



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS

TRABAJO DE TITULACIÓN

**MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CON COMPONENTES DE
INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DESARROLLO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN PREVENCIÓN Y
GESTIÓN DE RIESGOS**

TEMA:

**MODELO DE SECTORIZACIÓN A TRAVÉS DE FOTOGRAMETRÍA CON
DRONES, PARA ASIGNACIÓN DE GRUPOS USAR EN CASO DE DESASTRE
POR SISMO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE QUITO**

AUTOR:

Ing. HENRY SILVA MENDEZ

TUTOR

Mgs. PABLO MELO

GUARANDA – ECUADOR

2022

EL DOCTOR PABLO MELO, EN CALIDAD DE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGOS, UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

CERTIFICA

El trabajo de titulación denominado **“MODELO DE SECTORIZACIÓN A TRAVÉS DE FOTOGRAMETRÍA CON DRONES, PARA ASIGNACIÓN DE GRUPOS USAR EN CASO DE DESASTRE POR SISMO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE QUITO”**, con la modalidad de artículos profesionales de alto nivel, elaborado por el Ing. Henry Silva Mendez, previo a la obtención del título de Magister en Prevención y Gestión de Riesgos, considero que dicho informe cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico - técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación en las instancias respectivas de la Universidad Estatal de Bolívar.

Es todo cuanto puedo certificar.

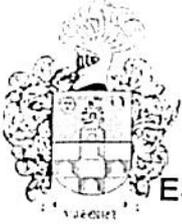
Quito, 14 de diciembre de 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**PABLO
EDILBERTO**

Dr. Pablo Melo
Tutor Trabajo de Titulación
Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos - UEB



DR. PABLO VÁSQUEZ MÉNDEZ

NOTARIO

ESCRITURA No. 2022 -17-01-16-P03047



DECLARACION JURADA

OTORGADO POR:

HENRY SILVA MENDEZ

CUANTIA: INDETERMINADA

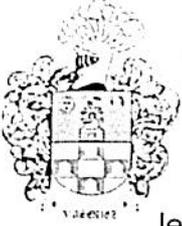
DI 2 COPIAS

KMP

En la ciudad de San Francisco de Quito, Distrito Metropolitano, Capital de la República del Ecuador, hoy **miércoles catorce (14)** de diciembre del dos mil veintidós, ante mi Doctor **PABLO ARTURO VÁSQUEZ MÉNDEZ**, Notario Décimo Sexto del Distrito Metropolitano del Cantón Quito, comparece: el señor **HENRY SILVA MENDEZ**, por sus propios derechos.-
El compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil casado, domiciliado en La Armenia Juan León Mera y Charles Darwin, parroquia Conocoto, de esta ciudad de Quito, provincia de Pichincha, con teléfono cero nueve ocho siete cero cinco siete cero siete cuatro (0987057074), correo electrónico hsilva@bomberosquito.gob.ec , a quien

de identificarle doy fe, por presentarme su cédula de ciudadanía y por haberme exhibido el Certificado de Votación según lo dispuesto en el Artículo doscientos ochenta y nueve de la Ley Orgánica Electoral; bien instruido por mí el Notario de la gravedad del juramento y de la obligación de decir la verdad con claridad y exactitud, libre y voluntariamente, dice:

"Yo, **HENRY SILVA MENDEZ**, con cedula de ciudadanía número uno siete uno dos cuatro uno cuatro cuatro cero seis (1712414406), declaro bajo juramento que: "el trabajo de investigación "Modelo de sectorización a través de fotogrametría con drones, para asignación de grupos USAR en caso de desastre por sismo en el Centro Histórico de Quito" es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que adjunto en el artículo científico. Y por lo tanto, la Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.".- Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad".- **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN**, la misma que queda elevada a escritura pública, con todo el valor legal, junto con el Certificado Electrónico de Datos de Identidad Ciudadana y copia certificada del Certificado de Votación que se agregan a este instrumento, por voluntad expresa del compareciente.- Para su otorgamiento de la presente escritura pública se observaron los preceptos legales aplicables al caso y, leída que



DR. PABLO VÁSQUEZ MÉNDEZ

NOTARIO

le fue al compareciente en su integridad por mí el Notario, la aprueba
en todas sus partes y firma conmigo en unidad de acto, quedando
incorporada al protocolo de esta Notaría, de todo lo cual doy fe.

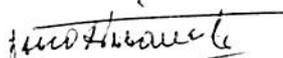





HENRY SILVA MENDEZ

C. C. 1717414406




Dr. Pablo A. Vásquez Méndez
NOTARIO DÉCIMO SEXTO DEL DISTRITO
METROPOLITANO DEL CANTÓN QUITO

REPÚBLICA DEL ECUADOR
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL
IDENTIFICACIÓN Y CIRCULACIÓN

CI N. 171241440-6



CIUDADANIA: Colombia
BOGOTÁ
FECHA DE NACIMIENTO: 1973-10-06
NACIONALIDAD: ECUATORIANA
SEXO: HOMBRE
ESTADO CIVIL: CASADO
CABRIELA F. SALAZAR RAMOS

INSTRUCCIÓN: SUPERIOR
PROFESIÓN / EDUCACIÓN: INGENIERO

APellidos y Nombres del Padre: SILVA VILLENA MIGUEL ERNESTO
APellidos y Nombres de la Madre: MENDEZ MARIA BERTILA
LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: QUITO 2018-07-04
FECHA DE EXPIRACIÓN: 2028-07-04

E4343A2222





CERTIFICADO DE VOTACION 11 ABRIL 2021

PROVINCIA: PICHINCHA
CIRCUNSCRIPCIÓN: 2
CANTON: QUITO
PARROQUIA: LA MAGDALENA
ZONA: 1
JUNTA N.º: 0068 MASCULINO

22120288
171241440-6



CI N. 1712414406

SILVA MENDEZ HENRY

RAZON: De conformidad con lo dispuesto en el Art. 18 de la ley Notarial, Doy fé que las fotocopias que anteceden contenidas en el #..... fojas útiles guardan conformidad y exactitud con el documento que en igual número de hojas me fue exhibido.

Quito a,

14 DIC 2022



Pablo A. Vasquez Méndez
Dr. Pablo A. Vasquez Méndez
NOTARIO DÉCIMO SEXTO DEL DISTRITO
METROPOLITANO DEL CANTÓN QUITO



CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD



Número único de identificación: 1712414406

Nombres del ciudadano: SILVA MENDEZ HENRY

Condición del cedulaado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: COLOMBIA

Fecha de nacimiento: 6 DE OCTUBRE DE 1973

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: SUPERIOR

Profesión: INGENIERO

Estado Civil: CASADO

Cónyuge: SALAZAR RAMOS GABRIELA FERNANDA

Fecha de Matrimonio: 12 DE ABRIL DE 2004

Datos del Padre: SILVA VILLENA MIGUEL ERNESTO

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: MENDEZ MARIA BERTILA

Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 4 DE JULIO DE 2018

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 14 DE DICIEMBRE DE 2022

Emisor: CRISTIAN ALBERTO MORA PROAÑO - PICHINCHA-QUITO-NT 16 - PICHINCHA - QUITO

N° de certificado: 225-804-54297



225-804-54297

F. Alvear

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación
Documento firmado electrónicamente





INFORMACIÓN ADICIONAL DEL CIUDADANO

NUI: 1712414406

Nombre: SILVA MENDEZ HENRY

1. Información referencial de discapacidad:

Mensaje: LA PERSONA NO REGISTRA DISCAPACIDAD

1.- La información del carné de discapacidad es consultada de manera directa al Ministerio de Salud Pública - CONADIS en caso de inconsistencias acudir a la fuente de información

Información certificada a la fecha: 14 DE DICIEMBRE DE 2022

Emisor: CRISTIAN ALBERTO MORA PROAÑO - PICHINCHA-QUITO-NT 16 - PICHINCHA - QUITO

N° de certificado: 220-804-54332



220-804-54332



Se otorgó ante mí y en fe de ello confiero en cuatro (4) fojas útiles, esta **S E G U N D A** COPIA CERTIFICADA de la escritura de **DECLARACIÓN JURADA**, otorgada por el señor **HENRY SILVA MENDEZ**, sellada y firmada en los mismos lugar y fecha de su otorgamiento.



