
ANÁLISIS DE RIESGOS Y AFECTACIONES DE ÁREAS IMPACTADAS POR LA POSIBLE ERUPCIÓN DEL VOLCÁN MACHÍN MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Karen Cristina Escalante Gallo, kcescalanteg@unadvirtual.edu.co
Sonia Niyireth Hernández Gómez, snhernandezgo@unadvirtual.edu.co
Yesika Mayerly Garcia Cubillos, ymgarcia@unadvirtual.edu.co
Docente asesor: Evangelina Parra Pérez

Resumen.

Mediante este trabajo se pretende determinar un análisis de riesgos y afectaciones frente a la posible amenaza de una erupción del volcán Machín ubicado en Ibagué, utilizando para esto las herramientas de ArcGis y con datos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se busca evaluar la vulnerabilidad y exposición de las comunidades y recursos de las posibles zonas involucradas y las afectación que conllevan este fenómeno natural, mediante el modelo entidad-relación, con el desarrollo de los geo procesos, esto con el fin de identificar zonas de mayor riesgo, proyectar escenarios de erupción y desarrollar estrategias de mitigación y respuesta.

Palabras clave: Amenazas, coberturas de tierra, capas, Geoprocesos, erupción.

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Analizar los riesgos y afectaciones en las áreas impactadas por la posible erupción del volcán Machín, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) para mejorar la planificación y gestión del riesgo volcánico.

Objetivos específicos.

- Desarrollar un modelo entidad-relación que identifique las interacciones entre la ubicación geográfica del volcán Machín y las características de las áreas circundantes.
- Determinar las áreas de mayor riesgo ante la posibilidad de una erupción del volcán Machín mediante los geoprocesos con la finalidad de lograr una mapeación adecuada, precisa de las condiciones de la cobertura de los suelos.
- Generar un análisis de riesgo frente a una eventual erupción del volcán machín ubicado en la ciudad de Ibagué.
- Identificar la cobertura de suelos y las capas que se pueden ver afectadas.

INTRODUCCION.

Colombia cuenta con un número importante de volcanes activos e inactivos los cuales son considerados amenazas, por ende, las alertas siempre están encendidas ya que los volcanes presentan actividad sísmica y fumarólica que indica que aún están vivos geológicamente.

El volcán Machín, ubicado a 17 Km al Occidente de la ciudad de Ibagué (Tolima), ha incrementado su actividad sísmica desde el año 2000, se puede afirmar que éste es uno de los volcanes activos con mayor amenaza en Colombia (Córtes,2001).

Con el fin de aportar al Ordenamiento Agroambiental del Territorio colombiano se implementó los Sistemas de Información Geográfica SIG utilizando varios geoprocesos y el modelo lógico de entidad-relación que permiten visualizar mediante su mapificación las áreas que son vulnerables a la lava, flujos piroclásticos, lahares, y otros peligros volcánicos, al igual que la dispersión de las cenizas podrían afectar a las poblaciones cercanas, cultivos, infraestructura, sistemas hídricos etc.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) contribuyen a la planificación y análisis del impacto ambiental, abordando aspectos como la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua y del aire, y las variaciones en la distribución de usos del suelo.

IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA O CASO DE ESTUDIO.

El volcán machín, es un volcán activo que se encuentra en estado apagado, el cual cuenta con unas coordenadas geográficas 4°29'N / 75°22'W, este cuenta con una altitud de 2750 msnm, su cráter es de 2,4 Km de diámetro aproximadamente donde su interior contiene 2 domos de 250m / 150 m de altura, este volcán presenta actividad fumarolita sobre 2 domos, fuentes termales dentro y por fuera del volcán, estos fenómenos se le suman la sismicidad esporádica que tiene este lo cual hace que sea considerado como la mayor amenaza volcánica de Colombia (Gonzalo Duque-Escobar, 2021).

La falta de una fecha precisa para el evento es solo una parte de la problemática. Se puede prever una futura erupción en el volcán Machín, pero su magnitud y momento exacto son impredecibles, esto dificulta la planificación y preparación adecuada por parte de las autoridades y las comunidades locales. La imprevisibilidad de la erupción del volcán Machín subraya la necesidad de un monitoreo constante, sistemas de alerta temprana eficaces para asegurar la protección de la población que viven en áreas de riesgo volcánico.

