ANEXO C

PRESENTACIONES DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

"ANÁLISIS DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL MUNICIPIO DE HERVEO, TOLIMA A ESCALA 1:25.000 APLICADO A LA GUÍA METODOLÓGICA DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO DEL 2017."

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CONTENIDO

NÚCLEO 1

- MARCO DE SENDAI PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (2015 - 2030).
- LEY 1523 DE 2012.
- DECRETO 1640 DE 2012.
- DECRETO 1807 DE 2014 Y 1077 DE 2015.
- DECRETO 1232 DE 2020.
- DETERMINANTES AMBIENTALES PARA LA ELABORACIÓN, AJUSTE, REVISIÓN Y/O MODIFICACIÓN DE LOS PLANES BÁSICOS Y ESQUEMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CAS.
- DETERMINANTES AMBIENTALES PARA LA ELABORACIÓN, AJUSTE, REVISIÓN Y/O MODIFICACIÓN DE LOS PLANES BÁSICOS Y ESQUEMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CDMB.
- GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:25.000.
- METODOLOGÍA PARA MM DEL SGC A ESCALA 1:10.000-5.000, 2016.

- METODOLOGÍA PARA AVENIDAS TORRENCIALES DEL SGC, 2021 METODOLOGÍA PARA AVENIDAS TORRENCIALES DEL SGC, 2021.

NÚCLEO 2

- RETROSPECCIÓN DE LA SISMOLOGÍA.
- ESCENARIO SÍSMICO A NIVEL MUNDIAL: EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.
- ESCENARIO SÍSMICO A NIVEL NACIONAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.
- RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE VULCANOLOGÍA.
- ESCENARIO VOLCÁNICO A NIVEL MUNDIAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.
- ESCENARIO VOLCÁNICO A NIVEL NACIONAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.
- MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA VOLCÁNICA
- TÉCNICAS DE MONITOREO VOLCÁNICO.
- CONDICIONES DETONADAS POR LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA.

- RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE MOVIMIENTOS EN MASA.
- ESCENARIO MM A NIVEL MUNDIAL, EVENTOS CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.
- ESCENARIO NACIONAL PARA MOVIMIENTOS EN MASA, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.
- MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA.
- ¿COMO AFECTAN LOS FACTORES DETONANTES A LOS MOVIMIENTOS EN MASA? (LLUVIA, SISMO, ANTRÓPICO).
- RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE AVENIDAS TORRENCIALES.
- ESCENARIO A NIVEL MUNDIAL PARA AVENIDAS TORRENCIALES, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.
- ESCENARIO DE AVENIDAS TORRENCIALES A NIVEL NACIONAL: EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.
- MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR AVENIDA TORRENCIAL.

- PROGRAMAS CÁLCULO DE LAS CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS.
- RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE TSUNAMIS.
- ESCENARIO TSUNAMIS A NIVEL MUNDIAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.
- ESCENARIO TSUNAMIS A NIVEL NACIONAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.
- MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR TSUNAMIS.
- RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE INCENDIOS FORESTALES.
- ESCENARIOS POR INCENDIOS A NIVEL MUNDIAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.
- ESCENARIO POR INCENDIOS A NIVEL NACIONAL, EVENTO, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.
- MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES.
- OTRAS AMENAZAS DE TIPO CLIMÁTICO.

Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015 - 2030)

Expositores:
Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547
Ana Maria Quintero - 2172561
Escuela de Geología
Electiva Campo 3 - 23117

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

UNITED NATIONS

AGENDA

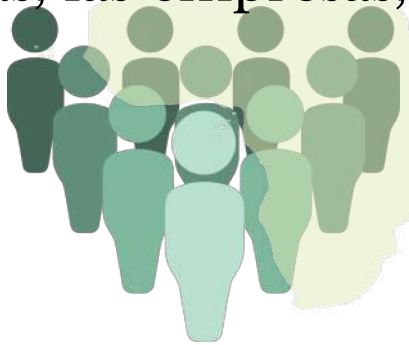
- Antecedentes
- Resultado Esperado
- Objetivos
- Metas
- Prioridades de acción
- Principios Rectores

ANTECEDENTES

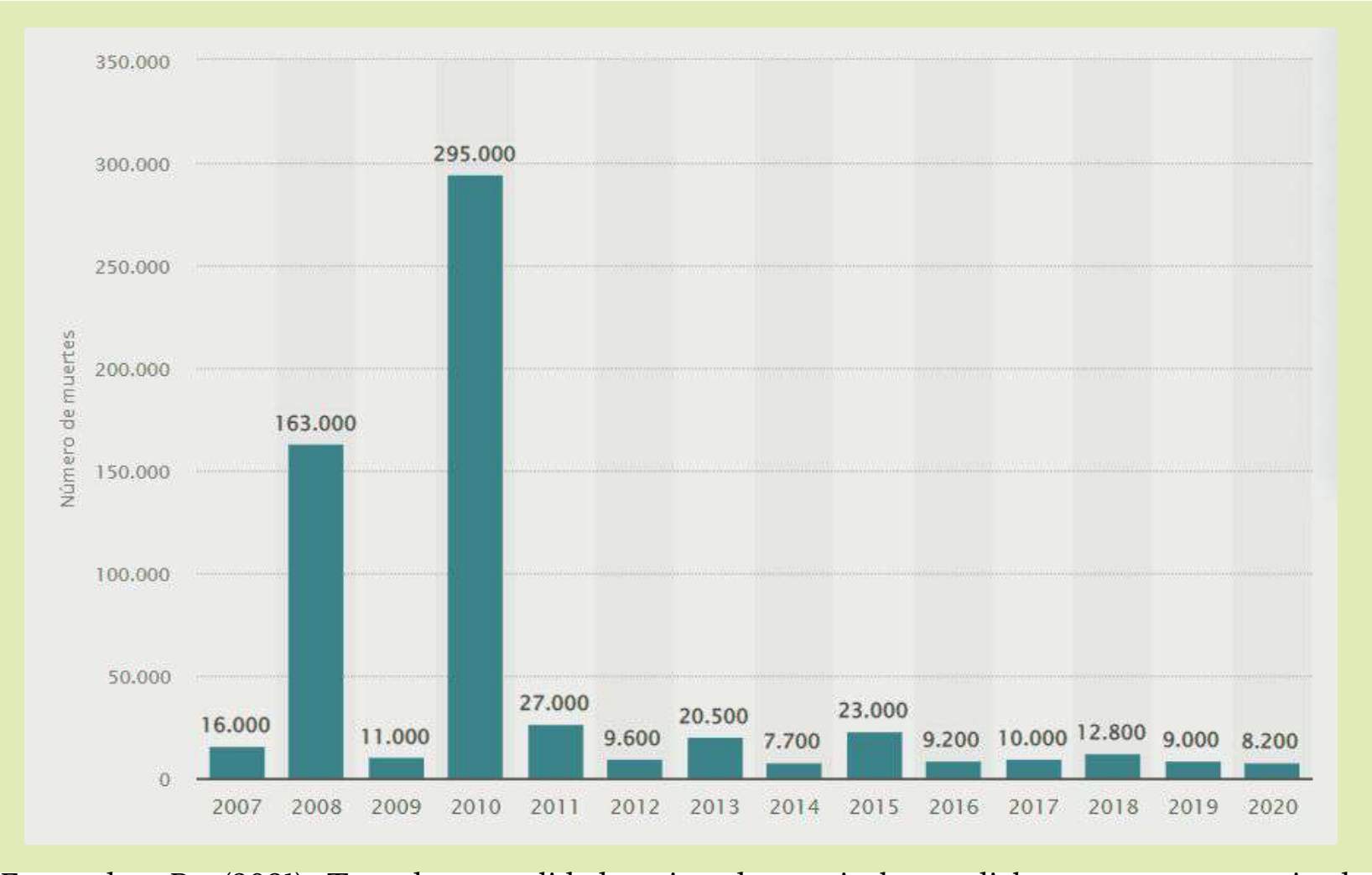
- Marco Internacional de Acción del Decenio para la Reducción de los Desastres Naturales de 1989.
- Estrategia de Yokohama para un Mundo Más Seguro: Directrices para la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastre y la mitigación de sus efectos de 1994.
- Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres de 1999.
- Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres.

RESULTADO ESPERADO

"La reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto en vidas, medios de subsistencia y salud como en bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, las comunidades y los países" (UNDRR, 2015).

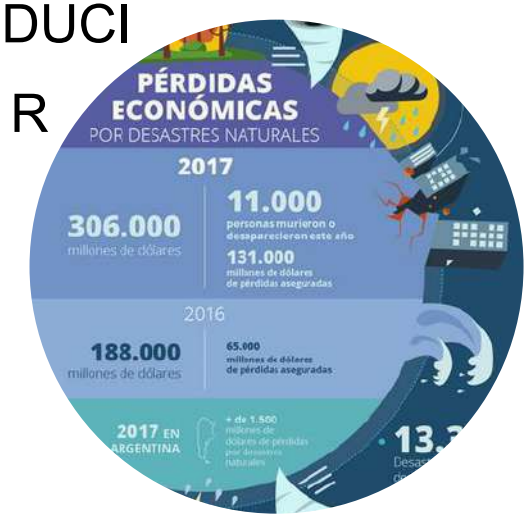


OBJETIVOS



Fernandez, R., (2021). Tasa de mortalidad registradas a nivel mundial como consecuencia de catástrofes naturales de 2007 a 2020, Statista.

REDUCIR



OBJETIVOS

INCREMENTAR

METAS

Prevenir la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes implementando medidas integradas e inclusivas de índole económica, estructural, jurídica, social, sanitaria, cultural, educativa, ambiental, tecnológica, política e institucional que prevengan y reduzcan la exposición a las amenazas y la vulnerabilidad a los desastres, aumenten la preparación para la respuesta y la recuperación, y de ese modo refuercen la resiliencia (UNDRR, 2015).

PRIORIDADES DE ACCIÓN

1 Comprender el riesgo de desastres

2 Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionarlo

3 Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia

4 Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción

PRINCIPIOS RECTORES

Universidad Industrial de Santander

01

Participación del Estado en todas sus instituciones tanto a nivel nacional y local con responsabilidad compartida.

02

Empoderar a las autoridadeds y comunidades locales con capacidad de tomar decisiones.

03

Respeto al desarrollo de las personas, cuidado de los bienes de éstas, con medidas inclusivas, con colaboración de toda la sociedad y respeto de los derechos humanos.

Universidad Industrial de Santander

Coherencia de las políticas, los planes, las practicas y los mecanismos de reducción de riesgo de desastre, con desarrollo sostenible, considerando las características locales y especificas de los riesgos.

04

Abordar la gestión de riesgo de desastres de manera rentable, realizando inversiones previniendo futuros daños y la visión de una “reconstrucción mejor”.

05

La alianza mundial y cooperación internacional para el apoyo a los países en desarrollo en sus necesidades y prioridades.

06

BIBLIOGRAFÍA

- Colegio Medico del Peru. (2018, Agosto 31). Silvia Santos Reyes: Módulo I Clase 2. Marco Internacional de GRD. ¿Qué es el Marco de SENDAI? Entendiendo Marco SENDAI. [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=l_eCmAW_DrA
- Fernández, R., (2021, Octubre). Número de víctimas mortales registradas a nivel mundial como consecuencia de catástrofes naturales de 2007 a 2020. Statista.
- Guazo, D. (12 de noviembre de 2017). México, vulnerable a desastres naturales. El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/periodismo-de-datos/17-anos-de-desastres-naturales-cuesta n-470-mmdp
- InfoInundaciones. (2018, Mayo). Colombia reporta más de 600,000 personas afectadas por desastres naturales en 2017.
- Jujuy al momento (2018, Enero). Las pérdidas en 2017 por desastres naturales, en cifras.
- ONU: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres. 2015-2030, 15 Marzo 2015.

BIBLIOGRAFÍA

- O. Bello, A. Bustamante y P. Pizarro, “Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/108), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.
- la Resolución 69/283 de la Asamble General, de 3 de junio de 2015.
- Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres (UNGRD), Colombia: uno de los primeros países del mundo en consolidar y validar los indicadores del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, 12 Abril 2019.
- Monitor del Marco de Sendai: https://sendaimonitor.undrr.org/utm_source=Lista%20principal&utm_campaign=30cf395bf1 EMAIL_CAMPAIGN_2019_04_12_04_04&utm_medium=email&utm_term=0_8967d15a7-30cf395bf1-47422731

LEY 1523 DE 2012

Abril 24. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

A cargo de:

Sofía Ariza Diaz

Johanna Rodríguez Quiroga

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

GESTIÓN DEL RIESGO, RESPONSABILIDAD, PRINCIPIOS, DEFINICIONES Y SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Capitulo l (Art. 1 al 7)

Fuente: Alud Pereira 2022.Santiago Gaviria (EFE). El país

Responsabilidad

Autoridades

Habitantes

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Definiciones

Alerta

Amenaza

Vulnerabilidad

Calamidad Pública/ Desastre

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

OBJETIVOS

General

Ofrecer protección, seguridad, calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible.

Específicos

1) Reconocimiento del riesgo
2) Reducción del riesgo
3) Manejo de desastres

SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (SNGRD)

COMPONENTES

- Estructura organizacional
- Instrumentos de planificación
- Sistemas de información
- Mecanismos de financiación

GESTÍON DE RIESGO

Entidades públicas, privadas y comunitarias

Políticas, normas, recursos, estrategias, mecanismos

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

ESTRUCTURA: ORGANIZACIÓN, DIRECCIÓN, Y COORDINACIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Capitulo ll (Art. 8 al 31)

Fuente: Gramalote 1983. Portafolio.

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

Instancias de Orientación y Coordinación

Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo

Integrado por:
1. El presidente de la república.
2. Los Ministros
3. El director de DNP
4. Director de UNGRD.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

-Articular los niveles nacional y territorial del sistema nacional.
-Elaborar y hacer cumplir la normatividad interna del sistema nacional.

Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo

Integrado por:
-Director de la UNGRD
-Director del DNP
-Director del DANE
-Director del IGAC
-Director del SGC
-Director del IDEAM
-Dirección de la DIMAR
-Director de Asocars
-Un Gobernador
-Un Alcalde

-Orientar la formulación de fortalecimiento el proceso de conocimiento del riesgo en el país.
-Orientar acciones y monitoreos del riesgo.

Comité Nacional para la Reducción del Riesgo

Integrado por:
-Director de la UNGRD
-Director del DNP
-Director del Consejo Colombiano de Seguridad
-Director de Asocars
-Presidente de la federación de Municipios
-Representantes de universidades

Orientar la formulación de fortalecimiento el proceso de reducción del riesgo en el país.

Comité Nacional para el Manejo de Desastres

Integrada por:
-Director de la UNGRD
-Director del DNP
-Comandante del ejército
-Comandante de la Armada Nacional
-Comandante de la Fuerza aérea
-Director de la defensa civil
-Director de la Cruz roja.

Orientar la formulación de políticas que fortalezcan el proceso de manejo del desastre.

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación
Universidad Industrial de Santander

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN
Capitulo lll (Art. 32 al 44)

Fuente: Armero 1985. Infobae.

- Planes de gestión del riesgo
- Estrategias de respuesta
- Plan de acción para la recuperación
- Plan de cooperación internacional
- Articulación con POT y planes de desarrollo

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

SISTEMAS DE INFORMACIÓN
Capitulo IV (Art. 45 al 46)

Fuente: Cambio climático, 2021. Hazteco.

- Acceder a la información relacionada con la Gestión del Riesgo de Desastres de todo el país.
- Adaptar, adoptar y promover estándares, soluciones y procesos para el manejo de la información a nivel nacional, departamental y local.
- Contribuir a la construcción, distribución y apropiación del conocimiento sobre el riesgo de desastres en el país.
- Contribuir a la generación de los elementos de información para el seguimiento de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos del país.
- Contribuir a la divulgación de información relacionada con el riesgo, la prevención, la preparación, la respuesta y la recuperación en el ámbito nacional, departamental, distrital y municipal.
- Responder a las necesidades de información sobre las estadísticas de afectación y de apoyo brindados por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en emergencias.
- Articular los sistemas de información de las entidades nacionales, departamentales, distritales y municipales.

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

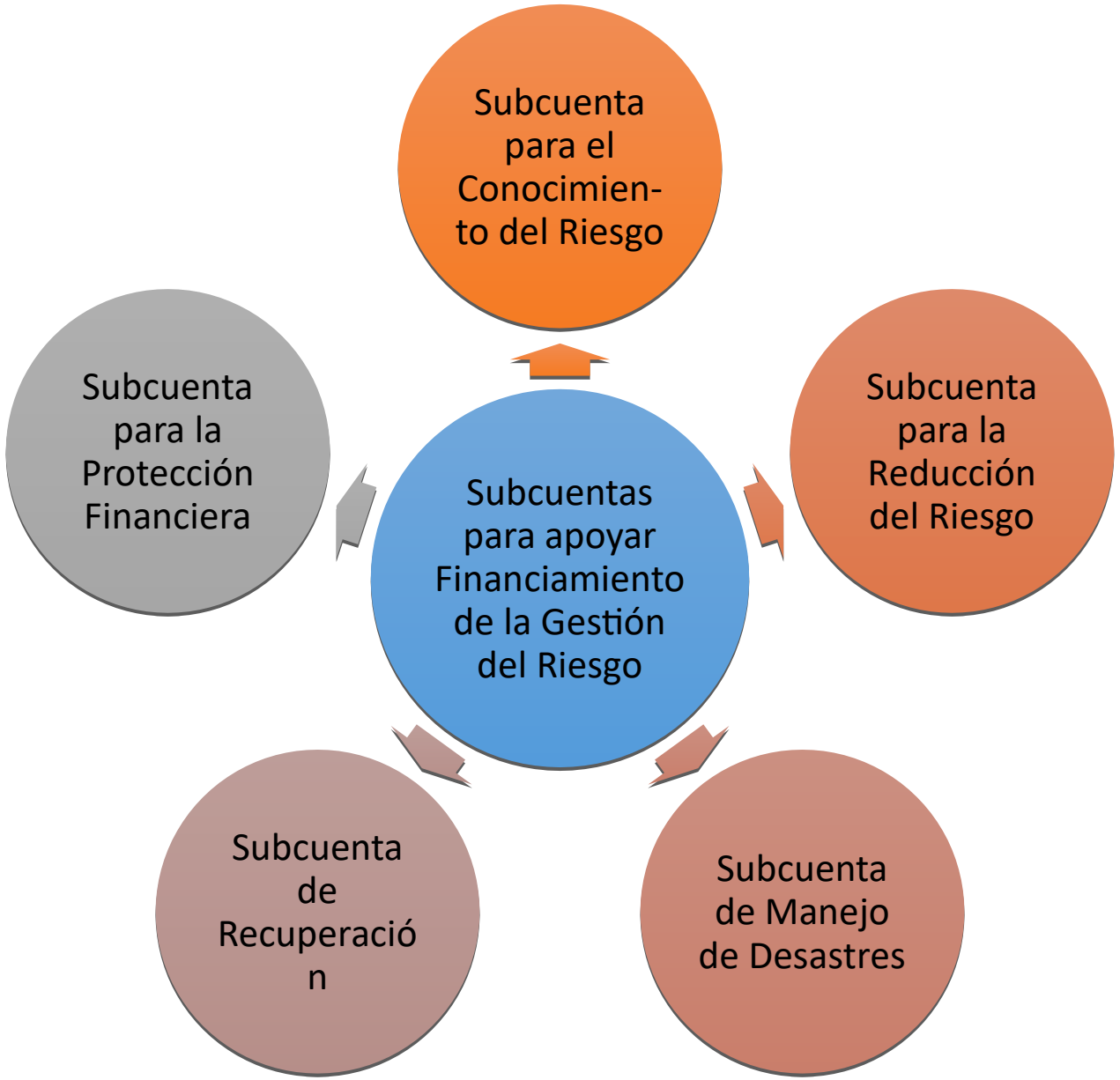
Universidad Industrial de Santander
aprendizaje,
ovación

MECANISMOS DE FINANCIACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES
Capitulo V (Art. 47 al 54)

Fondo Nacional de Gestión de Desastres

Junta Directiva del Fondo Nacional

Fondos Territoriales



Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Universidad Industrial de Santander

- Declaratoria de situación de desastre
- Declaratoria de situación de calamidad pública
- Solidaridad
- Modificación de la declaratoria
- Retorno a la normalidad

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

RÉGIMEN ESPECIAL PARA SITUACIONES DE DESASTRE Y CALAMIDAD PÚBLICA
Capitulo VII (Art. 65 al 89)

Fuente: Alertas de desastres naturales 2021. Telegrafía

- Régimen Normativo
- Medidas de Contratación
- Contratación de Empréstitos
- Imposición de Servidumbre
- Ocupación Temporal del Inmueble
- Procedimiento y condiciones de la ocupación
- Acciones administrativas
- Restitución Oficiosa

- Adquisición de Predios
- Negociación Directa
- Expropiación por vía administrativa
- Declaratoria de utilidad pública
- Orden de demolición
- Ejecución de la Demolición
- Disposición de Bienes
- Transferencia de Recursos

- Proyectos de Desarrollo Urbano
- Redes y Servicios de Telecomunicaciones
- Levantamiento de Restricciones
- Emergencias Viales
- Invías
- Refinación
- Usuarios de Créditos afectados
- Suspensión en procesos ejecutivos
- Destinación y Administración de donaciones

Fuente: Ley sistema nacional de gestión del riesgo. MinInterior 2012.

