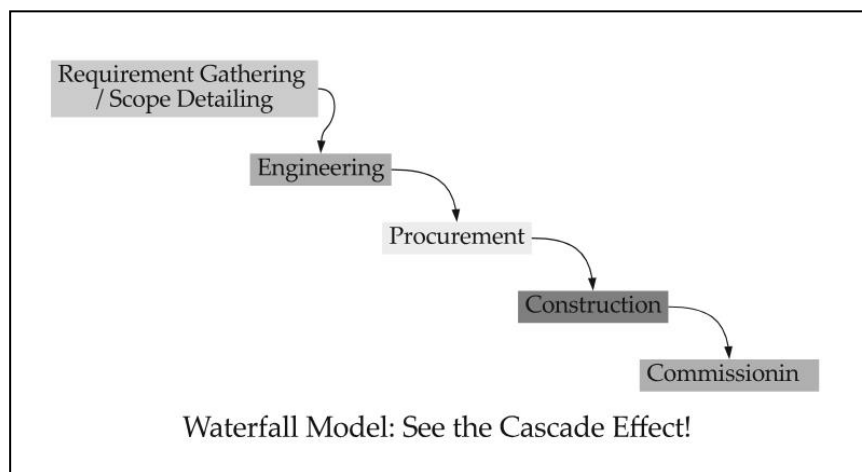
Según el portal web especializado en proyectos Atlassian: el ciclo de vida del proyecto es el conjunto de etapas por las que pasa un proyecto desde el principio hasta el final. Se avanza secuencialmente a través de las fases para llevar un proyecto desde una idea hasta un producto terminado (Atlassian, s.f.). A continuación, se describen los tipos de ciclo de vida predictivo, adaptativo e híbrido:

- **Predictivo**

En el enfoque tradicional de la dirección de proyectos, cada iniciativa tiene unos objetivos claramente definidos desde sus fases tempranas, y el alcance se va desarrollando de forma progresiva a lo largo del ciclo de vida del proyecto como se puede apreciar en la figura 5. Desde el punto de vista de la planificación, la información de alto nivel se va desplegando en planes específicos que tienden a incrementar su nivel de detalle en la medida en que el ciclo de vida avanza (Redondo Salas, 2017).

Figura 5

Ciclo de vida en cascada o predictivo



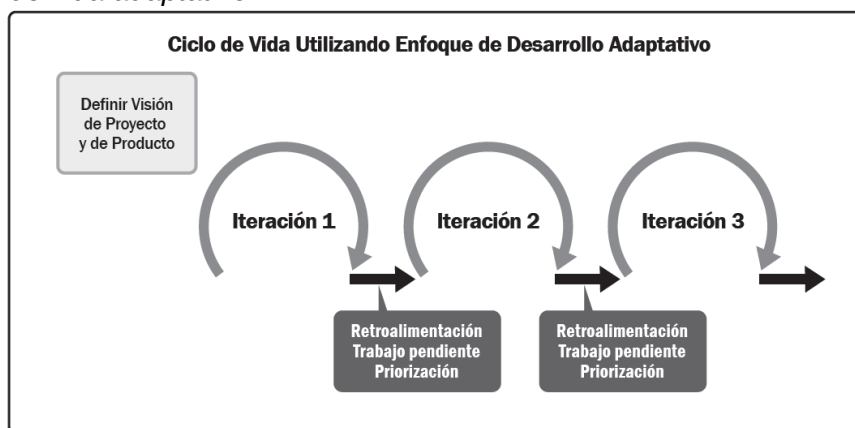
Nota: La figura muestra el ciclo de vida predictivo. Tomado de *A Forward Looking Approach to Project Management: Tools, Trends, and the Impact of Disruptive Technologies* (p.54), por Gurjar, 2017, Springer.

- **Adaptativo**

Este tipo de ciclos de vidas son también conocidos como métodos orientados al cambio o métodos Ágiles (véase la Figura 6), y buscan responder a niveles altos de cambio y a la participación y permanente de los interesados (Redondo, 2017)

Figura 6

Ciclo de vida adaptativo.



Nota: La figura muestra distintas iteraciones por las que pasa un ciclo de vida adaptativo. Tomado de *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (p.45) por PMI, 2021 Project Management Institute, Inc.

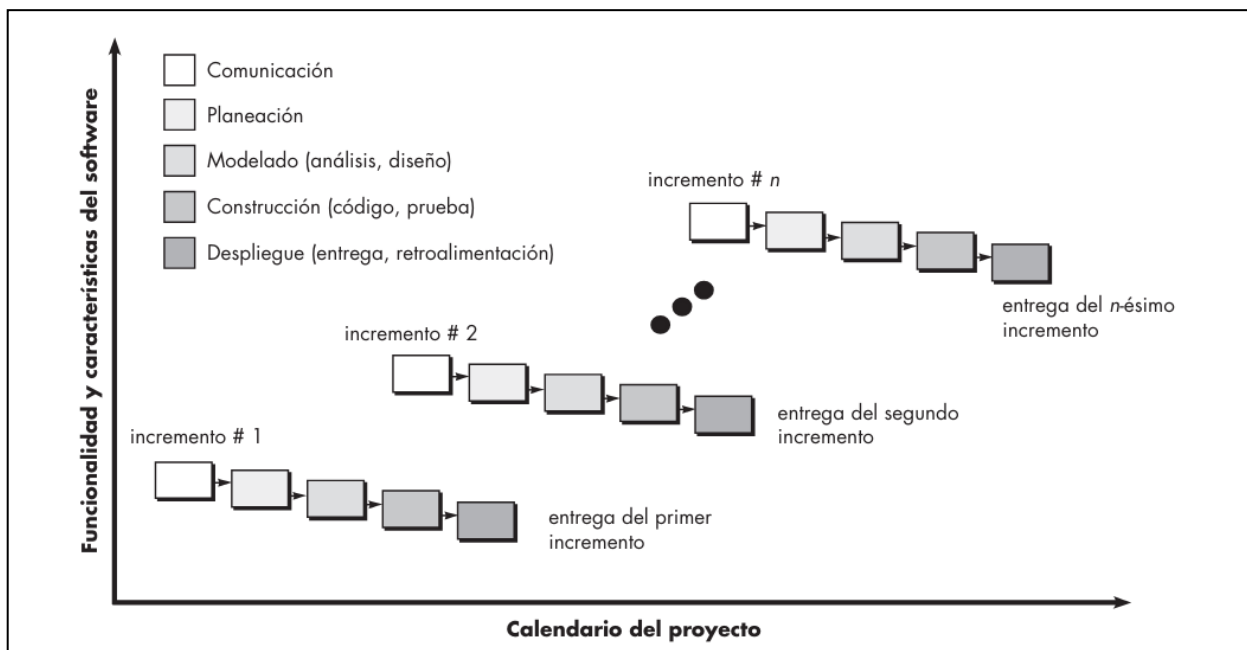
- **Híbrido**

De acuerdo con el PMI: “Es una combinación de un ciclo de vida predictivo y uno adaptativo. Aquellos elementos del proyecto que son bien conocidos o tienen requisitos fijos (...) y aquellos elementos que un están evolucionando siguen un ciclo de vida adaptativo” (2017, p. 19)

Para la PMI “Los enfoques híbridos a menudo utilizan un enfoque de desarrollo iterativo. Un enfoque iterativo es útil para aclarar los requisitos e investigar diversas opciones. Un enfoque iterativo puede aportar la suficiente capacidad para considerarse aceptable antes de la iteración final” (2021, p. 36).

Figura 7

Ciclo de vida iterativo



Nota: La figura muestra la repetición de las fases de cada interacción hasta que sea una entrega funcional. Tomado de *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico* (p.36), por R. S.Pressman, 2010, McGraw Hill Education.

- **Ciclo de vida del proyecto**

El proyecto de fondo se puede dividir en dos partes la primera; el proceso de búsqueda de la información geoespacial necesaria para la conformación, análisis y representación de los objetos territoriales y la segunda la elaboración de SIG y la creación del Visor Geoespacial web.

La información geoespacial comprende la búsqueda, análisis y medición de datos geoespaciales. Este proceso se divide en dos partes bien definidas, al igual que sus procesos. La primera parte es el vuelo fotogramétrico, que consiste en el análisis de las variables de vuelo previamente definidas y la captura de imágenes a un ángulo de 90° del cenit a nadir, y la segunda es el levantamiento GNSS, que es el proceso matemático para calcular las

coordenadas de un sitio de interés referidas a un sistema de coordenadas previamente establecido.

Tanto el levantamiento *GNSS* como el vuelo fotogramétrico son procesos matemáticos y científicos definidos, con entregables con características de acuerdo con los productos a obtener y su finalidad, por lo que los procesos se vuelven secuenciales y metódicos que se conoce el producto final.

La segunda parte consiste en la elaboración de un SIG y el diseño del Visor Geoespacial, etapa en la que se crea una geodatabase con diversos tipos de información en diferentes formatos que convergen en una interfaz gráfica de usuario. Este proceso tiende a estar más sujeto a cambios por parte de los interesados, siendo un proceso creativo en el que la información geoespacial y la interacción con el usuario final deben unirse. Para este proceso se define un modelo no relacional en lenguaje de consulta estructurada, el cual se prevé que pueda sufrir cambios a lo largo del proyecto, por lo que un enfoque híbrido que permita una retroalimentación de las entregas parciales y flexibilidad se visualiza como la mejor opción para dicho proyecto.

El diseño web es otro entregable que se prevé que tienda a tener cambios en cuanto a estructura, forma, color, motores de búsqueda, mapas base, entre otros.

2.2.7 Estrategia empresarial, portafolios, programas, proyectos

La formulación del PFG se presenta desde la visión y descripción detallada de un proyecto, con objetivos concretos y establecidos durante su etapa de planificación y recomendación de ejecución. El proyecto en cuestión es aislado, ya que no pertenece a una cartera de programas ni mucho menos a un portafolio, únicamente es un proyecto producto de un esfuerzo único, debido a su carácter único, tal como se ha planteado en otros apartados de este proyecto de manera reiterada. La UNA no cuenta con un proyecto como este; de hecho, a

nivel nacional ninguna universidad estatal lo tiene. La importancia nace de la necesidad táctica de organizar el espacio territorial del COD. Otro factor son los estudiantes de primer ingreso, que a lo largo de los años han enfrentado el problema de llegar tarde y perderse en el campus al no poder ubicar con precisión la facultad a la que van, la escuela, la oficina o las facilidades administrativas con las que cuenta la UNA.

Debido a la complejidad y los cambios constantes en el entorno empresarial, las compañías buscan aplicar las estrategias necesarias para establecer y conservar una ventaja competitiva. En este contexto, surge el desafío de gestionar proyectos, programas y carteras en relación con los productos tradicionales y medibles (tiempo, alcance y presupuesto), para así adaptarse a este entorno dinámico y competitivo.

De manera sencilla, las estrategias empresariales se pueden definir como los objetivos que se plantea una organización en relación con la planificación, organización, gestión de recursos, entre otros. Esto no se restringe solamente a las metas sino también la forma de alcanzarlos y el tiempo que se tardará en hacerlo (Universidad Latina de Costa Rica, 2020).

Otra forma de definir la estrategia empresarial puede ser su facultad para la adaptación a los cambios que pueden producirse en el entorno productivo y económico en las actividades que la empresa desarrolla (Universidad Isabel I, 2022).

- **Portafolio**

“Es una colección de proyectos, programas, portafolios secundarios y operaciones gestionados como un grupo para alcanzar objetivos estratégicos” (PMI, 2017, p. 13).

Quizá uno de los factores más importantes para la organización con respecto a los portafolios es la capacidad de dirigir múltiples proyectos basados en las prioridades propia de la empresa, la visión estratégica y objetivos. Una de las particularidades con que cuenta el portafolio es la capacidad de limitar la brecha entre lo que se ejecuta y la estrategia, teniendo en cuenta la viabilidad del proyecto y asegurándose de que se ejecuten en el momento óptimo.

- **Programas**

Según el PMI se define: “como un grupo de proyectos relacionados, programas subsidiarios y actividades de programas, cuya gestión se realiza de manera coordinada para obtener beneficios que no se obtendrían si se gestionaran en forma individual” (2017, p. 13).

La importancia de la gestión de proyectos en programas radica en la capacidad de gestión que proporciona, obteniendo beneficios que solo son posibles bajo el modelo de programas. La gestión de programas brinda a la organización la posibilidad de alcanzar un fin común más grande. La estructura de programas alinea los proyectos de acuerdo con la visión estratégica de la empresa y los objetivos de negocio, lo que permite optimizar recursos.

- **Proyectos**

“Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMI, 2017, p. 13).

La importancia para la organización es la capacidad de buscar una solución inteligente a un problema específico bajo una gestión donde convergen dominios de desempeño, ciclo de vida y conjunto de procesos. La diferencia entre un proyecto, un programa y un portafolio es su alcance y el cómo se relacionan entre sí jerárquicamente.

2.3 Estado de la cuestión y otra teoría propia del tema de interés

En este apartado se detallan los elementos teóricos relevantes para el estudio del PFG, que relacionan la problemática actual con la investigación que se realiza, con el fin de mejorar o complementar el plan de gestión.

2.3.1 Situación actual del problema u oportunidad en estudio (estado de la cuestión)

En la actualidad, la Universidad Nacional no dispone de un servicio web que guíe espacialmente a los estudiantes por el campus, lo que representa un problema a abordar. Sin embargo, no solo implica la necesidad de resolverlo, sino que también brinda la oportunidad de comenzar planteando las preguntas necesarias en toda investigación científica: el '¿para qué?', es decir, el propósito de hacerlo, y el '¿cómo?', es decir, la forma en que se llevará a cabo

Una vez definido el propósito, que es el objetivo que ayudará a resolver una necesidad, surge la pregunta de cómo lograrlo. Este aspecto es fundamental, ya que en el país ninguna universidad, pública o privada, cuenta con un visor geoespacial en 3D en línea. Incluso, tanto el sector público como el privado no han implementado esta tecnología que combina datos geoespaciales georreferenciados con objetos territoriales, es decir, la asignación de una coordenada en el sistema de coordenadas planas para Costa Rica CR-Sirgas en su época 2019.24.

Actualmente universidades como Harvard proveen la información de sus campus en Cambridge y Massachusetts de fácil acceso a sus estudiantes, personal administrativo y educativo como también al público en general por medio de un visor geoespacial usando la herramienta ArcGIS Indoor ® de Esri®. Este portal web fue diseñado por el departamento de planificación del espacio (Harvard University, s.f.)

Por otro lado, la compañía Esri ® dedico en su página web de noticias la integración en 3D de los campus de la Universidad de Harvard donde se habla de visualización, análisis y capacidad de compartir del nuevo sistema geoespacial de Harvard incorporado en un nuevo contexto geográfico de mayor resolución (Esri , 2015).

Al no haber nada, la oportunidad de crecimiento es enorme, ya que se pueden establecer los precedentes necesarios para nuevos modelos en 3D, mejorar los flujos de

trabajo interactivos, unificar otros sistemas aislados de la universidad, donde la característica principal sea que poseen un sistema de coordenadas. Además, se puede desarrollar sistemas de prevención al riesgo y resguardo más avanzados, como las rutas de evacuación.

El sistema geoespacial podría permitir comenzar a trabajar desde la academia, una vez implantado un enfoque regenerativo de los espacios verdes y establecer cómo se realizan nuevas construcciones dentro de la institución. Esto permitiría planificar de antemano qué se puede hacer y cómo, sin impactar tanto a la población universitaria.

En un contexto internacional, muchos países con poder adquisitivo han implementado tecnología geoespacial en 3D para diversas áreas, una de ellas es el cobro de impuestos a los bienes inmuebles, ya que permite identificar en tiempo real y en 3D la ubicación exacta de un apartamento y en qué piso de la torre se encuentra.

A lo largo de los años, la Universidad Nacional ha apostado por generar conocimiento y distribuirlo a los estudiantes. A raíz de este proyecto, se pueden generar nuevas oportunidades de innovación y aplicación, como una nueva forma de hacer planificación urbana desde un contexto sostenible, diseñando espacios más habitables y evitando el desgaste de la tierra y la creación de islas de calor urbanas en la expansión urbana.

La plataforma se basa en los principios fundamentales del desarrollo urbano inteligente, lo que permite extraer información base para planes de desarrollo eficientes. Además, se podrán visualizar y agilizar lo construido, así como tomar decisiones basadas en datos geoespaciales para nuevos proyectos en 3D, lo que podría optimizar el flujo de trabajo de nuevas construcciones. Una de las grandes ventajas del visor geoespacial es la capacidad de generar escenarios y comparar lo existente con lo que se quiere desarrollar.

2.3.2 Investigaciones que se han hecho sobre el tema en estudio

Para hablar de lo que se ha hecho, es importante contextualizar que a nivel nacional se ha realizado poco o nada en este tema, al menos según la información disponible en la web. Por lo tanto, el proyecto en cuestión resulta novedoso para el país, y aún más para la UNA. Aunque existen muchos portales web con información geoespacial, ninguno muestra esa información en 3D, lo que lo hace diferente a otros. Debido a que información en este tema es escasa, se puede extrapolar a otros ámbitos de la ingeniería donde se ha llevado a cabo la administración de proyectos geoespaciales, como es el caso del catastro.

Otro autor ha afirmado que “La consolidación de un catastro 3D, contribuirá a una mayor efectividad de la planificación urbana y medioambiental, diseño de redes de infraestructura mejor posicionadas y la prevención de la informalidad, ya que posibilita la construcción de posibles escenarios futuros”. (Erbas, 2014).

Para Erbas, la implementación de motores de búsqueda ya diseñados es una herramienta valiosa, por lo que se basa en la herramienta Google Earth para definir las políticas de suelo. Habla de la revolución en cinco áreas de aplicabilidad, las cuales son:

- **Ciudades virtuales en 3D:**

Se considera el uso de figuras geométricas como cubos, prismas y cilindros para la presentación de las construcciones, superponiendo perpendicularmente las fachadas reales de las construcciones y agregando un Modelo Digital de Superficie, todo en un sistema SIG.

- **Ciudades virtuales 3D formales e informales:**

Similar al punto anterior, pero aplicado a asentamientos informales y más densos, donde la condición de vulnerabilidad es mayor.

- **Ciudades Dinámicas 3D:**

Aunque el concepto es más aplicado en geodesia física y geofísica, el autor propone generar una cronología sobre los movimientos de las placas tectónicas, ya que para América

de Sur puede haber desplazamientos hasta 2 cm por año, y cómo afecta los espacios urbanos usando el tiempo como la cuarta dimensión (4D).

- **Redes de Infraestructura en 3D:**

Orientada a la movilidad y a la relación con las propiedades públicas y privadas.

- **Valor de Mercado Inmobiliario 3D:**

Similar a la metodología anterior, pero con una aplicabilidad distinta, enfocada en la determinación del valor del inmueble. (Erbas, 2012).

Desde el 2018 en la revista CFIA se habló de las limitaciones tecnológicas que enfrentaba el país para poder realizar modelados en 3D en el sector catastral y que a la fecha siguen siendo una limitante primordial, la masiva información que cuenta el Catastro Nacional es tanta que no es soportada por la infraestructura tecnológica que cuenta a fin de poder llevar el catastro en 2D a 3D.

El proyecto de un Catastro 3D dentro del Registro Inmobiliario (RI) plantea una metodología de procesamiento gráfico para desarrollar un mapa catastral en tercera dimensión, mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), para reflejar la información gráfica, numérica y literal de las fincas filiales que no fueron contempladas en el mapa catastral de dos dimensiones por la Unidad Ejecutora Programa Regulación Catastro Registro (UEPRCR), dado que solo entregó la delimitación de las fincas matrices, sin incorporar las condiciones físicas de las fincas filiales y mucho menos aquellas que se encuentran en un condominio vertical, y es esto último, lo que se pretende solventar, además de implementarse la edificación del condominio y sus divisiones internas en un entorno virtual 3D (Hernández, 2018).

Desde el 2018, el RI empezó a visualizar la necesidad de representar las fincas filiales en condominios en 3D, pero aún se discute el tema, ya que implica una inversión de muchos millones de dólares y el esfuerzo de sus colaboradores. Hasta la fecha, el país no ha

implementado nada parecido desde el 2014, y ya en 2018 se hablaba de la necesidad de entornos virtuales en 3D.

Similar a lo propuesto para el proyecto de fondo, el RI propone el desarrollo de infraestructura en 3D para fines catastrales y la ubicación de las fincas filiales en condominios verticales. Para la implementación de este enfoque, se necesita un robusto servidor que almacene toda la información de Costa Rica en 3D y sea capaz de visualizarla en ese formato, además de la información catastral que incluye datos alfanuméricos de los inmuebles, planos arquitectónicos de los edificios, de los cuales sea fácil extraer la forma de los inmuebles y representarla, ortofotografías de la zona, y un modelo digital del terreno, todo unido en un SIG y presentado en un visualizador web. Al contar con licencias de ESRI®, el RI desarrolla todo el entorno de forma nativa, lo que garantiza una compatibilidad del 100% en los subproductos

El Instituto Lincoln de Políticas Agrarias (ILPA), habla sobre la insuficiencia de información que se obtiene en un mapa en 2D y sobre la necesidad de reformular aspectos legales y económicos de la sociedad urbana y el cómo se debe hacer un traslado de la visión en 2D a la 3D.

La tecnología 3D en constante evolución está cambiando los paradigmas de la planificación urbana y la política de suelo, ya que afecta no sólo la forma en que se ve una ciudad sino la manera en que se describen los derechos de propiedad y sus restricciones en el espacio. Como resultado, es necesario contar con un nuevo marco legal urbano basado en leyes 3D y catastros 3D que puedan describir objetos en el espacio en lugar de presentar solamente sus contornos planos. Las leyes 3D afectan a los derechos en el espacio, y no más en un plano de proyección, y sólo a través de un marco normativo con esas características resultará posible definir políticas de suelo en 3D (ILPA, 2012).

Aunque la referencia es del 2012, sigue siendo relevante, y el país aún no ha logrado dar el paso necesario para establecer todo en un ecosistema en 3D. Como se ha podido observar, la mayor parte de las referencias se centra en el desarrollo urbano, las políticas de suelo y el catastro, ya que es el sector que más ha explotado esta metodología de visualización de datos y la tecnología que sirve como herramienta para mostrarla. En el mercado existen herramientas de pago muy sólidas, pero de alto costo, y herramientas de código libre menos sólidas, por lo que sigue siendo insostenible a gran escala poder generar este tipo de información. El campus Omar Dengo, al ser un área relativamente pequeña, sirve como laboratorio para desarrollar y potenciar aún más este tipo de métodos y técnicas, desde la captura de los datos con equipos GNSS y RPA hasta la creación de los entregables y la implementación del proyecto hasta su cierre.

2.3.2.1 Metodologías de investigación que se han usado

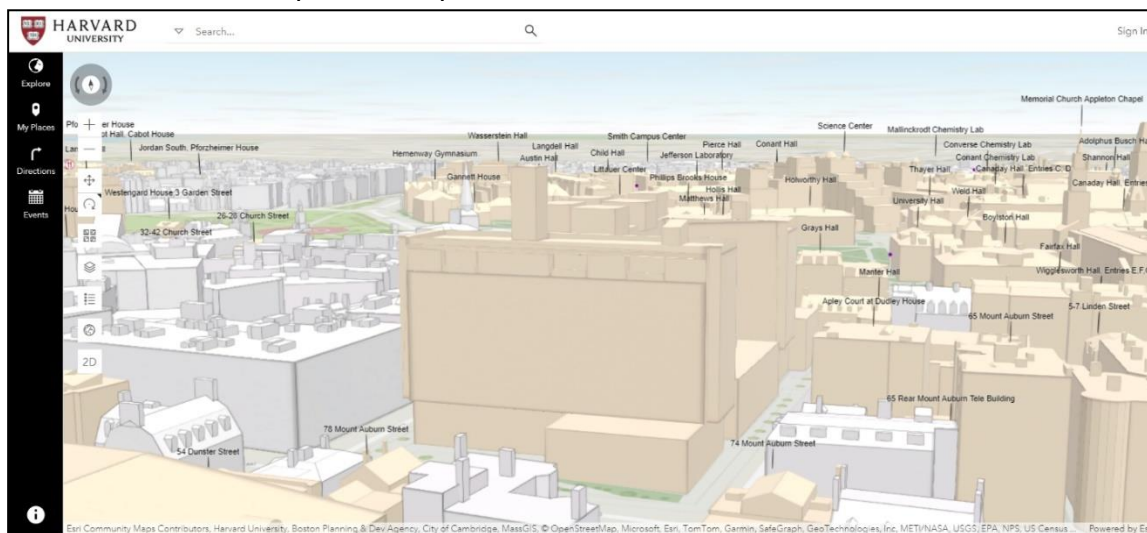
Aunque la disponibilidad de metodologías utilizadas como referencia para el proyecto es limitada, se cuenta con información de la Universidad de Harvard, donde se implementó un modelo en 3D de los edificios de los campus de Massachusetts y Cambridge. En un correo intercambiado con la administradora de proyectos SIG de la Oficina de Planificación de Harvard, se obtuvo la siguiente respuesta (véase el anexo 5): *“Dear Joseph, I used ESRI app builder to build the 3D application (pretty simple), initially it sitting on ArcGIS Online but now it sits on our own portal (which you can call it private ArcGIS online).*

The Base map is Featureclass (I combined all different polygons into one layer, but you can simply use ESRI map for the background). My 3D is part of a File Geodatabase , so has the necessary attributes. I made the map in ArcGIS Pro and published it to our portal (you can publish to ArcGIS Online). Parvaneh Kossari, GISP, GIS Manager” (Kossari, 2020).

Aunque el correo electrónico es breve y sencillo, proporciona información relevante, aunque básica, sobre lo necesario para diseñar la arquitectura del modelo en 3D del Visor Geoespacial. La señora Kossari responde que, para iniciar la visualización, utilizaron ArcGIS Online® como herramienta basada en la nube para la visualización de información geoespacial, además de emplear una aplicación de la casa ESRI® para construir los sólidos en 3D, la cual es ArcGIS CityEngine®, en la Figura 8 se puede ver la representación en 3D de los edificios de los campus de la Universidad de Harvard y como se vería de forma representativa el campus Omar Dengo de la UNA.

Figura 8

Visualizador web del Mapa de Campus de la Universidad de Harvard



Nota: Adaptado Campus Map[Fotografía], por Harvard University, 2024, (<https://mapprod.cadm.harvard.edu/portal/apps/indoors/index.html?appid=2c3969f8d1b14147920610a68f6db713#?n=1707657739684>)

La información suministrada es la referencia disponible, pero es simple y escasa, lo que solo proporciona una aproximación sumamente básica de lo que implica la planeación y ejecución en la elaboración de una arquitectura en 3D de datos geoespaciales. Por lo tanto, asumir esos simples pasos como insumos para definir la ruta de acción del proyecto de fondo no es recomendable. Como se explicó en el apartado 2.2.6 sobre el ciclo de vida del proyecto,

la factibilidad, planificación, ejecución, seguimiento, control y cierre del proyecto es mucho más que un simple correo. Por lo tanto, parte de la ejecución implica la integración de diversas metodologías fotogramétricas, topográficas, geomáticas y geodésicas, cuya combinación proporciona un respaldo técnico y científico al proyecto en cuestión, pero con una visión muy clara de lo que se quiere lograr.

Por otro lado, a pesar de la escasez de información, la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia de la Universidad Nacional, establece las pautas desde la academia, la técnica y la ciencia para la ingeniería, definiendo cómo se debe enseñar en las clases de Geomática, basándose en el conocimiento científico y su aplicabilidad. En este sentido, la escuela proporciona una serie de pasos a seguir para alcanzar el resultado final deseado apegados a la guía de normas del Comité ISO/TC 211 Información Geográfica / Geomática.

Si bien el procedimiento es para fines académicos es aplicables al proyecto de fondo y que podría ser útiles como referencia, los cuales son:

- Vuelos fotogramétricos de los campus de Massachusetts y Cambridge.
- Diseño, materialización, cálculo y ajuste de la red geodésica.
- Puntos de fotocontrol que permitieron la ortorrectificación de las imágenes.
- Creación del ortomosaico de los campus.
- Creación del Modelo Digital de Superficie (MDS).
- Creación de la base de datos geoespacial en algún software especializado.
- Creación y edición de las clases entidades o capas.
- Vectorización de los objetos territoriales sobre el ortomosaico (Edificios, Zonas Verdes, Calles, Aceras entre otros).
- Llenado de atributos en las clases entidad.
- Captura de la altura de cada edificio por medio del MDS y almacenaje en el atributo correspondiente.

- Extrusión de las clases entidad o capas con respecto a la altura de descrita en el atributo altura.

2.3.2.2 Conclusiones y recomendaciones obtenidas

- Aunque las tecnologías utilizadas para medir, representar y almacenar información actualmente están evolucionando hacia las plataformas 3D, la legislación urbana y las políticas de suelo continúan viendo a las ciudades como superficies planas (Erbas, 2012).

Hasta la fecha actual, la comunidad científica ha dado pasos enormes en cuanto a tecnología geoespacial. Los ingenieros y científicos de datos son los que más avances han tenido en los últimos años (El Economista , 2023), y la información geoespacial, como área que estudia todo elemento inmerso en el espacio y sus factores de crecimiento, como la economía, la vivienda, el cambio climático, áreas altamente densas, políticas urbanas, catastro, entre otros, no se ha quedado atrás. Por eso, cada vez es más importante hacer uso de la tecnología para el almacenamiento, análisis y visualización de datos para la toma de decisiones en proyectos de cualquier índole. Si a estas variables se le agrega el tiempo, podemos tener fotografías de momentos específicos que sirven para reflejar situaciones puntuales en la sociedad y poder determinar factores de retorno que a lo largo del tiempo tengan una conducta cíclica.

- La posibilidad de visualizar en 3D los edificios y las restricciones que rigen sobre las propiedades representa un avance considerable para aquellos responsables de tomar decisiones referentes a las cuestiones urbanas (Erbas, 2012).

La capacidad de establecer techos urbanos como concepto de ingeniería geoespacial comienza a tomar fuerza en varias áreas del conocimiento, como la arquitectura y el concepto de diseño bioclimático, donde las entradas de luz y aire crean un ambiente

más orgánico y sustentable. A través de las ciencias geoespaciales, se puede determinar y visualizar el techo urbano, que se representa por las alturas de los edificios circundantes a nuevos desarrollos, lo cual puede imposibilitar una arquitectura más armoniosa con el medio ambiente y generar una huella de carbono mayor al tener que utilizar enfriadores.

Parte del establecimiento de los techos urbanos es la determinación de las islas de calor, y uno de los factores que contribuyen al aumento de las temperaturas son las construcciones, el uso de materiales oscuros que absorben y retienen más energía, y la escasez de áreas verdes, lo cual se convierte en un problema cada día más relevante en el sector del urbanismo y el tráfico inmobiliario. Si se contara con un SIG 3D previamente, el diseñador podría determinar si es factible o no realizar esa construcción en el lugar deseado.

- La consolidación de un catastro 3D, que registre de qué manera la propiedad 3D se cruza con las normas y regulaciones legales correspondientes, contribuiría a una mayor efectividad de la planificación urbana y medioambiental, el diseño de redes de infraestructura mejor posicionadas y la prevención de la informalidad, ya que posibilita la construcción de posibles escenarios futuros que muestren el impacto de las políticas de suelo en el espacio (Erbas, 2012).

Este punto está estrechamente relacionado con el punto anterior, pero aquí se aborda la importancia de unir los conceptos técnicos del desarrollo urbano, los modelos en 3D de espacios territoriales, el cambio climático, el medio ambiente y el área jurídica. Poder establecer jurisprudencia que regule todo ese desarrollo es un paso enorme para generar proyectos más sustentables y normados. Por ello, una planificación urbana que considere riesgos, calidades, tiempos, alcances, interesados, costos y el factor legal podría contribuir no solo a regularizar a través del orden los desarrollos, sino también a

evolucionar hacia una conciencia más ambiental. Un SIG que cree escenarios y que además, pueda considerar esas variables se convierte en una herramienta importante en la planificación y ejecución de proyectos geoespaciales.

- Fortalecer la información registral y la seguridad jurídica en general, así como favorece la democratización y homogenización de los servicios que brinda el Registro Público como institución jurídica a través del consentimiento debidamente informado y por tanto fortalece la seguridad del tráfico legal de bienes. (Hernández, s. f.).

(Hernández, s.f.) comenta de la importancia de la regularización jurídica para el fortalecimiento del tráfico inmobiliario. Aquí se ven dos términos que siempre deben estar unidos y lo es la información catastral; que es la información matemática que describe el inmueble y la información registral; donde de forma literal se describe de acuerdo con la información catastral del inmueble y en conjunto dan seguridad jurídica.

2.3.3 Otra teoría relacionada con el tema en estudio

Al ser un proyecto de tecnología donde convergen diferentes metodologías para realizar un entregable se debe hacer una revisión de conceptos que integran los procesos en el ciclo de vida de proyecto.

2.3.3.1 Mosaico Catastral

Responde al ordenamiento catastral y registral que se debe tener sobre un conjunto de planos que representan gráficamente una porción de terreno dentro de un espacio territorial, además de que, permite tener un control mayor sobre cada uno de los predios que lo componen, tanto para el Registro Inmobiliario como para los ciudadanos.

Para (Arauz Rodríguez , 2019).

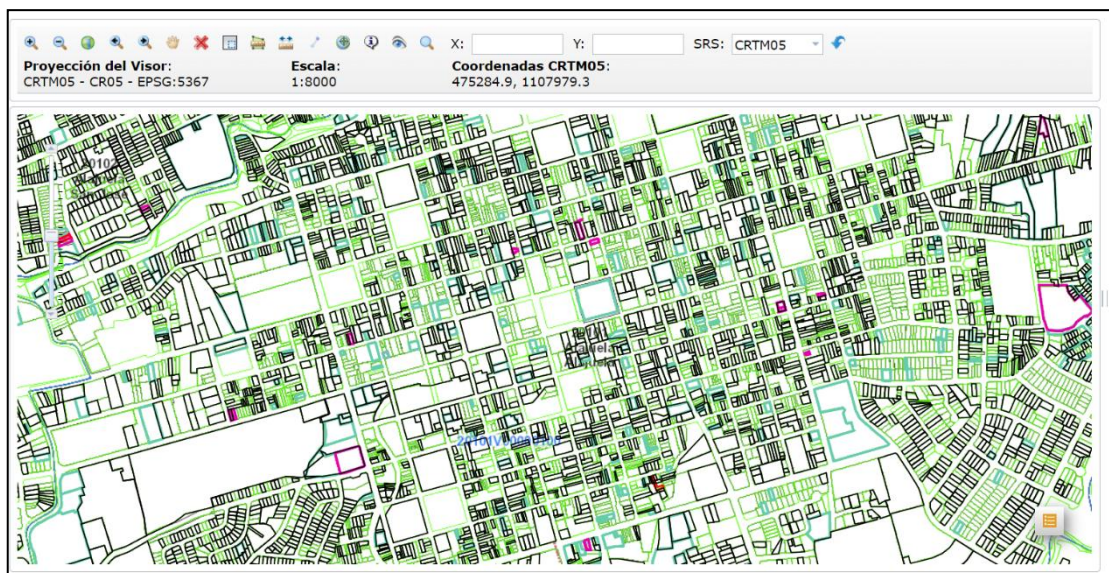
El Registro Nacional de la Propiedad en conjunto con el gobierno promueve desde el año 2001 la creación del mapa catastral, entendiendo este como la representación y

descripción gráfica, numérica, literal y estadística de todas las tierras comprendidas en el territorio nacional para mejorar la calidad de la seguridad de los bienes inmuebles del país.

Para Costa Rica y los gobiernos locales representa un recurso valioso que los bienes inmuebles se encuentren delimitado ya que da seguridad jurídica al propietario del inmueble y la delimitación de los colindantes permitiendo que no haya un abuso en el uso y disfrute del bien en la Figura 9 se muestra una imagen del mosaico catastral del Sistema de Registro Inmobiliario.

Figura 9

Mosaico Catastral del Sistema de Registro Inmobiliario.



Nota: Adaptado Mosaico Catastral [Fotografía], por Sistema de Registro Inmobiliario, 2024, (<https://siri.rnp.go.cr/SIRI/paginas/Cambio7/cambio7AbrirVisorZonaCatastral.xhtml?noRecarga=1>)

Si bien el proyecto principal es desarrollar un visor en 3D de infraestructura, la metodología de diseño comienza con la creación de un mosaico en 2D que representa las construcciones. Aunque este mosaico no cuenta con seguridad jurídica, sí muestra el área que

ocupan en el espacio. Lo mismo sucede con los planos, que representan matemáticamente el área que ocupan en un espacio determinado.

El proyecto se inicia con la creación de una cartografía base en 2D, la cual luego se utiliza mediante el método de extrusión para crear sólidos, dar volumen y forma a los edificios. El objetivo final del proyecto es almacenar información gráfica, matemática y literal relacionada con la infraestructura lo mismo que con un mosaico de planos.

2.3.3.2 Método de extrusión

Es el proceso de crear un sólido en 3D a partir de un objeto en 2D, los objetos se pueden extruir de forma ortogonal desde el origen del objeto en 2D, formando un sólido. Las tres geometrías básicas que se les puede generar en un sólido son: los puntos, líneas y polígonos (ArcGIS, 2020). El método de extrusión se base en el cálculo de un delta altura (Δz) usando cualquier sistema de referencia, plana, geocéntrica, geodésica o arbitraria para efectos de este proyecto la proyección en Δz será desde el Sistema de Coordenadas CR-Sirgas proyección CRTM05, la cual tiene dos valores de z (z_1 , z_2) de ahí que se puede determinar que es un modelo en 3D siendo:

$$\Delta z = z_2 - z_1 \quad (1)$$

Donde:

Δz : Diferencia entre alturas.

z_1 : Altura con respecto a la huella de edificio.

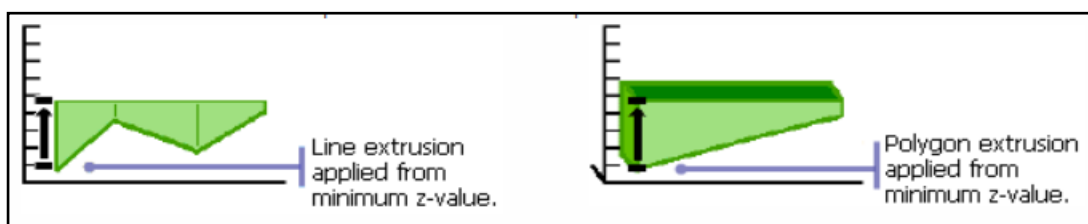
z_2 : Altura con respecto al nivel más alto del edificio.

Con respecto a Δz será la distancia vertical con la cual se realizará el proceso de extrusión para crear al sólido en 3D (ArcGIS, 2020).

Se pueden evaluar dos tipos de extrusión en ArcGIS PRO, la primera es la extrusión por altura mínima (véase la Figura 10), la cual tiene como limitante el único uso en líneas y polígonos mientras tanto, la segunda opción que es altura máxima (véase la Figura 11) permite estirar puntos, líneas y polígonos, se utiliza mayormente cuando se quiere presentar la huella de las edificaciones pero, indiferentemente cual método se use, en los dos se usan exactamente la misma altura vertical (ArcGIS, 2020).

Figura 10

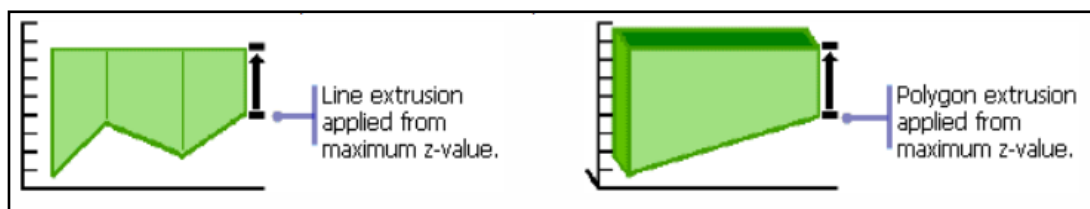
Altura mínima de cada entidad



Nota: Adaptado *Simbología en 3D* [Fotografía], por ESRI®, 2020, (<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/arcscene/about-using-extrusion-as-3d-symbolology.htm>)

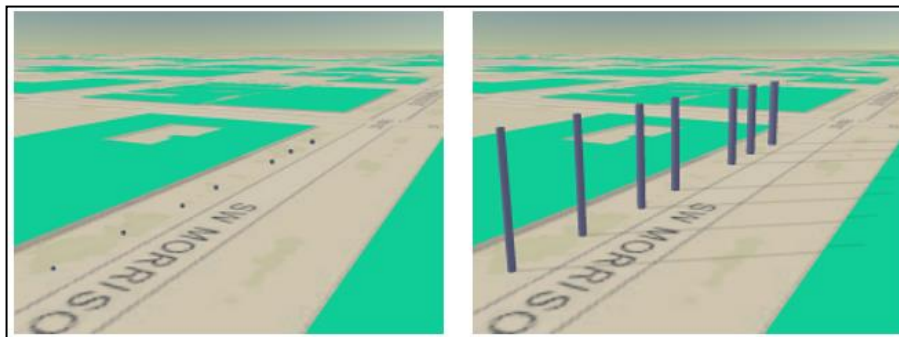
Figura 11

Altura máxima en cada entidad



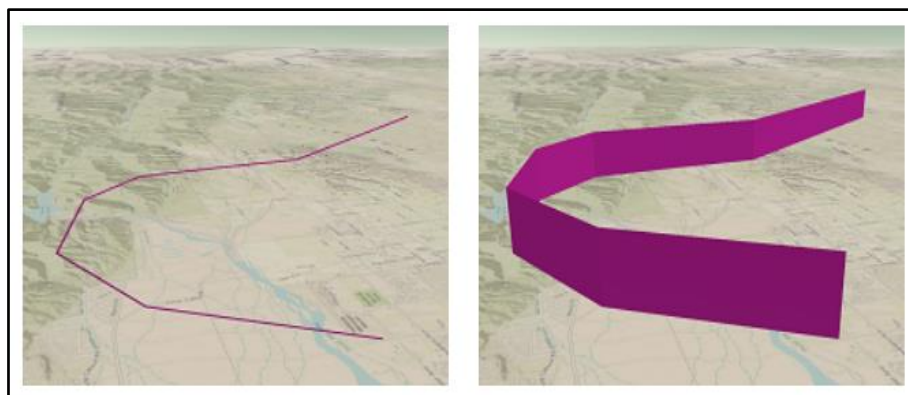
Nota: Adaptado *Simbología en 3D* [Fotografía], por ESRI®, 2020, (<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/arcscene/about-using-extrusion-as-3d-symbolology.htm>)

Los puntos o multipunto que sería una gran cantidad de puntos que representan eventos similares con diferentes magnitudes (véase la Figura 12) se extruyen en un sólido con gran similitud a un cilindro con radio indefinido y una altura que presenta la magnitud del evento a representar.

Figura 12*Extrusión de puntos*

Nota: Adaptado *Propiedades de capas* [Fotografía], por ESRI®, 2020, (<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/extrude-features-to-3d-symbology.htm>)

Las entidades líneas extruidas se asemejan a muros o paredes (véase la Figura 13), su función puede ser delimitar los límites políticos de un país o de provincias yendo de lo macro a lo micro, se pueden estirar en función de un valor z, el método más común para extruir líneas cuando es el método de altura base de cada entidad, el cual se calcula una z para cada cambio de dirección o vértice la línea (ArcGIS, 2020).

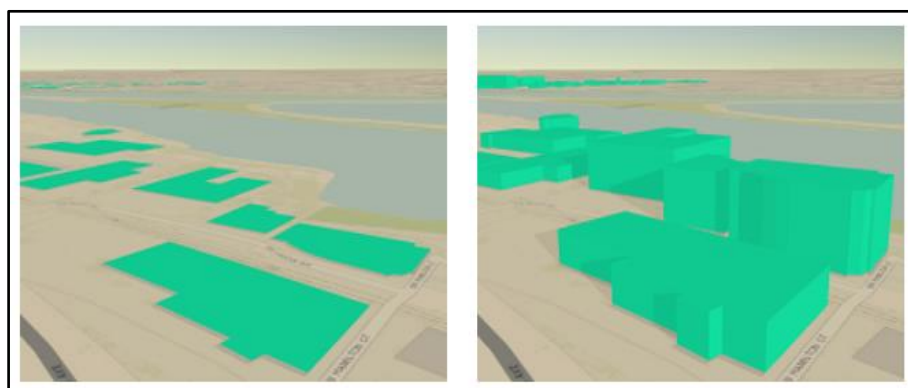
Figura 13*Extrusión de línea*

Nota: Adaptado *Propiedades de capas* [Fotografía], por ESRI®, 2020, (<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/extrude-features-to-3d-symbology.htm>)

La última entidad geométrica que se puede extruir son los polígonos que representa una figura simétrica o asimétrica (véase la Figura 14), para efectos de este proyecto casi en su totalidad se realizará extrusión en polígonos que representaran las huellas de los edificios del Campus Omar Dengo-UNA en 2D para formar un sólido en 3D (ArcGIS, 2020).

