



Estudio de factibilidad para la creación de una Unidad de Apoyo Geográfico dentro de la estructura del Instituto Geográfico Militar, acorde a nuevas tecnologías en apoyo a la planificación y conducción de las operaciones militares.

Álvarez Silva, Marco Geovanny y Vergara Chávez, Oscar Geovanny

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Maestría en Defensa y Seguridad mención Estrategia Militar

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magíster en Defensa y Seguridad con mención Estrategia Militar

Mgtr. Arias Carrera, Jorge Fernando

05 de abril del 2023



Tesis.Tcrn.Alvarez.Vergara.20.ene.2023.antiplagio.docx

Scanned on: 15:2 March 2, 2023 UTC



Overall similarity score



Results found



Total words in text

	Word count
Identical	539
Minor Changes	0
Paraphrased	0
Omitted	0

Firma:



Firmado electrónicamente por:
JORGE FERNANDO
ARIAS CARRERA

Mgtr. Arias Carrera, Jorge Fernando
Director
C.C.: 1001850476



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación “**Estudio de factibilidad para la creación de una Unidad de Apoyo Geográfico dentro de la estructura del Instituto Geográfico Militar, acorde a nuevas tecnologías en apoyo a la planificación y conducción de las operaciones militares**” fue realizado por los señores Álvarez Silva, Marco Geovanny y Vergara Chávez, Oscar Geovanny; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 05 de abril del 2023

Firma:



Firmado electrónicamente por:
JORGE FERNANDO
ARIAS CARRERA

.....
Mgtr. Arias Carrera, Jorge Fernando
Director
C.C.: 1001850476



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, Álvarez Silva, Marco Geovanny con CC. 1711398915 y Vergara Chávez, Oscar Geovanny con CC. 1711443869, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Estudio de factibilidad para la creación de una Unidad de Apoyo Geográfico dentro de la estructura del Instituto Geográfico Militar, acorde a nuevas tecnologías en apoyo a la planificación y conducción de las operaciones militares”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 05 de abril del 2023

Firmas



firmado electrónicamente por:
MARCO GEOVANNY
ÁLVAREZ SILVA



firmado electrónicamente por:
OSCAR GEOVANNY
VERGARA CHAVEZ

Álvarez Silva, Marco Geovanny
CC. 1711398915

Vergara Chávez, Oscar Geovanny
CC. 1711443869



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Autorización de Publicación

Nosotros, Álvarez Silva Marco Geovanny con CC. 1711398915 y Vergara Chávez Oscar Geovanny con CC. 1711443869, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Estudio de factibilidad para la creación de una Unidad de Apoyo Geográfico dentro de la estructura del Instituto Geográfico Militar, acorde a nuevas tecnologías en apoyo a la planificación y conducción de las operaciones militares”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 05 de abril del 2023

Firmas



firmado electrónicamente por:
MARCO GEOVANNY
ÁLVAREZ SILVA



firmado electrónicamente por:
OSCAR GEOVANNY
VERGARA CHAVEZ

Álvarez Silva, Marco Geovanny
CC. 1711398915

Vergara Chávez, Oscar Geovanny
CC. 1711443869

Dedicatoria

Al Padre Celestial, que con sus bendiciones infinitas nos ha guiado y protegido en el devenir de nuestra existencia, permitiéndonos solventar todas las dificultades y brindándonos toda la fuerza, sabiduría, salud y voluntad para la culminación del presente trabajo.

A nuestras familias, principalmente padres y hermanos que han sabido entender todos los momentos de ausencia, pero que con sus bendiciones y buenos deseos nos han fortalecido y alimentado espiritualmente permanentemente.

De manera especial a nuestras amadas esposas e hijos, que con su amor, paciencia y apoyo incondicional han sido fuente de motivación e inspiración permanente, su comprensión y empuje nos han permitido dedicar el tiempo y esfuerzo necesario para la consecución de nuestros objetivos profesionales y personales.

Y finalmente al Ejército Ecuatoriano, que nos ha dado la oportunidad de servir a nuestra Patria durante 23 años desde lugares recorridos solo por soldados y en funciones de servicio a nuestro pueblo, permitiéndonos poner a consideración de nuestra Institución el presente aporte de investigación que persigue plasmar las experiencias recogidas durante nuestra carrera.

Agradecimiento

Como autores del presente trabajo nos permitimos agradecer de forma unánime a los señores Oficiales Directivos e Instructores de la Academia de Guerra del Ejército y de manera muy especial al señor Msc. Arias Carrera, Jorge Fernando, Director del Trabajo de Titulación por su orientación, colaboración y direccionamiento proporcionados desde el inicio hasta la culminación de este trabajo de investigación.

Agradecemos al IGM por la información, asesoramiento y particularmente por darnos las facilidades para compartir experiencia, ideas y criterios que buscan dar solución a una necesidad institucional.

A todo el personal de expertos y técnicos que con su experiencia contribuyeron con sus conocimientos de manera desinteresada en beneficio de nuestra noble Institución.

Índice de Contenidos

Capítulo I: Formulación del Problema.....	16
Formulación del Problema.....	16
<i>Determinación del Problema.....</i>	<i>16</i>
<i>Planteamiento del Problema.....</i>	<i>17</i>
<i>Subproblemas o Preguntas de Investigación.....</i>	<i>17</i>
Antecedentes	17
Justificación de la Investigación	18
Importancia	19
Objetivos de la Investigación	21
<i>Objetivo General.....</i>	<i>21</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>21</i>
Capítulo II: Marco Teórico.....	22
Antecedentes Investigativos	22
Fundamentación Teórica	24
<i>Antecedentes de la Investigación.....</i>	<i>25</i>
Fundamentación Conceptual.....	26
<i>Bases Teóricas.....</i>	<i>26</i>
Fundamentación Legal	30
Sistema de Variables	33
<i>Definición Nominal</i>	<i>33</i>
<i>Definición Conceptual.....</i>	<i>34</i>
<i>Definición Operacional.....</i>	<i>35</i>
Hipótesis	36
Cuadro de Operacionalización de las Variables	37

Capítulo III: Metodología	39
Modalidad de la Investigación	39
Tipos de Investigación	40
Diseño de la Investigación.....	41
Niveles de Investigación	43
Población y Muestra	43
<i>Población</i>	44
<i>Muestra</i>	45
Técnicas de Recolección de Datos	46
<i>Instrumentos</i>	47
<i>Validez y Confiabilidad</i>	48
Técnicas de Análisis de Datos	48
Técnicas de Comprobación de Hipótesis.....	49
Capítulo IV: Resultados de la Investigación	50
Análisis de los Resultados.....	50
Discusión de los Resultados	62
<i>Entrevistas a Expertos del Campo Militar y Doctrinario</i>	63
<i>Entrevistas a Expertos en el Campo de la Ingeniería Geográfica</i>	65
Comprobación de Hipótesis	66
Capítulo V: Propuesta de la Investigación	68
Datos Informativos	68
<i>Nombre del Proyecto</i>	68
<i>Entidad Ejecutora</i>	68
<i>Localización Geográfica</i>	68
Antecedentes del Estudio.....	68
Justificación.....	69

	10
Objetivos	71
<i>Objetivo General</i>	71
<i>Objetivos Específicos</i>	71
Fundamentación del Estudio	71
<i>Enquadramiento de las UAG en la Estructura Orgánica del IGM</i>	71
<i>Sustentabilidad Técnica</i>	74
<i>Sustentabilidad Operativa</i>	74
<i>Sustentabilidad Administrativa</i>	74
<i>Capacidad de las UAG Mediante Datos, Aplicaciones y Herramientas Disponibles</i>	75
<i>Capacitación</i>	98
<i>Características de la Cartografía de Pronta Respuesta</i>	99
Metodología para Ejecutar el Estudio	102
<i>Forma de Empleo de la UAG</i>	103
<i>Concepción del Apoyo Geográfico</i>	104
<i>Misión de la UAG</i>	106
<i>Estructura Orgánica de la UAG</i>	106
<i>Orgánico Funcional del Personal Técnico y Operadores de la UAG</i>	108
<i>Alcance del Apoyo Proporcionado por la UAG:</i>	110
<i>Posibilidades:</i>	110
<i>Etapas del Apoyo Geográfico de la UAG</i>	110
<i>Medios Básicos de la UAG</i>	111
Lineamientos Generales del Estudio.....	114
<i>Doctrina de la UAG</i>	115
Conclusiones.....	123
Recomendaciones	125
Bibliografía	125

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Institutos Geográficos con relación directa a Fuerzas Armadas a nivel regional</i>	22
Tabla 2 <i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	37
Tabla 3 <i>Tabla de numérico de oficiales en cada grado</i>	44
Tabla 4 <i>Tabla de numérico de oficiales en cada grado encuestados</i>	46
Tabla 5 <i>Orgánico funcional propuesto</i>	108
Tabla 6 <i>Valores referenciales para implementación de la UAG</i>	120

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Determinación del problema de investigación (Método Ishikawa)</i>	16
Figura 2 <i>Geoportal del Instituto Geográfico Militar</i>	27
Figura 3 <i>Algebra de mapas realizado con cartografía digital bajo la estructura SIG</i>	29
Figura 4 <i>Gráfico en función de los grados de oficiales</i>	50
Figura 5 <i>Gráfico en función del nivel de las Unidades</i>	51
Figura 6 <i>Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel División</i>	52
Figura 7 <i>Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel Brigada</i>	52
Figura 8 <i>Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel Batallón</i>	53
Figura 9 <i>Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel Batallón</i>	54
Figura 10 <i>Método para obtener cartografía por parte de la División</i>	55
Figura 11 <i>Método para obtener cartografía por parte de la Brigada</i>	55
Figura 12 <i>Método para obtener cartografía por parte del Batallón</i>	56
Figura 13 <i>Conocimiento del personal en S.I.G para el manejo de información geográfica</i>	57
Figura 14 <i>Necesidad de disponer de una sección de apoyo geográfico en la División</i>	58
Figura 15 <i>Necesidad de disponer de una sección de apoyo geográfico en la Brigada</i>	59
Figura 16 <i>Necesidad de disponer de una sección de apoyo geográfico en el Batallón</i>	59
Figura 17 <i>Preferencia de cartografía actualizada sobre la precisión técnica</i>	60
Figura 18 <i>Conocimiento sobre nuevas tecnologías para obtención de información geográfica</i>	61
Figura 19 <i>Cadena de Valor del IGM</i>	72
Figura 20 <i>Estructura Institucional del IGM</i>	73
Figura 21 <i>Pantalla de inicio del GEOPORTAL</i>	78
Figura 22 <i>Ventana para descarga de cartografía liberada</i>	78
Figura 23 <i>Detalle de información disponible, tipos y escalas del GEOPORTAL</i>	79
Figura 24 <i>Previsualización de la información a descargar del GEOPORTAL</i>	80
Figura 25 <i>Interoperabilidad de los Sistemas de Mando y Control</i>	81

Figura 26 <i>Proceso de levantamiento catastral de las unidades militares</i>	82
Figura 27 <i>Sistema de Información Geográfica para visualización en el C3I2 del COMACO. ...</i>	83
Figura 28 <i>Aplicativo para planificación y seguimiento de operaciones militares Falcon View...</i>	84
Figura 29 <i>Aplicativo Google Earth</i>	86
Figura 30 <i>Plataformas del IGM disponibles para obtención de información</i>	89
Figura 31 <i>Plataformas aéreas del IGM y sensores disponibles.</i>	90
Figura 32 <i>Sistema LIDAR de Optech similar al del COMACO</i>	90
Figura 33 <i>Nube de puntos georreferenciados obtenidos con el sensor LIDAR</i>	91
Figura 34 <i>Tipo de UAV de ala fija y formas de lanzamiento y despegue</i>	93
Figure 35 <i>Tipo de UAV de ala rotatoria</i>	94
Figura 36 <i>Proceso de toma de fotografía aérea y LIDAR</i>	95
Figura 37 <i>Planificación de vuelo, aplicativo propietario del equipo UAV</i>	96
Figura 38 <i>Procesamiento de imágenes, orto rectificación software Agisoft</i>	96
Figura 39 <i>Generación de Modelo Digital de Elevación software Agisoft</i>	97
Figura 40 <i>Análisis del Modelo Digital de Elevación software Agisoft.</i>	97
Figura 41 <i>Generación de la ortofotografía software Agisoft</i>	98
Figura 42 <i>Análisis y fotointerpretación de la ortofotografía software Agisoft.</i>	98
Figura 43 <i>Cartografía sobre pasos no autoizados (PFNA) en la frontera sur del Ecuador</i>	101
Figura 44 <i>Cartografía de pronta respuesta sobre incendio en sector Pululahua</i>	101
Figura 45 <i>Orgánico básico de la UAV</i>	107
Figura 46 <i>Componentes básicos de la UAV</i>	111
Figura 47 <i>Plotter para impresión de cartografía</i>	112
Figura 48 <i>Sala de mando y control tipo</i>	113
Figura 49 <i>Modelos de UAV disponibles en el IGM</i>	114
Figura 50 <i>Organigrama propuesta de una UAG</i>	117
Figura 51 <i>Proceso general para el Apoyo de IGEO</i>	119

Resumen

Desde su creación como Servicio de Ingenieros Militares el 27 de junio de 1902 el Arma de Ingeniería ha cumplido su misión de apoyo a las operaciones militares ejecutando misiones de contramovilidad, movilidad, supervivencia, ingeniería en general e ingeniería geográfica; siendo esta última cumplida desde el 11 de abril de 1928 por el Servicio Geográfico Militar, actualmente Instituto Geográfico Militar. En este contexto histórico y en respuesta a las demandas técnicas y militares del país con respecto a la información geográfica requerida no solo de precisión sino también temática y de pronta respuesta para contribuir en la toma de decisiones frente a problemáticas propias de los actuales escenarios cambiantes e impredecibles, el IGM requiere continuar proporcionando el apoyo de ingeniería geográfica a través de unidades específicas que materialicen todas las capacidades del instituto en información eficaz para la planificación, conducción, supervisión y evaluación de operaciones militares tanto de defensa externa como de ámbito interno. Para dar atención a esta necesidad Institucional el presente trabajo de investigación plantea la creación de Unidades de Apoyo Geográfico como elementos mínimos e integrales para materializar este apoyo mediante la generación de información geográfica de temática y uso militar que a través del aprovechamiento de todas las capacidades del IGM proporcione a los mandos militares de todos los niveles insumos oportunos y útiles para un empleo eficiente en sus operaciones.

Palabras clave: Información geográfica, pronta respuesta, actuales escenarios, capacidades del IGM, Unidades de Apoyo Geográfico.

Abstract

Since its creation as the Service of Military Engineers on June 27, 1902, the Engineering Arm has fulfilled its mission of supporting military operations, executing counter-mobility, mobility, survival, general engineering and geographic engineering missions; the latter being fulfilled since April 11, 1928 by the Military Geographic Service, currently the Military Geographic Institute. In this historical context and in response to the technical and military demands of the country with respect to the geographical information required, not only precision but also thematic and prompt response to contribute to decision-making in the face of problems typical of the current changing scenarios and unpredictable, the IGM needs to continue providing geographic engineering support through specific units that materialize all the institute's capabilities into effective information for planning, conducting, supervising and evaluating military operations, both external defense and internal. To give attention to this Institutional need, the present research work proposes the creation of Geographic Support Units as minimum and integral elements to materialize this support through the generation of geographic information of thematic and military use that through the use of all the capabilities of the IGM provides military commanders at all levels with timely and useful inputs for efficient use in their operations.

Key words: Geographic information, prompt response, current scenarios, MGI capabilities, Geographic Support Units.

Capítulo I: Formulación del Problema

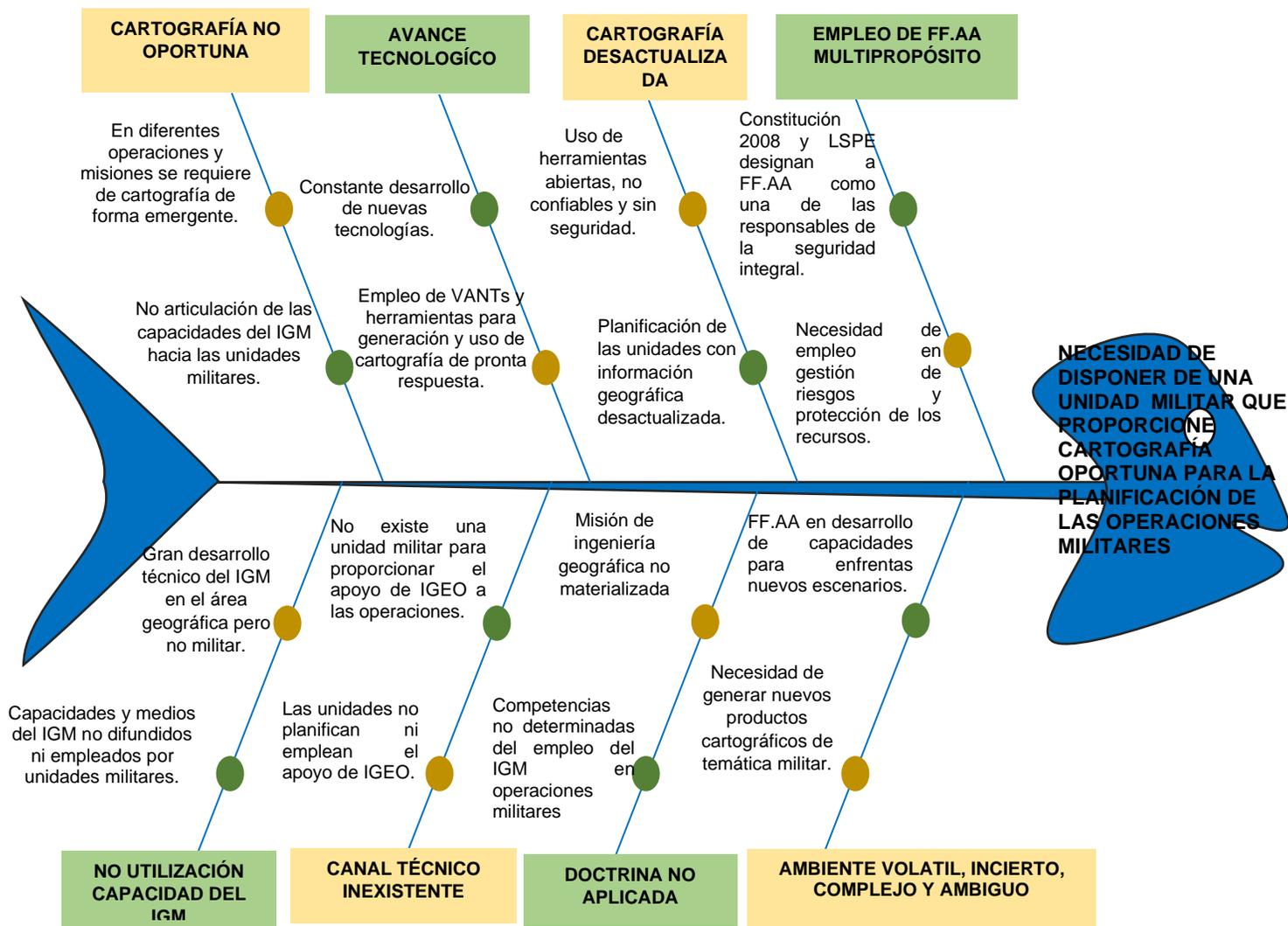
Formulación del Problema

Dentro de la estructura del IGM no existe una unidad que materialice el apoyo de ingeniería geográfica mediante la administración, gestión y utilización de cartografía existente y la generación de cartografía de pronta respuesta que permita satisfacer los requerimientos de información geográfica para la planificación y conducción de las operaciones militares.

Determinación del Problema

Figura 1

Determinación del problema de investigación (Método Ishikawa)



Planteamiento del Problema

¿Dispone el Instituto Geográfico Militar de una unidad dentro de su estructura orgánica con la misión de administrar, gestionar, utilizar cartografía existente y generar cartografía de pronta respuesta, para atender los requerimientos de información geográfica para las operaciones que ejecutan las unidades militares?

Subproblemas o Preguntas de Investigación

- a) ¿Existen requerimientos de información geográfica insatisfechos para la planificación y conducción de las operaciones militares?
- b) ¿Existe dentro de la estructura del IGM una unidad militar responsable de proporcionar apoyo de Ingeniería Geográfica y de la generación de cartografía de pronta respuesta?
- c) ¿Qué capacidades de empleo tendría esta unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del IGM?
- d) ¿Qué esfuerzo administrativo y presupuestario requeriría la implementación de la unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del IGM?
- e) ¿Existen nuevas tecnologías que pueden ser utilizadas para la generación de cartografía orientada al empleo militar?
- f) ¿Existen características básicas para la generación de cartografía de pronta respuesta que satisfagan los requerimientos de información de las unidades militares?

Antecedentes

Las Fuerzas Armadas del Ecuador se encuentran en un momento importante dentro del ambiente social del país, debido principalmente a la creciente demanda por parte de la población ante diversas situaciones y amenazas actuales que influyen en el desarrollo y desenvolvimiento normal. Por esta razón, se hace necesario disponer de una institución que actúe acorde a las misiones determinadas e impuestas por el Estado, siendo necesario de forma permanente, actualizar y fortalecer sus capacidades, que le permita actuar de forma

eficaz, eficiente y oportuna, empleando adecuadamente los medios y aplicando todas las estrategias para mantener la imagen institucional que ha sido forjada a lo largo del tiempo debido a su participación activa y cuya importancia ha sido demostrada principalmente en situaciones de emergencia.

En ese contexto el empleo de la información geográfica para las operaciones militares potencia las capacidades de las unidades militares, orienta y minimiza el uso de los recursos, facilita una actuación inmediata y oportuna, maximiza el apoyo y determina un empleo fundamentado en las necesidades del Estado en el ámbito de la Seguridad y Defensa, como el campo de acción de responsabilidad específica de Fuerzas Armadas.

Justificación de la Investigación

La cartografía es un insumo fundamental en la planificación y conducción de las operaciones militares, por lo que se han generado varios proyectos con el propósito de satisfacer los requerimientos de información geográfica de las unidades militares, pero lamentablemente ninguno ha alcanzado el éxito deseado. Cabe mencionar que desde el año 2010 al 2015 entraron en funcionamiento los Centros de Información Geográfica que dependían de los Comandos Operacionales, los mismos que presentaron falencias administrativas, tanto en permanencia de personal técnico como de recursos presupuestarios, que limitaron sus capacidades tecnológicas, motivando su desactivación, manteniéndose la necesidad en la actualidad sin que exista otras propuestas o trabajos de investigación orientadas a minimizar este requerimiento.

Esta necesidad tampoco ha logrado ser cubierta por el IGM, siendo la entidad responsable de la generación de la cartografía oficial y de la administración del archivo de datos cartográficos y geográficos a nivel nacional, pese a existir varias aplicaciones y nuevas tecnologías que podrían ser empleadas en el ámbito militar, posiblemente por el desconocimiento de su existencia y falta del canal adecuado en la institución para su difusión.

La presente investigación servirá para proponer una alternativa para satisfacer las

necesidades de productos cartográficos y de pronta respuesta como insumo importante para la toma de decisiones y conducción de operaciones militares en todos los ámbitos de su competencia, mediante la conformación de Unidades de Apoyo Geográfico en la estructura del Instituto Geográfico Militar, logrando vincular sus actividades a la planificación y conducción de las operaciones.

El uso adecuado y oportuno de la cartografía a través de una estructura orgánica del IGM tendrá la finalidad de aportar en la eficacia y efectividad de las operaciones militares, en especial en la defensa del territorio nacional en apoyo a otras instituciones del Estado como de control de armas y de gestión de riesgos, proporcionando a la sociedad acciones de respuesta exitosas que generarán una mejor percepción de seguridad y confianza en la Fuerza Terrestre.

Con todo este contexto se puede determinar que el presente estudio contribuirá a materializar el apoyo de Ingeniería Geográfica por parte del IGM y reforzar su conceptualización doctrinaria dentro de las misiones del Arma de Ingeniería y su empleo en las operaciones militares, así como desarrollar nuevos productos en la temática militar acorde a las necesidades de estas.

Importancia

La Fuerza Terrestre fundamenta sus operaciones militares en el aprovechamiento y correcto uso del terreno, convirtiendo la información geográfica en un requerimiento institucional esencial para la planificación y ejecución de las mismas, por lo cual la cartografía existente y de pronta respuesta se convierte en un insumo importante y muchas veces indispensable para el nivel operacional y táctico militar, que le permitan responder a los actuales escenarios de incertidumbre que demandan decisiones mucho más dinámicas y con datos de tiempo real, que, en el área cartográfica es posible solventar con nuevas tecnologías y una gestión adecuada.

En base a lo anterior, la estructuración del canal técnico se ha convertido en un requerimiento doctrinario para materializar el apoyo de ingeniería geográfica a las unidades

militares por parte del IGM desde el nivel Comando Operacional, enfocando su empleo en el ámbito de la defensa, dando paso al uso de nuevas tecnologías y el aprovechamiento de las capacidades existentes y potenciando su empleo a las operaciones de apoyo a otras instituciones del Estado.

Lo anterior es confirmado por la producción de cartografía de pronta respuesta entregada a las unidades militares, principalmente en situaciones de emergencias, como por ejemplo durante el terremoto del año 2016, en donde generó cartografía de las zonas afectadas con las cuales se pudo brindar un aporte a todos los organismos encargados de realizar las acciones de salvamento y mitigación.

Así también se pudo utilizar este tipo de productos en varios eventos como el aluvión suscitado en abril del 2018 en la ciudad de Quito, información que sirvió para evitar mayores desastres en viviendas ubicadas en el sector, otro ejemplo se puede mencionar que este tipo de producto ha permitido estudiar el avance de la socavación de la Cascada San Rafael en la provincia de Napo, a fin de realizar el seguimiento a las afectaciones que pueden ocurrir a las orillas del río Quijos, en el año 2019 se realizó el monitoreo de las inundaciones en la Provincia de Manabí.

El Instituto Panamericano de Geografía e Historia ha definido el uso de la cartografía de pronta respuesta como un eje principal para que los técnicos especialistas brinden una solución inmediata y oportuna ante cualquier tipo de desastre que facilite la actuación de las instituciones competentes y la respuesta inmediata de organismos de socorro especialmente en el periodo crítico que permita salvar la mayor cantidad de vidas humanas.

Todo esto confirma la necesidad de la Fuerza Terrestre de contar con un órgano militar que proporcione a sus unidades, información geográfica de manera efectiva, que fortalezca el desarrollo de capacidades multipropósito establecidas en las líneas de transformación a ser cumplidas por la institución hasta el año 2033.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Estudiar la factibilidad para la conformación de una unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del Instituto Geográfico Militar, que empleando nuevas tecnologías proporcione apoyo de ingeniería geográfica en la planificación y conducción de las operaciones militares.

Objetivos Específicos

- a) Determinar la necesidad de cartografía que tienen las unidades militares, para las diferentes operaciones mediante análisis estadístico de pedidos al IGM en los últimos 5 años.
- b) Determinar la necesidad y la capacidad del IGM para implementar una unidad de apoyo geográfico para materializar el apoyo de ingeniería geográfica a las operaciones militares.
- c) Determinar las capacidades de esta Unidad de Apoyo Geográfico, enmarcados en las misiones del Arma de Ingeniería.
- d) Determinar requerimientos administrativos y presupuestarios para la implementación y funcionamiento de la unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del IGM.
- e) Determinar nuevas tecnologías para satisfacer los requerimientos de cartografía de empleo militar, su generación, administración y difusión.
- f) Definir las especificaciones técnicas de cartografía de pronta respuesta para la planificación de las operaciones que ejecutan las unidades militares.

Capítulo II: Marco Teórico

Antecedentes Investigativos

El avance tecnológico de herramientas digitales permite la interoperabilidad de la información geográfica, intensificando el uso y el desarrollo de varias soluciones, impulsando el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como un conjunto de elementos (hardware, software, organización y datos), de fundamental uso para el ámbito militar en la determinación de características del terreno.

A nivel mundial, los ejércitos desarrollados cuentan con una gran infraestructura cimentada principalmente en la cantidad de recursos que han sido invertidos y en la utilidad para las operaciones militares, por tal razón han logrado materializar robustos centros de mando y control que cuentan con capacidades tecnológicas de última generación e información geográfica de todo el planeta que permiten la toma de decisiones incluso a grandes distancias.

Regionalmente la obtención y distribución de la información geográfica oficial, está regentada en su gran mayoría por los institutos geográficos de cada país y muchos de ellos están apegados a la estructura de sus Fuerzas Armadas, debido a su importancia para la seguridad y defensa, como lo muestra el cuadro siguiente:

Tabla 1

Institutos Geográficos con relación de Fuerzas Armadas a nivel regional.

PAIS	INSTITUTO	SECTOR DEFENSA
ARGENTINA	Instituto Geográfico Nacional	SI
BRASIL	Instituto de Geografía y Estadística	NO
COLOMBIA	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	NO
CHILE	Instituto Geográfico Militar	SI
PERÚ	Instituto Geográfico Nacional	SI
BOLIVIA	Instituto Geográfico Militar	SI
URUGUAY	Servicio Geográfico Militar	SI
PARAGUAY	Servicio Geográfico Militar	SI
VENEZUELA	Instituto Geográfico Simón Bolívar	NO

El aprovechamiento de la información geográfica en el ámbito militar ha sido fundamental para la planificación y conducción de las operaciones y en el caso de varios países sudamericanos, entre ellos Brasil, Argentina, Chile, Colombia, Perú y Ecuador, han incorporado los diferentes productos geográficos a sus sistemas de mando y control, así como a varios desarrollos tecnológicos entre ellos simuladores y visualizadores, lo que ha permitido mejorar procedimientos y alcanzar una capacidad y entrenamiento importante para el cumplimiento de sus misiones.