REFERENCIAS

Ministerio de Educación de Colombia (MinInterior). Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo. Abril 24 de 2012. Tomado de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=47141

DECRETO 1640 DE 2012

PRESENTADO POR :
Yessid Fernando Zabala Garces
María Valentina Rodríguez

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

CONSIDERANDO

- Articulo 80 de la carta magna (prevenir y controlar)
- Articulo 316 del decreto 2811 de 1974 (ordenacion de cuenca)
- Articulo 317 (plan de ordenacion -consultas)
- Ley 99 de 1993 paragrafo 3 articulo 33 (dos coporaciones con ecosistema en comun)

- Politica nacional para la gestion integral de recurso hidrico expedida en marzo de 2010. (Estructuro modelo)

1) Cuencas objeto de planificación estratégica. (5 grandes)

2) Cuencas objeto de instrumentación y monitoreo a nivel nacional. (42 zonas hidrograficas)

3) Cuenca objeto de ordenación y manejo. (subzonas hidrograficas)

4) Cuencas y acuíferos objeto de Plan de Manejo Ambiental. (-subzonas hidrograficas)

Titulo 1

Disposiciones generales

Art 1 (Objeto)

1.El artículo 316 del Decreto-ley 2811 de 1974.
2.El parágrafo 3° de la Ley 99 de 1993.

Art 2 (Ámbito de aplicación)

Art 3 (Definiciones)

* Acuífero.
* Aguas subterráneas.
* Amenaza.
* Consejo Ambiental Regional
* Cuenca hidrográfica.
* Ecosistema.
* Ecosistema de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos.
* Estructura ecológica principal.
* Gestión del riesgo.
* Límite de cuenca.
* Nivel subsiguiente de la subzona hidrográfica.
* Recurso hídrico.
* Resiliencia.
* Sistema acuífero.
* Servicios ecosistémicos.
* Vulnerabilidad intrínseca de un acuífero a la contaminación.
* Vulnerabilidad.
* Zona costera.

Art 4 (Estructuras)

1.Áreas Hidrográficas o Macrocuencas.

2.Zonas Hidrográficas.

3.Subzonas Hidrográficas o su nivel subsiguiente.

4.Microcuencas y Acuíferos.

Art 5 (Instrumentos)

1.Planes Estratégicos.

2. Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico.

3. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

4. Planes de Manejo Ambiental.

5. Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos.

Art 6 (Instancias de coordinación)

1.consejo
2.comision

Art 7 (Instancias de participación)

Art 8 (Evaluaciones regionales del agua)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Titulo II

De los planes estratégicos

Capitulo 1

Disposiciones generales

Art 9 (concepto)

Instrumento

Parágrafo (1:500.000)

Art 10 (Áreas hidrográficas objeto de plan de manejo)

1.Caribe
2. Magdalena-Cauca
3. Orinoco
4, Amazonas
5. Pacifico

Art 11 (Competencia y formulación de los planes estratégicos)

1.Línea base: Análisis.
2.Diagnostico: Identificación de factores.
3.Analisios estratégico: Acordar.
4.Acuerdos y acciones estratégicas: Definir.

Parágrafo 1 Participar

Parágrafo 2 (10) años

Art 12 (Alcance)

*Formulación
- Ordenación
- Marinos
- Micro y acuíferos
- Políticas
- Planes de acción

*Estructuración

*Establece
- Criterios
- Estrategias

Art 13 (Coordinación) el consejo seguimiento

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Capitulo II

Consejos ambientales regionales de las macrocuencas

ARTICULO 14 (Alcance): instancias

1. Formulacion
2. Recolectar
3. Incorporar
4. Promover acuerdos interistitucionales y acciones estratégicas

ARTICULO 15 (Convocatoria)

1. El ministro
2. El director
3. El gobernador
4. Alcaldes
5. 1 representante de la camara
6. Algunas personas relevantes en cada caso.

*Cada 6 meses convocatoria

Titulo III

Programa nacional de monitoreo de recurso hidrico

Articulo 16 (campo de accion, objetivo y definición de competencias)

Articulo 17 (red regional de monitoreo del recurso hidrico): ideam , invemar.

TÍTULO IV

De los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

CAPITULO 1-Disposiciones generales

ARTICULO 18

Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica

Parágrafo 1 :Corporaciones Autonomas Regionales y de Desarrollo Sostenible
Paragráfo 2: Articulo 33 Ley 99 de 1993 en relación con el capitulo IV del presente título y decreto
Parágrafo 3:Areas de confluencia para Parque Nacionales Naturales de Colombia y una Coporación Autonóma de Desarrollo Sostenible
Parágrafo 4: Planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas compartidas
Parágrafo 5 :Comunidades étnicas

ARTICULO 19 ***Directrices***
1.Conservación de las áreas de especial importancia ecológica 2. Protección de páramos , manglares, naciomientos de agua ,estudarios , etc 3.Priorización de consumo de agua y producción de alimentos 4.Prevención y control de degradación de los recursos hidricos 5.Oferta de los recursos naturales para el desarrollo sostenible con medidas de ahorro y eficiencia 6.Riesgos climáticos

ARTICULO 20 ***De las cuencas hidrográficas*** ***Objetos de ornenación y manejo***
Según subzonas Hidrográficas en el mapa de zonificación hidrográfica de Colombia Parágrafo : Adopción de medidas

ARTICULO 21 ***De la escala cartográfica***
1.Escala 1:100.000 2. Escala 1:125.000 Parágrafo : Cuencas transfronterizas

ARTICULO 22 ***Priorización de las cuencas hidrográficas para la ordenación y manejo***
Según criterior de oferta , demanda y calidad hidrica , riesgo y gobernabilidad. Parágrafo 1 : A partir de los insumos técnicos del Ideam en un plazo no mayor a 3 meses Parágrafo 2: Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) y planes de acción Parágrafo 3: Archipiélago de San Andrés

ARTICULO 23   ***Plan de ordenación y manejo de odenación y manejo de cuencas hidrográficas como determinante ambiental***
Norma de superior jerarquía y determinante ambiental . Los muninicipios deberán tener en cuenta el plan en el momento de un plan territorial : 1.Zonificación ambiental 2Componente programático 3.Componente gestión de riesgo Parágrafo 1 : Zonas de preservación Parágrafo 2: Amenaza y vulnerabilidad Parágrafo 3:Riesgo

TÍTULO IV

De los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

CAPITULO 2-De la declaratoria en ordenación y la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de cuencas hidrográficas

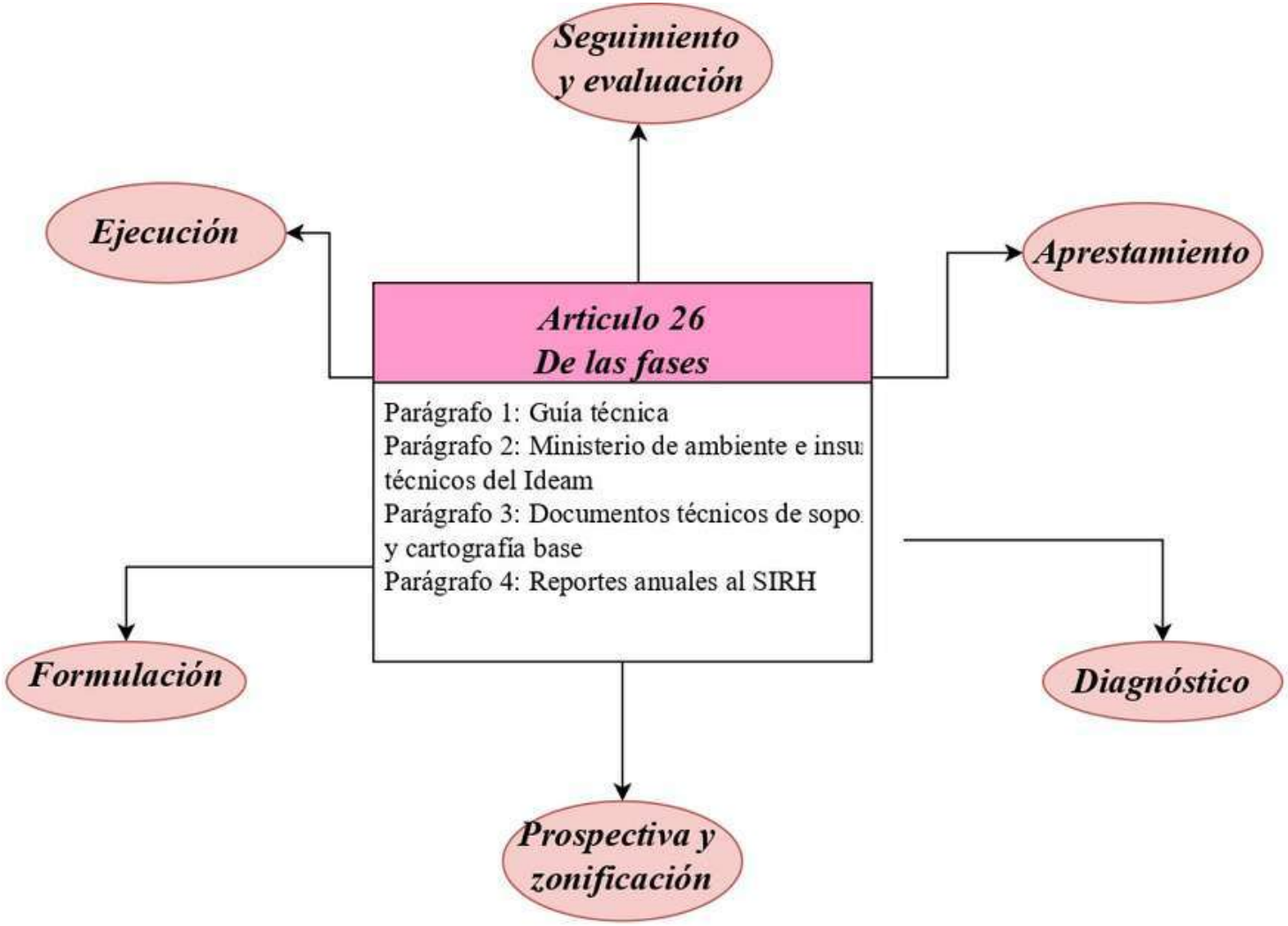
Articulo 24
De la declaratoria

Resolución para el iniciar el proceso de ordenación de la cuenca hidrográfica

Parágrafo: Delimitación cartográfica

Articulo 25
De las autorizaciones ambientales

Modificar
Ajustar
Renovar permisos



Articulo 27
De la publicidad

-Una vez formulado el plan
-15 días
-Circular la públicidad
-20 días hábiles
-Ajustes y modifciaciones durante 2 meses

Articulo 28
De la armonización de los instrumentos de planificación

Fase de elaboración
Manejo de recursos naturales renovables
Regulado por autoridades ambientales durante la fase de ejecución

Instrumentos : Manejos de :

*Humedales
*Páramos
*Manglares
*Bosques
*Recursos hídricos
*Reglamentación de usos de agua
*Instrumentos de planificación ambiental de los recursos naturales renovables

Articulo 29
De la consideración de los instrumentos y planes sectoriales

Considerar los instrumentos sectoriales de planificación para prever los recursos naturales renovables de la cuenca , posibles impactos , etc.

Articulo 30
De la fase de aprestamiento

Acompañamiento técnico
Definir programa de trabajo y estrategias
Participación de todas las entidades

Articulo 31
De la fase de diagnóstico

1.Estado de la cuenca
2.Oferta y demanda de los recursos naturales renovables
3. Condiciones de amenaza y vulnerabilidad
4.Conflictos socioambientales y restricciones
5.Demanda de bienes y servicios

Inclusión de zonas costeras

Articulo 32
De la fase prospectiva y zonificación ambiental

Escenarios futuros para el uso de suelo, agua flora y fauna presente en la cuenca con
-Visión superior a 10 años

Parágrafo 1 :Zonificación ambiental a partir de estudios de prospectiva
Parágrafo 2: Guía técnica

Articulo 33
De la fase de formulación

1.Componente programático
2.Las medidas para administrar los recursos renovables
3.El componente de gestión del riesgo

Parágrafo: Consulta previa a las

Articulo 34
Del componente programático de la fase de formulación

-Objetivos
-Estrategias
-Proyectos
-Instrumentos de seguimiento y evaluación

Articulo 35
De las medidas para la administración de los recursos naturales renovables

Identificar los recursos renovables para

implementar los planes o administrarlos

Articulo 36
Del componente de gestión de riesgo

Priorizar la información de gestión de riesgo y desastres para su reducción
-Guía técnica

Articulo 37
De la aprobación

-Aprobación mediante resolución por las corporaciones
-2 meses
-Publicación

Articulo 38
De la fase de ejecución

Por las corporaciones autonómas regionales y de desarrollo sostenible

Articulo 39
De la fase de seguimiento y evaluación

-Seguimiento y evaluación anual
-Guía técnica

Articulo 40
De la revisión y ajustes al plan de ordenación y manejo de la cuenca

TÍTULO IV

De los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

CAPITULO 3-De la financaiación del proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

ARTICULO 41
De las fuentes de financiaón

Las entidades podrán destinar para fines del plan

- Los provenientes de las Corporaciones Autonomas regionales
- Los provenientes de las entidades terrioriales
- Los provenientes de los usuarios de la cuenca
- Los provenientes del sistema general de regalias
- Los provenientes del fondo de compensación ambiental
- Los provenientes del fondo nacional ambiental (Fonam)
- Los provenientes del fondo de adaptación
- Donaciones

ARTICULO 42
Aplicación del principio de solidaridad en la finanzas de los planes de ordenaciión y manejo de cuencas

Articulo 213 de la Ley 1450 de 2011
-Autoridades ambientales
-Entidades terririales y del orden nacionales

TÍTULO IV

De los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

CAPITULO 4-De las comisiones conjuntas

ARTICULO 43
Del objeto

Parágrafo 3 del articulo 33 de la Ley 99 de 1993
-Armonizar y acordar

ARTICULO 44
De la conformación

1.Directores de las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible
2. Director de la dirección de gestión integral hídrico del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible

ARTICULO 45
De las reuniones

Reuniones
Invitados con voz pero no voto

ARTICULO 46
De las funciones

1.Políticas para la ordenación y manejo de la cuenca
2. Ajuste de plan de ordenación
3.Directrices para administrar y planificar
*Reglamentos
4.Manejo de conflictos
5.Estrategias
6. Seguimiento
7. Rotación de junta
8. Cronograma de reuniones
9.Comité
10. Áreas protegidas

ARTICULO 47
De los comités

Suministrar y aportar para la toma de decisiones
-Invitados : Personas naturales y jurídicas

TÍTULO IV

De los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas

CAPITULO 5-De los consejos de la cuenca

Articulo 48. Del consejo de la cuenca

- Todos los actores que viven y desarrollan actividades dentro de la cuenca
- Apoyados logistica y financieramente por las directivas ambientales

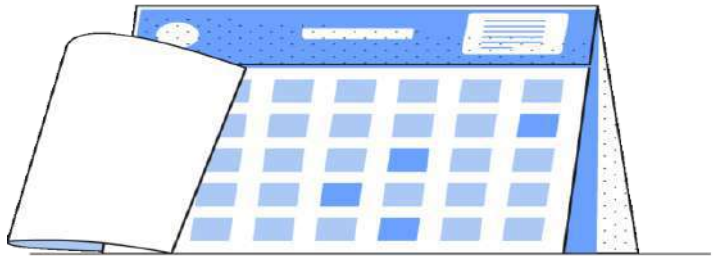
Articulo 49. De las Conformación

- Todas las entidades y sus representantes

Articulo 50. De las funciones

- Aportar
- Participar
- Divulgar
- Espacio de consulta
- Proponer
- Acompañar
- Recomendaciones y observaciones
- Reglamento
- Alternativas de solución

Articulo 51. Del periodo de los representantes ante el consejo de cuenca



Articulo 53. Participación ciudadana

Titulo V

Planes de manejo ambiental

Capitulo I

Plan de manejo ambiental en microcuencas

Art 54 (Objeto y responsa bilidad)

- Planificación y administración

Art 55 (Las microcuencas objeto de plan de manejo ambiental

- Microcuencas que no hacen parte de un plan

Art 56 (Escala cartográfica)

- 1:10000

Art 57 (Selección y priorización)

- Priorizando
  - 1.Desequilibrios
    2.Degradacion
    3.Amenazas
    4. Abastecer
    - Parágrafo 1 (aprueba)
    - Parágrafo 2 (si no hay plan)

Art 58 (Fases)

- 1.Aprestamiento
  2.Diagnostico
  3.Formulacion
  4. Ejecución
  5.seguimiento y evaluación

Art 59 (Aprobación)

- 2 meses

Art 60 (Financiación)

- Entidades

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Capitulo II

Plan de manejo ambiental en acuíferos

Art 61 (Objeto y responsa bilidad)

- Planificación y administración

Art 62 (Selección y priorización)

- Priorizando
  - 1.Agotamiento o contaminación
    2.Unica fuente
    3.Desarrollo
    4. Conflictos
    5.Fuente alterna
    - Parágrafo (mas de una jurisdicción)

Art 63 (Fases)

- 1.Aprestamiento
  2.Diagnostico
  3.Formulacion
  4. Ejecución
  5.seguimiento y evaluación

Art 64 (Aprobación)

- 2 meses

Art 65 (Financiación)

- Entidades

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Titulo VI

Regimen de transición

Articulo 66 (Respecto de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas.)

1. Cuencas con plan aprobado o en ejecucion.

(5) años

2.Cuencas con planes en desarrollo de las fases diagnostico.