Pablo A. Vasquez Méndez

Dr. Pablo A. Vasquez Méndez
NOTARIO DÉCIMO SEXTO DEL DISTRITO
METROPOLITANO DEL CANTÓN QUITO





UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE BABAHOYO

VIP

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y
POSTGRADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

JOURNAL
OF SCIENCE AND RESEARCH

ISSN : 2528 - 8083

“ Mientras hay investigación, hay esperanza ”



CARTA DE ACEPTACIÓN

Por medio de la presente se deja constancia de que:

El artículo de investigación “**Modelo de sectorización a través de fotogrametría con drones, para asignación de grupos USAR en caso de desastre por sismo en el Centro Histórico de Quito**” de los autores Henry Silva Méndez, Pablo Melo Coy y Abelardo Paucar Camacho, ha sido aceptado para su publicación en el **VOL. 7 NÚM. 4 (2022): Octubre – Diciembre**.

La revista *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH* de publicación arbitrada, adscrita al Vicerrectorado de Investigación y Postgrado en la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, se encuentra indexada en Latindex Catálogo 2.0, OAJI, ROAD, ERIHPLUS, Journal TOCs, OpenAIRE y otras importantes bases de datos internacionales. Se publica trimestralmente en línea en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php>

Se expide la presente a los 20 días de septiembre de 2022.



Dr. C. Efraín Velasteguí López, Ph. D.

Director - Editor



Factura: 001-002-000112967



20221701016C01416

FIEL COPIA DE DOCUMENTOS EXHIBIDOS EN ORIGINAL N° 20221701016C01416

RAZÓN: De conformidad al Art. 18 numeral 5 de la Ley Notarial, doy fe que la(s) fotocopia(s) que antecede(n) es (son) igual(es) al(los) documento(s) original(es) que corresponde(n) a CERTIFICACIÓN CARTA DE ACEPTACIÓN - DR. C EFRAÍN VELASTEGUÍ LÓPEZ, PH. D. y que me fue exhibido en 2 foja(s) útil(es). Una vez practicada(s) la certificación(es) se devuelve el(los) documento(s) en 2 foja(s), conservando una copia de ellas en el Libro de Certificaciones. La veracidad de su contenido y el uso adecuado del (los) documento(s) certificado(s) es de responsabilidad exclusiva de la(s) persona(s) que lo(s) utiliza(n).

QUITO, a 14 DE DICIEMBRE DEL 2022, (9:46).

NOTARIO(A) PABLO ARTURO VÁSQUEZ MÉNDEZ

NOTARÍA DÉCIMA SEXTA DEL CANTÓN QUITO



Document Information

Analyzed document	ARTICULO CIENTIFICO FINAL.pdf (D153298999)
Submitted	2022-12-14 00:09:00
Submitted by	
Submitter email	hsilva@bomberosquito.gob.ec
Similarity	9%
Analysis address	apaucar.ueb@analysis.arkund.com



Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text As student entered the text in the submitted document.

Matching text As the text appears in the source.



Firmado electrónicamente por
**JOSE ABELARDO
PAUCAR CAMACHO**



Factura: 001-002-000112968



20221701016C01417

CERTIFICACIÓN DE DOCUMENTOS MATERIALIZADOS DESDE PÁGINA WEB O DE CUALQUIER SOPORTE ELECTRÓNICO N° 20221701016C01417

RAZÓN: De conformidad al Art. 18 numeral 5 de la Ley Notarial doy fe que el documento que antecede en 2 foja(s) útil(es) fue materializado a petición del señor (a) HENRY SILVA MENDEZ, de la página web y/o soporte electrónico, hsilva@bomberosquito.gob.ec el día de hoy 14 DE DICIEMBRE DEL 2022, a las 9:46, todo lo cual certifico amparado en las atribuciones que me otorga la Ley Notarial. Para constancia, copia física del documento materializado queda archivado en el libro de Certificaciones. La veracidad de su contenido y el uso adecuado del(los) documento(s) certificado(s) es (son) de responsabilidad exclusiva de la(s) persona(s) que lo(s) utiliza(n).

QUITO, a 14 DE DICIEMBRE DEL 2022, (9:46).

NOTARIO(A) PABLO ARTURO VÁSQUEZ MÉNDEZ

NOTARÍA DÉCIMA SEXTA DEL CANTÓN QUITO



Modelo de sectorización a través de fotogrametría con drones, para asignación de grupos USAR en caso de desastre por sismo en el Centro Histórico de Quito

Sectorization model through photogrammetry with drones, for assignment of USAR groups in case of earthquake disaster in the Historic Center of Quito

<https://doi.org/>

AUTORES: Henry Silva M.^{1*} Maestrante

Pablo Melo^{2*} Tutor

Abelardo Paucar C.^{3*} Coordinador

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: henry.silva@ueb.edu.ec

Fecha de recepción: 26 de septiembre de 2022

Fecha de aceptación: 26 de septiembre de 2022

RESUMEN

Los sismos son fenómenos geológicos y naturales producidos por la liberación de energía acumulada en la Tierra. El Ecuador se encuentra expuesto a sismos relacionados con actividad volcánica, sismos ocurridos cerca de la superficie costera y los sismos superficiales de la región interandina identificados como los más destructivos y que generalmente han

¹Universidad Estatal de Bolívar, henry.silva@ueb.edu.ec, hsilva@bomberosquito.gob.ec

²Universidad Estatal de Bolívar, pmelo@ueb.edu.ec

³Universidad Estatal de Bolívar, apaucar@ueb.edu.ec

afectado a la ciudad de Quito. Uno de los sitios más emblemáticos de la ciudad, es el centro histórico de Quito, el cual tiene gran relevancia cultural e histórica reconocida por la UNESCO (1978), no obstante, es uno de los sitios con más riesgos de afectaciones en caso de sismos, puesto que alberga un conjunto arquitectónico de diferentes épocas que a través de la historia han sido intervenidos por daños estructurales. La recopilación de datos e información precisa sobre los daños ocasionados por este tipo de eventos es fundamental, debido a que una respuesta rápida por parte de los organismos de socorro, puede ayudar a reducir el número de víctimas y mitigar el impacto social y económico. Sin embargo, en el país la recopilación de datos ha sido difícil, debido a la falta de acciones coordinadas, movilización por terrenos difíciles, condiciones climáticas extremas, que imposibilitan realizar el levantamiento de información. Es por ello, que el objetivo del presente documento fue realizar modelos de sectorización basados en fotogrametría con drones; y asignar grupos USAR de acuerdo al nivel respuesta (pesado, mediano y liviano) con el fin de dar una respuesta rápida ante este tipo de fenómenos que pudieran afectar a esta zona. El modelo de sectorización se realizó en base a un evento de sismo simulado el 22 de agosto de 2022 a las 10h00, cuya magnitud fue 7,2 en escala de Richter. Se simuló el modelo de sectorización con dron y con personal de rescate en cuatro puntos del Centro Histórico de Quito (Palacio de Carondelet, Colegio San Pedro Pascual, Iglesia San Francisco de Quito y Centro de Salud N° 1), obteniendo como resultado que el modelo de sectorización con Dron fue realizado en 4 horas 40 minutos, mientras que con el personal de rescate 7 horas 22 minutos, determinando así que el proceso de sectorización con dron a diferencia del procedimiento convencional mejora la eficiencia en términos de tiempo y facilita a los equipos de atención de desastres una evaluación de daños más precisa. Además de optimizar recursos para la evaluación y levantamiento de la información.