Figura 14

Extrusión de huellas de edificios



Nota: Adaptado *Propiedades de capas* [Fotografía], por ESRI®, 2020, (<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/extrude-features-to-3d-symbolology.htm>)

Lo definido con respecto al método de extrusión es la representación de cómo se pasa de una cartografía en 2D a 3D, creando un modelo tridimensional a escala de edificios. Lo único que varía es el objetivo del modelo y para qué fue diseñado; al final, la metodología es la misma siendo esta la relación entre el proyecto de fondo

2.3.3.3 Metodologías RTK para puntos de fotocontrol.

Los puntos de fotocontrol son aquellos que se materializan en campo de manera preliminar y se representan en la fotografía de manera digital que son utilizados en la rectificación y ajuste de las imágenes.

La materialización puede ser con una cruz de color blanco o algún color contrastante en espacios abiertos, en espacios urbanos se pueden utilizar señalizaciones horizontales viales o

cualquier marca visible desde la fotografía. Los puntos de fotocontrol son referidos al sistema de coordenadas en el que se va a entregar el trabajo final (Quirós Rosado , 2014).

Por otro lado, el método de medición RTK forma parte de los métodos de medición cinemáticos que a su vez forma parte de los métodos de medición de Posicionamiento Diferencial.

El cálculo de coordenadas con la metodología de medición RTK se basa en obtener coordenadas en tiempo real en el sistema de referencia previamente establecido; Esta metodología de medición se basa en el principio de medición con métodos de posicionamiento satelital o GNSS, donde un receptor de referencia (Base) siempre va a estar en posicionamiento estático y el Rover (móvil) se mueve por el sitio de interés.

Durante el proceso de corrección en las cámaras, se utilizó inicialmente se usan puntos de fotocontrol, para eliminar los más posible los errores en la estimación de la localización de las cámaras considerables. Por lo tanto, se eliminan los puntos que presentaron mayores errores, según el reporte del software especializado sobre los puntos de fotocontrol.

Los errores son expresados en centímetros por lo general a menos que sea en el orden de los metros y se eliminan en función de su magnitud. A medida que aumenta el error, también aumenta proporcionalmente el error medio cuadrático. Como resultado, se debe llegar a una cantidad puntos de fotocontrol considerable que no afecte la corrección geométrica de las imágenes. Al utilizar un *software* especializado colabora a analizar la diferencia entre el valor del píxel marcado manualmente con los puntos de fotocontrol después de la optimización de las cámaras y el valor en coordenadas de estos, tomados en el campo y ajustados.

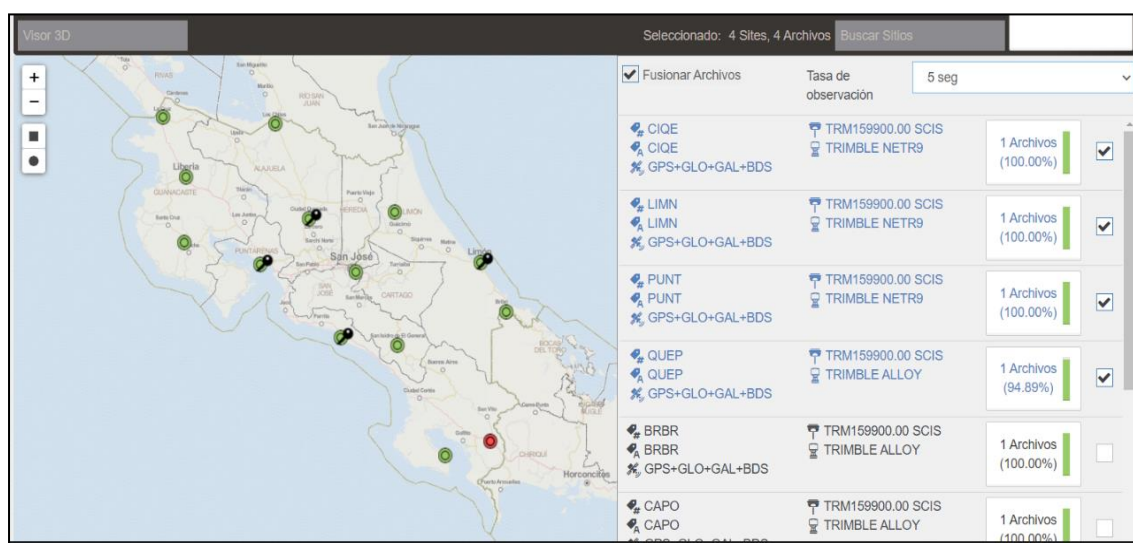
Para todo proyecto de índole Estatal se debe cuidar la normativa vigente y este caso es importante hacer uso de los insumos geoespaciales vigentes para el país. Por lo que es recomendable para este tipo de proyecto la vinculación con las Estaciones de Medición

Continua del Registro Inmobiliario

<https://gnss.rnp.go.cr/SBC/Account/Index?returnUrl=%2FSBC> , esto se hace para conocer cuales estaciones GNSS están operando o estuvieron operando el día de la captura de datos satelitales la Figura 15 muestra la interfaz de búsqueda los archivos .Rinex donde se seleccionan únicamente las CORS que se deben para el ajuste amarrado del punto nuevo para el diseño establecido por el ingeniero en la medición RTK.

Figura 15

Buscador de datos Rinex en la página web Red de Estaciones GNSS del Registro Nacional



Nota: Adaptado Red de Estaciones GNSS del Registro Nacional [Fotografía], por Instituto Geográfico Nacional, 2024, (<https://gnss.rnp.go.cr/SBC/Account/Index?returnUrl=%2FSBC>)

En base a este apartado, la seguridad jurídica que brinda la posibilidad de vincular el proyecto de fondo con el sistema oficial para Costa Rica en cuanto a coordenadas es de gran relevancia. Estar en un único sistema oficial que sea interoperable con otros sistemas que utilicen el mismo ESPG (*European Petroleum Survey Group*) para Costa Rica, definido por decreto ejecutivo, es fundamental y necesario.

3 Marco metodológico

Parte esencial de cualquier proyecto de investigación. Es fundamental para brindar claridad y coherencia al proyecto, ya que describe los métodos de análisis utilizados para abordar el objeto de estudio y explica los procedimientos de investigación aplicados. Además, proporciona una guía ordenada y lógica sobre lo que se pretende lograr en el proyecto.

Arias comenta que: “la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado” (2012, p. 110).

Para la resolución de problemas de investigación, es crucial describir las herramientas y técnicas utilizadas. Esto incluye la búsqueda de insumos, procedimientos y herramientas que permitan llevar a cabo el proyecto con éxito, aplicando los contenidos del PMI® necesarios para completar los entregables propuestos.

3.1 Fuentes de información

Representa el sustento teórico y bibliográfico del para el desarrollo de la investigación de acuerdo con las autoras: “Cuando realizamos revisión de la literatura esta debe de ser de forma selectiva y dinámica, debido a que continuamente están surgiendo publicaciones acerca de los avances en distintos campos del conocimiento humano en torno a un tema determinado”. (Maranto y Gonzáles, 2015).

La Universidad de Valencia define que:

La fuente de información se entiende cualquier instrumento o, en un sentido más amplio, recurso, que nos pueda servir para satisfacer una necesidad informativa.

El objetivo de las fuentes de información será facilitar la localización e identificación de documentos, así respondemos a la pregunta ¿dónde vamos a buscar la información?

Es necesario considerar el tipo de fuentes de información que se consultarán para los trabajos de clase. El estudiante debe seleccionar las fuentes que le proporcionen la información a un nivel adecuado a sus necesidades. (s.f.).

Las fuentes de información se pueden dividir en tres tipos, en primarias, secundarias y terciarias, para efectos del presente proyecto solo se va a hacer uso de las dos primeras que se describen a continuación.

3.1.1 Fuentes primarias

Son aquellas fuentes que contienen información original e inédita o sea de primera mano

“Este tipo de fuentes contienen información original es decir son de primera mano, son el resultado de ideas, conceptos, teorías y resultados de investigaciones” (Maranto y Gonzáles, 2015). Lo cual no es un extracto o una interpretación de otro autor; este tipo de fuentes suele tener una mayor calidad en la información, ya que los resultados tienen un origen único y no son transcripciones de otros autores.

Seguidamente las autoras resaltan la importancia de la información directa de acuerdo con la siguiente interpretación:

Contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluado por otra persona.

Las principales fuentes de información primaria son los libros, monografías, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informe técnicos de instituciones públicas o privadas, tesis, trabajos presentados en conferencias o seminarios, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, foros. (Maranto y Gonzáles, 2015).

Es importante considerar que las fuentes primarias no derivan únicamente de un libro o una revista científica, sino de todas aquellas fuentes que desarrollan información original, tal

como lo definen las autoras previamente mencionadas. Una tesis de licenciatura, maestría y/o doctorado puede considerarse una fuente de información primaria siempre y cuando presente datos inéditos producto de una investigación, ya que estos datos se convierten en información de consulta original derivada de esa investigación específica.

Una fuente primaria de información fue la entrevista con la directora del departamento de PRODEMI, la Arq. Kattia Arroyo, en la que la arquitecta expresó la necesidad imperiosa de contar con un sistema de información en línea de las infraestructuras que cuenta el campus Omar Dengo (Arroyo, 2021). Por otro lado, fue necesario conversar con el director del departamento de Registro de la UNA, ya que parte de la búsqueda de los insumos primarios como números de aulas, laboratorios, unidades académicas y cantidad de estudiantes son datos que ellos manejan como fuentes primarias y que son relevantes para la conformación del proyecto (Sánchez, 2021).

Una vez conocidas las expectativas de los dos primeros directores, se mantuvo comunicación con la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, así como con la directora de la carrera, ya que cuentan con personal calificado y el equipo necesario para la realización del proyecto de fondo. Es sumamente relevante contar con este patrocinador para el éxito del proyecto puesto que ellos aportan conocimiento científico y técnico.

Las fuentes primarias que fueron utilizada para este proyecto son:

- **Entrevistas con expertos**

Encuentro planificado que se busca obtener información valiosa, precisa y especializada a través de una conversación con una persona que posee amplios conocimientos en administración de proyectos e ingeniería en geomática, geodesia y/o topografía.

- **Métodos de análisis estadísticos para el control de la calidad en los procesos.**

Existen diferentes métodos para el ajuste estocástico del vértice geodésico necesario en el proceso de vinculación a la red oficial de coordenadas de Costa Rica y la corrección geométrica de las imágenes. Estos métodos son utilizados para controlar la calidad de los procesos requeridos en el proyecto del visor geoespacial.

Uno de los métodos utilizados es el de mínimos cuadrados, el cual resuelve el sistema linealizado que relaciona las observaciones y el sistema de referencia. Otro método es el ajuste libre, que no utiliza puntos fijos y no está vinculado a ningún sistema de proyección de coordenadas o datum. Este método se utiliza principalmente para evaluar la calidad de la red interna antes de la vinculación con el sistema de coordenadas oficiales para Costa Rica.

También se puede utilizar el método de ponderación o pesos, el cual asigna pesos a las observaciones en función de su precisión y confiabilidad. La asignación de pesos se basa en el juicio experto del ingeniero.

Estos métodos son fundamentales para garantizar la precisión y calidad de los entregables en el proyecto del visor geoespacial.

- **Reportes de desempeños como parte de las entregas parciales del producto**

Toda aquella documentación que se generó a partir de los entregables parciales del proyecto de generación del visor geoespacial donde se muestren las precisiones, exactitudes y procedimientos.

- **Información documental de proyecto de fondo producto de diversas técnicas geomáticas y geodésicas.**

Los informes de ingeniería son productos resultantes de los métodos aplicados en el proceso de creación del visor geoespacial. Dentro de esta documentación se incluyen varios informes, como el proceso de ajuste del vértice de vinculación, el informe de corrección geométrica de las imágenes, el informe de creación de clases de entidad y atributos según su

geometría y tipo, el informe del plan de vuelo del RPA (*Remotely Piloted Aircraft*), y el informe de análisis preliminar de los puntos de fotocontrol, entre otros.

Estos informes son fundamentales para documentar y comunicar los resultados obtenidos durante el proceso de creación del visor geoespacial

3.1.2 Fuentes secundarias

Las autoras describen que las fuentes secundarias “(...) son las que ya han procesado información de una fuente primaria. El proceso de esta información se pudo dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información de la fuente primaria” (Maranto y Gonzáles, 2015).

Para (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014) las fuentes secundarias se define como: “compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias). Es decir, reprocesan información de primera mano” (p. 27).

Las fuentes secundarias usadas en este proyecto son:

- **Guía del PMBOK® (Séptima edición)**

Su enfoque radica en la entrega de valor de cada proyecto y en la adaptación a las nuevas tendencias en la dirección de proyectos. Busca proporcionar a los proyectos de tendencias ágiles, híbridos y/o predictivas, en esta guía no da tanto énfasis a los grupos de procesos y las áreas del conocimiento, pero aun así los menciona.

- **Guía del PMBOK® (Sexta edición)**

En esta guía proporciona estándares, procedimientos, recomendaciones y prácticas para la planificación y ejecución de un proyecto adaptándose más a los grupos de procesos y las áreas de conocimientos recomendadas por el PMI.

- **Libros y artículos referentes a la gerencia de proyectos**

Toda aquella literatura de dominio público que hable, describa y cite procesos para la dirección de proyectos desde practicas saludables y éticas de carácter confiable, dichos libros o artículos se deberían basar en las mejores prácticas, habilidades de liderazgo y comunicación.

- **Manuales y procedimientos de fotogrametría, geomática y geodesia**

Toda la literatura confiable y científica relacionada con los procesos fotogramétricos teóricos y prácticos para lograr una fotogrametría de alta calidad, así como los artículos científicos de geodesia y geomática que expliquen procedimientos, metodologías, precisiones y exactitudes en el campo de la ingeniería en geodesia y geomática

- **Tesis de otros autores que han llevado a cabo investigaciones similares.**

Tesis de otros autores que reflejen procesos y formas de cómo plantear procedimientos tanto en el área de la dirección de proyecto como en la ingeniería. Que sea de utilidad y que sirva como marco de referencia en cuanto a formas de cómo realizar los procesos necesarios para el éxito de proyectos desde la perspectiva de la administración y una buena realización de los entregables necesarios planteados desde el ámbito de la ingeniería en geomática.

Todas las fuentes secundarias aportaron conocimiento, despejaron dudas y un acercamiento con la información veraz del cómo se debe hacer las cosas, las fuentes secundarias apartan al PFG sustento académico en el área de las ciencias geoespaciales como también en la administración de proyectos, por eso son fuente valiosa de consulta.

El resumen de las fuentes de información que se utilizaron en este proyecto se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1*Fuentes de Información Utilizadas*

Objetivos	Fuentes de Información	
	Primarias	Secundarias
1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final	• Entrevistas • Reuniones • Normativa institucional • Bases datos institucionales	• Guías de fundamentos, prácticas y metodologías. • Repositorio de base de datos de UCI • Tesis de investigación sobre gerencia de proyectos
2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto	• Entrevistas • Bases datos institucionales • Normativa institucional	• (PMI, 2021) • (PMI, 2017) • Fundamentos teóricos, investigaciones en páginas de internet que hablen sobre los grupos de procesos, libros y tesis de investigación sobre grupos de procesos y administración de proyectos. • Grupos de procesos: una guía práctica
3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado	• Reuniones • Bases datos institucionales • Estándares y métodos de control de calidad • Indicadores	• Grupos de procesos: una guía práctica • (PMI, 2017) • Artículos de internet sobre control de calidad y como aplicar procedimientos de calidad a la gestión de un proyecto. • Repositorio de base de datos de UCI

Nota: La Tabla 1 muestra las fuentes de información utilizadas, en correspondencia con cada objetivo, y según sean primarias o secundarias.

3.2 Métodos de Investigación

El método de investigación es definido por estos autores como: “un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 4)”

Para (Cortés y Iglesias, 2004) definen el metodo de investigacióm como:

Aquella ciencia que provee al investigador de una serie de conceptos, principios y leyes que le permiten encauzar de un modo eficiente y tendiente a la excelencia el proceso de la investigación científica. El objeto de estudio de la Método de Investigación (M.I). Lo podemos definir como el proceso de Investigación Científica, el cual está conformado por toda una serie de pasos lógicamente estructurados y relacionados entre sí. Este estudio se hace sobre la base de un conjunto de características y de sus relaciones y leyes (p. 8).

Haciendo un análisis de las definiciones aportadas por los autores, se puede inferir que el M.I. nace de la necesidad de resolver un problema planteado. Entonces, el M.I. inicia con el planteamiento del problema y se ejecuta con la idea de dar solución a través de la búsqueda de información referente al tema.

Para el proyecto de fondo es importante recurrir al método de investigación ya que aporta credibilidad a los datos por medio de fuentes de consulta y refuerza el conocimiento propio nutriéndose de del resto de autores consultados.

3.2.1 Método analítico-sintético

Este método se refiere a dos procesos inversos que operan en unidad: el análisis y la síntesis. El análisis permite al investigador ver una estructura como un todo y poder descomponerla en unidades más pequeñas que, en conjunto, forman el sujeto de análisis. Esta descomposición permite ver cualidades, relaciones, propiedades y partes que en conjunto sería

difícil identificar, y vuelve a la estructura más simple. Mientras que la síntesis permite volver a unir lo analizado permitiendo al observador hacer relaciones de valor de los descompuesto y encontrar características generales entre los elementos.

Para los autores (Rodríguez y Pérez, 2017) el método analítico- sintético se define como:

El análisis y la síntesis funcionan como una unidad dialéctica y de ahí que al método se le denomine analítico-sintético. El análisis se produce mediante la síntesis de las propiedades y características de cada parte del todo, mientras que la síntesis se realiza sobre la base de los resultados del análisis. En la investigación, puede predominar uno u otro procedimiento en una determinada etapa. El análisis y la síntesis no son el resultado del pensamiento puro, sino que tienen una base objetiva en la realidad. Como el propio mundo es a la vez único y múltiple, los objetos, fenómenos y procesos de la realidad también lo son (p. 186).

El método analítico - sintético podría permitir descomponer el proyecto de fondo de partes y trabajar bajo la filosofía de dividir y vencerás donde se secciona el proyecto del fondo para luego unir las partes y completarlo. El poder aislarlo da mayor foco a la parte analizada permitiendo obtener una mejor calidad en los entregables y evitando el riesgo a información errónea o poco clara.

3.2.2 Método inductivo

El método inductivo se basa en la base científica, la experimentación, es ahí donde surge lo innovador, lo inédito y lo único. Este método busca la tendencia de patrones por medio de la observación y relación de datos de un evento es específico que da como resultados conclusiones generales que posteriormente se pueden poner a prueba.

Para los autores (Rodríguez y Pérez, 2017) el método inductivo es analizado bajo la siguiente premisa:

La inducción es una forma de razonamiento en la que se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales. Su base es la repetición de hechos y fenómenos de la realidad, encontrando los rasgos comunes en un grupo definido, para llegar a conclusiones de los aspectos que lo caracterizan. Las generalizaciones a que se arriban tienen una base empírica (p. 187).

Posteriormente los mismos autores recalcan la importancia del método inductivo y apelan a que el “método ha sido muy efectivo a lo largo de la historia para avanzar en el conocimiento científico en las áreas de las ciencias naturales y exactas” (Rodríguez y Pérez, 2017, p. 187).

Para el proyecto de fondo, al tener naturaleza científica, el razonamiento inductivo marca la curiosidad de observar y analizar, tomando en cuenta parámetros de calidad, exactitud y precisión previamente establecidos en el alcance del proyecto y en la tabla de entregables con respecto a la calidad. Al ser novedoso el proyecto en el país, el proceso de observar y analizar ha tenido ha sido un pilar, y apoyarse en otras teorías relacionales contribuye a realizar un análisis enfocado y único, donde la prueba y el error hasta llegar al resultado esperado es parte del proceso de creación de conocimiento científico, y para el PFG de fondo no es ajeno. Se podría decir que puede ser una de las bases del proyecto.

3.2.3 Método deductivo

Este método se basa en la deducción de una generalidad menor a partir de una generalidad mayor, lo que significa que parte de un razonamiento más general y lógico, basado en leyes, principios y/o métodos, se usa para llegar a hechos más particulares y concretos,

asumiendo que su base lógica servirá para encontrar soluciones más directas y menos generales.

Para los autores (Rodríguez y Pérez, 2017) el método deductivo es definido como:

Tratar de encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos o descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos; por ejemplo, obtener conclusiones prácticas referentes al comportamiento de alguna sustancia, en función de un principio o ley general que allí se aplica. La matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones para estudiar casos particulares (p. 188).

Para otros autores más bien permite “determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad” (Abreu, 2014, p. 200).

Uno de los fundamentos de la aplicabilidad específicos para PFG de este método es la administración de proyectos, donde implica el uso de principios generales de la administración para llegar a principios específicos basados en las buenas prácticas. Este método puede ser aplicado en el análisis de riesgos, donde se evalúan hipótesis de riesgos para llegar a una conclusión. Del mismo modo, en el contexto de redes geodésicas GNSS, el método deductivo se aplica en el ajuste, mediante el establecimiento de un axioma estadístico a través de una hipótesis con 95% de confianza. Si los puntos nuevos de la red pasan la prueba, los puntos de control, al ser derivaciones de los puntos nuevos, también cumplen con la condición.

En la Tabla 2, se pueden apreciar los métodos de investigación utilizados para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

Tabla 2*Métodos de Investigación Utilizados*

Objetivos	Métodos de Investigación		
	Método analítico-sintético	Método Inductivo	Método Deductivo
1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.	Se descompusieron los procesos de inicio del proyecto para evaluarlos posteriormente de forma integral	No aplicaba	Se partió de teoría en proyectos para la identificación de los requisitos iniciales y la definición del producto final.
2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto.	Se descompusieron los procesos para el desarrollo del plan integral del proyecto para la definición de cada una de las líneas base para luego evaluar el proceso posteriormente de forma integral.	Se exploraron las necesidades del proyecto por medio de revisión de literatura científica y estudios previos para identificar patrones en la gestión integral de proyectos.	Se establecieron los principios generales sobre la gestión de proyectos y el cómo se desarrolló el plan integral de proyectos.
3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado.	Se descompusieron los procesos de control sobre los entregables del proyecto para la determinación de los procedimientos, técnicas y herramientas necesarios para desarrollar estas actividades	No aplicaba	Se establecieron las bases teóricas para el control de los entregables de acuerdo a la identificación estándares de controles y si fueron aplicables a planes de gestión.

Nota: La Tabla 2 muestra los métodos de investigación utilizados, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.3 Herramientas

Las herramientas, según la definición del (PMI 2017) es “algo tangible, como una plantilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado” (p. 714). Por lo tanto, las herramientas de investigación seleccionadas para este proyecto sirvieron como un canal para simplificar la recolección de datos, lo cual facilita el progreso y la generación de resultados.

Según la Guía del PMBOK® existe seis grupos de herramientas y técnicas que se pueden utilizar para dirigir un proyecto y se copian textualmente a continuación (PMI, 2017, p. 686).

- **Técnicas de recopilación de datos**

Utilizadas para recopilar datos e información de diversas fuentes.

- **Técnicas de análisis de datos**

Utilizadas para organizar, examinar y evaluar datos e información. Existen 27 herramientas y técnicas de datos.

- **Capacitación**

Representan todas las actividades diseñadas para mejorar las competencias de los miembros del equipo del proyecto. (PMI, 2017, p. 342). Esta herramienta se utilizó para la correcta utilización del visor geoespacial al personal técnico operativo.

- **Presentaciones**

Representan la entrega formal de información y/o documentación de forma clara y efectiva a los interesados del proyecto. (PMI, 2017, 384). Con esta herramienta se expuso la metodología desarrollada para su implementación en nuevos proyectos.

- **Habilidades de comunicación**

Se utilizan para transferir información entre los interesados. Existen cuatro herramientas y técnicas para la comunicación.

- **Retroalimentación**

Permite exponer la evaluación sobre el desarrollo de una tarea asignada. (CICAP, 2017). El uso de la retroalimentación promueve la comunicación activa entre el director del proyecto, el equipo y todos los demás interesados en el proyecto con el fin de poder terminar el proyecto de forma exitosa.

- **Matriz de evaluación del involucramiento de interesados**

“(...) permite comparar los niveles actuales de participación de los interesados con los niveles deseados de participación necesarios para la entrega exitosa del proyecto” (PMI, 2017, p. 521).

En el desarrollo de proyecto fue importante contar con una evaluación de los interesados, ayudó a identificar el nivel de influencia de los mismo, puesto que había directores de diferentes áreas de la universidad y cada uno con expectativas y formación académica diferente.

- **Acta de Constitución.**

Es un documento emitido por el iniciador del proyecto o patrocinador, que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para aplicar los recursos de la organización (PMI, 2021, p. 184).

El acta de constitución para el proyecto ayudo al compromiso entre el equipo del proyecto quién ejecutó el proyecto y las autoridades de la UNA, además sirvió para establecer el alcance preliminar entre las autoridades de la UNA de acuerdo con sus expectativas y el equipo de proyecto que ejecuta.

- **Juicio de expertos.**

“Juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, (...) Dicha experiencia puede ser proporcionada por cualquier grupo o persona con educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada” (PMI, 2017, p. 715).

Según Lledó (2017) es la “experiencia proporcionada por personas con conocimientos especializados. Por ejemplo, poseer competencias sobre: estrategia, gestión de beneficios, 66 criterios técnicos de la industria, estimaciones de tiempo y costo, identificación de riesgos” (p. 89).

En el desarrollo del PFG, fue crucial obtener la opinión de los directores de la ETCG, PRODEMI y Registro de la UNA, ya que, al ser personal interno de la universidad, contaban con un conocimiento detallado de los procesos internos necesarios para la ejecución del proyecto. La dirección de la ETCG, al contar con profesionales especializados en gestión de proyectos, colaboró en la formulación de procesos y sirvió como guía. Asimismo, al tener un equipo especializado en ciencias geoespaciales, resultó sencillo orientar el proyecto desde el ámbito técnico y de ejecución.

- **Análisis de procesos.**

Este análisis es una revisión sistemática de los pasos y procedimientos para realizar una actividad (PMI, 2017, 176).

Fue de gran utilidad en la colaboración con los interesados del proyecto de la UNA y el equipo de proyecto, el análisis de procesos resultó fundamental para comprender y gestionar las tareas y actividades relacionadas con el proyecto. Fue especialmente útil durante la etapa de planificación, donde se estructuraron técnicamente las actividades a ejecutar, así como durante la ejecución para minimizar el tiempo y cumplir con los estándares de calidad establecidos.

- **Entrevistas.**

Según Hernández et al, son “una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)” (2018, p. 418). Con esta herramienta se logró establecer la comunicación con las partes interesada para la elaboración y el desarrollo de la metodología en conjunto

- **Reuniones.**

(...) “se mantienen reuniones con interesados claves para identificar los objetivos, criterios de éxito, entregables claves, requisitos de alto nivel, resumen de hitos y otra información resumida del proyecto” (PMI, 2017, p. 80)

(Lledó, 2017) recomienda que las reuniones se hagan “cara a cara en un mismo lugar físico ya que suelen ser más efectivas que las reuniones virtuales” (p. 95).

El acercamiento con el patrocinador o interesado en el proyecto cara a cara genera cercanía y refuerza los lazos de equipo, las reuniones siempre son importantes en todo procesos gerencial, y este no es caso, las entrevistas que se tuvieron con las autoridades de la UNA resultaron enriquecedoras ya que formulo una interacción 180° donde el equipo de proyecto se nutrió de base a las expectativas de los interesados y se tuvo la posibilidad de despejar dudas de lo que se quería hacer y el cómo se iba a hacer.

En la Tabla 3, se definen las herramientas utilizadas para cada objetivo propuesto.

Tabla 3

Herramientas Utilizadas

Objetivos	Herramientas
1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.	• Reuniones • Entrevista • Matriz de evaluación del involucramiento de interesados • Técnicas de recopilación de datos • Acta de constitución

2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto.	• Reuniones • Entrevista • Juicio experto • Técnicas de análisis de datos • Análisis de procesos
3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado	• Reuniones. • Retroalimentación • Análisis de procesos • Juicio experto

Nota: La Tabla 3 muestra las herramientas utilizadas, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.4 Supuestos y restricciones

Los supuestos según el (PMI, 2017) son un “factor del proceso de planificación que se considera verdadero, real o cierto, sin prueba ni demostración” (p. 725).

Según el portal web de consultoría de gestión de proyectos (Dharma Consulting , 2023) comenta lo siguiente sobre supuestos:

Los supuestos son declaraciones aceptadas como verdaderas sin prueba para el propósito de planificar. Pueden ser internos o externos, y a menudo son necesarios para avanzar en el proyecto cuando no todas las informaciones están disponibles. Sin embargo, todos los supuestos llevan un grado de riesgo, y es importante identificarlos y revisarlos a lo largo del proyecto para asegurar que siguen siendo válidos.

En el proyecto final de graduación es fundamental considerar supuestos, ya que estos asumen la veracidad de ciertos aspectos de la planificación del proyecto sin contar explícitamente con ellos. Esto proporciona una perspectiva alentadora, aunque sin pruebas

concretas. Por ejemplo, asumir la colaboración del personal de la UNA y su apoyo en el proceso de gestión del proyecto.

Del mismo modo el portal también define las restricciones como:

Las restricciones, por otro lado, son factores que limitan las opciones del equipo del proyecto. Pueden estar relacionadas con el tiempo, el costo, el alcance, los recursos, la tecnología, entre otros. Como con los supuestos, las restricciones deben ser claramente identificadas, documentadas y gestionadas a lo largo del proyecto (Dharma Consulting, 2023).

Asimismo, tener restricciones en el proyecto prepara al equipo para posibles riesgos que el PFG pueda enfrentar, permitiendo anticiparse a lo que podría ocurrir y crear escenarios que refuercen al proyecto como un acto positivo, evitando descuidos.

El proceso de analizar los supuestos y restricciones generalmente inicia en la etapa de planificación del proyecto, pero pueden continuar a lo largo del ciclo de vida puesto que nueva información puede ir incorporándose lo que podría implicar modificación en los planes a medida que cambian los supuestos y restricciones. Se ilustran en la Tabla 4, a continuación.

Tabla 4

Supuestos y restricciones

Objetivos	Supuestos	Restricciones
1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.	Disponibilidad de información para la identificación de los procesos de inicio y la descripción de alto nivel como la definición del producto final por partes de los interesados para el desarrollo del visor geoespacial.	La disponibilidad de los expertos a entrevistar es limitada.

Objetivos	Supuestos	Restricciones
2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto.	Hay gran interés por parte de las autoridades universitarias en la creación de plan integral del proyecto ya que apoya a los procesos propios de la administración del territorio, ordenamiento, planificación y ubicación espacial de la población usuaria de la universidad con respecto a los objetos constructivos.	- Que haya una diferencia de criterios técnicos, administrativos y científicos al momento de desarrollar el plan de gestión y los insumos fotogramétricos, geodésicos y geomáticos con los interesados del proyecto. - Puede existir cambios en el proceso de planificación solicitados por los interesados como también cambio de expectativas de estos.
3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado.	Se cuenta con la información documental y las buenas prácticas de gestión de proyectos necesarias para el control sobre los entregables del visor geoespacial, así como los procedimientos y metodologías científicas para crear los insumos fotogramétricos necesarios.	El proyecto carezca de una definición clara de los entregables y un control efectivo sobre los mismos, lo que generaría un descontento por parte de los interesados en relación a la definición inicial de los productos.

Nota: La Tabla 4 muestra supuestos y restricciones utilizadas en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

3.5 Entregables

Los entregables “son todos los productos o servicios que el proyecto va construyendo y presentando a lo largo de su vida” (Área Planificación Estratégica, s. f.).

Los entregables pueden ser parciales y totales, el proyecto por su ciclo de vida híbrido prevé que haya entregas parciales a los interesados del proyecto, con finalidad de que vayan retroalimentado sobre el proyecto y pueden generar acciones de cambio beneficiosas.

El PMBOK® cuenta con su propia definición de los que es un entregable y además también define un nuevo término que es entregable aceptado: “productos, resultados o capacidades creadas por un proyecto y validados por el cliente o los patrocinadores del proyecto que cumplen los criterios de aceptación especificados” (PMI, 2017, p. 708).

Para el PFG de fondo es el poder establecer como hitos ciertos entregables y que se aceptados por las autoridades de la UNA es de gran valor para el proyecto y el equipo del proyecto puesto que un entregable aceptado y validado da valor al trabajo de los colaboradores y a los interesados puesto que con eso se evidenciaría que las expectativas fueron sintetizadas y entendidas.

En la Tabla 5, se definen los entregables para cada objetivo propuesto

Tabla 5

Entregables

Objetivos	Entregables
1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.	Documentos de diseño de procesos de iniciación: acta de constitución, matriz de interesados y líneas base para el control del proyecto.
2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto.	Documento de diseño de procesos de planificación y ejecución: plan de gestión del proyecto que contiene elementos de las áreas del conocimiento necesarios para la

planificación y ejecución del proyecto.

3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado.

- Documento con recomendaciones de procedimientos para el monitoreo y control del proyecto: plan para la dirección del proyecto contiene los procesos necesarios para realizar el monitoreo, control y cierre del proyecto.

Nota: La Tabla 5 muestra los entregables del proyecto, en correspondencia con cada objetivo. Autoría propia.

4 Desarrollo

El objetivo de esta sección dentro del PG es desarrollar de manera integral un plan para crear un visor geoespacial de la infraestructura de la UNA. Este visor cumplirá con ciertas necesidades presentes en el COD. El enfoque principal del proyecto es la elaboración y la implementación del geovisor.

En primer lugar, el objetivo es desarrollar un visor geoespacial que se alinee con las necesidades institucionales y siga las mejores prácticas para la administración de proyectos. Además, se busca que este visor tenga un enfoque integral, considerando tanto las necesidades del cliente como su visión del proyecto terminado. También se abordarán las fases del ciclo de vida del proyecto y dentro de ellos la identificación de los procesos iniciales hasta la descripción de alto nivel y el desarrollo completo del proyecto. Esto incluirá la definición de los entregables del proyecto y se buscará garantizar que se cumplan todas las solicitudes. Por último, se creará un plan de implementación para poner en marcha el producto.

4.1 Descripción y estructura inicial para el proyecto

En esta etapa del proyecto, se establece un lineamiento estratégico, planificado y estructurado que es esencial para la dirección del proyecto y los pasos iniciales necesarios para brindar dirección en las siguientes fases. Desarrollar una estructura inicial junto con herramientas para la administración de proyectos y hacer uso de prácticas estratégicas fundamentales e iniciales para el proyecto permite guiar todos los esfuerzos para cumplir con los objetivos planteados y alinearlos con los valores institucionales de UNA su misión y visión. Parte de las herramientas son el acta de constitución y matriz de interesados y líneas base para el control del proyecto.

4.1.1 **Acta de Constitución**

El Acta de Constitución del Proyecto (ACP) es el documento formal que establece los objetivos, restricciones, riesgos, alcance y los responsables del proyecto. Es esencial para iniciar el proyecto, ya que autoriza su inicio y proporciona una base sólida para una gestión exitosa del mismo. Además, permite al equipo del proyecto alinearse con los objetivos establecidos en caso de desviaciones.

La ACP es el documento base donde se establecen los lineamientos generales para la planificación, ejecución, control, monitoreo y cierre del proyecto. Ayuda al equipo del proyecto a tener una comprensión general sobre los objetivos y alcance del proyecto.

En la ACP se incluyen elementos como la descripción del proyecto, las funciones del equipo del proyecto, los hitos, las fechas importantes, los supuestos, las restricciones y la justificación del proyecto.

Para (Martins, 2024) “El *project charter* o acta de constitución del proyecto es una presentación de alto nivel de los objetivos, el alcance y las responsabilidades del proyecto para obtener la aprobación de las partes interesadas clave al inicio del proyecto”.

Figura 16
Acta de Constitución de Proyecto

Acta de Constitución del Proyecto	
Fecha	Nombre de Proyecto
31/10/2024	Implementación del visor geoespacial en 3D
Tipo de proyecto:	Híbrido
Áreas de conocimiento	Área de aplicación (Sector / Actividad)
Integración	Ingeniería en Geomática / Sistemas de Información Geoespacial / Tecnología
Alcance	
Cronograma	
Costo	
Calidad	

Recursos
Comunicación
Adquisidores
Riesgos
Interesados

Grupos de Procesos:

Iniciación
Planificación
Ejecución
Monitoreo y Control
Cierre

Fecha tentativa de inicio	Fecha tentativa de finalización	Duración en (años)
31/11/2024	1/12/2025	1.08

Objetivo general y específico del proyecto

Objetivo general del proyecto

Desarrollar un plan gestión para la implementación del visor geoespacial de infraestructura de la UNA

Objetivos Específicos

1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.
2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto.
3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado.

Justificación o propósito del proyecto

Actualmente, ninguna de las cinco universidades estatales de Costa Rica cuenta con un Visor Geoespacial de Infraestructura en 3D, si bien se conoce de varios entes del gobierno que han tratado de hacer una implementación de dicha metodología de visualización de datos geoespaciales, los costos operativos y de mantenimiento posterior a la implementación son altos. La Universidad Nacional sería la primera en contar con un sistema en línea de este tipo, abierto a cualquier usuario.

La unificación de la información como herramienta para un ágil acceso a la misma, tendría un efecto positivo en la comunidad usuaria de la universidad, ya que vendrá a solucionar problemas comunes como llegadas tardías a clases por pérdida de estudiantes nuevos o regulares dentro del Campus Omar Dengo y personas en general que no conocen en su totalidad la geolocalización de la infraestructura del Campus Omar Dengo a través de cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet y buscador web. Además, será un insumo para las autoridades universitarias ya que se podrá gestionar planes de atención al riesgo, planificación física para nuevos desarrollos, control y ubicación de infraestructura y espacios verdes en el sistema de coordenadas oficiales para Costa Rica.

El desarrollo de este plan de gestión de proyectos permitirá brindar una línea para la innovación en cuanto a geotecnologías se refiere y abriría camino para nuevos avances de la mano con la gestión de proyectos de modo que los profesionales encargados de estos proyectos puedan tener una guía siguiendo las buenas prácticas de administración de proyectos.

Debes incluir una lista de beneficios que se tendrán al implementar este proyecto

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto

El proyecto brindará una solución a múltiples problemas que todo universitario ha enfrentado en algún momento de su vida académica. Entre estos se encuentran la desorientación geoespacial en el campus Omar Dengo y la dificultad para encontrar o acceder a tiempo a diversas escuelas, facultades, centros o servicios estudiantiles que ofrece la Universidad Nacional lo que tiene como consecuencias llegadas tardías a las clases.

Además, este proyecto es fundamental para una adecuada administración de los espacios verdes, la infraestructura y todos los elementos territoriales que se encuentran en las cercanías del centro de estudios, beneficiando así a la comunidad universitaria.

Pero, además, el proyecto generará una serie de planes de gestión que unidos dan cuerpo al plan de gestión del proyecto para la elaboración de un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional.

Entregables

- Plan de Gestión del proyecto que incluye:
 - Plan de Gestión del Alcance
 - o Estructura de Desglose del Trabajo
 - o Diccionario de la EDT

- o Matriz de Trazabilidad de Requisitos
 - o Plantilla de Registro de Cambios del Alcance
 - Plan de Gestión del Cronograma
 - o Cronograma Detallado del Proyecto
 - o Diagrama de Gantt
 - o Análisis de Ruta Crítica
 - Plan de Gestión de Costos
 - o Estimación del presupuesto del Proyecto
 - Plan de Gestión de Calidad
 - o Matrices de Roles y Responsabilidades
 - o Lista de control de verificación de calidad
 - Plan de Gestión de Recursos
 - o Informe de Evaluación de Capacidad del Equipo Actual
 - o Plantilla de Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM)
 - Plan de Gestión de Comunicaciones
 - o Calendario de puesta en marcha
 - o Plantillas de Informes de Estado del Proyecto
 - Plan de Gestión de Riesgos
 - o Registro de Riesgos
 - o Matriz de Análisis y Respuesta de Riesgos
 - o Matriz de Evaluación de Riesgos
 - Plan de Gestión de Adquisiciones
 - o Matriz de Selección de Proveedores
 - Plan de Gestión de Interesados
 - o Registro y clasificación de Interesados
 - o Matriz de Evaluación de Interesados
-

-
1. Se cuenta con el apoyo de los interesados para el intercambio de información, así como en las diferentes dependencias.
 2. Los recursos bibliográficos necesarios para la ejecución de proyecto estarán disponibles.
 3. Se contará con la información necesaria para poder desarrollar el plan de gestión.
 4. Se cuenta con el recurso económico necesario para el desarrollo de la propuesta de plan de gestión.
 5. Se cuenta con la tecnología y las herramientas para el desarrollo del producto.
-

Restricciones

1. El tiempo máximo para el desarrollo del plan de gestión de 3 meses
 2. El proyecto tiene una fecha límite para su ejecución al 1 de diciembre del 2025, limitando los grupos de procesos y posibles inconvenientes en caso de retraso.
 3. El producto desarrollado debe ser compatible con la tecnología actual con que cuenta la institución para su compatibilización.
 4. Al ser un proyecto con limitado personal y la carga laboral en cuanto a desarrollo tecnológico podría ser alta puede haber una restricción en los tiempos de ejecución
 5. El proyecto debe cumplir con todas las regulaciones legales y técnicas de la Universidad como también las externas.
 6. El presupuesto total asignado para el desarrollo e implementación del visor geoespacial es de ₡28.753.450,00. Este monto incluye costos de desarrollo del visor, adquisición de datos geoespaciales y las licitaciones externas, licencias de software y gastos operativos. Se requiere que todos los gastos se mantengan dentro de este presupuesto, y cualquier desviación significativa deberá ser reportada y aprobada.
 - 7: El alcance del proyecto se limita a la implementación de un visor geoespacial del COD de la UNA que permita la visualización de datos geoespaciales en 2D y 3D estadísticos y geográficos del Campus. Cualquier funcionalidad adicional, como análisis avanzados o integración con sistemas externos, deberá ser evaluada y aprobada como parte de un futuro desarrollo.
-

Riesgos preliminares

1. Si los expertos en el tema no conceptualizan correctamente el producto debido a una incorrecta comunicación podría afectar al proyecto en su totalidad.
2. Si la universidad Nacional deja de pagar el servicio de *map services* basado en la nube y adquiera otro tipo de licencia podría no ser compatible con el software de diseño impactando la calidad del entregable final.

3. Si hay limitaciones propias del servicio contratado por la universidad al no permitir la innovación, siendo un servicio básico podría limitar la compatibilidad con el proyecto afectado el tiempo, costo y calidad del producto.

4. Si hay un cambio en la administración superior de la Universidad Nacional, ETCG o PRODEMI, podría afectar la continuidad del proyecto, lo que impactaría tanto el alcance inicial como los objetivos para los cuales fue creado.

5. Si la comunidad universitaria no adopta el visor geoespacial como una herramienta de ubicación y consulta geoespacial podría verse afectado la continuidad del visor y así afectar el costo inicial del proyecto.

6. Si hay un cambio en las prioridades de la Universidad podría verse limitado o recortado los fondos económicos para la creación de la plataforma impactado el alcance, costo y la continuidad del mismo.

Recursos y presupuestos					
Entregable	Nombre del recurso	Unidades	Cantidad	Costos	Costo Total
Etapas de adquisición	Cartel de licitación	1	1	₡ 12.500.000,00	
Etapas de inversión proyecto estimado	-	1	1	₡ 13.639.500,00	
Reserva de contingencia 10%	-	1	1	₡ 2.613.950,00	
-	-	-	-	Total	₡ 28.753.450

Hitos	
Hitos	Fecha final
Aceptación y licitación de los equipos topográficos	Enero 2025
Aprobación del ajuste y vinculación de la red geodésica	Mayo 2025
Aprobación del Modelo Digital de Superficie	Junio 2025
Revisión y aprobación del modelo lógico de SIG	Julio 2025
Aceptación de las pruebas de usabilidad	Octubre 2025
Aceptación de cierre de proyecto	Noviembre 2025

Antecedentes de la organización y el proyecto

Para la Universidad Nacional (UNA), contar con un visor geoespacial en 3D representará un avance significativo en la gestión y organización del espacio interno del COD, facilitando la toma de decisiones rápidas basadas en datos. Además, este visor permitirá a los usuarios identificar rápidamente los sitios de interés dentro del COD.

Otro aspecto relevante que ofrecerá el visor es la capacidad de planificar a futuro y realizar una gestión de recursos que sea sostenible e incluso regenerativa. La Universidad Nacional, como centro de enseñanza que ha formado profesionales en múltiples áreas del conocimiento durante décadas, junto con la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, ha reconocido la necesidad de crear un visor geoespacial que responda a los grandes desafíos que enfrenta la población estudiantil, que cada día cuenta con más recursos tecnológicos.