(2) años.

3.Cuencas con plan de formulacion.

(3) años

4Cuencas con plan de ordenacion manejo en desarrollo de las fases de diagnostico, prospectiva, formulacion, aprobados y en ejecucion

(5)años

Titulo VII

Disposiciones finales

Articulo 67 (Sanciones.)

Segun el articulo 5 de la ley 1333 de 2009.

Articulo 68 (Vigencia y derogatoria.)

Decreto 1604 y 1729 de 2002.

BIBLIOGRAFÍA

Decreto 1604 ,2012.

DECRETO 1807 DE 2014 Y 1077 DE 2015

Presentado por:
Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576
Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS
CAMPO III

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

Universidad Industrial de Santander

01 ANTECEDENTES

- Justificación geológica de la implementación de los decretos
- Contexto político y socioeconómico

02 DECRETO 1077 DE 2015

- Vivienda (VIP, VIS, NO VIS)
- Subsidio de vivienda
- Ordenamiento del territorio (EOT, PBOT,POT)
- Plan de ordenamiento territorial (POT)

03 DECRETO 1807 DE 2014

- Aspectos generales
- Estudios básicos y detallados (Escalas de trabajo)
- Condiciones técnicas de elaboración
- Incorporación del riesgo al POT

04 CONCLUSIONES

- Consideraciones finales

ANTECEDENTES

Fig 1. Fenómeno de La Niña 2010-2011. Tomado de: La República (2012)

Fig 2. Resultados elecciones presidenciales 2014. Tomado de: Las2Orillas (2012)

Tabla 1. Metas del POT para el Plan de Desarrollo Nacional 2014-2018.
Tomado de: Departamento Nacional de Planeación (2014)

Metas

Meta intermedia	Línea base (2014)	Meta a 2018
Municipios capacitados y/o apoyados técnicamente para la revisión de planes de ordenamiento territorial (POT)	0	400

Producto	Línea base (2014)	Meta a 2018
Municipios capacitados en la incorporación de la gestión del riesgo en la revisión de sus POT	0	400
Municipios capacitados en la elaboración del inventario de asentamientos en zonas de alto riesgo	0	250

Decreto **1807** de **2014**
Decreto **1077** de **2015**

DECRETO 1077 DE 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

Universidad Industrial de Santander

DECRETO 1077 DE 2015

Decreto único reglamentario para los sectores de:

- **Vivienda**
- **Ciudad**
- **Territorio**

Fig 3. *Viviendas tipo VIS y VIP* Tomado de: Viviendas VIS Y VIP en Facebook (2020)

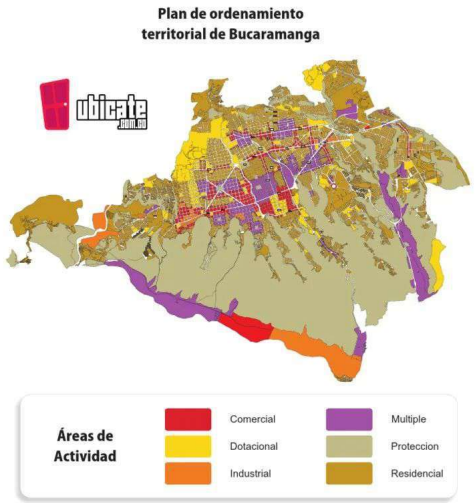


Fig 4. *Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga* Tomado de: Ubicate (2014)

Fig 5. *EL papel de la evaluación en el POT.* Tomado de: GPS S.A.S (2016)

DECRETO 1077 DE 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

- VIVIENDA

Las viviendas en Colombia se clasifican según el monto o costo de la vivienda, donde encontramos 3 tipos de vivienda:

VIVIENDA VIP
(Vivienda de Interés Prioritario)

- Hasta 90 smmlv ($ 90`000.000)
- Para hogares con ingresos <= 2 smmlv
- Pobreza extrema

Fig 6 Alborada de Mardel. Tomado de: MARDEL (2019)

VIVIENDA VIS
(Vivienda de Interés Social)

- Rural:
  Hasta 135 smmlv ($ 135`000.000)
- Urbana:
  Hasta 150 smmlv ($ 150`000.000)
- Para hogares con ingresos de hasta 4 smmlv
- Bajos recursos

Fig 7. Bora (un VIS nunca VISto). Tomado de: Bora hogar plus (2019)

VIVIENDA NO VIS

- Subsidiada:
  Hasta 500 smmlv ($ 500`000.000)
- No subsidiada:
  > 500 smmlv ($ 500`000.000)

Fig 8. Puerto viento. Tomado de: grupo domus(2019)

DECRETO 1077 DE 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

- **VIVIENDA**

SUBSIDIOS

VIVIENDA VIP
(Vivienda de Interés Prioritario)

VIVIENDA VIS
(Vivienda de Interés Social)

VIVIENDA NO VIS

- Recibirán $437.000 mensuales durante 7 años para reducir los intereses correspondientes al crédito hipotecario

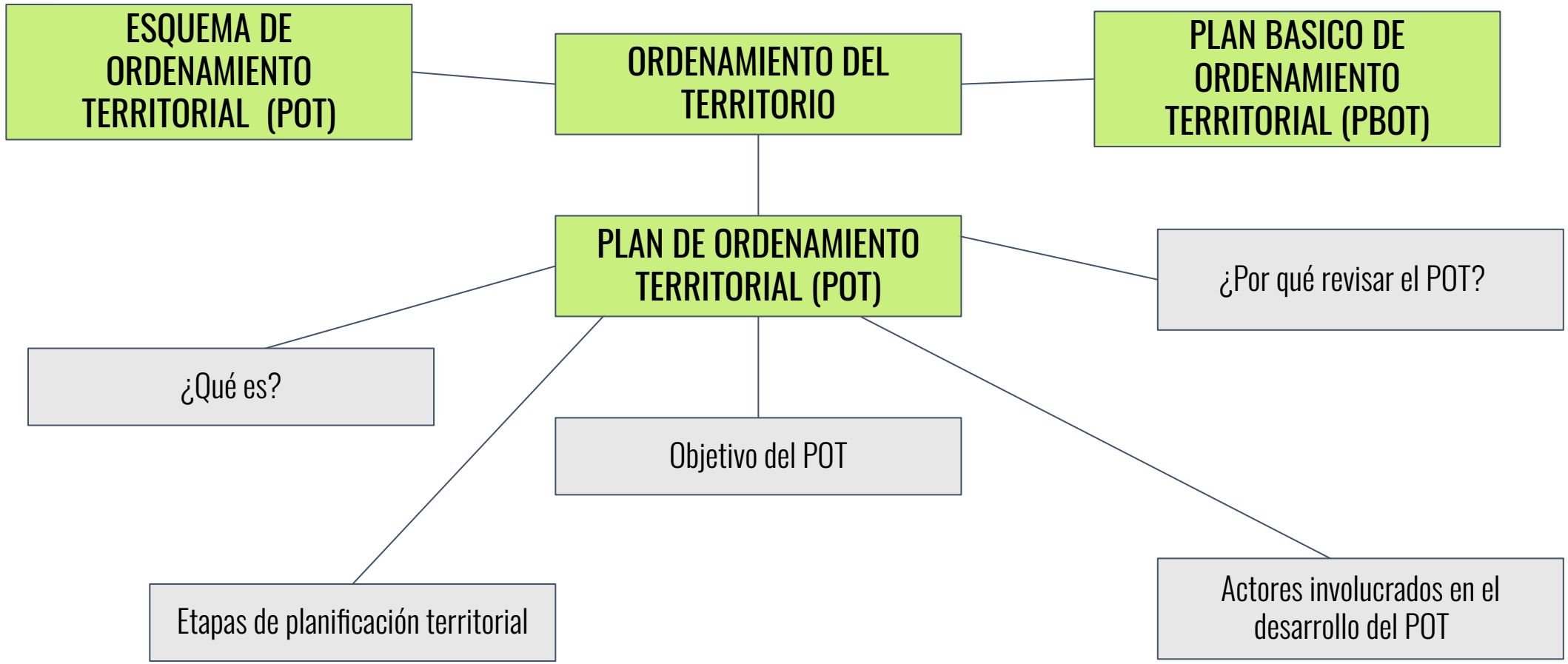
Subsidios para vivienda Colombia 2022, Subsidio mi casa ya, Caja de compensación, Concurrente, VIS. Tomado de: Éxito personal y financiero (2022)

DECRETO 1077 DE 2015

- CIUDAD Y TERRITORIO

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

Universidad Industrial de Santander



DECRETO 1077 DE 2015

- CIUDAD Y TERRITORIO

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Fig 9. ¿Qué es el ordenamiento territorial?. Tomado de: Alcaldía de Popayán en Facebook (2021)

DECRETO 1077 DE 2015

- CIUDAD Y TERRITORIO

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

ORDENAMIENTO TERRITORIAL

DECRETO 1077 DE 2015

- CIUDAD Y TERRITORIO

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

¿QUÉ ES UN POT?

- Objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo

Fig 10. Plan de Ordenamiento Territorial (POT) . Tomado de: Alcaldia de Pereira (2021)

OBJETIVO DEL POT

- Mejorar calidad de vida de los habitantes
- Acceso a oportunidades y beneficios que genera el desarrollo urbano
- Utilización racional del suelo
- Seguridad de la población ante riesgos naturales
- Preservación del patrimonio

Fig 11. Presentación del Plan de Ordenamiento Territorial – POT . Tomado de: ACODAL (2014)

DECRETO 1077 DE 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

- CIUDAD Y TERRITORIO

ETAPAS DE PLANIFICACIÓN DE UN POT

El Decreto 1077 de 2015 propone que la elaboración del POT se adelante siguiendo el ciclo de planeación PHVA: planear, hacer, verificar y actuar, para lo cual plantea el desarrollo de las siguientes etapas:

1. Diagnóstico.
2. Formulación.
3. Implementación.
4. Seguimiento y evaluación

Fig 12. Etapas del proceso de planificación territorial.
Tomado de: Minvivienda (2020)

DECRETO 1077 DE 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

- CIUDAD Y TERRITORIO

ACTORES INVOLUCRADOS EN EL DESARROLLO DE UN POT

- Actores publicos
- Actores privados
- Actores comunitarios

Fig 13. Obligaciones municipales. Tomado de: Formaliza tu negocio

CAS

Responsabilidad Ambiental, Compromiso que nos Une

Fig 14. CAS. Tomado de: Gobernación de Santander (2019)

Fig 15. ¿Quienes son inversionistas? Tomado de: DurangoMx (2020)

Fig 16.Definición de Grupos Étnicos Tomado de: DefiniciónABC (2011)

DECRETO 1077 DE 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

- CIUDAD Y TERRITORIO

¿POR QUÉ REVISAR EL POT?

Los procesos de revisión de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) se realizan por iniciativa del alcalde municipal o distrital con base en las siguientes situaciones:

1. Por vencimiento de la vigencia.
2. Por razones de excepcional interés público o de fuerza mayor.
3. Modificaciones excepcionales de normas urbanísticas.

Fig 17. Revision POT BGA 2021-2022. Tomado de: Alcaldía de Bucaramanga (2019)

DECRETO 1077 DE 2015

"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"

- CIUDAD Y TERRITORIO

¿POR QUÉ REVISAR EL POT?

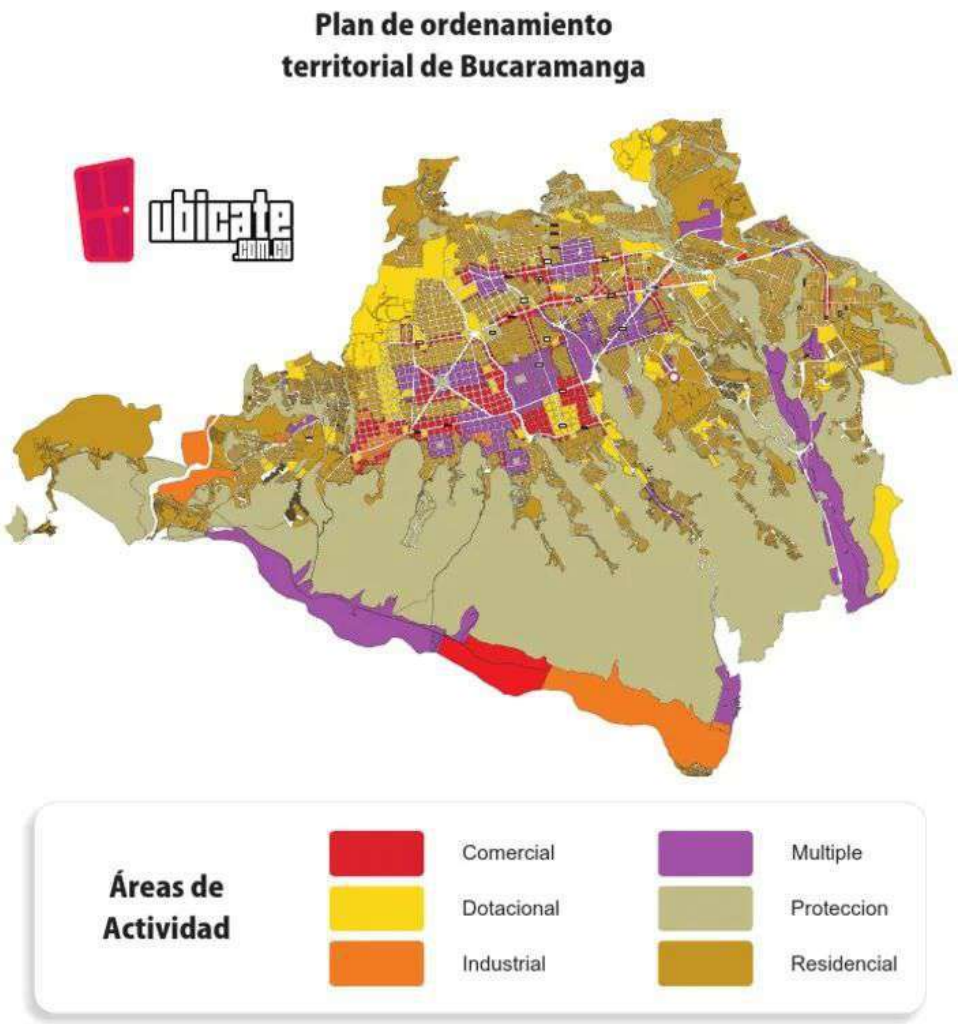


Fig 18. *Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga* Tomado de: Ubicate (2014)

DECRETO 1807 DE 2014

"En lo relativo a la integración de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial... "

Universidad Industrial de Santander

Tabla 2. Escala de trabajo para estudios básicos .
Modificado de: Departamento Función pública Colombia(2014)

Estudios básicos

Clase de suelo	Escala
Urbano	1:5.000
Expansión urbana	1:5.000
Rural	1:25.000

Tabla 3. Escala de trabajo para estudios detallados .
Modificado de: Departamento Función pública Colombia(2014)

Estudios detallados

Clase de suelo	Escala
Urbano	1:2.000
Expansión urbana	1:2.000
Rural	1:5.000

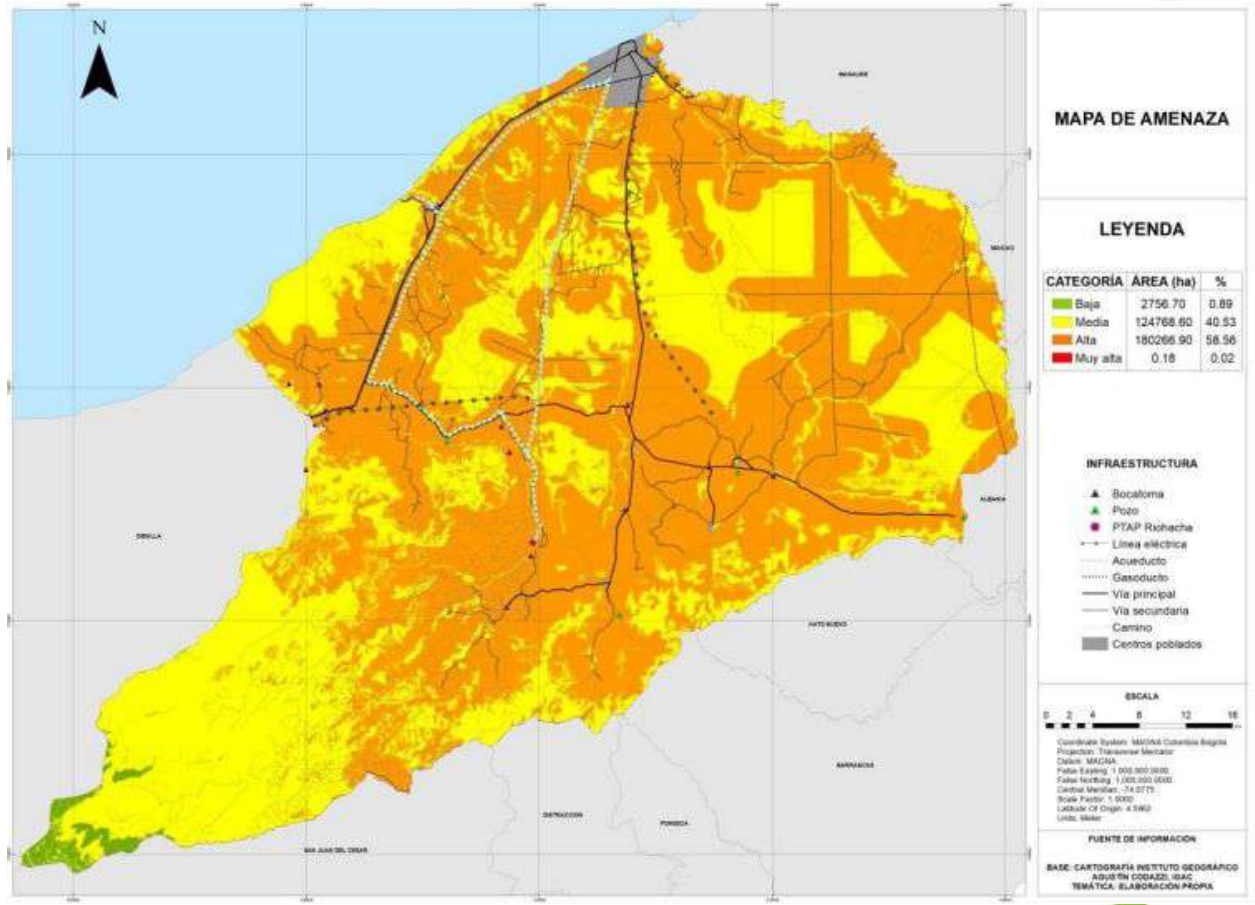


Fig 19. Mapa de zonificación de amenaza por incendios forestales en Riohacha. Tomado de: Umaña (2017)

DECRETO 1807 DE 2014

"En lo relativo a la integración de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial... "

Condiciones técnicas para la elaboración de estudios básicos

1. Área de estudio
2. Insumos
3. Alcance
4. Zonificación
5. Productos

Condiciones técnicas para la elaboración de estudios detallados

1. Análisis detallado de amenaza
2. Evaluación de vulnerabilidad
3. Evaluación de riesgo
4. Medidas de mitigación

Incorporación de la gestión del riesgo mediante 3 componentes:

- General
- Urbano
- Rural

Fig 20. Movimientos en masa. Tomado de: Catorce6 (2019)

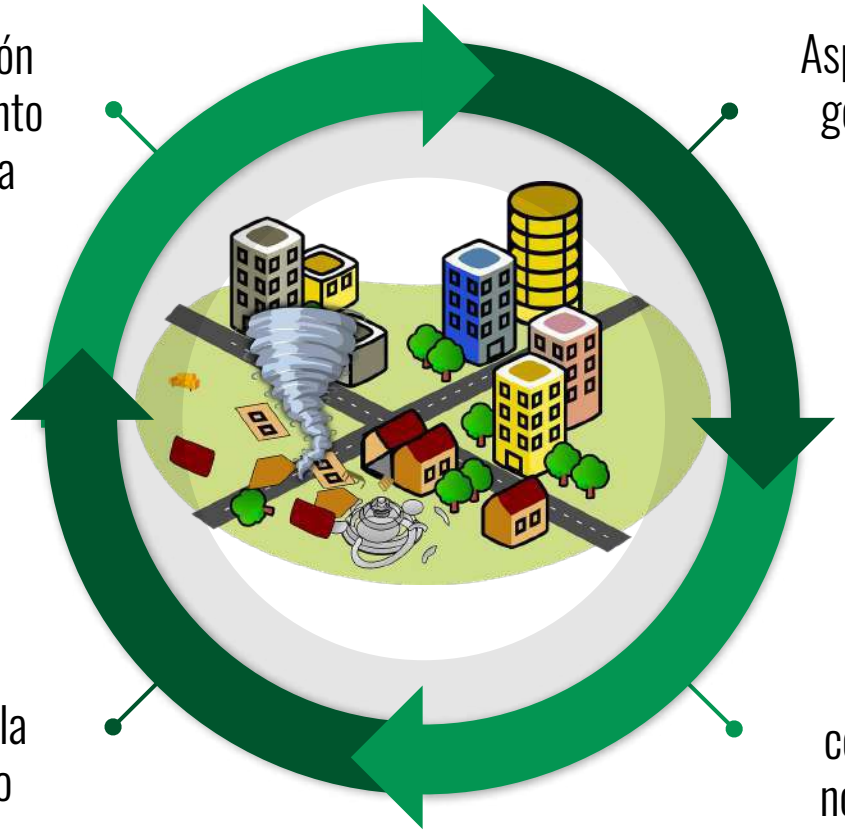
Fig 21. Inundaciones. Tomado de: EFE: Verde (2017)

Fig 22. Avenidas torrenciales. Tomado de: MiPutumayo (2017)

CONCLUSIONES

Importancia de la gestión del riesgo para el aumento de la resiliencia urbana

Aspectos por mejorar en la gestión del riesgo en los POT



Retos y futuro de la gestión del riesgo

¿Cómo garantizar la correcta ejecución de la normativa en Colombia?