Palabras clave: *drones, sectorización, fotogrametría, USAR, sismos.*

ABSTRACT

Earthquakes are geological and natural phenomena produced by the release of energy accumulated in the Earth. Ecuador is exposed to earthquakes related to volcanic activity, earthquakes that occur near the coastal surface and surface earthquakes in the inter-Andean region identified as the most destructive and that have generally affected the city of Quito. One of the most emblematic sites of the city is the historic center of Quito, which has great cultural and historical relevance recognized by UNESCO (1978), however, it is one of the sites with the highest risk of damage in case of earthquakes. , since it houses an architectural complex from different periods that have been intervened through history due to structural damage. The collection of data and accurate information on the damage caused by this type of event is essential, because a rapid response by relief agencies can help reduce the number of victims and mitigate the social and economic impact. However, data collection in the country has been difficult, due to the lack of coordinated actions, mobilization through difficult terrain, and extreme weather conditions, which make it impossible to collect information. That is why the objective of this document was to make sectorization models based on photogrammetry with drones; and assign USAR groups according to the response level (heavy, medium and light) in order to provide a rapid response to earthquakes that could affect this area. The sectorization model was made based on a simulated earthquake event on August 22, 2022 at 10:00 a.m., whose magnitude was 7.2 on the Richter scale. The sectorization model was simulated with a drone and rescue personnel at four points in the Historic Center of Quito (Carondelet Palace, San Pedro Pascual School, San Francisco de Quito Church and Health Center No. 1), obtaining as a result that the Sectorization model with Drone was carried out in 4 hours 40 minutes, while with rescue personnel 7 hours 22 minutes, thus determining that the process of sectorization with drone, unlike the conventional procedure, improves efficiency in terms of time and makes it easier for disaster response teams a more accurate damage assessment. In addition to optimizing resources for the evaluation and collection of information.

Keywords: *drones, sectorization, photogrammetry, USAR, earthquakes.*

INTRODUCCIÓN

Los sismos son fenómenos geológicos y naturales producidos por la liberación de energía acumulada en la Tierra; Los efectos que producen en el medio ambiente, edificaciones y en las personas están relacionados con la intensidad del suceso.

El Ecuador se encuentra expuesto a sismos relacionados con actividad volcánica, sismos de subducción ocurridos generalmente cerca de la superficie costera y los sismos superficiales de la región interandina identificados como los más destructivos y que generalmente han afectado a la ciudad de Quito (Naya, 2010).

A lo largo de los años se han registrado 14 eventos históricos en el país cuya magnitud ha sido superior a 6,0 grados, 9 eventos con magnitud superior a 7,0 grados y 2 eventos registrados con magnitud superior a 8,0 grados (Banco Internacional de Desarrollo, 2020).

En la región interandina ha ocurrido gran número de sismos, de los cuales la ciudad más afectada ha sido Quito, ya que a través de ella cruza una falla geológica, producto de un conjunto de colinas alineadas de baja altura que empieza en Tambillo y continúan su camino hacia las lomas de Puengasí, Lumbisí, El Batán, La Bota, Bellavista y Catequilla en la Mitad del Mundo con 60 km de longitud aproximada.

En la ciudad capital se han registrado eventos sísmicos con magnitud superior a 4 grados en escala de Richter y se estima una magnitud máxima entre 6,9 y 7,1 grados (López, 2017). Dichos eventos pueden ocasionar pérdidas humanas, impactos en sistemas urbanos y zonas residenciales, además de provocar alteraciones en el funcionamiento de la estructura urbana, como colapsamiento de la accesibilidad y conectividad a diferentes áreas de la ciudad, que imposibilitarían el desarrollo normal de la urbe (Cando, Martínez, & Valdés, 2020).

Uno de los sitios más emblemáticos de la ciudad, es el centro Histórico de Quito, el cual tiene gran relevancia cultural e histórica reconocida por la UNESCO (1978), no obstante, es uno de los sitios con más riesgos de afectaciones en caso de sismos, puesto que alberga un conjunto arquitectónico de diferentes épocas que a través de la historia han sido intervenidos. Entre ellos, se ha remodelado arquitectura monumental religiosa como la iglesia El Sagrario, la Capilla del Robo, entre otras; y construcciones de carácter civil que han sido intervenidas para rehabilitar sus elementos estructurales y arquitectónicos (Lara, 2015).

La recopilación de datos e información precisa sobre los daños ocasionados por este tipo de eventos es fundamental, debido a que una respuesta rápida por parte de los organismos de socorro, puede ayudar a reducir el número de víctimas y mitigar el impacto social y económico. Sin embargo, en el país la recopilación de datos ha sido difícil, debido a la falta de acciones coordinadas, movilización por terrenos difíciles, condiciones climáticas extremas, que imposibilitan realizar el levantamiento de información. (Syed, y otros, 2022)

Independientemente de la magnitud de este tipo de desastre o emergencias que se suscitan, debe existir una correcta gestión del desastre (mitigación, preparación, respuesta y recuperación). Es por ello, que se está priorizando el uso aeronaves no tripuladas (drones), debido a que estos equipos tecnológicos tienen ventajas relacionadas con asequibilidad, flexibilidad de despliegue por terrenos difíciles, y captura de datos de resolución espacial, que permite evaluar las condiciones del sitio y realizar una respuesta inmediata. (Kucharczyk & Hugenholtz, 2021)

Es por eso, que luego de analizar los antecedentes de sismos que preceden al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), identificar que las estructuras residenciales del centro histórico del DMQ son vulnerables ante este tipo de eventos debido al deterioro propio de sus materiales constitutivos y la falta de una filosofía sismo resistente en sus diseños, y analizar las situaciones difíciles por las que atraviesan los equipos de búsqueda y rescate, es importante realizar un modelo de sectorización a través de fotogrametría con drones, para asignación de grupos USAR en caso de desastre por sismo, que permitan identificar rápidamente estructuras colapsadas e intervenir de manera inmediata en las zonas afectadas y de esta manera disminuir pérdidas materiales y humanas.

METODOLOGÍA

Sitio de Estudio

El área de estudio comprendió cuatro puntos específicos del Centro Histórico de Quito; las estructuras se identificaron en base a su funcionalidad, entre ellas: El Palacio de Gobierno, La Iglesia San Francisco, Colegio San Pedro Pascual y el Centro de Salud N° 1.

Ilustración 1. Mapa base Delimitación del área de estudio



Solicitud de permisos

Previo al vuelo se realizó una solicitud a la Dirección General de Aviación Civil, especificando los datos de las aeronaves no tripuladas a utilizarse, el objetivo de este levantamiento y las fechas y horas en las que se realizó el vuelo.

Una vez obtenidas todas las autorizaciones se dio cumplimiento a la planificación del levantamiento.