La combinación de la sociedad estudiantil, los datos geoespaciales y estadísticos representan un reto complejo debido a la dinámica estudiantil, el movimiento interno de los espacios y el constante renombramiento de los mismos. Por ello, integrar la ciencia geoespacial con la administración y las prácticas de gestión implica un desafío en pro de la modernización de los insumos geoespaciales disponibles para la universidad.

Involucrados

1. Estudiantes de la UNA
2. Direcciones de la ETCG, PRODEMI
3. Administrativos de la UNA
4. Departamento de Vida Estudiantil
5. Usuarios externos de la UNA
6. Departamento de Registro de la UNA
7. Decano de la facultad de Ciencias Exactas y Naturales
8. Equipo de Proyecto
9. Piloto de RPA
10. Aviación Civil
11. Departamento de TI Institucional
12. Ingeniero Geomático/ Geodesta
13. Ingeniero Diseñador

Nombre del director de proyecto

Firma

Ing. Joseph Calvo Acuña



Nota: La Figura muestra el acta de constitución del proyecto. Elaboración propia.

4.1.2 Matriz de Interesados

Identificar a las personas interesadas en la ejecución de un proyecto es fundamental para comprender el impacto que pueden tener sobre el mismo. Al entender sus intereses y expectativas, se puede diseñar una estrategia de gestión efectiva que permita anticipar problemas y facilitar la toma de decisiones. Esto también mejora la comunicación entre todas las partes involucradas. Así como lo menciona la Guía del PMBOK (PMI, 2017) “El beneficio clave de este proceso es que permite al equipo del proyecto identificar el enfoque adecuado para el involucramiento de cada interesado o grupo de interesados.” (p. 563).

Tabla 6

Registro de Interesados

Tipo	ID	Interesado	Rol	Expectativas
Directos	1	Estudiantes de la UNA	Usuarios finales cuyas necesidades y expectativas deben ser consideradas en el diseño y ejecución del proyecto.	Se espera que el diseño sea intuitivo y fácil de usar. Además, debe contar con motores de búsqueda y geolocalización que proporcionen datos precisos y ajustados a la realidad de ese semestre en que se consulta.
	2	Dirección de la ETCG	Encargado de dar los lineamientos técnicos en cuanto a posicionamiento, precisiones exactitudes del proyecto como también dar una visión de lo que se debe lograr, además de marcar los tiempos, el presupuesto y a lo que debe llegarse a ejecutar.	Se espera que el proyecto se complete en tiempo, costo y alcance. Además, debe cumplir con la función para la que fue diseñado, abordando las carencias universitarias en temas de movilidad, geolocalización y accesibilidad a la información geoespacial y estadísticas de la infraestructura institucional.
	3	Departamento de PRODEMI	Interesado en que el proyecto se gestione de la mejor manera ya que son los encargados del desarrollo físico en materia de infraestructura de la Universidad	Se espera que el proyecto incluya un inventario completo de todos los edificios, zonas verdes, aceras y calles del COD. Esta información deberá ser trasladada al Departamento para una planificación constructiva. El objetivo es que, en futuras construcciones, se realice un análisis integral que considere aspectos como la pérdida de la huella verde y la identificación de posibles islas de calor, entre otros factores.
	4	Departamento de Registro	Responsable de gestor los cambios en aula cada semestre por cada unidad	Se solicita que, cada semestre, se faciliten las actualizaciones sobre las aulas y los cambios

Tipo	ID	Interesado	Rol	Expectativas
			académica, lo que implica un cambio en el visor geoespacial	realizados en el COD, con el fin de actualizar el visor.
	5	Gerente de proyecto	Responsable de liderar y coordinar todas las actividades relacionadas con el proyecto. Asegura que se cumplan los objetivos establecidos, el cronograma se mantenga en curso y el presupuesto se gestione de manera efectiva.	Se busca continuar las labores de manera fluida, minimizando la interrupción de las operaciones diarias y mejorando el ambiente de trabajo. Se espera mantener la satisfacción del cliente y asegurar que el diseño geoespacial cumpla con las expectativas. Además, es importante aplicar oportunamente los cambios necesarios e informarlos al equipo de trabajo.
	6	Piloto de RPA	Responsable de realizar el vuelo programado y realizar todo el aseguramiento en calidad y riesgos al momento de realizar el vuelo.	Se espera que realice el vuelo con los parámetros solicitado para así cumplir con la calidad los insumos
	7	Departamento de TI UNA	Encargado de gestionar la plataforma tecnológica en la UNA para una adecuada puesta en marcha del visor geoespacial.	Se espera que se genere la plataforma para la adaptación del visor geoespacial para su implementación. Además, se encargará de gestionar la compra de los créditos necesarios para las herramientas basadas en la nube SaaS.
	8	Ingeniero Geomático / Geodesta	Es responsable de realizar todas las evaluaciones previas al vuelo de RPA, que incluyen la elaboración del plan de vuelo, la revisión de las condiciones atmosféricas, la identificación de áreas de exclusión y la solicitud de permiso de vuelo ante Aviación Civil. Además, se encarga del diseño preliminar y del levantamiento de los puntos de fotocontrol para el proceso de corrección geométrica de las imágenes. También es responsable de generar la fotogrametría del sitio.	Asegurar que la creación de los entregables se lleve de manera adecuada cumpliendo los parámetros de calidad solicitados
	9	Ingeniero Diseñador	Es el encargado de realizar la extrusión de los edificios, la vectorización, y la adaptación de los MDS y MDT al visor. También se ocupa de la creación y programación de los botones y motores de búsqueda, así como de la creación de la base de datos no relacional y de todo lo relacionado con el diseño de la interfaz gráfica de usuario y otras labores.	Se debe asegurar que la creación del visor geoespacial se realice de manera adecuada, cumpliendo con los parámetros de calidad solicitados por el cliente, y que la integración con la plataforma de la UNA sea completa.

Tipo	ID	Interesado	Rol	Expectativas
Indirectos	10	CFIA (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos)	Proporciona orientación y asesoramiento técnico durante el proceso de elaboración del visor geoespacial desde aspectos técnicos hasta legales, garantizando la integridad del proyecto en términos técnicos.	Cumplimiento de los estándares técnicos y profesionales establecidos por el colegio
	11	Fuerza Pública	Encargados de mantener el orden público y en caso de que ocurra algún siniestro con la aeronave deben acudir al sitio.	En caso de accidente su responsabilidad principal es velar por la seguridad de los ciudadanos y mantener el orden público
	12	Municipalidad de Heredia	Responsable de la gestión y administración de los intereses y servicios locales.	Velar por el cumplimiento de las normas dentro del cantón de Heredia y hacer cumplir la ley y velar por la seguridad de los ciudadanos y mantener el orden público.
	13	Aviación Civil	Asegura que se mantenga una legislación adecuada para la regulación y supervisión del uso de RPA en Costa Rica, además de registrar los espacios aéreas y marcar las zonas exclusividad donde es permitido realizar un vuelo	Es el encargado de mantener el orden aéreo y, además, es quien emite las autorizaciones para sobrepasar las restricciones cuando los vuelos se realizan en zonas exclusivas, como aeropuertos, helipuertos y cualquier vía donde haya despegues y aterrizajes de aeronaves tripuladas, ya sea de manera constante o esporádica.

Nota: La tabla 6 muestra el registro de los interesados con su respectivo rol y expectativas dentro del proyecto. Elaboración propia.

En la tabla 6 se muestra un análisis de los interesados y sus posibles magnitudes de impacto, interés, posición con el proyecto, poder, actitud, influencia e importancia.

Tabla 7

Análisis de los interesados

Interesados	Posición	Poder	Interés	Actitud	Influencia	Importancia	Impacto Potencial
Descripción de parámetros	+ A favor	1 – Bajo: No afecta.	1 - Nada	1 - Muy Positivo	1 - Alta	1 - Alta	1- Positivo

Interesados			Posición	Poder	Interés	Actitud	Influencia	Importancia	Impacto Potencial
			- En contra	2 – Tiene alguna relación de influencia.	2 - Poco	2 - Positivo	2 - Media	2 - Media	2 - Negativo
				3 – Medio: Puede modificar algunos aspectos.	3 - Medio	3 - Neutral	3 - Baja	3 - Baja	3- Desconocido
				4 – Puede atrasar.	4 - Mucho	4 - Negativo			4 - Incierto
				5 – Alto: Puede detener o cancelar.	5 - Demasiado	5 – Muy negativo			
Directos	1	Estudiantes de la UNA	+	3	4	2	2	2	1
	2	Dirección de la ETCG	+	5	5	1	1	1	1
	3	Departamento de PRODEMI	+	4	5	2	3	2	1
	4	Departamento de Registro	+	3	4	2	3	2	4
	5	Gerente de proyecto	+	5	5	1	1	1	1
	6	Piloto de RPA	+	2	3	2	3	2	3
	7	Departamento de TI UNA	+	3	3	3	3	2	3
	8	Ingeniero Geomático / Geodesta	+	5	5	1	1	1	1
	9	Ingeniero Diseñador	+	5	5	1	1	1	1
Indirectos	10	CFIA (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos)	+	3	2	3	3	2	1
	11	Fuerza Pública	+	4	2	3	3	2	1
	12	Municipalidad de Heredia	+	4	2	3	3	3	1

	Interesados	Posición	Poder	Interés	Actitud	Influencia	Importancia	Impacto Potencial
13	Aviación Civil	+	5	2	3	3	1	1

Nota: La tabla 7 muestra el registro del análisis los interesados dentro del proyecto. Elaboración propia.

En la tabla 8 se muestra la estrategia para la gestión de interesados claves del proyecto, los cuales se les debe dar un seguimiento especial

Tabla 8

Estrategia de manejo de interesados clave

Interesados	Estrategias
Estudiantes de la UNA	• Envío de actualizaciones regulares sobre los avances de la plataforma y cómo los beneficiarios. • Una vez que se lance el visor, realizar encuestas de satisfacción para obtener puntos de mejora de la plataforma de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.
Dirección de la ETCG	• Informe de avances del proyecto de acuerdo a la etapa y las necesidades planteadas. • Reuniones de seguimiento con la dirección para ver avances, cambios del proyecto o los entregables y toma de decisiones estratégicas
Departamento de PRODEMI	• Mantener informado por medio de boletines de avances • Realizar reuniones de avances de carácter informativo donde se compartan información relevante.
Departamento de Registro	• Mantener informado por medio de boletines de avances. • Realizar reuniones que permitan afianzar relaciones y mostrar el avance del proyecto y en qué fase se encuentra.
Equipo de proyecto	• Reuniones regulares de equipo para hacer revisión del alcance, los tiempos, el costo y la ejecución a la fecha. • Uso de herramientas en línea de gestión de proyecto para mantener a todos el equipo informado sobre el avance y los contratiempos del proyecto.
Fuerza Pública	• Mantener informado por medio de correo electrónico el día, la hora y el lugar donde se va a sobrevolar el RPA en caso de que se materialice un riesgo
Aviación Civil	• Realizar una reunión inicial donde se presente el proyecto, el alcance y las necesidades, así como realizar la solicitud de cooperación. • Mantener informado por medio de correo electrónico el día, la hora y el lugar donde se va a volar en caso de que se materialice un riesgo.

Nota: La tabla 8 muestra la estrategia de los interesados clave dentro del proyecto. Elaboración propia.

4.2 Desarrollo del plan integral del proyecto

En esta sección se desarrollan los componentes importantes dentro de la gestión del proyecto que son esenciales para la estructura de desarrollo. Se abordan desde las definiciones hasta la estrategia de enfoque, así como las técnicas y herramientas necesarias para llevar la planificación del proyecto a buen término en cada área de la gestión de proyectos.

Este apartado, en particular, detalla los pasos y procedimientos para la creación del plan integral de gestión del proyecto. Se incluyen elementos clave como la definición del alcance, cronograma, costos, calidad, riesgos, adquisiciones, comunicación, interesados y otros aspectos relevantes.

4.2.1 Plan de integral de gestión del proyecto

Se define como la herramienta esencial para la formulación de la estrategia destinada al desarrollo de los grupos de procesos necesarios, constituyendo el marco fundamental para la planificación, ejecución, monitoreo y control del proyecto. Se enfatiza en la dirección y supervisión de aspectos críticos como el alcance, el cronograma, los costos, los recursos, la comunicación, los riesgos y la gestión de los interesados, en la tabla 9 se muestra el plan de gestión del proyecto con su descripción de los planes subsidiarios, gestiones de la gerencia del proyecto y entregables necesarios para una correcta gestión.

Tabla 9

Plan de gestión del proyecto

Planes	Descripción
	El diseño de los planes de gestión para cada área del conocimiento enfocados en los grupos de procesos de iniciación y planificación del proyecto fungirá como guía para una correcta gestión del proyecto abarcando la gestión del alcance, cronograma, riesgos, comunicación, interesados, calidad y recurso.

Planes	Descripción
Descripción de los planes	Gestión de alcance Elaboración del plan de gestión del alcance detallado del proyecto, centrándose en los objetivos del proyecto establecido y en las expectativas de los interesados, dando importancia a las necesidades de la población estudiantil de la UNA.
	Gestión del cronograma Desarrollo de actividades parametrizadas con tiempos específicos para el desarrollo del proyecto enfatizando en los grupos de procesos de iniciación y planificación del proyecto estableciendo plazos claro de ejecución para cada uno de los entregables
	Gestión de los costos Creación de una propuesta económica para gastos dentro del proyecto, donde se toman en cuenta el control efectivo de gastos y optimización de los recursos económicos
	Gestión de las comunicaciones Desarrollo de un plan donde se garantice la comunicación constante y asertiva entre el equipo del proyecto y los interesados poniendo atención en los interesados con mayor poder e influencia que puedan suponer un riesgo para el proyecto.
	Gestión de los recursos Identificación y captación del recurso humano necesario que aporte al proyecto, que se centre en las habilidades blandas necesarias que el proyecto necesite y las habilidades técnicas.
	Gestión de las adquisiciones Elaborar un plan para el desarrollo de aquellas herramientas, servicios y materiales que el proyecto necesite para cumplir con las metas planteadas orientadas a la minimización de los recursos y el presupuesto
Gestión del trabajo	Gestión de los interesados En relación con la identificación de los interesados en el primero objetivo del proyecto se desarrolla una estrategia para satisfacer sus expectativas con respecto al proyecto
	Revisión de Entregables Los entregables de cada fase del proyecto deben ser sometidos a una revisión exhaustiva por parte del director del proyecto. Esto garantiza que se cumplan los estándares de calidad y que los resultados sean acordes a las expectativas del cliente.
	Gestión de Cambios Cualquier cambio que surja, en conformidad con lo establecido previamente, debe ser gestionado a través del proceso de control integral de cambios. Este proceso asegura que todas las modificaciones sean evaluadas y aprobadas de manera adecuada, minimizando así el riesgo de desviaciones en el alcance del proyecto.
	Cumplimiento de Requisitos

Planes	Descripción
	Cada entregable debe ser evaluado para asegurar su cumplimiento con la lista de verificación establecida, la cual detalla todos los requisitos necesarios. Este paso es fundamental para confirmar que los entregables satisfacen las expectativas y necesidades del cliente antes de su entrega final. Avances Se harán sesiones de trabajo para ver el avance del proyecto según el cronograma una vez a la semana y se hará revisión de las tareas asignadas a los colaboradores La asignación de las tareas se hará por medio una pizarra electrónica donde se visualice las actividades, los plazos y los responsables de cada. Actualización de acuerdo a cambios Cada vez que se presente un cambio en el entregable, es fundamental realizar la actualización correspondiente en la documentación y el cronograma, asegurando así una adecuada planificación del proyecto. Además, es crucial comunicar de manera clara cualquier actualización al equipo del proyecto, lo que ayudará a prevenir errores futuros y a mejorar la eficacia del proceso. • Plantilla verificación para la aprobación de entregables. • Plantillas para el registro y seguimiento de incidentes. • Plantillas de registro de solicitud de cambios. • Tablero de tareas para el control del avance del proyecto. • Plantilla de reportes semanales de avance del proyecto. • Plantilla de documentos de seguimiento del cronograma y cumplimiento de hitos. • Plantilla de registro integral de cambios aprobados y ejecutados. • Plan de gestión de cronograma • Plan de gestión de costos • Plan de gestión de calidad • Plan de gestión de recursos • Plan de gestión de comunicaciones • Plan de gestión de riesgos • Plan de gestión de adquisiciones • Plan de gestión de interesados
Documento y artefactos	

Nota: La tabla 9 muestra del plan de gestión del proyecto para el proyecto de visor geoespacial de la UNA Elaboración propia.

4.2.2 Gestión del alcance

Se enfoca en la ejecución efectiva del proyecto y cumpliendo con los objetivos del proyecto establecidos, la gestión del alcance permite guiar al equipo del proyecto a alcanzar las metas en alineación con la EDT del proyecto, expectativas de los interesados, presupuesto, comunicación, líneas base cambios entre otros.

- Una parte fundamental para definir el alcance del proyecto es la recolección de requisitos y los pasos necesarios para satisfacer a los interesados de la UNA, validando sus necesidades y expectativas respecto al proyecto.
- Se debe crear un plan detallado sobre cómo se gestionará el alcance, basándose en la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) y en la línea base del alcance.
- Es esencial desarrollar el diccionario de la EDT, el cual proporciona información detallada sobre cada componente, fase y paquete de la EDT. Este diccionario complementa la representación gráfica del proyecto y apoya al equipo en la comprensión de los entregables y actividades.
- Se recomienda implementar herramientas de gestión que faciliten la medición del alcance a lo largo de las etapas del proyecto, permitiendo dar seguimiento a las tareas y realizar ajustes necesarios de manera efectiva.

4.2.2.1 Documentación de requisitos

La siguiente tabla 10 muestra los requisitos necesarios para determinar, documentar y gestionar las necesidades de los interesados del proyecto que se deben cumplir. La guía del PMBOK (PMI, 2017) comenta “La documentación de requisitos describe como los requisitos individuales cumplen con las necesidades de negocio del proyecto.” (p.147).

Tabla 10

Plan de gestión para la recopilación de los requisitos

Dirección del proyecto	Creación del Chárter del proyecto	R01	Alta	Completo que enmarque las expectativas de los interesados, alcance preliminar y objetivos del proyecto
Equipo de proyecto e interesados en el proyecto	Plan de gestión del proyecto	R02	Alta	Plan completo de gestión que cubra todas las necesidades gerenciales del proyecto

Dirección del proyecto	Control sobre entregables del proyecto	R03	Alta	Que cumplas con las exceptivas de los interesados los parámetros de calidad de ingeniería
Dirección del proyecto y Dirección de la ETCG	Definir los parámetros para le puesta en marcha	R04	Media	Propuesta de definición de parámetros.
Dirección del proyecto y Dirección de la ETCG	Generar estrategia para generar compromiso entre los usuarios y visor siendo atractivo	R05	Alta	Plan que refleje las competencias necesarias para la estrategia de enganche.
Ingeniero Geomático / Geodesta	Definición de parámetros fotogramétricos y satelitales	R06	Alta	Informe de parámetros matemáticos que incluya, área a sobre volar, metodología de levantamiento y precisiones y exactitudes máximas.
Ingeniero Geomático / Geodesta y Diseñador	Productos fotogramétricos y GNSS	R07	Alta	Informe de corrección geométrico de imágenes y ajuste para GNSS para puntos de foto control
Ingeniero Diseñador	Vectorización y Diseño de las clases entidad en 2D y 3D.	R08	Alta	Plantilla que resuma cantidad de clases en 2D y 3D entidad, y solidos vectorizados en 3D
Ingeniero Diseñador	Diseño de la interfaz del Visor Geoespacial web	R09	Alta	Plan de publicación del servicio web.
Equipo de proyecto	Creación de plantilla de informe final	R10	Baja	Plantilla que resuma recomendaciones, conclusiones y pasos futuros
Equipo de proyecto	Documentación de lecciones aprendidas	R11	Baja	Estrategia para registrar y compartir lecciones aprendidas y mejores prácticas

Nota: La tabla 10 muestra la recopilación de requisitos identificados en el proyecto. Elaboración propia.

4.2.2.2 Matriz de trazabilidad

La matriz de trazabilidad permite asegurar que todos los requisitos del proyecto estén alineados con los objetivos del mismo, en concordancia con las expectativas de los interesados. Esto ayuda a evitar desviaciones y garantiza que el proyecto cumpla con las expectativas de los interesados. Las funciones principales de la matriz es: la alineación de los requisitos y lo objetivos; permite verificar que cada requisito en la medida de lo posible esté relacionado con los objetivos del proyecto tanto específicos como general, control de cambios; conforme el proyecto avance y dependiendo del tipo de proyecto puede generar cierto cambios lo que permite actualizar cada vez que haya un cambio la matriz y facilitar el seguimiento del plan de gestión del alcance, evaluación de impacto, documentación y control del alcance del proyecto. Con el objetivo de generar valor y la vinculación con los objetivos del proyecto, en la Tabla 11 se muestra la matriz de trazabilidad para el seguimiento del proyecto de creación de un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional.

Tabla 11*Matriz de trazabilidad*

Información del requisito					Trazabilidad			
ID	Tipo de requisito	Requisito	Prioridad	Fuente/Origen	Relacionado al Objetivo	Entregable de EDT	Verificación	Validación
1	Análisis previos y planificación	Identificar las necesidades tecnológicas y requerimientos del proyecto para definir su alcance.	Alta	Plan de Gestión del proyecto	Objetivo específico 1 del proyecto	1.1,1.8	Revisión por parte de la dirección del proyecto	Se realizará la validación con los objetivos, la misión y visión de la Institución.
2	Diseño de la red satelital y vuelo RPA	Desarrollar los diseños necesarios para guiar la recolección de los insumos geoespaciales.	Alta	Plan de Gestión del proyecto	Objetivo específico 2 del proyecto	2.3	Revisión por parte del equipo del proyecto	Revisión en relación afinidad al objetivo específico y el alcance del proyecto como también a los insumos mínimos necesarios para el desarrollo del proyecto.
3	Planificación de vuelo y medición de la red satelital	Definir técnicamente los lineamientos mínimos para la planificación del vuelo y la red satelital	Alta	Plan de Gestión del proyecto	Objetivo específico 2 del proyecto	3	Revisión los parámetros de vuelo, fotogramétricos y satelitales	Se realizará una validación los parámetros vuelo y GNSS de acuerdo de acuerdo a lo establecido
4	Campaña de medición y vuelo	Llevar acabo lo planificado y hacer la recolección de los datos geoespaciales	Alta	Plan de Gestión del proyecto	Objetivo específico 2 del proyecto	4.1	Revisión por parte del equipo del proyecto	Se realizará la validación de los datos una vez concluida la etapa

Información del requisito					Trazabilidad			
ID	Tipo de requisito	Requisito	Prioridad	Fuente/Origen	Relacionado al Objetivo	Entregable de EDT	Verificación	Validación
5	Procesamiento de datos GNSS y fotogrametría	Desarrollar los procesos necesarios para realizar el ajuste GNSS y la corrección geométrica de las imágenes	Alta	Plan de Gestión del proyecto	Objetivo específico 2 del proyecto	5.3 y 5.4	Ante de iniciar el proceso de diseño de sig	Se validarán los entregables en cuanto a calidad, presión y exactitud antes de la etapa de diseño. El ingeniero Geomático / Geodesta y Director de proyecto validarán los insumos.
6	Diseño del SIG	Crear la estructura digital donde se albergará toda la información geoespacial del proyecto y realizará la vectorización y diseño de las clases entidad en 2D y 3D.	Alta	Plan de Gestión del proyecto	Objetivo específico 2 del proyecto	6.3 y 6.4	Será una entrega única.	Se validará por parte del Director del proyecto y ingeniero Geomático.
7	6. Diseño del Visor	Productos fotogramétricos y GNSS	Alta	Plan de Gestión del proyecto	No hay un objetivo relacionado al requisito	7.7	En todas las fases de esta etapa	Se realizará la validación exhaustiva por parte del director de proyecto y el Ingeniero Geomático / Geodesta
8	Control de calidad de los productos	Ejecutar los controles necesarios en todas las fases del para asegurar la calidad en los entregables	Alta	Plan de Gestión del proyecto	Objetivo específico 3 del proyecto	8,1	Semanalmente el cumplimiento del requisito será verificado por el Director del Proyecto.	Se validará por parte del Director del proyecto, ingeniero diseñador y Dirección de la ETCG

Nota: La tabla 11 muestra la tabla para la matriz de trazabilidad del proyecto Elaboración propia.

4.2.2.3 Definir el alcance

Según La Guía Práctica de Grupo de Procesos (PMI, 2023) definir el alcance es “el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. El beneficio clave de este proceso es que describe los límites del producto, servicio o resultado y los criterios de aceptación” (p. 85). Tanto los directores de la Universidad, ingenieros expertos y el equipo de proyecto participaron en la elaboración utilizando técnicas y herramientas como el juicio de expertos y análisis de datos una mejor comprensión de lo que se quería lograr

- **Descripción del alcance del producto.**

El visor geoespacial tiene como objetivo crear un gemelo virtual que permita a los usuarios de la Universidad Nacional explorar geoespacialmente la infraestructura disponible en la sede Omar Dengo. Este recurso está diseñado especialmente para beneficiar a aquellos potenciales estudiantes que residen fuera de la Gran Área Metropolitana, en lugares como San Carlos, Pérez Zeledón, La Cruz, Upala y Talamanca. A través de un visor web, estos usuarios podrán conocer detalladamente las instalaciones y servicios que ofrece la UNA, facilitando su decisión de estudio.

Asimismo, el visor también será útil para los estudiantes regulares, proporcionando información confiable sobre la ubicación de aulas, escuelas, facultades, sodas, gimnasio y otros espacios. Esto aborda un problema recurrente que enfrentan los estudiantes cada año: las llegadas tardías a clases debido a la falta de conocimiento sobre la ubicación de sus respectivas escuelas o facultades.

El desarrollo del visor no se limita solo a nuevos estudiantes o a los regulares, sino que está dirigido a toda la comunidad universitaria. La Universidad Nacional, como garante de los derechos y la accesibilidad de todos los costarricenses, se convertiría en la primera institución estatal en contar con un gemelo digital. Esto permitirá la planificación de nuevos desarrollos con un enfoque regenerativo, análisis de islas de calor, así como el desarrollo y mantenimiento

de nuevos espacios verdes, promoviendo así una simbiosis entre la infraestructura, el ocupante del entorno y el ambiental.

- **Criterios de aceptación**

Para definir si el proyecto se ha completado correctamente y se ha alcanzado la expectativa de los objetivos se establecen criterios y condiciones. En la Tabla 12 se muestran los criterios de aceptación y la descripción definidos para el proyecto.

en la siguiente Tabla 12 se muestran los criterios de aceptación.

Tabla 12

Criterios de aceptación

Criterios de aceptación de acuerdo al alcance		
Nombre del proyecto	Elaboración de un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional.	
Fecha	02 de julio del 2024	
Entregables del proyecto		
Análisis previos y planificación	Descripción:	Identificación y análisis de las necesidades del proyecto y proceso de adquisición de equipo tecnológico
	Criterios de aceptación:	Presentación de un informe detallado que incluya todas las necesidades identificadas y las soluciones propuestas.
Diseño de la red y vuelo preliminar	Descripción:	Desarrollo de un diseño preliminar de la red y vuelo programado y estimación de costos.
	Criterios de aceptación:	Aprobación de diseño por parte de los directivos de la UNA y que el presupuesto sufra mínimos cambios si es a la baja ajustándose a la realidad del proyecto.
Trámites de permisos	Descripción:	Obtención de los permisos necesarios para llevar acabo el vuelo y el levantamiento de puntos de control.

Criterios de aceptación de acuerdo al alcance

	Criterios de aceptación:	Documentación que demuestre la aprobación de los permisos en tiempo y forma.
Cronograma	Descripción:	Planificación en tiempo y detalle de las actividades del proyecto.
	Criterios de aceptación:	Cronograma desarrollado que incluya todas las actividades del proyecto con fechas de inicio y fin.
EDT	Descripción:	Estructura de Desglose del Trabajo.
	Criterios de aceptación:	EDT desarrollada con sus fases y paquetes de forma ordenada y jerárquica.
Desarrollo de insumos bases	Descripción:	Desarrollo y creación de los insumos geoespaciales bases para la creación del visor
	Criterios de aceptación:	Entregables e informes de calidad analizados y aprobado. Debe cumplir con los parámetros matemáticos, geodésicos y fotogramétricos definidos por el grupo de expertos.
Diseño de la SIG	Descripción:	Ejecución y creación de las clases entidad para el almacenamiento de datos estadísticos en 2D y 3D
	Criterios de aceptación:	Finalización y vectorización de todos los elementos geoespaciales definidos que conformen el visor geoespacial.
Diseño web del visor	Descripción:	Ejecución de la interfaz gráfica según el cronograma y el diseño del SIG
	Criterios de aceptación:	Finalización del diseño dentro del tiempo establecido y cumpliendo con los estándares de calidad.
Puesta en marcha	Descripción:	Estrategia para poner en ejecución el visor web de acuerdo a las recomendación y abordaje planteando por las partes interesadas

Criterios de aceptación de acuerdo al alcance		
	Criterios de aceptación:	Que se cumplan a satisfacción todas las partes del proyecto obtener la aprobación para el lanzamiento del visor
	Descripción:	Entrega del proyecto completado y finalizada al cliente.
Entrega final del visor	Criterios de aceptación:	Aceptación formal del proyecto por parte de los directivos de la UNA y finalización de todos los aspectos contractuales y administrativos

Nota: La tabla 12 muestra los criterios de aceptación para el proyecto. Elaboración propia.

4.2.2.4 Estructura de desglose del proyecto

Se centra especialmente en las fases de iniciación y planificación del proyecto de implementación del visor geoespacial de la Universidad Nacional. Según PMI (2017), se trata de una herramienta empleada para la descripción del alcance de un proyecto según sus entregables. Presenta una descomposición jerárquica de la totalidad del alcance del proyecto planificado a ejecutar por el equipo del proyecto de acuerdo con los objetivos y los entregables requeridos. Cada una de las particiones, llamadas Paquetes de Trabajo se realiza en componentes lo suficientemente pequeños y manejables que permita planificar de manera fácil el proyecto y se constituyen en el nivel más bajo del proceso de descomposición jerárquica de la EDT.

Seguidamente, se muestra la EDT del proyecto de implementación del visor geoespacial de la Universidad Nacional.

1. Análisis previos y planificación
 - 1.1 Adquisición de equipo topográfico
 - 1.2 Reunión y visita al sitio de proyecto
 - 1.3 Definición de objetivos del proyecto y alcance de proyecto

- 1.4 Revisión y análisis de normativa legal interna y externa
- 1.5 Estudios meteorológicos
- 1.6 Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil
- 1.7 Análisis de equipos GNSS y RPA
- 1.8 Desarrollo del plan de gestión del proyecto
- 2. Diseño de la red satelital y vuelo RPA
 - 2.1 Propuesta de Geometría de la red
 - 2.2 Planificación de vuelo
 - 2.3 Definición y aprobación de diseño geométrico de la red
 - 2.4 Planificación de puntos de fotocontrol
- 3. Planificación de vuelo y medición de la red satelital
 - 3.1 Definición de metodología GNSS
 - 3.2 Definición de tipo vuelo fotogramétrico
 - 3.3 Creación de cronograma de vuelo y medición GNSS
- 4. Campaña de medición y vuelo
 - 4.1 Evaluación de las condiciones atmosféricas
 - 4.2 Verificación de la cantidad de equipos GNSS y RPA
 - 4.3 Recurso humano necesario para las tareas
 - 4.4 Coordinación con los interesados para el día el vuelo y levantamiento RTK
- 5. Procesamiento de datos GNSS y fotogrametría
 - 5.1 Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales
 - 5.2 Almacenamiento de los datos recolectados
 - 5.3 Ajuste y vinculación con las CORS del IGN
 - 5.4 Corrección geométricas de las imágenes y elaboración de entregables
 - 5.4.2 Creación Ortomosaico

5.4.1 Creación Modelo Digital de Superficie (MDS)

6. Diseño del SIG

6.1 Definición de la herramienta SIG

6.2 Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D

6.3 Desarrollo de modelo lógico de las tablas de atributos

6.4 Incorporación del MDS y Ortomosaico

7. Diseño del visor

7.1 Análisis de insumos para diseño

7.2 Creación de espacio de almacenamiento en la nube

7.3 Migración de datos geoespaciales a la nube

7.4 Elección de herramienta para diseño web geoespacial

7.5 Diseño de interfaz y programación orientada a objetos

7.6 Realización de pruebas de usabilidad

7.7 Pruebas de usabilidad

8. Control de calidad de los productos

8.1 Monitoreo de trabajo en todas las etapas

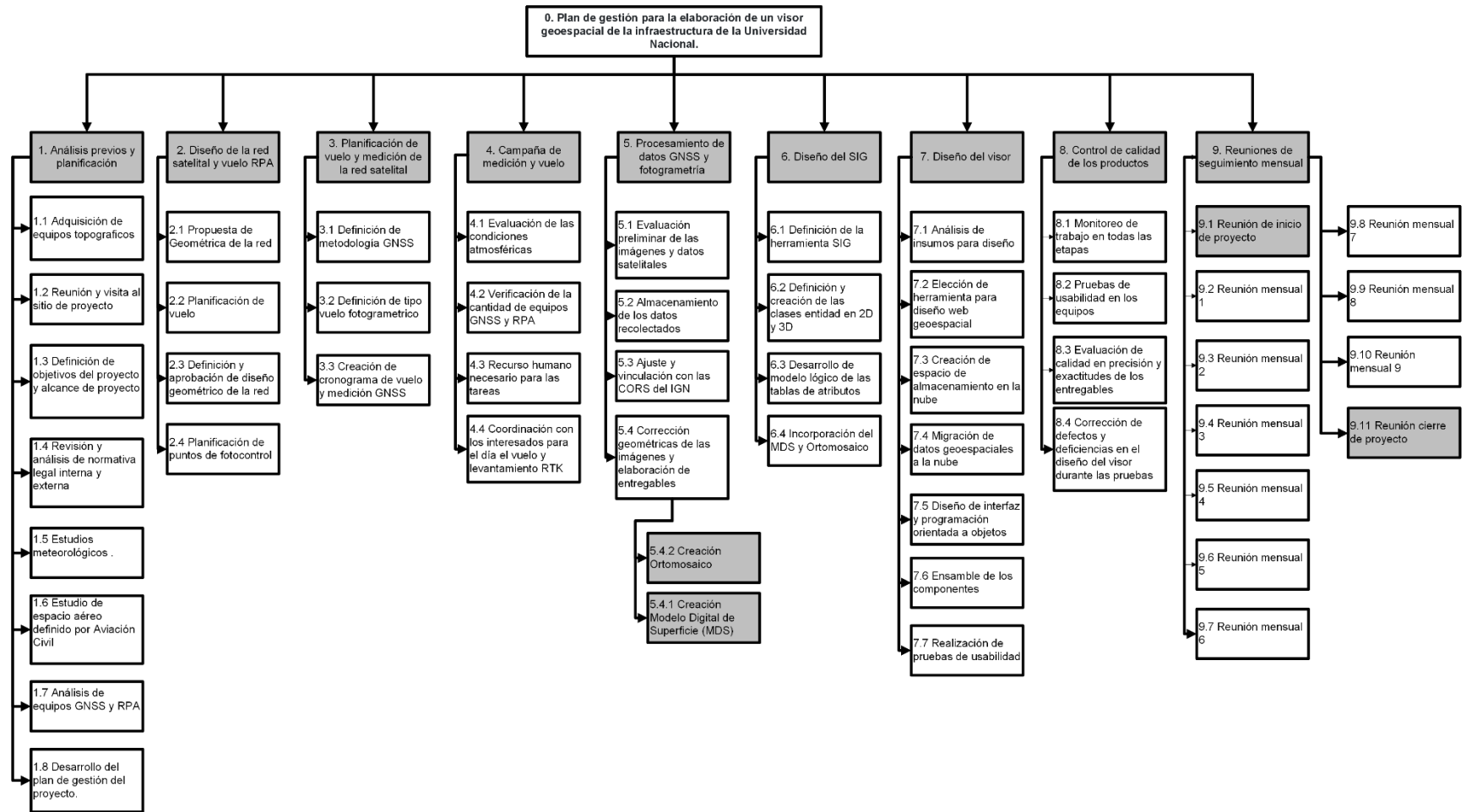
8.2 Pruebas de usabilidad en los equipos

8.3 Evaluación de calidad en precisión y exactitudes de los entregables

8.4 Corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor durante las pruebas

Figura 17

EDT del proyecto



Nota: La Figura muestra la EDT específica para el proyecto. Elaboración propia.

El diccionario de la EDT es un documento importante que busca una mejor comprensión de la información sobre los entregables, actividades dentro de las fases y paquetes de trabajo. Según La Guía Práctica de Grupos de Procesos (PMI, 2023) el diccionario de la EDT/WBS “es un documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS.” (p.237).

A continuación, en la Tabla 13 se presenta el diccionario de la EDT para el proyecto.

Tabla 13

Diccionario del EDT

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
1.1 Adquisición de equipos topográficos	Proceso de adquisición de equipo topográfico indispensable para el desarrollo del proyecto	Cartel de licitación con las especificaciones técnicas para el proceso de adquisición	Adjudicación del cartel	Departamento de compra de la UNA	Especificaciones técnicas, normas de calidad para equipo de topografía, equipo de cómputo, perfil en SICOP y editor de texto
1.2 Reunión y visita al sitio de proyecto	Reunión en sitio de proyecto para conocer particularidades	Convocatoria para la reunión	Análisis del sitio a intervenir y sus particularidades	Dirección de proyecto, Ingeniero Geomático y Dirección de la ETCG	Sala de reuniones y sitio a conocer
1.3 Definición de objetivos del proyecto y alcance de proyecto	Definición clara de los objetivos y alcance del proyecto.	Documentación del proyecto, requisitos del cliente.	Documento de alcance del proyecto.	Dirección de proyecto y Dirección de la ETCG	Equipo computacional, Software editor de texto y de gestión de proyectos.
1.4 Revisión y análisis de normativa legal interna y externa	Evaluación de los requisitos legales y normativos aplicables al proyecto.	Legislación local, regulaciones de Aviación Civil	Informe de cumplimiento de requisitos legales y normativos.	Gerente de Proyecto y Ingeniero Geomático	Documentos legales, bases de datos normativas

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
1.5 Estudios meteorológicos.	Proyección y análisis de condiciones climáticas óptimas para el vuelo y levantamiento	Informe meteorológico de IMN	Informe de la última semana en variables como: Velocidad de viento máxima, humedad, precipitación	Ingeniero Geomático	Acceso a datos semanales y pronóstico del tiempo para las fechas tentativas de vuelo
1.6 Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil	Evaluación de los espacios aéreos limitado y las zonas de influencia	Documentación de zonas de acceso restringido para el vuelo cercanas al sitio de proyecto	Mapa cartográfico aéreo	Ingeniero Geomático	Software de Sistema de información geográfica
1.6 Análisis de equipos GNSS y RPA	Inventario del Equipo GNSS y RPA disponible	Revisión de equipo y que cumpla con las necesidades del proyecto	Informe de calibración y de rendimiento	Ingeniero Geomático	RPA y Equipo Satelital GNSS
1.8 Desarrollo del plan de gestión del proyecto.	Elaboración del plan detallado para la gestión y ejecución del proyecto.	Información del proyecto, estándares de gestión.	Plan de Gestión del Proyecto aprobado.	Director de proyecto	Software editor de texto y de gestión de proyectos, plantillas de planificación.
2.1 Propuesta de Geométrica de la red	Informe técnico que refleja la propuesta geométrica del vértice nuevo de vinculación a las Estaciones de Medición Continua del IGN de Costa Rica	Datos con coordenadas geodésicas de la red activa del IGN y coordenadas aproximadas del vértice nuevo.	Informe de propuesta con ajuste simulado	Ingeniero Geomático / Geodesta	Software de ajuste, SIG y hoja de calculo
2.2 Planificación de vuelo	Planificar el área a volar con respecto al alcance del proyecto, incluyendo metodología de vuelo, altura máxima de vuelo, obstáculos y velocidad de vuelo y obturación de la cámara	Tamaño por pixel que se requiere para la vectorización de los edificios, las zonas verdes entre otros	Informe de <i>Ground Sample Distance (GSD)</i> para estimación de la altura optima de vuelo	Ingeniero Geomático	Herramienta para vuelo planificado y editor de texto

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
2.3 Definición y aprobación de diseño geométrico de la red	Se aprueba la propuesta de diseño geométrico de la red junto con los vínculos a las Estaciones de Medición Continua del IGN	Diseño y distribución geométrica con ajuste simulado	Informe de aprobación con parámetros matemáticos	Ingeniero Geomático / Geodesta	Software de ajuste, hoja de cálculo y editor de texto
2.4 Planificación de puntos de fotocontrol	Puntos de control distribuidos por toda el área de estudio en el COD , para corrección geométrica de las imágenes aéreas	Diseño a priori de la ubicación en sitio de los puntos de fotocontrol, cantidad y metodología de levantamiento GNSS	Aprobación de la planificación de materialización de los puntos de fotocontrol	Ingeniero Geomático / Geodesta	SIG, hoja de cálculo, editor de texto, propuesta de la red geométrica aprobada
3.1 Definición de metodología GNSS	Definición de las diferentes metodologías GNSS para el levantamiento de puntos de fotocontrol y vinculación con las Estaciones de Medición Continua del IGN (Estático, Post-proceso, <i>Stop and Go</i> y RTK)	Expectativas de los interesados en cuanto a precisiones y exactitudes d los entregables.	Aprobación de la metodología de medición con respecto a las exactitudes y precisión que se quiere alcanzar, cada una metodología aporta magnitudes distintas	Juicio experto de los interesados/ Ingeniero Geomático / Geodesta	
3.2 Definición de tipo vuelo fotogramétrico	Tipo de vuelo a realizar ya sea para 2D o 3D	Plano del sitio a sobrevolar	Informe de calidad de vuelo	Piloto del RPA, Ingeniero Geomático	RPA, Licencia de vuelo, KML
3.3 Creación de cronograma de vuelo y medición GNSS	Definición de los días y las horas a sobrevolar y realizar la medición GNSS	Cronograma del proyecto, Estudios meteorológicos, definición del espacio aéreo limitado, hora del día para realizar dichas tareas, verificación aproximada del PDOP para el levantamiento GNSS	Aprobación del cronograma en cuanto a las variables.	Director de proyecto, Ingeniero Geomático /Geodesta, Piloto RPA y Dirección de la ETCG.	Software de gestión de proyectos, plan de vuelo, Informe de IMN de Costa Rica, Cartografía de espacio aéreo limitado, Cronograma del proyecto e informe de posicionamiento de los satélites

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
4.1 Evaluación de las condiciones atmosféricas	Análisis de las condiciones atmosféricas para el día vuelo	Informe meteorológico de IMN	Evaluación in situ de las condiciones reales	Piloto del RPA, Ingeniero Geomático	Software climático e informe del IMN
4.2 Verificación de la cantidad de equipos GNSS y RPA	Cantidad de equipo GNSS y RPA para realizar las labores	Lista de equipo existentes	Aprobación de solicitud de equipo GNSS y RPA .	Director de proyecto, Ingeniero Geomático / Geodesta	Hoja de cálculo y editor de texto
4.3 Recurso humano necesario para las tareas	Cantidad de personal calificado para las tareas	Adquisición de personal calificado	Aprobación de reclutamiento de personal a honoren	Director de proyecto	Sala de reuniones y editor de texto
4.4 Coordinación con las partes interesadas para el día el vuelo y levantamiento o RTK	Coordinación con las partes interesadas	Solicitud de reunión para informar los detalles del vuelo y el levantamiento RTK	Aceptación de solicitud de reunión	Director de proyecto	Sala de reuniones, cronograma de labores, editor de texto, hoja de cálculo, mapas temáticos
5.1 Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales	Visualización de priori de la calidad de las imágenes en cuanto a nitidez, claridad y distorsión	Imágenes aéreas producto de vuelo	Informe de revisión de imágenes	Ingeniero Geomático / Geodesta	Software de visualización de imágenes
5.2 Almacenamiento de los datos recolectados	Repositorio digital - local o en la nube donde se almacena la información	Espacio digital de almacenamiento, datos crudos del levantamiento RTK, imágenes áreas, hojas de cálculo y documentación relacionada	Ruta de almacenamiento	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo computacional y software de almacenamiento en la nube
5.3 Ajuste y vinculación con las CORS del IGN	Ajuste por mediatas para la corrección geométrica de la red y la vinculación con el sistema de coordenadas oficiales para Costa Rica	Datos crudos GNSS	Informe de convergencia del ajuste con una confianza al 95%	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo computacional y software de ajuste geodésico