Fase 1. Planeación

- Elaboración de cronograma de sesiones y asignación de roles
- Recopilación bibliográfica
- Etapa precampo

Fase 2. Ejecución

- Desarrollo de las sesiones
- Formatos/memorias de las sesiones
- Etapa de campo

Fase 3. Resultados

- Libro compilatorio de memorias del seminario
- Libro metodológico
- Interpretación y resultados de datos campo

REFERENCIAS

Departamento de Función Pública de Colombia. (2014). *Decreto 1807 de 2014*. Tomado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=59488

Departamento de Función Pública de Colombia. (2015). D*ecreto 1077 de 2015*. Tomado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216

Sanchez, A. (2014). *Análisis de la respuesta del Estado Colombiano frente al Fenómeno de La Niña 2010-2011: El caso de Santa Lucía-*. Tomado de: https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_206.pdf

Concejo de Bucaramanga. (2014). Plan de Ordenamiento Territorial de segunda de generación del Municipio de Bucaramanga 2014-2027. Tomado de: https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/POT-2014-2027.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Tomado de: https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/pnd/pnd%202014-2018%20tomo%201%20internet.pdf

Gonzalez, R. (2021). *El nuevo POT afectaría la construcción de vivienda de interés social en Bogotá.* Tomado de: https://www.semana.com/opinion/articulo/el-nuevo-pot-afectaria-la-construccion-de-vivienda-de-interes-social-en-bogota/202136/

WRadio. (2022). *Denuncian agrietamiento en viviendas de interés social en el Atlántico.* Tomado de: https://www.wradio.com.co/2022/04/26/solo-22-municipios-de-boyaca-podran-eliminar-uso-de-tapabocas-en-espacios-cerrados/

Alcaldía de Bucaramanga. (2021). POT BGA Revisión 2021-2022. Tomado de: https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Ref.-5-Informacio%CC%81n-pedagogica-PDF-1400-x-1900.pdf

Para tablas

Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Tomado de: https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/pnd/pnd%202014-2018%20tomo%201%20internet.pdf

Departamento Función pública Colombia. (2014). *Decreto 1807 de 2014.* Tomado de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=59488

REFERENCIAS

Para figuras

La República. (2012). *Fenómeno de la Niña' 2010 - 2011 generó pérdidas por el orden de $8,6 billones*. Tomado de: https://www.larepublica.co/economia/fenomeno-de-la-nina-2010---2011-genero-perdidas-por-el-orden-de-86-billones-2013743

Las2Orillas. (2014). *Resultados de las Elecciones presidenciales 2014*. Tomado de: https://www.las2orillas.co/resultados-de-las-elecciones-presidenciales-2014/

Umaña, D. (2017). *Zonificación de amenaza a incendios forestales en el municipio de Riohacha, La Guajira.* Tomado de: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17257/Uma%F1aRamirezDiegoEdison2018.pdf;jsessionid=D00B7CC54BB0BEBEF6FE9300D697B994?sequence=1

Catorce 6. (2019). *Este año ya van 196 movimientos en masa en Cundinamarca: CAR.* Tomado de: https://www.catorce6.com/actualidad-ambiental/regionales/17820-este-ano-ya-van-196-movimientos-en-masa-en-cundinamarca-car

EFE:Verde. (2017). *Las inundaciones dejan al menos dos muertos en Colombia*. Tomado de: https://www.efeverde.com/noticias/las-inundaciones-dejan-al-menos-dos-muertos-colombia/

MiPutumayo. (2017). *No fue una avalancha, fue una avenida torrencial.* Tomado de: https://miputumayo.com.co/2017/04/01/no-fue-una-avalancha-fue-una-avenida-torrencial/

DECRETO 1232 DE 2020

"Por medio del cual se adiciona y modifica el artículo 2.2. 1.1 del Título 1, se modifica la Sección 2 del Capítulo 1 del Título 2 y se adiciona al artículo 2.2.4.1.2.2 de la sección 2 del capítulo 1 del Título 4, de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con la planeación del ordenamiento territorial"

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

A cargo de:

Sofía Camila Ariza Diaz - 2182490

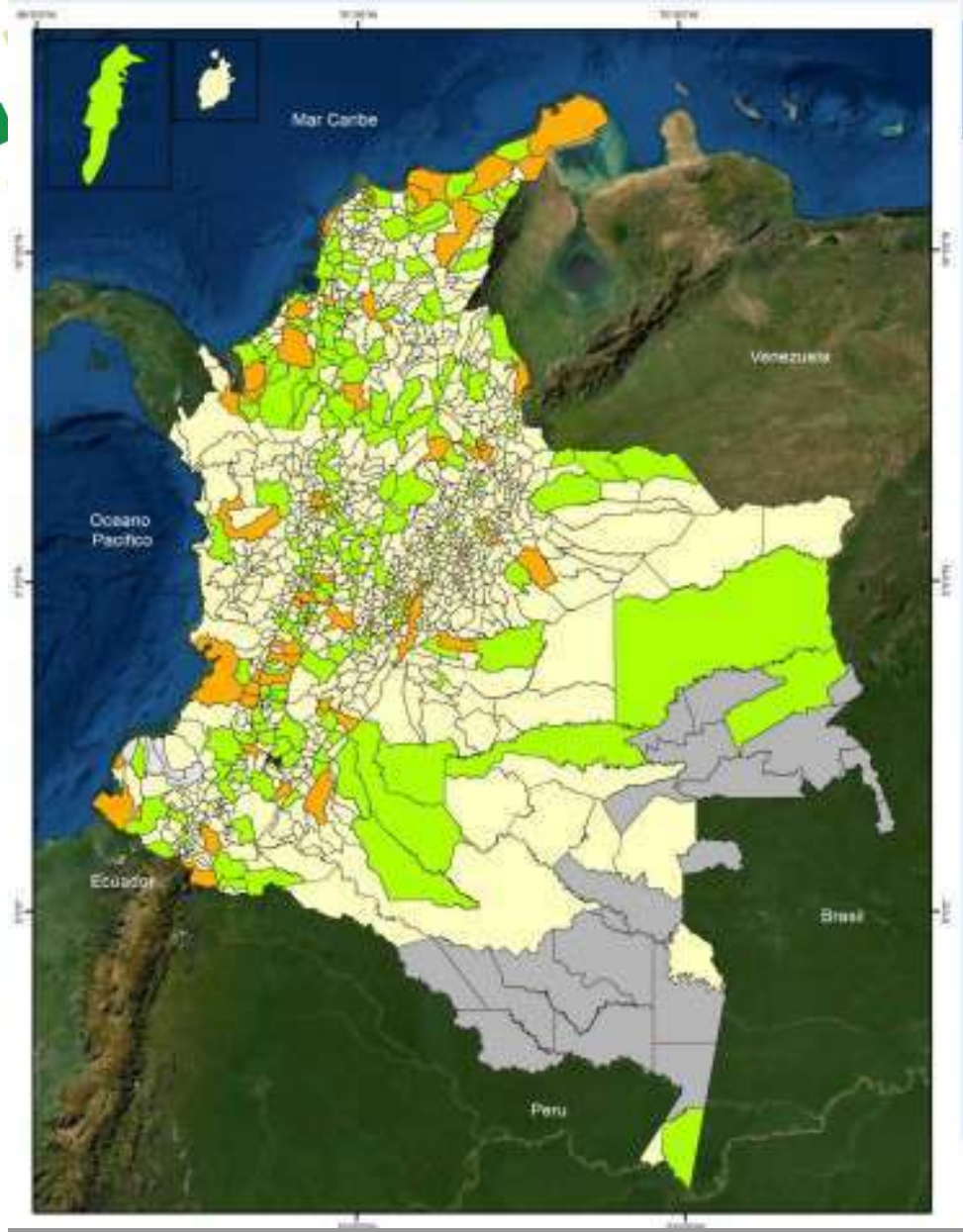
Johanna Katherine Rodríguez Quiroga - 2182487

74 años 1948-2022

Fig. 1 Bogotá, 2021. Tomado de: Revista Semana. 2021

CONTENIDO

- Introducción
- Apuestas del decreto
- Decreto 1232 de 2020



Tipos de planes de Ordenamiento

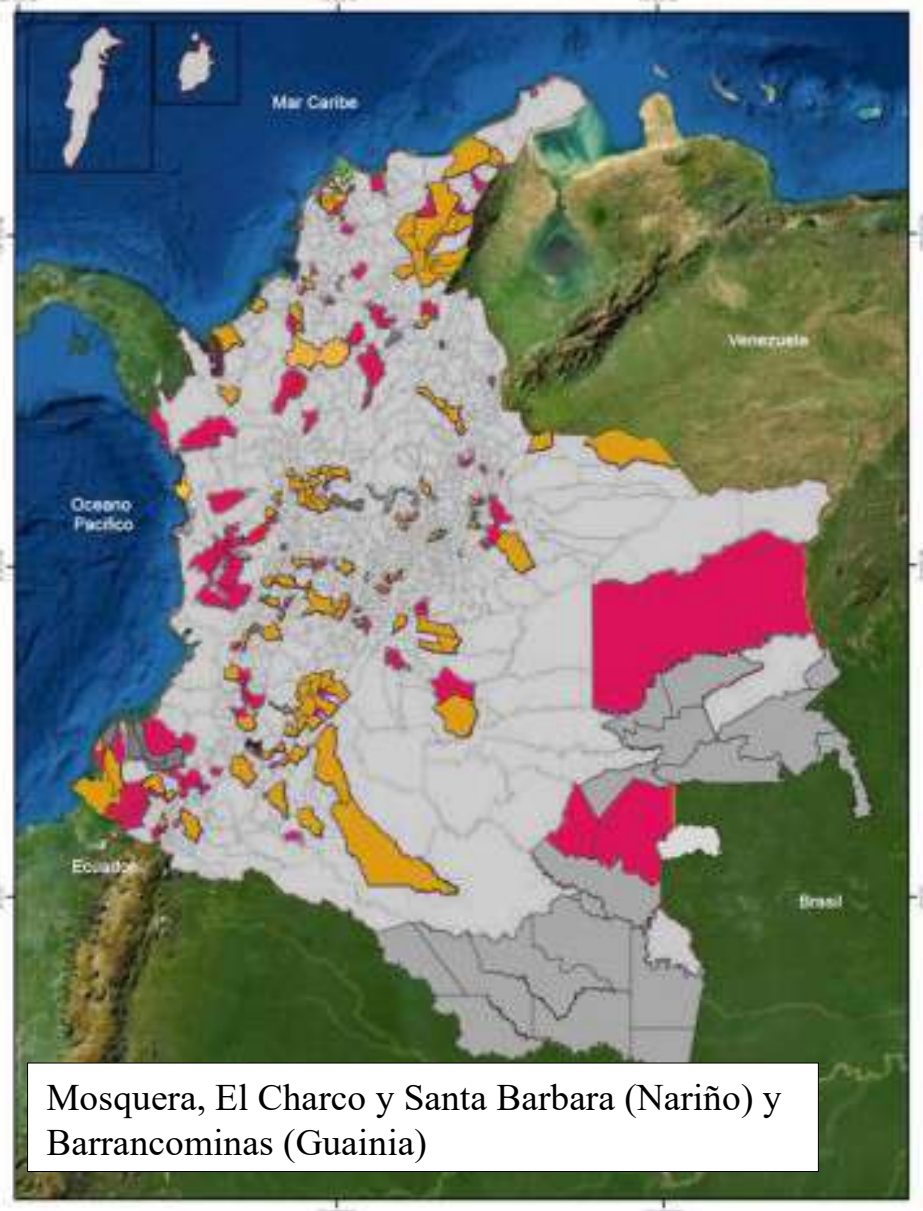
Convención	Instrumento de planeación	Cantidad de municipios
	POT	58
	PBOT	169
	EOT	872
	Sin plan de ordenamiento	4
	Total	**1.103**

La Ley 388 de 1997 en su artículo 9 determina los 3 tipos de planes a desarrollar

La vivienda y el agua son de todos | Minvivienda

Fig. 2 Planes de Ordenamiento Territorial. Tomado de Minvivienda (2020)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



Mosquera, El Charco y Santa Barbara (Nariño) y Barrancominas (Guainia)

Estado de los planes de Ordenamiento

Convención	Estado actual	Cantidad de municipios	Porcentaje
	Cumplió la vigencia de Largo Plazo	925	83,9%
	Ejecutando Largo Plazo	29	2,6%
	Ejecutando Mediano Plazo	69	6,3%
	Ejecutando Corto Plazo	76	6,9%
	Sin plan de ordenamiento	4	0,4%
	Total	**1.103**	**100%**

El Decreto incide en más del **84% de los municipios** del país que deben adelantar la revisión general de sus Planes de Ordenamiento Territorial, **facilitándoles** adelantar este proceso

La vivienda y el agua son de todos | Minvivienda

Fig. 3 Estado de los Planes de Ordenamiento Territorial. Tomado de Minvivienda (2020)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Contexto del ordenamiento territorial municipal

1 Norma	Estaba diseñada para **la elaboración por primera vez.** Entre **2000 y 2003** se adoptaron un **82%** de los planes. A hoy **4 municipios no han adoptado** sus POT por primera vez.
2 Etapas y Contenidos	**Falta de claridad** respecto al desarrollo de las etapas y contenidos. **494 municipios** han realizado procesos de contratación para revisión (**$180 MM**). Únicamente el **30% logró culminar el proceso.** Fuente: Federación Colombiana de Municipios
3 Proceso	Se requieren **reglas claras** para la **concertación, consulta, aprobación y adopción** de la revisión o modificación de los POT.
4 Ejecución	**Baja ejecución** de programas y proyectos.
5 Participación	**Desconocimiento del proceso** conllevando a baja **participación** democrática.

La vivienda y el agua son de todos | Minvivienda

Fig. 4 Contexto del Ordenamiento Territorial. Tomado de Minvivienda (2020)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

APUESTAS DEL DECRETO 1232 DE 2020

Universidad Industrial de Santander

Procesos

- Mejorar el proceso de planificaciòn territorial

Criterios

- Establecer criterios para el desarrollo de las etapas y contenidos del proceso de planificación.

Reglas

- Definir reglas para adelantar la concertación, consulta y adopción

QUE MODIFICA EL DECRETO 1232 DE 2020

Fig. 5 Modificación del decreto. Tomado de Minvivienda (2020)

DECRETO 1077 DE 2015

LIBRO 2
RÉGIMEN REGLAMENTARIO DEL SECTOR VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO

PARTE 1
ESTRUCTURA DEL SECTOR VIVIENDA

PARTE 2
ESTRUCTURA DEL SECTOR DESARROLLO TERRITORIAL

TÍTULO 1
DISPOSICIONES GENERALES

TÍTULO 2
PLANEACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CAPÍTULO 1. INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

SECCIÓN 1	**SECCIÓN 2**	SECCIÓN 3	SECCIÓN 4	SECCIÓN 5

CAPÍTULO 2. ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL SUELO RURAL

TÍTULO 3
ESPACIO PÚBLICO Y ESTÁNDARES URBANÍSTICOS

TÍTULO 4
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN DEL DESARROLLO TERRITORIAL

TÍTULO 5.
INSTRUMENTOS DE FINANCIACIÓN Y MECANISMOS DE GESTIÓN DEL DESARROLLO TERRITORIAL

TÍTULO 6.
IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL DEL DESARROLLO TERRITORIAL

TÍTULO 7
URBANIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Fig. 6 Sección modificada. Tomado de Minvivienda (2020)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

ARTÍCULO 1 – DEFINICIONES NUEVAS

1. Asentamientos humanos rurales

2. Tratamientos Urbanísticos

2.1 Tratamientos Urbanísticos de Consolidación

2.2 Tratamientos Urbanísticos de Conservación

2.3 De Renovación Urbana modalidad de Revitalización

2. 4 De Mejoramiento Integral

3. Vivienda rural dispersa

ARTÍCULO 1 – DEFINICIONES MODIFICADAS

2. Tratamientos Urbanísticos

2.5 Tratamiento de renovación Urbana

2.6 Tratamiento Urbanístico de renovación urbana modalidad de reactivación

2.7 Tratamiento Urbanístico de Renovación Urbana modalidad de Redesarrollo

2.8 Tratamientos Urbanísticos de Desarrollo

ARTÍCULO 2 – SUBSECCIÓN 1

ARTÍCULO 2 – SUBSECCIÓN 1

1) DIAGNÓSTICO

Se establece la obligatoriedad de realizar el inventario de la información existente

Se definen los contenidos de las dimensiones de análisis: ambiental, económico, socio- cultural, funcional e institucional

Se definen los temas para la elaboración de la cartografía

Se establece el tiempo para la entrega de las determinantes ambientales por parte de las autoridades competentes

Se define la estrategia para la participación democrática

Universidad Industrial de Santander

2) FORMULACIÓN

Se establecen los lineamientos para el desarrollo de los componentes general, urbano y rural y la cartografía correspondiente.

Se incluye como contenido la definición de los programas y proyectos del plan de ordenamiento con base en el cual se debe elaborar el programa de ejecución en cada período administrativo municipal.