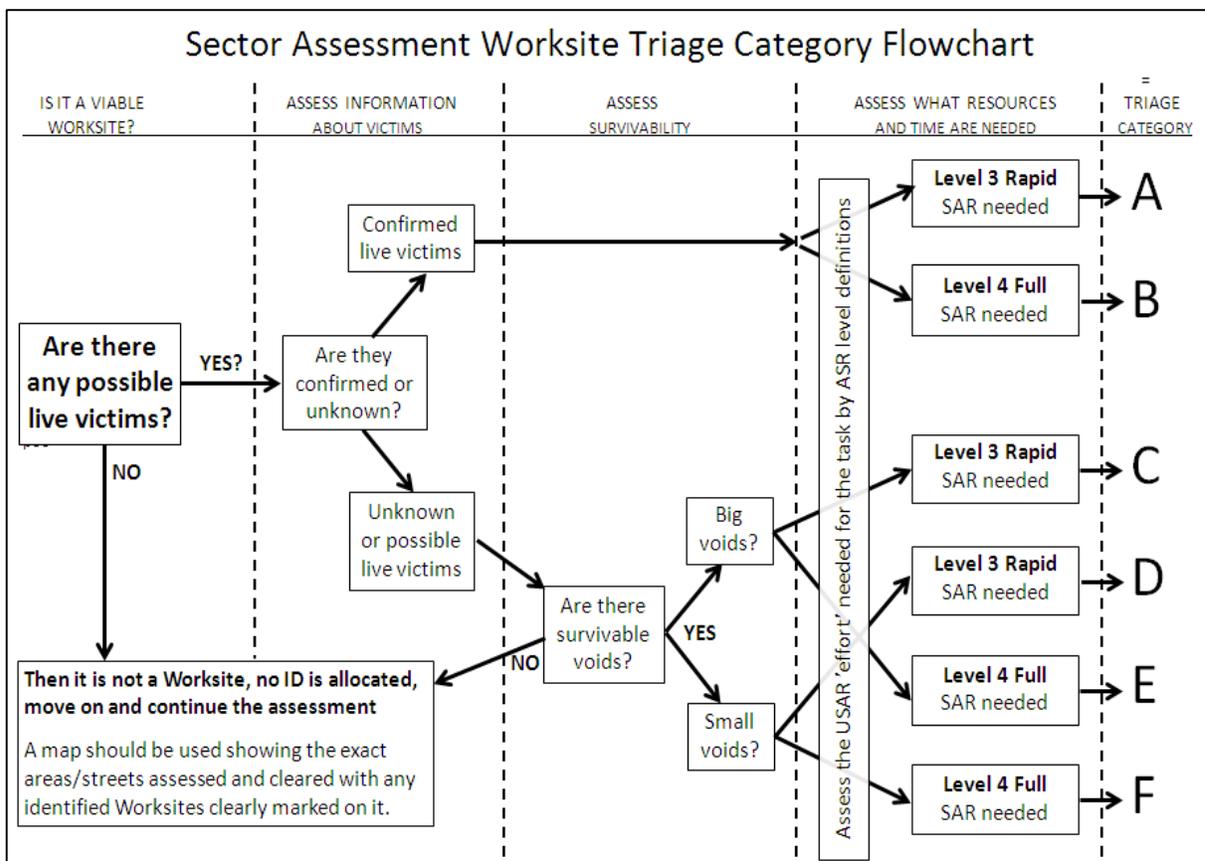
Caso de Estudio

El modelo de sectorización a través de fotogrametría con drones, para asignación de grupos USAR en caso de desastre por sismo, se realizó en base a un evento de sismo simulado el 23 de agosto de 2022 a las 10h00, cuya magnitud fue 7,2 en escala de Richter.

El triage para levantar la información de daños evaluados en el sitio afectado, se realizó en base a los parámetros definidos en las guías INSARAG.

Para categorizar los daños se tomó en cuenta las consideraciones establecidas en el árbol de triage que se presenta a continuación:

Ilustración 2. Diagrama de flujo de la categoría de evaluación del triage en el sitio de trabajo



Fuente: (INSARAG, 2022)

Trabajo de campo realizado a través de la aplicación de Dron

Parámetros pre vuelo

Antes de iniciar con el plan de vuelo se realizó un vuelo de inspección; para esto se realizó la recopilación de los siguientes datos:

- Recopilación de datos meteorológicos (vientos, ráfagas, temperatura, humedad relativa, índice de radiación solar).
- Comunicación con la torre de Control de Bomberos Quito para entrega de datos del inicio del plan de vuelo, así como tener conocimiento del tráfico aéreo por el sector.
- Inicio de vuelo y calibración de los balances de blancos e iluminación para obtener imágenes de alta calidad.
- Verificación de interferencias electromagnéticas, pérdida de geo posicionamiento GPS.
- Culminación de vuelo.

Inicio de Vuelo programado

- Se despegó la Aeronave pilotada a distancia (RPA) y se dirigió hasta el punto de inicio del vuelo programado. Se cargó datos del vuelo y se dio inicio al mismo.
- Se mantuvo constante monitoreo y observación con el RPA, para esto se utilizó binoculares y el piloto permaneció al pendiente de los parámetros mostrados en la pantalla del control remoto.

Definición e identificación del área de levantamiento

Previamente al levantamiento de la información se definió los siguientes parámetros:

- Ubicación del área de trabajo.
- Delimitación del perímetro del área de trabajo.
- Ubicación de zonas prohibidas, zonas restringidas, zonas intangibles y zonas de seguridad del estado determinadas por la ley.

Inspección del área del levantamiento

La inspección del área de levantamiento se realizó en base a una salida de campo para verificar altura de edificaciones, riesgos para las aeronaves no tripuladas y topografía del lugar.

Además, se realizó el levantamiento de puntos de georreferenciación para generar un polígono de trabajo.

Georreferenciación y realización del Plan de vuelo

Una vez obtenido el polígono se realizó la georreferenciación en el programa Google Earth, se generó un archivo “.kml” mismo que se importó al control remoto de la aeronave no tripulada.

Ilustración 3. Polígono de georreferenciación



Fuente: Google Earth, 2022

En el control remoto del Dron se procedió a abrir la aplicación DJI Pilot y en la opción Mission Flight se seleccionó la opción Mapping.y se importó el .kml que se generó en el paso anterior.

Posterior a esto, en base a la topografía del terreno y las edificaciones más altas se generó los parámetros para el vuelo, tipo de aeronave multirrotor, velocidad, traslape frontal y lateral, altura de vuelo, intervalo de tiempo entre tomas fotográficas, puntos de despegue, puntos de retorno, tipo de levantamiento, ángulo de los vuelos que se realizó, tiempo de vuelo total que se tomó en el levantamiento.

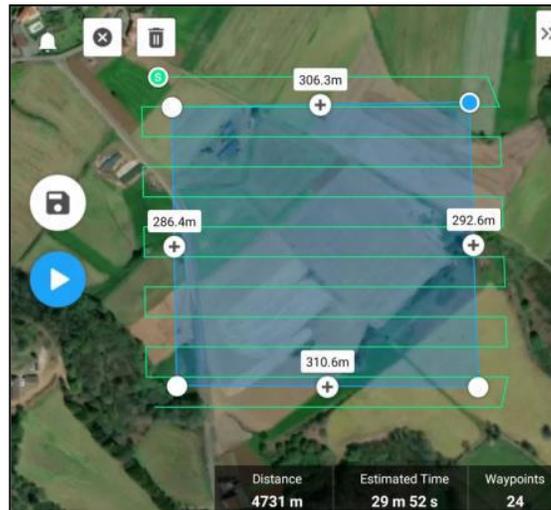
Tabla 1. Parámetros de vuelo

Parámetros	Valores
<i>Tipo de RPA</i>	DJI mavic pro Platinum
<i>Altura de vuelo</i>	120 m
<i>Traslape frontal</i>	80%
<i>Traslape lateral</i>	80%

Elaborado por: Autor

En base a los parámetros anteriores se realizó una segmentación del área de trabajo en la aplicación y se generó los sectores necesarios para abarcar el 100% del área de estudio. Este plan de vuelo se inició en la “Plaza del Teatro” y se realizó en forma de un patrón en paralelo como se muestra a continuación:

Ilustración 4. Patrón de vuelo



Fuente: DJI mavic pro Platinum

Procesamiento de la información

Una vez obtenidas las imágenes con ayuda del RPA, estas fueron exportadas a una computadora de capacidad de procesamiento grafico alto.