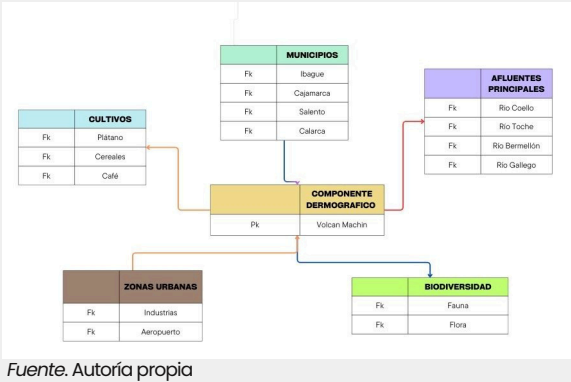
Para lo cual existen ciertas previsiones de acuerdo con lo indicado el mapa de amenazas potenciales del Volcán Machín, destacando principalmente la amenaza de flujos piroclásticos, también conocidos como nubes ardientes huracanadas. Estos flujos contienen material volcánico y representan la mayor amenaza en términos de potencial de daño. Donde las áreas amenazadas llegan a cubrir 240 km², en donde incluye poblaciones como Cajamarca, Salento, Calarcá, Anaimé el corregimiento de Coello, Toche y Tapias. (Gonzalo Duque-Escobar, 2021).

Debido a su severidad los flujos de lodo generaran desplazamientos por los drenajes de los rios y las quebradas, llegando a los valles de salida afectando así un aproximado de 1000 km², esta amenaza se extendería por el río Coello llegando hasta el alcance de la planicie del magdalena entre Río Saldaña y Río Nariño(Gonzalo Duque-Escobar, 2021).

La amenaza por la caída de gases y piroclastos los cuales se desplazan a una gran velocidad siguiendo las depresiones topográficas llegando esta amenaza a cubrir un área de 2000 km² donde se verían afectadas las poblaciones como Cajamarca, Anaimé y Toche, del Quindío desde Salento y Filandia hasta Pijao y Buenavista pasando también por Calarcá y Armenia.

DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

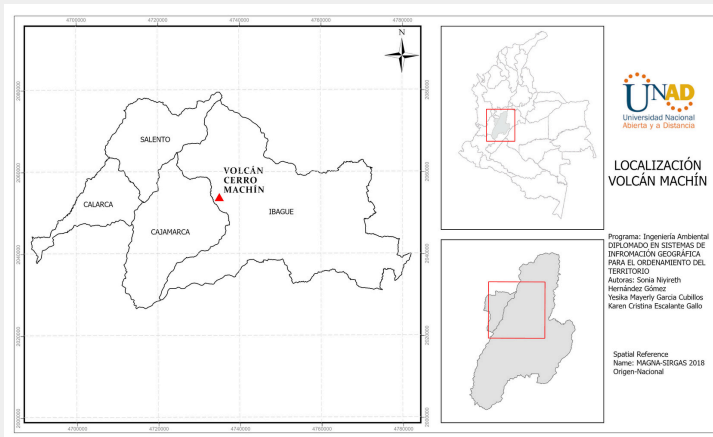
Figura 1. Modelo Lógico Entidad-Relación.



Fuente. Autoría propia

Planteamiento e Identificación de los Geoprocesos y Modelamientos para Lograr Tanto la Correcta Identificación y Mapificación del Problema Localizado Geográficamente.

Figura 2. Mapa Delimitación de los municipios y ubicación del volcán Machín.