Se incluye como contenido la determinación de los instrumentos de gestión y financiación que garanticen la implementación de los programas y proyectos establecidos en el POT.

Se establecen las reglas para las instancias de consulta , concertación y adopción del POT, de su revisión y modificación.

Universidad Industrial de Santander

3) IMPLEMENTACIÓN

Se indica que esta etapa corresponde a la puesta en marcha de lo establecido en el POT.

Técnicas

Institucionales

Financieras

¿Qué se requiere de estas 3 líneas para poner en marcha el POT?

Universidad Industrial de Santander

4) SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Se determina la necesidad de realizar el seguimiento y evaluación del POT de manera paralela a su implementación

Se establece la obligatoriedad de realizar reportes anuales y cuatrienales sobre la implementación del POT al Concejo municipal , articulados con los informes de gestión de los planes de desarrollo municipal

Se establece la obligatoriedad de reportar al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio:

(i) El inicio del proceso de formulación, revisión o modificación del POT
(ii) Su concertación con la autoridad ambiental
(iii) Adopción del plan

SUBSECCIÓN 2. DOCUMENTOS E INSTANCIAS DE CONCERTACIÓN, CONSULTA, APROBACIÓN Y ADOPCIÓN DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

DOCUMENTOS DEL POT

- Diagnóstico y Cartografía
- Documento Técnico de Soporte.
  - Componentes General, Urbano y Rural
  - Los Programas y Proyectos
  - Instrumento de gestión y financiación
  - Programa de Ejecución
  - Cartografía
- Proyecto de Acuerdo
- Documento Resumen

Instancias de Concertación y Consulta

- **Del art. 24 de la Ley 388 de 1997, modificado Ley 507 de 1999**
- Previo a las instancias de concertación y consulta se debe presentar el plan ante el gobierno
- El proceso se inicia con la radicación completa de los documentos
- Divulgación de la documentación que conforma el plan

SUBSECCIÓN 2. DOCUMENTOS E INSTANCIAS DE CONCERTACIÓN, CONSULTA, APROBACIÓN Y ADOPCIÓN DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

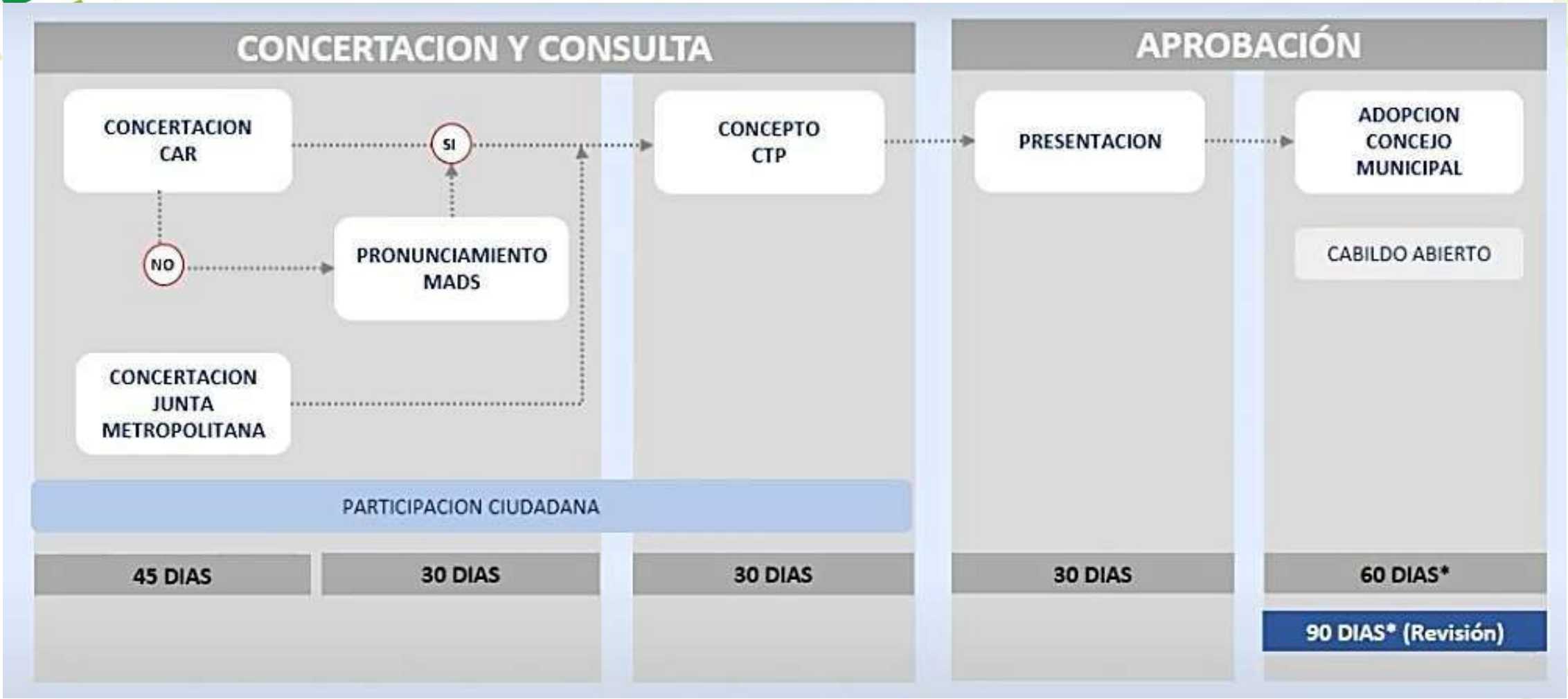


Fig. 7 Modificación de las instancias. Tomado de Minvivienda (2020)

SUBSECCIÓN 2. DOCUMENTOS E INSTANCIAS DE CONCERTACIÓN, CONSULTA, APROBACIÓN Y ADOPCIÓN DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Concertación con la Autoridad Ambiental

- Radicación de documentos completos, según el artículo 17 de la Ley 1437 de 2011
- Plazo de 45 días hábiles
- Las observaciones son de carácter exclusivamente ambiental.

  Art. 49 Ley 1537 2012
- Cuando no se logre la concertación, el municipio debe remitir los documentos al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Los resultados de la concertación ambiental se consignarán en un acta suscrita por las partes.
- No es viable realizar concertaciones parciales o condicionadas

SUBSECCIÓN 2. DOCUMENTOS E INSTANCIAS DE CONCERTACIÓN, CONSULTA, APROBACIÓN Y ADOPCIÓN DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Universidad Industrial de Santander

En la concertación con la Junta Metropolitana. 45 días

Debe adelantar durante el mismo término previsto para la concertación con la corporación autónoma regional competente y se deben entregar los documentos completos.

Consulta con el Consejo Territorial de Planeación

30 días

Si el CTP no emite concepto en el tiempo establecido, se podrá continuar con la siguiente instancia.

SUBSECCIÓN 2. DOCUMENTOS E INSTANCIAS DE CONCERTACIÓN, CONSULTA, APROBACIÓN Y ADOPCIÓN DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Aprobación de los Planes de Ordenamiento

- Establece que cuando el Concejo Municipal considere necesario modificar temas ambientales concertados, implicará adelantar nuevamente el procedimiento de concertación y consulta con el Consejo Territorial de Planeación.

Adopción del Plan de Ordenamiento Territorial

- Se hace explícito que no se puede someter el plan de ordenamiento ante el Consejo Municipal sin que se hayan agotado los trámites ante las instancias de concertación y consulta.
- Transcurridos 60 días hábiles desde la presentación del primer proyecto de POT sin que el concejo municipal o distrital adopte decisión alguna, el alcalde podrá adoptarlo mediante decreto.

SUBSECCIÓN 3. REGLAS PARA LA REVISIÓN Y MODIFICACIÓN DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Se indica los documentos a presentar por tipos de revisión

- Revisión general
- Revisión por vencimiento de las vigencias a corto y mediano plazo.

Se indica que la modificación excepcional de normas urbanísticas debe sustentarse en estudios técnicos.

En la modificación excepcional de norma urbanística no se pueden modificar los objetivos y estrategias a largo y mediano plazo, ni ampliar los términos de las vigencias.

Señala que luego de 90 días calendario desde la presentación de la revisión del POT sin decisión del consejo, el alcalde podrá adoptarlo mediante decreto.

Deberá divulgar los documentos del POT adoptado, a través de la página web institucional del municipio.

SUBSECCIÓN 5. ARMONIZACIÓN DE USOS DEL SUELO EN LOS POT Y EL DESARROLLO DE PROYECYOS , OBRAS O ACTIVIDADES DE UTILIDAD PÚBLICA Y DE INTERÉS SOCIAL

Universidad Industrial de Santander

- Requisito previo para los proyectos, obras o actividades de utilidad pública.
- Oponibilidad de los POT
- Información de los proyectos, obras o actividades de utilidad pública.

ARTÍCULO 3

- Se adiciona al artículo 2.2.4.1.2.2 de la sección 2 del capítulo 1 de Titulo 4 de la parte 2 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 del sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

ARTÍCULO 4: VIGENCIA Y DEROGATORIAS

- El presente decreto rige a partir de la fecha de su publicación, adiciona y modifican los artículos. 14-sep-2020

REFERENCIAS

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020. Decreto 1232 de 2020. Tomado de: https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2020/09/DECRETO-1232-DEL-14-DE-SEPTIEMBRE-DE-2020.pdf
- Minvivienda, 2020. Decreto POT, Dirección de Espacio Urbano y Territorio. Tomado de: https://www.minvivienda.gov.co/publicacion/abece-decreto-1232-de-2020
- Revista Semana, 2021. Cumpleaños de Bogotá. Tomado de: https://www.semana.com/nacion/articulo/cumpleanos-de-bogota-asi-celebrara-la-capital-su-aniversario-numero-483/202110/

Corporación Autónoma Regional de Santander CAS

Universidad Industrial de Santander

Determinantes ambientales para la elaboración, ajuste, revisión y/o modificación de los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial de la CAS.

Expositores:

Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547

Ana Maria Quintero - 2172561

Escuela de Geología

Electiva Campo 3 - 23117

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

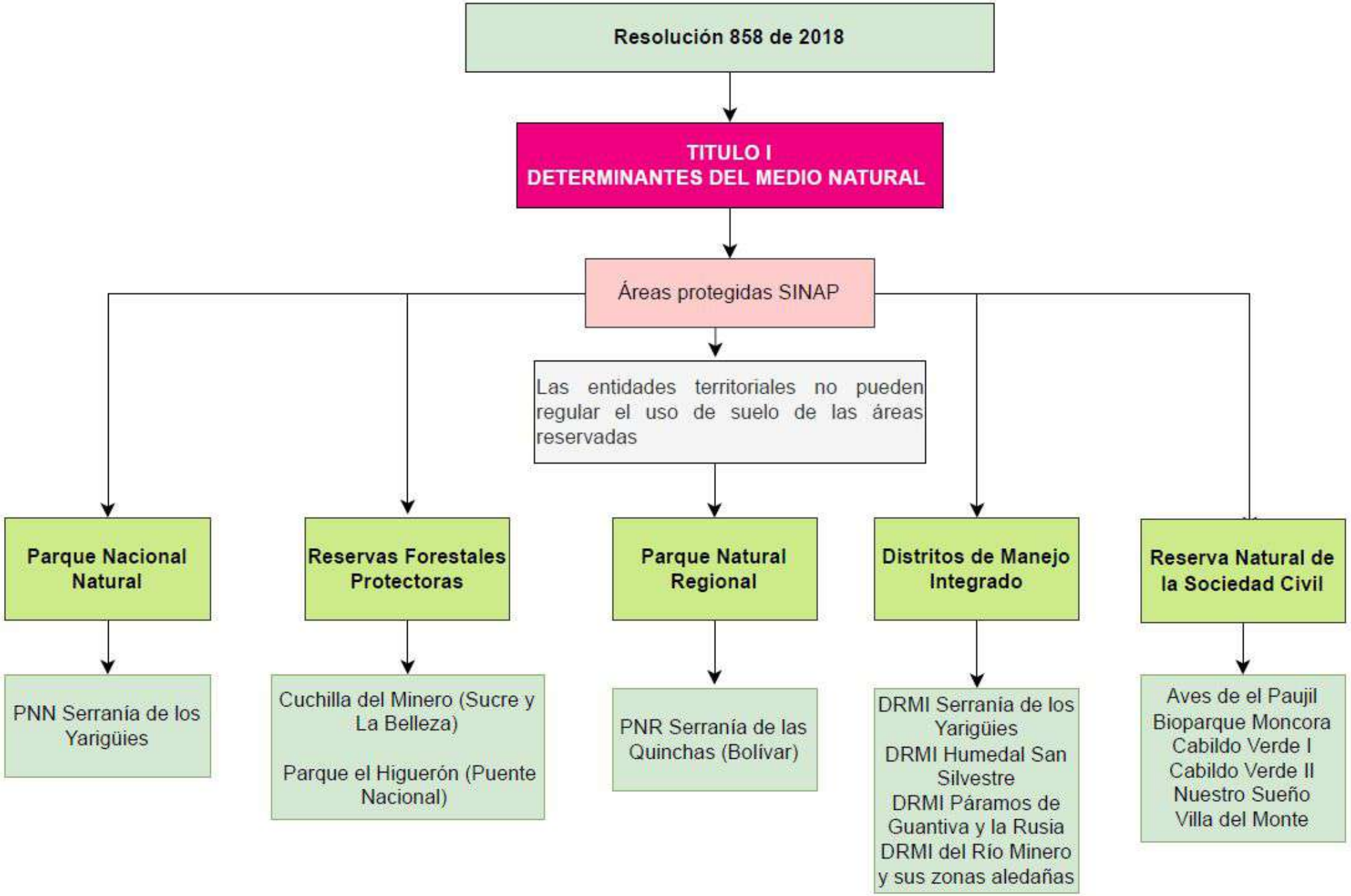
Resolución N° 000858 de 2018

" Por la cual se expiden las **determinantes ambientales** y se deroga la resolución N°1432 de 2010"

¿Qué son las Determinantes Ambientales en la CAS?

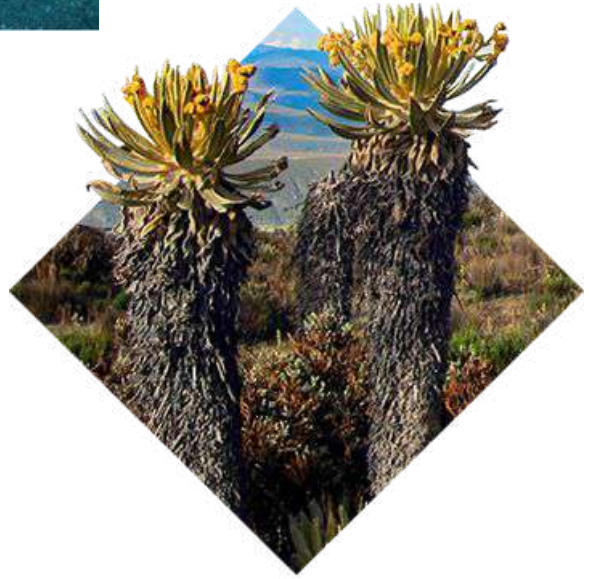
Directrices, normas, regulaciones, condiciones y/o restricciones definidas para garantizar la sostenibilidad ambiental de los procesos de ordenamiento territorial en el área de jurisdicción de la CAS

Fuente: CAS, 2021



Universidad Industrial de Santander

Ecosistema la investigació



ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

ART 15
Páramos

ART 16
Nacimientos de agua

ART 17
Zona de recarga de acuíferos

ART 18
Áreas forestales protectoras

ART 19
Complejo de humedales

ART 20
Formaciones xerofíticas y sub xerofíticas

ART 21
Rondas hídricas

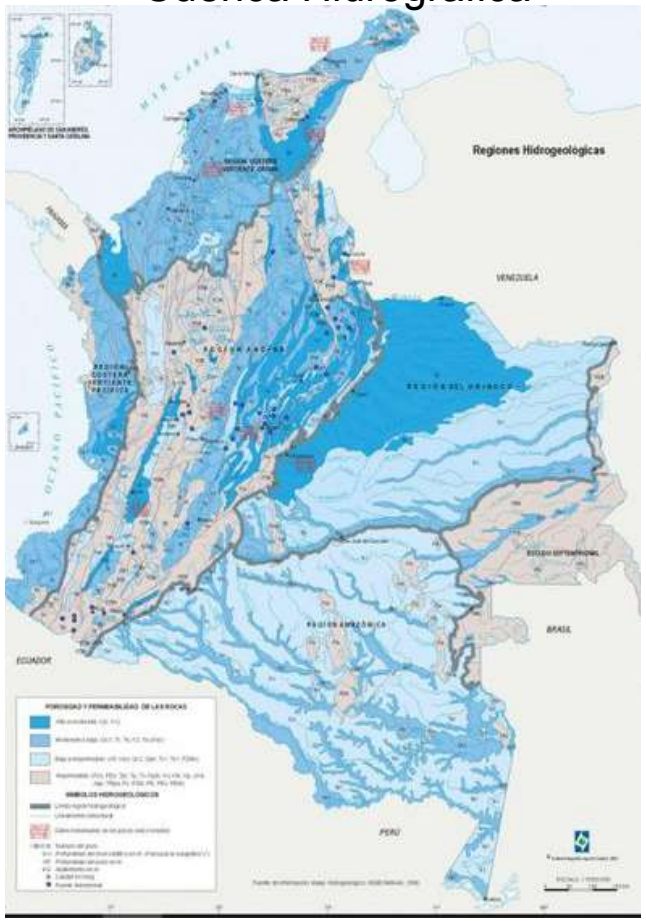
ART. 22

Plan de ordenación forestal

Corpochivor (2014)

ART. 23

Plan de ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica



IGAC (2002)

ART. 24

Estructura ecológica principal

DETERMINANTES DEL MEDIO TRANSFORMADO Y LA GESTIÓN AMBIENTAL

ART. 25
Reducir los niveles de afectación sobre los recursos naturales
Mejorar la calidad de vida de la población

ART.26
Lineamientos para la localización de equipamientos

ART.27
Instalaciones para la provisión del servicio público de aseo:

- Estación de clasificación y aprovechamiento
- Estaciones de transferencia
- Relleno sanitario
- Disposición final de residuos mediante sistemas de incineración
- Celda de seguridad
- Infraestructura para el manejo de residuos peligrosos

ART.28
Infraestructura para el tratamiento de aguas residuales

ART.29
Distancia minima con relación a otra infraestructura

ART.30
Infraestructura para la potabilización de aguas

Universidad Industrial de Santander

DETERMINANTES DEL MEDIO TRANSFORMADO Y LA GESTIÓN AMBIENTAL

ART. 32
Plantas de beneficio animal

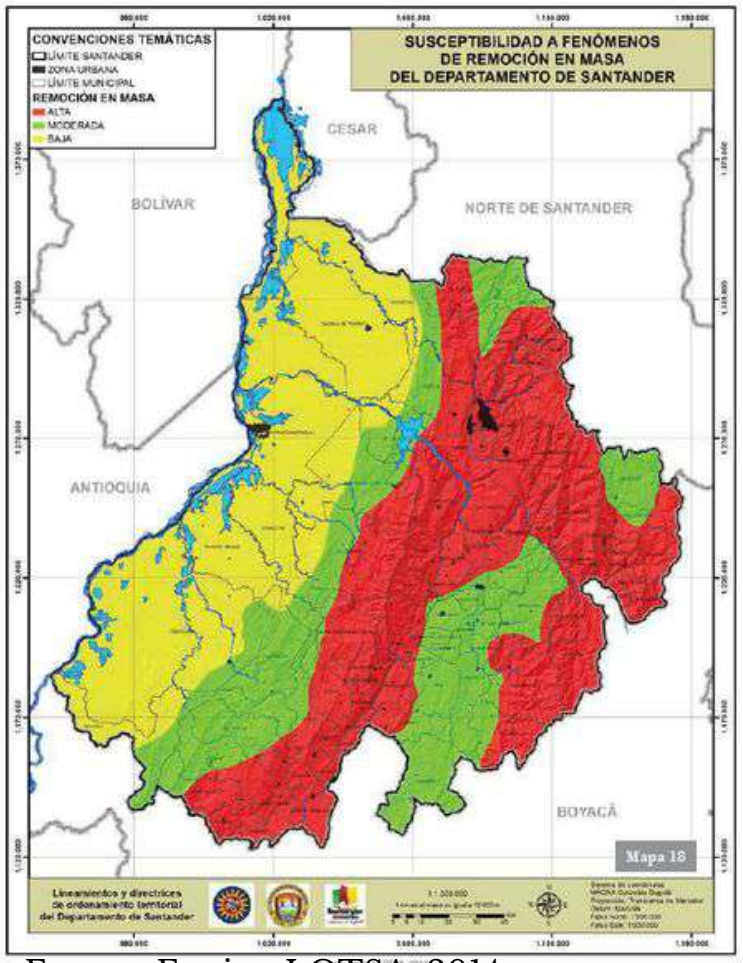
ART. 31
Infraestructura del sistema generador y distribuidor de energía

ART. 33
Aeródromos
Aeropuertos

ART. 35
Gestión ambiental urbana

ART. 34
Cementerio

ART. 37
Incorporación de la gestión del riesgo de desastres en el Ordenamiento Territorial



Fuente: Equipo LOTSA, 2014

La delimitación y zonificación de las áreas de amenza.