Cabe mencionar que la importancia de la disponibilidad de información geográfica ha impulsado a que empresas privadas generen soluciones que brinden soporte en el ámbito civil y militar, que bajo una adecuada gestión, análisis e integración de datos geoespaciales han permitido la oportuna toma de decisiones de las diferentes entidades estatales en los ámbitos de seguridad, defensa, gestión de riesgos, medio ambiente, ordenamiento territorial, entre otras. En el país, la inexistencia de una estructura funcional que disponga de medios y cuente con la capacidad de generar cartografía de temática militar no ha permitido brindar un soporte importante de información e investigación.

En un intento de unificar los esfuerzos para satisfacer los requerimientos operacionales de información geográfica, se crearon los Centros de Información Geográfica, bajo el orgánico de los Comandos Operacionales y soportados técnicamente por parte del IGM, los mismos que funcionaron desde el año 2010 hasta el 2015. Sin embargo, la estructura técnico-administrativa presentó falencias, tanto en permanencia de personal técnico como de recursos presupuestarios, impidiendo ser considerada en los procesos de planificación y toma de decisiones, a esto se suma la falta del canal técnico del Arma de Ingeniería que permita vincular las capacidades del IGM con los requerimientos de información geográfica de las unidades militares.

El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (CC.FF.AA), como entidad responsable de la planificación estratégica militar, dispone de un centro de mando y control (C3I2) que

cuenta con la infraestructura tecnológica y la información necesaria, sin embargo tampoco dispone de la estructura técnica que facilite la interoperabilidad con las unidades de la Fuerza Terrestre y que a su vez permita aprovechar la modernización permanente de los sistemas y los avances tecnológicos orientados al empleo efectivo de las Unidades Militares en cada una de sus jurisdicciones.

Si bien las Fuerzas Armadas tiene una vasta experiencia en el uso de la cartografía para la planificación y conducción de las operaciones militares, se ha tratado de poner en marcha iniciativas y propuestas basadas en el precepto de atender a una necesidad, sin embargo, no se ha realizado una investigación que permita identificar una solución tecnológica efectiva.

En lo concerniente al desarrollo de los SIG's y sus aplicaciones, así como su empleo en las operaciones militares existe una amplia investigación e información, lo que sirve de base para proponer una solución que permita aprovechar la potencialidad del IGM en la generación, administración y gestión de la geoinformación, para satisfacer la necesidad de las Unidades Militares.

Fundamentación Teórica

La cartografía es un insumo fundamental en la planificación y conducción de las operaciones militares, por lo que, partiendo de las misiones establecidas en la doctrina de empleo del arma de Ingeniería, como son la de brindar apoyo en operaciones de Movilidad, Contramovilidad, Supervivencia, Ingeniería en general e Ingeniería Geográfica y considerando al IGM que en base a la Ley de la Cartografía Nacional establecida en el Registro Oficial 643 de 04 de agosto de 1978 y su última modificación el 09 de marzo de 2009, en el cual el Art, 1 indica que "El IGM entidad de derecho público y personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, orgánica y disciplinariamente subordinado a la Comandancia General de la Fuerza Terrestre con sede en la ciudad de Quito, tendrá a su cargo y responsabilidad la planificación, organización, dirección, coordinación, ejecución, aprobación y control de las

actividades encaminadas a la elaboración de la Cartografía Nacional y del Archivo de Datos Geográficos y Cartográficos del País”, basados en la Estructura de Gestión Organizacional por Procesos del IGM aprobada bajo Registro Oficial N° 259, del lunes 3 de agosto de 2020, en donde se considera en el nivel Apoyo la creación de la Dirección de Apoyo de Ingeniería Geográfica, de lo cual se pretende potencializar el empleo de varias aplicaciones y nuevas tecnologías que pueden ser empleadas en el ámbito militar y que posiblemente por el desconocimiento de su existencia y falta del canal adecuado en la institución para su difusión no ha sido canalizada adecuadamente.

En este sentido la presente investigación servirá para proponer una alternativa orientada a satisfacer las necesidades de productos cartográficos y de pronta respuesta como insumo importante para la toma de decisiones y conducción de operaciones militares en todos los ámbitos de su competencia, mediante la conformación de Unidades de Apoyo Geográfico en la estructura del Instituto Geográfico Militar, logrando vincular sus actividades a la planificación y conducción de las operaciones.

El uso adecuado y oportuno de la cartografía a través de una estructura orgánica del IGM tendrá la finalidad de aportar en la eficacia y efectividad de las operaciones militares, en especial las de control de armas y de gestión de riesgos, proporcionando a la sociedad acciones de respuesta exitosas que generarán una mejor percepción de seguridad y confianza en la Fuerza Terrestre.

El IGM se verá fortalecido en el cumplimiento del apoyo de ingeniería geográfica para las unidades tácticas de la Fuerza Terrestre, así como desarrollar nuevos productos en la temática militar acorde a las necesidades de estas, materializando el apoyo de Ingeniería Geográfica por parte del IGM y reforzar su conceptualización doctrinaria dentro de las misiones del Arma de Ingeniería y su empleo en las operaciones militares.

Antecedentes de la Investigación

El Empleo del Arma de Ingeniería determina las cinco misiones que debe cumplir la

Ingeniería en apoyo a la maniobra como parte del Sistema Operativo del Campo de Batalla, por lo que se requiere conceptualizar el apoyo de forma integral, fomentando el empleo de herramientas tecnológicas, siendo necesario determinar una estructura organizacional que permita vincular las capacidades del IGM y que permita solventar las necesidades de información geográfica como un requerimiento permanente de las unidades militares desplegadas en todo el territorio nacional.

En este contexto, el Instituto Geográfico Militar, como parte de su proceso interno de fortalecimiento institucional, establece dentro de su misión la planificación, ejecución y control de las operaciones militares de ingeniería geográfica, requeridas por el Escalón Superior, en apoyo a las Fuerzas Armadas, y dentro de su estructura, como proceso adjetivo de apoyo y bajo responsabilidad de la Subdirección del Instituto, la Dirección de Operaciones de Apoyo de Ingeniería Geográfica, cuya estructura y actividades se encuentran sin definir y que guardan la intención del Instituto de crear un elemento institucional que oriente sus atribuciones y responsabilidades a satisfacer las necesidades de información geográfica para la planificación y conducción de operaciones militares generadas por la Fuerza Terrestre.

Fundamentación Conceptual

Bases Teóricas

Como una forma de mantenerse al día en cuanto a innovaciones tecnológicas en la industria del hardware, software y equipamiento especializado, además de metodologías, nuevos conocimientos y aproximaciones en el campo de la geoinformación, la estructura del IGM en su Estatuto 2020 considera la conformación de la Gestión de Aplicación Geomática – Geográfica, esto servirá de base para diseñar y proponer una estructura funcional orientada a la generación de Estudios Geográficos para la Defensa, Desarrollo Nacional y apoyo a instituciones del Estado, mediante la utilización de la información existente y la incorporación de nuevas tecnologías.

La información geográfica y sus diferentes aplicaciones se han desarrollado de forma vertiginosa en los últimos años, y al igual que muchos otros adelantos tecnológicos estos han sido adaptados al campo militar, principalmente el uso de visualizadores, plataformas digitales y aplicativos con información geográfica como Google Earth, Google Maps, Waze, Falcon View, entre otros; el personal militar ha tenido que adaptar estas herramientas a su necesidad de obtener información, la misma que ha incorporada a la planificación y ejecución de las operaciones. El uso del Geoportal del IGM en donde se encuentra disponible la cartografía oficial liberada, no ha sido explotado de una manera adecuada debido al desconocimiento de su existencia y también por la falta de personal con conocimiento mínimo en el ámbito cartográfico.

Figura 2

Geoportal del Instituto Geográfico Militar



Nota. El Geoportal pone a través de la web pone a disposición varios servicios, entre ellos está la descarga de información cartográfica en varios fotos y escalas. Tomado del Geoportal del IGM, página web www.geoportaligm.gob.ec.

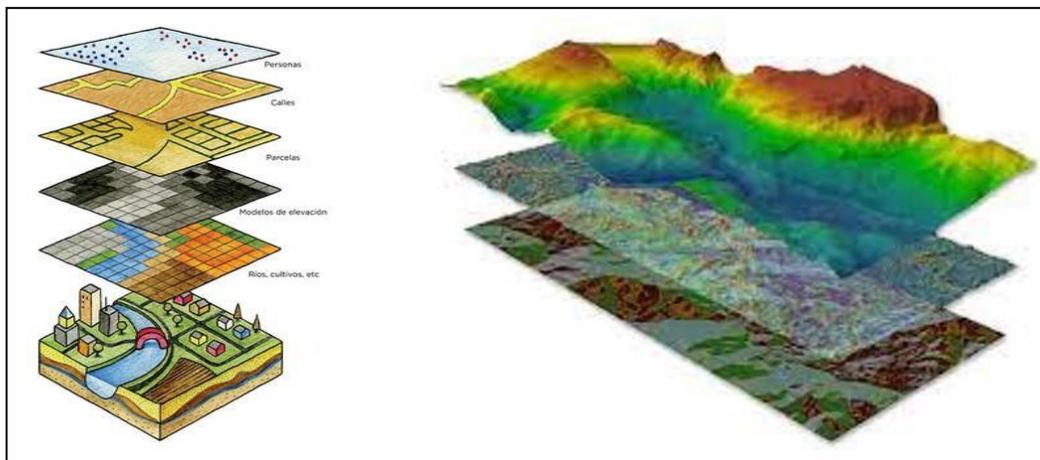
El conocimiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), brinda un apoyo eficiente a la planificación de las operaciones militares en actividades tan diversas como la

simulación del campo de batalla, en este sentido el proyecto de investigación se enfoca principalmente a la identificación de soluciones que al momento se encuentran disponibles en varias fuentes abiertas, pero que lamentablemente no han sido aprovechadas, ya sea por desconocimiento de las herramientas o por la falta de acceso a medios informáticos, sin embargo, de alguna forma es necesario solventar la necesidad de información cartográfica oportuna, que constituya un aporte primordial en el empleo de las Unidades Militares. Para satisfacer esta necesidad de información es inevitable no considerar la generación de cartografía o productos cartográficos sin procesos rigurosos de precisión generados para atender situaciones de emergencia (cartografía de pronta respuesta), apoyados fundamentalmente en el uso de nuevas tecnologías, por lo que se plantea analizar la posibilidad de una aplicación técnica, similar a la presentada por González (2018), en el cual direcciona la aplicación de los drones a la Ingeniería Civil y a las Geociencias, validando positivamente la utilización de la información obtenida por vehículos aéreos no tripulados (VANT's) en diferentes trabajos de precisión con respecto a la medición de la superficie terrestre y obras civiles, esto con el objeto de proporcionar una representación rápida del terreno y su realidad, considerando que estos requerimientos se dan en situaciones de emergencia y/o desastres.

Para llevar a cabo el procedimiento de obtención, generación e interpretación de productos cartográficos, es necesario entender diferentes procedimientos metodológicos que son utilizados técnicamente para el proceso cartográfico, como es el álgebra de mapas, la rectificación de imágenes, la georreferenciación, entre otros, información detallada que podemos encontrar en el trabajo realizado por (Guamán de la Torre) sobre el Procesamiento y restitución de imágenes capturadas por VANT multirrotor en el sector de Alangasí, una guía completa sobre el uso de una herramienta informática para la generación de productos fotogramétricos, considerando un conocimiento básico de los SIG, sirviendo como una base teórica fundamental para el tema propuesto, más aún si se considera que el estudio es realizado en nuestro territorio y bajo las mismas condiciones de disponibilidad de información.

Figura 3

Algebra de mapas realizado con cartografía digital bajo la estructura SIG



Nota. Tomado de la página <https://www.lexgeo.com/arquitecturaenterreno/>

En las diferentes operaciones que son ejecutadas por las unidades de la Fuerza Terrestre se encuentran las de apoyo al Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y emergencias (SNGRE) ante eventuales eventos peligrosos que se suscitan en cada una de las jurisdicciones, obviamente requieren de una intervención inmediata para lo cual disponer de información oportuna puede ser en muchos casos de vital importancia, en este sentido la tecnología de los SIG en apoyo al análisis y desarrollo metodológico de riesgos ocasionados por fenómenos naturales para el cantón Mejía, Provincia de Pichincha, Ecuador (Alcázar, 2013), permite establecer una metodología para obtención de insumos cartográficos que podría ser utilizado en mejorar las capacidades o disminuir tiempos de respuestas por parte de las instituciones de apoyo, en ese mismo sentido se complementa la información en el estudio El Dron del IGM, uso específico y su operación en áreas estratégicas requeridas por diferentes organizaciones (Morán, 2016), en donde siendo el IGM la entidad responsable de la cartografía básica utiliza los VANT's, es un referente para responder ante los requerimientos de las diferentes instituciones, de acuerdo a las competencias de Fuerzas Armadas en apoyo a varias instituciones del Estado.

El estudio realizado por: (Nascimento, 2019) “*Good Kill: El impacto de los drones en la doctrina militar*”, permite comprender la importancia de su uso y de cómo fue integrado a las estrategias militares. En este contexto, disponer de una estructura orgánica dentro del IGM, que cuente con capacidades básicas para un empleo y despliegue oportuno, aplicando algunas alternativas técnicas actuales, se constituye una herramienta cartográfica importantísima que busca finalmente integrar el apoyo de Ingeniería Geográfica para potencializar las misiones del Arma de Ingeniería.

En este sentido, la cartografía de pronta respuesta se presenta como una solución indiscutible ante situaciones de emergencia, en donde las instituciones de emergencia requieren de información geográfica actualizada que les permita actuar de manera inmediata para mitigar, reducir, intervenir de acuerdo a sus competencias principalmente ante desastres naturales o ante situaciones de emergencia, escenario en los que Fuerzas Armadas en base a su misión fundamental está directamente relacionado, es importante rescatar varias experiencias en el uso de este tipo de cartografía en donde se deja de lado la precisión y el proceso riguroso de generación cartográfica, priorizando la rapidez y la utilidad de este tipo de geoinformación, así como lo determina el artículo “Producción de cartografía y estudios geográficos de pronta respuesta, para atender la emergencia generada por el terremoto del 16 de abril de 2016 en Ecuador” de la *Revista Geofísica*,(67), 25-39.

Fundamentación Legal

Partiendo de la Constitución vigente del Ecuador 2008 como norma suprema establecido en su Art. 424, la misión de Fuerzas Armadas de “Defender la Soberanía y la Integridad Territorial” contemplada en el Art. 158 de la misma, obliga a las unidades militares a estar en condiciones de cumplir con esta responsabilidad, también en su Art. 162 le faculta apoyar con su contingente al desarrollo nacional, así como parte del Estado también debe dar cumplimiento a lo establecido en el Art. 389 en la gestión de riesgos en protección de las personas y al Art. 423 en cuanto a la integración latinoamericana que establece el “impulsar

una política común de defensa que consolide una alianza estratégica para fortalecer la soberanía de los países y de la región”; estableciendo la necesidad de contar con la capacidad de realizar de manera planificada acciones o misiones a nivel estratégico, operativo y táctico para cumplir estas obligaciones.

Dando continuidad a nuestra estructura legal tenemos la Ley de Seguridad Pública y del Estado, que en su Art. 11 literal “a” establece a las Fuerzas Armadas como órgano ejecutor de la defensa, también en su Art. 43 dispone que Fuerzas Armadas ante posibles circunstancias de riesgo y como medida de prevención, la protección de los sectores estratégicos.

Partiendo de lo anterior y de manera articulada debemos considerar la Política de la Defensa Nacional del Ecuador 2018 (Libro Blanco), misma que establece objetivos fundamentados en el ordenamiento jurídico detallado en su primer capítulo, y ratifican las consideraciones constitucionales y legales de la participación de las Fuerzas Armadas, estableciendo la necesidad de realizar operaciones militares como garantía de la paz, estabilidad y la prosperidad que permitan lograr un desarrollo económico y social sostenible como contribución a la seguridad integral y al fortalecimiento de la unidad nacional en la diversidad.

Ya en el área específica de la profesión militar, el Manual Fundamental de la Fuerza Terrestre Ecuatoriano 2020 establece como visión institucional el “ser para el 2033 un Ejército multi-misión, organizado, profesional, entrenado, equipado, interoperable, eficaz y disuasivo, con capacidades multi-propósitos,...”, y como misión conducir “las operaciones militares orientadas a defender la soberanía e integridad territorial, mediante la maniobra de armas combinadas rápidas y sostenidas...ante graves situaciones de conmoción interna y situaciones de desastre...”, definiendo dos roles institucionales, la defensa del Estado y la protección de los derechos y garantías de los ciudadanos como determinantes de la dotación, adiestramiento y equipamiento de la fuerza. Así mismo determina en su capítulo dos como área de conocimiento técnico-militar los conocimientos, habilidades y destrezas que guían la aplicación de la potencia

terrestre, y en su capítulo cuatro, como responsabilidad, dentro del desarrollo del Ejército del futuro el incorporar aplicaciones en campos innovadores como la inteligencia artificial y la hiperconectividad, como características la adaptabilidad, como habilidad para encontrar soluciones rápidas y novedosas.

En la parte doctrinaria, el Manual de Conducción Militar Terrestre establece en su primer capítulo dentro de la clasificación de las unidades según su especialización para el combate a las unidades de ingeniería como unidades de apoyo de combate que “está equipada con medios técnicos para apoyar la maniobra de las unidades propias y dificultar la del adversario. Acompaña a las tropas en todas las acciones, desarrollando principalmente operaciones de movilidad, contramovilidad, supervivencia, ingeniería en general e **“ingeniería geográfica”**. Ya específicamente el Manual de Empleo del Arma de Ingeniería del año 2020 (Pág. 11-12) considera al apoyo de ingeniería geográfica como una operación dentro del sistema operativo del arma de Ingeniería, orientado a la evaluación y provisión de información del terreno. También dentro del área normativa citaremos lo expuesto en el Manual Básico de Inteligencia Militar (2013) sobre la información geográfica que menciona lo siguiente: “la identificación de las características específicas del escenario y/o de actividades dentro del espacio físico, a fin de realizar un análisis inicial de las mismas, podrían influir en los cursos de acción disponibles o en las decisiones del Comandante”.

Por otro lado, como fundamento legal en la parte técnica tenemos lo establecido en la Ley vigente de la Cartografía Nacional del año 1978 que establece en su Art. 1 que “El Instituto Geográfico Militar (IGM) entidad de derecho público y personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, orgánica y disciplinariamente subordinado a la Comandancia General de la Fuerza Terrestre con sede en la ciudad de Quito, tendrá a su cargo y responsabilidad la planificación, organización, dirección, coordinación, ejecución, aprobación y control de las actividades encaminadas a la elaboración de la Cartografía Nacional y del Archivo de Datos Geográficos y Cartográficos del País”.

Siguiendo esta normativa el Instituto Geográfico Militar (IGM) establece en su Estatuto Orgánico (2020) vigente dentro de su misión que es “la entidad competente para proporcionar la cartografía oficial”, y en su capítulo cuatro, dentro de la misión del direccionamiento estratégico de los procesos gobernantes institucionales, que es “la responsable de la planificación, ejecución, seguimiento y control de las operaciones militares de Ingeniería Geográfica, requeridas por el escalón superior, en apoyo a las Fuerzas Armadas”, responsabilidad que la estructura dentro de sus procesos adjetivos en la Subdirección y específicamente en la Dirección de Operaciones de Apoyo de Ingeniería Geográfica (IGEO).

Toda esta fundamentación legal concluye la importancia que tiene la información geográfica no solo en el ámbito militar, sino como una necesidad del Estado, y que bajo los objetivos de la presente investigación se debe potenciar para conseguir el empleo eficaz y eficiente de la misma en la planificación y conducción de las operaciones militares, y en especial a las que implican el aprovechamiento del terreno.

Sistema de Variables

Para la presente investigación, como parte cuantitativa y con el fin de correlacionar resultados obtenidos, se ha definido dos variables, una dependiente y otra dependiente en base a su relacionamiento dentro de la problemática planteada de acuerdo al siguiente detalle:

- **Variable Dependiente:** Conformación de unidades de apoyo geográfico (UAGs); alrededor de la cual se determinará su real necesidad y las capacidades requeridas.
- **Variable Independiente:** Estructura del IGM; que determina las capacidades de obtención y difusión de información geográfica y la capacidad institucional de implementar las UAGs.

Definición Nominal

Esta definición relaciona el cuerpo teórico que encierra la hipótesis, estableciendo su significado dentro de la investigación, proporcionando una mayor precisión para el

establecimiento de los objetivos, pudiendo ser considerada desde dos puntos de vista, el objetivo o el subjetivo, siendo el objetivo relacionado con el grado de participación y el subjetivo al ámbito de la experiencia personal dentro de la institución militar.

Variable Dependiente. La definición nominal de la variable dependiente, conformación de unidades de apoyo geográfico, estará orientada en la parte objetiva a la determinación de la necesidad real de la implementación de estos elementos como entes responsables de proveer información geográfica, y en la parte subjetiva la percepción de la importancia de la información geográfica provista por el IGM a la planificación y conducción de las operaciones militares.

Variable Independiente. La definición nominal de la variable independiente, estructura del IGM, está orientada en la parte objetiva a determinar la capacidad y pertinencia institucional de incorporar dentro de su estructura a las unidades de apoyo geográfico, así como las capacidades de obtención y difusión de información geográfica, y en la parte subjetiva, el aporte al cumplimiento de la misión institucional y del arma de ingeniería que aportarían estas unidades.

Definición Conceptual

Dentro de la definición de las variables, la conceptual o real está relacionada con los enunciados relativos a las propiedades esenciales de estas, tratando de descomponerlas en las dimensiones que las integran.

Variable Dependiente. *El dimensionamiento de las unidades de apoyo geográfico va a partir desde la concepción militar para su organización y estructura, y la ingeniería geográfica en cuanto a la naturaleza técnica de la información que debe proveer, tanto para defensa del territorio como para empleo en el ámbito interno. También debemos dimensionarla en el nivel de la conducción que van a ser empleadas, siendo orientadas al nivel operacional, pero con capacidad de apoyar también al nivel táctico, de acuerdo a las necesidades de la Fuerza Terrestre, del problema militar a resolver y de la forma de conducción que el mando emplee.*

Variable Independiente. El dimensionamiento de la estructura del IGM para la presente investigación está contemplada dentro de los procesos adjetivos del Instituto bajo responsabilidad de la Subdirección, e involucra un producto temático específico para el empleo militar de la información geográfica que el IGM tiene la capacidad de obtener, procesar y difundir. De lo último también se dimensionará las herramientas de campo e informáticas que el Instituto puede proveer para materializar el apoyo de ingeniería geográfica, considerando la prioridad, pero también la confidencialidad.

Definición Operacional

Entendiendo a la definición operacional como la selección de los indicadores contenidos de acuerdo con el significado que se les ha otorgado y que supone la referencia empírica de la investigación (Balestrini, 2006), se ha considerado fundamentalmente la información del Geoportal del IGM, en donde se pueden obtener datos sobre los siguientes índices:

- Clasificación del usuario por género, edad y unidad o institución donde labora.
- *Balestrini Acuña Mirian (2006). Como se elabora el Proyecto de Investigación (Séptima edición). Caracas. Consultores Asociados.*
- Tipo de información y escalas requeridas de los diferentes productos cartográficos.
- Uso de servicios proporcionados por el IGM a través de esta herramienta informática para la descarga.
- Satisfacción del servicio.
- Observaciones y recomendaciones de la herramienta.

A estos datos y debido a que, durante el transcurso de la profesión militar, en varias ocasiones se tiene la oportunidad de recibir capacitación en herramientas y sistemas que permiten la visualización y manejo de cartografía, se ha creído necesario identificar otros aspectos orientados al adiestramiento que dispone el personal militar (En el nivel de planificación y conducción de operaciones) mediante la medición de los siguientes índices:

- Necesidad de información geográfica.
- Fuente de información geográfica.
- Tipo de información geográfica requerida.
- Precisión de la información geográfica requerida.
- Conocimiento de sistemas de información geográfica.
- Facilidad de obtención de información geográfica.
- Necesidad de actualidad de la información.

Todos estos datos tienen el objetivo de determinar las capacidades que podrían tener las Unidades Militares para el manejo y utilización de la información geográfica disponible, así como de obtención de información actualizada y oportuna que aporte a la planificación y conducción de las operaciones militares.

Una vez determinados estos índices, los valores obtenidos van a confirmar la necesidad de las Unidades de Apoyo Geográfico y orientar la propuesta de su organización dentro de la estructura del IGM, que en base a sus capacidades y recursos disponibles puedan mejorar las deficiencias de información geográfica de las Unidades Militares.

Hipótesis

El Instituto Geográfico Militar puede incluir dentro de su estructura unidades de apoyo geográfico que mediante el empleo de productos y servicios cartográficos existentes y empleando nuevas tecnologías de obtención de información geográfica logren satisfacer los requerimientos de información geográfica para la planificación y conducción de las operaciones militares de las Unidades de la Fuerza Terrestre.

Tabla 2

Cuadro de operacionalización de las variables

Tipo de Variable	Dimensión	Sub-dimensiones	Indicadores	Pregunta de investigación	Fuentes	Instrumento	
Variable dependiente:	Ámbito militar.	Necesidad de información geográfica.	Índice de unidades operativas con requerimientos de información geográfica para la planificación y conducción de operaciones militares.	¿Existen requerimientos de información geográfica insatisfechos para la planificación y conducción de las operaciones militares?	Constitución de la República del Ecuador vigente (2008). Ley de la Cartografía Nacional. Ley de Seguridad Pública y del Estado.	Revisión de literatura doctrinaria.	
			Defensa del territorio nacional y empleo en ámbito interno.	Conocimiento técnico del personal militar.	Índice de personal capacitado en SIG (Número de personal con capacitación en SIG/orgánico de la Unidad)	¿Qué capacidades de empleo tendría esta unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del IGM?	Manual de empleo del Arma de Ingeniería. Artículos y papers referentes al empleo de nuevas tecnologías de obtención de información geográfica aplicados a operaciones militares
	Conformación de unidades de apoyo geográfico.	Ingeniería geográfica.	Nivel de conducción operacional y táctico de requerirse.	Índice de Operaciones (Número de operaciones que requirieron información cartográfica/número de operaciones)	¿Existen nuevas tecnologías que pueden ser utilizadas para la generación de cartografía orientada al empleo militar?		

Tipo de Variable	Dimensión	Sub-dimensiones	Indicadores	Pregunta de investigación	Fuentes	Instrumento
Variable Independiente: Estructura del IGM..	Procesos adjetivos del IGM.	Satisfacción de información geográfica de temática militar para la FFTT.	Índice de requerimientos de información realizados al IGM (Requerimientos de cartografía actualizada para las operaciones / total de requerimientos de las unidades militares)	¿Existe dentro de la estructura del IGM una unidad militar responsable de proporcionar apoyo de Ingeniería Geográfica y de la generación de cartografía de pronta respuesta?	Ley de la Cartografía Nacional	Entrevistas a expertos del IGM.
		Necesidad de uso de VANTs y nuevas tecnologías a las operaciones militares.	Índice de Tipología de información cartográfica requerida.	¿Qué esfuerzo administrativo y Presupuestario requeriría la implementación de la unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del IGM?	Estatuto Institucional del IGM 2020.	
	Responsabilidad de la Subdirección institucional.	Uso del Geoportal del IGM.	Índice de satisfacción de la revisión de información geográfica		Manuales y tutoriales para la generación de productos cartográficos utilizando VANT's.	Índices de uso de información geográfica para la planificación y conducción de operaciones militares.
		Conocimiento de las capacidades del IGM.			Artículos y papers referentes al empleo de nuevas tecnologías de obtención de información geográfica y de cartografía de pronta respuesta.	

Capítulo III: Metodología

Entendiendo a la Metodología de la presente investigación, según Balestrini (2006), como el conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a continuación, se expondrá el camino conceptual que se plantea para poder descubrir y analizar los supuestos del estudio y de construir datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados, sin olvidar que esta metodología no es una fórmula rígida que se constituya en una limitación para una investigación flexible que nos permita dar la mejor solución a la problemática general referente al apoyo de ingeniería geográfica a las operaciones militares.

Modalidad de la Investigación

Según (Baena, 2017) el modelo es la representación de la realidad y usa como referencia la teoría, es una representación mental referida a una construcción conceptual que, de manera general representan la teoría, muestra las condiciones ideales en las que se produce un fenómeno y constituye una muestra particular de la explicación general que da una teoría o hipótesis.

A lo anterior complementamos con la concepción de la función básica del modelo que es la de ayudar a la investigación a comprender las teorías y las leyes que la determinan, pero también proporcionarle una interpretación de estas, proveyéndonos no solo de una explicación sino la capacidad de predecir. En base a lo anotado, y basados en la clasificación propuesta por Baena y Hernández adoptaremos un modelo de investigación mixta, es decir, emplearemos los modelos cuantitativo y cualitativo para poder obtener y procesar la información y los datos que nos permitan alcanzar los objetivos trazados.

El modelo cuantitativo se lo aplicará para el tratamiento de datos obtenidos del Geoportal del IGM y los datos obtenidos mediante la aplicación de la herramienta de la encuesta a la población o muestra seleccionada técnicamente, mismos que serán procesados para generar índices que provean el comportamiento de las variables y su relacionamiento en el entorno de la información geográfica y las operaciones militares.