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
5.4 Corrección geométricas de las imágenes y elaboración de entregables	Ajuste de corrección geométricas de las fotografías aéreas y elaboración de los entregables	Fotografías aéreas, Puntos de fotocontrol	Informe fotogramétrico, Modelo Digital de Superficie y Ortomosaico	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo computacional y software fotogramétrico
5.4.2 Creación Ortomosaico	Producto de imágenes fotogramétricamente ortorectificado, organizadas y georreferenciadas	Imágenes aéreas crudas	Informe técnico de precisión por pixel planimétrico y Ortomosaico	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo computacional y software fotogramétrico
5.4.1 Creación Modelo Digital de Superficie (MDS)	Representación tridimensional de la superficie de la Tierra que incluye todos los elementos que se encuentran sobre el terreno, como edificios, vegetación, y otras estructuras	Nube densa de puntos, Teselas	Informe técnico de precisión por pixel en altura y Modelo Digital de Superficie	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo computacional y software fotogramétrico
6.1 Definición de la herramienta SIG	Herramienta científica de acceso libre o paga que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos geoespaciales que están vinculados a una referencia geográfica	Informe de costo beneficio y compatibilidad con el ecosistema SIG con que cuenta la UNA	Aprobación de la herramienta	Director de proyecto, Dirección de la ETCG	Editor de texto
6.2 Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D	Definición de parámetros para el almacenamiento de los datos geoespaciales en el SIG	Lista de clases entidad en 2D y 3D que se crearan	Aprobación de las clases entidad definitivas donde se almacenara la información geoespacial	Ingeniero Geomático / Geodesta, Dirección de la ETCG	Equipo computacional, Software SIG

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
6.3 Desarrollo de modelo lógico de las tablas de atributos	Modelo lógico de las tablas de atributos es fundamental para organizar y gestionar la información alfanumérica asociada a los elementos geoespaciales	Listado de clases entidad aprobadas	Atributos construidos dentro de las clases entidad de acuerdo a su tipo y geometría	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo computacional, Software SIG
6.4 Incorporación del MDS y Ortomosaico	Incorporación de los productos fotogramétricos al ambiente de trabajo SIG	Formatos de entrada que permite el software SIG	Compatibilización de formatos	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo computacional, Software SIG
7.1 Análisis de insumos para diseño	Revisión de mercado de los softwares de diseño geoespacial disponibles y que sea compatible con el ecosistema SIG de la UNA	Listado de herramientas compatibles con el ecosistema SIG de la UNA	Estudio de factibilidad entre los diferentes tipos de herramienta	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo de cómputo y Software SIG
7.2 Elección de herramienta para diseño web geoespacial	Elección de la herramienta de acuerdo al estudio de mercado	Listado de herramientas compatibles con el ecosistema SIG de la UNA	Aprobación definitiva de la herramienta de diseño para el visor web geoespacial	Director de proyecto, Dirección de la UNA, Ingeniero Geomático / Geodesta	Accesos a la información de análisis preliminar y editor de texto
7.3 Creación de espacio de almacenamiento en la nube	Creación de espacio en la nube para migración de datos	Espacio digital con el almacenamiento necesario	Aprobación de espacio digital en la nube necesario	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo de cómputo y Software de almacenamiento compatible con el ecosistema SIG de la UNA
7.4 Migración de datos geoespaciales a la nube	Traslado de información geoespacial del ambiente local al ambiente basado en la nube	Control de calidad de los datos a compartir en la nube	Aprobación de control de calidad por parte del software que garantice la compatibilidad al 100% de los insumos geoespaciales (MDS, Ortomosaico, Clases entidad en 2D y 3D)	Ingeniero Geomático / Geodesta	Equipo de cómputo y Software de almacenamiento compatible con el ecosistema SIG de la UNA

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
7.5 Diseño de interfaz y programación orientada a objetos	Definición de colores, botones, herramientas de consulta basado en la información que se desea publicar	Documento de alcance del proyecto, requisitos del cliente, políticas institucionales	Aprobación del diseño realizado	Dirección de la ETCG , Director de proyecto	Plan de gestión integral del proyecto, Políticas Universitarias en cuanto al uso de colores, tipografía y logo de la UNA
7.6 Ensamble de los componentes	Unificación de la información geoespacial con el visor web de consulta	Información geoespacial (MDS, Ortomosaico, Clases entidad en 2d y 3D),	Aprobación del ensamble de componentes geoespacial	Ingeniero de Diseño	Plan de gestión integral del proyecto, Aprobación de la interfaz gráfica, Software de diseño
7.6 Realización de pruebas de usabilidad	Proceso donde publica el visor y se hace la evaluación del producto y los tester	Infraestructura de Datos Espaciales	Aprobación de pruebas de usabilidad y funcionamiento	Ingeniero de Diseño	Créditos para publicación en el ecosistema SIG de la UNA
8.1 Monitoreo de trabajo en todas las etapas	Proceso clave en la gestión de proyectos que permite hacer un seguimiento continuo del avance y desempeño del proyecto a lo largo de su ciclo de vida	Insumos geoespaciales	Informe de calidades en cuanto a precisión y exactitud	Ingeniero Geomático / Geodesta	Lista de verificación de los entregables con las exactitudes solicitadas
8.2 Pruebas de usabilidad en los equipos	Pruebas realizadas a los equipos GNSS y RPA	Equipos GNSS y RPA	Aprobación del informe de duración de las baterías y almacenamiento interno, como también conexión satelital	Ingeniero Geomático / Geodesta, Dirección de la ETCG	Equipos GNSS y RPA
8.3 Evaluación de calidad en precisión y exactitudes de los entregables	Se evalúan los entregables en cuantos a los parámetros de exactitud solicitados por los interesados	MDS, Ortomosaico, Puntos de fotocontrol y vértices de enlace con los CORS	Informe de verificación de las precisiones	Ingeniero Geomático / Geodesta, Dirección de la ETCG	Lista de verificación de los entregables con las exactitudes solicitadas

Paquete de Trabajo	Descripción	Entrada	Salida	Responsable	Recursos
8.4 Corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor durante las pruebas	Proceso de corrección para garantizar que el producto final sea de alta calidad y cumpla con las expectativas de los usuarios y los requisitos del proyecto	Listado de defectos detectados	Listado de defectos corregidos y aprobados	Director de proyecto y Ingeniero Geomático / Geodesta	Plan de gestión de la calidad, informe de correcciones de defectos, equipo de cómputo y softwares
9.1 Reunión inicial de proyecto	Celebración que se realiza al inicio del proceso de ejecución del proyecto	Acta de constitución, Plan integral de gestión, Matriz de interesados	Minuta de acuerdos	Director de proyecto	Sala de reuniones, equipo de cómputo, editor de texto y multimedia
9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 9.10 Reunión de seguimiento mensual	Celebración que se realiza posterior a haber cumplido el primer mes de ejecución del proyecto hasta el mes 10 de acuerdo cronograma	Plan integral del proyecto, costos, cronograma, calidad, recursos, riesgos, comunicaciones entre otros	Minuta de acuerdos	Director de proyecto / Todo el equipo de proyecto	Sala de reuniones, equipo de cómputo, editor de texto y multimedia
9.11 Reunión de cierre de proyecto	Celebración que se realiza al finalizar el proyecto en el mes 11 de acuerdo al cronograma	Plan integral del proyecto, costos, cronograma, calidad, recursos, riesgos, comunicaciones, Matriz de requisitos	Minuta de acuerdos, lecciones aprendidas, documentos de cierre de proyecto.	Director de proyecto / Todo el equipo de proyecto	Sala de reuniones, equipo de cómputo, editor de texto y multimedia

Nota: La tabla 13 muestra el diccionario de la EDT para el proyecto. Elaboración propia.

4.2.3 Gestión del cronograma

El desarrollo de un cronograma eficiente y detallado es fundamental para guiar las actividades que se van a desarrollar en el proyecto de forma eficiente y oportuna. De acuerdo a lo que describe La Guía Práctica de Grupos de Procesos (PMI, 2023) “El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará el cronograma del proyecto a lo largo del mismo.” (p. 89). En la gestión integral del cronograma del proyecto, es fundamental considerar aspectos importantes como la definición de las tareas, la estimación de los tiempos de ejecución, y la asignación de responsabilidades para cada actividad. También

es esencial asignar los recursos necesarios para que estas actividades puedan iniciarse y completarse adecuadamente. Asimismo, debe cumplirse la función de monitoreo y ajuste de las actividades, evitando así retrasos e inconvenientes que puedan afectar la correcta ejecución del proyecto.

4.2.3.1 Cronograma

A continuación, se puede observar la Tabla 14 con el plan de gestión del cronograma para el proyecto. La gestión del cronograma marca las pautas para el desarrollo de la gestión del cronograma siendo una programación de ejecución de las actividades.

Tabla 14

Parámetros del cronograma

Elemento	Descripción
Desarrollo del modelo de programación del proyecto	Dado que se trata de un proyecto de tecnología, se implementa una metodología híbrida que combina la secuencia lógica del método en cascada y el desarrollo de la metodología ágil. Esto busca adaptar el proyecto para mejorar tanto su eficiencia como su eficacia en la ejecución. Para la creación y administración de las tareas a ejecutarse, se utiliza MS Project.
Duración de las interacciones	2 semanas
Nivel de exactitud	Moderado: Permitiendo cambios o imprevistos
Unidades de medida	Días y Semanas
Actualización del modelo de programación del proyecto	De forma bisemanal, se registrará el avance del proyecto. A una persona del equipo se le asignará la tarea de realizar este registro en MS Project. Después de llevar a cabo la actualización, se validarán los resultados y se revisarán los cambios realizados y se informará al equipo.
Umbra de control permitido	10% será el valor porcentual aceptado para la variación de las actividades.
Medición del desempeño	Comparar el desempeño del cronograma a la fecha con respecto al plan inicial. Analizar el valor ganado durante la ejecución. Analizar las tendencias del cronograma a lo largo del proyecto para identificar patrones y cambios significativos.

Elemento	Descripción
Entregables	Informes bisemanales, lenguaje sencillo, claro y conciso, con gráficos visuales como el diagrama de Gantt. Presenta detalles claves como el número de actividades completadas y notas relevantes en las actividades correctivas, porcentajes. Los informes deben presentar una comparación con el plan original y lo ejecutado hasta a la fecha

Nota: La tabla 14 se puede visualizar la gestión del cronograma y sus parámetros. Elaboración propia.

4.2.3.2 Desarrollo de las actividades del proyecto en el cronograma

Las actividades son tareas específicas y sencillas que se llevan a cabo para alcanzar el objetivo del proyecto alineado a las políticas vigentes, misión, visión y expectativas de los interesados. Las actividades en un cronograma, se definen como elementos de carácter individual que se descomponen en pasos más pequeños permitiendo el aseguramiento, la organización y el progreso del proyecto. La definición de los tiempos de ejecución según el juicio experto de algunos interesados, contribuyen a construir un cronograma más apegado a la realidad. Según la Guía del PMBOK (PMI, 2017) “Definir las actividades es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.” (p. 183).

En la elaboración del cronograma se cuenta con los criterios expertos de algunos de algunos interesados en el avance del proyecto.

4.2.3.3 Ruta Crítica

La ruta crítica del proyecto tiene una duración de 250 días, siendo el camino más largo para completar con las actividades necesarias para el desarrollo de la implementación del visor

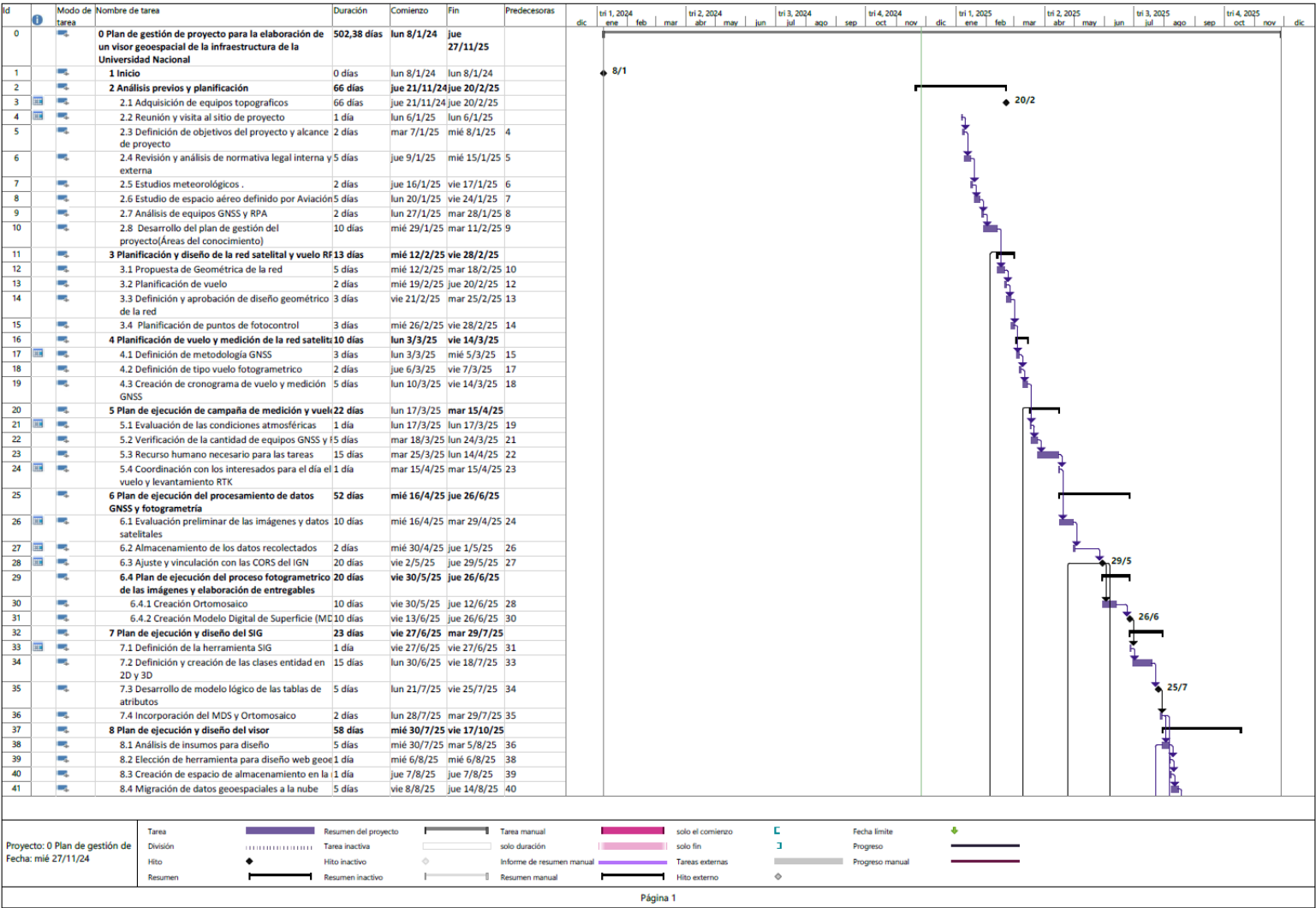
geoespacial. Siendo la misma una secuencia de tareas sin holgura de tiempo lo que significa que cualquier retraso afectaría directamente el proyecto.

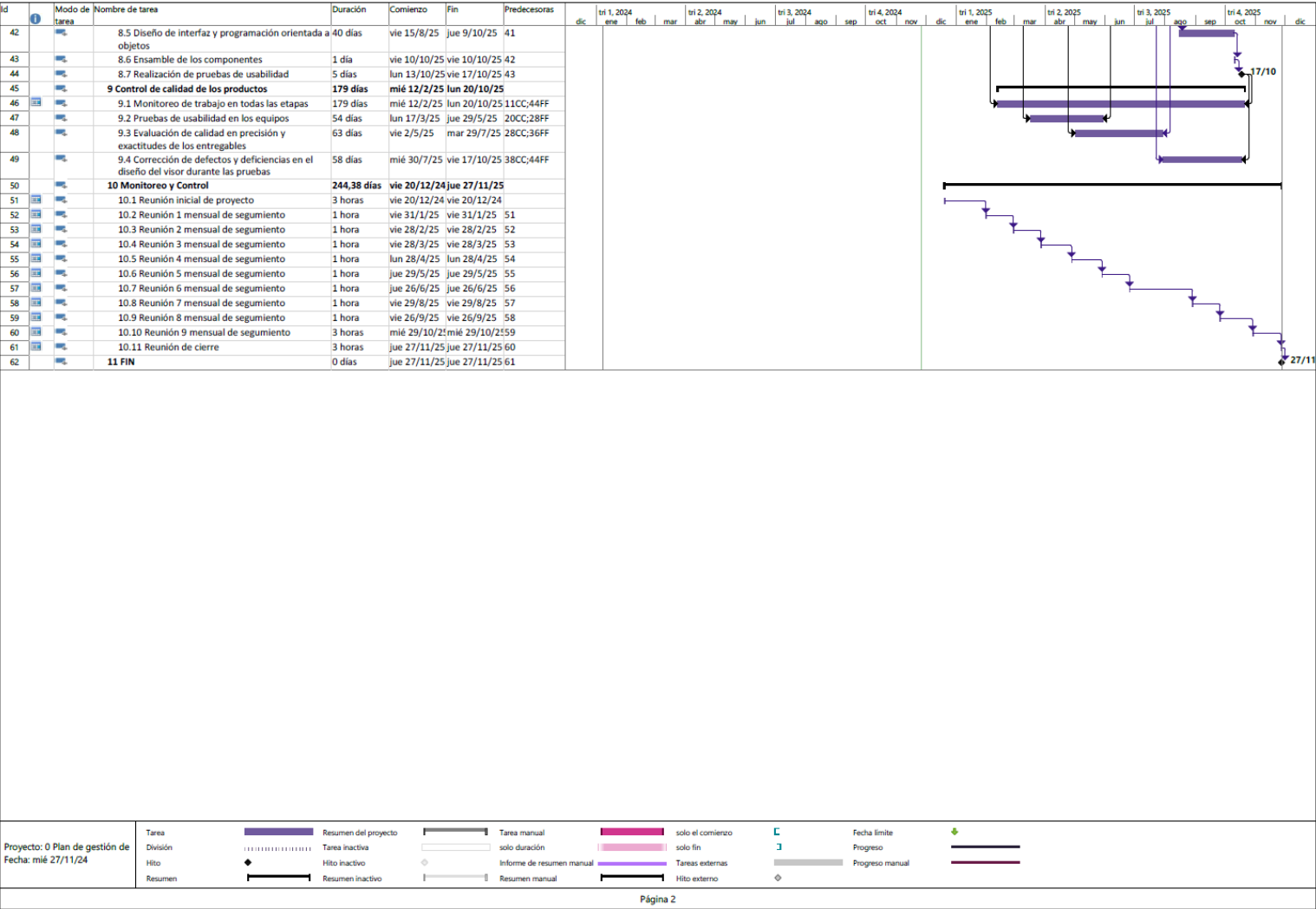
Cod. EDT	Cuenta de Control
2.1	Adquisición de equipo topográficos
2.3	Definición de objetivos del proyecto y alcance de proyecto
2.4	Revisión y análisis de normativa legal interna y externa
2.5	Estudios meteorológicos
2.6	Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil
2.7	Análisis de equipos GNSS y RPA
2.8	Desarrollo del plan de gestión del proyecto (Áreas de conocimiento)
3.1	Propuesta de Geometría de la red
3.2	Planificación de vuelo
3.3	Definición y aprobación de diseño geométrico de la red
3.4	Planificación de puntos de fotocontrol
4.1	Definición de metodología GNSS
4.2	Definición de tipo vuelo fotogramétrico
4.3	Creación de cronograma de vuelo y medición GNSS
5.1	Evaluación de las condiciones atmosféricas
5.2	Verificación de la cantidad de equipos GNSS y RPA
5.3	Recurso humano necesario para las tareas
5.4	Coordinación con los interesados para el día el vuelo y levantamiento RTK
6.1	Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales

- 6.2 Almacenamiento de los datos recolectados
- 6.3 Ajuste y vinculación con las CORS del IGN
- 6.4 Correcciones geométricas de las imágenes y elaboración de entregables
 - 6.4.1 Creación Ortomosaico
 - 6.4.2 Creación Modelo Digital de Superficie (MDS)
- 7.1 Definición de la herramienta SIG
- 7.2 Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D
- 7.3 Desarrollo de modelo lógico de las tablas de atributos
- 7.4 Incorporación del MDS y Ortomosaico
- 8.1 Análisis de insumos para diseño
- 8.2 Elección de herramienta para diseño web geoespacial
- 8.3 Creación de espacio de almacenamiento en la nube
- 8.4 Migración de datos geoespaciales a la nube
- 8.5 Diseño de interfaz y programación orientada a objetos
- 8.6 Ensamble de componentes
- 8.7 Realización de pruebas de usabilidad
- 11 Entrega de Proyecto (Final)

Figura 18

Cronograma del proyecto





Nota: La figura 18 se muestra el cronograma de proyecto elaborado con el software MS Project 2019. Elaboración propia.

Las tareas que se presentan en la figura 18 a pesar de tener una secuencia y puede ser ajustado en caso de ser necesario y sufrir adelantos o retrasos

4.2.4 Gestión de costos

Le proceso de identificar, estimar, planificar y asignar recursos financieros a ciertas actividades asegurando su inicio y fin dentro de los límites económicos del proyecto, maximizando la eficiencia en el uso de los recursos y procurando del éxito del proyecto.

En la elaboración de los costos del proyecto se contó con la participación de los interesados claves del proyecto como el director de proyecto y la dirección de la ETCG. Las herramientas utilizadas para la estimación de los costos del proyecto fue en gran parte análisis de datos de costos de otros proyectos similares, juicio experto, tabla de costos de honorarios del CFIA entre otros.

4.2.4.1 Planificación de los costos

La planificación y estimación de costos son fundamentales para garantizar que el proyecto se ejecute dentro del presupuesto asignado. Esto ayuda a evitar y controlar excesos financieros que podrían afectar las tres restricciones del proyecto: costo, alcance y tiempo. Un incremento en los costos, manteniendo el mismo alcance, puede tener un impacto negativo en los plazos de ejecución y, en última instancia, comprometer el éxito del proyecto.

Por lo tanto, es crucial que la planificación de costos sea realista y precisa. Debe incluir una estimación detallada que contemple posibles riesgos y asegure que cada recurso asignado esté justificado y destinado a su propósito original. De esta manera, se fomenta un uso eficiente de los recursos y se minimizan las sorpresas financieras durante la ejecución. La Guía del PMBOK (PMI, 2017) define este plan como “la forma en que se planificarán, estructurará y controlarán los costos del proyecto.” (p. 238).

En la tabla 15 se definen las rubricas de gastos del proyecto.

Tabla 15*Plan de gestión de costos*

Elemento	Descripción
Unidad de medida	Las unidades de medida de tiempo son en días y meses de trabajo. Las unidades de medida de costos son en colones costarricenses (₡).
Nivel de precisión	Financieramente se utiliza el redondeo hacia arriba, sin unidades después de la coma para evitar desviaciones que presentaran un impacto negativo en el presupuesto
Exactitud	El límite permitido es de $\pm 10\%$ para la variación de costos
Enlaces con los procedimientos de la organización	Se relacionan con las cuentas del EDT
Umbral de costo	+10% del costo presupuestado, se procede a realizar medidas correctivas de gastos
Medición del desempeño	Revisión entre el costo planeado (CP) con el costo real (CR) en la fase que se encuentra el proyecto.
Formato de informes	Informes mensuales que contienen diferentes elementos como presupuesto original, costos acumulados, costos restantes estimados, valor ganado, costo real del trabajo realizado, índice de desempeño del costo, estimación a la conclusión y varianza de costos
Reserva de contingencia	Se asigna una reserva de contingencias de un 10% a todo el proyecto para cubrir posibles riesgos desconocidos o cambios en los costos.

Nota: La tabla 15 el plan de gestión de donde se definen los parámetros de costos del proyecto.

Elaboración propia.

4.2.4.2 Presupuesto

El proceso de elaboración del presupuesto implica detallar no solo los costos directos asociados a cada actividad del proyecto, sino también incluir una reserva de contingencia, cuya definición se encuentra en la tabla 15. La estimación del presupuesto analiza los costos

estimados para cada paquete de trabajo definido en el EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) del proyecto, lo que permite establecer una línea de gastos por actividad. Según la Guía Práctica de Grupos de Procesos del PMI (2023), el presupuesto se define como “el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada” (p. 103).

Además, es importante destacar que la elaboración del presupuesto se enriqueció con la participación de interesados clave del proyecto, como la dirección del proyecto y la dirección de la ETCG, así como la aplicación de juicio experto y análisis de datos, tal como se indica en el informe del CFIA (2024), que incluye una tabla con los honorarios por hora de profesionales en ingeniería y arquitectura. Los montos de la Tabla 16 se presenta en la moneda oficial para Costa Rica, el Colón costarricense (₡)

Tabla 16

Presupuesto

Actividades		Cuenta de Control		Presupuesto Aprobado	Duración (días)
Cod. EDT	Actividad	Cod. EDT	Cuenta de Control		
2	Análisis previos y planificación	2.1	Adquisición de equipos topográfico	₡12.500.000	66
		2.2	Reunión y visita al sitio de proyecto	No se requiere presupuesto	1
		2.3	Definición de objetivos del proyecto y alcance de proyecto Definición de objetivos del proyecto y alcance de proyecto	No se requiere presupuesto	2
		2.4	Revisión y análisis de normativa legal interna y externa	No se requiere presupuesto	5

Actividades		Cuenta de Control		Presupuesto Aprobado	Duración (días)
Cod. EDT	Actividad	Cod. EDT	Cuenta de Control		
	Análisis previos y planificación	2.5	Estudios meteorológicos	Ø75.400,00	2
		2.6	Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil	No se requiere presupuesto	5
		2.7	Análisis de equipos GNSS y RPA	No se requiere presupuesto	2
		2.8	Desarrollo del plan de gestión del proyecto	No se requiere presupuesto	10
3	Diseño de la red satelital y vuelo RPA	3.1	Propuesta de Geometría de la red	Ø377.000,00	5
		3.2	Planificación de vuelo	Ø350.000,00	2
		3.3	Definición y aprobación de diseño geométrico de la red	No se requiere presupuesto	3
		3.4	Planificación de puntos de fotocontrol	Ø188.500,00	3
4	Planificación de vuelo y medición de la red satelital	4.1	Definición de metodología GNSS	Ø113.100,00	3
		4.2	Definición de tipo vuelo fotogramétrico	Ø75.400,00	2
		4.3	Creación de cronograma de vuelo y medición GNSS	Ø50.000,00	5
5	Campaña de medición y vuelo	5.1	Evaluación de las condiciones atmosféricas	No se requiere presupuesto	1
		5.2	Verificación de la cantidad de equipos GNSS y RPA	No se requiere presupuesto	5
		5.3	Recurso humano necesario para las tareas	No se requiere presupuesto	15

Actividades		Cuenta de Control		Presupuesto Aprobado	Duración (días)
Cod. EDT	Actividad	Cod. EDT	Cuenta de Control		
		5.4	Coordinación con los interesados para el día el vuelo y levantamiento RTK	No se requiere presupuesto	1
6	Procesamiento de datos GNSS y fotogrametría	6.1	Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales	Ø50.000,00	10
		6.2	Almacenamiento de los datos recolectados	No se requiere presupuesto	2
		6.3	Ajuste y vinculación con las CORS del IGN	Ø1.500.000,00	20
		6.4	Correcciones geométricas de las imágenes y elaboración de entregables		
		6.4.1	Creación Ortomosaico	Ø1.500.000,00	10
		6.4.2	Creación Modelo Digital de Superficie (MDS)	Ø1.500.000,00	10
7	Diseño del SIG	7.1	Definición de la herramienta SIG	No se requiere presupuesto	1
		7.2	Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D	Ø565.500,00	15
		7.3	Desarrollo de modelo lógico de las tablas de atributos	Ø550.000,00	5
		7.4	Incorporación del MDS y Ortomosaico	Ø300.000,00	2
8	Diseño del visor	8.1	Análisis de insumos para diseño	No se requiere presupuesto	5
		8.2	Elección de herramienta para diseño web geoespacial	No se requiere presupuesto	5

Actividades		Cuenta de Control		Presupuesto Aprobado	Duración (días)
Cod. EDT	Actividad	Cod. EDT	Cuenta de Control		
		8.3	Creación de espacio de almacenamiento en la nube	Ø300.000,00	1
		8.4	Migración de datos geoespaciales a la nube	Ø150.000,00	1
		8.5	Diseño de interfaz y programación orientada a objetos	Ø1.508.000,00	40
		8.6	Ensamble e componentes	Ø250.000,00	1
		8.7	Realización de pruebas de usabilidad	Ø500.000,00	5
9	Control de calidad de los productos	9.1	Monitoreo de trabajo en todas las etapas	No se requiere presupuesto	179
		9.2	Pruebas de usabilidad en los equipos	No se requiere presupuesto	54
		9.3	Evaluación de calidad en precisión y exactitudes de los entregables	Ø1.000.000,00	63
		9.4	Corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor durante las pruebas	Ø2.186.600,00	58
10	Reuniones de seguimiento	10.1	Reuniones de seguimiento mensual hasta el fin del proyecto, se estima 11 reuniones	Ø55.000,00	1
11	Entrega de Proyecto	11.1	Entrega de Proyecto (Final)	No se requiere presupuesto	0
			Costo de adquisición	Ø12.500.000,00	

Actividades		Cuenta de Control		Presupuesto Aprobado	Duración (días)
Cod. EDT	Actividad	Cod. EDT	Cuenta de Control		
			Total Línea Base	₡13.639.500,00	279.38días
			Contingencia 10%	₡2.613.950,00	
			Gran total	₡28.753.450,00	

Nota: La tabla 16 se muestra el presupuesto para el proyecto con un 10% de reserva de contingencia sobre el costo de la línea base del proyecto, no representa el costo de la adquisición y los montos se muestra en colones costarricense. Elaboración propia.

4.2.4.3 Línea base de costos graficada (curva S) y tabulada, componentes del presupuesto del proyecto

En la siguiente tabla se muestran los montos mencionados con el respectivo periodo de ejecución que comprende hasta la fecha de finalización de cada actividad junto con acumulable por cuentas. Y en el gráfico se observa la línea base del costo presupuestado para este proyecto.

Tabla 17

Presupuesto para proyecto. Línea base de costos

EDT	Nombre hito	Monto	Contingencia 10%	Curva S	Fecha final
2	Análisis previos y planificación	₡12.575.400	₡ 13.832.940	₡13.832.940	20/2/2025
3	Planificación y diseño de la red satelital y vuelo RPA	₡ 915.500	₡ 1.007.050	₡14.839.990	28/2/2025
4	Planificación de vuelo y medición de la red satelital	₡ 238.500	₡ 262.350	₡15.102.340	14/3/2025
5	Ejecución de campaña de medición y vuelo	₡ -	₡ -	₡15.102 340	15/5/2025
6	Ejecución del procesamiento de datos GNSS y fotogrametría	₡ 4.550.000	₡ 5.005.000	₡20 107 340	26/6/2025
7	Ejecución y diseño del SIG	₡ 1.415.500	₡ 1.557.050	₡21.664 390	29/7/2025
8	Ejecución y diseño del visor	₡ 2.708.000	₡ 2.978.800	₡24.643.190	10/10/2025

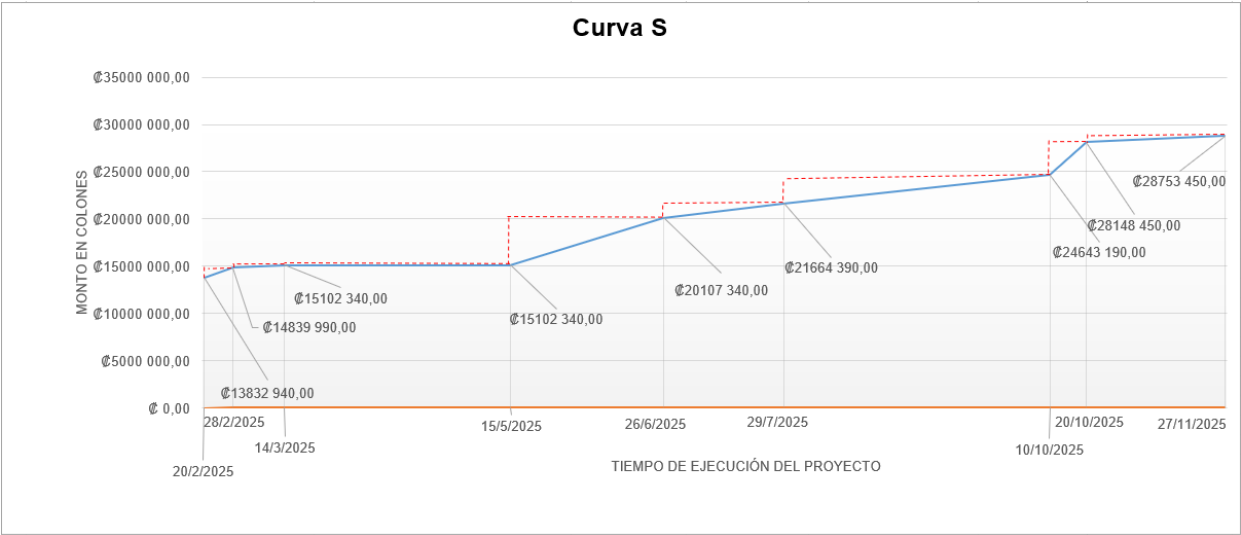
EDT	Nombre hito	Monto	Contingencia 10%	Curva S	Fecha final
9	Control de calidad de los productos	₡ 3.186.600	₡ 3.505.260	₡28.148.450	20/10/2025
10	Monitoreo y control	₡ 550.000	₡ 605.000	₡28.753.450	27/11/2025

Nota: La tabla 17 se muestrass los costos de la línea base para el proyecto. Elaboración propia.

Posteriormente en la Figura 19 se muestrass la curva de avance del proyecto que representa el progreso acumulado del proyecto en relación con los tiempos ejecución y los costos.

Figura 19

Curva S



Nota: La Figura 19 muestra el avance del proyecto en relación con tiempo ejecución y los costos por paquete del proyecto. Elaboración propia.

4.2.5 Gestión de la calidad

Esta área del conocimiento se enfoca en controlar la calidad de los procesos involucrados en el desarrollo y la implementación del visor geoespacial. Se trata de un enfoque sistemático basado en la metodología del PMI, que tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de los requisitos y expectativas de los interesados, así como de los estándares

establecidos., siendo los ejes principales de la calidad: la planificación, el aseguramiento y el control de la misma. La Guía del PMBOK (PMI, 2017) denota que la Gestión de la Calidad del Proyecto “incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados” (p. 271).

4.2.5.1 Estándares de la calidad

Los parámetros de la calidad se marcan desde el juicio experto y el fin y u objetivo del proyecto para este caso los estándares serán definidos en magnitudes físicas en unidades de milímetros (mm), centímetros (cm), centímetros por pixel (cm/pix), partes por millón (ppm) por lo que fue necesario establecer de previo las expectativas en cuanto a precisión y exactitud de los entregables por parte de los interesados, ya que la información suministrada es la base para controlar la calidad y administrar los procesos de ingeniería internos para llegar a lo solicitado

En el proceso de desarrollo del visor geoespacial, se encuentra la creación del sistema de información geoespacial del COD que integra datos espaciales georreferenciados con información estadística. Para ello, se diseñó una base de datos no relacional basada en el Marco Global Estadístico y Geoespacial. Por lo que es importante las directrices del Comité de Expertos para la Administración de Información Geoespacial de la ONU (2019). El libro Elementos de la Fotogrametría con aplicación en el SIG de (Wolf, Dewitt, & Wilkinson, 2014) siendo este un referente en los procesos fotogramétricos que se relación con el proyecto.

Las normas ISO del (Comité ISO/TC 211 Información Geográfica / Geomática, 2013) menciona en su publicación la importancia de crear datos espaciales que sean accesibles, interoperables y aplicables para diversos propósitos, enfatizando que el cumplimiento de estándares es esencial para evitar la subutilización de estos datos. También se menciona que

la falta de adherencia a estos estándares ha llevado a problemas de calidad y documentación en la producción de datos espaciales.

Costa Rica cuenta con un marco jurídico que regula a las instituciones públicas que generan información bajo la normativa de Creación de la Infraestructura de datos espaciales de Costa Rica N° 42120-JP (2019). El texto establece la creación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica (IDECORI) como un mecanismo de coordinación interinstitucional para integrar información geográfica de interés nacional. Basándose en diversas leyes y convenios, se enfatiza la importancia de la información geográfica para la toma de decisiones en políticas públicas y la gestión de recursos.

Especificaciones técnicas sobre las precisiones requeridas por los interesados del proyecto, elaboradas por expertos. Estas especificaciones indican las magnitudes máximas permitidas en los entregables necesarios para el ensamble del visor geoespacial en la Tabla 17 se muestra matriz de requisitos y los criterios de aceptación para el control de la calidad de los entregables del proyecto.

Tabla 17

Matriz de requisitos de calidad y aceptación

Matriz de requisitos de calidad y aceptación				
ID	Entregable	Descripción del requisito	Criterio de Aceptación	EDT
1	Informe de análisis previos	• Definición técnica de requisitos para el establecimiento del punto base PB-E vuelo fotogramétrico y puntos de control.	• Croquis de distribución simulada de puntos de fotocontrol al 100% en el COD.	2.1
			• Plan de vuelo con las grillas, cantidad de fotos, traslapes al 60% vertical y 80% horizontal y cm/pix ≤ 4 cm/pix horizontal y ≤ 6 cm/pix vertical según el GSD.	2.2
			• Aceptación de solicitud de equipos GNSS y fotogramétricos por parte de la ETCG.	4.2
2	Vértice nuevo GNSS y puntos de fotocontrol	• Representación gráfica que conforman los puntos de control con las consideraciones técnicas de los análisis realizados.	• Informe completo de medición, ajuste y vínculo con las CORS del IGN del punto nuevo	5.3
			• Listado de coordenadas al centímetro en Este y Norte de localización de los puntos de fotocontrol en el COD	2.4
			• Registro fotográfico de los puntos de fotocontrol que cumplan con la relación tamaño/altura para que sean visibles desde el espacio aéreo con el RPA .	2.4

Matriz de requisitos de calidad y aceptación

ID	Entregable	Descripción del requisito	Criterio de Aceptación	EDT
3	Informe de planificación de vuelo y levantamiento GNSS considerando restricciones tiempo y alcance	Planificación detallada de características metodológicas de medición, empleo de equipo e instrumental y personal experto de acuerdo con el tiempo y costos propuestos	Informe de elección de técnica metodológica GNSS para el levantamiento de puntos de control que cumplan con magnitudes centimétricas de acuerdo con el alcance del proyecto la precisión y exactitud	3.1
			Verificación de las condiciones climatología previo al vuelo, previamente planificado, número de baterías del RPA ≥ 4 y determinación del sitio de despegue del RPA. Velocidad del viento ≤ 8 m/s.	1.4
4	Datos de registro de medición GNSS y vuelo	- Archivo de medición GNSS en formato ".t02" para el tiempo de medición del nodo nuevo PB-E a ajustar y vincular con las CORS. - Archivo de medición satelital en formato "Rinex" para cada una de las CORS. - Cantidad de fotografías tomadas con el RPA para restitución fotogramétrica.	Actividad 100% completada, Carpetas con la información completa; datos del ajuste y fotografías aéreas.	5.2
			Descarga del 100% de los archivos Rinex de la NASA y IGN.	5.3
			Proceso de corrección geométrico en software especializado 100% completado y sin errores fotogramétricos por nitidez o distorsión.	5.4
5	Entregables producto del ajuste de la red de fotocontrol, la restitución fotogramétrica, diseño SIG y diseño web.	- Producto en el que se indique las coordenadas ajustas a la época 2019.24 del punto vinculado con CORS del IGN y el Modelo Digital de Superficie (MDS) y el Ortomosaico. - Definición de las clases entidades, geometrías y atributos. - Elaboración de la cartografía en 2D y 3D en ArcGIS Pro®, formato de salida "Shape file"	Ajuste se aprueba con un 95 % de confianza de acuerdo con la prueba estadística.	5.3
			El ortomosaico debe tener un tamaño de píxel de $\leq 3\text{cm/pix}$ y el MDS $\leq 5\text{cm/pix}$ de acuerdo con el análisis preliminar y planificación de vuelo del GSD.	5.4
			Creación del modelo digital en 2D y 3D del COD en formato "Shape file".	6.2
6	Informe de gestión de calidad	Documento que evidencie los controles, monitoreos y cumplimiento de los estándares requeridos para el proyecto	Se acepta únicamente el 100% de cumplimiento de estándares de gestión de calidad, parámetros de aceptación planimétricos y altimétricos en el documento de acuerdo con los criterios de aceptación de la tarea 5.4 del EDT.	8.3
			Aseguramiento de la calidad de los datos geoespaciales al momento de realizar la migración a ArcGIS Online®.	8.4

Matriz de requisitos de calidad y aceptación				
ID	Entregable	Descripción del requisito	Criterio de Aceptación	EDT
7	Documentación de informes	• Documentación de cierre.	• Se recibe conforme la documentación de cierre de todo el proyecto.	• Todo el documento.
8	Diseño de visor	• Migración de datos geoespaciales y diseño del Visor Geoespacial. • Diseño de interfaz y programación orientada a objetos	• Se hace el 100% migración de datos a ArcGIS Online®, elaboración de mapas y escenas web para compatibilización con el entorno de diseño web ArcGIS Experience Builder®. • Se aprueba el diseño al 100% si la interfaz está de acuerdo con la normativa institución en el uso de colores, tipografía y tamaño	7.4 7.5
9	Reuniones de seguimiento mensual de proyecto	• Avances del proyecto	• Se realiza el 100% de las reuniones mensuales con el equipo de proyecto en donde se realiza la minuta de la reunión con los acuerdos alcanzados, los tiempos para la ejecución y el responsable.	

Nota: La tabla 17 se muestra los parámetros de calidad de los entregables y los criterios de aceptación para dar como satisfactorio cada uno. Elaboración propia.

4.2.5.2 Objetivos y requisitos de calidad

El proyecto debe cumplir con ciertos estándares de calidad que permiten la descripción de los objetivos y requisitos de calidad. Algunos de estos requisitos están detallados en la Tabla 17. A continuación, se presenta la información citada dentro de los objetivos de calidad y requisitos.

- Asegurar la integridad de los transeúntes al momento de realizar el sobre vuelo para así cumplir con el cronograma y generar los insumos necesarios por medio una planificación adecuada.
- Cumplir con las normativas públicas sobre la creación de bases datos geoespaciales de acuerdo a los requerimientos y entregables.
- Realizar los levantamientos GNSS ya sea estáticos o RTK los tiempos necesarios para cumplir con las precisiones requeridas en el proyecto.

- Garantizar que todos los insumos sean compatibles con el ecosistema de sistemas de información geoespacial que cuenta la UNA a través de un estudio detallado de los requisitos.
- Realizar la calibración de los equipos GNSS cumpliendo la normativa vigente sobre calibración y metrología.

4.2.5.3 Roles y responsabilidades

Implica la integración de roles y responsabilidades para garantizar que el producto final cumpla con los estándares deseados por los interesados en el proyecto. Estos roles y responsabilidades se establecen mediante la colaboración de todas las partes involucradas, logrando así un enfoque sistemático que incluye la planificación, el control y la mejora continua de la calidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto en la tabla 18 muestra una descripción de los roles y responsabilidades de los principales involucrados en el proyecto.

Tabla 18

Matriz de roles y responsabilidades.

ID	Responsable	Responsabilidad
1	Dirección de la ETCG	Recibe y aprueba el producto final. Cumpliendo con las necesidades, expectativas y la calidad del producto previamente pactada y en relación con las normas de calidad establecidas.
2	Departamento de Prodemi	Suministra parte de la información geoestadística de los espacios verdes, infraestructura, nuevos desarrollos y mantenimiento, esencial para el funcionamiento del visor geoespacial de infraestructura de la UNA
3	Departamento de Registro	Suministra parte de la información geoestadística de la población estudiantil, esencial para el funcionamiento del visor geoespacial de infraestructura de la UNA
4	Director de proyecto	Organizar y supervisar todas las acciones del proyecto, asegurando el cumplimiento de los estándares y requisitos de calidad, y fungir como el contacto principal para todos los involucrados. Llevar a cabo el seguimiento y control de la calidad del proyecto.
5	Aviación Civil	Aprueba el permiso de vuelo sobre las áreas restringidas de acuerdo a la normativa y los requisitos vigente.
6	Fuerza Pública	Asistir en caso de un siniestro con el equipo RPA en el sobrevuelo

Nota: La tabla 18 se describe las responsabilidades de los principales involucrados en el proyecto que son parte de la gestión de calidad de la creación del visor geoespacial de la UNA. Elaboración propia.