- Para el procesamiento se utilizó el programa “Agisoft Metashape”.
- Una vez importadas la totalidad de las imágenes levantadas en el vuelo programado, se procedió a dar inicio al flujo de procesamiento.
- Una vez generado el ortomosaico fue exportado como un archivo .TIFF., en este caso el procesamiento Centro Histórico procesado en calidad media pesa 180 mb.

Ilustración 5. Ortomosaico Centro Histórico



Ilustración 6. Resolución máxima del .tiff



Trabajo de campo realizado utilizando personal de rescate (Oficiales de Bomberos)

Definición e identificación del área de levantamiento

Previamente al levantamiento de la información se definió los siguientes parámetros:

- Puntos prioritarios de levantamiento de información
- Ubicación del área y perímetro de trabajo.

Designación del Personal de Rescate

Una vez iniciada la simulación se designó cuatro oficiales de bomberos que partirían desde la Plaza de Teatro hacia los cuatro puntos de estudio designados (Plaza San Francisco, Colegio San Pedro Pascual, Palacio de Gobierno, Centro de Salud N° 1).

Los tiempos de desplazamiento fueron cronometrados con la finalidad de evaluar el tiempo de respuesta a la emergencia.

Evaluación del área y perímetro de estructuras

Una vez que el personal de rescate se desplazó hacia los puntos estratégicos, se realizó la evaluación pertinente de las estructuras afectadas y sus perímetros, considerando los parámetros de Triage de las guías INSARGAG para el levantamiento de la información.

Ilustración 7. Centro de Salud N° 1



Ilustración 8. Iglesia San Francisco



Retorno a la sala de emergencia

Una vez realizada la evaluación y el levantamiento de la información de las estructuras, el personal de rescate procedió a regresar al punto inicial en donde se encontraba instalada la Sala de emergencias del Cuerpo de Bomberos, para realizar la entrega de las guías correspondiente y procesar la información obtenida.

Procesamiento de la Información

Toda la información obtenida en campo fue entregada a las autoridades, quienes con la ayuda de Google Earth procederían a realizar la sectorización correspondiente, considerando los daños estructurales de las edificaciones evaluadas.

Asignación de Grupos USAR

Urban Search and Rescue (USAR), es un grupo de personas certificadas que realizan acciones de localización, extracción y estabilización inicial a personas atrapadas debajo de escombros en un espacio confinado, como resultado de un colapso estructural repentino de gran escala producto de desastres naturales, accidentes, acciones deliberadas o derrumbes (INSARAG, 2022).

La asignación de los grupos USAR se realizó en base a las categorías de los equipos y al nivel de evaluación de búsqueda y rescate (INSARAG, 2022).

Categorías de equipos USAR: Los equipos se clasifican de acuerdo con su capacidad de ofrecer los componentes clave de USAR. Los componentes son: administración, búsqueda, rescate, asistencia médica y logística.

Los equipos están clasificados de acuerdo a las siguientes categorías:

- **Equipos USAR livianos:** Son aquellos con capacidades básicas operativas en términos de competencias de rescate, conocimiento y equipo. No obstante, pueden ayudar con búsqueda y rescate superficial de víctimas luego de un desastre imprevisto con colapso estructural.

- **Equipos USAR medianos:** Estos equipos cumplen con los componentes mencionados con anterioridad y tienen la capacidad de realizar operaciones de búsqueda y rescate complejas, incluyendo estructuras reforzadas y realizar acciones de apuntalamiento y levantamiento. Estos equipos tienen capacidad operativa de trabajo en un solo sitio.
- **Equipos USAR pesados:** Estos equipos cumplen con los parámetros anteriores y además, tienen la capacidad de realizar operaciones de búsqueda y rescate complejas, incluyendo estructuras reforzadas y realizar acciones de apuntalamiento y levantamiento. Estos equipos tienen capacidad operativa de trabajo en dos sitios simultáneamente. Se espera que el segundo sitio el equipo USAR reasigne personal y equipo a otra locación, generalmente esta asignación tiene una duración de más de 24 horas.

Nivel de evaluación de búsqueda y rescate: Existen cinco niveles de evaluación de búsqueda y rescate, mismos que se mencionarán a continuación:

- **ASR1:** Este nivel permite realizar una evaluación inicial de la zona afectada, con el propósito de: determinar el alcance y la magnitud del incidente, identificar el alcance, la ubicación y los tipos de daños, estimar las necesidades de recursos urgentes, desarrollar un plan de sectorización, establecer prioridades, identificar los riesgos generales, identificar los problemas de infraestructura e identificar posibles lugares para la Base de Operaciones (BoO).
Esto nos permitirá obtener: sesión inicial para el OSOCC/UCC y autoridades, plan de sectorización., ubicación(es) para BoO, prioridades y plan de implementación inicial (¿Dónde o a qué sectores se envían los primeros equipos?), solicitudes de recursos y mensajes en el OSOCC virtual.
- **ASR2:** Este nivel permite identificar sitios específicos y viables para el rescate de personas dentro del sector asignado, a fin de permitir la prioridad de asignación y crear un plan de acción, tiene que ser una evaluación rápida pero metódica y la

información de las poblaciones locales y los encargados de respuesta locales es a menudo valiosa, y debe pedirse durante la evaluación.

Esta información permitirá obtener: formularios completos de clasificación del área de trabajo que identifiquen a los equipos de los lugares donde se necesitan, un área de trabajo completo, un mapa del sector que muestra el área en evaluación, desarrollo del plan sectorial de acción y prioridades de OSOCC/UCC, asignación de los equipos USAR para cada área de trabajo.

- **ASR3:** Este nivel por lo general, se aplica en las primeras etapas de un desastre a gran escala, cuando solo están disponibles un número relativamente pequeño de equipos. Los equipos son asignados a una o varias áreas de trabajo (por lo general identificadas en la evaluación del sector del nivel 2).

Se necesita de un avance bastante rápido que asegure la búsqueda total y rápida de las estructuras asignadas para maximizar las oportunidades de rescate.

Hay un compromiso relativamente simple con cada lugar:

- Uso de técnicas de búsqueda físicas, caninas o técnicas.
- Operaciones de rescate mediante la remoción de escombros y apuntalamiento limitado, rupturas y brechas, etc. o Penetración limitada en estructura/escombros. Esta información permite obtener: informes completos del área de trabajo, marcado de las áreas de trabajo, formularios completos de liberación de víctimas.

- **ASR4:** Éste es el trabajo de búsqueda y rescate encargado de identificar, localizar y rescatar al pequeño número de sobrevivientes profundamente atrapados o sepultados que los rescatistas locales, los primeros actores de respuesta, los recursos LEMA operaciones del nivel ASR 3 no pudieron realizar. Se suele estar en una sola área de trabajo o en un número reducido de áreas de trabajo (equipos pesados).

Los equipos penetrarán la mayoría o todos los lugares posibles de supervivencia. Estas operaciones suelen ser de largo plazo (más de un período operativo) y requieren una amplia gama de habilidades USAR, por ejemplo:

- Todas las técnicas de búsqueda y todos los equipos posibles, a menudo, se logran el acceso por la repetición de la acción.
 - Posible apuntalamiento extenso para asegurar la estructura o vías de acceso.
 - Rupturas y perforación repetidas y profundas de los diferentes elementos de la estructura.
 - Levantamiento y/o traslado de los elementos de grandes dimensiones ó pueden ocurrir algunas reducciones de las estructuras en este punto si se necesita acceso a un potencial rescate de personas identificado.
 - Trabajo en espacios reducidos, a veces, en el interior de las estructuras.
- Esta información permitirá obtener informes completos del área de trabajo, marcado de las áreas de trabajo y formularios completos de liberación de víctimas.

- **ASR5:** Consiste en las operaciones llevadas a cabo en un área de trabajo para recuperar a las víctimas fallecidas.