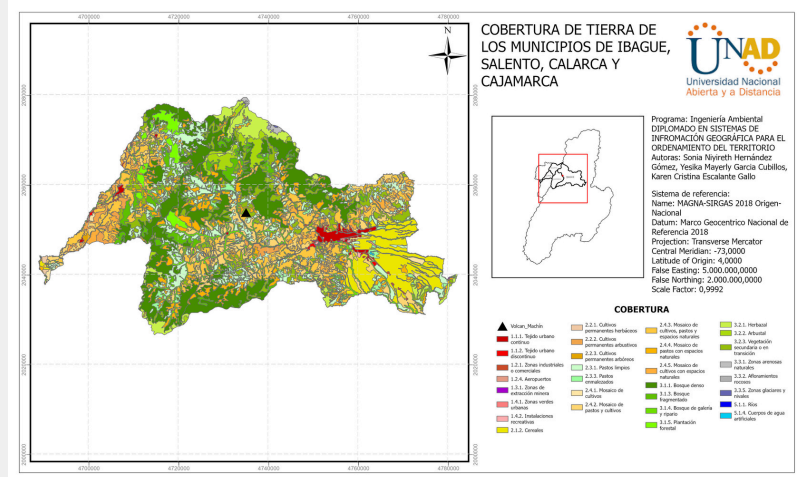


Fuente. Autoría propia

En el desarrollo del proyecto, inicialmente se seleccionó una cartografía base de departamentos y municipios que proporcionó la información geográfica fundamental para proceder con las siguientes etapas del análisis. Se procedió a la delimitación de los municipios de Ibagué, Cajamarca, Calarcá, Salento.

Con la zona de departamentos y municipios claramente definida, se llevaron a cabo varios geoprocesos esenciales. Entre estos procesos, se realizaron recortes de las capas geográficas para extraer y aislar las áreas de interés, mediante la capa volcanes obtenida del portal datos abiertos servicios geológico colombiano se genera el geoproceso de recorte con el cual se logra obtener la ubicación exacta del volcán machín, lo cual permitió una visualización más precisa y una mejor gestión de la información espacial.

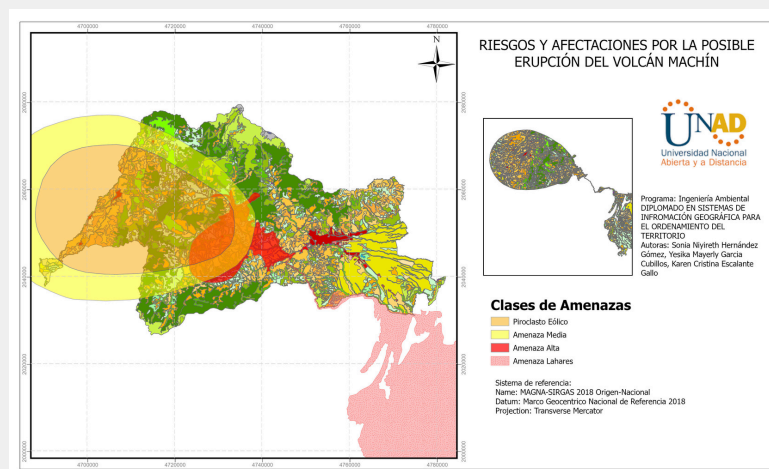
Figura 3. Mapa Cobertura tierra de los municipios Ibagué, Salento, Calarcá y Cajamarca.



Fuente. Autoría propia

Luego de obtener la delimitación de los departamentos y municipios se procedió a realizar un geoproceso de recorte utilizando la capa de coberturas de tierra. Posteriormente se realizó un segundo geoproceso de disolución sobre la capa recortada teniendo en cuenta el nivel 3, así como la herramienta combinar permitiendo agrupar y simplificar las categorías de cobertura del suelo de manera coherente y detallada, esto con el fin de mejorar la precisión y el grado de especificidad de la información acerca de la cobertura del suelo.

Con la capa de coberturas de tierra ahora procesada y detallada, se procedió a la etapa de simbología. Utilizando los códigos y colores RGB establecidos por el sistema CORINE Land Cover, se asignó la clasificación de los colores correspondientes a las diferentes categorías de cobertura del suelo.



Fuente. Autoría propia

Una vez obtenida la capa de cobertura con su correspondiente simbología, basados en el Mapa de Amenaza - Volcán Cerro Machín del Servicio Geológico Colombiano, se procedió a digitalizar manualmente la información relevante para crear una capa vectorial.

Dado que el mapa original no se encontraba en formato shapefile, sino en archivos PDF, JPG y otros formatos de imagen, fue necesario realizar un proceso de georreferenciación y digitalización.

La superposición de las capas cobertura de tierras y las zonas de posible amenaza volcánica, permitió identificar lo siguiente:

Se evidencia que en la probable erupción del volcán Machín la zona alta de afectación se da en Cajamarca e Ibagué mediante diversos fenómenos como flujos piroclásticos, proyecciones balísticas, lahares, domos de lava, ondas de choque y gases volcánicos.