En la Tabla 19 se describe aquellos entregables sujetos revisión de control de calidad a lo largo de diferentes fases a lo largo de la vida del proyecto definiendo la frecuencia y el método de control para cada entregable definido en el EDT.

Tabla 19

Matriz de aseguramiento del control de calidad

ID	EDT	Descripción	Frecuencia	Método de control
1	2.2 Definición de objetivos del proyecto y alcance de proyecto	Definición de objetivos del proyecto y alcance de proyecto.	Una vez al inicio del proyecto.	Revisión documental y aprobación por parte del director de proyecto y los interesados.
2	2.3 Revisión y análisis de normativa legal interna y externa	Evaluación de los requisitos legales y normativos aplicables al proyecto.	Una vez al inicio del proyecto.	Revisión documental y aprobación por parte del director de proyecto y los interesados.
3	2.4 Estudios meteorológicos	Estudios meteorológicos.	Dos veces en todo el proyecto.	Revisión de pronóstico del tiempo al inicio del proyecto y el día del vuelo
4	2.5 Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil	Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil.	Una vez al inicio del proyecto.	Verificación del espacio aéreo permitido y/o solicitud de los permisos de despegue.
5	2.6 Análisis de equipos GNSS y RPA	Análisis de equipos GNSS y RPA disponibles por parte de la ETCG como herramientas necesarias para las capturas de datos geoespaciales.	Dos veces en todo el proyecto.	Primera solicitud de equipo a la Dirección de la ETCG y la segunda aprobación y uso del equipo GNSS.
6	2.7 Desarrollo del plan de gestión del proyecto.	Desarrollo del plan de gestión del proyecto.	Una vez al inicio del proyecto	Revisión y aprobación del plan por todas las partes interesadas clave

ID	EDT	Descripción	Frecuencia	Método de control
7	3.3 Definición y aprobación de diseño geométrico de la red	Se define y se aprueba el diseño geométrico de la red necesarios para el levantamiento de puntos de control.	Una vez al inicio del proyecto.	Revisión y aprobación técnica del diseño.
8	4.3 Creación de cronograma de vuelo y medición GNSS	Creación de cronograma para las tareas de vuelo y medición GNSS.	Revisión mensual hasta que se ejecute la actividad de acuerdo al cronograma.	Verificación de que la fecha establecida se cumpla.
9	5.3 Recurso humano necesario para las tareas	Evaluación del mínimo recurso humano necesario para las tareas.	Una vez al inicio del paquete de trabajo 4.	Contar con la cantidad de colaboradores calificados.
10	6.1 Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales	Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales obtenidas para el proyecto	Una vez al inicio del paquete de trabajo 5.	Revisión del parámetro de calidad de las imágenes que sea superior a 0,5 unidades.
11	6.2 Almacenamiento de los datos recolectados	Verificación de almacenamiento de los datos recolectados en los servidores del ecosistema SIG de la UNA	Una vez al inicio del paquete de trabajo 5	Verificar si el espacio en la nube es lo suficiente para albergar todo el proyecto.
12	6.3 Ajuste y vinculación con las CORS del IGN.	Ajuste y vinculación con las CORS del IGN para enlazar el proyecto al sistema de coordenadas oficiales para Costa Rica	Una vez al inicio del paquete de trabajo 5	Verificar si las desviaciones estándar se encuentran dentro de lo permitido con una confianza en el ajuste al 95%
13	6.4 Correcciones geométricas de las imágenes y elaboración de entregables.	Proceso matemático y estadístico donde mediante un algoritmo se corrigen geométricamente de las imágenes y se elabora el entregables.	Una vez al inicio del paquete de trabajo 5.	Contar que los insumos bases se creen con los tamaños de pixel solicitados por los interesados garantizando calidad en el ortomosaico y en el MDS.
14	7.2 Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D	Actividad relacionada con la definición y creación de las clases entidad, su geometría y atributos en el SIG para almacenar la información geoespacial del proyecto.	Proceso iterativo, varias veces desde que inicia el paquete de trabajo 6.	Se creen las clases entidad necesarias para albergar todos los atributos geoespaciales en 2D y 3D.

ID	EDT	Descripción	Frecuencia	Método de control
15	7.3 Desarrollo de modelo lógico de las tablas de atributos	Desarrollo de modelo lógico no relacional de las tablas de atributos que permita la búsqueda de la información dentro del visor geoespacial	Proceso iterativo, una vez que el proceso de llenado de las clases entidad termine	Se pueda realizar consultas en el visor geoespacial por medio de un modelo lógico no relacional eficiente
16	8.4 Migración de datos geoespaciales a la nube.	Proceso en el cual se realiza el traslado de la información validada de un ambiente local a la nube en el ecosistema SIG de la UNA	Una vez en todo el proyecto.	Que el aseguramiento de la calidad de los datos geoespaciales sean los óptimos para todo el proyecto y que permita realizar a la migración a ArcGIS Online®.
17	8.5 Diseño de interfaz y programación orientada a objetos.	Elaboración de la interfaz de usuario y programación orientada a objetos de los elementos del visor geoespacial	Proceso interactivo una vez que inicie el paquete de trabajo 7.	Que el diseño vaya en función las políticas de la UNA en cuanto a tamaño de letra, tipografía, colores y ecosistema de diseño SIG.
18	8.7 Realización de pruebas de usabilidad.	Proceso necesario que permite al ingeniero en diseño testear que lo que se está realizando a nivel gráfico y de algoritmo es funcional.	Proceso interactivo una vez que inicie el paquete de trabajo 7.	Inspecciones técnicas y pruebas de funcionamiento.
19	9.1 Monitoreo de trabajo en todas las etapas.	Etapas de control monitoreo de trabajo en todas las actividades que propone el cronograma.	Todas las semanas.	Inspecciones técnicas y verificaciones de los procesos en ejecución.
20	9.3 Evaluación de calidad en precisión y exactitudes de los entregables.	Se evalúan los entregables en cuantos a los parámetros de exactitud solicitados por los interesados en la matriz de requisitos de calidad y aceptación	En todo el paquete de trabajo 5.	Inspecciones técnicas y verificaciones de los procesos en ejecución.
21	9.4 Corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor durante las pruebas.	Proceso de corrección para garantizar que el producto final sea de alta calidad y cumpla con las expectativas de los usuarios y los requisitos del proyecto	En todo el paquete de trabajo 7.	Inspecciones técnicas y verificaciones de los procesos en ejecución.

Nota: La tabla 19 se describe los controles que se deben tener de acuerdo a las actividades del proyecto. Elaboración propia.

4.2.5.4 Métricas para la calidad

Parte fundamental del proceso de planificar la calidad, siempre como parámetros para la evaluación de los resultados y que se cumplan los estándares definidos siendo necesarias para la supervisión y el cumplimiento de las normas de calidad establecidas a lo largo del ciclo de vida del proyecto, siendo en sí, un potencial foco para la identificación de áreas de mejora dentro del proyecto y prevención de riesgos. Para la Guía del PMBOK (PMI, 2017) “Una métrica de calidad describe de manera específica un atributo del producto o del proyecto, y la manera en que el proceso de Controlar la Calidad verificará su cumplimiento.” (p. 287). Siendo este un proyecto, de geociencia, donde los parámetros numéricos de calidad son de gran relevancia. La definición de las métricas de la calidad contribuye a la generación de insumos de mejor calidad. En la tabla 20 se describen las métricas de calidad identificadas para el proyecto, su descripción y el logro esperado por cada métrica.

Tabla 20

Matriz de métricas de calidad

Métrica	Descripción	logro esperado	Comentarios
Documentación y normativa	Documentos necesarios (permisos, diseños preliminares, normas y leyes) que han sido aprobados sin necesidad de correcciones.	100%	
	Tiempo medio desde la presentación hasta la aprobación de documentos regulatorios.	Menos de 15 días hábiles por documento	
Precisiones y Exactitudes	Se establece en su totalidad la calidad, la precisión y la exactitud a la que se deben crear los entregables	100% de todos los entregable	
	Número de errores encontrados	Tamaños de pixel y desviaciones estándar menor al 5%	
Diseños y construcción de los insumos base	Proporción de actividades de geospaciales completadas dentro del plazo previsto.	95% de las actividades dentro del plazo establecido	

Métrica	Descripción	logro esperado	Comentarios
	Proporción de trabajos que deben ser rehechos debido a errores en su creación por no cumplir con las magnitudes definidas y que haya incumplimiento de calidad	Menor o igual al 5%	
Diseño de visor	Proporción de actividades de diseño del visor geoespacial completadas dentro del plazo previsto.	95% de las actividades dentro del plazo establecido	
	Porcentaje de trabajos que deben ser rehechos debido a errores en su creación o su diseño	Menor o igual al 5%	
Seguridad	Número de incidentes de seguridad reportados	0-ene-00	
	Porcentaje de trabajo en campo sin contratiempos en cuanto a seguridad	100% sin contratiempos	
Satisfacción del cliente	Evaluación de la satisfacción de los clientes con respecto al visor	8 - 10	
	Cantidad de lecciones aprendidas del proyecto y <i>feedback</i> del cliente	No menos 10 lecciones aprendidas documentadas y analizadas	

Nota: La tabla 20 se realiza a detalle las métricas de la calidad usadas en el proyecto.

Elaboración propia.

4.2.6 Gestión de los recursos

El plan de gestión de recursos tiene como objetivo asegurar que los insumos necesarios para que el proyecto avance estén disponibles en tiempo y forma, de acuerdo con el programa de ejecución del proyecto. Es fundamental garantizar la disponibilidad de los recursos necesarios para la ejecución del visor geoespacial, tanto en tiempo, personal, equipo y materiales, y asegurar que estos sean utilizados de forma efectiva y eficiente, obteniendo el mayor rendimiento y minimizando costos.

Si bien el equipo es suministrado por la dirección de la ETCG, los materiales y el personal son suministrados por el director de proyecto, siendo parte del esfuerzo por el éxito del proyecto de todos los interesados.

En resumen, el plan de gestión de recursos busca organizar y optimizar el uso de los recursos disponibles, lo que contribuye significativamente al éxito del proyecto. En la tabla 21 se detalla los recursos de acuerdo al tipo del mismo y se hace una breve descripción y causa o método adquisitivo como el o los responsables de la adquisición.

Tabla 21

Recurso de equipo y materiales

Tipo	Recurso	Descripción	Método adquisitivo	Responsables
Recurso Humano	Director de proyecto	Persona encargada de la gestión y dirección de un proyecto	Contratación directa	Dirección de la ETCG- UNA
	Ingeniero Geomático /Geodesta	Responsable del ajuste, la corrección geométrica de las imágenes y todo lo referente con la ingeniería de los insumos bases	Contratación directa	Director de proyecto con previa aprobación
	Ingeniero de Diseño	Responsable del ensamble de los insumos bases, diseño y creación de la base de datos, vectorización y todo lo referente con el diseño del visor y su funcionalidad	Contratación directa	Director de proyecto con previa aprobación
	Piloto	Responsable de implementar el plan de vuelo de acuerdo a lo diseñado	Contratación ocasional según demanda	Director de proyecto con previa aprobación
	Asistente de ingeniería	Asiste al ingeniero en labores propia de acuerdo a las necesidades del mismo o del proyecto.	Contratación directa	Ingeniero Geomático /Geodesta
Recurso de equipos y materiales	Software de Gestión de Proyectos	Herramientas para la planificación y seguimiento del proyecto.	Compra o suscripción	Director de proyecto
	Software de diseño SIG	Herramienta para la integración, manipulación y desarrollo de los datos geoespaciales del visor.	Compra o suscripción	Director de proyecto, Dirección de TI- UNA y ETCG
	Equipo de computo	Dispositivos electrónicos que trabajan en conjunto para procesar, almacenar y transmitir información.	Compra o alquiler	Director de proyecto, Dirección de TI- UNA y ETCG
	RPA y Equipos GNSS	RPA aeronaves no tripuladas que son controladas de manera remota por un piloto y Equipo GNSS, equipo usando para el cálculo y posicionamiento de puntos georreferenciados	Préstamo	Director de proyecto, Dirección de TI- UNA y ETCG

Tipo	Recurso	Descripción	Método adquisitivo	Responsables
Recurso Humano	Director de proyecto	Persona encargada de la gestión y dirección de un proyecto	Contratación directa	Dirección de la ETCG- UNA
	Ingeniero Geomático /Geodesta	Responsable del ajuste, la corrección geométrica de las imágenes y todo lo referente con la ingeniería de los insumos bases	Contratación directa	Director de proyecto con previa aprobación
	Ingeniero de Diseño	Responsable del ensamble de los insumos bases, diseño y creación de la base de datos, vectorización y todo lo referente con el diseño del visor y su funcionalidad	Contratación directa	Director de proyecto con previa aprobación
	Piloto	Responsable de implementar el plan de vuelo de acuerdo a lo diseñado	Contratación ocasional según demanda	Director de proyecto con previa aprobación
	Asistente de ingeniería	Asiste al ingeniero en labores propia de acuerdo a las necesidades del mismo o del proyecto.	Contratación directa	Ingeniero Geomático /Geodesta
	Software de procesamiento de imágenes	Herramienta esencial que permite la recolección, análisis y visualización de datos geoespaciales a partir de imágenes capturadas, ya sea por drones, cámaras digitales o satélites	Préstamo	Director de proyecto, Dirección de TI- UNA y ETCG
	Material de oficina	Elementos y suministros necesarios para el funcionamiento eficiente de un lugar de trabajo. Estos materiales son esenciales para realizar tareas administrativas, organizativas y de comunicación	Compra	Director de proyecto

Nota: La tabla 21 se realiza a detalle los recursos en equipo y materiales para el proyecto.

Elaboración propia.

4.2.6.1 Matriz de Rol, Responsabilidad, Autoridad y Competencia

La matriz permite definir y documentar de manera clara los roles del equipo en relación con las tareas y actividades del proyecto. Esta herramienta hace referencia a los roles que desempeña cada miembro del equipo, así como a las responsabilidades y obligaciones específicas que deben asumir. Además, establece el nivel de autoridad que cada miembro tiene para tomar decisiones y dirigir actividades. Por último, se enfoca en la competencia necesaria, es decir, las habilidades y conocimientos que cada integrante debe poseer para desempeñar su rol de manera efectiva. En la tabla 22 se detalle los roles, responsabilidades, autoridad en el proyecto y competencia de cada uno de los miembros de proyecto.

Tabla 22

Matriz de gestión del equipo

Interesado	Rol	Responsabilidad	Autoridad	Competencia
Dirección de la ETCG	Tomador de decisiones.	Aprobación y decisiones estratégicas, contratación del director.	Alta autoridad en todas las decisiones del proyecto.	Conocimiento en gestión empresarial y financiera.
Director de Proyecto	Coordinador principal del proyecto.	Planificación, ejecución y seguimiento del proyecto, coordinación de recursos.	Autoridad para tomar decisiones operativas y de gestión de recursos.	Experiencia en dirección y gestión de proyectos.
Ingeniero Geomático /Geodesta	Planificación, análisis, ejecución y creación de los insumos bases del proyecto.	Responsable del ajuste, la corrección geométrica de las imágenes y todo lo referente con la ingeniería de los insumos bases.	Autoridad para aprobar los diversos insumos de ingeniería base.	Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia con especialidad en Geomática. Experiencia en ajuste geodésico, fotogrametría y Bases de datos geoespaciales.
Ingeniero de Diseño	Diseño del SIG y Visor Geoespacial.	Responsable del ensamble de los insumos bases, diseño y creación de las bases de datos, vectorización y todo lo referente con el diseño del visor y su funcionalidad.	Aprobar para aprobar cambios en el diseño de visor geoespacial mas no en la base de datos.	Licenciatura en Ingeniería en Topografía y Geodesia. Experiencia de desarrollo de visores geoespaciales y SIG.

Interesado	Rol	Responsabilidad	Autoridad	Competencia
Piloto	Vuelo RPA.	Responsable de implementar el plan de vuelo de acuerdo a lo diseñado.	Autoridad se limita únicamente al vuelo fotogramétrico, mas no en los parámetros de vuelo.	Licencia de piloto de RPA medianas o pequeñas y más de 100 horas vuelo.
Asistente de ingeniería	Asistencia al ingeniero.	Asiste al ingeniero en labores propia de acuerdo a las necesidades del mismo o del proyecto.	No posee autoridad alguna más que seguir indicaciones dentro del proyecto.	Estudiante de ingeniería afín al campo de acción del proyecto.

Nota: La tabla 22 se realiza a detalle de la gestión del equipo Elaboración propia.

4.2.6.2 Estimación de los recursos

La estimación de los recursos se relaciona con la creación de los insumos bases; Ortomosaico, MDS, ajuste amarrado, vuelo fotogramétrico y bases de datos, diseño del visor geoespacial su implementación, revisión de los productos y su documentación. Para la Guía del PMBOK (PMI, 2017) lo define como “el proceso de estimar los recursos del equipo y el tipo y las cantidades de materiales, equipamiento y suministros necesarios para ejecutar el trabajo del proyecto.” (p. 307). La estimación de los mismo se basó en el juicio experto y análisis de datos.

4.2.7 Gestión de las comunicaciones

Un desarrollo efectivo del proyecto se fundamenta en la comunicación clara y asertiva, asegurando que el mensaje esté diseñado para que el receptor lo reciba y entienda adecuadamente. La gestión de las comunicaciones permite a todos los involucrados tener visibilidad sobre los avances del proyecto, así como sobre los acuerdos establecidos y los boletines informativos que contienen información clave y relevante. La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto según el PMI (2017) incluye

“los procesos necesarios para asegurar que las necesidades de información del proyecto y de sus interesados se satisfagan a través del desarrollo de objetos y de la implementación de actividades diseñadas para lograr un intercambio eficaz de información”. (p. 359).

La gestión de las comunicaciones con los interesados es fundamental a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, y su importancia se incrementa notablemente una vez que se aprueba el acta de constitución del proyecto. Desde ese momento, es esencial mantener una comunicación estrecha y constante, basada en principios de cortesía y en modelos efectivos de interacción. Esto no solo facilita la colaboración, sino que también asegura que todos los involucrados estén alineados y comprometidos con los objetivos del proyecto.

4.2.7.1 Gestión de la comunicación del proyecto

El fin del plan es establecer una vía de comunicación entre los interesados del proyecto usando las herramientas adecuadas para contribuir a un proyecto exitoso y que cumplan de tiempo, calidad y alcance.

El alcance del plan abarca a todos los directores y líderes de la UNA, de la ETCG y al equipo del proyecto. Por ello, se diseñó un mapeo de comunicaciones, como se refleja en la tabla 23, que facilita la identificación de los interesados y su nivel de interés. Asimismo, el plan de gestión de las comunicaciones del proyecto se detalla en la tabla 24.

Tabla 23

Identificación de interesados del proyecto

ID	Interesado	Interés
1	Estudiantes de la UNA	Fuerza estudiantil, que aporta retroalimentación y mejoras debido al uso del visor geoespacial
2	Dirección de la ETCG	Uno de los principales interesados y apoya al proyecto por los beneficios que va a aportar a la dirección y al desarrollo académico

ID	Interesado	Interés
3	Departamento de PRODEMI	Interesados importantes en el proyecto ya que el proyecto aporta al área desde la administración del territorio.
4	Departamento de Registro	Ni acuerdo ni en desacuerdo
5	Gerente de proyecto	Totalmente de acuerdo con el proyecto, interés en concluir con éxito el proyecto, en costo, tiempo y calidad
6	Piloto de RPA	Ni acuerdo ni en desacuerdo su único interés es realizar el vuelo
7	Departamento de TI UNA	Ni acuerdo ni en desacuerdo, su único interés es cumplir con las licencias para el realizar el ensamble en el ecosistema SIG de la UNA
8	Ingeniero Geomático / Geodesta	Totalmente de acuerdo con el proyecto y su interés radica en realizar los entregables de acuerdo a la calidad solicitada por el cliente del proyecto.
9	Ingeniero Diseñador	Totalmente de acuerdo con el proyecto y su interés radica en realizar el diseño del visor de acuerdo a los reglamentos instituciones en cuanto a paleta de colores y logos y en el ensamble de la parte grafica con la parte matemática
10	CFIA (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos)	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, su interés está en que los profesionales estén al día con sus obligaciones y una posible capacitación a los profesionales
11	Fuerza Pública	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, no hay un interés directo.
12	Municipalidad de Heredia	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, no hay un interés directo.
13	Aviación Civil	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, el único interés es que el piloto cuando con la licencia y el permiso.

Nota: La tabla 23 se realiza a detalle de los interesados del proyecto y sus distintos intereses

Elaboración propia.

Tabla 24*Matriz de gestión de las comunicaciones*

Tipo de Comunicación	Dirigido a	Frecuencia	Responsable	Propósito	Recurso
Inicio de Proyecto	Dirección de ETCG y Equipo de Proyecto	Una vez al inicio del proyecto	Gerente de Proyecto	Presentar el proyecto.	Reunión presencial y equipo multimedia
Acta Constitutiva	Equipo de Proyecto	Una vez al inicio del proyecto	Gerente de Proyecto	Elaborar el chárter.	Reunión presencial, equipo de cómputo, editor de texto y hoja de cálculo
Reuniones con el Cliente Final	Dirección de la ETCG y Prodemi	Primer martes de cada mes	Gerente de Proyecto	Informar sobre el avance del proyecto.	Reunión presencial o virtual
Reuniones Semanales de Avance de Proyecto	Equipo de Proyecto	Cada viernes	Gerente de Proyecto	Revisar los avances y dificultades de la semana anterior.	Reunión presencial o virtual
Reunión de Análisis de Equipos GNSS	Dirección de la ETCG e Ingeniero Geomático	Sesión única para definir parámetros	Gerente de Proyecto	Analizar equipos para levantamiento estático y postprocesamiento RTK.	Reunión presencial en la UNA
Reunión de Aprobación de Planificación de Vuelo y Red Geométrica	Gerente de Proyecto	Sesión única para definir parámetros	Ingeniero Geomático/Piloto	Evaluar recursos para la materialización y aprobar la red GNSS y el vuelo fotogramétrico.	Reunión presencial o virtual; mapa de la planificación y parámetros de vuelo en PDF
Revisión de Parámetros de Ajuste	Dirección de la ETCG y Gerente de Proyecto	Sesión única para definir parámetros	Ingeniero Geomático	Aprobar ajustes y desviaciones estándar del nuevo vértice de vinculación.	Reunión presencial o virtual; reporte estadístico del ajuste en PDF
Evaluación de Correcciones de las Cámaras de Imágenes	Dirección de la ETCG y Gerente de Proyecto	Sesión única para definir parámetros	Ingeniero Geomático	Revisar el tamaño de píxel definido para los insumos.	Reunión presencial o virtual; informe de cámaras generado por el aplicativo

Tipo de Comunicación	Dirigido a	Frecuencia	Responsable	Propósito	Recurso
Recepción de Insumos Geoespaciales MDS y Ortomosaico	Ingeniero de Diseño	Una vez durante el proyecto	Ingeniero Geomático	Definir formato y método para enviar insumos a la siguiente fase (diseño).	Reunión virtual, correo electrónico y espacio en la nube para almacenamiento
Reunión de Aprobación del Diseño de Visor Geoespacial	Dirección de la ETCG y Gerente de Proyecto	Una vez durante el proyecto	Ingeniero de Diseño	Aprobar el diseño del visor geoespacial de la UNA.	Reunión presencial, equipo de cómputo y enlace de Experience Builder®
Minuta de Reuniones	Equipo de Proyecto	Un día después de la reunión	Gerente de Proyecto	Elaborar minutas de las reuniones.	Envío por correo electrónico
Avances Gantt	Equipo de Proyecto	Cada viernes	Gerente de Proyecto	Enviar el avance semanal del Gantt.	Correo electrónico y diagrama de Gantt
Reunión para la Planificación de la Puesta en Marcha	Equipo de Proyecto	Una vez por semana durante planificación	Gerente de Proyecto	Proponer el plan para la puesta en marcha del proyecto.	Reunión presencial, equipo de cómputo, editor de texto y hoja de cálculo
Reporte de Avance de Ensamble de los Insumos	Gerente de Proyecto	Después de la recepción de insumos	Ingeniero de Diseño	Informar sobre el avance del diseño del visor geoespacial.	Correo electrónico con enlace de Experience Builder®
Pruebas de Usabilidad	Gerente de Proyecto / Equipo de Proyecto	Después del primer avance de ensamble	Ingeniero de Diseño	Realizar QA Testing por cada interacción que aporte valor.	Correo electrónico con enlace de Experience Builder®
Reunión para Socializar el Producto	Dirección de la ETCG y PRODEMI	Tras aprobar el ensamble y pruebas	Gerente de Proyecto	Socializar el proyecto al finalizar la etapa de diseño y control de calidad.	Reunión presencial con equipo electrónico y acceso a internet (celular, computadora, tableta)
Incidentes	Equipo de Proyecto	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	Gerente de Proyecto	Identificar y registrar incidentes para mitigar riesgos.	Correo electrónico y matriz de registro de incidentes
Aceptación y Cierre de Proyecto	Direcciones de la UNA	Una vez al finalizar el proyecto	Gerente de Proyecto / Equipo	Informar sobre el cierre y entregar documentación técnica.	Reunión presencial, acta de aceptación firmada y presentación de documentación de cierre

Tipo de Comunicación	Dirigido a	Frecuencia	Responsable	Propósito	Recurso
Lecciones Aprendidas	Gerente de Proyecto	Durante todo el ciclo de vida del proyecto	Equipo de Proyecto	Crear una base de oportunidades de mejora y contactos para futuros trabajos.	Reporte por correo electrónico; respaldo digital en medios digitales

Nota: La tabla 24 muestra la matriz de comunicaciones del proyecto. Elaboración propia.

4.2.7.2 Monitoreo de las comunicaciones

La gestión adecuada de las comunicaciones es tan importante como los recursos económicos para la ejecución del proyecto. Satisfacer a los interesados con información adecuada y precisa se basa en lograr una alineación efectiva entre ellos, el equipo de trabajo y todas las partes involucradas en el proyecto.

Este seguimiento se lleva a cabo durante las reuniones de avance del proyecto y se refleja en los informes de rendimiento del mismo, con el fin de implementar los ajustes necesarios si se identifica alguna oportunidad para mejorar el cumplimiento del plan establecido

4.2.8 Gestión de los riesgos

Según la Guía del PMBOK (PMI, 2017) “Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos.” (p. 395).

Es fundamental comenzar con la identificación de los riesgos, donde se detectan los riesgos potenciales del proyecto. Además, se debe considerar la probabilidad de ocurrencia y el impacto que estos riesgos tendrían en el proyecto. Esto permite priorizar los riesgos y dirigir los esfuerzos de mitigación hacia aquellos que son más críticos. La evaluación del riesgo y su identificación es un esfuerzo conjunto de varias partes, donde, mediante juicio experto, análisis de datos y matrices de riesgos de otros proyectos similares, se abordan e identifican los riesgos.

4.2.8.1 Matriz de probabilidad e impacto

La Tabla 28 se presenta la matriz para los riesgos identificados en el proyecto de generación de un visor geoespacial del campus Omar Dengo de la UNA.

Los siguientes valores son los utilizados en el proyecto para definir la probabilidad e impacto que un riesgo, pero además ayuda a los equipos de proyecto a identificar, evaluar y priorizar los riesgos de manera efectiva, lo que contribuye al éxito general del proyecto.

- Escala de probabilidad de ocurrencia.
 - Muy baja: 0.1
 - Baja: 0.3
 - Media: 0.5
 - Alto: 0.7
 - Muy alto: 0.9
- Escala de impacto para el proyecto.
 - Muy baja: 0.05
 - Baja: 0.1
 - Media: 0.2
 - Alto: 0.4
 - Muy alto: 0.8

Seguidamente, en la tabla 25 se muestra la matriz de marcadores de riesgos para la probabilidad de ocurrencia y el impacto que tendría el riesgo.

Tabla 25

Matriz de marcador de riesgo (P x I)

Marcador de riesgo (P x I)					
Impacto	Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Medio 0.2	Alto 0.4	Muy alto 0.8
Probabilidad					
Muy alto 0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72
Alto 0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56
Medio 0.5	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4
Bajo 0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24
Muy bajo 0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08

Nota: La Figura 25 se presenta los parámetros de la matriz (p x i). Adaptado de UCI, 2023.

Los riesgos se clasifican de acuerdo a su magnitud entre alto, medio y bajo, en la tabla 26 se hace la referencia.

Tabla 26

Clasificación del riesgo

Escala	
Tipo	Magnitud
Alto	0,99 - 0,18
Medio	0,17 - 0,05
Bajo	0,04 - 0,01

Nota: La Figura 26 contiene escala de clasificación de riesgos del proyecto. Adaptado de UCI, 2023.

Para el cálculo de la clasificación en cada riesgo del proyecto se utilizan los siguientes criterios de evaluación, a continuación, se presenta la tabla 27 los criterios adaptados del UCI, 2023.

Tabla 27

Criterios de evaluación

Objetivo del proyecto	Muy Bajo 0,05	Bajo 0,1	Moderado 0,2	Alto 0,4	Muy Alto 0,8
Costo	Insignificante incremento del costo	Incremento del costo <2%	Incremento el costo entre el 2-4%	Incremento del costo entre el 4-10%	Incremento del costo >10%
Calendario	Insignificante variación del calendario	Incremento del tiempo <2%	Incremento del tiempo entre 2- 4%	Incremento del tiempo entre el 4-10%	incremento del tiempo >10%
Alcance	Reducción del alcance apenas perceptible	Áreas menores del alcance son afectadas	Áreas mayores del cáncer son afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El producto final del proyecto es inservible

Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo aplicaciones muy específicas son afectadas	La reducción de la calidad demanda la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El producto final del proyecto es inservible
---------	--	---	---	--	--

Nota: La Tabla 27 contiene los criterios de evaluación del impacto de acuerdo a los objetivos y su magnitud. Adaptado de UCI, 2023.

Posteriormente a la identificación de riesgos y definición de marcadores de riesgo para la probabilidad e impacto. Se crea la matriz de probabilidad e impacto de los riesgos asociados al proyecto del visor geoespacial donde se permite la priorización de los riesgos de acuerdo a su puntaje mayor mientras que aquellos en las áreas de bajo impacto y baja probabilidad pueden ser monitoreados con menos urgencia.

Tabla 28

Matriz de probabilidad e impacto de los riesgos

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RA 01	Definición de objetivos y alcance	Sí, no se define correctamente los objetivos y el alcance debido a un análisis deficiente, puede afectar el inicio del proyecto afectando el alcance y el costo mayoritariamente del proyecto.	0,3	0,8	0,24	Mitigar	Realizar reunión de equipo junto con los interesados de proyecto para definir el alcance de acuerdo con las expectativas	Falta de claridad en las reuniones iniciales del proyecto.	Gerente de Proyecto	0,1	0,1	0,01
RA0 2	Revisión y análisis de normativa legal interna y externa	Sí, no se realiza la revisión de la normativa legal debido a la falta de asesoría legal o desconocimiento puede afectar al proyecto en el tiempo de ejecución puesto que el proyecto se puede detener.	0,3	0,4	0,12	Transferir	Contratar un asesor legal desde el inicio del proyecto para asegurar el cumplimiento normativo. Realizar capacitaciones sobre normativa legal.	Cambios en la normativa legal que no se han revisado.	Gerente de Proyecto	0,1	0,1	0,01
RT 01	Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil	Sí, no se realizar el estudio necesario del espacio aéreo debido al desconocimiento de las áreas de limitación aérea puede afectar el	0,1	0,4	0,04	Mitigar	Asignar un experto en aviación civil para realizar el estudio del espacio aéreo. Realizar revisiones de las áreas de limitación aérea.	Notificación de restricciones aéreas por parte de las autoridades.	Ingeniero Geomático / Geodésico y Piloto	0,1	0,05	0,005

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
		alcance del proyecto.										
RA 03	Definición y aprobación de diseño geométrico de la red	Sí, la gerencia del proyecto no aprueba el diseño de la red debido a una mala planificación del ingeniero puede afectar el proyecto en el tiempo y el costo.	0,1	0,4	0,04	Mitigar	Incluir revisiones de diseño en las reuniones de avance del proyecto. Asegurar la participación de todos los ingenieros relevantes en la aprobación del diseño.	Retrasos en la aprobación del diseño por parte de la gerencia.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,1	0,01
RT 02	Planificación de puntos de fotocontrol	Sí, no se planifica correctamente los puntos de fotocontrol en todo el campus debido a un desconocimiento en el alcance del proyecto puede afectar en el costo y la calidad del mismo.	0,1	0,1	0,01	Mitigar	Realizar un análisis detallado del alcance del proyecto y capacitar al equipo sobre la importancia de los puntos de fotocontrol en fotogrametría.	Dudas o confusiones sobre el alcance del proyecto en cuanto a delimitación de área.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,05	0,005

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RT 03	Definición de metodología GNSS	Sí, no se realiza el estudio adecuado para la definición de la metodología GNSS debido a la poca experiencia de los colaboradores puede que se realice un retrabajo afectando los tiempos de ejecución y costo del proyecto.	0,1	0,1	0,01	Transferir	Consultar con expertos en fotogrametría para definir la metodología adecuada. Realizar sesiones de capacitación para el equipo.	Dificultades en la ejecución de vuelos fotogramétricos.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,05	0,005
RT 04	Definición de tipo vuelo fotogramétrico	Sí, no se define la metodología de vuelo adecuada al proyecto debido a la poca experiencia de los colaboradores puede que afectar directamente el alcance del proyecto y afectarlo en todo el proceso.	0,5	0,9	0,45	Eliminar	Incluir revisiones de diseño en las reuniones de avance del proyecto. Asegurar la participación de todos los ingenieros relevantes en la aprobación del diseño.	Notificaciones de entes regulatorios recibidas con inconformidad no atendida	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,3	0,4	0,12
RE 01	Evaluación de las condiciones atmosféricas	Sí, no se realiza una correcta evaluación de las condiciones atmosféricas previo y el día de vuelo, debido a que no se cuenta con los insumos necesario puede	0,1	0,4	0,04	Eliminar	Establecer un protocolo de evaluación de condiciones atmosféricas antes de cada vuelo. Capacitar al equipo en la interpretación de datos meteorológicos	Alertas meteorológicas que puedan afectar el vuelo por medio de una aplicación meteorológica.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,1	0,01

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
		afectar al proyecto en tiempo y costo.										
RT 06	Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales	Sí, la evaluación de las imágenes y los datos satélites no son las correctas debido a la poca experiencia de los ingenieros puede afectar directamente la calidad del proyecto ya que son los insumos bases.	0,3	0,8	0,24	Mitigar	Implementar un proceso de revisión de calidad para las imágenes y datos satelitales. Capacitar a los ingenieros en análisis de datos.	Resultados inesperados en la calidad de las imágenes y las precisiones y exactitudes de los datos GNSS.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,1	0,01
RT 06	Almacenamiento de los datos recolectados	Sí, no se hace un manejo adecuado de los datos al momento de almacenarlos, debido a que no se cuenta con lineamientos específicos de manipulación de datos, puede afectar el alcance del proyecto puesto que puede	0,1	0,4	0,04	Mitigar	Desarrollar lineamientos claros para la manipulación y almacenamiento de datos. Realizar auditorías periódicas del almacenamiento de datos.	Reportes de pérdida de datos o errores en el almacenamiento.	Gerente de Proyecto	0,1	0,2	0,02

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
		haber perdida de información.										
RT 07	Ajuste y vinculación con las CORS del IGN	Sí, durante el ajuste y vinculación con las CORS (Red de Estaciones de Referencia) del IGN (Instituto Geográfico Nacional), pueden surgir problemas relacionados con la compatibilidad de datos, debido a diferencias en los formatos de datos, la precisión de las mediciones o la falta de estándares claros en la integración. Esto puede afectar la calidad y la fiabilidad de la información geoespacial generada.	0,1	0,8	0,08	Mitigar	Establecer estándares claros para la integración de datos. Capacitar al equipo en el manejo de formatos de datos GNSS que se pueden integrar el aplicativo de ajuste.	Incompatibilidades reportadas durante el ajuste en los diferentes archivos de datos crudos.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,05	0,4	0,02

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RO 01	Correcciones geométricas de las imágenes y elaboración de entregables	Sí, no se dispone de la licencia del aplicativo donde se realiza las correcciones debido a una mala planificación de la administración en cuanto a la compra de la misma, puede, afectar el tiempo y costo del proyecto.	0,4	0,8	0,32	Eliminar	Asegurar la adquisición de licencias necesarias con anticipación. Realizar un seguimiento del proceso de compra.	Retrasos en la obtención de licencias.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,08	0,1	0,008
RT 08	Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D	Sí, no se cuenta con la experiencia necesaria para la definición y creación de las clases entidad, debido a la falta de juicio experto, puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto e inclusive la calidad.	0,1	0,8	0,08	Mitigar	Incluir expertos en la definición de clases entidad. Realizar revisiones de calidad en las clases creadas.	Dificultades en la creación de clases entidad.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,2	0,02
RO 02	Creación de espacio de almacenamiento en la nube	Sí, la administración de la UNA no aprueba el espacio en la nube para el almacenamiento de la información debido a una mala planificación puede afectar el alcance del proyecto y verse	0,1	0,8	0,08	Escalar	Presentar un plan detallado a la administración de TI de la UNA para la aprobación del espacio en la nube. Incluir beneficios claros del almacenamiento en la nube, como	Rechazo de la propuesta por parte de la administración.	Gerente de Proyecto	0,1	0,5	0,05

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
		comprometido el éxito.					los créditos del aplicativo.					
RE 02	Migración de datos geoespaciales a la nube	Sí, la migración de datos no es exitosa debido a una falta de internet de banda ancha puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto.	0,3	0,1	0,03	Mitigar	Asegurar la disponibilidad de internet de banda ancha antes de la migración. Realizar pruebas de conexión previas.	Caídas de internet durante la migración.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,25	0,2	0,05
RT 09	Ensamble de los componentes	Sí, no se planifica adecuada mente y no se generan especificaciones técnicas para el ensamblaje de los componentes debido a la falta de experiencia, puede que haya un retraso en el inicio del diseño del visor geoespacial afectando los tiempos de entrega.	0,3	0,4	0,12	Mitigar	Desarrollar especificaciones técnicas claras para el ensamblaje. Capacitar al equipo en el proceso de ensamblaje.	Falta de claridad en las especificaciones técnicas.	Ingeniero en Diseño	0,1	0,3	0,03

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RT 10	Realización de pruebas de usabilidad	Si, no se cumple con las especificaciones establecidas por los interesados en las pruebas de usabilidad debido a que el proceso de ensamble no fue exitoso puede afectar los tiempos de entrega del proyecto afectando el costo.	0,3	0,4	0,12	Mitigar	Establecer un protocolo de pruebas de usabilidad y asegurar que se cumplan las especificaciones. Realizar simulaciones previas.	Resultados insatisfactorios en pruebas preliminares.	Ingeniero en Diseño	0,05	0,3	0,015
RA 04	Monitoreo de trabajo en todas las etapas	Sí, no se realiza un monitoreo adecuado es posible que haya desviaciones en la calidad del proyecto, debido que no se cuenta con procesos de control claro en el proyecto pudiendo afectar el costo.	0,1	0,8	0,08	Eliminar	Implementar un sistema de control de calidad en cada etapa del proyecto. Realizar auditorías regulares	Desviaciones en los resultados de calidad.	Gerente de Proyecto	0,05	0,6	0,03
RT 11	Pruebas de usabilidad en los equipos	Sí, durante las pruebas de usabilidad en los equipos presentan fallas técnicas, debido a que ya cumplieron los años útil de la vida, fallas aleatorias o instrumentales por calibración puede afectar la calidad	0,1	0,4	0,04	Mitigar	Realizar mantenimiento preventivo a los equipos antes de las pruebas. Asegurar la calibración adecuada de los instrumentos GNSS.	Fallas técnicas reportadas durante las pruebas.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,1	0,01

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RT 12	Evaluación de calidad en precisión y exactitudes de los entregables	de los insumos bases.	0,3	0,05	0,015	Mitigar	Establecer un protocolo de calibración regular para los instrumentos de medición. Capacitar al equipo en técnicas de evaluación de calidad.	Discrepancias en los resultados de medición.	Ingeniero Geomático / Geodésico	0,1	0,05	0,005
		Sí, durante la evaluación de calidad en precisión y exactitud de los entregables, pueden presentarse discrepancias en los resultados esperados, debido a la falta de calibración adecuada de los instrumentos de medición, puede afectar el costo del proyecto ya que llevaría a un reproceso de la información.										
RA 05	Corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor durante las pruebas	Sí, durante la corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor geoespacial, pueden surgir retrasos en el cronograma del proyecto, debido a la identificación tardía de problemas críticos en la funcionalidad del visor o a la complejidad de las	0,3	0,8	0,24	Mitigar	Implementar revisiones periódicas del diseño durante el desarrollo. Asegurar la participación de expertos en la revisión.	Identificación tardía de problemas en el diseño.	Ingeniero en Diseño	0,2	0,4	0,08

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
		correcciones necesarias. Esto puede afectar el calendario para una entrega oportuna del producto final.										
RA 06	Reunión para socialización del proyecto.	Sí, durante la reunión para socialización del proyecto del visor geoespacial, pueden presentarse malentendidos sobre los objetivos y el alcance del proyecto, debido a la falta de claridad en la comunicación, diferencias en la interpretación de la información o la ausencia de algunos interesados clave. Esto puede afectar el alcance del proyecto ya que puede afectar las expectativas de los interesados.	0,5	0,4	0,2	Eliminar	Preparar materiales claros y concisos para la reunión. Incluir a todos los interesados clave en la reunión.	Malentendidos reportados después de la reunión.	Gerente de Proyecto	0,2	0,1	0,02

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RA 07	Creación del plan para la puesta en marcha	Sí, durante la creación del plan para la puesta en marcha del visor geoespacial, pueden surgir inconsistencias en la planificación, debido a la falta de información precisa sobre los recursos disponibles, la subestimación de los tiempos necesarios para cada fase del proyecto o la falta de alineación entre los equipos involucrados. Esto puede afectar la efectividad en los tiempos al proyecto.	0,5	0,8	0,4	Mitigar	Realizar un análisis exhaustivo de los recursos disponibles antes de la planificación. Incluir a todos los equipos en la creación del plan.	Inconsistencias en la planificación reportadas.	Gerente de Proyecto	0,3	0,5	0,15
RA 08	Cierre del proyecto	Sí, durante el cierre del proyecto del visor geoespacial, pueden surgir problemas relacionados con la falta de documentación adecuada, debido a la omisión de registros importantes, la falta de un	0,5	0,4	0,2	Eliminar	Establecer un proceso de revisión exhaustivo para la documentación. Asegurar que se registren todas las lecciones aprendidas.	Falta de documentación adecuada al cierre.	Gerente de Proyecto	0,3	0,2	0,06

ID	Causa	Descripción del riesgo	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones preventivas	Disparador	Responsable	Probabilidad post-plan	Impacto post-plan	Rango post-plan
RA 09	Evaluación post- puesta en marcha y lecciones aprendidas	proceso de revisión exhaustivo o la no inclusión de lecciones aprendidas. Esto puede afectar la capacidad de la organización para evaluar el éxito del proyecto y por ende su calidad.	0,3	0,4		Eliminar	Implementar un sistema estructurado para la recopilación de datos y lecciones aprendidas. Realizar sesiones de retroalimentación con el equipo.	Dificultades en la recopilación de datos relevantes.	Gerente de Proyecto	0,1	0,2	
		Sí, durante la evaluación post- puesta en marcha del visor geoespacial, pueden surgir dificultades en la recopilación de datos relevantes, debido a la falta de un sistema estructurado para documentar el rendimiento del visor y las experiencias del equipo. Esto puede afectar la calidad de la evaluación y la identificación de lecciones aprendidas.			0,12							0,02
					0,13							
Riesgo General del Proyecto: Moderado					0,13	Riesgo General del Proyecto Post-Plan:					Bajo	0,02

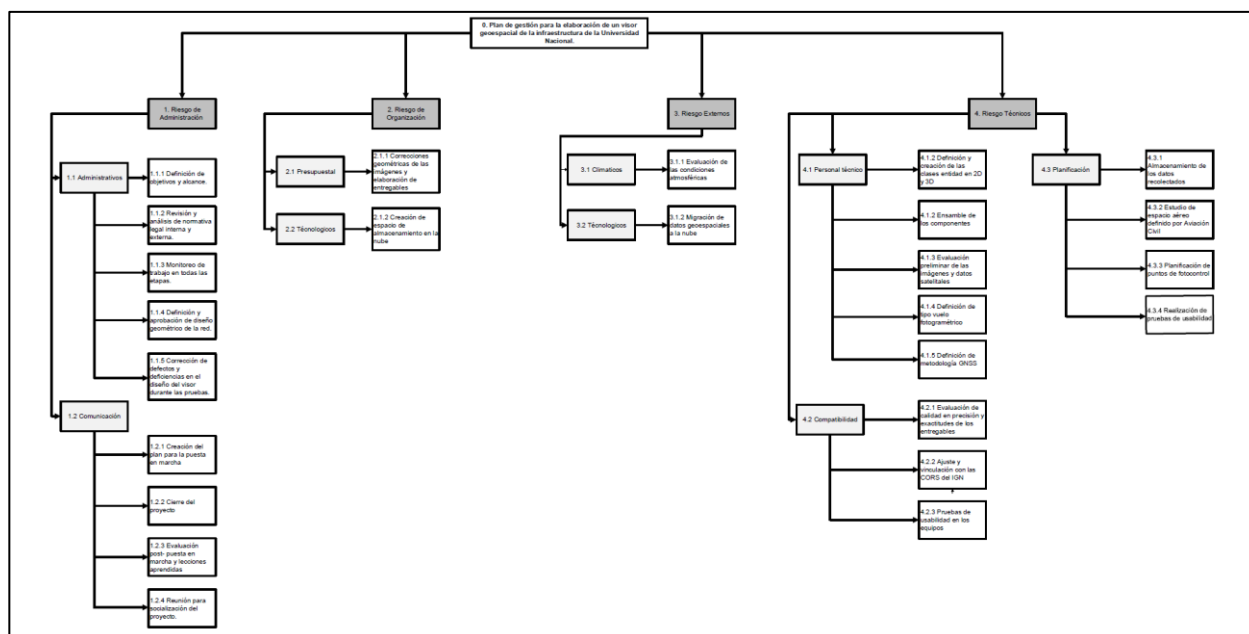
Nota: La tabla 28 se observa la matriz de probabilidad e impacto general del proyecto. Elaboración propia

4.2.8.2 Estructura de Desglose de Riesgos

Permite la identificación, el desglose y la organización de los riesgos asociados a un proyecto de forma ordenada y sistemática. EDR permite al equipo de proyecto tener una visión objetiva de los posibles riesgos y planificar una estrategia para su mitigación mejorando la planificación y la gestión de los mismo y aportando tranquilidad al generar una estrategia al proyecto en general. Seguidamente, en la figura 20 se muestra a modo de diagrama los riesgos probables asociados al proyecto.