El modelo cualitativo se lo aplicará para procesar los aportes de expertos seleccionados tanto de la parte técnica militar como de la geográfica, a través de la herramienta de la entrevista, con el planteamiento de seis interrogantes básicas, según el Anexo "A", que tienen como finalidad abordar la visión general de la existencia y situación actual de la problemática, así como de una contribución a la construcción y planteamiento de la posible solución, estos dos lineamientos básicos permitirán confirmar la necesidad de la investigación y la hipótesis planteada.

Con el empleo de los dos modelos o enfoques podremos aprovechar sus características particulares para una visión amplia pero única, permitiéndonos contrastar elementos matemáticos que nos ofrecen tendencias, con argumentos empíricos de expertos que nos pueden proveer y confirmar el factor de cambio necesario a la realidad actual referente al cumplimiento misional tanto del IGM como del Arma de Ingeniería de proporcionar ingeniería geográfica para la planificación y conducción de las operaciones militares.

Tipos de Investigación

Dentro del proceso de la Investigación y acogiendo la importancia planteada por Balestrini de delimitar el tipo de estudio como la forma de aproximarnos al modelo escogido, en nuestro caso bajo un enfoque mixto, optaremos esencialmente por el tipo de investigación encuadrada dentro de Proyecto Factible, por consistir en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, en nuestro caso las Unidades de Apoyo Geográfico, para solucionar un requerimiento institucional (Ejército Ecuatoriano) a través de métodos, tecnologías y procesos. Esta tipología comprende el establecer un diagnóstico, un planteamiento y una fundamentación teórica de la propuesta, con un análisis y conclusiones sobre su viabilidad de realización.

Sin apartarnos de lo anterior, y conociendo que el entorno de la investigación científica ha sido abordado por varios estudiosos y generado varias clasificaciones de tipos de investigación que aplicados a nuestra problemática podremos utilizarlas con la finalidad de obtener una investigación más flexible, también detallaremos la afinidad con algunas de

estas. En cuanto a la manipulación de las variables, podemos alinearlos con una investigación experimental, por la recolección de datos sobre las formas con que el IGM, como variable independiente, proporcionado información geográfica para ser utilizada en las operaciones militares, analizando su efecto en la necesidad de contar con una unidad o estructura militar que sea la encargada de cumplir con esta misión, proveyendo parámetros que contribuyan a definir sus posibles características, capacidades, estructura y doctrina de empleo.

En la tipología por la inferencia de la investigación nos orientaremos hacia una deductiva, debido al estudio real actual que vamos a realizar sobre la forma y el procedimiento con el cual se obtiene la información geográfica para las operaciones militares y verificar o refutar la hipótesis de que el IGM pueda implementar las UAGs dentro de su estructura, con bases legales y doctrinarias, que le permitan cumplir eficientemente esa misión.

Según la tipología por la temporalidad de la investigación en cambio nos regiremos al tipo de investigación longitudinal, pues la presente investigación se caracteriza por observar al IGM durante su último periodo de vida institucional desde 1978 con el propósito de identificar los cambios y maneras que ha empleado para, como parte de su misión de proporcionar información geográfica para las operaciones militares.

Por el objetivo perseguido nos guiaremos en un tipo de investigación aplicada, ya que se busca su implementación real como solución a la necesidad de información geográfica de las operaciones militares.

Diseño de la Investigación

Una vez que hemos definido nuestro problema, su alcance, nos hemos formulado la hipótesis de nuestra investigación e iniciado el delineamiento de la metodología, debemos visualizar la forma concreta y práctica para poder dar contestación a las preguntas de investigación que se generaron, visualizando con esto el reunir los argumentos que nos permitan cumplir con los objetivos establecidos. En este contexto debemos establecer o definir lo que se asumirá como el o los diseños de investigación, que según Hernández

(2014) se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema.

En este contexto y para establecer el patrón para los procesos que nos llevarán a cumplir los objetivos planteados aplicaremos inicialmente un diseño de investigación bibliográfica debido al requerimiento inicial de análisis documental para seleccionar y examinar las fuentes bibliográficas extraídas o encontradas en reglamentos y manuales de referencia de la Fuerza Terrestre, específicamente en los manuales vigentes de empleo del arma de ingeniería y en el Manual Fundamental de Referencia MFRE 3.01, así como en los cuerpos legales que se citó en la fundamentación legal que comprenden la Constitución de la República del Ecuador, la Ley de Seguridad Pública y del Estado y la Ley de la Cartografía Nacional, y en la parte técnica geográfica la fundamentación de la generación, procesamiento y tratamiento de la información geográfica; todos estos documentos orientados sobre la materia de estudio, que también involucra una revisión de la ciencia geográfica actual y de las doctrinas aplicables de ejércitos de países de la región, así como de cuerpos legales que puedan aportar con normativa referencial para la conceptualización y estructuración del estudio, tomando en cuenta que siendo la Fuerza Terrestre parte del Poder Ejecutivo del Estado, debe regirse por la normativa que lo regula y que sea aplicable a nuestra investigación.

Para este fin nos sirve como referencia lo expuesto por Finol y Nava (1992) que en referencia a la investigación bibliográfica señalan que *“una parte imprescindible del proceso de investigación es la recolección de información”* y hablan sobre la observación documental como *“la vía más expedita de obtener datos”*; así como la definición de entre diversos autores la de la mexicana Guillermina Baena que dice que *“la investigación documental es una técnica que consiste en la selección y recopilación de información por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos de bibliotecas, hemerotecas e incluso de información ciberográfica”*, que la hemos delineado dentro del tipo argumentativa por la postura existente sobre el tema de estudio y aplicando los criterios de selección por su pertinencia, exhaustividad y actualidad, empleando técnicas como el

fichaje, la redacción, la confrontación y la clasificación, esta última para establecer los documentos primarios, secundarios y terciarios por el valor de su contenido para la investigación.

Con los productos de la investigación bibliográfica pasamos al diseño de una investigación de campo no experimental longitudinal correlacional, el cual nos permitirá establecer una interacción entre los objetos y la realidad de la situación del escenario, así como observar y recolectar datos directamente de la realidad en su situación natural, permitiéndonos profundizar en la comprensión de los hallazgos encontrados con los instrumentos seleccionados, mismos que se constituyen en datos primarios para una posible correlación causal entre variables, realidad o hipótesis.

Niveles de Investigación

En lo referente al nivel o profundidad de nuestro objeto de estudio, la presente investigación se delinearán como explicativa, dado que se estudia la relación entre las variables y las diferentes causas y efectos ya planteadas en la *Figura No.1*, relacionadas al fenómeno comprendido como el cumplimiento de la misión del arma de ingeniería de proporcionar información geográfica para las operaciones militares, y todo este análisis con la finalidad de conocer el por qué y cómo ha llegado a su estado actual. Esto se encuadra en lo definido por Balestrini, quien detalla que se aborda un nivel descriptivo en la medida que el fin último es el describir con precisión, las características del procedimiento que se sigue para proporcionar información geográfica a las operaciones militares en el último periodo de vida institucional del IGM comprendido desde la expedición de la ley de Cartografía en 1978 hasta la actualidad.

Población y Muestra

En base a la problemática planteada, la población y muestra, está orientada a obtener información sobre la necesidad de las unidades militares en sus respectivos niveles, de disponer de información geográfica digital o analógica como insumo fundamental para la planificación de las operaciones militares, es así que, mediante la aplicación de encuestas y entrevistas se busca correlacionar las variables dependientes e independientes de la

presente investigación, estableciéndose una población finita definida principalmente por los oficiales de la Fuerza Terrestre que son los encargados en algún momento de cumplir con las funciones de planificación y conducción de las operaciones militares; así mismo como muestra se ha determinado a un grupo finito específico de los Comandantes de los Estados Mayores y Planas Mayores de las unidades de la Fuerza Terrestre.

Población

La población de la investigación se determina por los oficiales de la Fuerza Terrestre en los grados de Capitanes, Mayores, Tenientes Coroneles, Coroneles y Generales, pertenecientes en su clasificación por Arma a Infantería, Caballería Blindada, Artillería, Ingeniería, Comunicaciones, Inteligencia Militar y Aviación del Ejército, con un total de 1709 oficiales, los mismos que en algún momento de su carrera ya sea como Comandantes de las Unidades tipo Batallón, Brigada y División, así como miembros de los Estados Mayores y Planas Mayores de las unidades militares, son quienes en base a las misiones constitucionales deben planificar y conducir las diferentes operaciones militares en cada una de las jurisdicciones en todo el territorio nacional.

Al momento la Fuerza Terrestre en base al escalafón actualizado del año 2022, cuenta con el siguiente orgánico:

Tabla 3

Tabla de numérico de oficiales en cada grado

ORD	GRADO	NUMÉRICO
01	General	28
02	Coronel	163
03	Teniente Coronel	324
04	Mayor	545
05	Capitán	649
TOTAL		1709

Muestra

La muestra efectivamente ha sido basada en oficiales que se encuentran al momento cumpliendo las funciones de Comandantes o miembros de un Estado Mayor o Plana Mayor respectivamente de las Unidades tipo División, Brigada o Batallón, así como el Comandante del Comando de Operaciones Terrestre, el Comandante del Cuerpo de Ingenieros, el Director del Instituto Geográfico Militar para la obtención de criterios institucionales que permitan sustentar la investigación.

Considerando que se tiene un listado del total de la población, el muestreo utilizado es el probabilístico para determinar el tamaño de la muestra, por lo que se aplicará la fórmula para poblaciones finitas de Cochran con un margen de error del 0,06% (Martínez, 2005):

$$n = \frac{Z^2 p q N}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

n = tamaño de la muestra representativa que queremos obtener

Z = valor de la curva normal (1,96)

p = probabilidad de éxito

q = probabilidad de fracaso

e = error muestral (0.06)

por lo tanto

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 1709}{0.06^2 (1709 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{1,641.32}{7.1092}$$

$$n = 230.87$$

Siendo el tamaño muestral 230.87 constituyéndose el 13,5 % se procede a sacar en porcentaje para cada grado, quedando de esta manera:

Tabla 4

Tabla de numérico de oficiales en cada grado encuestados

ORD	GRADO	NUMÉRICO	ENCUESTADOS
01	General	3	3
02	Coronel	22	23
03	Teniente Coronel	44	49
04	Mayor	75	77
05	Capitán	87	89
TOTAL		231	241

Técnicas de Recolección de Datos

Un aspecto fundamental para desarrollar dentro del marco metodológico del proyecto de investigación es la determinación de las técnicas de recolección de información que se ejecutarán a lo largo de todo el proceso, en función del problema y de las interrogantes planteadas, entendiendo a estas, según Balestrini, como el conjunto de acciones que permitan cumplir con los requisitos del paradigma científico, referidos al entorno metodológico planteado en los puntos que anteceden al presente, siendo estas diversas según el objeto o memento en que se apliquen y que no son excluyentes entre sí, sin embargo, de requerir experiencia para su selección y que resulten convenientes tanto para los investigadores como para el objetivo que se plantee con la ejecución de cada uno.

Como fue detallado en la tipología de la investigación, debido al carácter práctico, pero también técnico del tema de estudio y la necesidad de incorporar la experiencia de expertos, la presente investigación empleará las tres técnicas de recolección planteadas por Balestrini, según el siguiente detalle:

1. La técnica orientada a la observación y el análisis de la diversidad de fuentes documentales existentes, esta aplicada desde el inicio de la investigación, y que cubre todos los trabajos previos de Baquero, González, Guamán, y otros citados en los aportes bibliográficos referenciales de la investigación.

2. La técnica orientada a la observación directa para el análisis del comportamiento del hecho, en nuestro caso del proceso de difusión de información geográfica para las operaciones militares, aspecto que lo abordamos con el instrumento de la encuesta, y que lo analizaremos a través de los índices planteados para procesar esta información.
3. La técnica orientada a la obtención de la realidad a través de los actores directos, la cual empleamos a través del instrumento de la entrevista a grupos focales de expertos.

Establecidas las técnicas pasamos a describir los dos instrumentos mencionados para su aplicación y detallar la expectativa de su aporte a la investigación con los datos e información orientados al tema de estudio.

Instrumentos

Para la presente investigación se utilizó la técnica de la encuesta a través del medio digital de formularios de Google, con el fin de dar facilidad para el entendimiento de los temas y la selección de sus respuestas de una manera objetiva y directa, mediante el empleo de preguntas simples de una sola respuesta con varias opciones, tomando en cuenta el nivel operativo o táctico de la unidad a la que pertenece los oficiales en los diferentes grados, así como también los requerimientos de información geográfica requeridos para su planificación, orientando las preguntas a satisfacer cada uno de los objetivos planteados que nos permita finalmente identificar una posible solución a la necesidad de las unidades militares respecto a la disponibilidad de información geográfica tanto digital como análoga.

Con la intención de ampliar la idea general del mando sobre el apoyo que deben tener las unidades en el campo operativo y táctico, así como complementar los criterios doctrinarios, se utilizó también el método de entrevista principalmente a expertos militares considerando a las autoridades del Comando de Operaciones Terrestres como entidad encargada de poner en marcha el Plan de Campaña Terrestre que sirve de base para la planificación de las Unidades Militares a nivel División así como a Comandantes de División

para auscultar la percepción del apoyo técnico hacia las unidades operativas. Así mismo se realizó la entrevista al Comandante del Cuerpo de Ingenieros y al Director del IGM para indagar sobre el apoyo del Arma de Ingeniería, dentro de sus misiones de empleo con relación a la inexistencia de doctrina en este ámbito de apoyo geográfico, así como la posibilidad de concebir una estructura que permita solventar la necesidad de información geográfica proporcionando una solución inmediata y oportuna para las Unidades Militares. Como complemento a la investigación se desarrolló entrevistas a personal técnico especialista en el campo de la planificación institucional del IGM, así como a personal de Ingenieros geógrafos para determinar los criterios sobre la estructura organizacional y las capacidades técnicas que debería potencializar la institución y considerar en el apoyo requerido para las operaciones militares.

Validez y Confiabilidad

Para obtener datos confiables este instrumento fue sometido a evaluación por medio de juicio de expertos que realizaron sus observaciones dentro del campo operacional y táctico, así como especialistas en el ámbito geográfico. En relación con la confiabilidad de los encuestados es muy alta ya que se escogió concretamente las unidades militares y los oficiales en base al escalafón de la Fuerza Terrestre; cabe mencionar que esta actividad fue facilitada por el empleo de redes sociales que permiten la comunicación de una manera rápida y directa, para hacer llegar las encuestas a las unidades desplegadas en todo el país y tener una recepción inmediata. Los datos obtenidos cubren el numérico calculado para el tamaño de la muestra y el porcentaje establecido de precisión.

Técnicas de Análisis de Datos

Las operaciones realizadas para alcanzar los objetivos son determinados principalmente por las técnicas de obtención de datos que son la encuesta y la entrevista, definiéndose dos técnicas de análisis de datos mediante la técnica cuantitativa y cualitativa respectivamente. En la primera se presentan los datos de forma gráfica, numérica y mediante diagrama de barras, considerando el carácter discreto de los resultados, ayudados por el análisis porcentual realizado directamente de la herramienta de

Formularios de Google, así mismo de los datos clasificados por cada uno de los grupos de oficiales pertenecientes a las Divisiones, Brigadas y Batallones, en diferentes tablas en base a la información sobre sus necesidades de información geográfica. Los valores cualitativos se determinan por el análisis efectuado a la relatoría de las entrevistas, las mismas que se encuentran respaldadas por los documentos, grabaciones y escritos legalizados en donde se presentan sus criterios orientados a la definición doctrinaria que debería existir por parte del Arma de Ingeniería para el apoyo a las operaciones militares.

Técnicas de Comprobación de Hipótesis

Para establecer las técnicas de comprobación de hipótesis, partiremos de definir a la hipótesis de estudio, misma que según Hernández se encuadra dentro de una hipótesis causal bivariada que establece relaciones de causalidad entre dos variables, una independiente y otra dependiente, que en la presente investigación son las capacidades técnicas del IGM y las UAGs, relacionadas por la utilización de la información geográfica en apoyo a las operaciones militares. En este contexto, y dentro del modelo o enfoque mixto de investigación, la comprobación tanto en la parte cuantitativa como cualitativa se empleará una Técnica Deductiva, recordando lo expresado por Hernández, que en realidad no se puede probar que una hipótesis sea verdadera o falsa, sino que las premisas que obtengamos del tratamiento de la información y datos nos permitirán argumentar y apoyar la validez de la hipótesis.

De lo anterior inferimos que siendo la hipótesis la regla general, la información obtenida mediante la aplicación de los instrumentos de recolección de datos enmarcados en las técnicas para este efecto proporcionan las premisas que serán las partes particulares que argumentarán y comprobarán la regla general o hipótesis en proceso de validación.

Capítulo IV: Resultados de la Investigación

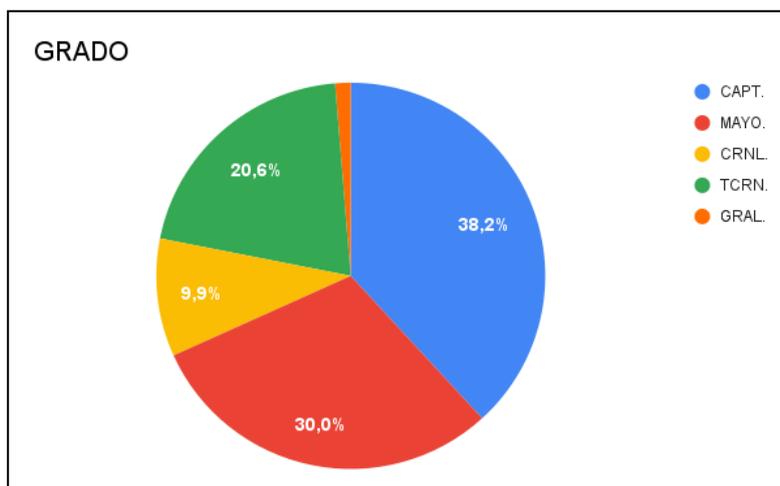
Análisis de los Resultados

Una vez que se aplicaron los instrumentos de recolección de datos (formulario de Google), se procedió a realizar el tratamiento correspondiente mediante la ayuda del programa Excel, tabulando y mostrando gráficamente los resultados sobre la necesidad de información geográfica, en referencia al tipo de formato digital o analógico, las escalas, su forma de obtener los productos cartográficos, así como la forma y herramientas digitales utilizadas para el análisis e interpretación de la información geográfica que las unidades disponen para el cumplimiento de sus actividades, entre otra información que permite inferir los requerimientos de las unidades militares desde el nivel batallón, brigada y división, a fin de que se pueda identificar las falencias, necesidades, vacíos y sustentar el descontento que tienen los oficiales que tienen la responsabilidad de la planificación y ejecución de las operaciones militares en cada unidad operativa, para lo cual se procede al siguiente análisis de cada una de las preguntas:

1. Grados de los oficiales encuestados

Figura 4

Gráfico en función de los grados de oficiales



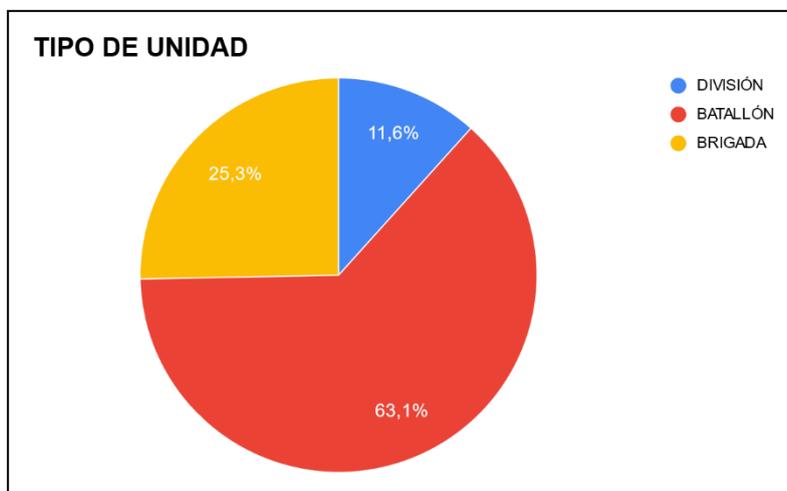
El presente gráfico hace referencia al personal de oficiales encuestados, de los cuales el 1.3% corresponde al grado de General, el 9.9% al grado de Coronel, el 20,6% al

grado de Teniente Coronel, el 30.0% al grado de Mayor y el 38.2% al grado de Capitán, demostrándose efectivamente la jerarquización existente en cada una de las unidades militares: El total de encuestados se define por 241 personas que cumplen sus funciones de Comandantes o miembros de los Estados Mayores o Planas Mayores. El grupo de Generales en su totalidad fungen como Comandantes de las Divisiones de la Fuerza Terrestre, los Coroneles cumplen con la función de Comandantes o miembros de los Estados Mayores de las Divisiones, los Tenientes Coroneles cumplen como comandantes de unidad tipo Batallón o como miembros de los Estados Mayores de las Divisiones y los Mayores y Capitanes cumplen funciones en las Planas Mayores de las Unidades Tipo Batallón.

2. Tipo de unidad a la que pertenecen los oficiales encuestados

Figura 5

Gráfico en función del nivel de las Unidades



El requerimiento de información geográfica para la planificación y conducción de las operaciones por parte de las unidades militares viene determinado desde el más alto nivel que son las Divisiones hacia las diferentes misiones que debe cumplir el nivel táctico que son las Brigadas y Batallones, considerando además que existen cuatro (04) Divisiones, un total de trece (13) Brigadas operativas y un total de 37 (treinta y siete) Batallones. Por lo tanto, en referencia a la información levantada, se determina que existe un porcentaje de 11,6% de oficiales encuestados que se encuentran en el nivel División, un 25,3% se

encuentran en el nivel Brigada y un 63,1% en el nivel Batallón. Con estos datos se puede determinar que la mayor cantidad de usuarios se encuentran en el nivel táctico, sin embargo, acorde a la doctrina de planeamiento, el Escalón Superior debe encargarse de proporcionar los medios necesarios para el cumplimiento de las misiones impuestas a los niveles inferiores.

3. En la unidad militar para la planificación y ejecución de las operaciones militares se dispone de información geográfica:

Figura 6

Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel División

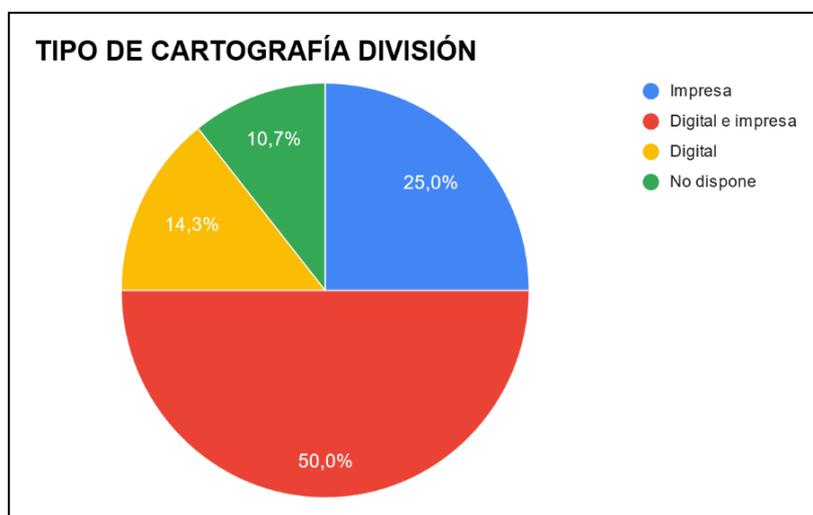


Figura 7

Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel Brigada

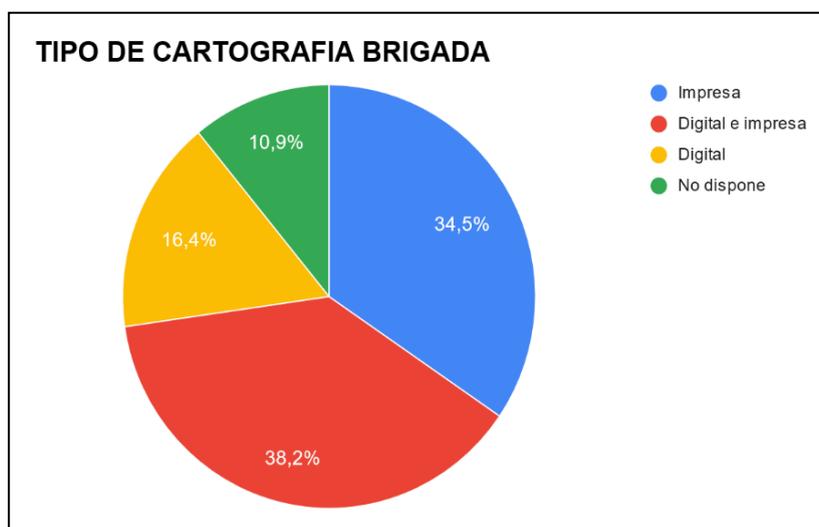
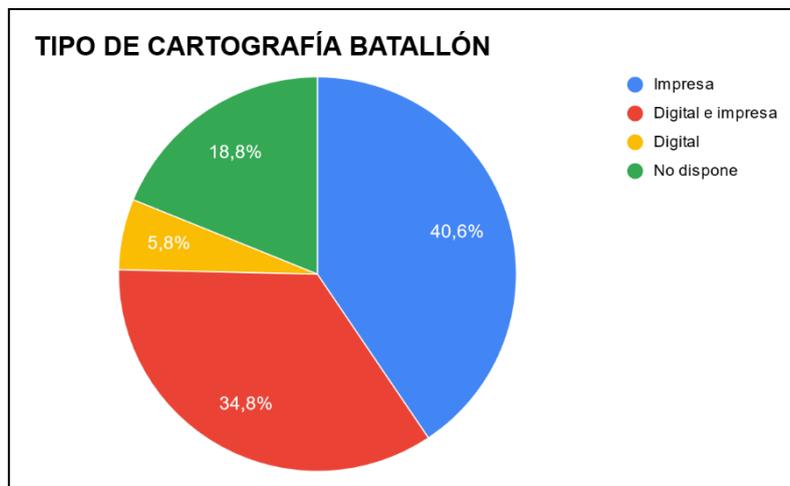


Figura 8

Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel Batallón



En los gráficos anteriores se realiza un análisis en base a la información cartográfica disponible para el cumplimiento de sus actividades en cada uno de los niveles de planificación estableciéndose la existencia de cartografía análoga impresa y de cartografía digital, la misma que a través de los años ha sido entregada u obtenida por parte de las unidades. En lo que respecta a la **cartografía impresa** a nivel División se dispone de un 25,0%, a nivel Brigada de un 34,5% y a nivel Batallón de un 40,6%, lo que permite identificar que existe mayor utilización y por ende mayor requerimiento de información en formato impreso para las unidades tipo Batallón.

Respecto a la **cartografía digital** se tiene un 14,3% de disponibilidad por parte de las Divisiones, un 16,4% de disponibilidad a nivel Brigadas y 5.8% de disponibilidad de cartografía digital por parte de ellos Batallones, por lo que existe un bajo porcentaje de disponibilidad de información digital, estableciéndose que concurre en el poco conocimiento sobre plataformas digitales existentes y disponibles de forma abierta.

En su gran mayoría las unidades para su planificación y conducción de las operaciones combinan el uso de cartografía digital e impresa, es decir solventan sus requerimientos en base a la disponibilidad de la misma a nivel División en un 50%, a nivel Brigada en un 38,2% y los Batallones en 34.8%.

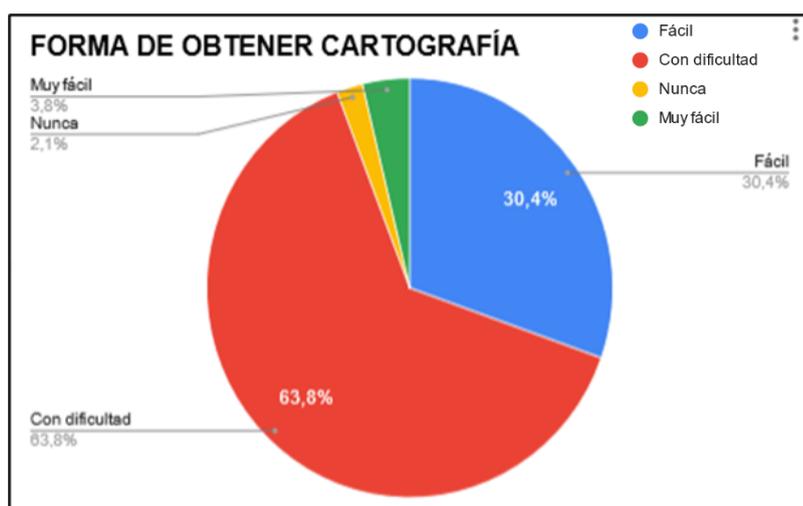
Es importante analizar el dato sobre la **inexistencia o falta de cartografía** en las

unidades, considerando que en las Divisiones no existe cartografía 10,7%, en las Brigadas 10,9% y en los Batallones 18,8%, debido principalmente a que el órgano rector de la cartografía que es el IGM, no ha generado cartografía oficial de algunos sectores del país, así como también que las unidades han ampliado su campo de acción a sectores que anteriormente no habían sido intervenidos, así como también la falta de cartografía actualizada ya que muchas de las cartas datan de hace varios años convirtiéndose en inservibles para las actividades actuales principalmente en el uso de las vías.