Los flujos piroclásticos, que pueden alcanzar temperaturas de hasta 800°C y velocidades de cientos de kilómetros por hora, representan un riesgo significativo de arrasamiento y sepultación de todo en su trayectoria, como se observa en la **Figura 4**, en Cajamarca se afectaría el tejido urbano continuo, zonas de extracción minera, mosaico de pastos y cultivos, pastos limpios, bosques densos, mosaico de pastos con espacios naturales, bosque de galería y ripario, ríos. Mientras que en Ibagué la afectación es mosaico de pastos y cultivos, pastos limpios, bosques densos, mosaico de pastos con espacios naturales y ríos.

La zona de amenaza media se da en Ibagué, Cajamarca, Calarcá y Salento, como se observa en la **Figura 4**. Las afectaciones generadas por las caídas de piroclastos transportados por el viento incluyen oscurecimiento, dificultades respiratorias, debido a la presencia de material particulado en la atmósfera, incendios forestales o de viviendas, y el cubrimiento y enterramiento de la superficie y estructuras. Estos fenómenos ocasionan la pérdida parcial o total de cultivos y ganado, daños causados por la sobrecarga en estructuras ligeras y líneas de transmisión eléctrica, deterioro de componentes metálicos, contaminación de cuerpos de agua debido a residuos sólidos y productos químicos, así como perjuicios a la flora y erosión del suelo.

La afectación por piroclastos transportados eólicamente se ve reflejada en los municipios de Calarcá, Cajamarca y Salento y en una pequeña proporción en el municipio de Ibagué. Éste fenómeno por piroclastos llega a tener acumulaciones mayores a 10 cm de ceniza y lapilli, afecta áreas lejanas debido a erupciones explosivas.

Los fragmentos de roca lanzados a la atmósfera pueden causar oscurecimiento del cielo,

dificultades respiratorias, incendios, y daños a infraestructuras y cultivos. Los piroclastos tendrían dirección del este al oeste.

La amenaza por lahares implica posibles flujos de escombros, arena, limo y agua, que pueden desplazarse rápidamente por valles y ríos, generados tanto durante como después de erupciones volcánicas. Estos flujos pueden arrasar vegetación, cultivos, infraestructuras y viviendas, además de causar inundaciones y represamientos.

La zona principalmente afectada es el municipio de Ibagué incluyendo los valles de los ríos Toche, Bermellón, Anaimé, Coello y Magdalena, donde los lahares pueden modificar significativamente el paisaje y representar un grave peligro para las comunidades y la infraestructura, sin embargo, existe la posibilidad de que otros municipios del departamento del Tolima se vean afectados debido al flujo de estos lahares a lo largo del curso del río.

La magnitud del impacto de las cuatro amenazas como se observa en la **Figura 4**, si el volcán afecta al río Coello, se presentaría alteraciones que están directamente relacionadas con la vía Panamericana que es un sistema de carreteras que no solo une municipios de Colombia sino que se extiende al continente americano que se extiende desde Alaska hasta Chile.

Adicionalmente, la Ruta Nacional 40, que es una vía transversal clave que inicia en Buenaventura, departamento del Valle del Cauca, y finaliza en Puerto Carreño, departamento del Vichada, atraviesa de oeste a este el país. Esta ruta, una de las más importantes de Colombia.

Las afectaciones de estas rutas podrían aislar estas regiones, dificultando el acceso y la movilidad, lo cual tendría un colapso considerable en la logística, el comercio y la conectividad nacional.

CONCLUSIONES

El modelo entidad-relación permitió analizar cómo la presencia del volcán influye en factores como la topografía, la biodiversidad, la actividad económica, la población, y los riesgos naturales asociados, brindando así una visión integral de su impacto.

Se logró identificar los riesgos y afectaciones asociados a la posible erupción del volcán Machín en los municipios de Ibagué, Cajamarca, Calarcá y Salento con afectaciones en afluentes, cultivos, zonas urbanas, biodiversidad y población general aledaña al volcán.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten con los diferentes geoprocursos obtener las coberturas de tierra, identificando claramente las áreas más vulnerables ante los diferentes peligros asociados con la erupción volcánica, como flujos piroclásticos, lahares y caída de ceniza.