Figura 20

Estructura de Desglose de Riesgos



Nota: La Figura 20 se muestra EDR del proyecto. Elaboración propia.

4.2.8.3 Identificaciones del riesgo

Hacer una revisión detallada de los posibles riesgos del proyecto permite prever los posibles impactos que podrían afectar al proyecto y como gestionarlos. En la Tabla 29 se muestra esta identificación de los riesgos de acuerdo al tipo de riesgos.

Tabla 29*Identificación de los riesgos*

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	EDT
RA 01	Definición de objetivos y alcance	Sí, no se define correctamente los objetivos y el alcance debido a un análisis deficiente, puede afectar el inicio del proyecto afectando el alcance y el costo mayoritariamente del proyecto.	Chárter del proyecto	2.2
RA02	Revisión y análisis de normativa legal interna y externa	Sí, no se realiza la revisión de la normativa legal debido a la falta de asesoría legal o desconocimiento puede afectar al proyecto en el tiempo de ejecución puesto que el proyecto se puede detener.	Legislación costarricense	2.3
RT 01	Estudio de espacio aéreo definido por Aviación Civil	Sí, no se realiza el estudio necesario del espacio aéreo debido al desconocimiento de las áreas de limitación aérea puede afectar el alcance del proyecto.	Documentación Aviación Civil	2.5
RA 03	Definición y aprobación de diseño geométrico de la red	Sí, la gerencia del proyecto no aprueba el diseño de la red debido a una mala planificación del ingeniero puede afectar el proyecto en el tiempo y el costo.	Especificaciones técnicas	3.3
RT 02	Planificación de puntos de fotocontrol	Sí, no se planifica correctamente los puntos de fotocontrol en todo el campus debido a un desconocimiento en el alcance del proyecto puede afectar en el costo y la calidad del mismo.	Especificaciones técnicas	3.4
RT 03	Definición de metodología GNSS	Sí, no se realiza el estudio adecuado para la definición de la metodología GNSS debido a la poca experiencia de los colaboradores puede que se realice un retrabajo afectando los tiempos de ejecución y costo del proyecto.	Especificaciones técnicas	4.1
RT 04	Definición de tipo vuelo fotogramétrico	Sí, no se define la metodología de vuelo adecuada al proyecto debido a la poca experiencia de los colaboradores puede que afecte directamente el alcance del proyecto y afectarlo en todo el proceso.	Especificaciones técnicas	4.2

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	EDT
RE 01	Evaluación de las condiciones atmosféricas	Sí, no se realiza una correcta evaluación de las condiciones atmosféricas previo y el día de vuelo, debido a que no se cuenta con los insumos necesario puede afectar al proyecto en tiempo y costo.	Reporte de la estación climatológica del IMN	5.1
RT 06	Evaluación preliminar de las imágenes y datos satelitales	Sí, la evaluación de las imágenes y los datos satélites no son las correctas debido a la poca experiencia de los ingenieros puede afectar directamente la calidad del proyecto ya que son los insumos bases.	Especificaciones técnicas	6.1
RT 06	Almacenamiento de los datos recolectados	Sí, no se hace un manejo adecuado de los datos al momento de almacenarlos, debido a que no se cuenta con lineamientos específicos de manipulación de datos, puede afectar el alcance del proyecto puesto que puede haber perdida de información.	Especificaciones técnicas	6.2
RT 07	Ajuste y vinculación con las CORS del IGN	Sí, durante el ajuste y vinculación con las CORS (Red de Estaciones de Referencia) del IGN (Instituto Geográfico Nacional), pueden surgir problemas relacionados con la compatibilidad de datos, debido a diferencias en los formatos de datos, la precisión de las mediciones o la falta de estándares claros en la integración. Esto puede afectar la calidad y la fiabilidad de la información geoespacial generada.	Especificaciones técnicas	6.3
RO 01	Correcciones geométricas de las imágenes y elaboración de entregables	Sí, no se dispone de la licencia del aplicativo donde se realiza las correcciones debido a una mala planificación de la administración en cuanto a la compra de la misma, puede, afectar el tiempo y costo del proyecto.	Especificaciones técnicas	6.4
RT 08	Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D	Sí, no se cuenta con la experiencia necesaria para la definición y creación de las clases entidad, debido a la falta de juicio experto, puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto e inclusive la calidad.	Bibliografía sobre SIG	7.2

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	EDT
RO 02	Creación de espacio de almacenamiento en la nube	Sí, la administración de la UNA no aprueba el espacio en la nube para el almacenamiento de la información debido a una mala planificación puede afectar el alcance del proyecto y verse comprometido el éxito.	Documento de aprobación por parte de la UNA	8.3
RE 02	Migración de datos geoespaciales a la nube	Sí, la migración de datos no es exitosa debido a una falta de internet de banda ancha puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto.	Especificaciones técnicas	8.4
RT 09	Ensamble de los componentes	Sí, no se planifica adecuada mente y no se generan especificaciones técnicas para el ensamblaje de los componentes debido a la falta de experiencia, puede que haya un retraso en el inicio del diseño del visor geoespacial afectando los tiempos de entrega.	Especificaciones técnicas	8.6
RT 10	Realización de pruebas de usabilidad	Si, no se cumple con las especificaciones establecidas por los interesados en las pruebas de usabilidad debido a que el proceso de ensamble no fue exitoso puede afectar los tiempos de entrega del proyecto afectando el costo.	Monitoreo de prueba	8.7
RA 04	Monitoreo de trabajo en todas las etapas	Sí, no se realiza un monitoreo adecuado es posible que haya desviaciones en la calidad del proyecto, debido que no se cuenta con procesos de control claro en el proyecto pudiendo afectar el costo.	Control de calidad	9.1
RT 11	Pruebas de usabilidad en los equipos	Sí, durante las pruebas de usabilidad en los equipos presentan fallas técnicas, debido a que ya cumplieron los años útil de la vida, fallas aleatorias o instrumentales por calibración puede afectar la calidad de los insumos bases.	Control de calidad	9.2
RT 12	Evaluación de calidad en precisión y exactitudes de los entregables	Sí, durante la evaluación de calidad en precisión y exactitud de los entregables, pueden presentarse discrepancias en los resultados esperados, debido a la falta de calibración adecuada de los instrumentos de medición, puede afectar el costo del proyecto ya que llevaría a un reproceso de la información.	Especificaciones técnicas	9.3

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	EDT
RA 05	Corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor durante las pruebas	Sí, durante la corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor geoespacial, pueden surgir retrasos en el cronograma del proyecto, debido a la identificación tardía de problemas críticos en la funcionalidad del visor o a la complejidad de las correcciones necesarias. Esto puede afectar la entrega oportuna del producto final.	Cronograma	9.4
RA 06	Reunión para socialización del proyecto.	Sí, durante la reunión para socialización del proyecto del visor geoespacial, pueden presentarse malentendidos sobre los objetivos y el alcance del proyecto, debido a la falta de claridad en la comunicación, diferencias en la interpretación de la información o la ausencia de algunos interesados clave. Esto puede afectar el alcance del proyecto ya que puede afectar las expectativas de los interesados.	Chárter del proyecto	10.2
RA 07	Creación del plan para la puesta en marcha	Sí, durante la creación del plan para la puesta en marcha del visor geoespacial, pueden surgir inconsistencias en la planificación, debido a la falta de información precisa sobre los recursos disponibles, la subestimación de los tiempos necesarios para cada fase del proyecto o la falta de alineación entre los equipos involucrados. Esto puede afectar la efectividad en los tiempos al proyecto.	Análisis de interesados y cronograma	10.3
RA 08	Cierre del proyecto	Sí, durante el cierre del proyecto del visor geoespacial, pueden surgir problemas relacionados con la falta de documentación adecuada, debido a la omisión de registros importantes, la falta de un proceso de revisión exhaustivo o la no inclusión de lecciones aprendidas. Esto puede afectar la capacidad de la organización para evaluar el éxito del proyecto y por ende su calidad.	Lista de pendientes	10.4

Código	Causa	Descripción del Riesgo	Referencia	EDT
RA 09	Evaluación post- puesta en marcha y lecciones aprendidas	Sí, durante la evaluación post- puesta en marcha del visor geoespacial, pueden surgir dificultades en la recopilación de datos relevantes, debido a la falta de un sistema estructurado para documentar el rendimiento del visor y las experiencias del equipo. Esto puede afectar la calidad de la evaluación y la identificación de lecciones aprendidas.	Lecciones aprendidas	10.5

Nota: La tabla 29 la identificación de riesgo del todo el proyecto. Elaboración propia

Luego que se hace la identificación de los riesgos de acuerdo a las actividades que se ejecutarán el proyecto es necesario definir cuál es la probabilidad de ocurrencia el impacto que se tendría en el proyecto. La matriz de probabilidad e impacto es una herramienta que se utiliza para evaluar y priorizar los riesgos identificados en la Tabla 25.

4.2.9 Gestión de las Adquisiciones

La gestión de las adquisiciones de proyectos tiene como objetivo asegurar todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto estén disponibles en el momento adecuado, en la cantidad adecuada y al mejor costo posible. Según la Guía del PMBOK (PMI, 2017) “Es el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, especificar el enfoque e identificar a los proveedores potenciales.” (p. 459).

Este apartado no aplica del todo para el proyecto puesto que todo lo necesario para la ejecución del proyecto es suministrado por el departamento de compras de la UNA. El mismo no llevará un proceso de adquisición externa como; una contratación por demanda o licitación.

Sin embargo, la adquisición comienza con la identificación de las necesidades del proyecto misma que serán suplidas por los recursos ya existentes de la UNA. No obstante, la gerencia del proyecto debe identificar los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto y sus especificaciones técnicas.

Tabla 30

Adquisiciones para el proyecto

Servicio a contratar o producto a adquirir	Justificación de compra	Tipo de contrato	Documentos de adquisición	Criterios de selección y evaluación	Fecha en que inicia proceso contratación	Fecha en que se requiere el producto	Responsable de coordinación	Costo total CRC
1 pareja Equipo GNSS y licencia de ajuste	Dentro del marco del proyecto para la creación le Visor Geoespacial de la UNA, es necesario la adquisición de equipos GNSS para el levantamiento de Puntos de Fotocontrol y la licencia GNSS para el ajuste de la red geodésica al Sistema CORS de Costa Rica.	Compra por licitación	Especificaciones técnicas del equipo, partida presupuestaría	Precio, Localía, Pymes, Prueba técnica, Experiencia en el mercado costarricense y Garantiza comercial adicional	nov-24	ene-25	Departamento de adquisiciones / compras de la UNA	₡10.000.000
1 RPA para fotogrametría y licencia	Dentro del marco del proyecto para la creación le Visor Geoespacial de la UNA, es necesario la adquisición de un equipo RPA o Dron para la captura de imágenes aéreas con la finalidad de realizar fotogrametría y el software de corrección geométrica de imágenes o software fotogramétrico perpetuo.	Compra por licitación	Especificaciones técnicas del equipo, partida presupuestaría	Precio, Localía, Pymes, Prueba técnica, Experiencia en el mercado costarricense y Garantiza comercial adicional	nov-24	ene-25	Departamento de adquisiciones / Compras de la UNA	₡10.000.000

1 Equipo de computo	Dentro del marco del proyecto para la creación de Visor Geoespacial de la UNA, es necesario la adquisición de un equipo de cómputo de grandes capacidades.	Compra por licitación	Especificaciones técnicas del equipo, partida presupuestaria	Precio, Localía, Pymes, Prueba técnica, Experiencia en el mercado costarricense y Garantiza comercial adicional	nov-24	ene-25	Departamento de adquisiciones / Comparas de la UNA	Q2.500.000
Costo total								Q 12.500.000

Nota: La tabla 30 se muestran tres líneas de compras de productos que se requieren adquirir en el proyecto. Elaboración propia.

Los criterios de evaluación son dados a los administradores de contrato para el proceso de adjudicación de acuerdo a la normativa legal de Costa Rica.

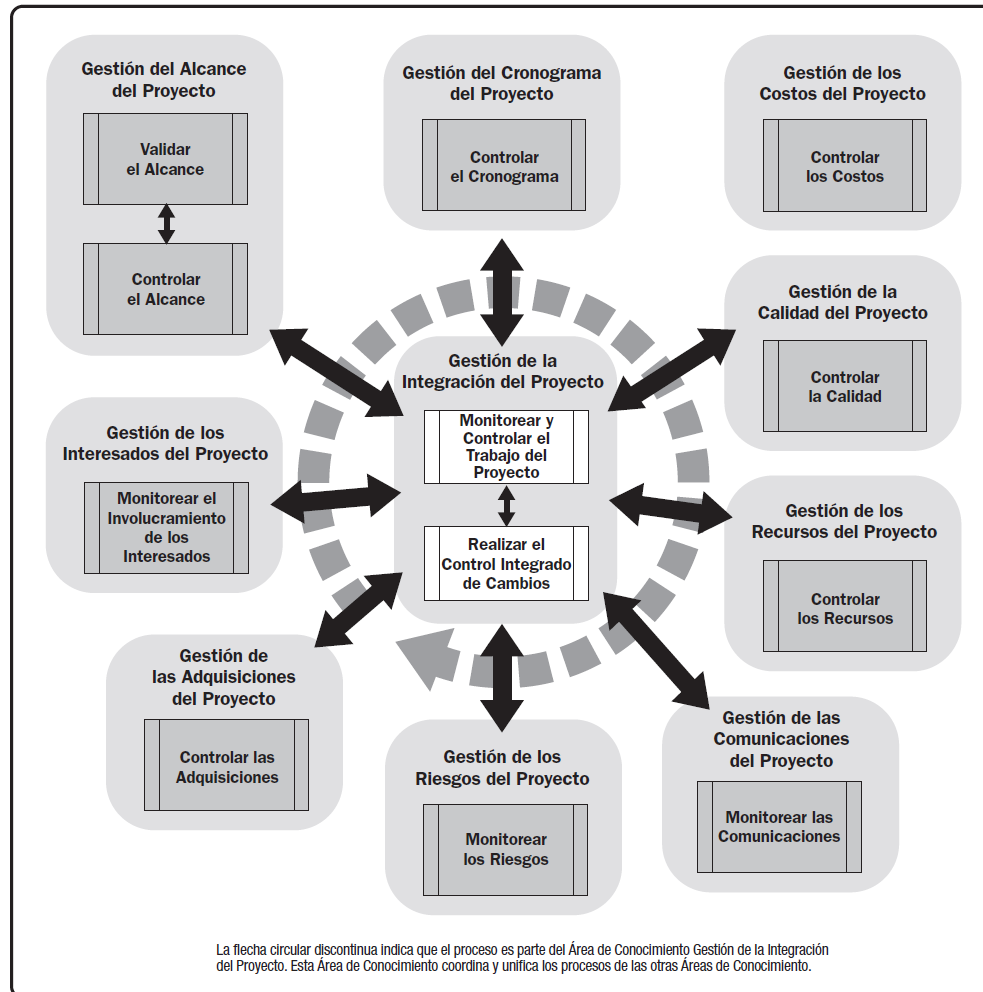
4.3 Documentación de apoyo para el control del proyecto

En la gestión de un proyecto, es crucial asegurarse de que todos los elementos se completen de manera adecuada, ya que esto es necesario para lograr la satisfacción de los interesados y la experiencia del equipo. Durante las fases de control, los documentos de apoyo son fundamentales, ya que ofrecen las herramientas necesarias para llevar a cabo una finalización ordenada y reflexiva de las actividades del proyecto, pero aún más importante el control del proyecto para así ir asegurando la satisfacción del cliente.

En este apartado se presentan algunas recomendaciones sobre métodos y herramientas que pueden ser útiles en estas etapas del proyecto. En la figura 21 se pueden observar los procesos del grupo de procesos de monitoreo y control. El control se hace en cada grupo de proceso, cada área del conocimiento en todo el ciclo de vida del proyecto.

Figura 21

Grupo de procesos de monitoreo y control



Nota: La figura 21 muestra los grupos de procesos de monitoreo y control del PMBOK sexta edición. Figura tomada de la *Guía del PMBOK* (p.614), por PMI, 2017.

Para llevar a cabo una implementación efectiva del control, es crucial considerar los conceptos desarrollados a lo largo del proyecto. Estos son fundamentales para gestionar adecuadamente los entregables, asegurando que se cumplan los requisitos y expectativas establecidos en los objetivos y el alcance del mismo. Los conceptos son:

- **Definición de criterios de aceptación**

Antes de iniciar el proyecto se estableció juntos con los interesados los criterios de aceptación para cada entregable. Y estos incluyen: especificaciones técnicas, estándares de calidad y requisitos del cliente.

- **Control de la calidad**

El desarrollo del mismo a detalle es crucial para llevar acabo la verificación de cada entregable de acuerdo a la actividad desarrollada en la EDT. Este control contempla objetivos y requisitos, métrica de calidad, y roles y responsabilidades para que cada actividad sea llevada con éxito.

- **Monitoreo y control continuo**

Se desarrolla un plan de monitoreo y control sobres los entregable en relación con los criterios de aceptación y el plan de gestión de la calidad.

- **Revisión de los entregable**

Establecer una línea clara de revisión de los entregables de acuerdo con los estándares de la calidad. La misma debe hacerse de forma bilateral tanto el equipo del proyecto con los interesados del proyecto. Esto permitiría hacer una identificación oportuna de las desviaciones con respectos a los estándares establecidos.

- **Gestión de cambios**

Realizar una gestión oportuna de cambios permite documentar todos los cambios que se darían en el proyecto además de permite que todos los cambios del proyecto se considerados de una manera oportuna y paralelamente contiene el riesgo general del proyecto.

La siguiente matriz simplifica los controles necesarios para el proyecto, así como las áreas del conocimiento que deben ser monitoreadas, de acuerdo con las recomendaciones del Grupo de Procesos: Una guía práctica del PMI, 2023.

El proceso de control es una parte fundamental de la gestión integral del proyecto. Su función es realizar los controles, análisis y regulaciones del avance del proyecto, identificando las áreas de gestión que pueden requerir ajustes. Esto se lleva a cabo mediante el uso de una herramienta de control de cambios, que facilita la implementación de modificaciones necesarias para mantener el proyecto en el camino correcto. En la Tabla 31, se presenta un resumen de los controles que deben llevarse a cabo según el plan de gestión en evaluación. Esta tabla incluye información sobre:

- Responsables: Quiénes son las personas encargadas de realizar los controles.
- Periodicidad: La frecuencia con la que se deben realizar estos controles.
- Elementos de entrada: Los insumos necesarios para llevar a cabo los controles.
- Herramientas y Artefactos: Los recursos requeridos para asegurar la trazabilidad de los procesos. Este resumen proporciona una visión clara y estructurada de los aspectos fundamentales del control dentro del plan de gestión.

Tabla 31

Resumen de controles por área del conocimiento

Planes	Responsable	Reunión	Entrada	Herramienta	Iteración
Alcance	Director de proyecto / Equipo de proyecto	Semanal	Documentos del proyecto - matriz de gestión de cambios	Análisis de datos	Cada que haya cambios
Cronograma	Director de proyectos	2 semanas	Cronograma de proyecto- Alcance de proyecto- Plan de gestión del cronograma	Análisis del Valor Ganado - Ruta Critica - Tablero Kanban	Cada que haya cambios

Costo	Director de proyectos	Semanal	Documentos del proyecto - Plan de gestión de costos- Línea base de costos- Cronograma	Análisis del Valor Ganado	Semanal
Calidad	Director de proyecto / Equipo de proyecto	Cada que sea necesario	Documentos del proyecto - Plan de gestión de la Calidad - Métricas de Calidad	Pruebas / evaluación de productos	Cada que hayan un entregable de acuerdo al cronograma / o una disconformidad con el interesado
Recursos	Director de proyecto	Semanal	Documentos del proyecto - Plan de Gestión de Recursos - Cronograma del proyecto	Análisis de costo beneficio	Según cronograma y actividades
Comunicaciones	Director de proyecto	Semanal	Documentos del proyecto- Matriz poder/interés - Plan de gestión de las comunicaciones - Entregables del proyecto	Matriz de evaluación del involucramiento de los interesados.	Semanal o cada vez que haya un hito alcanzado.
Riesgos	Director de proyecto	Semanal	Documentos del proyecto - Plan de gestión de riesgos - Registro de riesgos	Análisis de datos - Reuniones	Constantemente, priorizando los riesgos con mayor probabilidad e impacto de materializarse sin descuidar el resto.
Adquisiciones	Director / Departamento de compra de UNA	Para: creación de las ET, Lanzamiento y adjudicación del cartel	Documentos del proyecto - Plan de gestión de adquisiciones- cronogramas - Lista de hitos- Ruta Crítica - Plan de Gestión de Calidad	Juicio experto - Administración de reclamos y análisis de valor ganado	En momentos puntuales del proyecto.

Involucrados	Director de proyecto / Equipo de proyecto	Semanal	Documentos del proyecto- Planes de gestión de comunicación, interesados, y recursos, riesgos del proyecto	Análisis de los interesados - Reuniones	Constantemente
--------------	---	---------	---	---	----------------

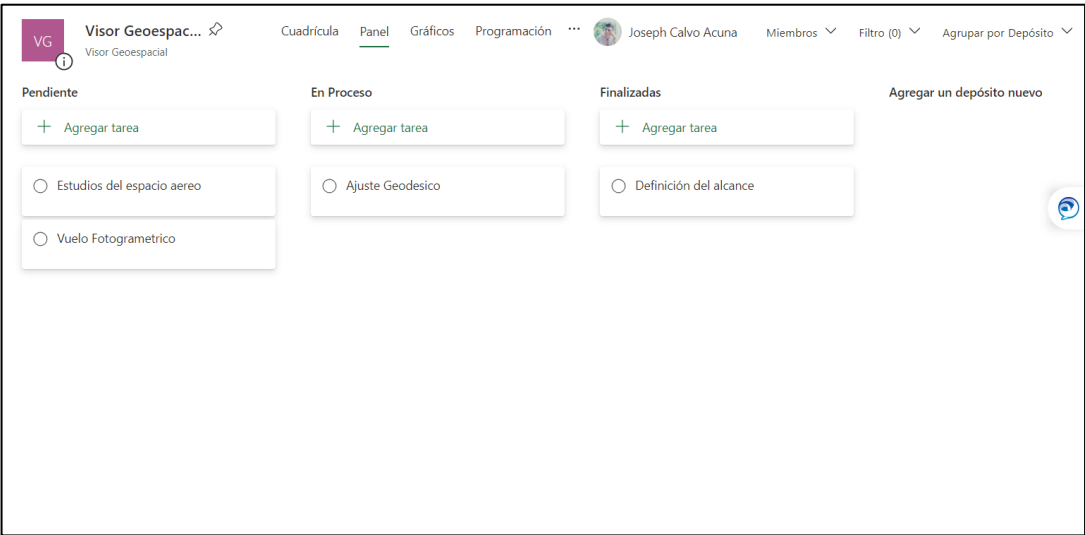
Nota: La tabla 31 se muestra de manera precisa los controles que se deben dar en el proyecto

4.3.1 Tablero de Kanban

El tablero Kanban es una herramienta visual que facilita el seguimiento del progreso del proyecto al mostrar las actividades que están pendientes, en proceso o finalizadas. Cada actividad tiene asignado un responsable que se encarga de supervisar y/o ejecutar su avance. Esta herramienta permite priorizar las tareas y ajustar el orden de las actividades según las necesidades del proyecto, facilitando así la gestión de cambios que puedan surgir.

Figura 22

Tablero Kanban en planner del proyecto



Nota: La figura 22 muestra el tablero Kanban para el proyecto. Adaptado de MS Planner (2024).

4.3.2 Plantilla de gestión de cambios

La gestión de cambios es el proceso donde se gestionan los cambios a lo interno del proyecto, dichas solicitudes son gestionadas en diferentes herramientas, si bien hay muchas formas de cómo se gestiona los cambios una de ellas es la herramienta de cambios ya que es una forma sencilla de registrar, visualizar, gestionar, aprobar o rechazar los cambios.

La herramienta funciona para que cualquier colaborador del proyecto pueda gestionar un cambio desde el más pequeño como mover una fecha o tan grande como la creación de un nuevo entregable que impacte en el tiempo, costo, alcance y calidad del proyecto. Para que un cambio sea éxito deben registrarse los cambios y realizar la gestión de cambio

Figura 23

Plantilla de gestión de cambios

Plantilla De Propuesta De Cambio			
Nombre del proyecto		Fecha de creación	
Proyecto		Fecha de la versión	
Organización		Versión.	1.0

caso de cambio	
Cambio propuesto	Descripción detallada del cambio propuesto
Por qué se requiere un cambio	Descripción detallada de las razones que requieren el cambio y cómo el cambio se corresponde con la misión de la organización

Resultado previsto	Descripción detallada de los logros y beneficios resultantes	
Plazos estimados	Marco de tiempo anticipado para la preparación, planificación, consulta, implementación y evaluación	
Factores adicionales	Considere cualquier otro factor crucial para la implementación exitosa del cambio propuesto, como la necesidad de conciencia sobre el cambio, el clima del entorno laboral, los cambios anteriores, entre otros.	
Costos estimados	Costo estimado de la implementación del cambio	
Impacto de las partes interesadas	Identificar a las partes interesadas y los beneficios potenciales y los efectos adversos para cada uno	
	Beneficios potenciales	Posibles efectos adversos
Parte interesada 1		
Partes interesadas 2		
Partes interesadas 3		
Impacto en el personal y las operaciones	Identificar las áreas que probablemente se verán afectadas por el cambio, y los beneficios potenciales y los efectos adversos para cada una de ellas.	
	Beneficios potenciales	Posibles efectos adversos
Proceso		
Tecnología		
Organización		
Otro		
Aprobación		
Quién propone cambio		Firma

Quién revisa el cambio		Firma	
Quién avala el cambio		Firma	
Comentarios adicionales			
Incluir cualquier comentario adicional			

Estimación de costo/beneficio				
Costos estimados del proyecto				
Recurso	Descripción	Fecha de entrada en vigor prevista	Costo estimado	
Personal				
Consulta				
Activo				
Tecnología				
		total	₡	-
Cambios Organizacionales				
elemento	descripción	fecha de entrada en vigor prevista	costo estimado (+)	ahorro estimado (-)
Nuevas contrataciones				
Posiciones redundantes				
Promociones				
Degradaciones				
		total	₡ -	₡ -
posibles nuevas contrataciones				

Posición	Descripción	Fecha de entrada en vigor prevista	Costo de reclutamiento	
		total	₪ -	
Posibles posiciones redundantes				
Posición	Descripción	Fecha de entrada en vigor prevista	Coste estimado de la redundancia (+)	Ahorro estimado (-)
		total	₪-	₪ -
Ahorros estimados adicionales				
Descripción			Fecha de entrada en vigor prevista	Ahorro estimado (-)
			total	₪ -

Nota: Propuesta de plantilla para gestión de cambios, Adaptado de Ramos (s.f).

4.3.3 Plantilla de revisión de avance por reuniones

Este artefacto estructura las reuniones de seguimiento del avance del proyecto (véase la figura 23), lo que permite al equipo conocer el estado actual del mismo y transmitirlo con total transparencia a los interesados. Esto facilita la alineación de esfuerzos para alcanzar los objetivos del proyecto. Además, proporciona trazabilidad a los retos presentados, actualizaciones y acciones que garantizan el éxito.

Figura 24
Plantilla para rendimiento del proyecto

Informe de rendimiento del proyecto	Versión: 1.0		
	Fecha	00-00-000	
Nombre del proyecto		Gerente de proyecto	
Detalles del estado del proyecto		Fecha de elaboración	
Detalles del proyecto			
Nombre de la actividad			
Fecha de inicio		Fecha de finalización	
Programación de rendimiento			
Presupuesto rendimiento			
Calidad			
Riesgos			
Notas			
hitos del proyecto			

Hito	Estado	Fecha estimada de finalización	¿Existen problemas? Sí / No	Comentarios
1	No iniciado			
2	En curso			
3	Completo			
4	Atrasado			
5	Necesita revisión			

Quién lo redacta	Firma	Fecha
Quién lo revisa	Firma	Fecha
Quién lo aprueba	Firma	Fecha

Nota: Propuesta de plantilla para gestión de cambios, Adaptado de Ramos (s.f).

4.3.4 Plantillas para el control de la calidad

El control de calidad es un componente esencial para garantizar que los entregables cumplan con los estándares establecidos. Cumplir con estos requisitos no solo asegura el éxito del proyecto, sino que también fortalece la confianza y credibilidad del equipo.

Las listas de verificación basadas en estos estándares son herramientas valiosas para evaluar la calidad de los productos del proyecto. En la Figura 25, se presenta un método para llevar a cabo el control de calidad en cada entregable. Este enfoque proporciona trazabilidad a los cambios necesarios para satisfacer las expectativas de los interesados y, al mismo tiempo, sirve como lecciones aprendidas para futuros desarrollos.

Figura 25*Plantilla para control de calidad del proyecto.*

PLANTILLA DE REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD				Versión :1.0					
				Fecha		0-00-0000			
Empresa/ Institución		Prioridad	Estado						
Departamento		Baja	No se ha iniciado	Necesita Revisión	En Espera				
Nombre del proyecto		Media	En curso	Aprobado					
Gerente de proyectos		Alta	Completo	Atrasado					
Nombre del entregable	Estado	Prioridad	Descripción	Categoría	Asignado	Planteado Por	Fecha De Apertura	Fecha De Cierre	Comentarios
	Completo	Media							
	En Curso	Baja							
	En Curso	Alta							
	Atrasado								
	Necesita revisión								
	Aprobado								
Quién lo redacta	Firma						Fecha		
Quién lo revisa	Firma						Fecha		
Quién lo aprueba	Firma						Fecha		

Nota: Propuesta de plantilla para control de calidad. Adaptado de Ramos (s.f).

La planilla que se encuentra en la figura 26 es necesaria para controlar las verificaciones con respecto a los entregables que se les registró subsanaciones en cuanto a la calidad.

Figura 26*Plantilla para la verificación de la calidad*

Entregable	Acciones correctivas	Cumplimiento	Subsanaciones
Nombre del entregable	Acciones correctivas para alcanzar el criterio de calidad	Si / No	Observaciones de subsanación
Nombre del entregable	Acciones correctivas para alcanzar el criterio de calidad	Si / No	Observaciones de subsanación
Nombre del entregable	Acciones correctivas para alcanzar el criterio de calidad	Si / No	Observaciones de subsanación
Nombre del entregable	Acciones correctivas para alcanzar el criterio de calidad	Si / No	Observaciones de subsanación
Nombre del entregable	Acciones correctivas para alcanzar el criterio de calidad	Si / No	Observaciones de subsanación

Nota: Propuesta de plantilla para la verificación de entregables con defectos Elaboración propia

4.3.5 Plantilla para el control del riesgo

El control y la identificación de riesgos son tareas fundamentales para gestionar tanto los riesgos específicos como los generales que puedan afectar al proyecto. Por ello, es crucial identificar y registrar continuamente nuevos riesgos, así como implementar un seguimiento adecuado para garantizar una correcta ejecución del proyecto. En la figura 27 se presenta un ejemplo de plantilla diseñada para monitorear y registrar periódicamente los nuevos riesgos.

Figura 27*Plantilla para el control y ajuste del riesgo*

Fecha de identificación	Riesgo identificado	Riesgo nuevo	Acción mitigatoria	Resultados Obtenidos	Efectividad de la estrategia	Ajuste necesario	Responsable
1/1/1900	Riesgo 1	Nuevo Riesgo 1	Acciones de mitigación implementadas a la fecha	Resultados obtenidos de las acciones de mitigación	Alta / Media / Baja	Acciones correctivas si la estrategia no fue efectiva	Nombre del responsable
2/1/1900	Riesgo 2	Nuevo Riesgo 2	Acciones de mitigación implementadas a la fecha	Resultados obtenidos de las acciones de mitigación	Alta / Media / Baja	Acciones correctivas si la estrategia no fue efectiva	Nombre del responsable
3/1/1900	Riesgo 3	Nuevo Riesgo 3	Acciones de mitigación implementadas a la fecha	Resultados obtenidos de las acciones de mitigación	Alta / Media / Baja	Acciones correctivas si la estrategia no fue efectiva	Nombre del responsable
4/1/1900	Riesgo 4	Nuevo Riesgo 4	Acciones de mitigación implementadas a la fecha	Resultados obtenidos de las acciones de mitigación	Alta / Media / Baja	Acciones correctivas si la estrategia no fue efectiva	Nombre del responsable
5/1/1900	Riesgo 5	Nuevo Riesgo 5	Acciones de mitigación implementadas a la fecha	Resultados obtenidos de las acciones de mitigación	Alta / Media / Baja	Acciones correctivas si la estrategia no fue efectiva	Nombre del responsable

Nota: Propuesta de plantilla para el monitoreo y ajuste del riesgo. Elaboración propia.

4.3.6 Plantilla para el control de las comunicaciones

Establecer mecanismos de comunicación clara y efectiva para todos los interesados en un proyecto es un proceso complejo, ya que cada persona cuenta con diferentes habilidades para codificar y decodificar mensajes. Controlar cómo y qué se comunica es clave, ya que esto garantiza la transparencia, facilita la toma ágil de decisiones y asegura que todos los miembros del equipo estén informados y alineados con el proyecto.

Figura 28*Plantilla para el control de las comunicaciones*

Fecha	Tipo de información	Descripción	Tipo formato	Frecuencia	Dirigido a	Responsable	Observaciones
1/1/1900	Avance mensual	Avance mensual del proyecto	Informe	Mensual	Interesados	Gerente del proyecto	Que las métricas de avance este a la fecha de corte
2/1/1900	Costos	Aumento de costos asociados a nuevas actividades	Informe / Excel	Semanal	Interesados clave con toma de decisión	Gerente del proyecto	Que se contemplen todos los gastos asociados a las actividades nuevas y su incremento en la línea base
3/1/1900	Riesgos	Nuevos riesgos identificados	Informe / Excel	Semanal / Quincenal	Interesados clave con toma de decisión	Gerente del proyecto	Que se actualice la matriz de riesgos general del proyecto y se calcule el nuevo riesgo global para el proyecto.

Nota: Propuesta de plantilla para el control de las comunicaciones del proyecto. Elaboración propia.

La figura 29 presenta las actividades del proyecto, los responsables de cada actividad y el costo asociado a cada una de ellas. Asimismo, incluye la reserva de contingencia para todo el proyecto, abarcando las actividades a ejecutarse y la partida presupuestaria destinada a la licitación de los equipos de topografía. El costo del proyecto no contempla la contingencia del 10% al ser un riesgo asociado a cada actividad.

ID	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor	Nombres de los recursos	Costo	Semestre 1, 2024 D E F M A M J J A S O N D	Semestre 2, 2024 J A S O N D J F M A M J	Semestre 1, 2025 D E F M A M J J A S O N D	Semestre 2, 2025 J A S O N D J F M A M J	Semestre 1, 2026 D E F M A M J J A S O N D	Semestre 2, 2026 J A S O N D J F M A M J
33		7.1 Definición de la herramienta SIG	1 día	vie 27/6/25	vie 27/6/25	31	Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$0,00						
34		7.2 Definición y creación de las clases entidad en 2D y 3D	15 días	lun 30/6/25	vie 18/7/25	33	Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$565 500,00						
35		7.3 Desarrollo de modelo lógico de las tablas de atributos	5 días	lun 21/7/25	vie 25/7/25	34	Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$550 000,00						
36		7.4 Incorporación del MDS y Ortomosaico	2 días	lun 28/7/25	mar 29/7/25	35	Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$300 000,00						
37		8 Plan de ejecución y diseño del visor	58 días	mié 30/7/25	vie 17/10/25			\$2 708 000,00						
38		8.1 Análisis de insumos para diseño	5 días	mié 30/7/25	mar 5/8/25	36	Ingeniero en Diseño	\$0,00						
39		8.2 Elección de herramienta para diseño web geoespacial	1 día	mié 6/8/25	mié 6/8/25	38	Ingeniero en Diseño	\$0,00						
40		8.3 Creación de espacio de almacenamiento en la nube	1 día	jue 7/8/25	jue 7/8/25	39	Ingeniero en Diseño	\$300 000,00						
41		8.4 Migración de datos geospaciales a la nube	5 días	vie 8/8/25	jue 14/8/25	40	Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$150 000,00						
42		8.5 Diseño de interfaz y programación orientada a objetos	40 días	vie 15/8/25	jue 9/10/25	41	Ingeniero en Diseño	\$1 508 000,00						
43		8.6 Ensamble de los componentes	1 día	vie 10/10/25	vie 10/10/25	42	Ingeniero en Diseño	\$250 000,00						
44		8.7 Realización de pruebas de usabilidad	5 días	lun 13/10/25	vie 17/10/25	43	Ingeniero en Diseño	\$500 000,00						
45		9 Control de calidad de los productos	179 días	mié 12/2/25	lun 20/10/25			\$3 186 600,00						
46		9.1 Monitoreo de trabajo en todas las etapas	179 días	mié 12/2/25	lun 20/10/25 11CC;44	Director de proyecto	\$0,00							
47		9.2 Pruebas de usabilidad en los equipos	54 días	lun 17/3/25	jue 29/5/25 20CC;28	Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$0,00							
48		9.3 Evaluación de calidad en precisión y exactitudes de los entregables	63 días	vie 2/5/25	mar 29/7/25 28CC;38	Director de proyecto;Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$1 000 000,00							
49		9.4 Corrección de defectos y deficiencias en el diseño del visor durante las pruebas	58 días	mié 30/7/25	vie 17/10/25 38CC;44	Director de proyecto;Ingeniero en Geodesia / Geomática	\$2 186 600,00							
50		10 Monitoreo y Control	244,38 días	vie 20/12/24	jue 27/11/25			\$550 000,00						
51		10.1 Reunión inicial de proyecto	3 horas	vie 20/12/24	vie 20/12/24	Director de proyecto	\$50 000,00							
52		10.2 Reunión 1 mensual de seguimiento	1 hora	vie 31/1/25	vie 31/1/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
53		10.3 Reunión 2 mensual de seguimiento	1 hora	vie 28/2/25	vie 28/2/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
54		10.4 Reunión 3 mensual de seguimiento	1 hora	vie 28/3/25	vie 28/3/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
55		10.5 Reunión 4 mensual de seguimiento	1 hora	lun 28/4/25	lun 28/4/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
56		10.6 Reunión 5 mensual de seguimiento	1 hora	jue 29/5/25	jue 29/5/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
57		10.7 Reunión 6 mensual de seguimiento	1 hora	jue 26/6/25	jue 26/6/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
58		10.8 Reunión 7 mensual de seguimiento	1 hora	vie 29/8/25	vie 29/8/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
59		10.9 Reunión 8 mensual de seguimiento	1 hora	vie 26/9/25	vie 26/9/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
60		10.10 Reunión 9 mensual de seguimiento	3 horas	mié 29/10/25	mié 29/10/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
61		10.11 Reunión de cierre	3 horas	jue 27/11/25	jue 27/11/25	Director de proyecto	\$50 000,00							
62		11 FIN	0 días	jue 27/11/25	jue 27/11/25	61		\$0,00						

Proyecto: 0 Plan de gestión de Fecha: mié 27/11/24

Tarea		Resumen del proyecto		solo el comienzo	<
-------	--	----------------------	--	------------------	---

Nota: Actividades del proyecto a las que se les asocia el costo de la actividad y el responsable de la misma. Elaboración

4.4 Cierre del proyecto

Es esencial para garantizar que un proyecto que el cierre del proyecto se realice de una forma ordenada y completa. Por medio de la finalización de los entregables, evaluación del desempeño, lecciones aprendidas y la documentación del mismo. Si bien el plan de gestión no propone generar el cierre real del proyecto en cuestión, recomienda mediante herramientas como debería ser el cierre del mismo.

Para lograr lo anterior se debe realizar, en primera instancia el cierre administrativo del proyecto. Lo que permite y orienta al equipo de proyecto finalizar las tareas necesarias

para el cierre de los procesos de trabajo pendientes como los son:

- Asegurarse que la licitación de compra de los equipos fuese satisfactoria y que cumpliesen con todos los productos y términos contratados en el cartel.
- Completar el cierre de flujo financiero del proyecto, donde se dé trazabilidad a cualquier pago pendiente, o facturación necesaria para dichos pagos.
- Generar el proceso de documentación del proyecto, como tabla de cumplimiento de entregables, matriz de cambios, riesgos, facturación, lecciones aprendidas entre otros. Y aquellos documentos no necesarios generar deben ser eliminados de evitar almacenar información poco relevante que quite espacio en la memoria.

Una vez que se formaliza el cierre administrativo del proyecto, se envía un mensaje de agradecimiento al cliente como un gesto de cortesía y reconocimiento por la confianza.

Además, se solicita su retroalimentación sobre el servicio brindado. Para ello, se lleva a cabo una reunión de cierre del proyecto, donde se dialoga con el cliente para conocer su opinión sobre el servicio ofrecido y discutir posibles áreas de mejora.

Durante esta reunión, también se realiza un encuentro con el equipo del proyecto. En esta sesión, se pide al equipo que elabore una lista de oportunidades amenazas, fortalezas y debilidades, las cuales se transforman en lecciones aprendidas y puntos de mejora.

Finalmente, una vez recopilada esta información, se documenta para su uso en futuros proyectos.

La identificación de lecciones aprendidas debe orientarse hacia la formulación de las preguntas adecuadas. Por ello, se recomienda realizar ciertas interrogantes al equipo del proyecto que sirvan como conexión con lo que se ha identificado en las etapas anteriores. Una herramienta útil para este proceso podría ser una pizarra en forma de tablero, donde cada columna contenga una pregunta específica. Cada participante del proyecto podrá completar su respuesta en función de su nivel de involucramiento y conocimiento del mismo. Se sugiere que las preguntas sean:

- **¿Qué salió bien el proyecto?**

Se recomienda la identificación de aspectos positivos y prácticas efectivas que contribuyeron al éxito del proyecto.

- **¿Qué no salió de acuerdo a lo esperado?**

Se recomienda hacer un análisis de aquellos problemas y desafíos que aparecieron durante la ejecución del proyecto.

- **¿Qué podríamos haber hecho de manera diferente?**

Para esta pregunta se recomienda que el equipo responda de acuerdo con el resultado obtenido y qué se pudo haber cambiado para haber generado una alternativa que satisficiera las necesidades del proyecto, incentivando la reflexión en la toma de decisiones para la mejora de resultados.

- **¿Qué retroalimentación se obtuvo de los involucrados?**

Esta pregunta es basada en la reunión de cierre celebrada con los involucrados del proyecto, en donde se consideran las opiniones y sugerencias, y cómo, estas, podrían influir futuros proyectos.

- **¿Qué desafíos se tuvieron y cómo se superaron?**

Acá el equipo de proyecto debe realizar una lista de aquellos desafíos que se tuvieron en el proyecto, de manera puntal y genere una reflexión con las soluciones implementadas.