Generalmente, los equipos USAR internacionales no llevan a cabo este nivel. Comúnmente, se realiza después de la culminación de la etapa de rescate, y cuando el incidente se encuentre en la etapa de recuperación. Posiblemente, es aún parte de la etapa de rescate, si la autoridad de coordinación lo presume necesario.

Puede haber un hallazgo "milagro" de una víctima viva como resultado de la destrucción de la estructura.

Esta información permitirá obtener informes completos del área de trabajo, marcado de las áreas de trabajo y formularios completos de liberación de víctimas.

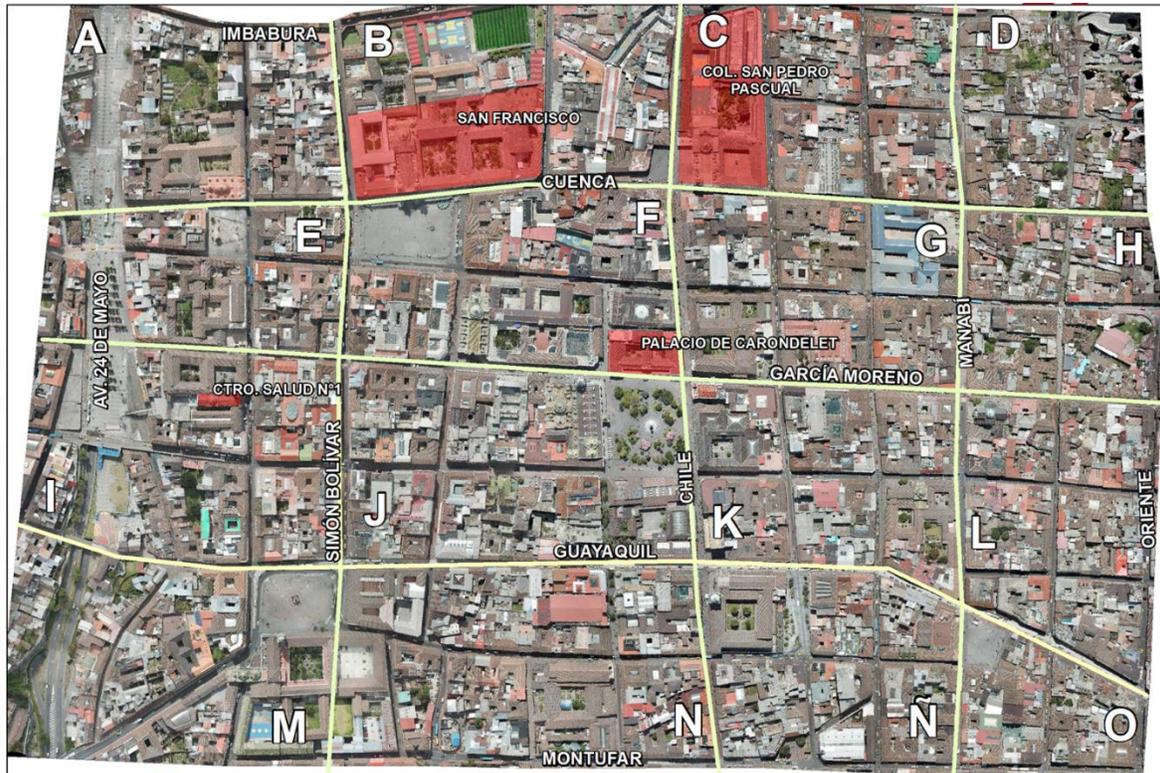
RESULTADOS

Modelo de Sectorización realizada por Dron

El área de interés tuvo una cobertura aproximada de 89.19 ha y estuvo comprendida desde la Av. 24 de mayo al sur de la ciudad, calle Oriente hacia el norte, calle Imbabura hacia el oeste y calle Montufar hacia el este.

Para la distribución de área de trabajo, se dividió en 16 cuadrantes nombrados en orden alfabético y se identificó infraestructura prioritaria, debido a la aglomeración de personas, las cuales fueron: Palacio Presidencial, Iglesia San Francisco, Colegio San Pedro Pascual y Centro de Salud N° 1.

Ilustración 9. Modelo de Sectorización con Dron del Centro Histórico de Quito



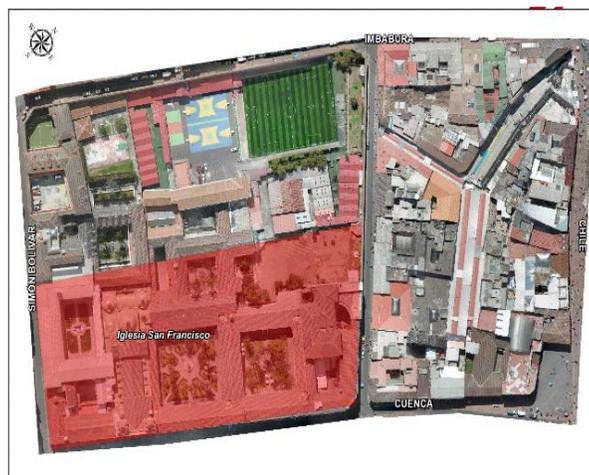
Cuadrante A: El cuadrante A, cubrió un área aproximada de 4,7 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Av. 24 de mayo, Imbabura, Cuenca y Simón Bolívar.

Ilustración 10. Cuadrante A - Modelo de Sectorización



Cuadrante B: El cuadrante B, cubrió un área aproximada de 6,8 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Simón Bolívar, Imbabura, Cuenca y Chile.

Ilustración 11. Cuadrante B - Modelo de Sectorización



La Iglesia de San Francisco y su convento fue parte de una de las infraestructuras prioritarias del simulacro realizado.

Cuadrante C: El cuadrante C, cubrió un área aproximada de 5,82 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Chile, Imbabura, Cuenca y Manabí.

Ilustración 12. Cuadrante C - Modelo de Sectorización



El Colegio San Pedro Pascual fue parte de otra de las infraestructuras prioritarias del simulacro realizado.

Cuadrante D: El cuadrante D, cubrió un área aproximada de 3,7 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Manabí, Imbabura, Cuenca y Oriente.

Ilustración 13. Cuadrante D - Modelo de Sectorización

Cuadrante E: El cuadrante E, cubrió un área aproximada de 3,96 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Av. 24 de mayo, Simón Bolívar, Cuenca y García Moreno.

Ilustración 14. Cuadrante E - Modelo de Sectorización

Cuadrante F: El cuadrante F, cubrió un área aproximada de 6,4 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Simón Bolívar, Chile, Cuenca y García Moreno.

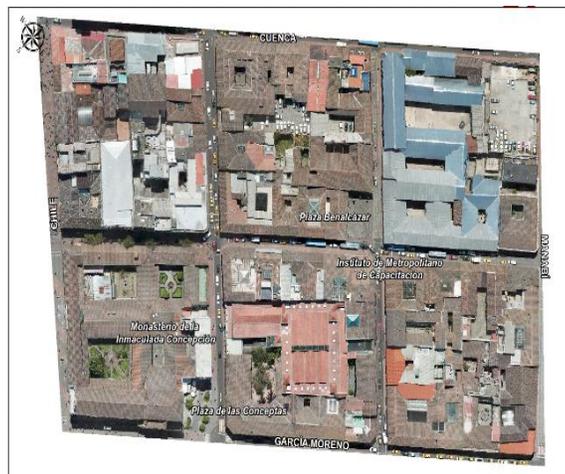
Ilustración 15. Cuadrante F - Modelo de Sectorización



El Palacio de Carondelet fue parte de una de las infraestructuras prioritarias del simulacro realizado.

Cuadrante G: El cuadrante G, cubrió un área aproximada de 5,7 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Chile, Manabí, Cuenca y García Moreno.

Ilustración 16. Cuadrante G - Modelo de Sectorización



Cuadrante H: El cuadrante H, cubrió un área aproximada de 3,94 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Manabí, Oriente, Cuenca y García Moreno.