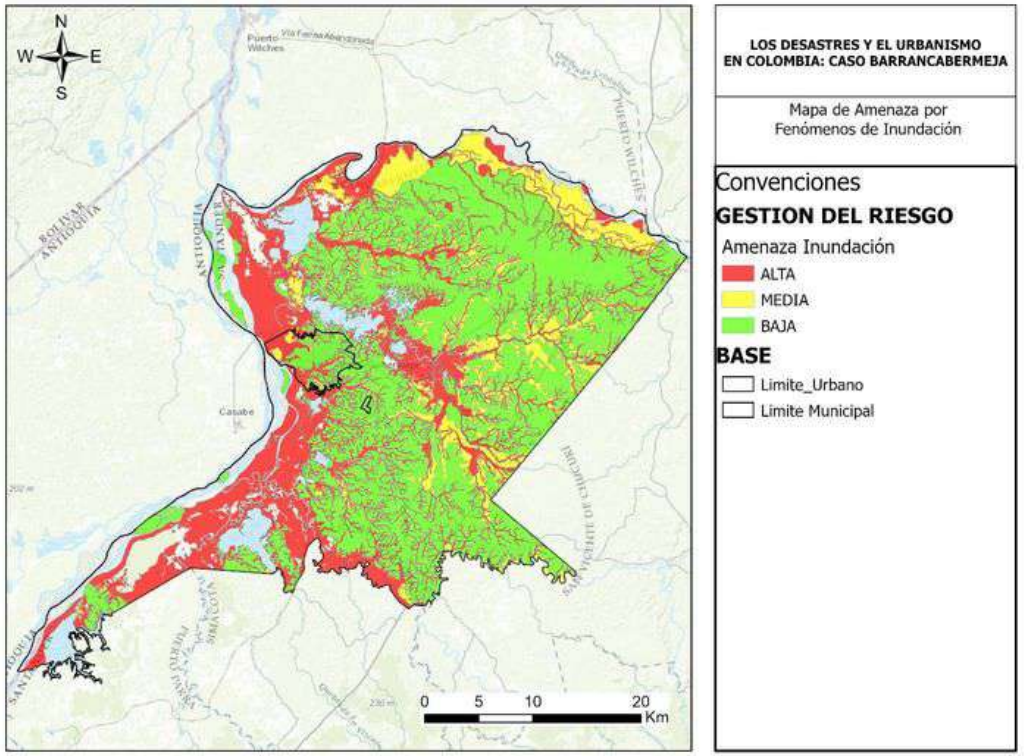
La determinación de las medidas de intervención, mediante la determinación de normas urbanísticas

ART. 36
Desarrollo seguro y sostenible

ART. 38
Requisito mínimo

DIRECTRICES PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO Y GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

TIPO DE ESTUDIO	CLASE DE SUELO	ESCALA
Estudio Básico	Urbano	1:5.000
	Expansión Urbana	1:5.000
	Rural	1:25.000
Estudio Detallado	Urbano	1:2.000
	Expansión Urbana	1:2.000
	Rural Suburbano	1:5.000



Fuente: POMCAs, 2019

ART. 39

Escalas de trabajo

DIRECTRICES PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO Y GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ACTUALIZACIÓN POMCA RÍO ALTO CHICAMOCHA

Universidad Industrial de Santander

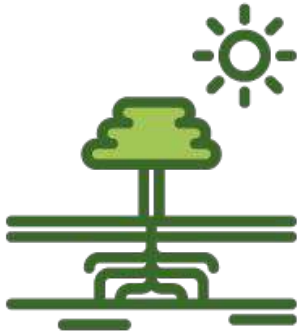
ART. 40
Revisión. análisis de amenazas para los fenómenos de inundación, AT, incendios forestales y MM

ART. 41
Estudios básicos y/o detallados serán elaborados y firmados por profesionales idóneos en las materias

ART. 42
Incorporación de la Gestión del Cambio Climático

DIRECTRICES PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO Y GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Suelo de protección

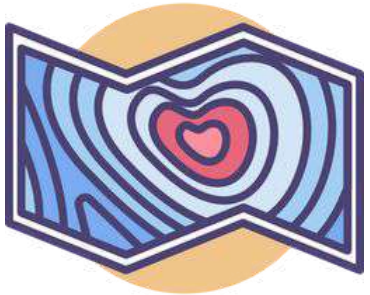


Suelo urbano y de Expansión urbana

Autoabastecimiento de servicios públicos domiciliarios

DETERMINANTES RELACIONADAS CON DENSIDADES DE OCUPACIÓN EN SUELO RURAL

Condiciones topográficas



Cualidad legal imperativa

Condiciones agrológicas

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para la investigación y la innovación

ART 44.

Densidades máximas para el desarrollo de vivienda en suelo rural suburbano

ART 45.

Área a desarrollar

ART 46.

Densidad máximas para el desarrollo en vivienda en suelo rural rural

ART 47.

Extensión máxima de los corredores viales respecto al perímetro urbano

ART. 48, ART. 49 y ART. 50

BIBLIOGRAFÍA

- https://geoportal.igac.gov.co/sites/geoportal.igac.gov.co/files/geoportal/regiones_hidrogeologicas.jpg
- https://www.corpochivor.gov.co/2014/01/10/plan-general-de-ordenacion-forestal-pgof-de-la-jurisdiccion-de-corpochivor/
- https://proyectohomo.blogspot.com/2016/10/autosuficiencia-y-autoabastecimiento.html

- La Resolución 000858 de 2018 [Corporación Autonoma Regional de Santander]. Por la cual se expiden las determinantes ambientales y se deroga la resolución N°1432 de 2010. 30 de octubre de 2018.
- Corporación Autónoma Regional de Santander. (2020). Día mundial del Habitat. https://cas.gov.co/index.php/lacas/memoria-historica-institucional-y-ambiental-v1/1051-dia-mundial-del-habitat.html
- Bayona, G. (s.f). Los desastres y el urbanismo en Colombia: Caso Barrancabermeja. Servicios de ánalisis geológicos especiales (SAGGES). https://www.sagges.com/los-desastres-y-el-urbanismo-en-colombia-caso-barrancabermeja/
- USTA-Gobernación de Santander. (2014). Lineamientos y Directrices de Ordenamiento Territorial del Departamento de Santander. Mapa de susceptibilidad a fenomenos de remoción en masa del departamento de Santander, pg 120.

DETERMINANTES AMBIENTALES PARA LA ELABORACIÓN, AJUSTE, REVISIÓN Y/O MODIFICACIÓN DE LOS PLANES BÁSICOS Y ESQUEMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CDMB

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

PRESENTADO POR :

Yessid Fernando Zabala Garces

María Valentina Rodríguez

74 años 1948-2022

DETERMINANTES AMBIENTALES CDMB

Son terminos fijados y de jerarquia superior.

CDMB
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
unidos por el ambiente

SINA
SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL

ESTRUCTURAS DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES

MEDIO NATURAL

Áreas de especial importancia ecosistemática

SINAP

OTROS

Ecosistemas estratégicos

PORH

POMCAS

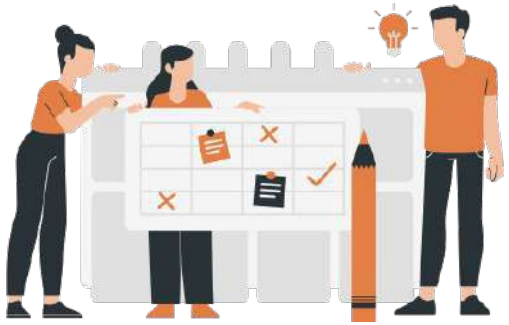
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

1.SINAP

ÁREAS PROTEGIDAS PÚBLICAS

ÁREAS PROTEGIDAS PRIVADAS

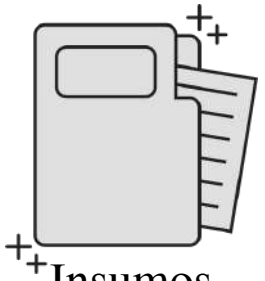
Acto declaratorio



Inclusiones y modificaciones

Plan manejo ambiental

Zonificación y usos



Insumos

Función amortiguadora

1.1 SINAP -Descripción de las áreas protegidas

ÁREAS PROTEGIDAS PÚBLICAS:

A.Parques Nacionales Naturales : No registradas

B.Reservas forestales: No registradas

C.Parques Naurales regionales : Parque natural regional Bosques Andinos Húmedos El Rasgón ; Parque natural regional del Páramo de Snturbán; Parque Natural Regional Bosques de Misiguay

D.Distritos Nacionales de Manejo Integrado :

DRMI : Bucaramanga; El Pantano; Complejo Ciénagas Papayal

E.Distritos de conservación de suelos : No registrados

F.Áreas de recreación: No registradas

ÁREAS PROTEGIDAS PRIVADAS

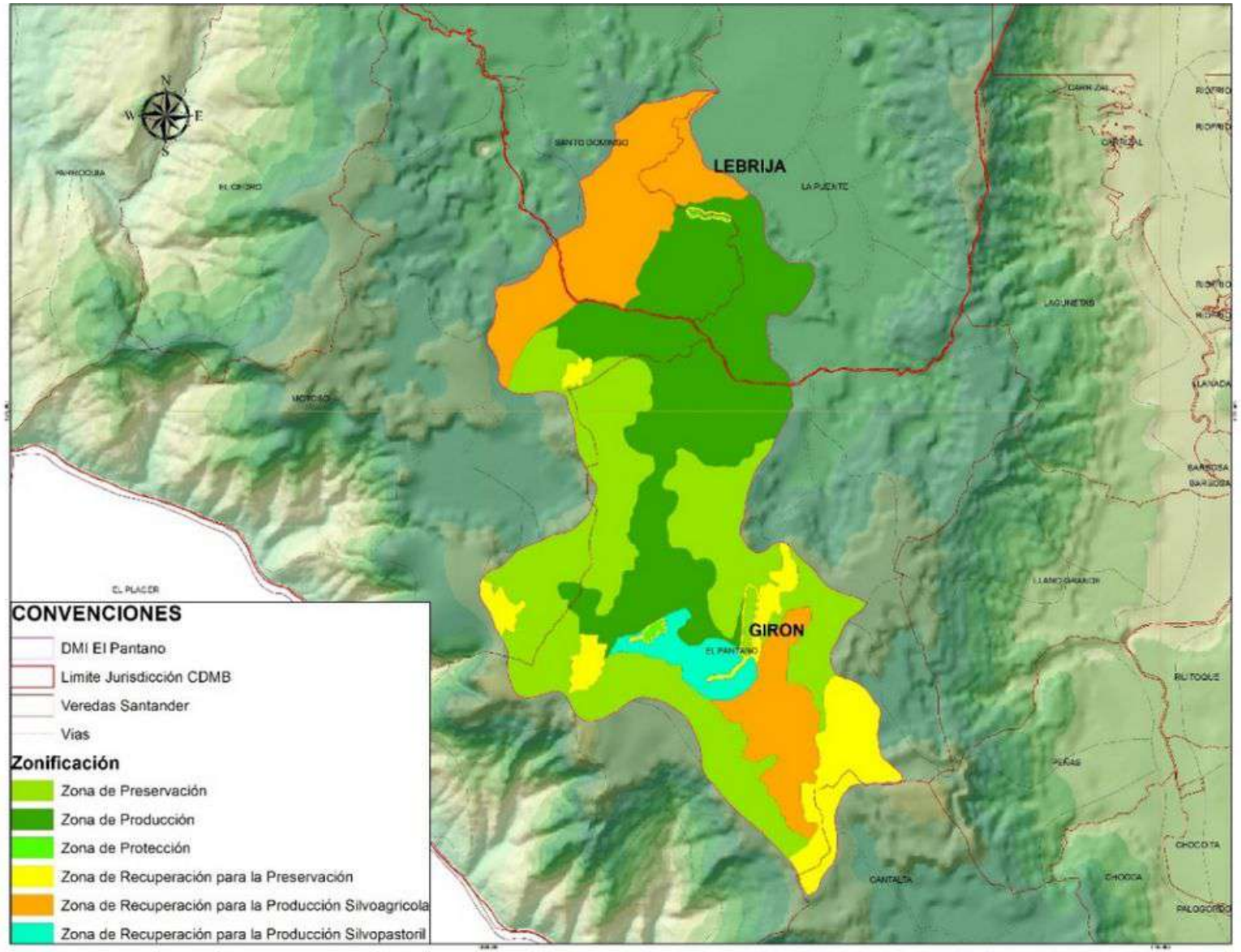
Reservas Naturales de la Sociedad

Parque natural regional Bosques Andinos Húmedos , El Rasgón, CDMB

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

EL PANTANO
ÁREAS PROTEGIDAS
PÚBLICAS



MUNICIPIO	ZONIFICACION											
	PRESERVACION		PRODUCCION		PROTECCION		RECUPERACION PARA A PRESERVACION		RECUPERACION PARA A PRODUCCION SILVOAGRICOLA		RECUPERACION PARA A PRODUCCION SILVOPASTORIL	
	HA	%	HA	%	HA	%	HA	%	HA	%	HA	%
GIRON	1258,21	65,78	696,66	1,46	4,32	0,01	343,14	0,72	359,03	0,76	114,50	0,24
LEBRIJA	0	0	426,10	0,77	3,86	0,01	4,60	0,01	425,18	0,77	0	0

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

CDMB,2019

1.2 SINAP -Implicaciones a nivel de ordenamiento territorial

1.Ordenamiento de suelo rural : Clasificación como áreas para la conservación y protección del medio ambiente dentro de los suelos de protección (Art. 4 numeral 1 Decreto 3600 de 2007).

2.Identificación , como parte de la estructura ecológica principal (Art 4. Decreto 3600 de 2007).

3.Componente Urbano : Normas urbanísticas (Art 15 . Ley 388 de 1997)

4.Zonificación y reglamentación para el uso de suelos (Art. 10 Ley 388 de 1997).

5. Estrategias y participación

6.Acciones (Art. 10 Ley 388 de 1997).

2. Ecosistemas estratégicos

Áreas que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible).

- **Humedales RAMSAR**
- **Páramos**

Minambiente

2.1 Descripción de los ecosistemas estratégicos

- Humedales RAMSAR

- Páramos : Páramo de Santurbán

Páramo de Santurbánn, Universidad Externado,2017.

2.2 Ecosistemas estratégicos -Implicaciones a nivel de ordenamiento territorial

1.Páramos y humedales clasificados como áreas para conservación y protección del medio ambiente (Art. 4 numeral 1 Decreto 3600 de 2007 y Art. 35 de la Ley 388 de 1997).

2.Identificación por parte de los municipios : Los habitantes deben informarse e identificas estos dos ecosistemas como estructura ecológica principal (Art 4. Decreto 3600 de 2007).

3.Normas Urbanísticas definidas (Art 15 . Ley 388 de 1997)

4.Los páramos deben considerarse determinante ambiental (Art. 9 Pár. 1° Ley 1930 de 2018).

5.Los instrumentos de ordenamiento territorial deben tener en cuenta la ley 1930 de 2018. (Art 9).

6.Los humedales , su gestión y manejo serán dirigidos por por la convención Rasmar , la Política Nacional para humedales interiores de Colombia el parágrafo del artículo 172 de la

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación e innovación

3.Áreas de importancia eco sistemática

Nacimientos de agua

Zonas de recarga de acuiferos

Rondas Hídricas

3.1 -Descripción Áreas de importancia eco sistemática

*Nacimientos de agua

Zona de recarga de acuíferos

-Valle Medio Magdalena

-Bucaramanga-Piedecuesta

-Mesa de los Santos

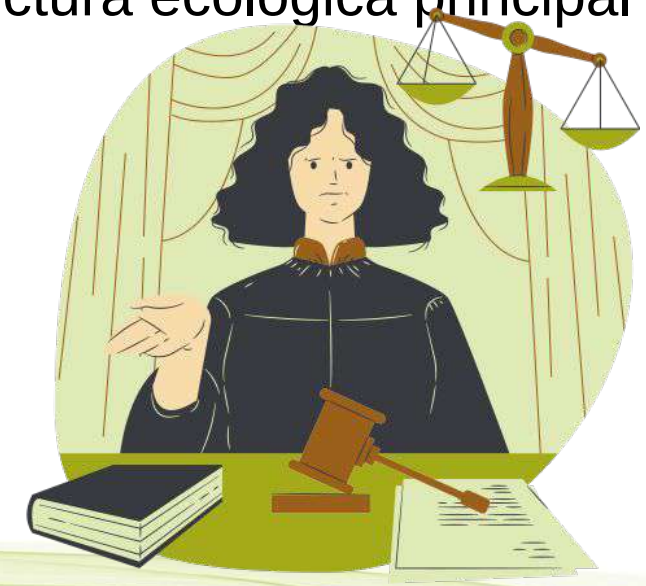
*Rondas hídricas

3.2 Áreas de especial importancia ecosistemática -Implicaciones a nivel de ordenamiento territorial

1. Su clasificación como área para conservación y protección del medio ambiente (Art. 4 numeral 1 Decreto 3600 de 2007).

2.Identificación por los habitantes como parte de la estructura ecológica principal (Art 4. Decreto 3600 de 2007).

3. Incorporación.



4.Otras áreas de conservación

1. Áreas de conservación y protección ambiental.