4. Los requerimientos de información para la planificación de las operaciones han sido solventados de forma:

Figura 9

Gráfico de tipo de cartografía disponible a nivel Batallón



Las unidades militares requieren información cartográfica de forma permanente, en muchas ocasiones la misma no se encuentra disponible, por lo que se debe obtener de varias formas, siendo este proceso en todos los niveles muy fácil en un 3,8%, fácil 30,4%, con dificultad un 63,8%, y un porcentaje muy bajo en el cual no han podido obtener la información con un 2,1%. Esta información denota que existe dificultad para la obtención de la información cartográfica, es decir las unidades militares no logran satisfacer sus necesidades expeditamente, debiendo en muchos casos de forma particular los oficiales incurrir en gastos o simplemente trabajar con información desactualizada y poco útil. La dificultad incide básicamente en el tiempo de respuesta para la planificación y en el esfuerzo

extra que deben realizar las unidades, convirtiéndose en un desgaste para el personal y principalmente convirtiéndose en un problema para el empleo oportuno de las unidades.

5. Método de obtención de cartografía por parte de las unidades para la planificación de las operaciones:

Figura 10

Método para obtener cartografía por parte de la División

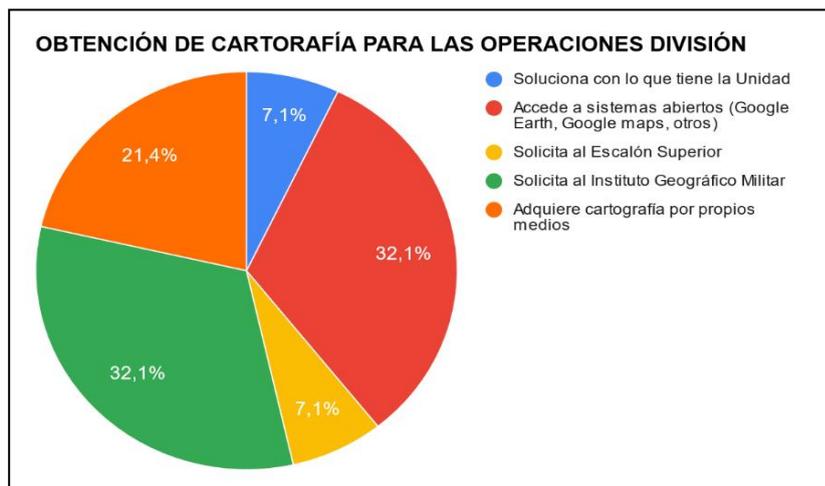
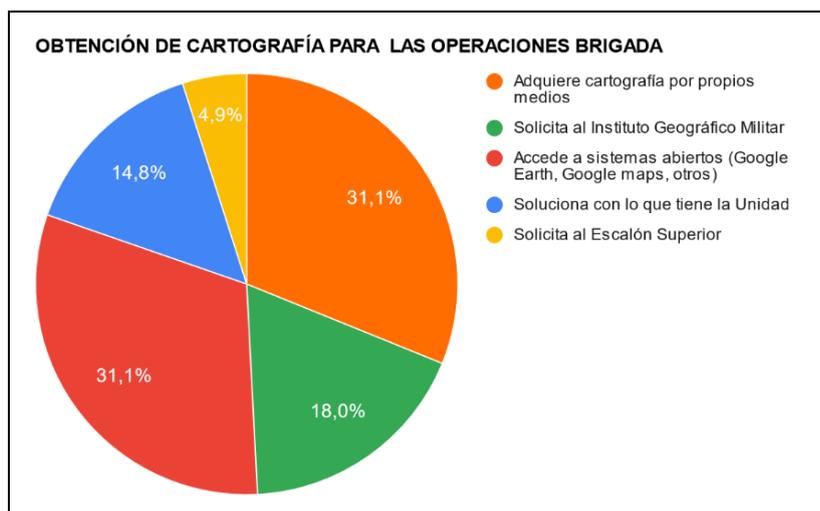


Figura 11

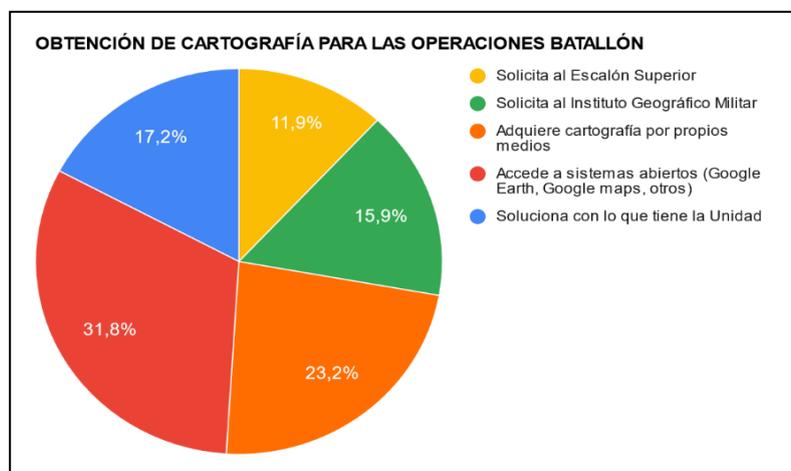
Método para obtener cartografía por parte de la Brigada



La obtención de cartografía se ha definido a todo nivel en base a cinco formas, considerando como inicial, solucionar con información disponible en la Unidad, siendo que la División solventa su requerimiento en un 7,1%, a nivel Brigadas solventan en un 14,8% y los Batallones tienen que solventar su necesidad con la información propia en un 17,2%.

Figura 12

Método para obtener cartografía por parte del Batallón



A fin de solventar los requerimientos de información, el personal normalmente se apoya en herramientas digitales y aplicaciones que sirven para la visualización y descarga de información geográfica, sin embargo esto requiere de una infraestructura informática básica y de un cierto conocimiento en el manejo de los mismos, situación que no es generalizado para todos los miembros de la Fuerza Terrestre; los datos obtenidos demuestran que a nivel División se accede a sistemas abiertos (Google Earth, Google maps, Waze, otros) en un 32,1%, a nivel Brigada en 31,1% y los Batallones 31,8%, siendo un porcentaje similar en los niveles de planificación.

El pedido de la información cartográfica al escalón superior a nivel División es de 7,1%, las Brigadas solicitan en un 4,9% y los Batallones en 11,9%, lo que demuestra que no es un procedimiento explotado debido a la baja disponibilidad técnica de las unidades a todo nivel, orientando de esta manera sus pedidos directamente al IGM como parte de los aportes a la Fuerza Terrestre, para lo cual se define en 32% solicitado directamente por el nivel Divisiones, siendo un valor considerable que estaría ligado a los requerimientos de las unidades inferiores, así mismo las Brigadas realizan el pedido directo al IGM en un 18%, quedando en un 5,9% por parte de los Batallones.

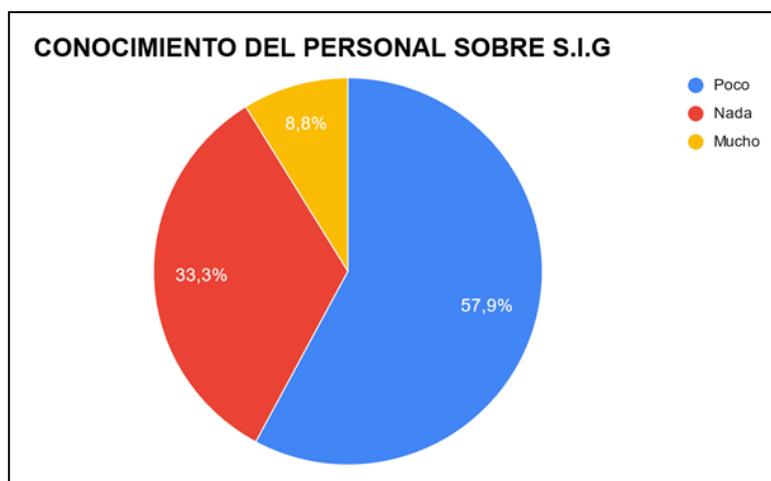
Es lamentable identificar que los oficiales obtienen la información de una manera independiente, muchas veces utilizando sus propios recursos, o mediante la distribución no

oficial a través de fuentes que disponen de la información en base de datos personales, siendo así en un promedio del 30% en todos los niveles, es decir casi la tercera parte la información geográfica.

6. En las unidades existe personal con conocimiento sobre sistemas de información para manejo de información geográfica digital:

Figura 13

Conocimiento del personal en S.I.G para el manejo de información geográfica



Para el manejo, administración y gestión de la información geográfica es necesario un conocimiento básico sobre los S.I.G, por lo que la Fuerza Terrestre ha incluido principalmente en los cursos de perfeccionamiento el uso de herramientas tecnológicas, sin embargo, la falta de práctica, la designación de funciones en donde no se utilizan, la rotación del personal, entre otras razones impiden que el personal se especialice y alcance la expertiz necesaria, considerando que sin práctica este tipo de actividad puede ser olvidada en forma inmediata, demostrándose que el esfuerzo realizado ha sido en vano. Se puede indicar que un sin número de personal militar ha sido capacitado en cursos específicos en el manejo de la información geográfica mediante medios digitales, lamentablemente muy poco ha sido explotado de una manera adecuada por lo que un número reducido posee las habilidades, conocimientos y destrezas para el manejo de la información geográfica digital. Según los datos obtenidos únicamente el 8,8% tiene un conocimiento vasto en el manejo de los S.I.G, limitando el apoyo que se puede brindar, el

57,9% tiene un poco conocimiento debiéndose potencializar este personal mediante actualizaciones de conocimientos que permita disponer de elementos preparados y entrenados que incluso permitan el desarrollo de otras aplicaciones mediante el aprovechamiento de las nuevas tecnologías y existe un 33,3% que no tienen conocimiento convirtiéndose en un auditorio al que se debe considerar para futuras capacitaciones.

7. Es necesario disponer de una unidad/sección/departamento que proporcione cartografía digital y/o impresa que facilite la planificación y conducción de sus operaciones militares?

Figura 14

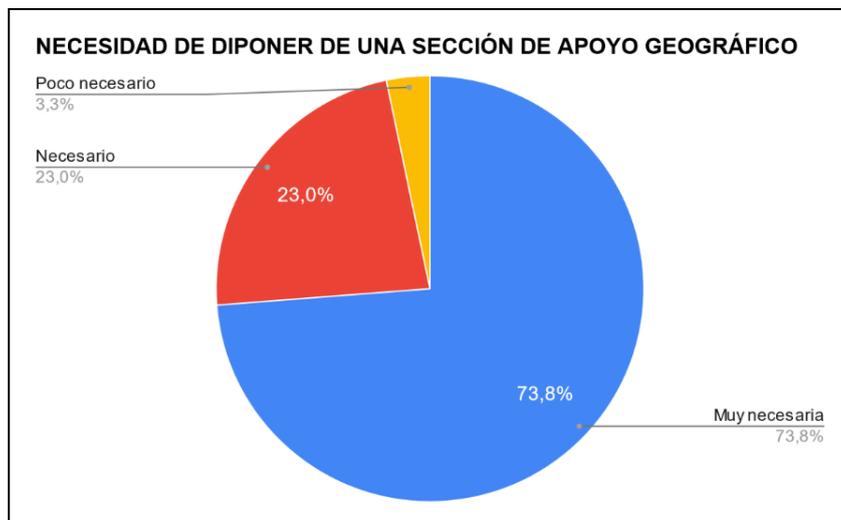
Necesidad de disponer de una sección de apoyo geográfico en la División



Los valores determinados por la Brigada permite identificar que pese a no variar la tendencia de considerar importante la disponibilidad de información por medio de una sección de apoyo geográfico entre **muy necesario** con un 73,8% y **necesario** de un 23,0% aparece el valor de **poco necesario**, determinando que a nivel Brigada se va perdiendo el interés de disponer el apoyo inmediato, debido a la posibilidad de obtención de información normalmente independiente para solventar sus requerimientos sin requerir mayor apoyo del Escalón Superior, es decir a nivel División se considera que se puede materializar el apoyo geográfico a través del personal técnico, mediante la entrega o puesta a disposición de cartografía tanto digital como impresa.

Figura 15

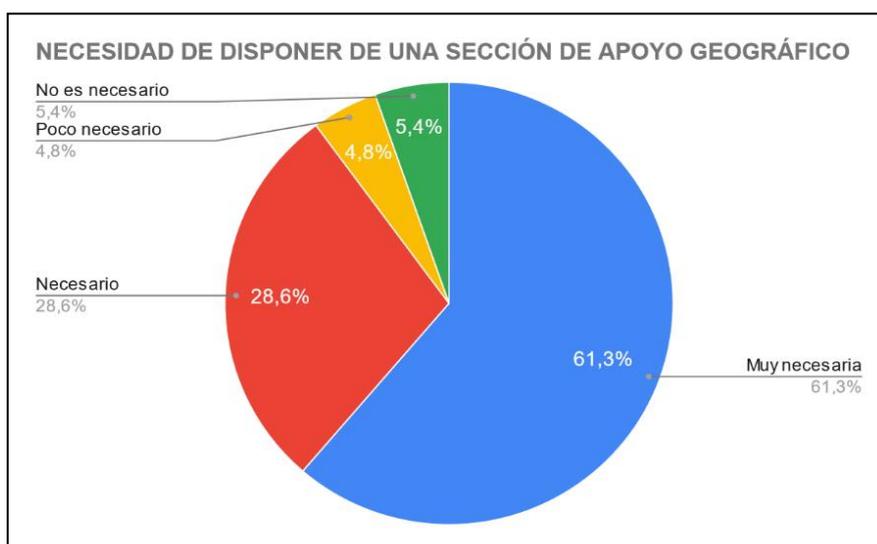
Necesidad de disponer de una sección de apoyo geográfico en la Brigada



En consideración a la disponibilidad inmediata de información geográfica proporcionada por la materialización de una sección de apoyo geográfico a cada una de las unidades se encuentra definido por la División con un criterio de **muy necesario** en un mercado 82,8%, y **necesario** de 17,2%, lo que determina la importancia que este nivel le da a la disponibilidad y utilización y de la información geográfica y los diferentes productos cartográficos para su planificación así como la distribución hacia las unidades inferiores.

Figura 16

Necesidad de disponer de una sección de apoyo geográfico en el Batallón

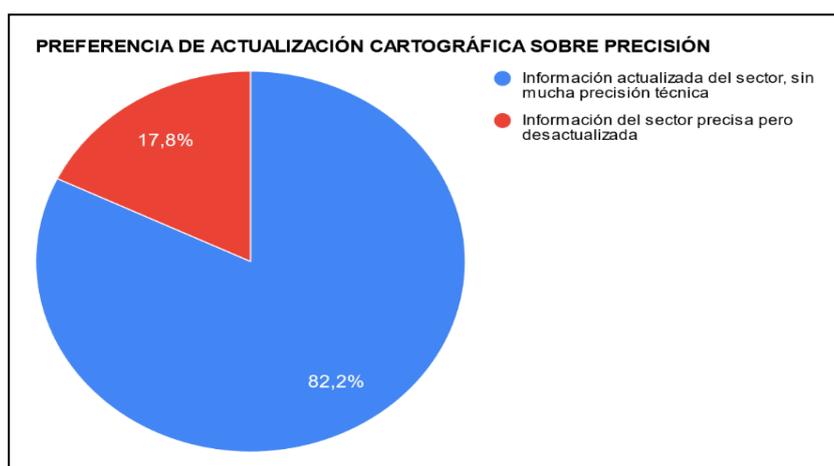


Finalmente, a nivel Batallón los valores de **poco necesario** y **no es necesario** son mucho más visibles, lo que quiere decir que los requerimientos de cartografía no es inmediata, la información es solicitada y atendida a través de su Escalón Superior y por medio de fuentes abiertas, considerando que sus requerimientos por el detalle y la escala pueden ser solventados con herramientas y nuevas tecnologías que son aplicables a nivel táctico y que se encuentra al alcance de la mano a través de equipos de uso común como computadoras y celulares mediante diferentes aplicativos utilizando principalmente el internet.

8. ¿Para la planificación y conducción de las operaciones militares es preferible la precisión de la información sobre su actualización?

Figura 17

Preferencia de cartografía actualizada sobre la precisión técnica



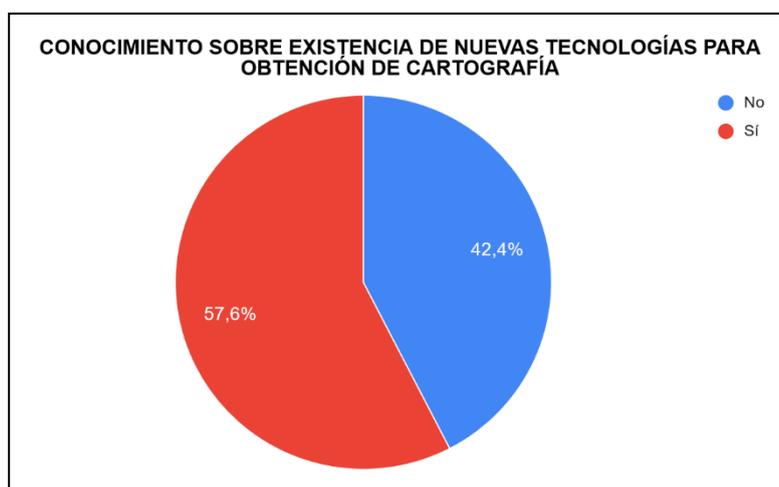
La oportunidad de la información es crucial para la planificación y conducción de las operaciones militares, más aún cuando el empleo de la unidad es inmediato, por lo que se puede evidenciar la necesidad de disponer de información que permita responder en el menor tiempo. En varias ocasiones se ha podido evidenciar que el personal militar recibe órdenes inmediatas para su participación en situaciones de emergencia, por lo que la conducción de las operaciones debe ser ejecutada en el sitio requiriéndose insumos cartográficos que les permita desarrollar la situación, siendo en este aspecto fundamental de contar con información cartográfica de pronta respuesta en donde prima la oportunidad

sobre la precisión, es así que en forma general se determina que en una gran mayoría requiere de que los productos cartográficos disponibles dispongan información actualizada, más allá de que sea precisa o no. Cabe mencionar que la información oficial que ha sido proporcionada por el IGM es desactualizada debido a la complejidad del proceso cartográfico, haciendo que la actualización no sea ejecutada de forma permanente sumado también a la poca asignación presupuestaria que no ha permitido impulsar proyectos y campañas de actualización cartográfica por lo tanto como se puede evidenciar con un 82,2% que **es preferible disponer de información actualizada del sector sin mucha precisión técnica**, por lo que la información que se dispone prácticamente en mucho de los casos se convierte en poco útil o inservible, obligando a los entes técnico plantear otras soluciones y empleo de nuevas tecnologías.

9. ¿Para la planificación y conducción de las operaciones militares es preferible la precisión de la información sobre la actualización de la información?

Figura 18

Conocimiento sobre nuevas tecnologías para obtención de información geográfica



El desarrollo tecnológico, la innovación y la aplicación de soluciones técnicas en el campo civil y militar pone a disposición una gran cantidad de recursos que pueden ser utilizados y puestos en práctica en la planificación de las operaciones militares, es así que dentro del ámbito geográfico se ha considerado varias soluciones tecnológicas y empleo de herramientas digitales, sin embargo, dentro de la Institución se evidencia un

desconocimiento entre otros temas sobre la existencia de nuevas tecnologías para la obtención de información geográfica, creando condiciones desfavorables para la continua mejora de las capacidades de las unidades militares. El desconocimiento sobre la existencia de nuevas tecnologías del 42,4% denota una despreocupación por parte de todos los miembros de la Fuerza Terrestre, dificultando y limitando el accionar militar, obligando a considerar programas para motivar e impulsar la implementación de soluciones que permitan estar a la par con los avances de la tecnología.

Discusión de los Resultados

Dentro del contexto de las técnicas de recolección de datos orientado al modelo cualitativo, según lo determinado por Hernández (2014), se seleccionó como herramienta a la entrevista a un Grupo de Enfoque conformado por cuatro expertos en la parte técnica doctrinaria militar y tres en la parte técnica geográfica y estructural institucional, teniendo como objetivo la obtención de información para su análisis, entendiendo por análisis de datos o información a lo siguiente:

- Estructuración de datos a través de su organización y transcripción del material, debidamente registrado y archivado.
- Valoración de los datos en cuanto a rigor y calidad, estableciendo la dependencia, credibilidad, transferencia y confirmación para su determinación como información primaria o secundaria.
- Interpretación de los datos, que partiendo de la información primaria se proceda a comparar de forma individual y dentro de categorías para el desarrollo de temas y patrones que permitan seleccionar información para generar las respuestas a las preguntas de investigación y también enunciados para establecer su correlación con la hipótesis sea de confirmación o contrarias.

Entrevistas a Expertos del Campo Militar y Doctrinario

Sector Institucional Usuario de la Información Geográfica. En esta área se realizó la entrevista a dos señores generales por su función y conocimiento del tema de estudio según el siguiente detalle:

- Grab. Danilo Gatchet – Comandante del COT
- Grab. Alexander Levoyer – Comandante de la IDE

Obteniendo información relevante en el área de requirentes de la información, criterios y visiones de mucho aporte al tema de estudio y puntos de vista que enriquecieron la proyección de la estructuración de la propuesta objetivo de la presente investigación, de lo cual, luego de su análisis y selección de información primaria exponemos los siguientes datos relevantes extraídos de los cinco tópicos generales abordados en la entrevista de manera común a los expertos aplicados la misma, de acuerdo al siguiente detalle:

- Se estableció que la Información Geográfica como esencia del Apoyo de Ingeniería Geográfica a las operaciones militares, y bajo el contexto de la importancia del terreno como uno de los factores determinantes del campo de batalla, vuelve a este requerimiento como esencial para la planificación, conducción y toma de decisiones a todo nivel, pues el emplearse en un terreno conocido y dominado por las fuerzas propias proporcionan una ventaja sobre la problemática militar que se presente, sea de defensa del territorio nacional o en los diferentes empleos en operaciones de ámbito interno.
- En cuanto al aprovechamiento de las capacidades del IGM por parte del COT también hubo un criterio unificado de aprovechamiento parcial de sus verdaderas capacidades técnicas que podrían ser empleadas en las operaciones militares, que, a pesar de haber satisfecho necesidades básicas, no ha trascendido ha aportes de técnica aplicada específicamente a las operaciones militares, principalmente en operaciones de ámbito interno en apoyo a las instituciones del Estado.

Sector Institucional Generador del Apoyo de Ingeniería Geográfica. En esta área se realizó la entrevista a dos señores generales por su función y conocimiento del tema de estudio según el siguiente detalle:

- Grab. Fernando Adatty – Comandante del CEE
- Crnl. de EMC Pablo Acosta – Director del IGM

Obteniendo también información relevante en el área de generación de la información geográfica, criterios y visiones de mucho aporte al tema de estudio y puntos de vista que enriquecieron la proyección de la estructuración de la propuesta objetivo de la presente investigación, de lo cual, luego de su análisis y selección de información primaria exponemos los siguientes datos relevantes extraídos de los cinco tópicos generales abordados en la entrevista de manera común a los expertos aplicados la misma, de acuerdo al siguiente detalle:

- El requerimiento de información geográfica para las operaciones militares es un insumo fundamental para el empleo de las unidades, por lo que se requiere el apoyo permanente de personal capacitado y de los recursos tecnológicos para realizar un adecuado estudio del terreno dando continuidad y eficacia al Proceso Militar en la Toma de Decisiones (PMTD), considerando doctrinariamente el apoyo de la Ingeniería Militar en cumplimiento a una de sus misiones como es el Apoyo de Ingeniería Geográfica.
- El proceso de transformación de la Fuerza Terrestre proyectado para el 2033 estaría fortalecido por la integración de nuevas tecnologías que aporten al desempeño de las operaciones militares, debiéndose encontrar la forma de relacionar y explotar las capacidades del IGM, para que de una forma directa se solvete los requerimientos de información geográfica de las unidades.
- Se debe evitar la creación de nuevas estructuras dentro del orgánico funcional de la Fuerza Terrestre sino más bien reorganizar y definir las reales capacidades del IGM para apoyar a las operaciones militares, permitiendo que personal perteneciente al Arma de Ingeniería se proyecte a alcanzar nuevos roles mediante la capacitación y

explotación de las destrezas adquiridas en el manejo de información geográfica, así como en el empleo de nuevas tecnologías para la obtención de la información.

Entrevistas a Expertos en el Campo de la Ingeniería Geográfica

A fin de conocer las capacidades técnicas, administrativas, presupuestarias, legales del IGM se realizó entrevistas a un especialista en el ámbito de la planificación institucional y dos técnicos en información geográfica, uno de ellos militar y el otro servidor público, según el siguiente detalle:

- Ingeniero Nelson Acurio – Analista de Planificación del IGM
- Mayo. de E. Freddy Romero – Jefe de la Gestión Geográfica del IGM
- Ingeniera Catalina Erazo – Jefe de la Sección de Cartografía Temática del IGM

De lo cual se obtuvo información relevante en la Estructura Organizacional y el Estatuto por Procesos vigente del IGM, así como, los requerimientos de información geográfica común realizado por las unidades militares y la temática militar, de lo cual, luego de su análisis y selección de información primaria exponemos los siguientes datos relevantes extraídos de los cinco tópicos generales abordados en la entrevista de manera común a los expertos aplicados la misma, de acuerdo al siguiente detalle:

- El IGM dispone del Estatuto por Procesos en donde se materializa la Dirección de Apoyo Geográfico la misma que tiene como una de sus actividades principales la de generar cartografía de temática militar, sin embargo, no dispone de organismos operativos que operacionalicen este apoyo.
- El IGM es una entidad adscrita al Ministerio de Defensa Nacional, por lo que se convierte en una institución proveedora de productos cartográficos para las operaciones militares, tiene bajo su responsabilidad la de generar cartografía oficial del todo el país, información que es utilizada y aprovechada para el empleo militar.
- Las Unidades militares solicitan permanentemente al IGM cartografía impresa y digital en varias escalas, así como también información geográfica obtenida mediante la utilización de drones o fotografía aérea de varios sectores de país, los mismos que son atendidos en base a la disponibilidad.

- La información geográfica disponible cumple con un proceso muy lento de actualización debido a su complejidad y sus estándares técnicos, por lo que las unidades militares van dejando de lado la utilización de estos insumos priorizando el uso de otros medios de fácil acceso y abiertos.
- El desconocimiento en la utilización del GEOPORTAL como plataforma digital de visualización y descarga de la información cartográfica de libre acceso es notorio ya que no se registra la utilización por parte de personal militar sino más bien es aprovechado por personal externo.
- El IGM es una institución de servicio, dispone de personal civil y militar capacitado con mucha experiencia y se encuentra a la vanguardia en el desarrollo tecnológico, cuenta con un potencial humano calificado, presto a proporcionar su contingente en apoyo no solamente a las operaciones militares sino en todos los campos que se requiera el apoyo con información geográfica y generación de cartografía temática.

Comprobación de Hipótesis

Continuando con el proceso de investigación y enmarcados en la técnica deductiva para la comprobación de la hipótesis vamos a detallar las premisas que se ha obtenido producto del análisis conjunto de las tres técnicas de recolección de datos aplicadas (Revisión bibliográfica, encuestas y entrevistas), según el siguiente detalle:

- a) Los comandantes y los miembros de los Estados Mayores y las Planas Mayores definen que la información geográfica es prioritaria para las operaciones militares, la misma que es utilizada en formato análogo y digital y su escala está definida por el nivel de la unidad planificadora (División, Brigada o Batallón), teniendo una mayor demanda para la cartografía en Esc 1:50.000. Lamentablemente a nivel División y Brigada en promedio existe requerimientos insatisfechos en un 10% y a nivel Batallón los requerimientos de información geográfica insatisfechos de cartografía digital y/o impresa asciende a 18%. Así mismo, existe dificultad en el método de obtención evidenciándose que las unidades no tienen un procedimiento establecido ni un canal técnico que satisfaga las necesidades de información geográfica.

- b) El IGM en su Estructura Orgánica cuenta con una Dirección de Apoyo Geográfico la misma que no se encuentra materializada haciendo que las capacidades de este instituto sean limitadas, pese a disponer de la infraestructura y condición técnica para apoyar a las operaciones militares mediante la distribución, administración y gestión de la información geográfica. El desarrollo de nuevas tecnologías permite que el IGM mejore los procesos de obtención de cartografía de pronta respuesta lo que podría solventar las necesidades de información cartográfica requerida priorizando la disponibilidad de información actualizada sobre la información precisa que requiere de largo tiempo en su producción.
- c) El desarrollo tecnológico permanente pone a disposición varias herramientas, productos, aplicativos, equipos, entre otros, que pueden y en muchos casos deben ser puestos en ejecución para las operaciones militares a fin de mejorar, atender y explotar la obtención de cartografía, sin embargo, casi el 47% de la población desconoce sobre mencionados avances.

Estas tres premisas nos permiten argumentar lo sostenido en la hipótesis, primero acerca de la capacidad del IGM de incluir dentro de su estructura a las UAGs, y segundo que mediante el empleo de productos y servicios cartográficos existentes y empleando nuevas tecnologías de obtención de información geográfica logren satisfacer los requerimientos de información geográfica para la planificación y conducción de las operaciones militares de las Unidades de la Fuerza Terrestre, mismo que será apoyado con los argumentos en el entorno administrativo, elemento fundamental para determinar la viabilidad de la hipótesis y modelación del estudio.

Capítulo V: Propuesta de la Investigación

Datos Informativos

Nombre del Proyecto

Estudio de Factibilidad para la Creación de una Unidad de Apoyo Geográfico dentro de la Estructura del Instituto Geográfico Militar, acorde a Nuevas Tecnologías en Apoyo a la Planificación y Conducción de las Operaciones Militares.

Entidad Ejecutora

Instituto Geográfico Militar

Localización Geográfica

El proyecto está concebido para ser ejecutado por el IGM para satisfacer los requerimientos de información de las Unidades Militares en todo el territorio nacional.