Seguidamente, se muestra la propuesta de encuesta para los involucrados en el proyecto tanto patrocinadores como el equipo de proyecto. La Figura 30 es una muestra del formulario adaptado de Martins (2024b) en el Anexo 6 se detalle el formulario de manera completa.

Figura 30

Encuesta de retroalimentación

Nota: La encuesta refleja las preguntas que el equipo de proyecto considera pertinente para realizar el proceso de retroalimentación y mejorar. Elaboración propia.

Una vez que se ha realizado la encuesta a los involucrados y se ha llevado a cabo la reunión de cierre con los colaboradores y las partes interesadas, se procede a documentar las lecciones aprendidas derivadas de estos procesos. Para facilitar esta tarea, se sugiere utilizar la siguiente plantilla de lecciones aprendidas. En la Figura 31 se puede observar la propuesta a ser implementada para esta fase de proyecto.

Figura 31

Plantilla para lecciones aprendidas

Informe sobre las lecciones aprendidas					
Nombre del proyecto					
Descripción del proyecto					
Director de proyecto					
Fecha	Lección Aprendida	Tipo de lección	Situación	Recomendaciones y comentarios para acciones de mejora	Seguimiento

Nota: Plantilla para la documentación de lecciones aprendidas producto del desarrollo del proyecto. Elaboración propia.

La plantilla de lecciones aprendidas se organiza en columnas, comenzando con la fecha en que se registra la lección. A continuación, se detalla la lección aprendida, clasificándola como positiva o negativa. Las lecciones positivas son aquellas que se deben mantener,

mientras que las negativas son aquellas que requieren mejoras y deben evitarse en futuros proyectos.

En la columna de situación, se especifica el área de conocimiento o temática relacionada con la lección, que puede incluir aspectos como alcance, costos, calidad, cronograma, riesgos, comunicación, recursos, adquisiciones y estrategias

La sección de recomendación y comentarios tiene como objetivo proponer estrategias para implementar las lecciones aprendidas, ya sea para reforzar las lecciones positivas o para descartar las negativas y evitar repetir errores en otros proyectos.

Finalmente, la sección de seguimiento se utiliza para asignar a un miembro del equipo de proyecto la responsabilidad de dar seguimiento a la lección, asegurando su cumplimiento con un enfoque riguroso.

5 Conclusiones

El desarrollo de este plan de gestión se realizó con el propósito de ejemplificar cómo se debe gestionar un proyecto de ciencia y tecnología, centrándose específicamente en un sector que ha sido poco investigado desde la perspectiva de la administración de proyectos. Este sector es la ingeniería geoespacial, siendo una ciencia que atraviesa a la sociedad y el medio ambiente, y se fundamenta en métricas y datos geoespaciales georreferenciados a un sistema de coordenadas diseñadas o definidas. La propuesta de plan de gestión servirá como base para nuevos desarrollos de proyecto con características similares tanto en tiempo, alcance y costo.

La Gerencia de Proyectos es un eje transversal a la vida cotidiana de cualquier persona. No se trata únicamente de un área del conocimiento con parámetros, reglas y normas que guían el éxito de un proyecto; es un proceso estructurado y ordenado que se basa en el principio de que lo que se documenta se puede medir y gestionar e interpretar para la toma de decisiones rápidas y fiables. Seguidamente se abordarán ciertas conclusiones sobre el proyecto.

- 1). La elaboración del Chárter del Proyecto para la creación de un geovisor espacial ha sido fundamental para reunir información esencial que se necesitará en las diversas etapas de desarrollo del proyecto. Esto es crucial para asegurar una gestión efectiva. En el chárter se propone un enfoque integral que abarca todas las áreas de conocimiento, procesos y actividades, lo que facilitará alcanzar los objetivos establecidos en términos de tiempo, costo y calidad de los entregables. Además, servirá como una herramienta para alinear al equipo en caso de que se presente alguna desviación.
- 2). El Plan de Gestión del Alcance ha sido fundamental para establecer los requisitos del proyecto y sus criterios de aceptación. Esto proporciona claridad en los procesos y define expectativas y criterios específicos para la entrega conforme de los elementos identificados en

el proyecto. De esta manera, el equipo de trabajo puede asegurar fácilmente la alineación y verificación de los compromisos asumidos. Además, se creó la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), una herramienta que permite descomponer los entregables en paquetes de trabajo, facilitando su gestión y seguimiento. Esta segmentación en unidades más pequeñas permite asociar actividades específicas a cada paquete, lo que contribuye al logro de los objetivos del proyecto.

3). Se identifican varios riesgos clave en el proyecto, como la dependencia tecnológica y los posibles cambios en las prioridades de la universidad. El proyecto incluye un plan de gestión de riesgos, lo que permite identificar, evaluar y priorizar riesgos que pueden afectar el costo, tiempo o calidad. Esto denota un enfoque proactivo para enfrentar posibles inconvenientes.

4). Se ha elaborado un plan de gestión para el desarrollo de proyectos en ingeniería geoespacial, específicamente enfocado en el geovisor de la UNA, adaptándose a sus necesidades particulares. Este proyecto proporciona herramientas para la gestión de proyectos en las diferentes etapas, que incluyen la iniciación, la planificación, la ejecución y el monitoreo y control de las actividades relacionadas con el proyecto.

5). Las investigaciones realizadas para dar fundamento teórico al proyecto han sido fundamental para identificar las mejores prácticas y pautas para la administración de proyecto del área de la ingeniería geoespacial. Estas investigaciones han proporcionado el sustento necesario para el desarrollo del plan de gestión, asegurando que las recomendaciones y procesos estén basados en sustento científico y congruente.

6 Recomendaciones

Con el objetivo de establecer un precedente en la gestión de proyectos geoespaciales, se recomienda a las autoridades de la UNA implementar un Plan de Gestión que se centre en las buenas prácticas para la administración de este proyecto.

1). Se recomienda a la Dirección de la ETCG la implementación de este Plan de Gestión de Proyecto, dado que establece un marco orientador y coherente que facilita la optimización de recursos, fomenta una comunicación efectiva y asegura la calidad de los resultados de acuerdo con las métricas establecidas. Esta iniciativa potenciaría el rendimiento del proyecto, aportando innovación en el ámbito geoespacial y posicionando a la UNA como la primera universidad estatal en llevar a cabo esta implementación.

2). Para asegurar la continuidad del impacto de la matriz P5, se recomienda implementar acciones que influyan positivamente en el producto, el proceso de gestión de proyectos, las personas, el planeta y la prosperidad.

3). Recomendaciones de Producto: Se recomienda a la Dirección de la ETCG en conjunto con el Departamento de Registro de la UNA establecer un sistema de seguimiento periódico para verificar la calidad de la información en el visor geoespacial, con un enfoque particular en la actualización y relevancia de los datos geoespaciales. Las actualizaciones deben realizarse antes del inicio de cada semestre. Además, es esencial definir responsabilidades específicas y mantener un registro de los mantenimientos y actualizaciones técnicas o funcionales realizadas.

4). Recomendaciones para las Personas: Se recomienda a la Dirección de la ETCG en conjunto con PRODEMI fomentar la flexibilidad ante cambios de diseño que sean accesibles para la mayoría de los usuarios. Asimismo, es importante ofrecer capacitaciones y/o crear documentos multimedia sobre el uso de la herramienta, de acceso libre, para que cualquier usuario pueda navegar por el visor geoespacial.

- 5). Impacto en el Planeta: Se recomienda a PRODEMI como encargado del desarrollo inmobiliario de la UNA potenciar el visor geoespacial como herramienta para el análisis ambiental, siendo el estudio de las islas de calor su principal propuesta. Esto contribuiría a la creación de más espacios verdes que ayuden a mitigar el calor en el campus y otras áreas.
- 6). Se recomienda al departamento de encargado de la compra institucionales de insumos por medio de licitación en conjunto con la Dirección de la ETCG que para los procesos de adquisiciones se incluyan cláusulas en el contrato que generen un alto compromiso del cumplimiento de los cronogramas, calidades y resultados esperados, para aumentar las probabilidades de éxito del proyecto.
- 7). Adopción de nuevas tecnologías: Se recomienda al Dirección de la ETCG generar estrategias de actualización para visor en conjunto con el Departamento de Registro y PRODEMI donde integre no solo una herramienta de visualización, sino que genere otros aspectos de valor como la integración de sistemas *indoor* con el cual se gestionen rutas de evacuación, localización de espacio internos, monitoreo de activos, prefactibilidades para nuevos desarrollos entre otros.
- 8). Se recomienda a la Dirección de la ETCG, PRODEMI y el Departamento de Registro de la UNA establecer un comité encargado de la actualización del geovisor donde haya participación los tres cuerpos universitarios: Docentes, Administrativos y Estudiantes asegurando que prive el bien mayor y las necesidades cambiantes dentro del entorno universitario.

7 Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y/o sostenible

El desarrollo sostenible hace énfasis en cómo la humanidad está viviendo hoy si queremos un futuro mejor teniendo en cuenta las necesidades actuales, pero sin comprometer el bienestar de las futuras apelando a la supervivencia de nuestra sociedad y de los recursos agotables del planeta donde vivimos

Lo que implica como sociedad llevar acabo aquellas acciones necesarias que no se centren en llenar las necesidades presentes, sino que también generar un impacto a largo plazo en positivo y aún más que sea de forma consciente

De acuerdo a lo que dice la ONU la misma ha establecido la importancia del desarrollo sostenible y para eso creo la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esta agenda alberga 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible que unen los tres pilares fundamentales para el desarrollo sostenible los cuales son: la economía, el desarrollo social y el medio ambiente. Pero también hace una advertencia del desarrollo insostenible y las repercusiones al planeta y todos los seres vivos, el desarrollo insostenible es la antípoda del sostenible y busca la gratificación inmediata sin pensar en los daños que causan a otras personas al planeta mismo (ONU, 2023)

Una parte fundamental del Desarrollo Sostenible en un proyecto es entender el impacto que genera y cómo afecta a los tres pilares fundamentales: equilibrar el crecimiento económico, promover el bienestar de las personas y la sociedad en general, y ser capaz de minimizar la huella ecológica y preservar el medio ambiente.

En la misma línea, el desarrollo regenerativo va más allá del concepto de sostenibilidad, adoptando una visión holística que implica un enfoque más integral donde se consideran todos los aspectos de un proyecto. El enfoque regenerativo busca comprender cómo interactúan todas las partes de un proyecto, y además de los pilares fundamentales mencionados anteriormente, también se incorporan otros tres pilares: espiritualidad, política y cultura. Esto

crea las condiciones para promover la regeneración, revitalización y bienestar tanto para las personas como para la naturaleza.

Para (Costa Rica Regenerativa, s.f.) define el desarrollo regenerativo como:

El desarrollo regenerativo reúne un conjunto de principios para transformar la relación de los seres humanos con los lugares donde habitan e interactúan, y así restaurar el equilibrio de los ecosistemas.

El desarrollo no se trata de riqueza financiera sino de la capacidad de colaborar con un planeta vivo y dinámico para generar sustento físico y emocional para todas las formas de vida. La verdadera riqueza se encuentra en el bienestar de la red de la vida.

A su vez el proyecto de fondo busca la inclusión social y la igualdad, contribuyendo a la apertura de conocimiento de todas las partes de la sociedad que puedan tener acceso a un dispositivo móvil con internet indiferentemente del lugar donde encuentren.

7.1 Relación del proyecto con los objetivos de Desarrollo Sostenible

Del 25 al 27 de septiembre del 2015 en Nueva York, Estados Unidos bajo la celebración de la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible se crea un documento llamado “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” lo que hoy en día conocemos como Agenda 2030 (Sociedades Sostenibles, s.f.).

La Agenda 2030 es el documento por el cual se plasman los objetivos de desarrollo sostenible donde se establecieron 17 objetivos y 169 metas desarrollando acciones a favor de las personas y el planeta.

La industria geoespacial ha venido teniendo un repunte en su implementación mayormente a nivel del Estado, donde por medio de visores municipales se da publicidad a los predios con los que cuenta un municipio en Costa Rica, si bien no se cuenta con un dato certero de cuantas municipalidades lo tiene implementado se podría decir que la gran parte

cuenta con visor, la capacidad de poder visualizar el ordenamiento territorial por medio de herramientas tecnológicas tiene estrecha relación.

Gran parte de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se basan en la tenencia de la tierra como recurso fundamental para la producción y prosperidad, aunque esto no siempre se mencione explícitamente. Los sistemas de información geoespacial desempeñan un papel crucial en garantizar la seguridad jurídica de estos terrenos. Al delimitar gráficamente las colindancias con los propietarios vecinos, brindan estabilidad y certeza sobre la propiedad del inmueble.

Es fundamental promover un uso adecuado de la tierra que evite la degradación. Algunas industrias, como la agropecuaria, la extracción de minerales para dispositivos eléctricos y la construcción, pueden ser especialmente dañinas para el suelo y el medio ambiente en general. Por lo tanto, es necesario contar con un plan de desarrollo que esté en armonía con la prosperidad del planeta y sus habitantes. El ordenamiento y la administración del territorio son herramientas esenciales para promover estos principios, y el uso de un visor geoespacial puede contribuir a restringir el acceso a ciertas áreas protegidas y visualizar digitalmente estas restricciones. Esto minimizaría el riesgo de cometer daños ambientales que podrían haberse evitado.

La combinación de información geoespacial y estadística puede colaborar en el desarrollo planificado de los territorios y en la identificación de áreas con carencias sociales como: pobreza, malnutrición, no acceso a la educación, contaminación en los mantos de agua, aumento en homicidios, suicidios y femicidios entre otros. Esto permitiría una gestión más efectiva de los recursos y una planificación más equitativa y sostenible.

En resumen, los sistemas de información geoespacial son herramientas valiosas para garantizar la seguridad jurídica de la tenencia de la tierra y promover un desarrollo sostenible orientado a los ODS. Es importante implementar un enfoque responsable en el uso de la tierra

y utilizar herramientas como los visores geoespaciales para minimizar los impactos ambientales negativos. La combinación de información geoespacial y estadística puede contribuir al desarrollo planificado de los territorios y mejorar la identificación de áreas con necesidades específicas en la sociedad.

- ODS 1 - Fin de la Pobreza: “Erradicar la pobreza extrema para todas las personas en todo el mundo para 2030 es un objetivo fundamental de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible” (Naciones Unidas, s.f.).

Relación con el proyecto: aunque el proyecto en sí no aborda directamente la pobreza debido al tipo de producto final, sí sirve como base para desarrollos similares en términos de ordenamiento territorial. Esto podría generar una distribución equitativa de las tierras estatales convirtiéndolas en unidades productivas, lo que potencialmente podría reducir los niveles de pobreza.”

- ODS 2 – Hambre Cero: “crear un mundo libre de hambre para 2030. El problema global del hambre y la inseguridad alimentaria ha mostrado un aumento alarmante desde 2015, una tendencia exacerbada por una combinación de factores” (Naciones Unidas, s.f.).

Relación con el proyecto: aunque el proyecto en sí no contribuye directamente a la disminución del hambre cero debido a su naturaleza, el desarrollo de nuevos visores geoespaciales podría ser una herramienta valiosa. Estos visores permitirían realizar un análisis espacial de los recursos agrícolas, como la calidad del suelo, la disponibilidad de agua y la distribución de cultivos. Esto ayudaría en la toma de decisiones para planificar y gestionar de manera más eficiente la producción alimentaria, lo que sí podría contribuir al objetivo de Hambre Cero.

- ODS 3 – Salud y Bienestar: “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. En los últimos años se han logrado grandes avances en la mejora de la salud de las personas” (Naciones Unidas, s.f.).

Relación con el proyecto: aunque el proyecto en sí no está directamente relacionado con este objetivo, es importante destacar que los visores geoespaciales han sido históricamente utilizados para la planificación y gestión de los servicios de salud. Un ejemplo notable es la vigilancia y análisis estadísticos de los contagios causados por el COVID-19, llevados a cabo por la Universidad Johns Hopkin (Johns Hopkins University, s.f.).

- ODS 4 – Educación de Calidad: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: el proyecto de plan de gestión plan de gestión de proyecto para la elaboración de un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional ayudara en la planificación y gestión de infraestructuras educativas y podría contribuir en el monitoreo y evaluación de la calidad educativa, el acceso equitativo a la educación y la promoción de la educación para el desarrollo sostenible.

- ODS 5 – Igualdad de Género: “Lograr la igualdad y empoderar a todas las mujeres y las niñas. La igualdad de género no solo es un derecho humano fundamental, sino que es uno de los fundamentos esenciales para construir un mundo pacífico, próspero y sostenible.” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: el proyecto promueve la participación equitativa de hombres y mujeres en los procesos de administración de los espacios territoriales.

- ODS 6 – Agua limpia y saneamiento: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. El acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene representan la necesidad humana más básica para el cuidado de la salud y el bienestar” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: aunque no es el enfoque principal de proyecto, el acceso a los SIG puede mejorar la conciencia sobre la importancia del agua potable y apta para consumo humano y el saneamiento de aguas residuales.

- ODS 7 – Energía Asequible y no Contaminante: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna es la clave para el desarrollo de la agricultura, las empresas, las comunicaciones, la educación, la sanidad y el transporte.” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: una correcta planificación de los espacios verdes y la infraestructura por medio de un visor geoespacial podría generar sitios donde la UNA genere alimentadores de energía a base de energía fotovoltaica y eólica por medio de la creación de escenarios virtuales, instalado infraestructura para ello.

- ODS 8 – Trabajo decente y Crecimiento Económico: “Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.

Diversas crisis amenazan gravemente la economía mundial. Se prevé que el crecimiento real del PIB mundial per cápita se desacelere en 2023” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: si bien el enfoque del proyecto no se centra directamente en este objetivo, es importante destacar que el desarrollo de un plan de gestión

podría generar un efecto positivo en actividades similares y crear oportunidades de crecimiento económico sostenible, especialmente en el campo de la ingeniería.

- ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. El crecimiento económico, el desarrollo social y la acción por el clima dependen en gran medida de las inversiones en infraestructuras, el desarrollo industrial sostenible y el progreso tecnológico” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: desde el visor geoespacial se podría fomentar la innovación en la gestión de la administración territorial de los espacios internos de la UNA.

- ODS 10 - Reducción de las Desigualdades: “Reducir la desigualdad en y entre los países. La desigualdad amenaza el desarrollo social y económico a largo plazo, frena la reducción de la pobreza y destruye el sentido de realización y autoestima de las personas.” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: al proporcionar acceso equitativo del visor medio de dispositivos móviles con acceso a internet, el proyecto contribuye a reducir las desigualdades en el acceso a la información de las comunidades rurales y urbanas.

- ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. La desigualdad amenaza el desarrollo social y económico a largo plazo, frena la reducción de la pobreza y destruye el sentido de realización y autoestima de las personas.” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: si bien el alcance del proyecto no se enfoca específicamente en aspectos territoriales, puede servir como un laboratorio para la

planificación de espacios urbanos de manera más organizada e implementar medidas ambientalmente sostenibles.

- ODS 12 – Producción y Consumo Responsables: “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, algo fundamental para sostener los medios de subsistencia de las generaciones actuales y futuras.” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: el objetivo no tiene una relación tácita con el proyecto ya que el objetivo hace mención sobre el consumo y la producción sostenible de los recursos.

- ODS 13 - Acción por el Clima: “El cambio climático se debe a las actividades humanas y amenaza la vida en la Tierra tal como la conocemos. Con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: El proyecto tiene la capacidad de incorporar medidas para mitigar el impacto ambiental a través del análisis de las islas de calor. Esto implica realizar un análisis previo que permita identificar áreas propensas a este fenómeno dentro de la comunidad universitaria, y con base en estos resultados, implementar medidas de mitigación para evitar su desarrollo.

Al realizar el análisis de islas de calor, se pueden identificar las zonas donde se concentra el calor y se generan altas temperaturas. Con esta información, se pueden tomar medidas como la plantación de árboles para proporcionar sombra, la instalación de techos verdes para reducir la absorción de calor, o el uso de materiales reflectantes en las superficies para disminuir la radiación térmica.

- ODS 14 - Vida Submarina: “Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos. La existencia humana y la vida en la Tierra dependen de unos océanos y mares sanos.” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: Este proyecto, aunque puede parecer el menos relacionado, tiene el potencial de generar un impacto positivo en los ecosistemas marinos al promover la planificación y gestión de espacios e infraestructura en la UNA. De esta manera, estaría contribuyendo al ODS 14. Además, dado que el sistema geoespacial no se limita únicamente al continente, también se podría replicar mediante la utilización de batimetría en los lechos marinos.

- ODS 15 - Vida de Ecosistemas Terrestres: “Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad. Busca proteger y restablecer los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener (...)” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: el fondo del proyecto considera primeramente la implicación que puede tener el ODS 15 ya que se pueden obtener datos números sobre el porcentaje de espacios verdes que aún queda en la UNA con la finalidad proteger y resguardar los ecosistemas terrestres.

- ODS 16 - Paz, Justicia e Instituciones Sólidas: “Promover sociedades pacíficas e inclusivas, facilitar el acceso a la justicia para toda la población y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: la capacidad de publicitar la información como parte de la estrategia de las instituciones del Estado en el tema de transparencia de datos colabora a reforzar este objetivo en la publicación de datos estadísticos georreferenciados.

- ODS 17 - Alianzas para lograr los objetivos: “Revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible solo se pueden conseguir con asociaciones mundiales sólidas y cooperación para garantizar que

nadie se quede atrás en nuestro camino hacia el desarrollo (...).” (Naciones Unidas, s.f.)

Relación con el proyecto: el proyecto podría fomentar alianzas entre organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para abordar de manera efectiva y sostenible la difusión de datos geoespaciales. Es importante tener en cuenta que algunos objetivos de desarrollo pueden estar más relacionados con el proyecto que otros, pero la mayoría de ellos tienen el potencial de ser influenciados de manera positiva por los resultados o contribuir a fortalecerlos desde una perspectiva ejemplificada por la promoción de nuevos visores geoespaciales. El potencial de impactar cualquier aspecto de la sociedad es enorme, y la relación entre el medio ambiente, la sociedad y la economía está estrechamente vinculada a través de datos georreferenciados.

7.2 Análisis del proyecto de acuerdo con el Estándar P5.

El Estándar P5 es una herramienta desarrollada por GPM Global que se utiliza para alinear los proyectos con la estrategia organizacional para la sostenibilidad. Este estándar se centra en los impactos de los procesos y entregables de los proyectos en el medio ambiente, la sociedad, la línea base corporativa y la economía local. (Carboni et al, 2018, p. 13) define “Los elementos de P5 describen las acciones que debe realizar un director de proyecto para entregar un proyecto sostenible de manera sostenible”.

Después de identificarlo, se pueden realizar mejoras que incrementen el efecto positivo y disminuyan los efectos negativos en los tres pilares esenciales: individuos, medio ambiente y prosperidad, asignándole una puntuación. La calificación se basa en el impacto potencial antes y después de la acción esperada. La escala utilizada para este análisis es:

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2: En desacuerdo

- 3: Neutral
- 4: De acuerdo
- 5: Totalmente de acuerdo.

En la siguiente figura 32 se muestra la matriz con el Análisis de Impacto P5.

Figura 32

Análisis de Impacto P5

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
2,1 Impactos del Producto							
2.1.1	Vida útil del producto	Al ser un elemento virtual que puede tener un impacto directo en la sostenibilidad a través de la toma de decisiones basadas en datos geoestadísticos, la vida útil del mismo está estrechamente relacionada con su capacidad para mantenerse actualizado.	No se considera como algo tangible, por lo que no se contempla la inclusión de elementos con orientación a la sostenibilidad.	3	Es importante integrar al menos una variable de sostenibilidad del área de estudio en el visor, donde se visualice al menos un indicador de sostenibilidad. Además, se debe evaluar si es necesario realizar correcciones para evitar la degradación del medio ambiente.	5	2
2.1.2	Mantenimiento del producto	El mantenimiento de producto podría implicar con alto operativos.	Un visor geoespacial desactualizado la única función que tendría es de antecedente histórico y perdería la función inicial.	4	Es recomendable generar un plan de actualización que se realice cada semestre antes de comenzar las clases. Este plan ayudaría a solucionar el riesgo de contar	5	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
					con información poco veraz y no confiable, ya que cada semestre el número de aulas cambia y la rotación estudiantil aumenta.		
2,2 Impactos de los Procesos (de Gestión de Proyectos)							
2.2.1	Eficacia de los Procesos del Proyecto	Realizar modificaciones en el diseño durante la ejecución del proyecto del visor geoespacial puede generar costos significativos.	Genera atrasos para la puesta en marcha lo que genera un costo en el presupuesto para el cliente	2	La versatilidad del sistema permite realizar modificaciones y correcciones durante la ejecución del visor sin que esto genere un impacto significativo en retrabajos, costos y tiempos. Esta capacidad mejora la eficacia del proceso de ejecución y control del proyecto.	3	1
2.2.2	Eficiencia de los Procesos del Proyecto	Que los riesgos asociados al clima se materialicen el día que de inicio la ejecución del proyecto	El día que se va a generar los vuelos inicie la época lluviosa.	4	El plan de vuelo debe tener una coordinación con el Instituto Meteorológico Nacional para identificar el	4	0

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría	Elemento						
					inicio de la época lluviosa.		
2.2.3	Equidad de los Procesos del Proyecto	No se tiene certeza en los costos asociados al proyectos indirectos y directos.	El costos del visor es mayor al presupuesto inicial	2	Hay una transparencia en los costos asociados al visor para que así haya claridad en los costos.	4	2
Promedio de Producto y Proceso				3,0		4,2	1,2

3 Impactos a las Personas (Sociales)							
3,1 Prácticas Laborales y Trabajo Decente							
3.1.1	Empleo y Dotación de Personal	Escasez de mano de obra calificada (personal de ingeniería capacitado en procesos geomáticos)	Contratación de personal no capacitado en tema de geomática que dificulte el desarrollo del trabajo	3	Realizar un perfil en específico para cumplir con los requerimientos del proyecto	4	1
3.1.2	Relaciones Laborales/de Gestión	Falta de políticas claras y comunicación efectiva entre el equipo de gestión del proyecto y el personal local.	Confusión en roles y responsabilidades, posibles conflictos y falta de compromiso	2	Definir los mecanismo de comunicación claros y transparentes. Capacitar al equipo de gestión en habilidades de comunicación y liderazgo.	4	2
3.1.3	Salud y Seguridad del Proyecto	Condiciones laborales contrarias a la ley	Alta rotación del personal por problemas no trabajados	2	Incentivar la contratación del personal de la	5	3

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
		(falta de prestaciones de ley y contratos por tiempo definido).			ingeniería con todos los derechos de ley		
3.1.4	Educación y Capacitación	Acceso limitado a oportunidades educativas	La poca cantidad en el país de profesionales en geomática imposibilitaría una efectiva implementación del proyecto.	2	Implementar programas de fortalecimiento de habilidades y competencias para el proyecto e integrar el acceso a material educativo.	4	2
3.1.5	Aprendizaje Organizacional	No se cuenta dentro de sus políticas el registro y desarrollo de conocimiento a través de las lecciones aprendidas en proyectos.	No se cuenta con un registro automatizado por proyecto para todo el equipo de proyecto cuente con estos insumos y no se promueva la eficiencia y eficacia en los procesos	4	Generar un banco de información de las lecciones aprendidas para que pueda ser consultada al inicio o en cualquier etapa del proyecto	5	1
3.1.6	Diversidad e Igualdad de Oportunidades	No se cuenta con políticas, reglamentos y directrices para fomentar la inclusión e igualdad de las minorías sociales (mujeres, población LGBTQ+, población indígenas).	No se generan espacios inclusivos	4	Generar jornadas de sensibilización a las personas como poder de toma de decisiones con la fin de tomar en cuenta en sus contrataciones personas con vulnerabilidad social.	5	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
3.1.7	Desarrollo de la Competencia Local	Depender de profesionales experto externos en lugar de construir capacidades en temas específicos a locales	Incremento en los ingresos de contratación ya que no hay expertos en el área que se requiere	3	Establecer programas de capacitación y fortalecimiento de las habilidades técnicas y desarrollar una conciencia sostenible.	5	2
3,2 Sociedad y Consumidores							
3.2.1	Apoyo de la Comunidad	Falta de participación a la comunidad universitaria	Resistencia al cambio y poco a poco del visor lo que decaería en desuso	2	Generar un plan de divulgación a la comunidad universitaria para generar sensibilidad sobre el visor.	5	3
3.2.2	Cumplimiento de Políticas Públicas	Cambios en las políticas universitarias pueden afectar la viabilidad y continuidad del proyecto.	Cancelar la ejecución del proyecto y posibles retrasos en la implementación por cambios en la administración superior de la universidad.	2	Establecer un equipo de monitoreo de políticas universitarias y adaptar estrategias según sea necesario. Generar enlaces fuertes con la Administración superior.	4	2
3.2.3	Protección para Pueblos Indígenas y Tribales	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		La protección de los pueblo originarios y sus culturas debe ser considerados en		

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
					cualquier proyecto.		
3.2.4	Salud y Seguridad del Consumidor	Se entrega un proyecto con calidades inferior a las planteadas	Se pone en riesgo la calidad de los entregables e indirectamente el riesgo a la población si se usa el visor para toma de decisiones importantes	1	Se deben implementar en todos los entregables necesarios parámetros de calidad para evitar riesgos por proyectos defectuosos o poco controlados	4	3
3.2.5	Etiquetado de productos y servicios	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		El producto no es de comercialización constante por lo que no hay una respuesta propuesta para el impacto		
3.2.6	Comunicaciones de Mercadeo y Publicidad	Que se incorporen aspectos asociados a la sostenibilidad en los proyectos geoespaciales	Que la información asociada con la publicidad del mercadeo del producto sea fácil y venda la ilusión de ser un producto con espíritu sostenible	2	Que la empresa cuente con acreditaciones y/o estándares asociados a la sostenibilidad	5	3
3.2.7	Privacidad del Consumidor	Que los datos geoestadísticos sean publicitados cuando se firmó una cláusula de privacidad de cierta información	Que los datos publicitados en el visor geoespacial filtren información sensible para la empresa	3	Que se establezca cláusula de castigo si la empresa filtra información sensible con algún perjuicio económico y penal.	4	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
3,3 Derechos Humanos							
3.3.1	No Discriminación	No se aplican políticas que prevengan la discriminación	No hay igualdad de oportunidades para todas las personas	4	La empresa aplica políticas que previenen y castigo a la discriminación por raza, credo, sexo y/o orientación sexual.	5	1
3.3.2	Trabajo de acuerdo a la edad	No se aplican políticas que prevengan la discriminación.	Se da el trabajo forzado a personas con cierta edad o mujeres y explotación infantil	4	La empresa aplica políticas públicas en materia de derechos humanos y laborar para evitar el trabajo infantil y forzado a personas con cierta edad	5	1
3.3.3	Trabajo Voluntario	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		El trabajo voluntario debe ser por decisión propia y que no exista coacción		
3,4 Comportamiento Ético							
3.4.1	Prácticas de Adquisiciones	Se utiliza el costo como criterio de selección de proveedores	Que haya un favoritismo a ciertas empresas solo por brindar costos menores.	4	Se debe generar un plan de adquisición de los recursos donde múltiples criterios de selección de acuerdo al tipo de bien que se	5	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
					quiere adquirir pero además incluir parámetros sociales.		
3.4.2	Anti-corrupción	Se promueven prácticas de lucro ilícito como sobornos o compensaciones para beneficiar un producto determinado.	La ética y la moral de las empresas se ve comprometida además que se compromete la calidad del producto final.	4	La empresa comercializadora de equipos topográficos y software especializados promueve y aplica políticas de anticorrupción y tiene una tolerancia cero cuando algún colaborador incurra en un delito de este tipo.	5	1
3.4.3	Competencia Leal	Se promueva la competencia desleal para la compra o venta de ciertos servicios o equipos.	La empresa que promueva una competencia desleal podría generar causas legales en su contra por medio de una denuncia judicial.	4	La empresa busca la participación del mercado proveedor bajo una competencia leal y rechaza toda aquella actividad que lo incite a una compra inadecuada de productos beneficiando a un solo proveedor.	5	1

Categoría	Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría						
Elemento						
Promedio de las Personas			2,9		4,6	1,7

4 Impactos al Planeta (Ambientales)

4,1 Transporte

4.1.1	Adquisiciones Locales	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4.1.2	Comunicación Digital	Reunión con el cliente	Aumento del consumo de energía y emisiones de carbono.	3	Adoptar a proveedores de servicios de comunicación digital con políticas ambientales y que implementen prácticas de reducción de energía.	5	2
4.1.3	Viajes y Desplazamientos	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4.1.4	Logística	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		

4,2 Energía

4.2.1	Consumo de Energía	Uso intensivo de energía eléctrica para operaciones y actividades del proyecto	Aumento del consumo de recursos energéticos no renovables y al ser un proyecto alojado en un servidor el mismo debe estar siempre encendido	3	Implementar medidas de eficiencia energética, como el uso de equipos energéticamente eficientes.	4	1
-------	--------------------	--	---	---	--	---	---

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
4.2.2	Emisiones CO2	Emisiones de dióxido de carbono (CO2) derivadas de la combustión de combustibles fósiles y actividades industriales asociadas la construcción de los sistemas computaciones como servidores de alojamiento de la información .	Contribución al cambio climático y sus impactos asociados, como condiciones climáticos extremos y pérdida de biodiversidad producto de la minería y la extracción de litio.	3	Implementar estrategias para reducir las emisiones de CO2, como la optimización de procesos, la promoción del transporte sostenible como los vehículos de hidrogeno	5	2
4.2.3	Retorno de Energía Limpia	Uso de tecnologías y prácticas que favorecen la generación de energía limpia y renovable	Reducción de la huella de carbono y dependencia de recursos energéticos no renovables.	3	Fomentar prácticas de gestión energética eficiente dentro de la industria geoespacial.	4	1
4.2.4	Energía Renovable	Uso de fuentes de energía renovable, como solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica entre otras.	Reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia de combustibles fósiles.	3	Invertir en infraestructura y tecnologías de energía renovable. Ya per se la matriz energética de Costa Rica mayormente es de energías renovables	5	2
4,3 Tierra, Aire y Agua							
4.3.1	Diversidad Biológica	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
4.3.2	Calidad del Aire y el Agua	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4.3.3	Consumo de Agua	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4.3.4	Desplazamiento del Agua Sanitaria	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4,4 Consumo							
4.4.1	Reciclaje y Reutilización	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4.4.2	Disposición	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4.4.3	Contaminación y Polución	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
4.4.4	Generación de Residuos	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
Promedio del Planeta				3,0		4,6	1,6

5 Impactos a la Prosperidad (Económicos)							
5,1 Análisis del Caso de Negocio							
5.1.1	Modelado y Simulación	Se revisan las simulaciones para analizar la mejor alternativa	La simulación permite elegir objetivamente la opción que represente mayores beneficios para el proyecto	2	El uso de nuevas tecnologías de navegación satelital mas eficientes y con menor consumos energético reduce los costos operacionales lo que se refleja en costo y tiempo	4	2
5.1.2	Valor Presente	Se presupuesta la cantidad de dinero necesaria para el desarrollo	El valor presente es mayor al presupuesto, por lo que se reduce el alcance de la obra debido a los	3	Establecer una estimación de costos con imprevisto da	4	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
		del proyecto y se estima el valor presente. Inflación afecta el valor presente de los flujos de efectivo futuros del proyecto.	cambios en los índices de los precios.		mayor estabilidad económica al proyecto		
5.1.3	Beneficios Financieros Directos	Falta de financiamiento puede afectar la viabilidad del proyecto a largo plazo cuando sea necesario iniciar con el proceso de mantenimiento y actualización.	Interrupción en la ejecución o el mantenimiento del proyecto debido a la falta de fondos, puede resultar en la cancelación del proyecto o en la disminución de la calidad de los resultados finales y las desactualización del visor.	2	Reunir esfuerzos dentro de la institución para evitar que el proyecto fracase económicamente o cuando se deban generar actualizaciones al sistema,	4	2
5.1.4	Retorno sobre la Inversión	El ROI se calcula para analizar la viabilidad del proyecto	Altos costos de producción del visor geoespacial pueden generar un ROI menor y poco atractivo	3	Al tener mayores beneficios directos y menores costos del proyecto hace que el uso de la herramienta sea mas atractiva	4	1
5.1.5	Relación Beneficio-Costo	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
5.1.6	Tasa Interna de Retorno	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
5,2 Agilidad del Negocio							
5.2.1	Flexibilidad/Opcionalidad	Se dan cambios de diseño dentro del proceso de creacion	El costo generado por estos cambios es alto	3	Se debe generar historias de usuario solidad para conocer las expectativas del	4	1

Categoría		Descripción (Causa)	Impacto Potencial	Puntuación de impacto Antes	Respuesta propuesta	Puntuación de Impacto Después	Cambio
Subcategoría							
Elemento							
					patrocinador antes de iniciar el proceso de ejecución del proyecto.		
5.2.2	Flexibilidad del Negocio	Hay muchos competidores en el mercado geoespacial	Se deba reducir los costos y sacrificar las ganancias	2	Generar ventajas de sostenibilidad que otras empresas no ofrecen podría representar un criterio de selección solido.	4	2
5,3 Estimulación Económica							
5.3.1	Impacto Económico Local	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
5.3.2	Beneficios Indirectos	No hay efecto en este apartado	No hay efecto en este apartado		No hay efecto en este apartado		
Promedio de Prosperidad				2,5		4,0	1,5
Promedio General				2,9		4,5	1,6

Nota: Plantilla de Análisis de Impacto P5. GPM 2023. Tomado de plantilla facilitada por la UCI, 2023. Completada por el autor.

7.3 Relación del proyecto con las dimensiones del Desarrollo Regenerativo

El desarrollo regenerativo es holístico, no compartimentalizado, los seis pilares son dinámicos y se entremezclan en un holismo verdadero, coevolucionando permanentemente (Muller, 2016). A continuación, se realiza la validación del producto del proyecto en el campo del Desarrollo Regenerativo para cada uno de los seis pilares de la regeneración.

- **Ambiente**

“La regeneración de paisajes funcionales es el punto de partida, pues de esto depende alcanzar un espacio seguro para que los seres vivos podamos seguir existiendo en el planeta” (Costa Rica Regenerativa, s.f.).

¿Cómo mi proyecto está diseñado para restaurar lo que ya ha sido dañado a nivel ambiental?

El visor geoespacial puede incluir herramientas para el monitoreo y seguimiento de proyectos de restauración ambiental. Esto podría implicar la recopilación de datos en tiempo real sobre la evolución de los ecosistemas restaurados, como la cobertura vegetal, la calidad del agua o la presencia de especies clave. Estos datos pueden ayudar a evaluar el progreso de la restauración y realizar ajustes si es necesario.

- **Social**

“Un desarrollo social regenerativo se basa en un tejido social equitativo, diverso y verdaderamente participativo, enfocado en crear redes de cuidado mutuo y de reciprocidad con el medio ambiente que nos sostiene” (Costa Rica Regenerativa, s.f.).

¿Cómo mi proyecto promueve una vida digna a todos los habitantes del planeta? – según ODS

El Objetivo 9 de los ODS busca construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. Al utilizar la tecnología geoespacial para construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación, el proyecto puede contribuir a mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas, no solo a nivel local, sino también a nivel global. La generación de información

geoespacial actualizada y confiable, así como su uso para apoyar la toma de decisiones en todos los campos de la gestión pública y privada, puede tener un impacto significativo en la promoción de una vida digna para todos los habitantes del planeta.

- **Económico**

“Busca una economía inclusiva y justa que agregue valor a nuestros paisajes y cuyos indicadores sean el bienestar y plenitud de nuestra sociedad humana y no humana” (Costa Rica Regenerativa, s.f.).

¿Cómo mi proyecto disminuye la brecha económica?

Al generar un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional de Costa Rica, el proyecto puede contribuir a la transparencia y la participación ciudadana en la gestión de la infraestructura. Esto puede permitir una mejor planificación y asignación de recursos, así como una mayor eficiencia en la ejecución de proyectos de infraestructura. Al mejorar la gestión de la infraestructura, se pueden generar empleos, impulsar el crecimiento económico y reducir la brecha económica en el país.

- **Espiritual**

“Se refiere al cambio interior necesario para relacionarnos con la red de la vida desde una conciencia plena de verdadera interconexión” (Costa Rica Regenerativa, s.f.).

¿Cómo mi proyecto fomenta espacios de descanso y meditación?

A través del visor geoespacial, los usuarios de la universidad podrán identificar las zonas verdes sin construir dentro del campus universitario. Estas áreas pueden ser promovidas y resaltadas como espacios potenciales para la creación de áreas de descanso y meditación, además permite a través de este pilar regenerativo que la administración de la universidad readece los espacios verdes propiciando espacios mas adecuados para generar una interconexión entre el ser y la naturaleza.

- **Cultural**

“Este pilar busca cultivar el conocimiento de la historia natural y cultural local para generar un desarrollo que responda a la esencia y autenticidad de cada lugar” (Costa Rica Regenerativa, s.f).

¿Cómo se involucra o excluye el conocimiento de las personas adultas mayores?

La brecha tecnológica puede excluir a las personas adultas mayores del acceso y uso de tecnologías digitales, lo que puede dificultar su participación en el uso del visor geoespacial.

Las personas adultas mayores pueden tener menos experiencia y conocimiento en el uso de dispositivos digitales y aplicaciones. Esto puede dificultar su capacidad para utilizar el visor geoespacial de manera efectiva, pueden experimentar dificultades para ver o leer la información en una pantalla digital debido a problemas de visión, algunas personas adultas mayores pueden experimentar cambios cognitivos relacionados con el envejecimiento, como la disminución de la memoria o la atención. Estos cambios pueden dificultar la comprensión y el uso del visor geoespacial.

- **Política**

“Busca promover la transparencia, la ética y el conocimiento ciudadano para fomentar democracias participativas plenas y no sólo electorales” (Costa Rica Regenerativa, s.f).

¿Cómo mi proyecto involucra o excluye la voz de las personas autóctonas de la zona en la que se desarrolla sin importar su nivel o clase social?

Al utilizar el visor geoespacial, las personas autóctonas pueden explorar y comprender mejor la infraestructura existente en su entorno. Esto les brinda la oportunidad de tener una voz en la planificación y el desarrollo de la universidad, ya que pueden identificar áreas de interés o preocupación y expresar sus opiniones y necesidades. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la exclusión digital y la brecha tecnológica pueden dificultar la participación de las personas autóctonas en el uso del visor geoespacial.