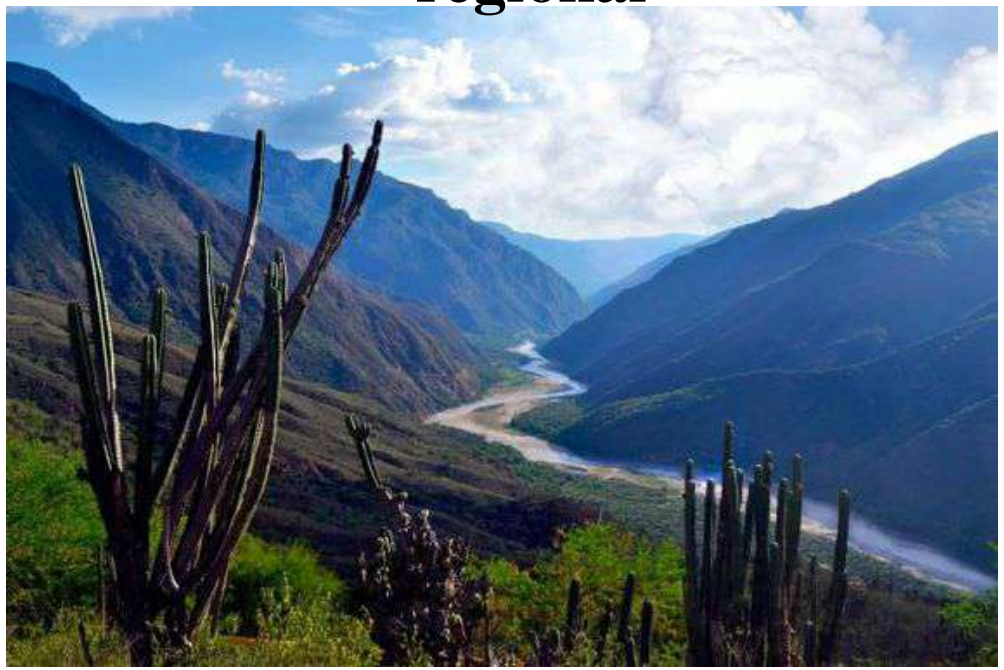
2. Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales.

3. Áreas e inmuebles considerados como patrimonio cultural

4. Áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios.

5. Áreas de amenaza y riesgo.

Áreas de reserva temporal regional



Cañón del chicamocha, Vanguardia.

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

4.Otras áreas de conservación -Implicaciones a nivel de ordenamiento territorial

1.Zonas de reserva forestal Ley 2ª de 1959 y las áreas temporales no son suelos de protección.

2. Protección de suelos en áreas para producción agrícola , ganadera , inmuebles de patrimonio cultural y áreas de amenaza y riesgo (Art. 4 Decreto 3600 de 2007).

5.POMCAS

Cuencas Hidrográficas Jurisdicción CDMB

CUENCA	SUBCUENCA	CODIGO	MUNICIPIO
Cáchira Norte	-	2319-4	Rionegro
Lebrija Medio	-	2319-3	Rionegro y Lebrija
Cáchira Sur	-	2319-2	El Playón, Suratáy Rionegro
Alto Lebrija	Lebrija Alto Suratá Río Oro Rio negro Salamaga	2319-1	Suratá, Califronía, Vetas, Bucaramanga, Piedecuesta, Girón,Floridablanca.
Sogamoso	-	2405	Lebrija, Girón y Piedecuesta.
Medio y Bajo Chicamocha	Umpalá Manco.	2403-1	Piedecuesta
Chitagá	-	3701	Charta y Tona.

CDMB,2019

CDMB

Cuenca Río cáchira Sur

CATEGORIA	ZONA	AREA (Ha)	%
Conservación y Protección Ambiental	Áreas Protegidas	2301,88	3,37%
	Áreas de Protección	53601,81	78,56%
	Áreas de Restauración	4753,32	0,0697
Uso Múltiple	Áreas de Restauración	227,52	0,33%
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de Recursos Naturales	7284,18	0,1067
	Áreas Urbanas	52,49	0,08%

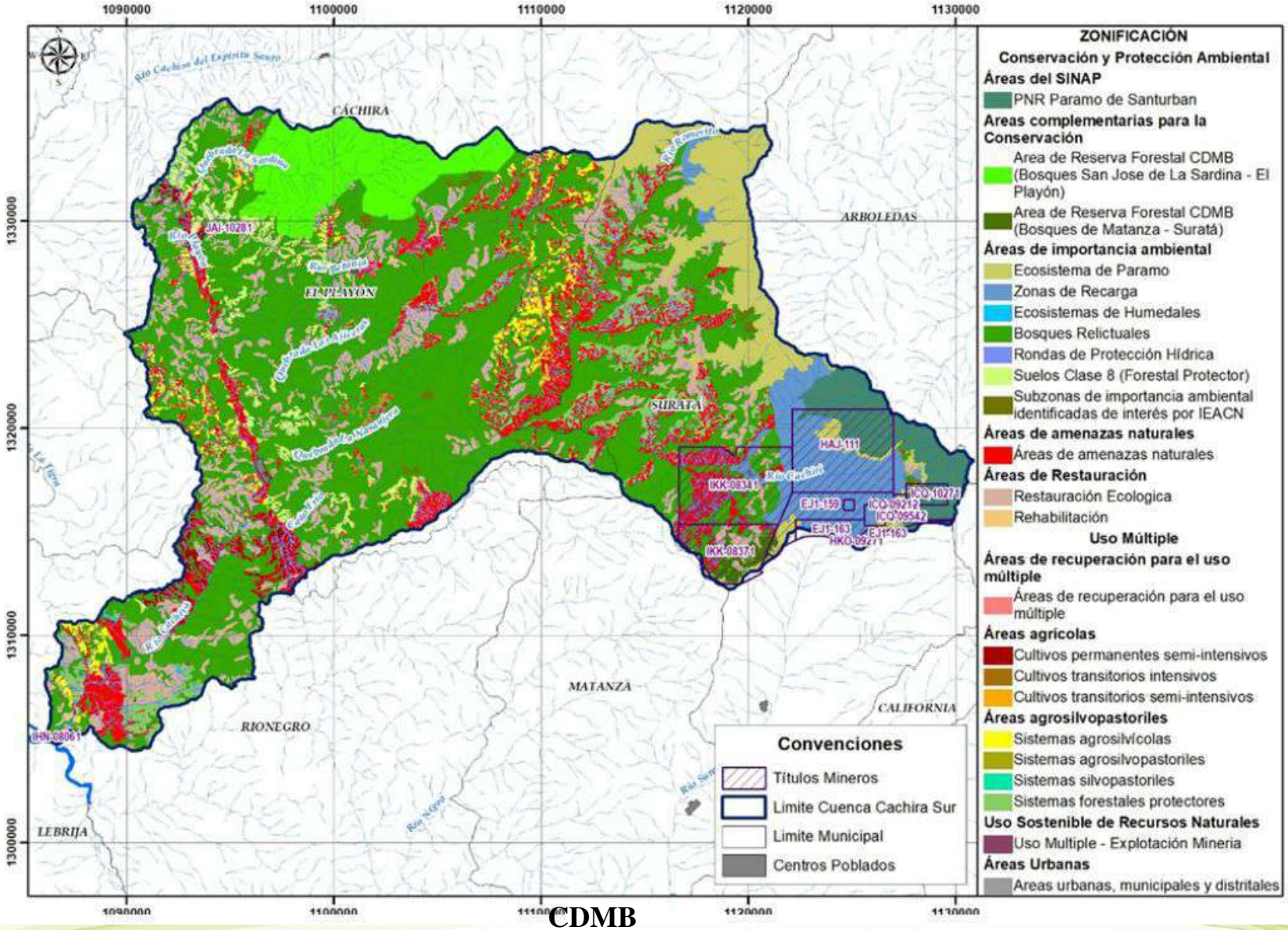
Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

5.POMCAS-Cuenca Río cáchira Sur

Áreas, distribución y representación de la determinante

CDMB,2019



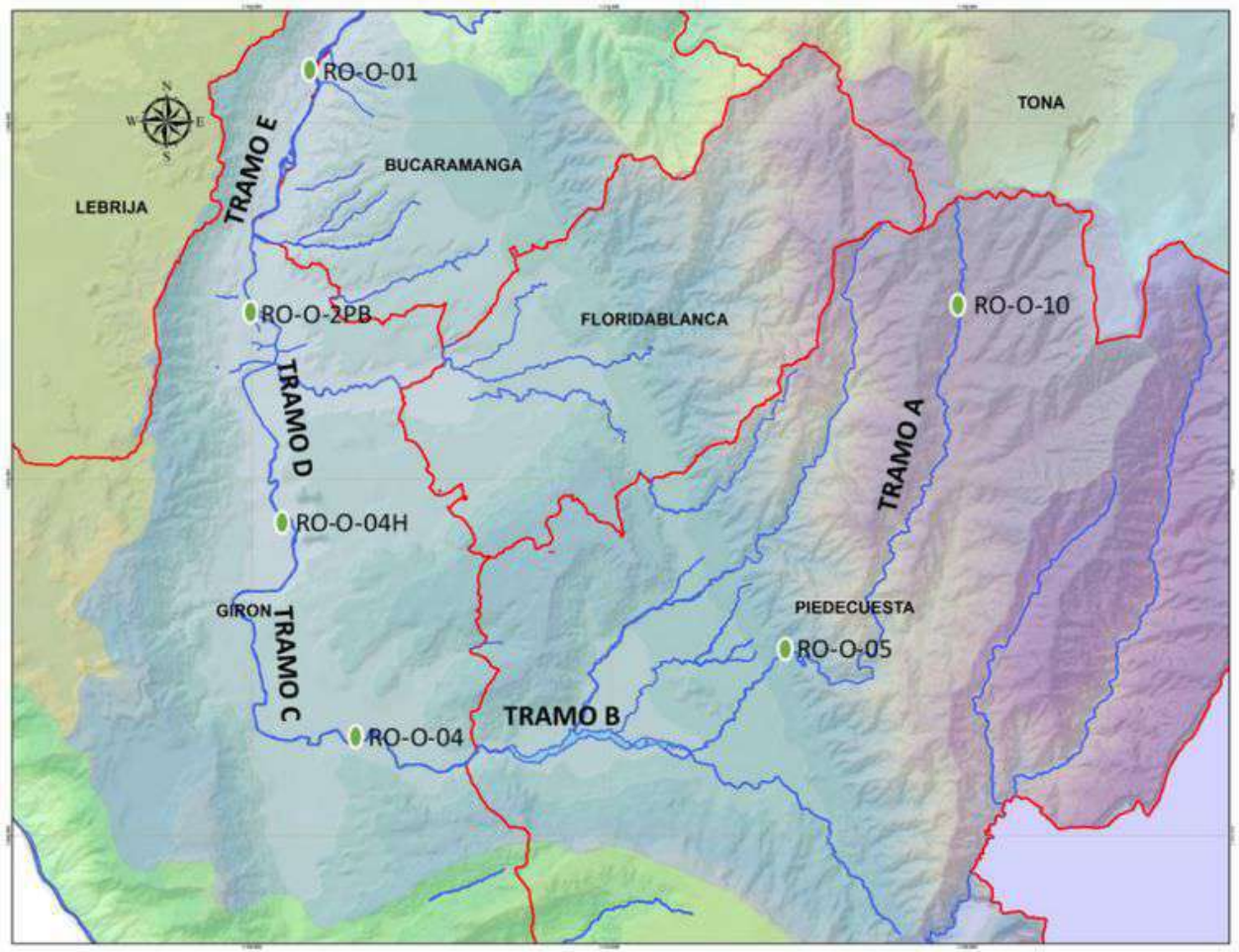
CDMB

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

6.PORH-CDMB

Áreas, distribución y representación de la determinante



Fuente: CDMB PORH Rio de Oro adaptado por el consultor.

CDMB,2019

6.1PORH -Implicaciones a nivel de ordenamiento territorial

1.Clasificación de Aguas

2.Destinación y uso priorizando el artículo 2.2.3.2.7.6 Decreto 1076 de 2015.

3.Objetivos de Calidad

4.Normas de preservación para la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies

5.Prohibición de actividades

6. Prohibición de descargas de aguas residuales

7.Programa de seguimiento al recurso hídrico

DETERMINANTES AMBIENTALES, RELACIONADAS CON EL MEDIO TRANFORMADO Y GESTION AMBIENTAL.

Busca reducir el impacto en los recursos naturales.

(a) concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales otorgadas.

(b) evaluación, control y seguimiento del uso del suelo, agua, aire y los bienes ecosistémicos.

(c) criterios de la autoridad ambiental para limites de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias.

d) prohibiciones o regulaciones para la disposición de vertimientos. Parámetros de calidad del agua por (PORH y el PSMV)

(e) Expedir directrices para prevenir vertimientos que causen contaminación en acuíferos.

(f) mapas base de degradación de suelos por erosión, zonas susceptibles por salinización, zonas susceptibles por desertificación y el de susceptibilidad general.

PROYECTOS CON LICENCIAS AMBIENTALES

Utilida publica e interés social

INCORPORACIONES DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES

1.incorporar proyectos con licencia ambiental-explotación.

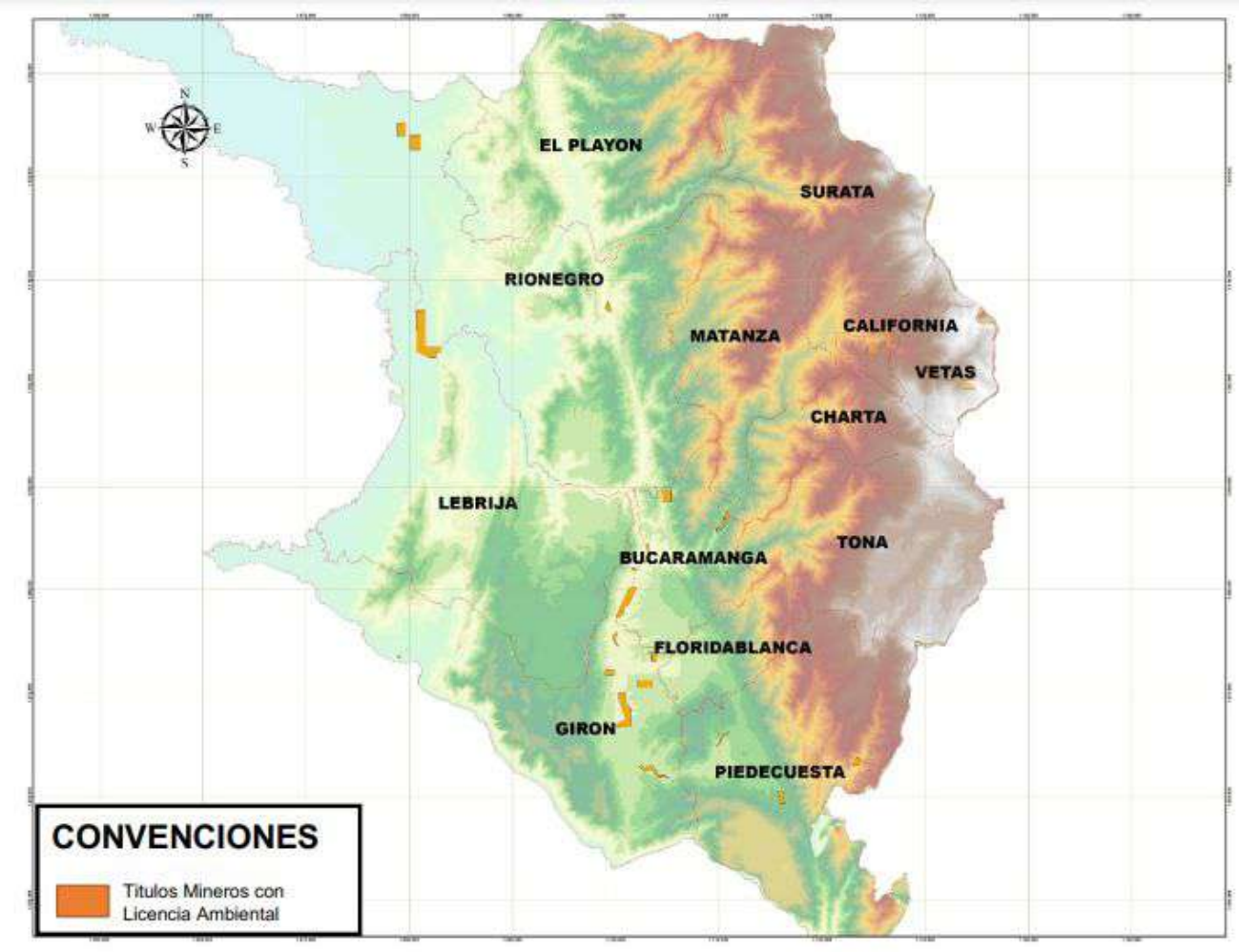
2.informar a la autoridad o municipio.

3.entregar información al municipio sobre tales actividades. (POT)

INSUMOS

***Copias de las Resoluciones**

***Cartografía de los proyectos mineros**



CDMB, 2019

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

OBJETIVOS DE CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA

los muncipios son importantes .

INCORPORACION DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Aprovechamiento del recurso hidrico.

TRAMOS	MUNICIPIO
Tramo A	Piedecuesta
Tramo B	Piedecuesta – Girón
Tramo C	Girón
Tramo D	Girón
Tramo E	Girón – Bucaramanga

CDMB 2019

Tramo	Usos Actuales	Usos potenciales o Uso deseado preponderante
Tramo A, Nacimiento (RO-10) - RO-0	Consumo humano y doméstico, Acuicultura y agricultura (Riego) Recreativo (Contacto primario)	Consumo humano y doméstico
TRAMO B, RO-05 / RO-04	Recreativo (Contacto primario)	Agricultura
TRAMO C, RO-04 / RO-4H	Agricultura (Riego), Extracción de	Agricultura
TRAMO D, RO-4H / RO-	Agricultura (Riego), Extracción de	Agricultura
TRAMO E, RO-2PB / RO-	Extracción de Arena, Uso estético.	Agricultura

CDMB 2019

CUADRO DE OBJETIVOS DE CALIDAD

Universidad Industrial de Santander

TRAMO	MUNICIPIO	PUNTOS	Usos Proyectados	DBO5 (mg/L)	Solidos Suspendidos (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Nitritos (ugN/L)	Nitratos (V ugN/L)	Nitrogeno Total ≤ (ugN/L)	pH (Unidaded de pH)	Coliformes Fecales (NMP/100ml)	Coliformes Totales (NMP/100ml)
A	Pidecuesta	RO-10	Domestico	≤3.0	≤150	≥6.0	≤100	≤1000	≤1000	7 - 9	≤2000	≤20000
		RO-06										
		RO-05										
B	Piedecuesta – Girón	RO-05	Agricola (riego)	≤12		≥5.0	≤130	≤170	≤2000		≤1000	≤5000
		RO-2PA										
		RO-04										
C	Girón	RO-04										
		RO-4N										
		RO-4H										
D	Girón	RO-4H		≤20					≤5000			
		RO-4A										
		RO-2PB										
E	Girón - Bucaramanga	RO-2PB										
		RO-2A										
		RO-01										

INSUMOS

- **Acuerdo 1075 de 2006.**
- **Acuerdo 1368 de 2018**
- **Cartografia.**

CDMB 2019

PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS

Programas y proyectos de inversión

Formulacion de plan (reglamento RAS 2000) (POT,EOT,PBOT)

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DERIVADAS DE LOS PSMV.

1. El POT deberá contemplar la participación.

2., Se debe incluir la ubicación de infraestructura relacionada con el manejo y disposición final de vertimientos.

3. debe haber compatibilidad con los usos del suelo definidos por el modelo de ocupación territorial.