Antecedentes del Estudio

El avance tecnológico de herramientas digitales que permiten la visualización, análisis, interpretación, interoperabilidad de la información geográfica, han intensificado el uso y por ende el desarrollo de varias soluciones que han impulsado el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) entendiéndose como un conjunto de elementos (hardware, software, organización y datos), siendo esto fundamental en el ámbito militar para el estudio y determinación de las características del terreno en el campo de batalla.

A nivel mundial, los ejércitos desarrollados cuentan con una gran infraestructura cimentada principalmente en la cantidad de recursos que han sido invertidos y en la utilidad para las operaciones militares, por tal razón han logrado materializar robustos centros de mando y control que cuentan con capacidades tecnológicas de última generación e información geográfica de todo el planeta que permiten la toma de decisiones incluso a grandes distancias.

La inexistencia de una estructura funcional que disponga de medios y cuente con la capacidad de generar cartografía de temática militar no ha permitido brindar un soporte importante de información e investigación.

En un intento de unificar los esfuerzos para satisfacer los requerimientos

operacionales de información geográfica, se crearon los Centros de Información Geográfica, bajo el orgánico de los Comandos Operacionales y soportados técnicamente por parte del IGM, los mismos que funcionaron desde el año 2010 hasta el 2015, sin embargo la estructura técnico-administrativa presentó falencias, tanto en permanencia de personal técnico como de recursos presupuestarios, no permitiendo ser considerada adecuadamente en los procesos de planificación y toma de decisiones, a esto se suma la falta del canal técnico del Arma de Ingeniería que permita vincular las capacidades del IGM con los requerimientos de información geográfica de las unidades militares.

El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (CC.FF.AA), como entidad responsable de la planificación estratégica militar, dispone de un centro de mando y control (C3I2), departamento que cuenta con la infraestructura tecnológica y la información necesaria, sin embargo tampoco dispone de la estructura técnica que facilite la interoperabilidad con las unidades de la Fuerza Terrestre y que a su vez permita aprovechar la modernización permanente de los sistemas y los avances tecnológicos orientados al empleo efectivo de las Unidades Militares en cada una de sus jurisdicciones.

Si bien las Fuerzas Armadas tiene una vasta experiencia en el uso de la cartografía para la planificación y conducción de las operaciones militares, se ha tratado de poner en marcha iniciativas y propuestas basadas en el precepto de atender a una necesidad, sin embargo, no se ha realizado una investigación que permita identificar una solución tecnológica efectiva.

En lo concerniente al desarrollo de los SIG's y sus aplicaciones, así como su empleo en las operaciones militares existe una amplia investigación e información, lo que sirve de base para proponer una solución que permita aprovechar la potencialidad del IGM en la generación, administración y gestión de la geoinformación, para satisfacer la necesidad de las Unidades Militares.

Justificación

La cartografía es un insumo fundamental en la planificación y conducción de las operaciones militares, por lo que se han generado varios proyectos con el propósito de

satisfacer los requerimientos de información geográfica de las unidades militares, pero lamentablemente ninguno ha alcanzado el éxito deseado. Cabe mencionar que desde el año 2010 al 2015 entraron en funcionamiento los Centros de Información Geográfica que dependían de los Comandos Operacionales, los mismos que presentaron falencias administrativas, tanto en permanencia de personal técnico como de recursos presupuestarios, que limitaron sus capacidades tecnológicas, motivando su desactivación, manteniéndose la necesidad en la actualidad sin que exista otras propuestas o trabajos de investigación orientadas a minimizar este requerimiento.

Esta necesidad tampoco ha logrado ser cubierta por el IGM, siendo la entidad responsable de la generación de la cartografía oficial y de la administración del archivo de datos cartográficos y geográficos a nivel nacional, pese a existir aplicaciones y nuevas tecnologías que podrían ser empleadas en el ámbito militar, pero no existe difusión por la falta del canal adecuado en la institución y el desconocimiento de su existencia.

La presente investigación servirá para proponer una alternativa para satisfacer las necesidades de productos cartográficos y de pronta respuesta como insumo importante para la toma de decisiones y conducción de operaciones militares en todos los ámbitos de su competencia, mediante la conformación de Unidades de Apoyo Geográfico en la estructura del Instituto Geográfico Militar, logrando vincular sus actividades a la planificación y conducción de las operaciones.

El uso adecuado y oportuno de la cartografía a través de una estructura orgánica del IGM tendrá la finalidad de aportar en la eficacia y efectividad de las operaciones militares, en especial en la defensa del territorio nacional en apoyo a otras instituciones del Estado como de control de armas y de gestión de riesgos, proporcionando a la sociedad acciones de respuesta que generarán una mejor percepción de seguridad en la Fuerza Terrestre. Bajo este contexto, el presente estudio contribuirá a materializar el apoyo de Ingeniería Geográfica por parte del IGM y reforzar su conceptualización doctrinaria dentro de las misiones del Arma de Ingeniería y su empleo en las operaciones militares, así como desarrollar nuevos productos en la temática militar acorde a las necesidades de estas.

Objetivos

Objetivo General

Estudiar la factibilidad para la conformación de una unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del Instituto Geográfico Militar, que empleando nuevas tecnologías proporcione apoyo de ingeniería geográfica en la planificación y conducción de las operaciones militares.

Objetivos Específicos

- a) Determinar la necesidad de cartografía que tienen las unidades militares, para las operaciones mediante análisis estadístico de pedidos al IGM en los últimos 5 años.
- b) Determinar la necesidad y la capacidad del IGM para implementar una unidad de apoyo geográfico para materializar el apoyo de ingeniería geográfica a las operaciones militares.
- c) Determinar las capacidades de esta Unidad de Apoyo Geográfico, enmarcados en las misiones del Arma de Ingeniería.
- d) Determinar requerimientos administrativos y presupuestarios para la implementación y funcionamiento de la unidad de apoyo geográfico dentro de la estructura del IGM.
- e) Determinar nuevas tecnologías para satisfacer los requerimientos de cartografía de empleo militar, su generación, administración y difusión.
- f) Definir las especificaciones técnicas de cartografía de pronta respuesta para la planificación de las operaciones que ejecutan las unidades militares.

Fundamentación del Estudio

Encuadramiento de las UAG en la Estructura Orgánica del IGM

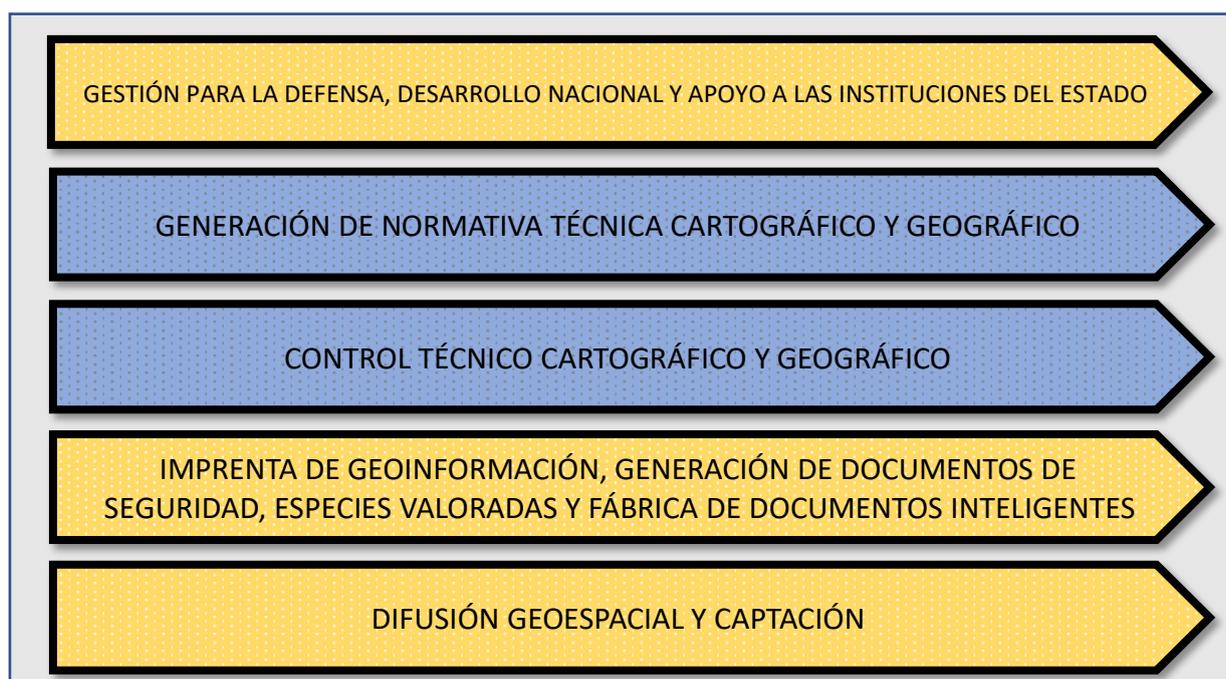
El Estatuto Orgánico por procesos del IGM aprobado por Resolución Nro. IGM-IGM-2020-0060-R de fecha 13 de julio de 2020, determina que esta institución se alinea con su misión y define su estructura institucional sustentada en su base legal y direccionamiento estratégico institucional determinados en su matriz de competencias, planificación institucional y modelo de gestión. Por lo que, en el Art. 2 del mencionado Estatuto define su

misión: “El Instituto Geográfico Militar, al ser una unidad militar técnica, gestiona, aprueba y controla todas las actividades encaminadas a: elaboración de la cartografía oficial y el archivo de datos geográficos, cartográficos del país y estudios de aplicación geomática; elabora especies valoradas y documentos de seguridad como único organismo autorizado; y realiza investigación y difusión de las ciencias geoespaciales, coadyuvando a la defensa de la soberanía e integridad territorial, apoyo al desarrollo nacional y en apoyo al accionar de otras instituciones del Estado”.

En este sentido, amparado en sus objetivos institucionales, el IGM determina en su planificación estratégica y modelo de gestión los procesos gobernantes, sustantivos y adjetivos que materializan su cadena de valor (figura No. 19 Cadena de Valor del IGM), permitiéndole actuar en el ámbito de la Gestión de Geoinformación para la Defensa, Desarrollo Nacional y Apoyo a las Instituciones del Estado, apuntalando de esta forma el cumplimiento de su misión Institucional y respaldando técnicamente las acciones ejecutadas por las Fuerzas Armadas en lo que corresponde a la disponibilidad de información geográfica.

Figura 19

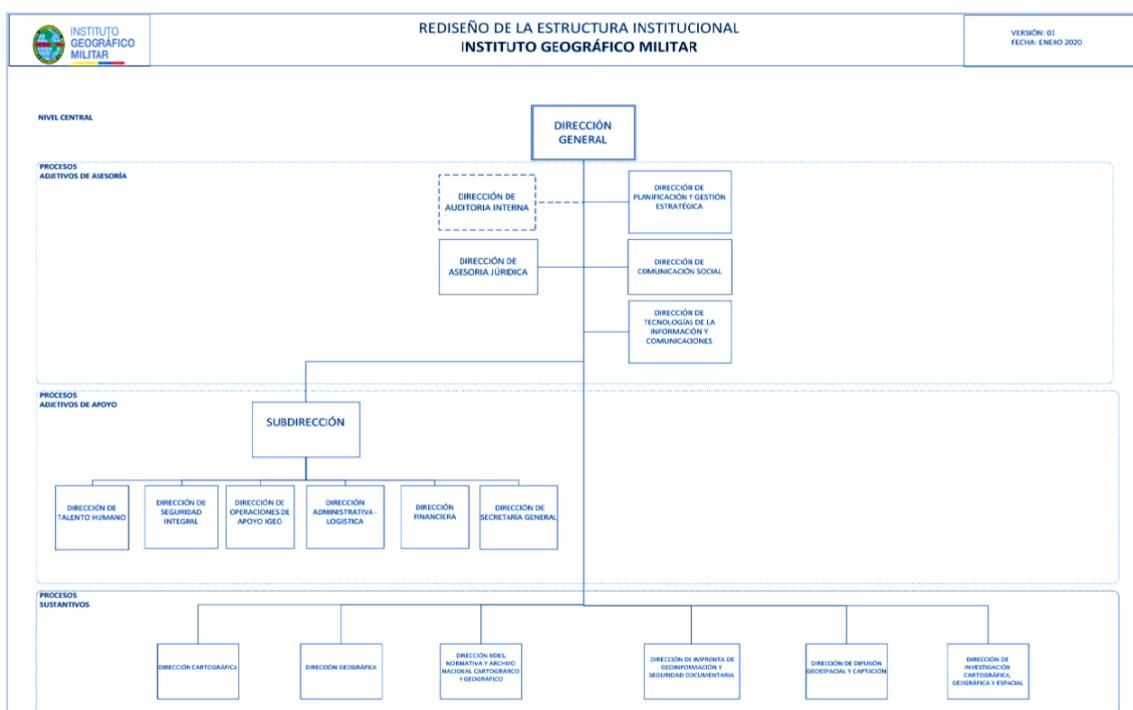
Cadena de Valor del IGM



Dentro de la Estructura Institucional contemplada en el Estatuto Orgánico por procesos del IGM (Fig. Nro. 20 Estructura Organizacional del IGM), se establecen los procesos adjetivos considerados como los encargados de proporcionar productos o servicios a los procesos gobernantes y sustantivos que se ofrecen a los clientes y/o usuarios. Bajo la Subdirección se materializa la Gestión de Operaciones de Apoyo Geográfico con la función principal de generar y proporcionar el apoyo, asesoramiento y soporte en cartografía de temática militar, por lo que se propone que las Unidades de Apoyo Geográfico para su empleo deben ser parte orgánica de esta Gestión, lo que permitirá su relacionamiento, coordinación, apoyo con las otras Gestiones que disponen de diferentes productos e insumos cartográficos y potencializando el despliegue y facilitando el apoyo por parte del IGM a las unidades militares, de una forma adecuada y directa, orientando su esfuerzo a satisfacer las necesidades de información geográfica que se requiere para la planificación y conducción de las operaciones militares principalmente en situaciones de emergencia.

Figura 20

Estructura Institucional del IGM



Nota. La figura presenta la estructura plasmada en el Estatuto Orgánico del IGM

La(s) UAG, siendo orgánicas de la Gestión de Operaciones de Apoyo Geográfico, alcanzarán la condición técnica, operativa y administrativa que les permita proporcionar el apoyo permanente y oportuno a las unidades militares, considerando los siguientes aspectos:

Sustentabilidad Técnica

- Se dispondrá de una base de datos geográfica con toda la información existente en formato digital.
- Se podrá contar con personal técnico en todos los campos de la obtención y generación de cartografía.
- Se puede disponer de la infraestructura física y tecnológica creada para el manejo y administración de información geográfica.
- Posibilidad de coordinación para el empleo de otros medios de obtención de información geográfica (LIDAR, fotografía aérea, drones, entre otros).

Sustentabilidad Operativa

- Se canalizarán los requerimientos de información geográfica a través de una unidad orgánica responsable de satisfacer las necesidades de las unidades militares.
- Los Batallones, Brigadas y las mismas Divisiones contarán con un ente técnico al cual pueden recurrir de forma directa y permanente.
- Las UAG aumentarán la capacidad de despliegue del IGM para proporcionar el apoyo geográfico oportuno.

Sustentabilidad Administrativa

- Las UAG podrán contar con el suministro permanente y continuo por parte del IGM, en lo que corresponde a la dotación de insumos para el proceso de impresión de cartografía.
- El IGM se encuentra en condiciones de solventar las necesidades administrativas como transporte, viáticos y subsistencias, repuestos, mantenimiento de los equipos, entre otros rubros que las unidades militares no disponen.
- Así mismo se puede disponer de un orgánico flexible para atender las diferentes

misiones a cumplirse de acuerdo con las características de los factores de la decisión METT (Misión, enemigo, terreno y tropas disponibles).

Capacidad de Empleo de las UAG mediante Datos, Aplicaciones, Sistemas y Herramientas Disponibles.

A fin de satisfacer los requerimientos de información geográfica para apoyar a la planificación y ejecución de las operaciones militares de las unidades a nivel operacional y táctico, las UAG bajo una estructura funcional deben estar en la capacidad de aprovechar y explotar las diversas soluciones geográficas disponibles actualmente, permitiendo brindar un soporte primordial en los reconocimientos técnicos de ingeniería en los cuales se incluye la posibilidad de realizar el catastro (inventario físico) de las unidades, además de apoyar al análisis del terreno con el empleo de los Sistemas de Información Geográfica y de la cartografía de pronta respuesta complementados con nuevas tecnologías como son los UAV.

A continuación, se ha detallado algunas funcionalidades y bondades de los principales sistemas existentes, así como proyectos y aplicativos desarrollados para la aplicación militar en el Ecuador. Las UAG deben estar en condiciones de interactuar, conocer y contribuir en función de sus capacidades, con las principales herramientas: **Cartografía Análoga Existente (impresa)**. La cartografía análoga es la más utilizada e importante, especialmente en el campo militar, corresponde a toda la información disponible de forma impresa de cartas topográficas oficiales que han sido generadas por el IGM las mismas que han sido distribuidas y/o adquiridas por las unidades militares y que son insumos para la planificación y conducción de las operaciones militares de las unidades. Las escalas con mayor uso de acuerdo con el nivel de planificación estratégica, operativa y táctica son las esc. 1:500.000, 1:250.000 y 1:50.000.

Las unidades militares disponen de cartografía de su respectiva jurisdicción, sin embargo, no disponen de cartografía actualizada, ya que los procesos de actualización dependen en gran parte de los recursos asignados por el Estado para los proyectos liderados por el IGM, muchas de las cuales datan del año 1980, por lo que en la actualidad

el uso de este tipo de cartografía ha sido relegado por la cartografía digital y el uso de herramientas y aplicativos de uso libre a través del internet.

Para disponer de cartografía, las unidades militares deben considerar en su planificación presupuestaria un rubro específico, pero muchas veces se hace innecesaria la adquisición de productos con información desactualizada y que ya no corresponde a la realidad geográfica del territorio, haciendo infructuoso el consumir esos recursos. Los requerimientos de cartografía de las unidades en muchas ocasiones no han sido satisfechos adecuadamente, por lo que el personal militar ha tenido que recurrir a varias formas a través de su escalón superior o muchas veces darse modos para adquirir de forma particular, debido a la inexistencia de un canal técnico que esté en las condiciones de solventar sus necesidades.

La necesidad de contar con procesos establecidos, el empleo de nuevas tecnologías y normativa específica para la generación de cartografía de pronta respuesta, que permita satisfacer los requerimientos de información geográfica en las unidades militares demanda un despliegue y descentralización del IGM, con personal técnico y especializado para ofrecer asesoramiento en todos los procesos que involucra la administración de la información y el uso de sistemas de información geográfica. Este despliegue y descentralización podría ser materializado por el apoyo directo de las UAG en cada una de las Divisiones de manera permanente y bajo requerimientos especiales se podría apoyar mediante la participación de UAG bajo pedido en base a los requerimientos de información que han sido levantados.

Las UAG, partiendo de una base geográfica existente y con la ayuda de un plotter estarán en la capacidad de entregar en forma física la cartografía en varias escalas que las unidades necesiten de forma inmediata, así como la disponibilidad de más de 150.000 archivos de fotografía aérea desde el año de 1942 hasta la actualidad que podrán ser utilizadas en varios proyectos de características multitemporal.

Cartografía Digital

El desarrollo tecnológico, el uso de las tecnologías de información y comunicación

(TIC), el progreso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ha permitido disponer de varias aplicaciones y herramientas que facilitan el empleo de cartografía digital. A lo largo de varios años se han potencializado el uso de visualizadores y plataformas digitales que mediante el uso generalizado de los sistemas de georreferenciación satelital incorporados en los sistemas de comunicación más básicos como lo son los celulares, facilitan el uso en tiempo real, permitiendo la interoperabilidad, despliegue, búsqueda y análisis de los datos geográficos.

En el ámbito militar del Ecuador las más conocidas, y por ende, las de mayor uso son:

- **Geoportal del IGM**

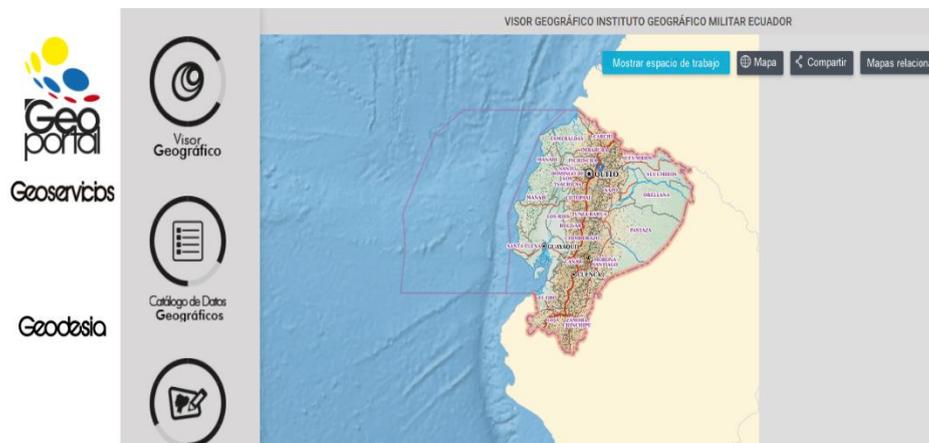
El IGM siendo la entidad máxima de la generación cartográfica a puesto a disposición a través de su infraestructura de datos espaciales el GEOPORTAL, el mismo que es un repositorio digital de información cartográfica de donde el usuario puede descargar cartografía georreferenciada en varias escalas y temáticas para su correspondiente uso.

Esta herramienta puede está a disponibilidad de todo el personal militar como una fuente abierta de descarga y uso de información geográfica para las operaciones militares, lamentablemente no ha sido generalizado su utilidad debido a la falta de capacitación y conocimiento técnico. Por medio de las UAG se pretende que esta herramienta sea la base para a través del empleo de las bondades del Geoportal del IGM las unidades militares disponga de forma inmediata y oportuna la información geográfica que necesita, ya que se encuentra liberada.

El visor geográfico es un aplicativo dentro del Geoportal que permite visualizar mapas espaciales dinámicos con información geográfica en varias escalas y con el detalle que les corresponde, datos georreferenciados de poblaciones, ciudades, vías, ríos, entre otros objetos presentes en la cartografía oficial:

Figura 21

Pantalla de inicio del GEOPORTAL.



Nota. Tomado de la página web www.geoportal.igm.gob

Para la descarga de información existe la extensión correspondiente de donde se encuentra disponible la cartografía nacional a escala 1:1'000.000, en cartografía regional se encuentra disponible a escala 1:250.000 y la cartografía oficial a escala 1:50.000, para lo cual se requiere un proceso sencillo de autorización y justificación del uso que se pretende dar a la información descargada. La información disponible para descarga en el Geoportal del IGM se encuentra en formato shapefile (.shp) que es para ser utilizado en sistemas de información geográfica principalmente en ArcGIS.

Figura 22

Ventana para descarga de cartografía liberada



Nota. Tomado de la página web www.geoportal.igm.gob

El servicio de mapas (WMS) permite además interoperar con otros sistemas de información geográfica, permitiendo obtener y generar cartografía con mayor análisis, estos procedimientos pueden ser desarrollados por personal técnico el mismo que debe ser parte de las UAG y que pueden proporcionar soporte a la planificación en sus diferentes niveles.

Figura 23

Detalle de información disponible, tipos y escalas del GEOPORTAL

BASE CONTINUA ESCALA 1:50.000, FORMATO SHP

Última actualización: ENERO 2013!! - Se descargarán en formato SHP comprimido (*.rar) - Descarga WinRAR
El nombre de las capas terminará con una letra, la que indica el tipo de geometría, así: p.punto - l.línea - a.área

Nombre de Fichero:	Medida	Última Modificación
base_1.shp	67599.0 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:27:10 GMT
base_1area_a.rar	1481.6 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:27:11 GMT
base_1linea_l.rar	0.9 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:27:12 GMT
base_1punto_p.rar	259.6 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:27:12 GMT
base_2area_a.rar	142.1 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:27:12 GMT
base_2linea_l.rar	28.6 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:27:12 GMT

Archivo Histórico:
CARTAS TOPOGRÁFICAS ESCALA 1:50.000, FORMATO JPG

Se descargarán en formato .jpg

Nombre de Fichero:	Medida	Última Modificación
PLAN_1000000_Pda_Ed...jpg	21519.7 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:28:58 GMT
PLAN_1000000_Pda_Ed...jpg	5427.1 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:28:58 GMT
PLAN_1000000_Pda_Ed...jpg	6452.0 kb	Thu, 29 Oct 2020 16:28:58 GMT

Nota. Tomado de la página web www.geoportal.igm.gob

Para la impresión y uso más habitual de la cartografía especialmente en el ámbito militar se encuentra disponible información cartográfica en formato .JPG, que son archivos de visualización de imágenes.

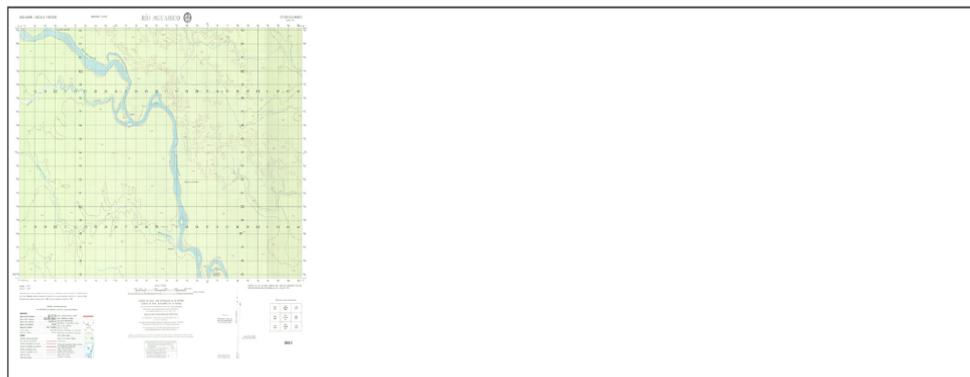
Figura 24

Previsualización de la información a descargar del GEOPORTAL.

Archivo Histórico:

CARTAS TOPOGRÁFICAS ESCALA 1:50.000, FORMATO JPG

Se descargarán en formato .jpg



Nota. Tomado de la página web www.geoportal.igm.gob

Si bien es cierto esta información se encuentra disponible en la web, sin embargo es necesario para su análisis contar con el conocimiento sobre herramientas digitales que permitan el análisis de la información, a fin de obtener productos que realmente aporten a la planificación y conducción de las operaciones militares, para lo cual las UAG deben considerar en su estructura la disponibilidad de personal capacitado y con la competencia en el manejo, administración y gestión de la información geográfica.

- **Sistemas de Información Geográfica (GEODATABASE)**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) juegan un papel fundamental en las operaciones militares ya que son esencialmente de naturaleza espacial, el concepto de Comando, Control, Comunicación y Coordinación en las operaciones militares en gran medida dependen de la disponibilidad de información precisa a fin de llegar a decisiones rápidas que permitan emitir órdenes y disposiciones adecuadas en el campo operacional.

En la era digital actual, el SIG es una herramienta excelente para los comandantes militares en las operaciones y que ha revolucionado la forma en que

operan estas fuerzas y la función. Las fuerzas militares hacen uso de SIG en una variedad de aplicaciones, incluyendo la cartografía, la inteligencia del campo de batalla (PICB), análisis del terreno, visualización del terreno en 3D, planificación de comunicaciones, gestión logística y otras aplicaciones específicas donde el análisis del componente geográfico (datos espaciales) juegan un papel crucial. Los Sistemas de Información Geográfica deben estar muy bien concebidos en el aporte técnico que deben brindar las UAG, esta será la herramienta fundamental para brindar el soporte en cada uno de los productos geográficos generados, es necesario contar con el personal técnico capacitado.

Figura 25

Interoperabilidad de los Sistemas de Mando y Control.



Nota. Tomado de la página web www.upm.es

- **SIG para el Control y Administración de Bienes Inmuebles.**

Una aplicación de la tecnología SIG como herramienta para el apoyo administrativo la tenemos en el proyecto de “Catastro de La Fuerza Terrestre”. El Catastro no es más que un inventario de todos los terrenos o “predios” y construcciones que tiene el Ejército en todo el país.

Considerando que el Ejército tiene gran cantidad de predios donde se asientan las unidades militares, así como haciendas y otros terrenos a lo largo de todo el país, era necesario contar con un sistema automatizado que permita disponer de esta información. El uso de los SIG en la gestión de bienes inmuebles facilita la

planificación de nuevas construcciones, el mantenimiento de las instalaciones existentes, así como el conocimiento del avalúo de los predios y construcciones. Otro beneficio de contar con esta aplicación es la de conocer la situación legal de tenencia o propiedad de los diferentes predios que tiene el Ejército, información que anteriormente no se conocía con precisión y que ha permitido tomar las acciones y decisiones necesarias para legalizar la tierra y evitar que gente inescrupulosa tome posesión de tierras que pertenecen por varios años al Ejército.

Figura 26

Proceso de levantamiento catastral de las unidades militares.



- **Sistema de Comando, Control, Comunicaciones, Inteligencia e Informática (C3I2) del Comando Conjunto de FF.AA.**

El Sistema C3I2 fue implantado en el año 1999, considerando un sitio principal ubicado en la Sala de Guerra del CCFFAA y siete sitios remotos ubicados en los Comandos de Operaciones Terrestre, Naval, Aéreo y los Comandos de Fuerzas de Tarea situados en Quito, Guayaquil, Cuenca y el Coca¹.