Lista de Referencias

- Arauz Rodríguez, S. (01 de julio de 2019). *Revista CFIA*. Obtenido de El Mapa Catastral : <https://revista.cfia.or.cr/el-mapa-catastral/>
- Área Planificación Estratégica. (s. f.). Metodología de Gestión de proyectos de AGESIC [Diapositiva PowerPoint]. <https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/sites/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/files/documentos/publicaciones/Presentacion%20curso%20GP.pdf>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica* (Vol. Vol. 6). Caracas: EDITORIAL EPISTEME, C.A. Obtenido de <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Atlassian. (s.f.). Comprensión de las fases de la gestión de proyectos. Obtenido de <https://www.atlassian.com/es/work-management/project-management/phases#:~:text=El%20ciclo%20de%20vida%20de,super%C3%A9is%20los%20proyectos%20m%C3%A1s%20complicados.>
- Carboni, J., Duncan, W., González, M., Milson, P. y Young, M. (2018) *Gestión de Proyectos Sostenibles: La Guía de Referencia de GPM*. GPM Global.
- Centro de Investigación y Capacitación en Administración Pública (28 de enero de 2017) *¿cómo dar una retroalimentación efectiva para la mejora de los equipos de trabajo?* CICAP. <https://cicap.ucr.ac.cr/como-dar-una-retroalimentacion-efectiva-para-la-mejora-de-los-equipos-de-trabajo/>
- Cifuentes, P, y Londoño, J. (1 de mayo de 2010). *Análisis del crecimiento urbano: Una aproximación al estudio de los factores de crecimiento de la Ciudad de Manizales como aporte a la planificación*. Gestión y Ambiente, 53-66. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169419998004.pdf>
- CFIA (2024). Horas profesionales. <https://cfia.or.cr/descargas/2020/dep/hora-profesional.pdf>
- Comité de Expertos para la Administración de Información Geoespacial de la ONU (2019). *Marco Global Estadístico y Geoespacial*. Obtenido de https://ggim.un.org/documents/GSGF-Post_Consultation_080719_Spanish_final_version.pdf
- Cortés, M., & Iglesias, M. (2004). Generalidades sobre Metodología de la Investigación. Ciudad del Carmen: Universidad Autónoma del Carmen. Obtenido de https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
- Costa Rica Regenerativa, desarrollo regenerativo. (s. f.). Costa Rica Regenerativa. <https://www.costaricaregenerativa.org/>
- Dharma Consulting . (21 de junio de 2023). *Análisis de Supuestos y Restricciones: Manteniendo la coherencia y la integridad en la gestión de proyectos*. Obtenido de <https://dharmacon.net/2023/06/21/analisis-de-supuestos-y-restricciones-coherencia-integridad-gestion-proyectos/>
- El Economista . (29 de noviembre de 2023). *¿Cuáles son las 5 profesiones tecnológicas con mayor demanda en Latinoamérica?* Obtenido de <https://www.eleconomista.net/actualidad/Cuales-son-las-5-profesiones-tecnologicas-con-mayor-demanda-en-Latinoamerica-20231129-0018.html>

- Erbas, D. A. (abril de 2012). Catastros 3D aplicados a la definición de políticas de suelo. Obtenido de <https://www.lincolnst.edu/es/publications/articles/catastros-3d-aplicados-la-definicion-politicas-suelo>
- Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. (s.f.). Misión y Visión. Recuperado el 26 de mayo de 2024, de <https://www.etcg.una.ac.cr/index.php/quienes-somos/mision-y-vision>
- Esri . (2015). Harvard Integrates 3D Campus Maps with ArcGIS. Obtenido de <https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/harvard-integrates-3d-campus-maps-with-arcgis/>
- GISSER. (s.f.). *Historia de Google Earth Pro: Descubriendo el Mundo a Través de la Tecnología*. Recuperado el 19 de 05 de 2024, de <https://gisser.tech/historia-de-google-earth-pro-descubriendo-el-mundo-a-traves-de-la-tecnologia/#:~:text=de%20la%20geograf%C3%ADa,-,La%20historia%20de%20Google%20Earth%20Pro,im%C3%A1genes%20satelitales%20en%20tiempo%20real>.
- Harvard University. (s.f.). *Harvard University Campus Map*. Obtenido de <https://mapprod.cadm.harvard.edu/portal/apps/indoors/index.html?appid=2c3969f8d1b14147920610a68f6db713#>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. 6 to). Canadá: MCGRAW-HILL. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Johns Hopkins University. (s.f.). *COVID-19 Dashboard*. Recuperado el 11 de junio de 2024, de <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
- López, A. y Lankenau, D. (2017). *Administración de proyectos. La clave para la coordinación efectiva de actividades y recursos*. Pearson Educación de México.
- Lledó, P. (2017). *Administración de proyectos: El ABC para un Director de proyectos exitoso* (6ta, ed ed.). USA.
- Maranto, M., & Gonzáles , M. (2015). *Fuentes de Información* . Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo .
- Martínez, M. (31 de agosto de 2023). *Enfoque híbrido: una tendencia emergente en gestión de proyectos*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/enfoque-h%C3%ADbrido-una-tendencia-emergente-en-gesti%C3%B3n-de-mariana/?originalSubdomain=es>
- Martins, J. (2024, 9 febrero). *Project charter: qué es y cómo crearlo con una plantilla* [2024] Asana. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/project-charter>
- Martins, J. (2024, 9 febrero). *Cómo documentar las lecciones aprendidas en la gestión de proyectos*• Asana. Obtenido de. <https://asana.com/es/resources/lessons-learned>

- Muller, E. (2016). Desarrollo regenerativo ante el cambio global, garante de un futuro económico, social y ambiental. Universidad para la Cooperación Internacional.
- Naciones Unidas. (s.f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible Costa Rica. Obtenido de <https://ods.cr/es/17-objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- ONU. (8 de agosto de 2023). *¿En qué consiste el desarrollo sostenible?* Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2023/08/what-is-sustainable-development/>
- PMI. (s.f.). Obtenido de https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/ethics/pmi-code-of-ethics.pdf?rev=bee05c08efdd402c9a87fc749dcb88c9&sc_lang_temp=es-ES
- Project Management Institute, Inc. (2017). *Guía del PMBOK* (6ta, ed ed.). Newtown Square, Pennsylvania, E.E.U.U. : Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute, Inc. (2021). *Guía del PMBOK*. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 , USA: Project Management Institute, Inc.
- Ramos, D. (s. f.). Plantillas gratuitas de gestión de cambios. Smartsheet. <https://es.smartsheet.com/free-change-management-templates>
- Redondo Salas, A. (10 de julio de 2017). *La esquina de la gestión*. Obtenido de <https://alredsa.blogspot.com/2017/07/ciclo-de-vida-de-proyectos-clasico.html>
- Registro Nacional de Costa Rica. (s.f.). *Historia. Recuperado el junio de 2024, de* http://www.registronacional.go.cr/catastro/catastro_nacional_historia.htm
- Rimolo Donadio, R.,Arriola Valverde, S.,Umaña Soto,J.,López-Sampson, A.,Sepúlveda, N.,Villalobos Avellán, L., Monge Mora, L.,Somarriba, E., (2021), *Fotogrametría digital con sistemas aéreos no tripulados para el análisis de sistemas agroforestales*. CATIE Costa Rica.
- Rodriguez, N. (s.f.). *El enfoque híbrido como una opción para la gestión de proyectos*. (D. G. Sanchis, Entrevistador) Levante , España : Project Management Institute,. Obtenido de <https://pmi-levante.org/entrevista-gestion-hibrida/>
- Rodríguez, Andrés. y Pérez, Alpio. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento, 180-199. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rojas, J. L. (2024). *Metodología para la gestión de proyectos de asesoría técnica para la instalación del sistema constructivo tipo emparedado con base en una malla metálica tridimensional con relleno de poliestireno expandido* [Tesis de maestría, Universidad para la Cooperación Internacional Costa Rica]. Repositorio Institucional – Universidad para la Cooperación Internacional Costa Rica.
- Sánchez, M. (febrero de 2021). Creación de un visor geoespacial para el campus Omar Dengo. (J. Calvo, Entrevistador)
- Semanario Universidad. (20 de julio de 2022). *Población estudiantil en universidades públicas creció 15.73% entre el 2017 y 2022*. Obtenido de <https://semanariouniversidad.com/universitarias/poblacion-estudiantil-en->

universidades-publicas-crecio-1573-entre-2017-y-2022/#:~:text=La%20matr%C3%ADcula%20en%20las%20universidades,por%20cada%20casa%20de%20ense%C3%B1anza

Sistema Costarricense de Información Jurídica (18 de noviembre de 2019). *Creación de la Infraestructura de datos espaciales de Costa Rica N° 42120-JP*. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90558&nValor3=119341¶m2=1&strTipoM=TC&lResultado=1&strSim=simp

Scrum Manager BoK. (19 de diciembre de 2023). *Gestión predictiva*. Obtenido de https://www.scrummanager.com/bok/index.php/Gesti%C3%B3n_predictiva

Southern New Hampshire University . (29 de agosto de 2022). *¿Qué es la administración de proyectos y cuáles son sus fases?* Obtenido de <https://es.snhu.edu/noticias/que-es-la-administracion-de-proyectos-y-cuales-son-sus-fases>

Sociedad Sostenible. (s.f.). *¿Cómo surgieron son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?* Recuperado el 2024, de <https://sociedadssostenible.co/como-surgieron-son-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Universidad Isabel I. (26 de agosto de 2022). *¿Qué es la estrategia empresarial y para qué sirve?* (Facultad de Ciencias Jurídicas y Económicas) Obtenido de <https://www.ui1.es/blog-ui1/que-es-la-estrategia-empresarial-y-para-que-sirve>

Universidad Latina de Costa Rica. (22 de julio de 2020). *Importancia de la estrategia empresarial y su aplicación*. Obtenido de <https://www.ulatina.ac.cr/articulos/importancia-de-la-estrategia-empresarial-y-su-aplicacion>

Universidad Nacional de Costa Rica. (2017). *Metodología para el seguimiento al Plan de Medio Plazo Institucional (PMPI) 2017-2021*. Universidad Nacional de Costa Rica , Área de Planificación , Heredia. Obtenido de <https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/7758/METODOLOGI%20c%81A%20SEGUIMIENTO%20PMPI%202017-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexos

Anexo 1: ACTA (CHÁRTER) DEL PFG

ACTA DE LA PROPUESTA DE PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

1. Nombre del (de la) estudiante

Joseph Calvo Acuña

2. Nombre del PFG

Plan de gestión para la elaboración de un visor geoespacial de la infraestructura de la Universidad Nacional.

3. Área temática del sector o actividad

Ingeniería en Geomática / Sistemas de Información Geoespacial / Tecnología

4. Firma de la persona estudiante

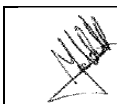
JOSEPH
ALBERTO
CALVO ACUÑA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por JOSEPH ALBERTO
CALVO ACUÑA
(FIRMA)
Fecha: 2024.05.05
12:35:38 -06'00'

5. Nombre de la persona docente SG

Yorlenny Hidalgo Morales

6. Firma de la persona docente



7. Fecha de la aprobación del Acta:

09-05-2024

8. Fecha de inicio y fin del proyecto

--	--

9. Pregunta de investigación

¿Cuáles factores de la administración de proyectos deben considerarse en la iniciación, planeación y recomendaciones de ejecución del proyecto de desarrollo de un visor geoespacial para la Universidad Nacional que contribuyan al éxito del mismo?

10. Hipótesis de investigación

Es factible la elaboración plan de gestión adecuado para el desarrollo del visor geoespacial, donde se podrían obtener mejoras en la gestión, administración y toma de decisiones del proyecto.

11. Objetivo general

Desarrollar un plan de gestión de proyectos para la implementación de un visor geoespacial en 3D de Infraestructura del Campus Omar Dengo de la UNA, con el fin de mejorar la toma de decisiones.

12. Objetivos específicos

1. Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.
2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto.
3. Definir cómo se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado.

13. Justificación del PFG

Actualmente, ninguna de las cinco universidades estatales de Costa Rica cuenta con un Visor Geoespacial de Infraestructura en 3D, si bien se conoce de varios entes del gobierno que han tratado de hacer una implementación de dicha metodología de visualización de datos geoespaciales, los costos operativos y de mantenimiento posterior a la implementación son altos. La Universidad Nacional sería la primera en contar con un sistema en línea de este tipo, abierto a cualquier usuario.

La unificación de la información como herramienta para un ágil acceso a la misma, tendría un efecto positivo en la comunidad usuaria de la universidad, ya que vendrá a solucionar problemas comunes como llegadas tardías a clases por pérdida de estudiantes nuevos o regulares dentro del Campus Omar Dengo y personas en general que no conocen en su totalidad la geolocalización de la infraestructura del Campus Omar Dengo a través de cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet y buscador web. Además, será un insumo para las autoridades universitarias ya que se podrá gestionar planes de atención al riesgo, planificación física para nuevos desarrollos, control y ubicación de infraestructura y espacios verdes en el sistema de coordenadas oficiales para Costa Rica.

El desarrollo de este plan de gestión de proyectos permitirá brindar una línea para la innovación en cuanto a geotecnologías se refiere y abriría camino para nuevos avances de la mano con la gestión de proyectos de modo que los profesionales encargados de estos proyectos puedan tener una guía siguiendo las buenas prácticas de administración de proyectos.

Debes incluir una lista de beneficios que se tendrán al implementar este proyecto

14. Estructura de desglose de trabajo (EDT). En forma tabular, que describa el entregable principal y los secundarios -productos o servicios que generará el PFG-.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. PFG <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Perfil del PFG <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1 Acta de Proyecto-Investigación bibliográfica preliminar 1.1.2 Acta de Proyecto-EDT-Cronograma 1.1.3 Marco Teórico I Parte 1.1.4 Marco Teórico II Parte 1.1.5 Marco Metodológico 1.1.6 Introducción 1.1.7 Documento integrado 1.1.8 Revisión Documento integrado 1.1.9 Seminario de Graduación aprobado 1.2 Desarrollo del PFG <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1 Identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final. <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1.1 Confección del acta de constitución 1.2.1.2 Análisis de involucrados 1.2.1.3 Definición del producto final 1.2.2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto 1.2.3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado <ol style="list-style-type: none"> 1.2.3.1 Propuesta de procesos, técnicas para la control y monitoreo del proyect. 1.2.3.2 Definición de parámetros de aceptación de entregables 1.2.4. Desarrollar un plan de implementación para la puesta en marcha del proyecto propuesto por parte de la ETCG <ol style="list-style-type: none"> 1.2.4.1 Diseño de capacitación para el plan de gestión 1.2.4.2 Ventajas del plan gestión para el proyecto de fondo 1.2.4.3 Lecciones aprendida para nuevos desarrollos 1.2.5 Conclusiones 1.2.6 Recomendaciones 1.2.7 Listas de referencias 1.2.8 Anexos 1.2.9 Aprobación del tutor para lectura 1.3 Asignación de lectores 1.4 Revisión de lectores 1.5 Correcciones a lectores 1.6 Evaluación |
|---|

15. Presupuesto del PFG

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
1	Impresión y encuadernado	1	Global	¢100,000	¢100,000.00
2	Internet	4	meses	¢19,900	¢79,600.00
3	Licencia de MS Visio	4	meses	¢8,000	¢32,000.00
4	Licencia de MS Project	1	Global	¢80,000	¢80,000.00
5	Visitas a campo	2	global	¢50,000	¢100,000.00
TOTAL					¢391,600.00

El presupuesto se estimó en colones CRC costarricenses.

16. Supuestos para la elaboración del PFG

1. Se cuenta con el apoyo de los interesados para el intercambio de información, así como en las diferentes dependencias.
2. Los recursos bibliográficos necesarios para la ejecución de proyecto estarán disponibles.
3. Se contará con la información necesaria para poder desarrollar el plan de gestión.
4. Se cuenta con el recurso económico necesario para el desarrollo de la propuesta de plan de gestión.
5. Se cuenta con la tecnología y las herramientas para el desarrollo del producto.

17. Restricciones para la elaboración del PFG

1. El tiempo máximo para el desarrollo del proyecto son 16 semanas.
2. Falta de compromiso de los interesados al momento de solicitar información.
3. Hay poca información en el país sobre el tema en específico.
4. Se cuenta con 15 horas semanales por parte del investigador para desarrollar el tema en tutorías
5. El producto desarrollado debe ser compatible con la tecnología actual con que cuenta la institución para su compatibilización.

18. Descripción de riesgos de la elaboración del PFG

1. Si existen factores laborales que impidan a la realización del proyecto en las 16 semanas máximas estipuladas podría retrasar la entrega del PFG, impactando el tiempo del PFG.
2. Si no se define bien el alcance y los resultados esperados podría haber un reclamo y la no aceptación del proyecto por parte de los interesados impactando el costo.
3. Si la universidad Nacional deja de pagar el servicio de *map services* basado en la nube y adquiriera otro tipo de licencia podría no ser compatible con el software de diseño impactando la calidad del entregable final.
4. Si hay limitaciones propias del servicio contratado por la universidad al no permitir la innovación, siendo un servicio básico podría limitar la compatibilidad con el proyecto afectado el tiempo, costo y calidad del producto.

19. Principales hitos del PFG

Entregable	Fecha estimada de finalización
1.1.9 Seminario de Graduación aprobado	21-06-2024
1.2.9 Aprobación del tutor para lectura	12-11-2024
1.3 Aprobación de lectores	19-12-2024
1.4 Evaluación	20-12-2024

20. Marco teórico

20.1 Estado de la cuestión

La situación actual de la UNA es que no cuenta con una herramienta que contribuya al estudiante a ubicarse geoespacialmente dentro del campus. El problema principal por abordar es la generación e implementación de un visor en 3D del Campus Omar Dengo.

Actualmente, la UNA no cuenta con ningún plan de acción con respecto a este tema. Incluso, no dispone de señalización de centros, facultades y/o escuelas en algunos lugares, lo que dificulta aún más la localización de los edificios.

El departamento de PRODEMI de la UNA, como ente encargado de las mejoras de los edificios, tampoco se ha preocupado por este tema, lo que dificulta el tránsito por la universidad día a día.

La UNA es una entidad dinámica que cambia semestre tras semestre, y con ello la asignación de los espacios para los estudiantes. Después del COVID-19, los edificios entraron en condiciones de deterioro, ya que no recibieron el mantenimiento adecuado debido al cierre de la UNA durante dos años. Es por esta razón es que la rotulación vertical se perdió o sufrió algún daño. El visor propone adaptarse al dinamismo de la universidad y fortalecer ciertas áreas descuidadas por la administración superior.

20.2 Marco conceptual básico

Plan de gestión.
Proyectos.
Metodología de proyectos.
Administración de Proyectos.
Teoría de la calidad.
UNA.
Áreas de conocimiento.
Visor Geoespacial.
Planificación.
ETCG

20 Marco metodológico

Objetivo	Nombre del entregable	Fuentes de información	Métodos de investigación	Herramientas	Restricciones
1 identificar los procesos de inicio para hacer una descripción de alto nivel del proyecto y la definición del producto final.	Documentos de diseño de procesos de iniciación: acta de constitución, matriz de interesados y líneas base para el control del proyecto.	Primarias: - Entrevistas - Reuniones - Normativa institucional - Bases datos institucionales Secundarias: - Guías de fundamentos, prácticas y metodologías. - Repositorio de base de datos de UCI - Tesis de investigación.	Analítico: Se descompusieron los procesos de inicio del proyecto para evaluarlos posteriormente de forma integral Inductivo: No aplica Deductivo: Se partió de teoría en proyectos para la identificación de los requisitos	- Reuniones - Entrevista - Técnicas de recopilación de datos - Acta de constitución	La disponibilidad de los expertos a entrevistar es limitada.

			iniciales y la definición del producto final.		
2. Desarrollar el plan integral del proyecto con el fin estructurar su ejecución y asegurar el éxito del proyecto	Documento de diseño de procesos de planificación y ejecución: plan de gestión del proyecto que contiene elementos de las áreas del conocimiento necesarios para la planificación y ejecución del proyecto.	Primarias: - Entrevistas - Bases datos institucionales - Normativa institucional Secundarias: (PMI, 2021) (PMI, 2017) - Fundamentos teóricos, investigaciones en páginas de internet, libros y tesis de investigación - Grupos de procesos: una guía práctica	Analítico: Se descompusieron los procesos para el desarrollo del plan integral del proyecto para la definición de cada una de las líneas base para luego evaluar el proceso posteriormente de forma integral. Inductivo: Se exploraron las necesidades del proyecto por medio de revisión de literatura científica y estudios previos	- Reuniones - Entrevista - Juicio experto - Técnicas de análisis de datos - Análisis de procesos	- Que haya una diferencia de criterios técnicos, administrativos y científicos al momento de desarrollar el plan de gestión y los insumos fotogramétricos, geodésicos y geomáticos con los interesados del proyecto. - Puede existir cambios en el proceso de planificación solicitados por los interesados como también cambio de expectativas de estos.

			para identificar patrones en la gestión integral de proyectos. Deductivo: Se establecieron los principios generales sobre la gestión de proyectos y el cómo se desarrolló el plan integral de proyectos		
3. Definir como se realizará el control sobre los entregables del proyecto con el fin de verificar que se cumpla con lo solicitado	Documento con recomendaciones de procedimientos para el monitoreo y control del proyecto: plan para la dirección del proyecto contiene los procesos necesarios para realizar el monitoreo, control y cierre del proyecto.	Primarias: - Reuniones - Bases datos institucionales - Estándares y métodos de control de calidad Indicadores Secundarias: - Grupos de procesos: una guía práctica (PMI, 2017)	Análítico: Se descompusieron los procesos de control sobre los entregables del proyecto para la determinación de los procedimientos, técnicas y herramientas necesarios para desarrollar estas actividades	- Reuniones. - Retroalimentación - Análisis de procesos - Juicio experto	El proyecto carezca de una definición clara de los entregables y un control efectivo sobre los mismos, lo que generaría un descontento por parte de los interesados en relación a la definición inicial de los productos.

		• Artículos de internet • Repositorio de base de datos de UCI	Inductivo: No aplica Deductivo: Se establecieron las bases teóricas para el control de los entregables de acuerdo a la identificación estándares de controles y si fueron aplicables a planes de gestión.		
--	--	---	---	--	--

21 Validación del trabajo en el campo del desarrollo regenerativo y desarrollo sostenible

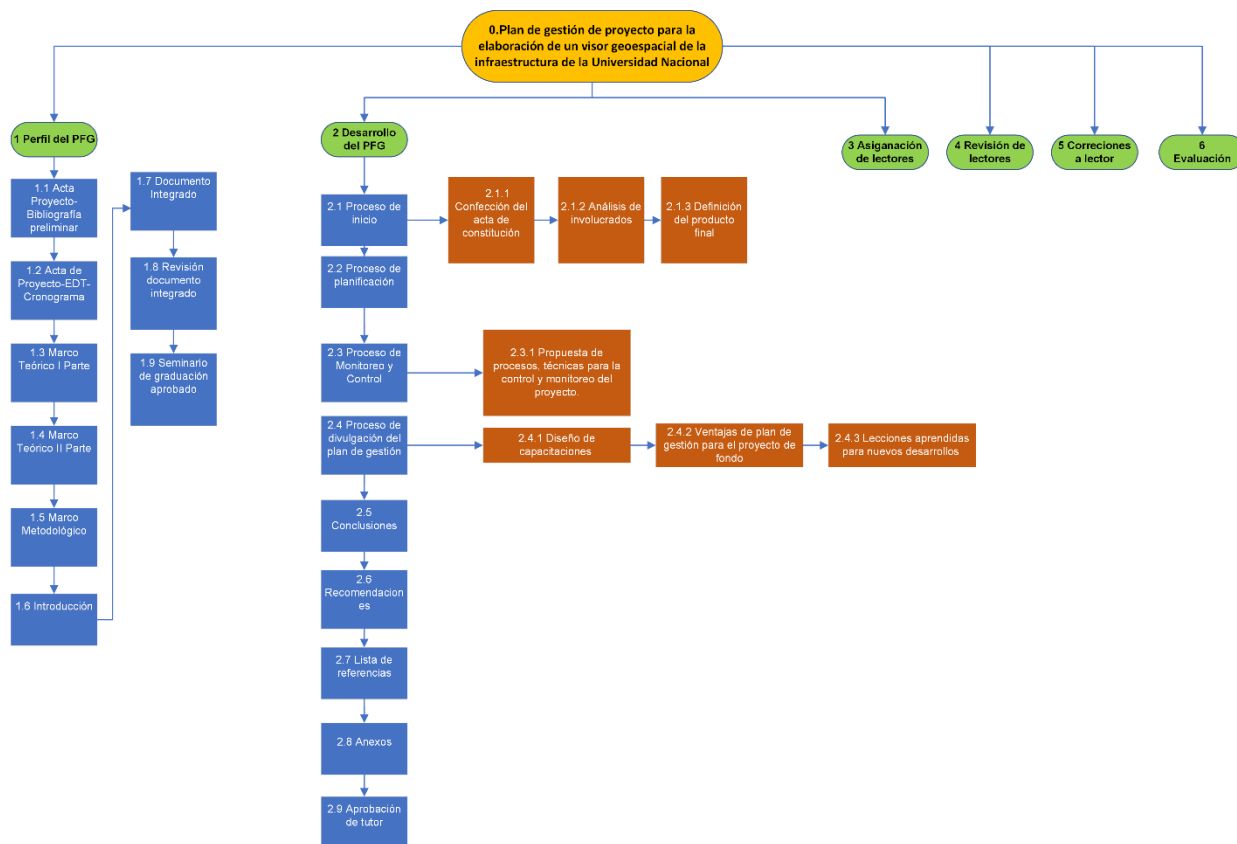
El proyecto propuesto tiene como objetivo mejorar la accesibilidad y facilidad del quehacer universitario, tanto en la toma de decisiones a niveles superiores como en la facilidad de transitar dentro de la UNA, a través de un plan de gestión. Para cumplir con los conceptos de desarrollo regenerativo y sostenible, se enfatiza y se practica la promoción indirecta de la regeneración de recursos naturales y el equilibrio con el entorno que habitamos.

El desarrollo regenerativo se enfoca en restaurar, reparar y regenerar los ecosistemas. El proyecto propuesto apoya este enfoque al promover la identificación geoespacial del entorno, comprenderlo y mejorarlo, fomentando activamente la participación de la comunidad universitaria. Busca generar una conexión humana-entorno donde cada persona desarrolle una conciencia holística y espiritual del medio ambiente e integre esto en su vida.

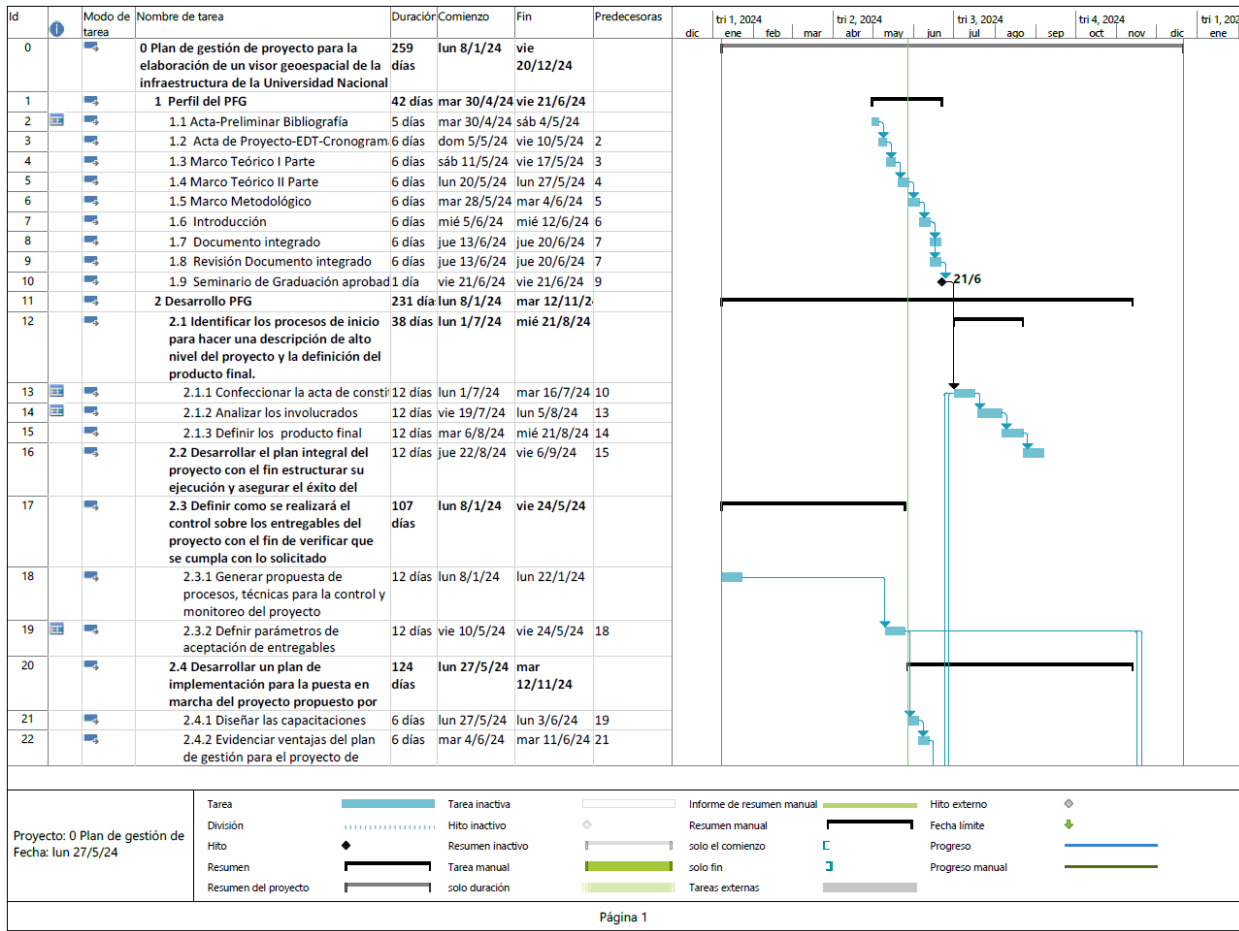
En cuanto al desarrollo sostenible, el proyecto busca mantener y mejorar lo que ya existe para los nuevos habitantes de la universidad utilizando tecnología geoespacial y teledetección.

Algunos indicadores que se pueden utilizar incluyen la dependencia del visor para la toma de decisiones sobre nuevos desarrollos inmobiliarios, el acceso equitativo a la información en zonas rurales y urbanas, el monitoreo del uso de recursos naturales y la expansión o disminución de áreas verdes. Además, el análisis cualitativo de calor y la identificación de islas de calor podrían ayudar a contribuir el estrés medioambiental.

Anexo 2: EDT del PFG



Anexo 3: CRONOGRAMA del PFG



Anexo 4: Investigación bibliográfica preliminar

La investigación documental del proyecto marca el hilo conductor de lo que se quiere llevar a cabo y el cómo desde el sustento bibliográfico da soporte al producto por desarrollar a través de la gestión de proyectos.

Agisoft Metashape. (2023). *User Manual: Professional Edition, Version 2.1.*

https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_1_en.pdf

Explicación de referencia: Este software se especializa en el procesamiento digital de imágenes fotogramétricas y la generación de insumos geoespaciales en 2D y 3D. Algunos de los insumos que se pueden generar son Modelos Digital de Superficie, Modelos Digitales de Terrenos, Nubes Densas de Puntos, Ortomosaicos entre otros.

Su funcionalidad permite la reconstrucción geométrica de las imágenes aéreas, el ajuste con los puntos de fotocontrol y la creación de los insumos de base para la generación del geovisor de infraestructura del COD de la UNA.

Este software es utilizado ampliamente en campos como la investigación científica, defensa nacional y seguridad, ingeniería en geomática, ingeniería en topografía y fotogrametría, minería, transportes, diseños en 3D para arquitectura entre otros.

Cifuentes-Jara, M., Brenes, R., Brenes, C., Corrales, L., Vargas, M., Betbeder, J., Fung, E. (2021). *Islas de Calor y Regulación de la Temperatura en la Ciudad: Rol de los Espacios Verdes*. <https://labmeh.catie.ac.cr/wp-content/uploads/2021/05/Isla-de-calor.pdf>

Explicación de referencia: El informe presentado retrata sobre la crisis climática en las zonas urbanas de país y como los edificios y las superficies urbanas retienen y generan calor, lo que puede dar lugar a un fenómeno conocido como isla de calor urbano. La falta de zonas verdes agrava este efecto, ya que la vegetación ayuda a reducir la temperatura a través de la sombra y la evaporación de agua.

Los datos del informe permitirían a la UNA analizar el adecuado uso de los espacios, ya que de acuerdo con el informe del 2021 el análisis de la temperatura de acuerdo con imágenes satelitales en la GAM tiene una mínima de 18.4°C y una máxima de 57.4°C producto de la pérdida de biomasa de origen vegetal, lo que incrementa el riesgo ambiental pero además la generación descontrolada de las islas de calor, las mismas tendría una implicación en la salud de las personas habitantes de estos sitios.

En el caso del Campus Omar Dengo un crecimiento no planificado de edificios dentro del campus podría aumentar las temperaturas internas, además de reducir significativamente los metros cuadrados de espacios verdes necesarios que debe tener cada habitante urbano. Según un Informe de la Organización Mundial de la Salud que recomienda un total de 9 m² de espacio verde.

El cantón central de Heredia, donde se encuentra el Campus Omar Dengo de la UNA, es una zona altamente urbanizada con aproximadamente el 71.7% de su territorio construido, según el informe de Islas de Calor.

Esri (s. f.). *Extruir entidades a una simbología 3D*. Consultado el 13 de enero de 2024.
<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/extrude-features-to-3d-symbolology.htm>

Explicación de referencia: La extrusión es el proceso de expansión vertical de una figura en 2D a un sólido en 3D. los objetos se pueden extruir de forma ortogonal desde el origen del objeto en 2D, formando un sólido. Las tres geometrías básicas que se les puede generar en un sólido son: los puntos, líneas y polígonos, pero además a las clases entidades en 3D se suma un tipo de geometría que no está presente en las entidades en 2D, conocida como multiparce o multipatch en inglés. Los multiparches son objetos que almacenan y representan gráficamente un valor de altura en el eje z. Esta altura puede ser absoluta o relativa a algún marco de referencia vertical.

El proyecto se basa en los insumos clave, como: los datos GNSS, el MDS y el Ortomosaico. Sin embargo, es importante considerar la forma en que se presenta el proyecto al cliente y su funcionabilidad. La extrusión de entidades es la forma en la que se presenta finalmente el proyecto, que determina cómo se muestra la información.

Es crucial recordar que este proceso se apoya en un visor en 3D de infraestructura de la UNA, y el proceso de extrusión es el medio para generar esa representación.

Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. (2019, mayo). *Guía Práctica de Gestión de Proyectos*. Laboratorio Nacional de Calidad del Software de INTECO. Consultado el 19 de enero de 2024.
https://docenteoscartorres.weebly.com/uploads/1/7/8/2/17821509/guia_practica_de_gestion_de_proyectos.pdf

Explicación de referencia: Hace referencia a la definición de lo que es un proyecto, las áreas del conocimiento, y los grupos de procesos, basado en las metodologías de trabajo del PMBoK®, PRINCE2®, ISO 10006:2003 y METRICA.

Estructura la guía proceso relacionados con las áreas del conocimiento, donde estima, elabora, planifica, controla y administra según sea el área del conocimiento que se esté trabajando para la gestión exitosa del proyecto.

Naciones Unidas. (2023, junio). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Edición especial*. Consultado el 14 de enero de 2024
https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=119pe8hz_gaNDMwNjIwMDUuMTY5NjIxNTgyNg.._ga_TK9BQL5X7ZMTcwNTYyNjUwNi4xNC4xLjE3MDU2MjY1ODEuMC4wLjA.

Explicación de referencia: El informe de las Naciones Unidas detalle información referente a los 17 objetivo de desarrollo sostenible y los avances que se han tenido en esta materia en el planeta.

La educación para el desarrollo sostenible es la punta de lanza para la educación de los nuevos pobladores de la tierra y su forma de pensar con respecto a ella favoreciendo un pensamiento más holístico y sostenible.

Este proyecto podría tener un impacto en el Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles. Como comunidad universitaria queremos impactar a la sociedad primero debemos evaluar el estado de nuestro campus universitario y determinar si ya hemos alcanzado la capacidad máxima de construcción, a fin de evitar que se convierta en islas de calor.

Además, el acceso a la información debe ser considerado como parte integral del plan estratégico de todo centro de estudio, al igual que el acceso a una educación de calidad. El

Geovisor propone acceder a información georreferenciada desde un dispositivo electrónico conectado a internet para aquellos aspirantes a la Universidad Nacional que desean tener un primer acercamiento, pero que por lejanía no puedan trasladarse al centro de enseñanza.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2021, 16 de september). *Nasa's Archive of Space Geodesy Data*. Consultado el 14 de enero de 2024.
<https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/>

Explicación de referencia: El repositorio de productos GNSS de la NASA almacena las efemérides de las orbitas de los satélites para el día de captura de datos GNSS, lo cual contribuye al ajuste y la vinculación con el sistema nacional de estaciones de medición continua para Costa Rica. Es archivo de datos y servicio de información que respalda a la comunidad científica en el área de geodesia espacial y geodinámica de la tierra al almacenar, mantener y distribuir datos y productos relacionados con la geodesia y la geomática.

El aporte al proyecto consiste en realizar la descarga del archivo en formato sp3 y posteriores correcciones del ruido satelital producido por los cambios en dirección, saltos, conexiones y desconexiones de los satélites de las diversas constelaciones artificiales que orbitan la tierra en sus diferentes orbitas. Estas correcciones son fundamentales para mejorar la calidad de los datos GNSS, los cuales se utilizarán posteriormente para llevar a cabo las correcciones geométricas de las imágenes aéreas. De esta manera, se garantiza la precisión y exactitud de los datos utilizado en el proyecto, lo que a su vez contribuye a obtener resultados de mayor calidad en la corrección de las imágenes aéreas.

Project Management Institute, Inc. (2023). *Grupos de Procesos: Guía Práctica*. Project Management Institute.

Explicación de referencia: Guía que proporciona información referente a los grupos de procesos en el ciclo de vida de un proyecto. Forma parte de la información importante que se encuentra en la *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*.

La función principal es proporcionar una estructura organizativa para comprender y llevar acabo las diferentes actividades referentes a la gestión de proyectos en sus distintas etapas, procurando cubrir todos los aspectos necesarios para lograr el éxito del proyecto en términos de alcance, tiempos. costo y calidad

Al tener una guía en cada grupo de procesos, los equipos pueden tener lineamientos de qué hacer en cada fase del proyecto, desde la iniciación hasta el cierre, procurando que se sigan los pasos necesarios y se aborden desafíos y riesgos de manera efectiva.

Registro Inmobiliario Subdirección Catastral . (2020). *Guía de Georreferenciación*. Curridabat, San José: Registro Nacional. Consultado el 14 de enero del 2024.

<https://www.rnpdigital.com/catastro/Documentos/Guia%20Georreferencia%20Planos.pdf>
?

Explicación de referencia: Documento oficial para Costa Rica que marca las pautas en ingeniería para la Georreferenciación en temas asociados con el sistema nacional de referencia, cobertura cartográfica, los nuevos productos cartográficos, transformaciones y vínculos al sistema nacional de estaciones de medición continua.

El marco de referencia de estaciones de mediciones continua da seguridad jurídica y geoespacial a todo aquel proyecto gestionado por el Estado Costarricense en materia de ingeniería topográfica pudiendo vincular cualquier proyecto al marco de coordenadas oficiales para Costa Rica en su última época oficial.

Toro, R. V. (2019). *Geovisor para la toma de decisiones, Construcción de Memoria Histórica y Prospectiva en Jimar* [tesis de grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A] Repositorio EDCA.
https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2212/Toro_Rom%C3%A1n_ProyectodegradoFIN%20AL..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Explicación de referencia: Toro (2019) propone implementar el geovisor de mapas que permita de manera más efectiva la toma de decisiones, construcción de memoria histórica y generación de prospectiva en la Jefatura de Intereses Marítimos y Asuntos Internacionales - JIMAR, perteneciente a la Armada Nacional de Colombia.

El geovisor de mapas se desarrolló mediante la siguiente metodología: conceptualización de la estructura de JIMAR y evaluación de las necesidades, formulación de los requerimientos, adquisición de datos y el modelo conceptual de la base de datos, diseño y estandarización de los formatos y del script, y por último la implementación que incluye la arquitectura del geovisor y el modelo físico y creación de la aplicación, funciona mediante el software de ArcGIS online, la herramienta en su conjunto permite el despliegue de la información base de cada capa temática, la consulta y las funcionalidades para los roles de cada uno de los actores o niveles de usuarios: administradores, editores y usuarios en cada dirección correspondiente.

Trimble Inc. (2018, junio). *Trimble Access guía de proyectos y trabajos*.
https://help.trimblegeospatial.com/TrimbleAccess/2018.00/es/PDFs/TA_Projects_and_Jobs.pdf#page=7&zoom=100,76,833

Explicación de referencia: La guía de proyectos y trabajos de procesamiento de datos GNSS establece las directrices para el ajuste y control de calidad de los datos satelitales. El software se utiliza para el procesamiento y ajuste de datos de datos topográficos y geodésicos, permitiendo la importancia de datos crudos GNSS en formato propios de la marca, así como archivos RINEX en varios formatos.

Trimble Business Center utiliza diversos modelos matemáticos y estadísticos para el ajuste y vinculación de las redes geodesias. Entre ellos, se emplea el test de Chi cuadrado para el análisis cuantitativo de la calidad de la red. El test compara el factor de varianza a priori y a posteriori, y se considera que el ajuste es exitoso si el resultado cumple con el porcentaje de confianza establecido por el ingeniero. Comúnmente, se considera exitoso cuando el test arroja un 95% de confianza.

La importancia del ajuste y la vinculación con sistema nacional de estaciones medición continua del Instituto Geográfico Nacional radica en la obtención d las coordenadas de puntos de fotocontrol georreferenciados al sistema actual de coordenadas. Esto permite asegurar la precisión y fiabilidad espacial de los datos, garantizando que los puntos de fotocontrol estén ubicados y alineados con el sistema de coordenadas oficiales para Costa Rica.

Wolf, P.R., Dewitt, B.A., Wilkinson B.E. (2014). *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS*. (4.^a ed). McGraw-Hill Education, E.E.U.U.

Explicación de referencia: Wolf & otros, desarrollaron este libro que cubre los elementos básicos para la aplicación de la fotogrametría en Sistemas de Información Geográfica. El libro sirve de guía fuente consulta para el desarrollo de los procesos necesarios para la obtención de productos fotogramétricos, además, proporciona una base científica para su interpretación.

El libro este compuesto por 20 títulos, desde los principios básicos de la fotografía e imágenes, introducción de la fotogrametría analítica y aplicación de la fotogrametría en SIG.

Los autores establecen pautas para las buenas prácticas en la generación de productos fotogramétricos y lo elementos que la lo conforman, lo que colabora a la calidad de los datos geoespaciales producidos.

Anexo 5: Correo con la oficina de planificación de Harvard

10/2/24, 18:49

Gmail - 3D Campus Map



Joseph Acuña <jose93ph@gmail.com>

3D Campus Map

2 mensajes

Joseph Acuña <jose93ph@gmail.com>
 Para: parvaneh_kossari@harvard.edu

21 de enero de 2020, 5:29 p.m.

Hi Miss Kossari!

I hope you had a good day, my name is Joseph Acuña, I'm from Costa Rica, right now I try to implement a 3D campus map like the one at Harvard University, but here at my university, I'm a student of Surveying and Science Geodesics at the National University of Costa Rica (UNA), I would like more information about how you did to implement this web platform with ERSI, I love knowing more about procedures, layers, online implementation, all the necessary information that your person can you facilitate me I would greatly appreciate it!

Joseph Acuña
 Ingeniero en Topografía, Catastro y Geodesia
 (+506)87528990

Kossari, Parvaneh <parvaneh_kossari@harvard.edu>
 Para: Joseph Acuña <jose93ph@gmail.com>

22 de enero de 2020, 8:53 a.m.

Dear Joseph,

I used ESRI app builder to build the 3D application (pretty simple), initially it sitting on ArcGIS Online but now it sits on our own portal (which you can call it private ArcGIS online).

The Base map is Featureclass (I combined all different polygons into one layer, but you can simply use ESRI map for the background). My 3D is part of a File Geodatabase, so has the necessary attributes. I made the map in ArcGIS Pro and published it to our portal (you can publish to ArcGIS Online).

Hope this helps.

Parvaneh

Parvaneh Kossari, GISP, GIS Manager

Harvard Planning Office

1350 Massachusetts Avenue, 575

Cambridge, MA 02138

T 617-495-4831 F 617-495-0559

[Texto citado oculto]

Anexo 6: Encuesta para recibir retroalimentación de los involucrados

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

Lecciones Aprendidas

¡Gracias por ser parte del proyecto!

De parte del equipo agradecemos el involucramiento en el proyecto de implementación del visor geoespacial en 3D del UNA

Ayúdanos a mejorar para ellos queremos conocer su experiencia en el proyectos en las diferentes etapas del mismo es por ellos que lo invitamos a llenar el formulario.

Planificación del proyecto

1. **El plan del proyecto incluía la cantidad correcta de detalles. Tenía todo lo que necesitaba para entender de qué se trataba el proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

2. **En el plan del proyecto se explicaba claramente el propósito.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

3. **El alcance del proyecto estaba bien definido.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

4. **El programa del proyecto era claro y fácil de seguir.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

5. **En el plan de comunicaciones del proyecto se definió claramente cómo y dónde debía comunicarme sobre el trabajo del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

6. **El plan del proyecto se compartió con todas las partes involucradas y era fácil de acceder.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

7. **Como parte involucrada, estoy muy conforme con mi nivel de participación en el proceso de planificación del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

8. **Como parte involucrada, estoy muy conforme con mi nivel de participación en el proceso de planificación del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

Ejecución del proyecto

9. **Comprendí las responsabilidades de todos durante el ciclo de vida del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

10. **Las partes involucradas en el proyecto participaron eficazmente en el trabajo del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

11. **El entorno de trabajo del proyecto era colaborativo.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

12. **El gerente del proyecto siempre estuvo a disposición y respondió a las consultas.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

13. **Los cambios del proyecto fueron viables y se ajustaron al alcance.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

14. **El cronograma inicial previsto, documentado en el plan del proyecto, coincidió con el cronograma real del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

15. **El resultado del proyecto coincidió con lo definido en la carta del proyecto original.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

16. **Todos en el equipo del proyecto tenían una comprensión compartida de los objetivos y las responsabilidades individuales.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

Resultados

17. **El proyecto fue realista y viable.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo
☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

18. **Las asignaciones se definieron claramente a lo largo del ciclo de vida del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

19. **El proyecto tenía métricas sólidas de rendimiento para ayudar a definir el éxito.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

18/11/24, 23:19

Lecciones Aprendidas

20. **Considero que se logró el objetivo del proyecto.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

21. **Mi participación en el proyecto —incluida la carga de trabajo, el tiempo y el esfuerzo— cumplió con mis expectativas.**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy de acuerdo
- ☐ De acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ En desacuerdo
- ☐ Muy en desacuerdo
- ☐ No corresponde

¡Muchas gracias por llenar la encuesta!