Ilustración 17. Cuadrante H - Modelo de Sectorización



Cuadrante I: El cuadrante I, cubrió un área aproximada de 5,98 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Av. 24 de mayo, Simón Bolívar, García Moreno y Guayaquil.

Ilustración 18. Cuadrante I - Modelo de Sectorización



El Centro de Salud N°1, es parte de una de las infraestructuras prioritarias del simulacro realizado.

Cuadrante J: El cuadrante J, cubrió un área aproximada de 7,40 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Simón Bolívar, Chile, García Moreno y Guayaquil.

Ilustración 19. Cuadrante J - Modelo de Sectorización



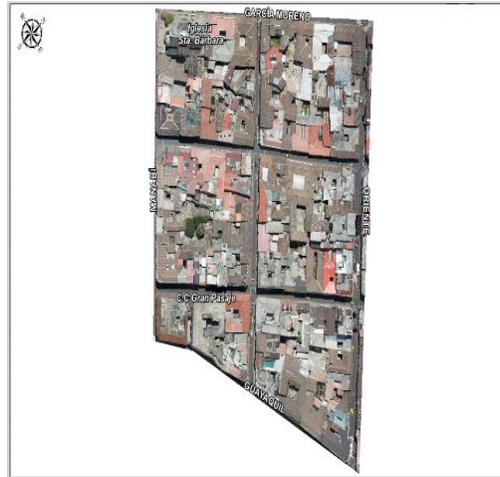
Cuadrante K: El cuadrante K, cubrió un área aproximada de 5,43 ha, la cual estuvo comprendida las calles: Chile, Manabí, García Moreno y Guayaquil.

Ilustración 20. Cuadrante K - Modelo de Sectorización



Cuadrante L: El cuadrante L, cubrió un área aproximada de 4,98 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Manabí, Oriente, García Moreno y Guayaquil.

Ilustración 21. Cuadrante L - Modelo de Sectorización



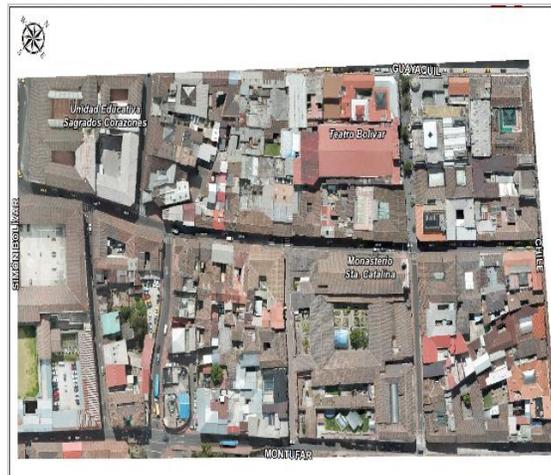
Cuadrante M: El cuadrante M, cubrió un área aproximada de 6,42 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Av. 24 de mayo, Simón Bolívar, Guayaquil, Montufar.

Ilustración 22. Cuadrante M - Modelo de Sectorización



Cuadrante N: El cuadrante N, cubrió un área aproximada de 7,55 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Simón Bolívar, Chile, Guayaquil y Montufar.

Ilustración 23. Cuadrante N - Modelo de Sectorización



Cuadrante Ñ: El cuadrante Ñ, cubrió un área aproximada de 5,10 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Chile, Manabí, Guayaquil y Montufar.

Ilustración 24. Cuadrante Ñ - Modelo de Sectorización



Cuadrante O: El cuadrante O, cubrió un área aproximada de 2,31 ha, la cual estuvo comprendida por las calles: Manabí, Oriente, Guayaquil y Montufar.

Ilustración 25. Cuadrante O - Modelo de Sectorización



La unión de los 16 cuadrantes permitió realizar el modelo de sectorización del Centro Histórico de Quito, para posteriormente realizar la asignación de los grupos USAR correspondientes.

Modelo de Sectorización realizada con Personal de Rescate

El área de interés estuvo comprendida desde la Av. 24 de mayo al sur de la ciudad, calle Oriente hacia el norte, calle Imbabura hacia el oeste y calle Montufar hacia el este.

El área de interés estuvo comprendida desde la Av. 24 de mayo al sur de la ciudad, calle Oriente hacia el norte, calle Imbabura hacia el oeste y calle Montufar hacia el este.

Para la distribución de área de trabajo, se dividió en cuadrantes y se identificó las infraestructuras colocando una foto de las mismas sobre el mapa obtenido de Google Earth, las cuales fueron: Palacio Presidencial, Iglesia San Francisco, Colegio San Pedro Pascual y Centro de Salud N° 1.

Ilustración 26. Modelo de Sectorización con personal de rescate en el Centro Histórico de Quito



Asignación de Grupos USAR

Para definir la intervención de los grupos USAR, se evaluó el tipo de colapso estructural identificado en el sitio de ocurrencia del evento. Para esto se consideraron diferentes tipos de colapso:

- **Total:** Cuando ha existido daño estructural vertical, producto de este suceso las losas de los pisos se unen.

- **En V:** Sucede cuando el piso ha sufrido partimiento en la mitad y los extremos del piso se quedan anclados a la estructura.
- **Inclinado:** Cuando un extremo del piso se rompe y se apoya al piso, mientras que el otro extremo queda anclado a la estructura.
- **Suspendido:** Generalmente sucede en estructuras de muros portantes, y de estructuras mixtas, de las cuales se desprenden las fachadas, quedando como resultados los pisos en el aire.

Los tipos de colapso estructural fueron esenciales para definir la categoría de grupos USAR (liviano, mediano y pesado) que ingresaron a los sitios de acuerdo a las condiciones de daños evaluadas.

Los datos obtenidos del triage con los que se simularon los eventos, se basaron en los formatos proporcionados por las guías INSARAG, los cuales se plantean a continuación:

Tabla 2. Simulación de Evaluación del daño estructural

DATOS DEL TRIAGE				
Sitios de Simulación	Palacio de Gobierno	Iglesia San Francisco	Colegio San Pedro Pascual	Centro de Salud N° 1
Condiciones del sitio				
ID Equipo	ECU1	ECU1	ECU1	ECU1
Uso del edificio	Gubernamental	Iglesia	Colegio	Centro de salud
Tipo de construcción	Mixta (Adobe y carrizo)	Mixta (Adobe y carrizo)	Mixta (Adobe y carrizo)	Mixta (Adobe y carrizo)
Área del piso	8.000 m	5.000 m	3.000 m	1.500 m
N° de piso	4	5	4	2
N° de subterráneos	1	2	0	0
Número total de desaparecidos	200	50	12	2
Víctimas confirmadas	30	10	2	0
Categoría de Triage	F	F	C	A
Porcentaje de daño	90%	50%	30%	20%
Tipo de colapso	Total	Suspendido	Suspendido	Inclinado
Peligros inusuales	Atmósferas suboxigenadas	Atmósferas suboxigenadas	Atmósferas suboxigenadas	Atmósferas suboxigenadas
Tiempo y personal de trabajo requerido (GRUPOS USAR)	4 horas 72 personas Pesado	4 horas 48 personas Mediano	4 horas 24 personas Liviano	4 horas 24 personas Liviano

Equipamiento necesario	Perros y búsqueda técnica	Perros y búsqueda técnica		
	Apuntalamiento y alzaprimado	Apuntalamiento y alzaprimado	Apuntalamiento y alzaprimado	Apuntalamiento y alzaprimado
	Rompimiento y corte	Rompimiento y corte	Rompimiento y corte	Rompimiento y corte
	Levantamiento y movimiento	Levantamiento y movimiento	Cuerdas y trabajo en altura	Necesidades médicas
	Cuerdas y trabajo en altura	Cuerdas y trabajo en altura	Necesidades médicas	
	Necesidades médicas	Necesidades médicas		
Control de riesgos locales	Acordonar el área con policía nacional			
	Establecer objetivos y estrategias			