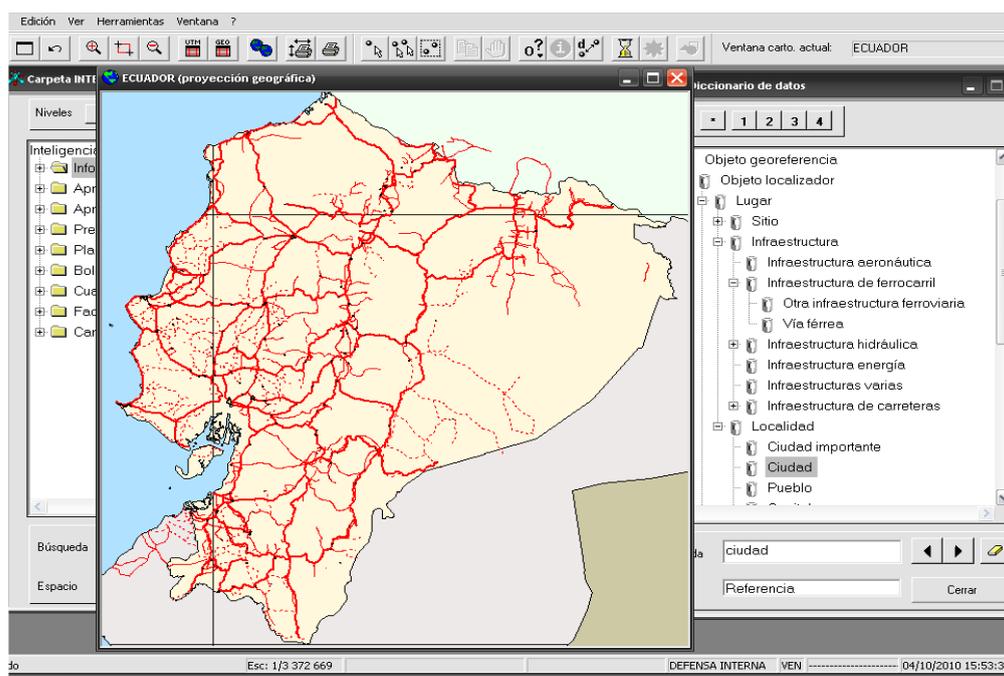
Desde su implantación, el Sistema C3I2 ha sido utilizado en el ingreso de información operativa, permitiendo el comando de las operaciones tanto de Guerra Externa como de Defensa Interna.

¹ “Proyecto para la Modernización del Sistema C3I2 DEL CC.FF.AA.”, Quito-Ecuador, junio 2010

El Sistema fue desarrollado para dar solución a los requerimientos operativos del Estado Mayor del Comando Conjunto, en todas las áreas, principalmente Operaciones, Inteligencia, Personal, Comunicaciones, Guerra Electrónica.

Figura 27

Sistema de Información Geográfica para visualización en el C3I2 del COMACO.



Uno de los componentes del Sistema C3I2 es el módulo de visualización de cartografía y que permite representar la información ingresada en las diferentes áreas en un entorno gráfico (mapas). Este componente, en la actualidad, permite visualizar la información a través de mapas estáticos, en dos dimensiones y que no permiten realizar ningún tipo de análisis espacial que facilite la comprensión del campo de batalla. De ahí que en la actualidad, el COMACO se encuentra realizando el estudio para la modernización del Sistema que busca mejorar la administración de la información de las operaciones militares, mediante una plataforma tecnológica que permita tener una visión común del campo de batalla en todos los niveles de la conducción, facilitando la representación y visualización de la situación de las fuerzas propias, de los factores de riesgo, terreno, condiciones meteorológicas y otros aspectos, que permitan la planificación y conducción de las operaciones militares,

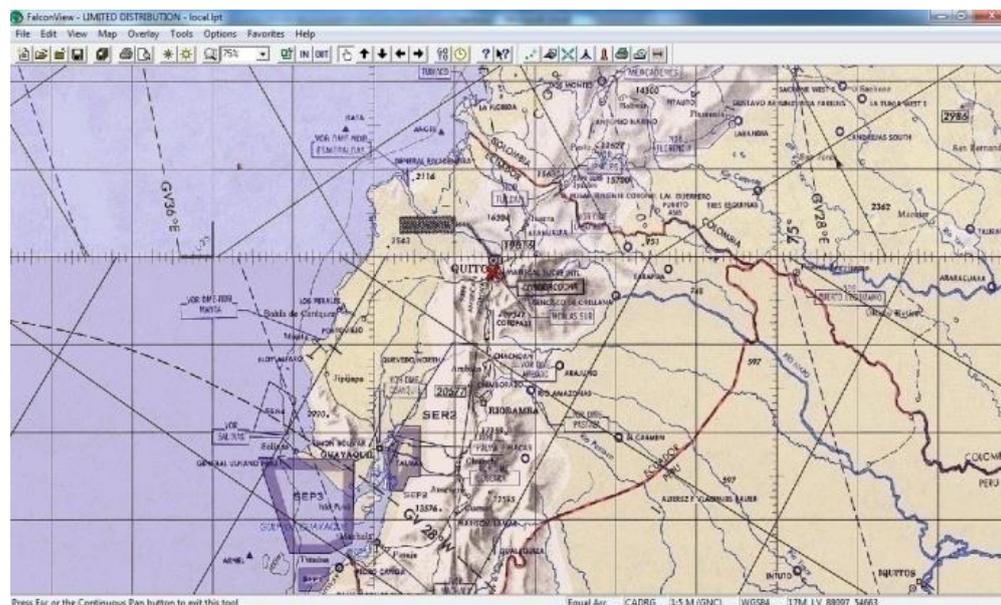
mediante la utilización de tecnologías de la información; permitiendo una funcionalidad del sistema por un espacio de al menos cinco años, en los cuales se pueda contar con información veraz y oportuna para la toma de decisiones del Estado Mayor del CC.FF.AA y de los sitios remotos donde se instale el aplicativo.

- **Software FalconView™**

FalconView es una aplicación basada en cartografía que fue desarrollada por el Instituto de Investigaciones de la Universidad de Georgia para el Departamento de Defensa (DoD) de los EE.UU.²

Figura 28

Aplicativo para planificación y seguimiento de operaciones militares Falcon View.



En la actualidad el software es utilizado por las unidades para realizar la planificación de las operaciones militares, es utilizado también como base de datos para almacenar los hallazgos de las diferentes Operaciones Militares, fue desarrollado con el objetivo de facilitar la planificación de operaciones aéreas es por eso que,

²Software para visualización cartográfica multi-escala para uso del Departamento de Defensa, accesible en <http://www.falconview.org/trac/FalconView>

cuenta con información cartográfica de diferentes escalas y diferentes fuentes de producción. De ahí que, considerando que su uso para este tipo de operaciones no se necesita precisiones cartográficas exigentes, el software es muy útil para este tipo de actividad. Hay que anotar que debido a que es una herramienta de fácil uso, se lo ha utilizado para planificación de operaciones terrestres, sin embargo, hay que tomar en cuenta que cuando visualizamos principalmente cartografía a escalas mayores pueden existir errores de precisión cartográfica que para un escenario terrestre podrán traer ciertos inconvenientes.

- **Google Earth**

Esta aplicación que se encuentra disponible a través de la web, es un sistema de información geográfica que presenta un globo terráqueo virtual que permite una visualización de cartografía basado en imágenes satelitales obtenidas por el telescopio Hubble de la NASA y que son puestas a disposición por la compañía Google de los Estados Unidos, además de la visualización permite la personalización del terreno por medio de ingreso de datos de puntos, líneas, polígonos e imágenes que pueden ser georeferenciadas y presentar un ambiente amigable para su empleo, incluye la visualización en tres dimensiones 3D así como la facilidad de realizar mediciones. La versatilidad que ha presentado este sistema ha desplazado a varias aplicaciones tradicionales considerando la superposición de imágenes que se van actualizando de forma permanente y que facilita la visualización del terreno en varias plataformas como son celulares, tabletas, computadoras, entre otras funciones muy sencillas de utilizar.

El personal militar en su necesidad de contar con información actualizada y de un sistema amigable, versátil, que permita generar e integrar su propia información ha incorporado a los procesos de planificación esta herramienta, dejando a un lado incluso la precisión de la ubicación, considerando que este sistema tiene una variación de ± 10 m., que en situaciones de emergencia no tendría mayor incidencia.

Para la planificación y conducción de las operaciones se han venido generando varios

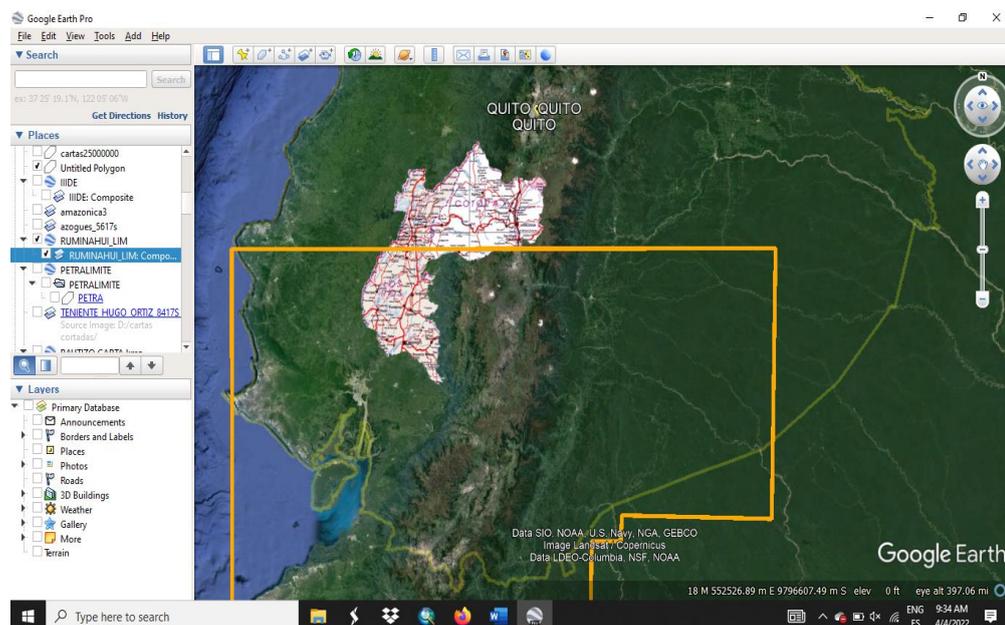
datos que sirven adecuadamente, mucho de estos han sido obtenidos de la cartografía oficial, únicamente han sido transformados al formato de lectura del Google Earth que son los archivos kmz, así por ejemplo existe información de:

- 1) Límites políticos internacionales
- 2) Cobertura provincial
- 3) Cobertura cantonal
- 4) Vías
- 5) Ríos
- 6) Ciudades
- 7) Hitos de frontera
- 8) Pasos no autorizados
- 9) Entre otras, generadas según sus propias necesidades

Es importante mencionar que una base de datos geográficas facilita la disponibilidad de la información, para lo cual el personal militar debe conocer los canales técnicos y los procedimientos para solicitarlos, así mismo debe estar capacitado para el manejo y uso de este tipo de datos.

Figura 29

Aplicativo Google Earth.



Las UAG estarán en la capacidad de generar y proporcionar la información que las unidades soliciten, además de brindar la capacitación y el asesoramiento respectivo para que solventar las necesidades de cartografía mediante el empleo de sistemas de información geográfica con el uso de cartografía

- **Aplicativo del CEOTAS (Centro de Entrenamiento Operativo Táctico Simulado)**

Desde el año 2006, el Departamento de Seguridad y Defensa de la Escuela Politécnica del Ejército y el CEOTAS de la Academia de Guerra de la Fuerza Terrestre, se encuentra ejecutando un programa de investigación que contempla el uso de S.I.G y técnicas de simulación virtual.³

Este programa considera la ejecución de 3 proyectos complementarios que abarca:

- La implementación de un centro de entrenamiento táctico simulado para la ejecución de ejercicios aplicados en el terreno.
- La implementación de un Centro de Mando, Control, Comunicaciones, Inteligencia e Informática (C3I2), destinado a lograr una mejor administración de los recursos con que cuenta el sector de defensa del país.
- La implementación de un centro de prevención de desastres y atención ante crisis naturales que permita una efectiva gestión de recursos ante situaciones de emergencia y catástrofe y que utilice como herramienta principal un S.I.G.

A fin de aprovechar las capacidades las UAG se debe coordinar el empleo y su desarrollo, proporcionando información específica y el desarrollo de una base geográfica ideal.

³ Santiago Mena, "Simulación virtual & SIG", CEPEIGE, Quito-Ecuador, accesible en <http://www.cepeige.org/Revista/SIMULACIÓN%20VIRTUAL&SIG.pdf>

Cartografía de Pronta Respuesta. La respuesta inmediata y oportuna ante diversas emergencias y acciones por parte de las diferentes instituciones del Estado y en las cuales Fuerzas Armadas tienen participación, requiere de datos e información actual de las zonas en donde se desarrollan los eventos. En los últimos años se ha acuñado el término de cartografía de pronta respuesta a la obtención y generación de información geográfica empleando varios procedimientos y herramientas que permitan visualizar el terreno para una adecuada toma de decisiones, este tipo de información prioriza la inmediatez, oportunidad, actualización y detalle sobre la precisión.

La cartografía de pronta respuesta ha sido utilizada principalmente en eventos o emergencias en donde la cartografía oficial no proporciona datos actualizados y de utilidad, sirve principalmente para determinar cambios o situaciones del terreno para la actuación inmediata de las instituciones de respuesta, este tipo de cartografía fue de gran utilidad en el terremoto sufrido en las costas ecuatorianas en el año 2016, las inundaciones en Portoviejo en marzo del año 2017, el aluvión en el occidente de Quito en marzo 2018, la erosión regresiva de la cascada La Esperanza en el río Quijos, entre otros eventos en donde se ha requerido información de la situación que se vive en esos momentos a fin de actuar en forma inmediata y específica.

Para la obtención de cartografía de pronta respuesta ha sido necesario la utilización de varios sistemas de cartografía de libre acceso y de plataformas en donde la precisión no es lo primordial como son Google Earth, Falcon View, Google Maps, entre otros, complementados por fotografía aérea obtenida mediante el empleo de UAV's.

Otras Formas de Obtener Cartografía por parte de la UAG. La UAG bajo la estructura del IGM tendrá la capacidad de coordinar el empleo de diferentes técnicas y equipos pertenecientes a este instituto para la generación de información de acuerdo con las necesidades, importancia y su disponibilidad, entre los principales medios con los que se cuentan son:

- **Fotografía Aérea**

El IGM cuenta con dos plataformas aéreas el Avión Cessna Citation II y la avioneta

Cessna 206, que complementadas con sensores fotogramétricos permiten la obtención de datos geográficos de todo el territorio nacional para la generación y actualización de cartografía básica. En situaciones de emergencia la información obtenida es fundamental para la generación de cartografía de pronta respuesta que sirve para el análisis de zonas de incidencia y de afectación que son proporcionadas a las instituciones de respuesta, aportando efectivamente a la elaboración de planes de respuesta y mitigación inmediata por parte de entidades públicas y privadas salvaguardando la seguridad de las poblaciones afectadas.

Figura 30

Plataformas del IGM disponibles para obtención de información.

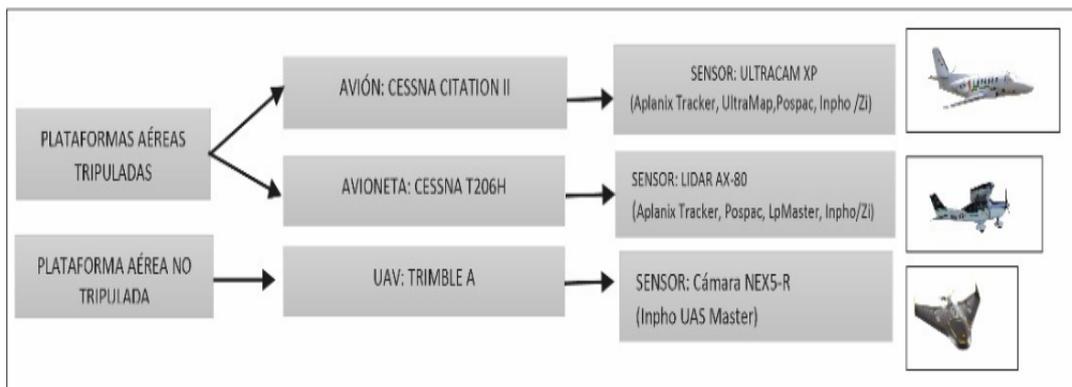


Nota. A la izquierda Cessna CITATION II y a la derecha avioneta Cessna TU-206 pertenecientes al IGM para toma de fotografía aérea con sensores remotos.

Las plataformas aéreas tripuladas son complementadas con sensores que permiten la captura de la superficie terrestre, tanto la cámara fotogramétrica ULTRACAM XP montada sobre el Avión CESSNA CITATION II para obtener fotografía aérea de gran escala, así como el Sensor LIDAR instalado en la avioneta CESSNA 206 mismo que permite la obtención de una nube de puntos georreferenciados para el modelamiento y análisis del terreno. Las plataformas no tripuladas también están equipadas con cámaras fotográficas de menor formato, lo que permite obtener información de zonas pequeñas y de eventos puntuales minimizando los costos de operación y los efectos de las condiciones meteorológicas que muchas veces son un impedimento para el uso de las plataformas tripuladas.

Figura 31

Plataformas aéreas del IGM y sensores disponibles



Nota. Tomado de la página web del IGM www.igm.gob.ec

- **Sensor para captura de Datos (LIDAR)**

El LIDAR (Light Detection And Ranging) es un sistema que permite obtener, una nube de puntos muy densa, con información sobre el terreno, tomándolos mediante un escáner láser aerotransportado (ALS). Cada punto de ellos, con información de sus coordenadas (x,y,z) y que nos sirve para la visualización y elaboración de modelos digitales del terreno. Para realizar este escaneado se combinan dos movimientos. Uno longitudinal dado por la trayectoria del avión y otro transversal mediante un espejo móvil que desvía el haz de luz láser emitido por el escáner.

Figura 32

Sistema LIDAR de Optech similar al del COMACO.

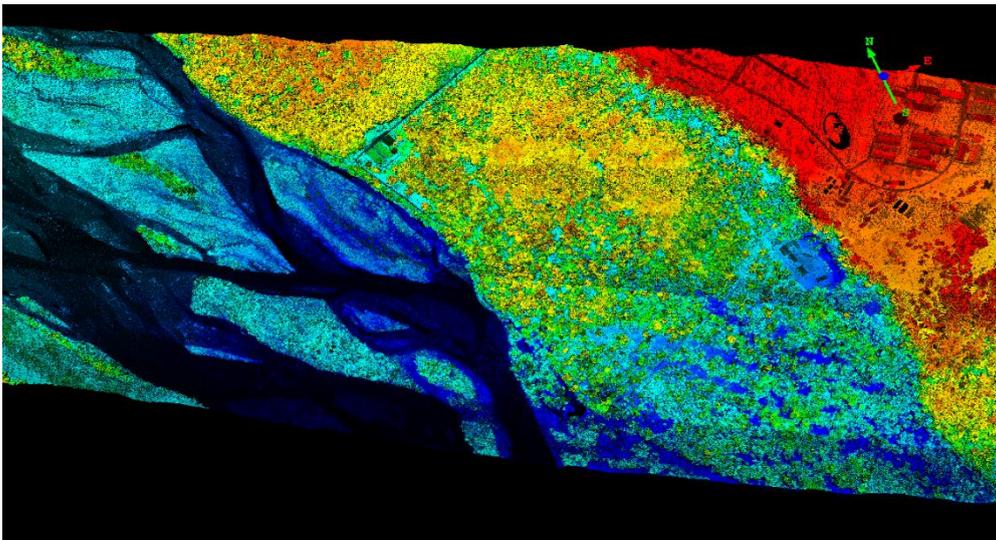


Nota. Tomado de la página de Optech Canadá, www.altm.ca

Para conocer las coordenadas de la nube de puntos se necesita la posición del sensor y el ángulo del espejo en cada momento. Para ello el sistema se apoya en un sistema GPS diferencial y un sensor inercial de navegación (INS). Conocidos estos datos y la distancia sensor-terreno obtenida con el distanciómetro obtenemos las coordenadas buscadas. El resultado es de decenas de miles de puntos por segundo.

Figura 33

Nube de puntos georreferenciados obtenidos con el sensor LIDAR



Los componentes del LIDAR son:

- ALS Escáner Láser Aerotransportado. Emite pulsos de luz infrarroja que servirán para determinar la distancia entre el sensor y el terreno.
- GPS Diferencial. Mediante el uso de un receptor en el avión y uno o varios en estaciones de control terrestres (en puntos de coordenadas conocidas), se obtiene la posición y altura del avión.
- INS Sistema Inercial de Navegación. Nos informa de los giros y de la trayectoria del avión.
- Cámara de video digital (opcional), que permite obtener una imagen de la zona de estudio, que servirá para la mejor interpretación de los resultados.

- Medio aéreo. Puede ser un avión o un helicóptero. Cuando se quiere primar la productividad y el área es grande se utiliza el avión, y cuando se quiere mayor densidad de puntos se usa el helicóptero, debido a que este puede volar más lento y bajo.

Las medidas obtenidas por los tres componentes principales, ALS, GPS y IMU, se toman con una misma etiqueta de tiempos acorde con el GPS. De esta forma después se pueden relacionar fácilmente en el cálculo posterior.

El sistema Lidar obtiene también la siguiente información:

- Por cada pulso emitido puede captar 2 o más ecos. Esto nos permite recoger información a diferentes alturas. Por ejemplo, si estamos sobrevolando una zona arbolada, el primer eco puede responder a la copa de los árboles y el último a la superficie terrestre.
- La intensidad reflejada. Puede ser muy útil para la clasificación posterior.

Los objetivos de su uso son:

- Obtener información básica del terreno para la planificación y ejecución de Operaciones Militares mediante la Inteligencia de Imágenes.
 - Desvirtuar y/o confirmar información geográfica.
 - Integrar los datos con otros sistemas de obtención de información (UAV, inteligencia humana, interceptación electrónica, etc.), a fin de generar Inteligencia.
 - Obtener datos georeferenciados para la ubicación de objetivos sobre una base cartográfica.
 - Obtener información acerca de las características del terreno que permitan identificar indicios de la ubicación de áreas en donde se efectúen actividades ilícitas
- **Uso de UAV**

En los últimos tiempos se han invertido tiempo y recursos en el análisis y evaluación para la utilización de esta tecnología, tanto en los equipos como en el

software de procesamiento de las imágenes capturadas. Básicamente se sigue el mismo proceso fotogramétrico para la obtención de productos sin embargo se minimizan los controles lo que facilita su procesamiento y se pasan por alto ciertas condiciones de precisión, el uso de esta tecnología permite, entre otros:

- a) Rapidez en su ejecución
- b) Acceso a áreas sin intervención humana
- c) Posibilidad de volar en condiciones de nubosidad
- d) Obtención de imágenes de alta resolución
- e) Generación de productos a escalas grandes (esc 1:1000, 1:2000, 1:5000)
- f) Reducción de costos de operación

- Tipos de UAV

En el mercado debido a la versatilidad de aplicaciones que tienen estos aparatos se tiene un sinnúmero de empresas fabricantes y diversas tecnologías que aplican, la principal clasificación viene dada por la forma de sustentarse en el aire teniendo equipos de ala fija y ala rotatoria.

Los UAV de ala fija tienen diversos métodos de lanzamiento o puesta en operación de acuerdo con su tamaño, pueden ser manuales con propulsión mecánica o de despegue.

Figura 34

Tipo de UAV de ala fija y formas de lanzamiento y despegue.



Físicamente son los más parecido a un avión normal. La aerodinámica de este tipo de drones les ofrece una gran autonomía de vuelo; son capaces de estar varias horas volando, por lo que son ideales para sobrevolar y mapear grandes superficies.

Los AUV de ala rotatoria son las aeronaves no tripuladas más conocidas y vendidas en el mercado, consiguen la sustentación gracias a las hélices que llevan incorporadas en los extremos de cada brazo. Cada hélice está impulsada por un motor y permite una gran estabilidad durante el vuelo. A diferencia de los AUV de ala fija, pueden permanecer quietos sobrevolando en un mismo sitio, sin embargo, su autonomía es menor dependiendo de las capacidades pueden ir de 15 a 30 minutos de vuelo.

Figure 35

Tipo de UAV de ala rotatoria.



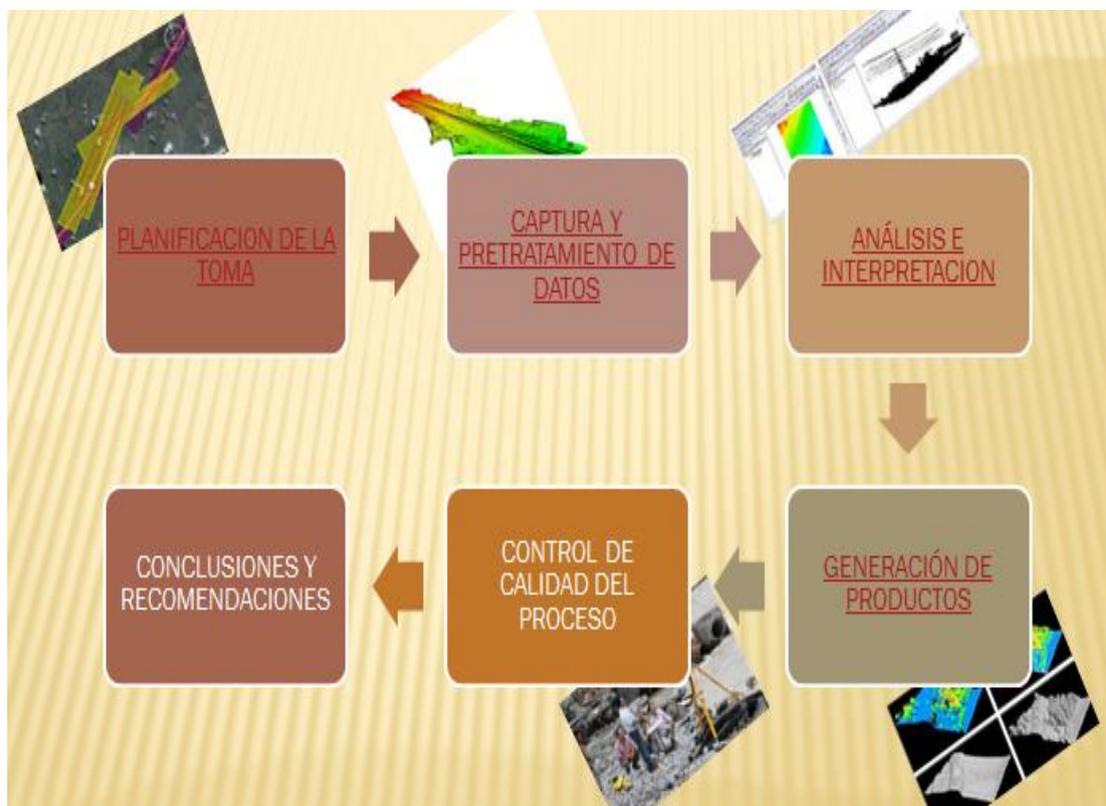
Los costos de estos equipos varían de acuerdo con sus características de alcance, autonomía, altura de vuelo, software de planificación y de control de vuelo, capacidad de carga y accesorios, los costos van desde los 1000 usd hasta los 8000 usd., en lo que corresponde a UAV fotogramétricos pueden llegar a costar cerca de los 100.000 usd., para cartografía de pronta respuesta no se requiere de una inversión onerosa ya que se puede ejecutar estas misiones con UAV de características básicas que permitan una planificación y operación controlada por un operador calificado.

La metodología a ser utilizada para la captura de datos con UAV, incluye:

- Planificación de vuelo
- Ejecución del vuelo
- Aerotriangulación automática mediante uso de software
- Generación de ortofotos y modelos digitales del Terreno
- Verificación en gabinete de la cobertura
- Generación de cartografía de pronta respuesta

Figura 36

Proceso de toma de fotografía aérea y LIDAR.



- Plan de vuelo

El plan de vuelo de un UAV considera información sobre la ruta, altura de vuelo, distancias, tiempo de vuelo, ubicación, entre otros parámetros que van a permitir obtener la información de una determinada área maximizando las especificaciones de las imágenes a ser obtenidas. Para la mayoría de los equipos se han desarrollado aplicaciones que facilitan su empleo y control.

Figura 37

Planificación de vuelo, aplicativo propietario del equipo UAV.