RECOMENDACIONES

Es importante desarrollar planes de emergencia y contingencia basados en una evaluación exhaustiva de la amenaza volcánica, impacto ambiental, evaluación del riesgo, la zonificación de peligros, sistemas de alerta temprana, planes de evacuación, coordinación interinstitucional, capacitación pública y programas de recuperación.

Es necesario fortalecer la investigación y exploración de la zona geotérmica del volcán Cerro Machín, con el propósito de conocer la actividad geotérmica en la región, esto podría contribuir a mejorar la capacidad de monitoreo de la actividad volcánica, lo que fortalecería aún más los esfuerzos de prevención y reducción de riesgos

Considerar la posibilidad de trasladar gradualmente a los municipios que podrían estar en riesgo debido a la actividad volcánica. Esto podría implicar la identificación de áreas seguras fuera de la zona de peligro, donde se puedan construir nuevas viviendas y desarrollar infraestructuras básicas para garantizar la seguridad y el bienestar de la población. También, se debe establecer un plan de comunicación claro y transparente para informar a los residentes sobre los riesgos asociados y los beneficios del traslado.

REFERENCIAS

CORTOLIMA. (2023). Sistema de Información Geográfico Ambiental. Corporación Autónoma Regional del Tolima. <https://sia.cortolima.gov.co/arcgis/home/>

Generalidades Volcán Cerro Machín. Servicio Geológico Colombiano. <https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanCerroMachin/Paginas/generalidades-volcan-cerro-machin.aspx>

Gonzalo Duque-Escobar. (2021, 5 diciembre). La amenaza volcánica del Cerro Machín. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=06y4lplOWI>

IGAC. (2011). SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA. Gobierno del Quindío. <https://sigquindio.gov.co/sigquindioiii/>

INGEOMINAS. (2013). MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA DE AMENAZA MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA DE AMENAZA VOLCÁNICA DEL CERRO MACHÍN. https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanCerroMachin/PublishingImages/Paginas/Mapa-de-amenaza/Memorias_Cerro_Machin.pdf

Mapa amenaza - Volcán Cerro Machín. (2002). Servicio Geológico Colombiano. <https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanCerroMachin/Paginas/Mapa-de-amenaza.aspx>

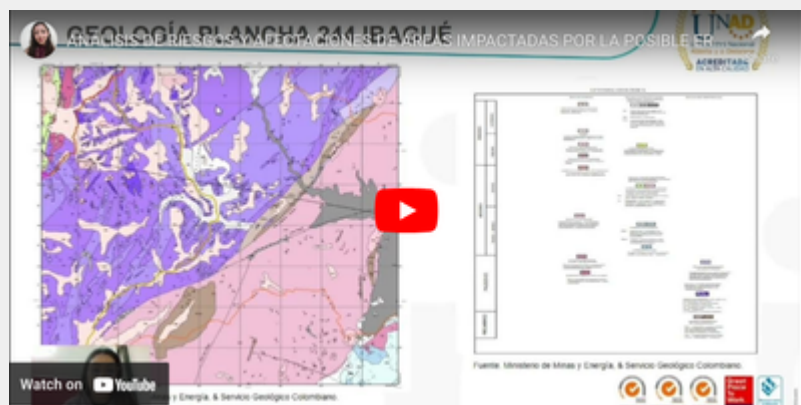
Ministerio de Minas y Energía, & Servicio Geológico Colombiano, S. G. (2013). PLANCHA 244 - Ibagué [Map].

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, M. de T. (2018). Volcanes. Datos Abiertos. https://www.datos.gov.co/dataset/Volcanes/8yw3-bgcf/about_data

Mora, L. V. (2013). Evaluación integral del riesgo volcánico. Estudio de caso: el Cerro volcán Machín Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Parra, C. A. C. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL VOLCÁN CERRO MACHÍN - Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente Colombiano. Edu.co:8000. <http://osso.univalle.edu.co:8000/2-uncategorised/19-descripcion-y-caracteristicas-del-volcan-cerro-machin.html>

Enlace de video publico.



<https://www.youtube.com/watch?v=ehqzq3bP9j8>