Fuente: Autor

Tabla 3. Comparación de Tiempos de Respuesta entre el modelo de sectorización con Dron vs Personal de Rescate

MODELO DE SECTORIZACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE QUITO									
Fases	Recursos	Sectorización con Dron				Sectorización con Personal de Rescate			
		Palacio de Gobierno	Colegio San Pedro Pascual	Iglesia San Francisco	Centro de Salud N° 1	Palacio de Gobierno	Colegio San Pedro Pascual	Iglesia San Francisco	Centro de Salud N° 1
Fase de Campo	Personal requerido		1			1	1	1	1
	Tiempo estimado de movilización hasta los puntos de evaluación		40 min			15 min	12 min	10 min	15 min
	Tiempo de levantamiento de información					2 h	1 h	2 h	30 min
Tiempo Total utilizado en el Trabajo de Campo			40 min			2 h 15 min	1 h 12 min	2 h 10 min	45 min
Fase de Gabinete	Tiempo de procesamiento de información		4 h				1h		
TIEMPO TOTAL			4 horas 40 minutos			7 horas 22 minutos			

Fuente: Autor

Tabla 4. Ventajas y Desventajas entre el modelo de sectorización con Dron vs Personal de Rescate

Modelo de Sectorización con Dron	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Capaz de obtener imágenes de casas destruidas con alta precisión en tiempos cortos. - Mejora la eficiencia en términos de tiempo y facilita a los equipos de atención de desastres una evaluación de daños más precisa. - Optimiza recursos y tiempo para la evaluación y levantamiento de la información. - No se pone en riesgo al personal que hace la evaluación estructural. - Se disminuye el número de evaluadores para el levantamiento de información. 	<ul style="list-style-type: none"> - El vuelo puede verse afectado por diferentes factores ambientales y debe ser realizado únicamente por personal capacitado. - Presenta autonomía escasa, debido a que su batería no posee gran capacidad para realizar horas continuas de vuelo. - Se debe obtener los permisos de vuelo respectivos al sitio en donde se planifica volar el equipo.
Modelo de Sectorización con Personal de Rescate	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Permite realizar una evaluación de la presencia o ausencia de signos de vida de humanos. - Tienes información veraz de las personas involucradas en la emergencia. - Permite brindar ayuda inmediata de primera respuesta a la ciudadanía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existe dificultad de movilización del equipo de emergencia, debido a las afectaciones del terreno y a la aglomeración de gente, aumentado los tiempos de respuesta. - No se realiza una evaluación real de infraestructura. - No se prioriza la evaluación estructural debido a que el personal se enfoca en otros objetivos.

Elaborado por: Autor

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Actualmente no hay evidencia suficiente que permita justificar una revisión sistemática del uso de drones en desastres en el Distrito Metropolitano de Quito. Sin embargo, como se puede visualizar en este documento, los drones son una excelente herramienta en búsqueda y rescate.

Al realizar el simulacro de sismo para realizar un modelo de sectorización en el Centro Histórico de Quito, mediante la aplicación de Dron y simultáneamente con Personal de Rescate, se pudo visualizar que el tiempo de respuesta con el Dron fue de 4 horas y 40 minutos, mientras que con el Personal de Rescate fue de 7 horas y 22 minutos.

Se debe mencionar que realizar el levantamiento de información estructural con Personal de Rescate, no permite que la respuesta sea rápida, debido a que existe dificultad de movilización del personal, además no se priorizan las estructuras colapsadas y no se realiza una evaluación total de la infraestructura, sobre todo que el tiempo de respuesta es mayor que al tiempo realizado mediante la aplicación de Drones.

Además, según Greenwood, Nelson & Gregg (2020), la evaluación de desastre naturales realizada con Drones permite evaluar el daño a partir de la imagen tomada con el Dron, sin embargo, menciona que todavía no está claro dónde encajan los vehículos aéreos no tripulados en el sistema global de grupos humanitarios.

Por su parte, Luo y otros (2020), menciona que el uso de Drones ayuda a estimar con la precisión de la información sobre los desastres naturales.

De igual forma Schaefer y otros (2020), alude que el estudio de UAV fue rápido, preciso y rentable para aplicaciones de gestión de desastres.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés de naturaleza alguna con la presente investigación.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo se basa en los resultados del proyecto de investigación. “Modelo de sectorización a través de fotogrametría con drones, para asignación de grupos USAR en caso de desastre por sismo en el Centro Histórico de Quito”, ejecutado en mayo de 2022 hasta septiembre de 2022.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerial Insights. (2018). *Aerial Insights*. Obtenido de <https://www.aerial-insights.co/blog/fotogrametria-con-drones/>
- ArcGIS. (2022). *ArcGIS Resources*. Obtenido de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Banco Internacional de Desarrollo. (2020). *Perfil de Riesgo de Desastres por Evento Sísmico de Ecuador*. Ecuador: División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Gestión de Riesgo de Desastres.
- Beauval, C., Yepes, H., Bakun, W., Egred, J., Alvarado, A., & Singaicho, J. (2010). Locations and magnitudes of historical earthquakes in the Sierra. *Geophysical Journal International*, 1-21.
- Beauval, C., Yepes, H., Bakun, W., Egred, J., Alvarado, A., & Singaicho, J. (2010). *Locations and magnitudes of historical earthquakes in the Sierra of Ecuador (1587–1996)*. Nebraska : University of Nebraska - Lincoln University of Nebraska - Lincoln

Cando, M., Martínez, A., & Valdés, V. (2020). Prevention of Disasters Related to Extreme Natural Ground Deformation Events by Applying Spatial Modeling in Urban Areas (Quito, Ecuador). *Environmetanl Research and Public*, 1-21.

Dávalos, P. (2010). *Aerofotogrametría Inteligente*.

Greenwood, F., Nelson, E., & Gregg, P. (2020). Flying into the hurricane: A case study of UAV use in damage assessment during the 2017 hurricanes in Texas and Florida. *PLOS ONE*, 10.1371/journal.pone.0227808.

INSARAG. (2022). *INSARAG*. Obtenido de https://www.insarag.org/wp-content/uploads/2016/06/INSARAG_Guidelines_Vol_II_-_Manual_B_SPA_20160218.pdf

INSARAG. (2022). *INSARAG*. Obtenido de https://www.insarag.org/wp-content/uploads/2016/06/INSARAG_Guidelines_Vol_I_-_Politica_SPA_20160218.pdf

Kucharczyk, M., & Hugenholtz, C. (2021). Remote sensing of natural hazard-related disasters with small drones: Global trends, biases, and research opportunities. *Elsevier*, Volumen 264.

Lara, M. (2015). *La Construcción Tradicional y su vulnerabilidad sísmica "El caso de Quito y sus construcciones con valor patrimonial"*. Quito: Conpat.

López, M. (2017). *Efectos del sismo de Quito de 12 de agosto de 2014 y su impacto socioeconómico en la parroquia Guayllabamba*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar .

Naya, A. (2010). *El Riesgo Sísmico en Quito: Análisis y Simulaciones*. (pág. 55). Francia: Universidad Nice Sophia Antipolis.

Schaefer, M., Teeuw, R., Day, S., Zekkos, D., Weber, P., Meredith, T., & van, C. (2020). Low-cost UAV surveys of hurricane damage in Dominica: automated processing with co-registration of pre-hurricane imagery for change analysis. *Nat. Hazards*, 755-784.

Syed, S., Yusmiadil, M., Chin, C., Lay, S., Shah, M., & Nawawi, H. (2022). Applications of drone in disaster management: A scoping review. *Science & Justice*, 30-42.