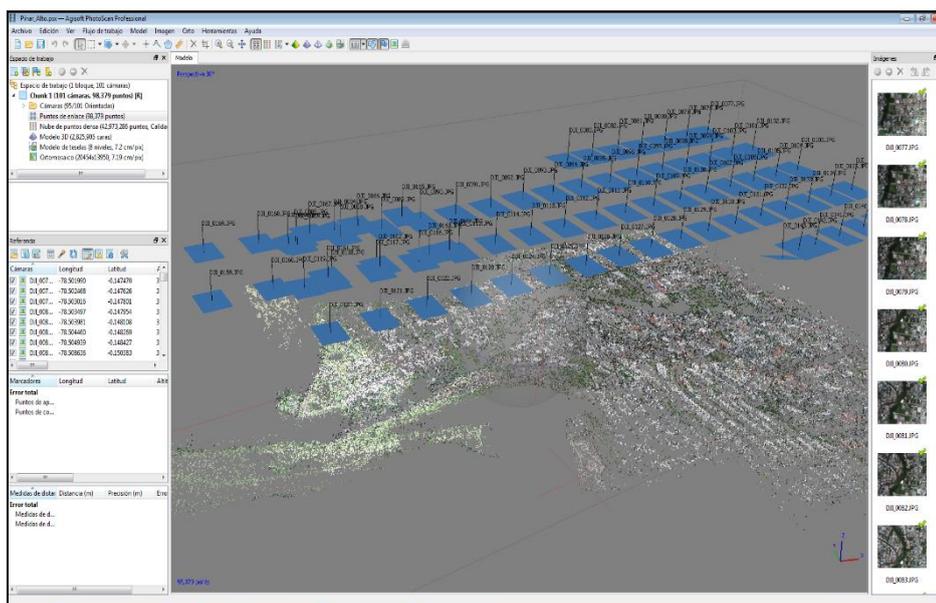


- Orientación de Imágenes

Una de las principales bondades de los equipos actuales es que la captura de datos puede ser complementada por las aplicaciones, software y conceptos aplicados para la aerotriangulación y orientación de las imágenes que posteriormente mediante un procesamiento automático las imágenes son correlacionadas lo que permitirá generar un mosaico de imágenes.

Figura 38

Procesamiento de imágenes, orto rectificación software Agisoft.



- Modelo digital de terreno y otros productos generados

Uno de los primeros productos que se generan a partir del mosaico de imágenes con ayuda de los equipos informáticos y del software son los modelos digitales del terreno, lo que ya nos permite identificar las características y la representación de los eventos y situaciones que puedan estar ocurriendo.

Figura 39

Generación de Modelo Digital de Elevación software Agisoft.

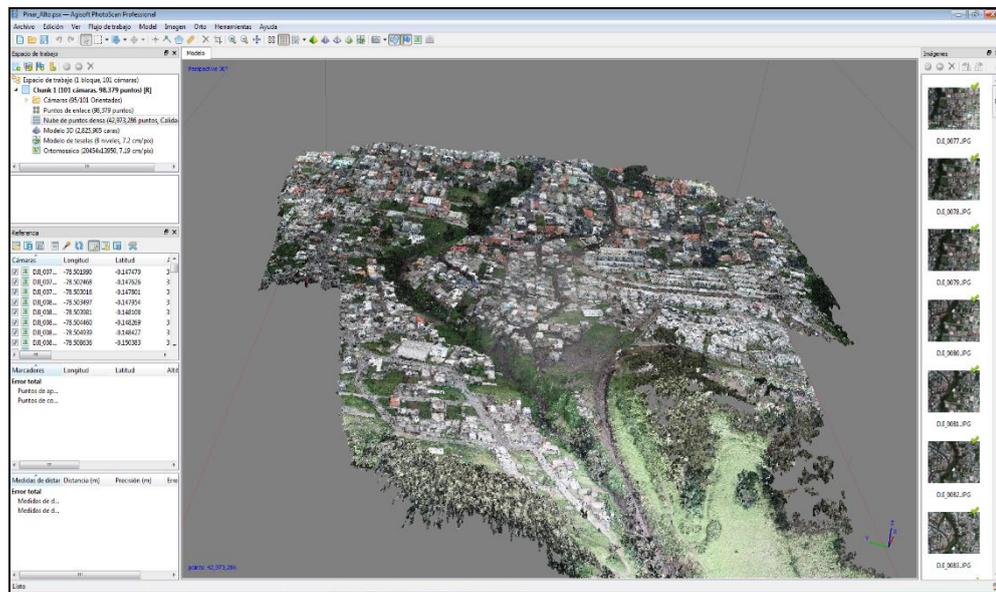


Figura 40

Análisis del Modelo Digital de Elevación software Agisoft.

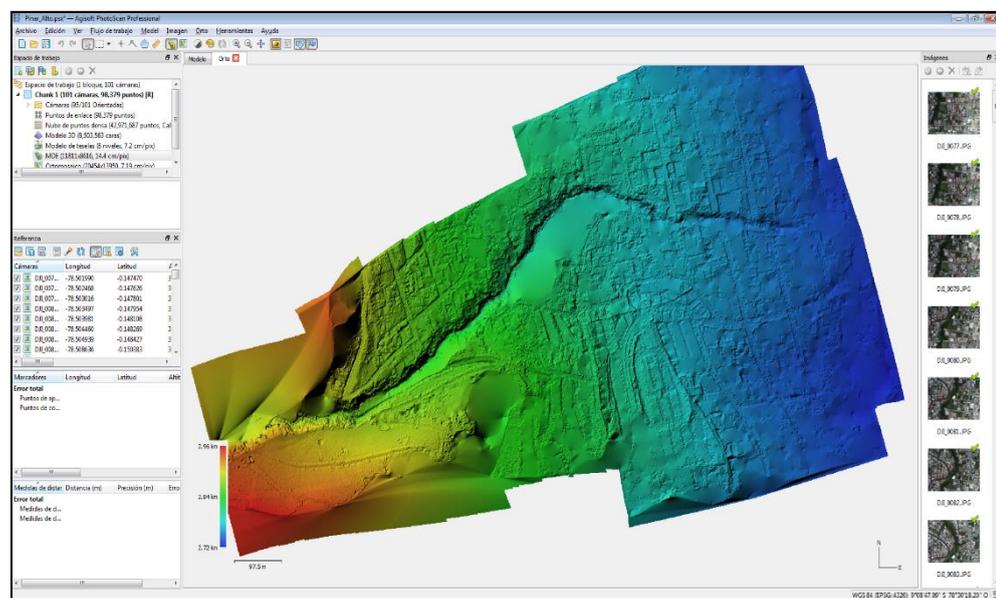


Figura 41

Generación de la ortofotografía software Agisoft.

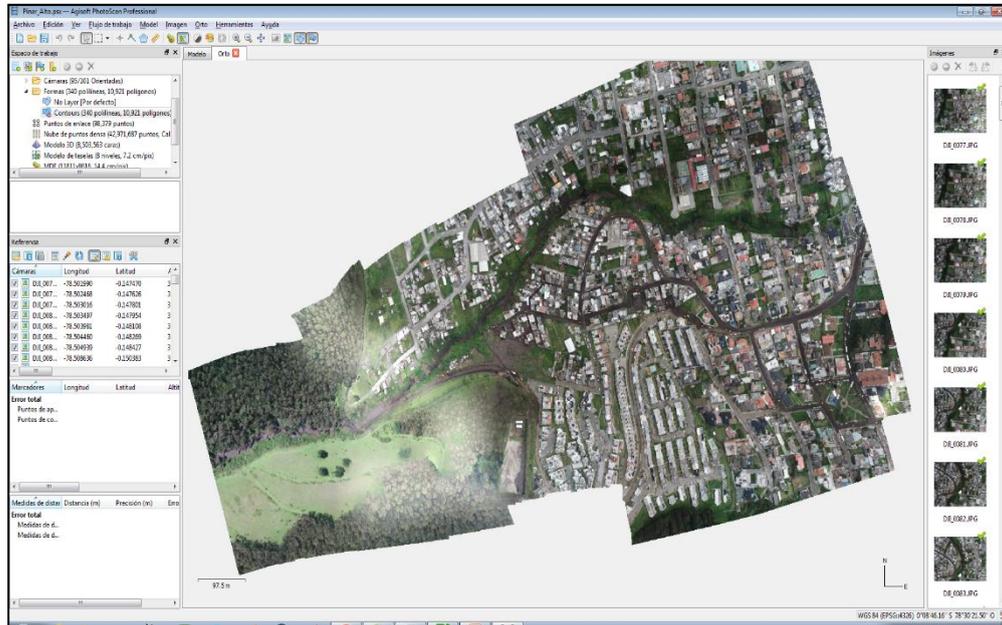
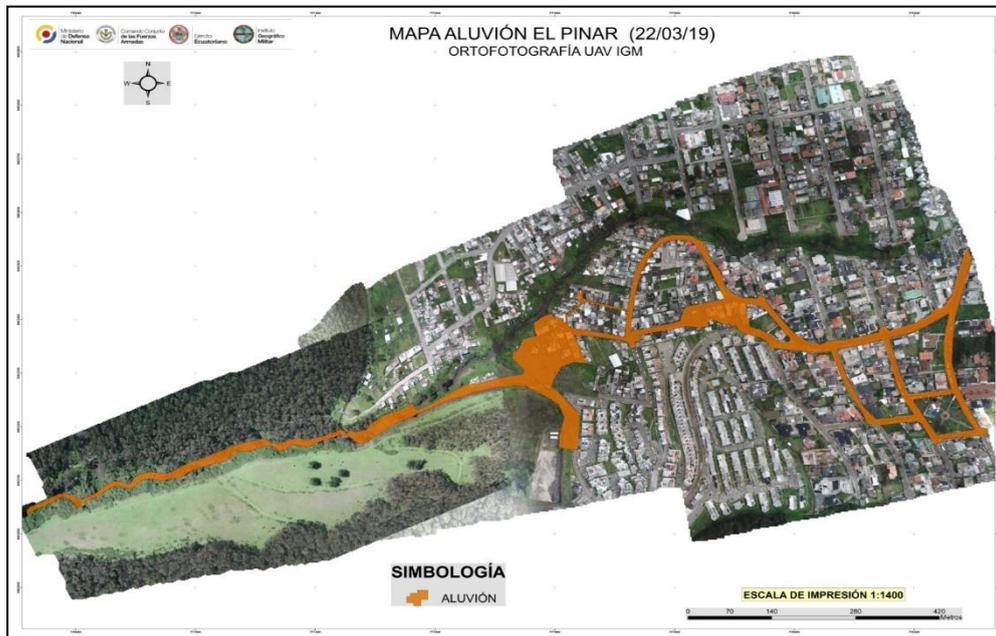


Figura 42

Análisis y fotointerpretación de la ortofotografía software Agisoft.



Capacitación

Una de las funciones más importantes de las UAG es diversificar el uso de la información geográfica mediante el empleo de los sistemas de información geográfica y de

las nuevas tecnologías, para lo cual permanentemente deberán generar cursos, talleres y capacitaciones al personal militar responsable de la planificación y ejecución de las operaciones a fin de generalizar el análisis y estudio del terreno en función de sus propias necesidades. Las funciones de Inteligencia y Operaciones de las unidades militares deben estar completamente relacionados y familiarizados con el uso de todas las herramientas para facilitar la retroalimentación y el efectivo empleo de las tropas.

La capacitación debe estar orientada a la utilización de los diferentes sistemas y visualizadores de información geográfica que permita de una manera sencilla y rápida obtener datos georreferenciados y específicos de las condiciones del terreno en donde se van a ejecutar las operaciones. Debe existir una correlación directa entre los generadores de la información y el usuario.

Las UAG deben contemplar en sus procesos la capacitación como un elemento fundamental, motivando al empleo de las nuevas tecnologías considerando que cada vez son más fáciles y abiertas para un uso y público en general, por lo que se hace necesario estar al día en el uso de estas múltiples herramientas.

Características de la Cartografía de Pronta Respuesta

La cartografía de pronta respuesta obedece a la necesidad de disponer de información geográfica inmediata y oportuna por lo que en función de la experiencia y del uso que se le ha dado no requiere de niveles de precisión estrictos, ya que la misma no pasa por un proceso cartográfico ni tampoco es considerada cartografía oficial obligada a contar con estándares de calidad de la información.

Los parámetros establecidos para el levantamiento de información van a estar determinados por las capacidades de las diferentes herramientas, plataformas y sensores con los que se pretende obtener los datos considerando que la cartografía está basada en archivos e imágenes que permitan realizar una visualización óptima de los eventos sobre los que se requiere la intervención.

Para la optimización en el proceso de obtención de la información, es necesario analizar el proyecto, determinar claramente el requerimiento, además de considerar el uso

que se le va a dar al producto, establecer adecuadamente la zona a ser levantada, la disponibilidad de la información, las características técnicas del equipo a ser utilizado para su levantamiento e incluso las condiciones meteorológicas.

Si el levantamiento es complementado con la ayuda de los UAV es necesario determinar un plan de vuelo y establecer la imagen que va a ser obtenida, por lo que el operador debe tener el conocimiento y la experiencia apropiada para este tipo de misiones.

El uso de los drones se ha generalizado para varias aplicaciones, en la obtención de cartografía ha sido adaptada y aprovechada debido a sus bondades, entre las cuales están la rapidez en la obtención, procesamiento y distribución de la información, la posibilidad de abarcar áreas extensas, los costos entre otras ventajas. Entre sus desventajas se debe mencionar la autonomía de vuelo, la dependencia tecnológica de las aplicaciones y licencias para procesamiento de imágenes, licencias, la dependencia a la situación atmosférica y en muchos casos su uso limitado muchas veces por el aspecto legal. Sin embargo, es una herramienta con muchísima utilidad en actividades de respuesta y atención ante emergencias, control y análisis de riesgos y desastres, evaluación de movimientos de tierra y en el campo militar para reconocimientos, vigilancia y seguridad de las operaciones militares.

El uso de las aplicaciones disponibles en la red, sumado a las características de los equipos permite realizar una aproximación a la realidad, la cartografía de pronta respuesta puede alcanzar precisiones entre ± 20 a ± 30 metros de una posición, lo que para ciertas aplicaciones especialmente en el campo de riesgos y desastres esta variación sería totalmente intrascendente, considerando la necesidad de reducir el tiempo de respuesta. La cartografía de pronta respuesta está orientada a proporcionar productos en muchos casos vitales, en los que la precisión pasa a segundo plano, así como en las operaciones militares se requiere de información actualizada.

Figura 43

Cartografía de pronta respuesta sobre pasos no autorizados en la frontera sur del Ecuador.

**Figura 44**

Cartografía de pronta respuesta sobre incendio en sector Pululahua.



Nota. Imágenes que han sido obtenidas como parte del proceso de cartografía de pronta respuesta, mediante el empleo de visualizadores y de sensores remotos.

Metodología para Ejecutar el Estudio

En la parte institucional como metodología para la ejecución del estudio, al ser FFAA y el IGM instituciones del servicio público parte del Ministerio de Defensa que se encuentra bajo el Poder Ejecutivo, según lo establecido en los cuerpos legales fundamentales de referencia que son la Constitución de la República del Ecuador en su Art. 141 y la Ley de la Cartografía Nacional en su Art. 1; nos encuadraremos de manera general en lo que establece la Ley Orgánica del Servicio Público, cuerpo legal que rige a las instituciones públicas, y por ende a las que se encuentran bajo el Poder Ejecutivo.

Establecido lo anterior citaremos el Art. 151 del Reglamento a la Ley Orgánica del Servicio Público referente a las estructuras institucionales que textualmente dice *“De la creación de unidades, áreas y puestos en función de las estructuras institucionales y posicionales.- La autoridad nominadora sobre la base de las políticas, normas e instrumentos emitidos por el Ministerio de Relaciones Laborales en el área de su competencia; la planificación estratégica institucional; y, el plan operativo anual de talento humano, por razones técnicas, funcionales, de fortalecimiento institucional o en función del análisis histórico del talento humano, podrá disponer, previo informe técnico favorable de las UATH y del Ministerio de Finanzas, de ser necesario, la creación de unidades, áreas y puestos, que sean indispensables para la consecución de las metas y objetivos trazados, en la administración pública.”*; complementado por lo establecido en el Art. 25 del Reglamento de la Ley de la Cartografía Nacional que referente a la Organización del Instituto Geográfico Militar que dice textualmente *“De acuerdo con las necesidades técnicas podrán crearse o suprimirse otras Divisiones”*.

Con este entorno legal la presente investigación ha expuesto que mediante Resolución No. IGM-IGM-2020-0060-R del 13 de julio del 2020, el IGM cumpliendo con la normativa y metodología impuesta ya cuenta dentro de su estructura con un elemento funcional destinado al apoyo de las Operaciones Militares denominado Dirección de Operaciones de Apoyo de Ingeniería Geográfica, la cual sería la encargada de cumplir con las fases de implementación, desarrollo y evaluación de las UAG, mediante los mecanismos

institucionales correspondientes del IGM.

En la parte militar, al ser el apoyo de ingeniería geográfica parte de las operaciones del Sistema de Ingeniería, cumpliremos metodológicamente estableciendo los tres elementos del Sistema de Ingeniería que son:

- Doctrina
- Personal
- Medios

Mismos que permitirán iniciar con las fases de implementación, desarrollo y evaluación para la aprobación de la presente propuesta de implementación de las UAG.

Forma de Empleo de la UAG

El IGM tiene considerado dentro de sus actividades, en base a sus propios medios reaccionar de forma inmediata y oportuna para proporcionar el apoyo de Ingeniería Geográfica. Las UAG están diseñadas para atender los requerimientos de información de las unidades militares por lo que están consideradas inicialmente para ser materializadas a nivel DIVISIÓN, esto le permite actuar de una forma operacional, pero también atender los requerimientos tácticos para la planificación y ejecución de las operaciones militares. Este apoyo según las necesidades puede materializarse de forma permanente o en su defecto serán móviles para atender requerimientos puntuales de información geográfica.

Este despliegue le posibilita al IGM proporcionar el soporte y atención a los requerimientos de información geográfica de acuerdo con el análisis de las misiones que vienen cumpliendo las unidades militares en relación con las principales amenazas y riesgos en cada una de las jurisdicciones. En este sentido se propone inicialmente considerar la materialización de una UAG en la Cuarta División, cuya jurisdicción son las provincias de Esmeraldas, Carchi, Sucumbíos y Orellana, para luego de su evaluación analizar la materialización de otras UAG de acuerdo con la solicitud y necesidad de las otras Divisiones en todo el territorio nacional, pudiendo mantener UAG previstas y listas para su empleo.

En situaciones de emergencia, desastres naturales y otras contingencias, el IGM, sin descuidar su misión institucional, está en condiciones de brindar apoyo cartográfico y geográfico a través de las UAG.

La UAG, de manera esencial tendrá capacidades operativas y técnicas, que le permiten proporcionar información geográfica de manera oportuna a las Unidades Militares y/o a otras Instituciones del Estado, que se encuentren empleadas en situaciones de emergencia, desastres naturales, conmoción interna y otras contingencias.

En función de la oportunidad de la información, se ha considerado el uso de cartografía de pronta respuesta, la misma que es una información geográfica con parámetros no muy rígidos que permiten elasticidad en las normas y parámetros cartográficos normales, entendiendo que los productos y resultados sean generados en el menor tiempo posible sacrificando la precisión, para lo cual la base fundamental es el aprovechamiento de los avances tecnológicos (drones, fotografías, imágenes, GPS, geoportales, entre otros), desarrollados para el conocimiento de nuestro territorio y que se encuentran disponibles como parte de las capacidades operativas de las diferentes Gestiones del I.G.M.

Dada la proyección nacional de la Unidad de Análisis Geográfico, esta tiene que estar preparada para producir información geográfica de cualquier zona del país de forma oportuna, para lo cual estará dotada de equipo y personal técnico que en condiciones muchas veces adversas, proporcione en forma física y/o digital los insumos necesarios in situ, con el fin de facilitar la toma de decisiones de la Unidades Militares y/o Instituciones del Estado que se encuentren desplegadas atendiendo diferentes situaciones, ya sea en operaciones militares, desastres naturales y/o eventos de conmoción local o nacional.

Concepción del Apoyo Geográfico

1) Antes de las Operaciones:

a) Apoyo Geográfico General

Provisión de Bases Cartográficas a las Unidades Militares, participación en producción de cartografía militar en apoyo a las operaciones militares, desde las

instalaciones del I.G.M, realizado por todas las Gestiones.

- Cartografía Militar multi-escala (5k, 25k, 50k, 250k,...)
- Ortofotografías
- Geoportal
- Asesoría técnica
- Modelos Digitales del Terreno

2) Durante las Operaciones:

a) Apoyo Geográfico General

Las Gestiones (Direcciones, Departamentos o Divisiones) del IGM, materializan de forma permanente el apoyo a las actividades del personal y equipos desplegados, proporcionando información y aportando en el procesamiento y entrega de información desde sus instalaciones.

b) Apoyo Geográfico Especializado:

Realizado por la Unidad de Apoyo Geográfico directamente en el terreno, mediante.

- Asesoramiento Cartográfico
- Producción de información geográfica, cartas de situación.
- Manejo y actualización de bases de datos geográficos.
- Apoyo a la generación de la PICB.
- Análisis del Terreno.
- Productos adaptados a la misión.
- Cartografía y ortofotografías de pronta respuesta.
- Tareas especiales (Reconocimiento y Actualización Cartográfica).

3) Después de las Operaciones:

a) Apoyo Geográfico General

Asesoramiento, procesamiento de información y desarrollo de cartografía de precisión y mapas temáticos.

b) Almacenamiento de información geográfica

Una vez producidos los datos cartográficos vectoriales se almacenarán en la base de datos geográfica del IGM, administrada por el proceso de Infraestructura de Datos Espaciales.

Misión de la UAG

Proporcionar apoyo de ingeniería geográfica a las unidades militares en operaciones a nivel Operativo y Estratégico, así como también a las acciones unificadas con otras Instituciones del Estado, especialmente en apoyo a la SNGRE en desastres naturales o emergencias, cuando lo requiera.

Estructura Orgánica de la UAG

La UAG orgánicamente se encuentra ubicada dentro de la Dirección de Apoyo Geográfico del IGM, la misma que dentro del Estatuto Orgánico 2020 ha sido considerada para brindar el canal técnico que permita proporcionar de manera rápida y oportuna el apoyo geográfico a las Unidades Militares. Es necesario mencionar que al momento esta Dirección no dispone de un organismo operativo que materialice el apoyo, simplemente ha sido concebida dentro de los procesos operativos, sin embargo, es necesario plantear y proyectar la forma que el IGM debería considerar su empleo, y que esto permita además dotar de todo el soporte técnico y administrativo para que el apoyo sea permanente. Se plantea que la UAG esté compuesta por tres elementos estructurales técnicos tipo sección de acuerdo con el siguiente detalle:

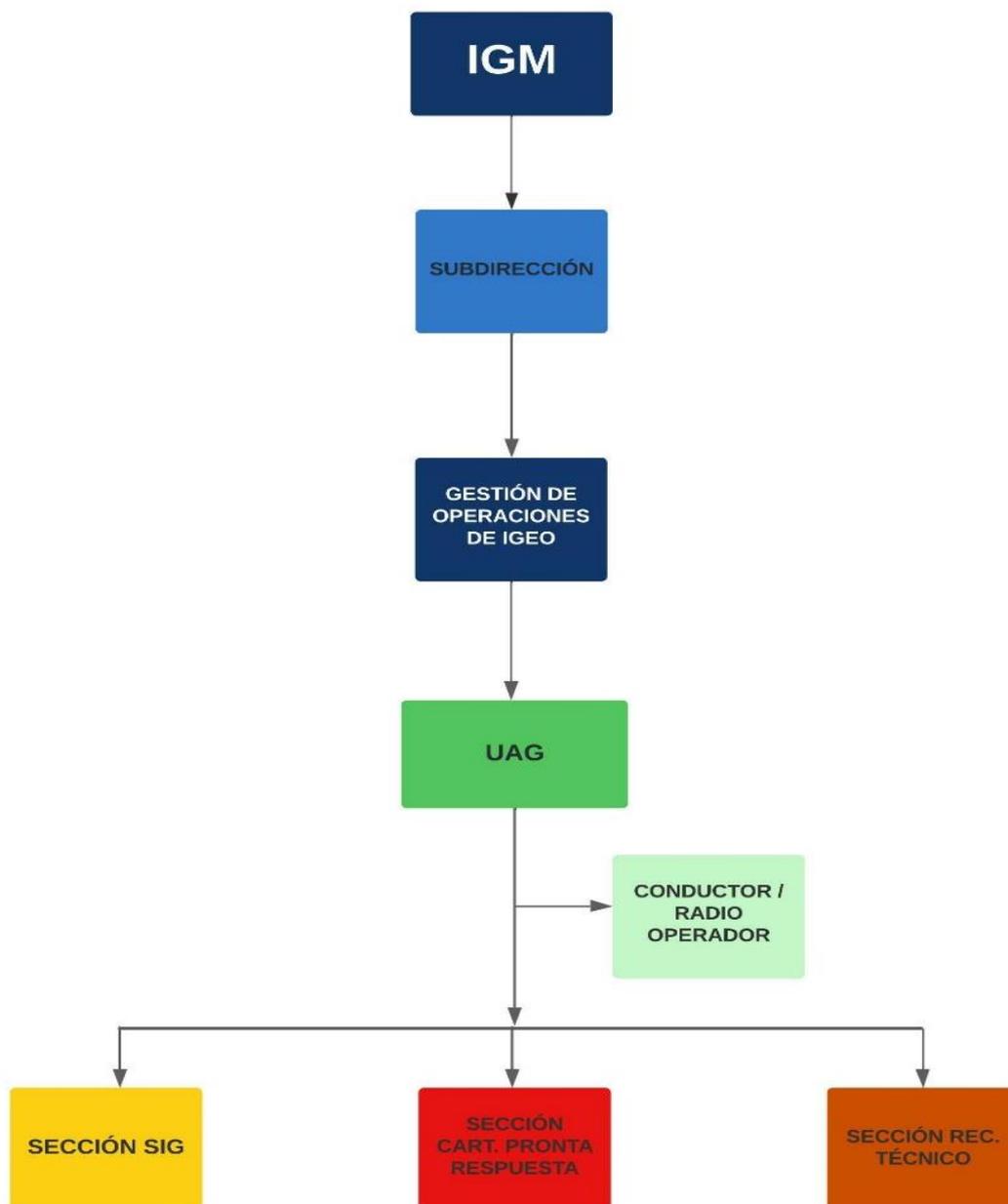
- La Sección de Sistemas de Información Geográfica, que cuenta con equipos de alta precisión y ordenadores portátiles que permiten realizar el procesamiento y generación de geoinformación a partir de las bases de datos disponibles. Esta sección también estará en la capacidad de entrega de información en físico y digital, impresiones y ploteos en formatos A0, A1, A2, A3 y A4, así como la puesta a disposición de esta a través de los diferentes medios tecnológicos, como el Geoportal.
- La Sección de Cartografía de Pronta Respuesta, con la capacidad de realizar la captura de información geográfica empleando medios técnicos, generación de

ortofotos en físico y digital, efectuar impresiones de cartografía e imágenes, directamente de la zona de operaciones.

- La Sección de Reconocimiento Técnico, cuenta con los medios técnicos de campo y software necesario para la obtención de información de detalle, en base a los requerimientos de información.

Figura 45

Orgánico básico de la UAV



Orgánico Funcional del Personal Técnico y Operadores de la UAG

La Dirección del Instituto Geográfico Militar dispone a la Dirección de Talento Humano Militar del IGM la asignación de personal a la Gestión de Apoyo Geográfico para conformar la UAG, por lo que se plantea un orgánico funcional con el siguiente detalle:

Tabla 5

Orgánico funcional propuesto

Ord	Grado	Función	Competencia	Responsabilidades
01	Mayo.	Comandante de UAG	Ing. Geógrafo	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación y establecimiento de requerimientos - Planificación de las operaciones - Conducción y supervisión de las operaciones - Gestión de recursos
02	Capt/Tnte	Comandante sección SIG	Ing. Geógrafo/Arma Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> - Validación de datos - Crear mapas y gráficos empleando SIG's - Análisis e interpretación de imágenes
03	Capt/Tnte	Comandante sección Cartografía de pronta respuesta	Ing. Geógrafo/Arma Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y supervisión de vuelos de drone - Análisis e interpretación de imágenes - Generación de cartografía de pronta respuesta
04	Capt/Tnte	Comandante sección Reconocimiento técnico	Ing. Geógrafo/Arma Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y supervisión de reconocimientos técnicos - Generación de informes técnicos de reconocimientos de ingeniería
05	Sgos/Cbop	Comandante de escuadra SIG/Auxiliar cartográfico	Analista SIG/C3I2	<ul style="list-style-type: none"> - Crear mapas y gráficos empleando SIG's - Análisis e interpretación de imágenes - Construir y administrar base de datos geográficas

Ord	Grado	Función	Competencia	Responsabilidades
06	Sgos/Cbop	Comandante de escuadra Rec. Téc./Auxiliar cartográfico	Analista SIG/C3I2	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento y operación de equipos topográficos - Conocimiento y operación de equipos geodésicos - Manejo y actualización catastral
06	Sgos/Cbop	Comandante de escuadra Cart. Pront. Respuesta /Auxiliar cartográfico	Operador de drones	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y operación de vuelos de drone - Procesamiento de imágenes - Análisis e interpretación de imágenes
07	Cbop/Cbos	Auxiliar cartográfico	Analista SIG/C3I2	<ul style="list-style-type: none"> - Crear mapas y gráficos empleando SIG's - Construir y administrar base de datos - Ploteo e impresión de mapas
08	Cbop/Cbos	Auxiliar cartográfico	Operador de drones.	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento y operación de equipos topográficos - Generación de planos e informes técnicos de reconocimientos de ingeniería
09	Sgos/Cbop /Cbos	Auxiliar cartográfico	Operador de drones.	<ul style="list-style-type: none"> - Operación de drones - Generación de cartografía de pronta respuesta - Manejo de Sistemas de Información Geográfica
10	Cbos/Slido	Conductor	Conductor profesional	<ul style="list-style-type: none"> - Conducción de vehículos livianos

Es necesario indicar que, esta propuesta es la ideal, sin embargo, las funciones pueden ser cubiertas por los miembros de acuerdo con su capacidad y la disponibilidad de personal, así mismo podrían ser cubiertas por personal de servidores públicos disponibles.

Alcance del Apoyo Proporcionado por la UAG:

- El apoyo directo brindado por la UAG será a nivel Estratégico y Operativo a unidades militares tipo División o similares.
- El apoyo a nivel táctico será únicamente considerado para entrega de información geográfica y de acuerdo con la disponibilidad de recursos y medios.
- En desastres naturales el apoyo podrá ser directo al Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias o a la unidad militar responsable de las operaciones, con orden.

Posibilidades:

- Apoyo a varias Unidades Militares a la vez: estableciendo un centro de apoyo se puede proporcionar el apoyo a varias unidades o entidades que así lo requieran.
- Flujo de trabajo completo: desde su planificación hasta la entrega de los productos cartográficos.
- Manejo y uso de software y formatos cartográficos: en base a la disponibilidad y mejores servicios de cada una de las plataformas informáticas, se puede utilizar varios sistemas como son ArcGIS, Google Earth, Falcon View de acuerdo con la facilidad de datos y recursos.
- Capacidad de impresión y distribución: mediante el empleo de los equipos de impresión se tiene la capacidad de imprimir la información geográfica disponible así como la generada en varios formatos, considerando que se puede disponer de la información en papel bond o en papel fotográfico y que para los trabajos en campo en los cuales muchas veces no se cuenta con la facilidad de los equipos informáticos es necesario disponer de cartografía impresa.

Etapas del Apoyo Geográfico de la UAG

- Preparación: en esta fase se recopila el material cartográfico necesario. Muchas veces dicha información no está a disposición en nuestra base de datos por lo que se solicita a otras entidades del estado. El despliegue de personal en zona de operaciones exige

un conocimiento adecuado de Cartografía Digital.

- Despliegue: el despliegue de personal y material a la zona de operaciones está determinado de acuerdo con el requerimiento y activación por parte de la Subdirección del I.G.M, según consta en el Instructivo para apoyo a las Operaciones Militares y Desastres Naturales. La UAG y el equipo técnico se desplazará de forma inmediata.
- Mantenimiento: implica de acuerdo con el tiempo de apoyo, la disponibilidad de personal para poder relevar al personal desplegado.
- Recuperación: de material y medios desde zona de operaciones.

Medios Básicos de la UAG

La UAG del IGM debe estar dotada básicamente de los siguientes medios para el cumplimiento de su misión:

Figura 46

Componentes básicos de la UAG

IMPRESORA MULTIFUNCIÓN



ESTACIONES DE TRABAJO



CONECTIVIDAD



PLOTTER A0/A1



DRONE / UAV



MOVILIDAD



Nota. Esta información ha sido considerada en base a la experiencia de trabajos de campo

ejecutados en situaciones de emergencia.

a) Empleo de equipos de impresión de cartografía

Uno de los principales requerimientos que mantienen las unidades militares para su planificación y ejecución de las operaciones es la de contar con cartografía impresa, por lo que es necesario que las UAG dispongan de medios de impresión como un plotter de inyección y de los insumos como papel bond y papel fotográfico para tener la capacidad de brindar este apoyo.

Figura 47

Plotter para impresión de cartografía.



Nota. Imagen referencial tomada de la web.

b) Medios para el manejo de información digital

La Gestión de Operaciones de Apoyo Geográfico para materializarse en las instalaciones del IGM debe disponer de una sala de mando y control que permita enlazar las diferentes misiones que cumplan las UAG desplegadas a lo largo del territorio nacional. Se deberá contar con una infraestructura moderna con equipos informáticos acorde a las actuales demandas de transmisión de datos y almacenamiento. Los medios informáticos deben permitir la administración y gestión de la información geográfica, así como su visualización y análisis, siendo necesario disponer de computadoras y servidores con características robustas que faciliten el

direccionamiento de las actividades y un efectivo mando y control de las operaciones.

Figura 48

Sala de mando y control tipo.



Nota. Imagen referencial tomada de la web.

Las División, como unidad apoyada directamente por la UAG, será responsable de adecuar el espacio físico para su funcionamiento y el IGM será responsable del equipamiento informático, técnico, de movilidad y de campo.

El software y las diferentes aplicaciones para el manejo y análisis de la información geográfica contarán con las licencias y permisos respectivos para su utilización, bajo responsabilidad del IGM.

La disposición y versatilidad que brinda el contar con un centro de mando y control permite al comandante de una adecuada planificación, seguimiento y supervisión de las actividades que ejecutan las diferentes secciones.

c) Drone / UAV

Los equipos disponibles en el IGM para ser utilizados en las operaciones militares son de la marca DJI (PHANTOM IV, INSPIRE 2 y MATRIX 100), sin embargo, de ser necesario se puede coordinar de acuerdo con la necesidad el empleo del UAV X5 que es un equipo con características fotogramétricas para trabajos de precisión, o los que a futuro sean adquiridos por el Instituto y se adecuen a la misión

impuesta. Los operadores serán únicamente el personal técnico de la UAG, quienes contarán con la capacitación correspondiente a fin de evitar accidentes y malas maniobras que pongan en riesgo la seguridad de las operaciones. Cada UAG contará básicamente con un equipo, actualmente el MATRIX 100 orgánico.

Figura 49

Modelos de UAV disponibles en el IGM



Nota. Imagen de drone DJI Phantom 4, DJI Matrice 100 y UX5 (Trimble)

d) Vehículo

Para la ejecución de la obtención de la información se contará con medios de movilidad de acuerdo con la misión, para lo cual el IGM asignará vehículos tipo camioneta para operaciones en el ámbito interno y vehículos tácticos tipo VCI (Vehículos de Combate de Ingeniería) o los que el IGM asigne para el cumplimiento de la misión con el respectivo conductor/radio operador.

Lineamientos generales del estudio

En base a todo lo expuesto se presenta la propuesta de la UAG en base a los tres

elementos esenciales como se detalla a continuación:

Doctrina de la UAG

Generalidades. El manual vigente MCE.7.01 de Empleo del Arma de Ingeniería en Apoyo a las Operaciones Militares dentro de la definición como sistema operativo (Pág. 1) establece la ejecución de operaciones de ingeniería geográfica para cumplir tres misiones principales:

- Análisis del terreno
- Información geográfica
- Topografía de precisión

Y establece a estas operaciones como las destinadas a evaluar y proveer información detallada acerca del terreno como insumo esencial para la visualización del escenario por parte del comandante y su plana o estado mayor, mediante un análisis coordinado con los oficiales de inteligencia y operaciones de las unidades apoyadas para un correcto uso y difusión de esta información en la planificación y conducción de las operaciones militares.

Esta información de forma básica comprende: análisis del área de operaciones, ubicación de las posibles avenidas de aproximación enemigas, posicionamiento de unidades propias y enemigas, blancos de alto valor, amenazas y riesgos, análisis de ejes de avance, rutas de ataque, áreas de aniquilamiento, movilidad, puntos para transposición de obstáculos, mapas de riesgos, cartografía de pronta respuesta; y toda aquella que permita el uso o conocimiento del terreno a favor de las operaciones.

Organización. *En lo referente a la organización para el apoyo de ingeniería geográfica nos debemos encuadrar en el Instituto Geográfico Militar como responsable en todo el Teatro de Operaciones Terrestres (TOT) o en toda la Zona de Defensa asignada al Ejército, que se materializa a través de la Gestión de Operaciones de Apoyo de IGEO (Fig. 20 Estructura del IGM), y que mediante la implementación de las UAG se tendría el elemento técnico operativo militar responsable de proporcionar el apoyo a las unidades asignadas a sectores desde tipo Zonas de Operaciones o Zonas de Apoyo.*

Empleo. *En cuanto al empleo las UAG cumplirán las características y principios de empleo generales del arma de ingeniería.*

Características de las Operaciones de la UAG.

- **Durabilidad:** deben influir en el desarrollo de las operaciones en ejecución y futuras.
- **Progresividad:** el resultado de las operaciones puede ser mejorada o ampliada por el escalón superior.
- **Amplitud de desdoblamiento:** los medios deben cubrir todo el frente y profundidad del terreno asignado a la unidad apoyada.
- **Apoyo en profundidad:** debe permitir proyectar el esfuerzo hacia el frente.
- **Canal técnico:** integrar el esfuerzo de ingeniería geográfica entre cada escalón de apoyo.

Principios de las Operaciones

- **Empleo como arma técnica:** su empleo en operaciones técnicas debe ser explotada sobre el empleo excepcional como unidad de combate.
- **Empleo centralizado:** aprovechamiento de los medios bajo un solo mando técnico.
- **Permanencia en las operaciones:** ejecutar una operación hasta su finalización.
- **Utilización inmediata:** la información geográfica debe ser eficaz para su utilización en las operaciones.
- **Empleo en la reserva:** los medios para obtención de información geográfica no deben ser mantenidos en reserva o sin empleo, salvo requerimientos especiales para misiones futuras.
- **Prioridad y urgencia:** normalmente las operaciones requeridas para cumplir la misión táctica superan los medios disponibles por lo que es necesario fijar prioridades, alcance y plazos de terminación.
- **Empleo por unidades constituidas:** la UAG deberá emplearse como unidad constituida y bajo un solo mando, siendo esta la mínima unidad de empleo.

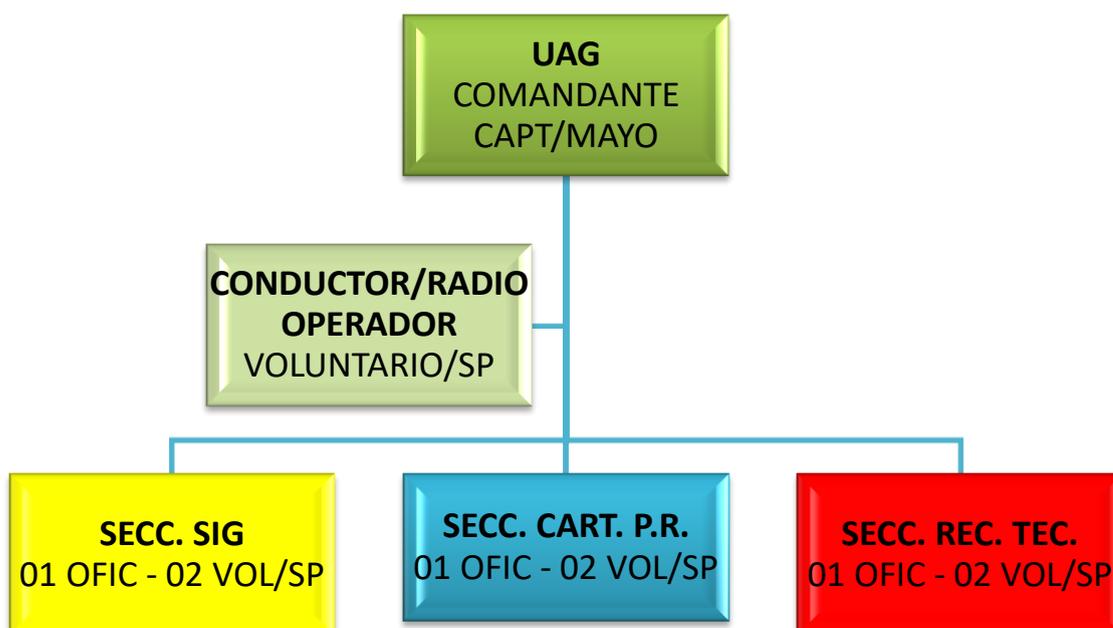
Para el combate o apoyo a las operaciones en el ámbito interno la organización de la

UAG mantendrá lo establecido para una unidad de ingeniería, es decir, considerando las relaciones de mando y/o apoyo, así como el tiempo requerido para el cumplimiento de la operación. Lo anterior teniendo presente que las UAG se clasificarían como subunidades especializadas del arma de ingeniería destinadas a cumplir operaciones específicas (Manual MCE.7.01, Pág. 12).

Orgánico. Tomando en cuenta todas las características citadas anteriormente y encuadrados dentro de la doctrina de empleo del Arma de Ingeniería, la UAG se constituye en una unidad de características particulares y por ende con una estructura flexible que de forma básica tendría la estructura de una unidad tipo pelotón como unidad mínima de empleo para cumplir con el apoyo, constituida por cuatro componentes, uno de comando y tres tipo sección con un total de 04 Oficiales y 07 Voluntarios y/o Servidores Públicos que permitan cumplir con las tres misiones principales de la ejecución de operaciones de apoyo de IGEO. anteriormente citadas, de acuerdo con el siguiente detalle:

Figura 50

Organigrama propuesto de una UAG



1) Comando

Con un comandante en el grado de Capitán o Mayor Ingeniero Geógrafo para planificar y conducir operaciones de apoyo de IGEO a la unidad militar o institución requirente en un sector de magnitud tipo zona de operaciones o zona de apoyo mediante el empleo de tres secciones técnicas. Incluye un voluntario o servidor público con la función de Radio Operador/Conductor.

2) Sección de Sistemas de Información Geográfica

Se requerirá de un comandante en el grado de Teniente o Capitán Ingeniero Geógrafo o con competencias de IGEO y por dos técnicos, voluntarios del arma de ingeniería o servidores públicos ingenieros geógrafos. De ser asignadas zonas extensas o varias misiones con diferentes requerimientos técnicos para la misma unidad esta sección podrá conformar para la ejecución de su apoyo específico escuadras para generar cartografía temática, de precisión o de análisis militar del terreno para obtener información especializada del IGM o procesar la información obtenida por la UAG y transformarla en información geográfica destinada al uso de la unidad apoyada.

3) Sección de Cartografía de Pronta Respuesta

Se requerirá de un comandante en el grado de Teniente o Capitán Ingeniero Geógrafo o con competencias de IGEO y por dos técnicos, voluntarios del arma de ingeniería o servidores públicos ingenieros geógrafos. De ser asignadas zonas extensas o varias misiones con diferentes requerimientos técnicos para la misma unidad esta sección podrá conformar para la ejecución de su apoyo específico escuadras para generar cartografía de pronta respuesta, fotografía satelital o fotografía aérea, para obtener información con medios tecnológicos especializados y entregarla a la Sección SIG que la transformará en información geográfica destinada al uso de la unidad apoyada.

4) Sección de Reconocimiento Técnico

Se requerirá de un comandante en el grado de Teniente o Capitán Ingeniero

Geógrafo o con competencias de IGEO y por dos técnicos, voluntarios del arma de ingeniería o servidores públicos ingenieros geógrafos. De ser asignadas zonas extensas o varias misiones con diferentes requerimientos técnicos para la misma unidad esta sección podrá conformar para la ejecución de su apoyo específico escuadras para ejecutar reconocimientos técnicos para obtener información de campo y entregarla a la Sección SIG que la transformará en información geográfica destinada al uso de la unidad apoyada.

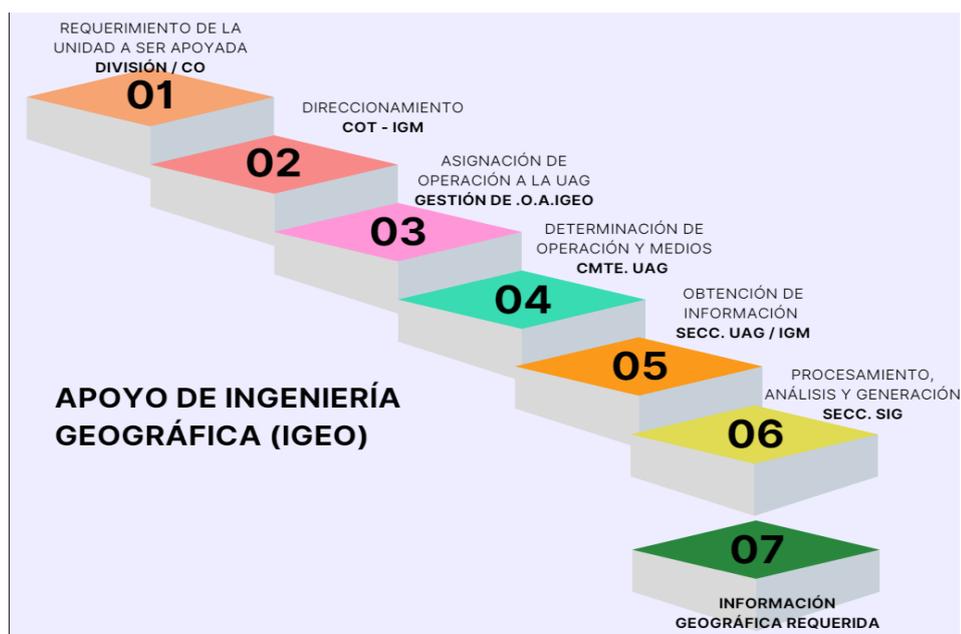
Como se anotó esta estructura será flexible de acuerdo con cada operación requerida para cumplir con el apoyo, debiéndose considerar:

- Los factores de la decisión (METT-T)
- La disponibilidad de medios
- El apoyo prestado por el escalón superior

Aspectos que también influirán en la determinación de la forma de apoyo y/o la relación de mando de la UAG y la unidad apoyada.

Figura 51

Proceso general para el Apoyo de IGEO.



Requerimientos Básicos Presupuestarios. La UAG para su empleo, debe estar dotado de la tecnología más innovadora para hacer frente a sucesos de relevancia en el ámbito de la seguridad y emergencias que requieran apoyo logístico y cartográfico, dentro de un marco de trabajo colaborativo, interdisciplinar, multicriterio, competitivo, equipados tecnológicamente con un sistema de comunicaciones, estaciones de trabajo, laptops, impresora multifunción, UAV, un plotter formato A1, vehículo, entre otras herramientas y accesorios que facilite su empleo. A fin de establecer un presupuesto referencial se presenta algunas especificaciones técnicas y valores de mercado, entre lo principal se considera lo siguiente:

Tabla 6

Valores referenciales para implementación de la UAG.

Ord	Descripción	Cant.	Usd. Aprox.	Total en Usd.
1	Sala de mando y control para el seguimiento, monitoreo, supervisión y evaluación del apoyo de ingeniería geográfica. (Obra civil).	1	10.000	10.000
2	Workstation <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Especificar • Modelo: Especificar • Equipos nuevos de fábrica, No Refurbished / no remarketed, no remanufactured, NO genérico (clone) • Procesador mayor o igual a seis núcleos 2.90 GHz,4.80 GHz Turbo, 12 MB 45W) • Memoria de 64 GB RDIMM DDR4 2666 MHz. • Una tarjeta de gráficos Nvidia Quadro P3200, 6 GB GDDR5, dos discos de estado sólido M.2 de 1 TB2 GB NVMe PCIe Class 40 (Aleatorio Leer/Escribir 200K/80K IOPS) • Teclado en español • Puerto de red Gigabit Ethernet • Batería 6 celdas 97Wh Lithium Ion • Sistema operativo Window 10 Pro 64 bit en español 	3	3.500	10.500

Ord	Descripción	Cant.	Usd. Aprox.	Total en Usd.
3	Laptop de trabajo <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Especificar • Procesador mayor o igual a 2.9 Ghz • Memoria: mayor o igual 32 GB DDR4-2666MHz, 2x16 GB • Disco duro: mayor o igual 256GB PCIe M.2 SSD + 1TB 7200RPM HDD • Tarjeta Gráfica: GTX 1080 • Pantalla: 15 pulgadas Full HD con soporte de 3D • Puertos USB: 2 tradicionales tipo A, 1 puerto Tipo C. 	2	2.500	5.000
4	Impresora Multifunción a color <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de impresión en negro: ISO: Hasta 35 ppm; Borrador: Hasta 55 ppm • Velocidad de impresión en color: ISO: Hasta 35 ppm; Borrador: Hasta 55 ppm • Calidad de impresión en negro (Optima): Hasta 1200 x 1200 ppp optimizado desde 600 x 600 ppp de entrada • Calidad de impresión en color (Optima): Hasta 2400 x 1200 ppp optimizado desde 600 x 600 ppp de entrada. 	1	1.000	1.000
5	Plotter formato A1 <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Especificar • Modelo: Especificar • Tipos de papel: papel bond y recubierto (bond, recubierto, recubierto de gramaje extra, reciclado, plano, blanco brillante), papel técnico (calco natural, vegetal), película (transparente, mate), papel fotográfico (satinado, brillante, semibrillante, de alta calidad, polipropileno), autoadhesivo (adhesivo, polipropileno) • Tiempo de impresión de dibujo lineal (economode, A1 papel normal): 45 segundos/página. • Velocidad de impresión de dibujo lineal (economode, A1 papel normal): 60 impresiones A1 por hora. 	1	4.500	4.500

Ord	Descripción	Cant.	Usd. Aprox.	Total en Usd.
6	Pantalla Smart TV LED <ul style="list-style-type: none"> • Pantalla de 55" Smart TV LED 4K • Memoria RAM de 1.5GB • USB Video, Música, Fotos • Conectividad Wifi 	4	1.500	6.000
7	Muebles <ul style="list-style-type: none"> • 6 escritorios de madera • 6 sillas giratorias con apoyabrazos empotrado, forradas con material de alta resistencia • 1 mesa para la impresora • 1 mesa dispuesta para planos 	1	3.000	3.000
8	UAV Modelos recomendados fabricante DJI Phantom IV Matrix Inspire	2	5.000	10.000
9	Vehículo Camioneta 4 x 4	1	40.000	40.000
TOTAL DEL PROYECTO				90.000

Conclusiones

- 1) Las Fuerzas Armadas fundamentan la planificación y la conducción de las operaciones militares en el análisis, conocimiento y aprovechamiento del campo de batalla, por lo que la información geográfica se constituye un insumo prioritario para el empleo de las tropas en las diferentes dimensiones de la guerra especialmente en la terrestre. Lamentablemente la reducida capacidad tecnológica, la falta de personal técnico para el empleo adecuado de información existente, el desconocimiento del uso de herramientas digitales disponibles, así como el imperceptible impulso al desarrollo y adaptación de nuevas tecnologías para el campo militar, crean un vacío operativo que produce una reducción de las capacidades de empleo de las unidades a nivel operacional y táctico, es necesario mencionar que mediante el estudio realizado se determina que en todos los niveles de la planificación y conducción de las operaciones militares se evidencia la necesidad de información geográfica la misma que no ha sido satisfecha.
- 2) El IGM acorde a lo que determina su misión fundamental, que es la de generar cartografía oficial y el manejo del archivo de datos geográficos y cartográficos del país, dispone de toda la capacidad técnica en cada uno de sus procesos desde la obtención, generación e impresión de productos geográficos, dispone de personal técnico capacitado y de la infraestructura física y tecnológica para proporcionar el apoyo técnico necesario para que a través de las UAG se pueda satisfacer los requerimientos de información de las unidades militares. El IGM dispone para la obtención de información plataformas aéreas tripuladas y no tripuladas con sensores fotogramétricos y de gran formato, así como de una estructura organizacional que cumple con los procesos de producción y evaluación cartográfica.
- 3) Mediante Decreto Ejecutivo 940, del 16 de noviembre de 2011, se adscribe el IGM, al Ministerio de Defensa Nacional (MIDENA), como institutos generadores de geoinformación y servicios especializados; en los ámbitos de defensa de la soberanía e integridad territorial, apoyo al desarrollo nacional, cooperación con

organismos del Estado y organizaciones internacionales, y la Ley de Seguridad Pública y del Estado del 21 de septiembre de 2009, en el Artículo N° 34, señala que, ante la ocurrencia de desastres naturales, “El organismo responsable de la defensa civil... contará con el apoyo de las Fuerzas Armadas y otros organismos necesarios para la prevención y protección de la seguridad”, por consiguiente la entrega de información cartográfica a las operaciones militares y al Servicio de Gestión de Riesgos y Emergencias es fundamental para la planificación, seguimiento y control oportuno de las acciones ante cualquier evento.

- 4) La susceptibilidad del país ante permanentes desastres naturales obliga a que el Estado a través de sus instituciones responsables del manejo de emergencias entre ellas las Fuerzas Armadas actúen con rapidez y de forma oportuna, por lo que la necesidad de información geográfica actualizada se presenta como un requerimiento esencial para la determinación del área de afectación, así como para la toma de decisiones direccionadas a la respuesta inmediata. En este sentido los procesos de generación cartográfica son infructuosos e inútiles por lo que en base a experiencias recientes se establece como ideal destacar la oportunidad y dejar de lado la precisión de los productos geográficos haciendo que la cartografía de pronta respuesta se presente como una solución óptima considerando el empleo de nuevas tecnologías como los UAV que facilitan la obtención de imágenes que mediante un sencillo proceso permiten obtener información inmediata y la consecuente interoperabilidad de las acciones.
- 5) El Ejército a través del Sistema de Ingeniería no cuenta con un elemento funcional para materializar el apoyo de ingeniería geográfica establecido doctrinariamente, a pesar de que el IGM históricamente lo ha proporcionado, pero de forma puntual y sin un procedimiento ni institucional ni militar claramente establecido, conociendo que lo anterior también requiere la formalización de una doctrina de empleo militar, que el IGM en su calidad de instituto no la tiene.
- 6) El IGM a través de su Estatuto de Gestión Organizacional por Procesos vigente

cuenta con la estructura administrativa y técnica para la implementación de las Unidades de Apoyo Geográfico, por lo que el presente estudio permite determinar LA FACTIBILIDAD para su implementación y desarrollo con recursos y personal existente hasta su evaluación positiva.

Recomendaciones

- 1) Considerar a las UAG como un elemento orgánico del IGM para viabilizar de forma permanente el soporte logístico y administrativo que permita sustentar las actividades ejecutadas de la misma para la obtención y generación de productos cartográficos en beneficio de la eficacia y oportunidad de todas las operaciones militares.
- 2) Se coordine con el IGM en su planificación presupuestaria la materialización de la UAG, así como el mantenimiento de los equipos y adquisición de repuestos y materiales para dar continuidad permanente al apoyo para las unidades militares.
- 3) Se debe materializar el canal técnico de ingeniería geográfica con personal y procesos administrativos efectivos y eficientes que le permita al IGM proporcionar un apoyo directo mediante el empleo de la información cartográfica existente, herramientas digitales, sistemas de información geográfica y el desarrollo y uso de nuevas tecnologías para la generación de cartografía de pronta respuesta que aporten a la planificación, conducción y evaluación de las operaciones militares de las unidades de la Fuerza Terrestre.
- 4) Generalizar el uso de la cartografía de pronta respuesta como una solución rápida y oportuna para la toma de decisiones en el manejo de emergencias, para lo cual la UAG debe actuar de forma integral, ya que cada una de sus funciones se complementan en la generación, análisis y distribución de la información geográfica generada.

Se motive al Sistema de Ingeniería el análisis y generación de doctrina de empleo para materializar las operaciones de apoyo de ingeniería geográfica, pudiendo tomar la presente investigación y proyecto como un punto de inicio para atender esta necesidad de las operaciones militares.

Bibliografía

- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación (Tercera edición)*. México: Grupo Editorial Patria.
- Balestrini, M. (2006). *Cómo se elabora el Proyecto de Investigación (Séptima edición)*. Caracas: Consultores Asociados.
- Baquero, P. &. (2019). Empleo de los UAV, en operaciones de seguridad y vigilancia en las áreas estratégicas en el ecuador. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa.*, 86-100.
- De Navarro Finol, T. y. (1996). *Procesos y Productos en la Investigación Documental.* . Maracaibo: Editorial de la Universidad del Zulia (EDILUZ).
- Ecuador, G. d. (2018). *Ley de Seguridad vial*. Quito.
- Ecuador, L. d. (1978). *Ley de Cartografía Nacional*. Registro Oficial N° 643, 04 de agosto.
- Ecuador, L. d. (2009). *Ley de Seguridad Pública y del Estado*.
- Ecuador, R. d. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito.
- Enrique, R. A. (2020). *Tipos de Investigación*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-investigacion.html#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20ser%C3%ADa%20cuantitativa%2C%20experimental,hip%C3%B3tesis%E2%80%93%2C%20aplicada%20y%20transversal.&text=Estamos%20ante%20uno%20de%20los,%2C%20cualitativ>
- Flores, U. (2020). *El sector social de la economía en México, alternativa de desarrollo local*. Mexico.
- González Herrera, R. &. (Julio de 2019). *Drones, aplicaciones en Ingeniería Civil y Geociencias.* . Obtenido de Obtenido de Interciencia: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/339/33960068003/html/index.html>
- Guamán de la Torre, S. (2020). *Procesamiento y restitución de imágenes capturadas por drone multirrotor a través de Photomod UAS en el sector de Alangasí.* . Quito: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/218>.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta edición)*. . México. :

McGraw-Hill.

Hernández, S. L. (2017). *Generación de ortoimágenes usando vehículos aéreos no tripulados aplicado a la agricultura*. Medellín.

INEC. (5 de enero de 2023). *Ecuador en cifras*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/calidad-de-los-servicios-publicos/>

Jiménez Alcázar, D. (Julio de 2013). Obtenido de Tecnología SIG en apoyo al análisis y desarrollo metodológico de riesgos ocasionados por fenómenos naturales para el cantón Mejía: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3033/1/109520.pdf>

Martínez, C. (2005). Estadística y Muestreo. En M. Ciro, *Estadística y Muestreo* (pág. 663). Bogotá: ECOE Ediciones.

Morán Aguayo, C. (2016). *El Dron del IGM, uso específico y su operación en áreas estratégicas requeridas por diferentes organizaciones*. . Quito: Obtenido de Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana.

Nacimiento, L. A. (2020). *Good Kill*: . Obtenido de El impacto de los drones en la doctrina militar.

Segarra, S. (2015). *Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada con un vehículo aéreo no tripulado*. Madrid.

Terrestre, F. (2020). *Manual de Empleo del Arma de Ingeniería*.

Vergara, L. (2019). *Fotogrametría aérea para topografía en terreno irregular*. Santiago.

Villamizar, F. (2015). Drones: ¿hacia una guerra sin regulación jurídica internacional? *Revista de relaciones internacionales, estrategia y seguridad*, 90-109.