PSMV	ACTO DECLARATORIO
Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipio de Surata	Resolución 000891 del 8 de octubre de 2009 Por medio de la cual se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipio Suratá – Santander.
Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipio de Piedecuesta	Resolución 000983 del 14 de agosto de 2012 Por medio del cual se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del sector rural del municipio de Piedecuesta.
Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipio de El Playón	Resolución No 0001005 del 27 de octubre de 2009 Por medio del cual se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Municipio de El Playón – Santander.

CDMB 2019

CALIDAD DEL AIRE

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DERIVADAS DE LA CALIDAD DE AIRE

Áreas- Fuente deContaminación.

areas fuente zonas urbanas o rurales del territorio nacional

- Clase I - Áreas de contaminación alta.
- Clase II- Áreas de contaminación media.
- Clase III- Áreas de contaminación moderada.
- Clase IV- Áreas de contaminación marginal.

Distancias Amortiguantes.

DESCRIPCION DE LA CALIDAD DE AIRE EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB.

Áreas - fuente de contaminación.

NO CUENTA CON DECLARACION DE AREAS FUENTE DE CONTAMINACION ACTUALMENTE

Distancias Amortiguantes.

ANAEROBIO---1000m

AEROBIO----500m

2000m

MAPAS DE RUIDO

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DERIVADAS DE LOS MAPAS DE RUIDO

- plantear programas y proyectos preventivos, correctivos o de seguimiento en el plan de ordenamiento territorial.
- modelo de ocupación del territorio. (Artículo 9 de la Resolución 627 de 2006)

DESCRIPCION DE LOS MAPAS DE RUIDO EN EL AREA DE JURISDICCION.

No se cuentan con mapas de ruido en la jurisdicción de la CDMB. Una vez estos sean elaborados seran remitidos al municipio por parte de la autoridad ambiental, para su debida incorporacion como determinante ambiental.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS-PGRIS

En consonancia con: POT Y EOT. Decreto 2981 de 2013 (los municipios)

La información contenida en el PGIRS se tendrá como insumo para la revisión del Plan o esquema de Ordenamiento Territorial (Art. 8 Resolución 754 de 2014).

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DERIVADAS DE LOS PGIRS

ubicación de infraestructuras para la gestión integral de los residuos sólidos concertados en el PGIRS

DESCRIPCION DE LOS PGIRS EN EL AREA DE JURISDICCION CDMB.

CDMB 2019

MUNICIPIO	ESTADO
Bucaramanga	Seguimiento por parte de la CDMB
Floridablanca	Seguimiento por parte de la CDMB
Piedecuesta	Seguimiento por parte de la CDMB
Giron	Seguimiento por parte de la CDMB
Lebrija	Seguimiento por parte de la CDMB
Rionegro	Seguimiento por parte de la CDMB
El Playon	Seguimiento por parte de la CDMB
Matanza	Seguimiento por parte de la CDMB
Surata	Seguimiento por parte de la CDMB
Tona	Seguimiento por parte de la CDMB
Charta	Seguimiento por parte de la CDMB
California	Seguimiento por parte de la CDMB
Vetas	Seguimiento por parte de la CDMB

AREAS FORESTALES PRODUCTORAS DEL POF.

. Las Corporaciones, planificaran la ordenación y manejo de los bosques.

-Es un area forestal productora.

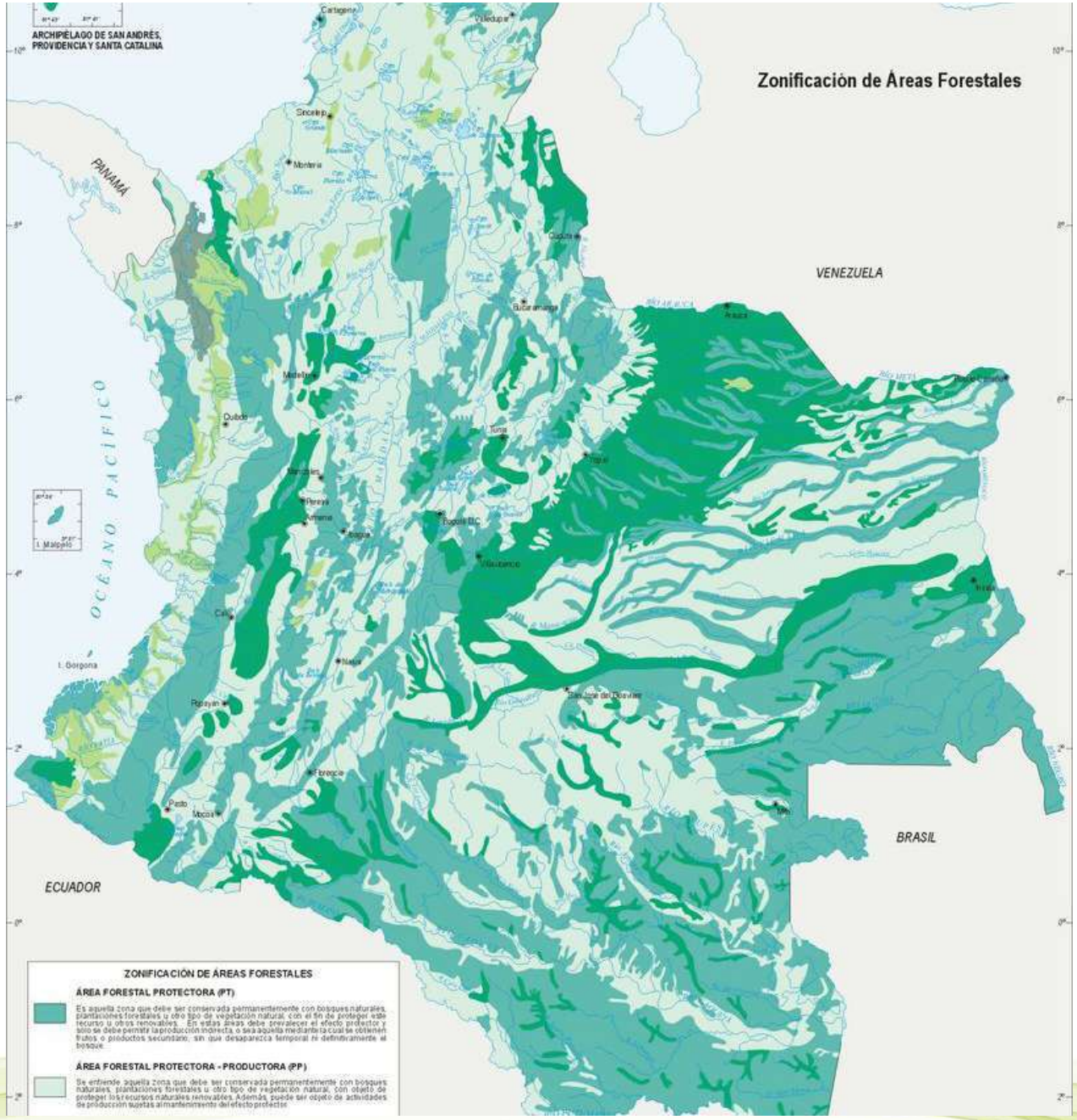
-Bosque natural.

area forestal (PT).

area forestala (PP).

area forestal (PD).

area forestal de uso multiple



IGAC 2002

Universidad Industrial de Santander
la investigación y la innovación

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DERIVADAS DE ÁREAS FORESTALES PRODUCTORAS POF.

1. Se debe considerar como insumo. (POF)

2.Mientras las Corporaciones declaran las áreas mencionadas y elaboran los planes de ordenación.

DESCRIPCION DE LAS ÁREAS FORESTALES PRODUCTORAS EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB.

La CDMB se encuentra en la formulación del Plan de Ordenación Forestal

DETERMINANTES RELACIONADAS CON LA GESTION DEL RIESGO

DIRECTRICES, NORMAS

Las CAR,

Insumos y recursos.

(ley1523 de 2012)

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DERIVADAS DE DIRECTRICES, NORMAS

Acoger como insumos los estudios hechos anteriormente.

Amenaza y riesgo.

(1007 de 2015)

ESTUDIOS TECNICOS
PARA LA INCORPORACION DE LA GESTION DEL RIESGO.

Decreto 1077 de 2015.

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DERIVADAS DE ESTUDIOS TECNICOS PARA LA INCORPORACION DE LA GESTION DEL RIESGO.

Identificar e incorporar los determinantes establecidos en los estudios básicos

Decreto 1077 de 2015.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

DIRECTRICES, NORMAS Y/O REGLAMENTOS EXPEDIDOS POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL (CDMB).

La gestion del riesgo compone medidas para el conocimiento, reducción y recuperación ambiental de los territorios afectados.

(ley1523 de 2012)

NORMAS GEOTÉCNICAS

Resolución CDMB No 1294 de 2009 por medio de la cual se adopta el manual de normas geotécnicas

INCORPORACION DE LAS DETERMINANTES AMBIENTALES

Las zonas de amenaza alta identificada en los POMCA pueden constituirse en suelo de protección de los POT bajo la lógica de la ley 388 de 1997, en los términos del título III del Decreto 1807, compilado por el Decreto 1077 de 2015.

NORMAS GEOTÉCNICAS PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOTÉCNICOS E HIDROLÓGICOS EN EL ÁREA DE JUSRIDICCIÓN

Las normas aprobadas mediante Resolución 01294 de 2009.

Evitar o mitigar amenazas geotécnicas.

DETERMINANTES RELACIONADAS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

DIRECTRICES Y NORMAS

- PIGCCT
- PIGCCS

DETERMINANTES RELACIONADAS CON LAS DENSIDADES MÁXIMAS DE OCUPACIÓN, UMBRALES MÁXIMOS DE SUBURBANIZACIÓN Y EXTENSORES DE CORREDORES VIALES

1.Densidades máximas de ocupación

- Ordenamiento de corredores viales suburbanos
- Umbral máximo de suburbanización :

Criterios :

1. Suelos de protección
2. Suelo urbano y de expansión urbana
3. Condiciones agrícolas
4. Condiciones topográficas
5. Cualidad legal imperativa
6. Autoabastecimiento

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

BIBLIOGRAFÍA

- Derecho del Medio Ambiente. (2017, 23 noviembre). La fallida delimitación del Páramo de Santurbán. https://medioambiente.uexternado.edu.co/la-fallida-delimitacion-del-paramo-de-santurban/
- Determinantes ambientales para la CDMB ,2019.
- El Cañón del Chicamocha sería 'Patrimonio de la Humanidad'. (2019). www.vanguardia.com. https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/el-canon-del-chicamocha-seria-patrimonio-de-la-humanidad-FK927878
- Humedales RAMSAR. (2022, 14 enero). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/humedales-ramsar/

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:25.000

Presentado por:

Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576

Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS

CAMPO III

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

1.Generalidades

Análisis de la amenaza de MM

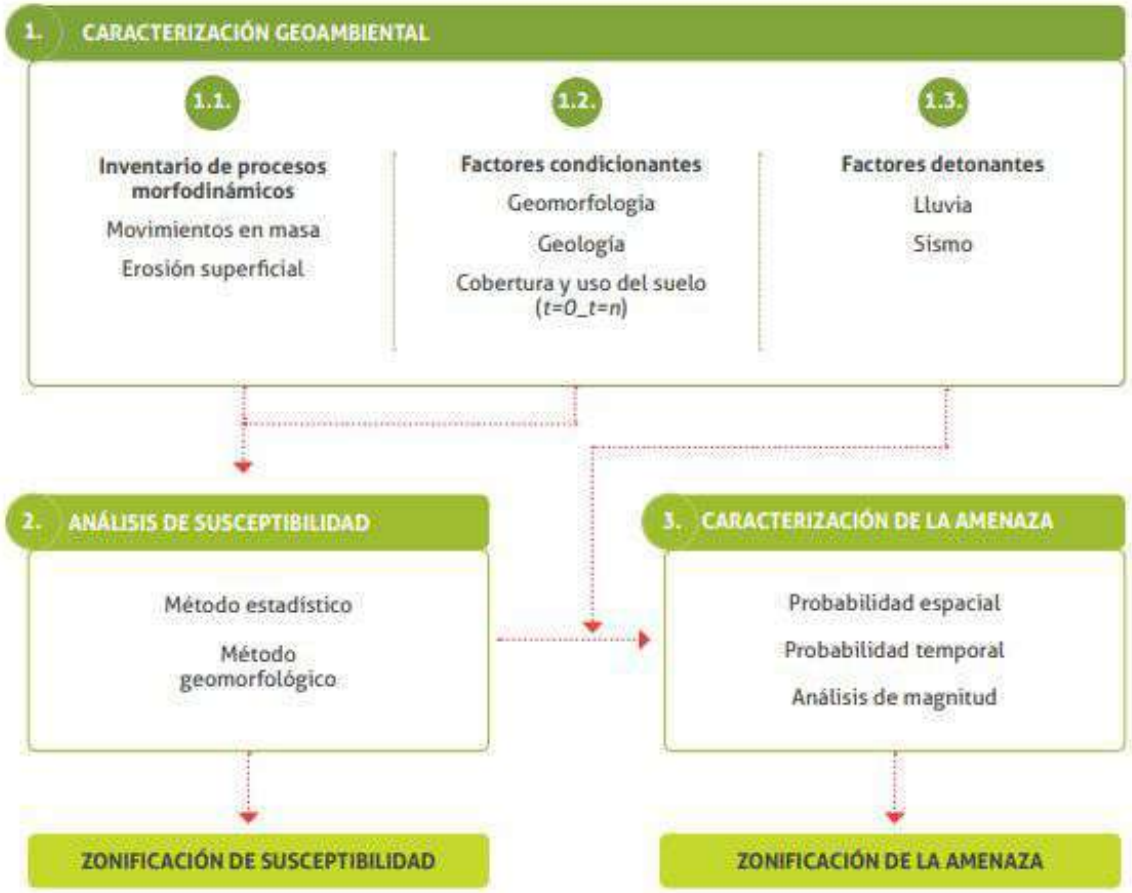


Figura 1. *Metodología para la zonificación de amenaza por movimientos en masa. Escala 1:25.000 .* Tomado de: SGC (2017).

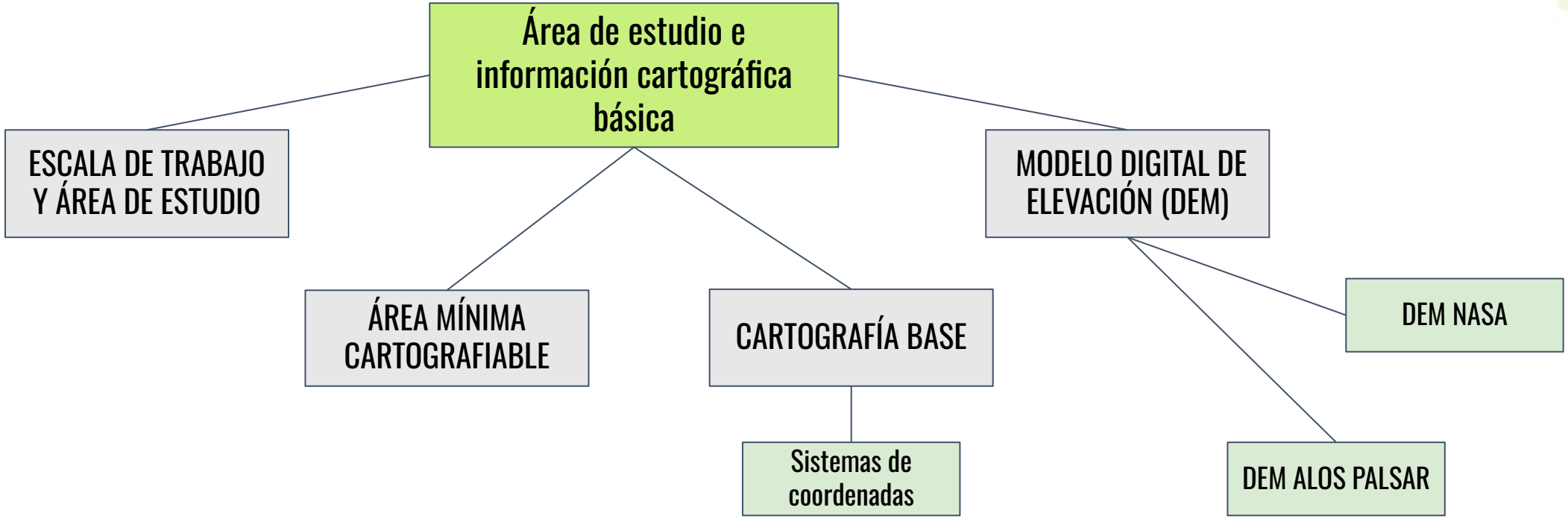
Definiciones

- Amenaza
- Avenida torrencial
- Erosion
- Frecuencia
- Intensidad de un movimiento en masa
- Periodo de retorno
- Magnitud de un movimiento en masa
- Movimiento en masa
- Probabilidad de excedencia (evento igual o mayor)
- Susceptibilidad a movimientos en masa (Medidas cualit, cuanti)
- Umbral
- Zonificación

Alcance

- Decreto 1807 de 2014, 1077 de 2015 y Ley 1523 de 2012
- 1:25.000 (POMCA y POT)

2.Área de estudio e información cartográfica básica



2.Área de estudio e información cartográfica básica

Escala de trabajo y área de estudio

CARACTERÍSTICAS	NIVELES DE ESTUDIO					
	NACIONAL	DEPARTAMENTAL	REGIONAL	SEMI DETALLADA	DETALLADA	DISEÑO
ESCALAS LÍMITES	< 1:500.000 y 1:250.000	1:250.000 y 1:100.000	1:100.000 y 1:25.000	1:25.000 y 1:10.000	1:10.000 y 1:1.000	> 1:1.000
	PEQUEÑA		MEDIA		GRANDE	
UNIDAD GEOGRÁFICA	• País	• Departamentos	• Cuencas hidrográficas, provincias y regiones	• Subcuencas	• Municipios	• Sitios puntuales
EXTENSIÓN GEOGRÁFICA	> 1.000.000 km²	25.000 km²	1.500 km²	300 km²	15 km²	< 1 km²
OBJETIVOS Alcances Aplicaciones	• Formulación de planes de desarrollo. • Política de prevención y atención de desastres • Información muy general, para la toma de decisiones de grandes proyectos en las etapas de planificación y de desarrollo		• Planes de ordenamiento territorial • Planes de manejo de cuencas. • Análisis de proyectos a nivel de prefactibilidad		Análisis de proyectos en etapas de factibilidad • Ordenamiento territorial • Planeamiento urbano. • Análisis de alternativas de proyectos viales • Localización procesos denudativos	• Estudios y soluciones a proyectos puntuales • Diseño y ejecución de obras civiles
Nivel de Investigación y/o de aplicación	• SGC • IDEAM	• GOBERNACIONES • PROVINCIAS • ANLA • CAR´s • INVIAS • Regiones	• CAR´s • Corporaciones Regionales de Desarrollo • Universidades e Instituciones de Investigación • INVIAS. • ANLA • Firmas Consultoras • Áreas Metropolitanas		• Áreas Metropolitanas • Municipios • Áreas Urbanas • Empresas Privadas • Firmas Consultoras	

Figura 2. *Niveles de estudios y escalas de trabajo.* Tomado de: SGC (2017).

2.Área de estudio e información cartográfica básica

Área mínima cartografiable

Un píxel de 4×4 mm Salitchev (1979)

Escala	Área mínima Cartografiable (m^2)
1:500	4
1:1.000	16
1:2.000	64
1:5.000	400
1:10.000	1.600
1:20.000	6.400
1:25.000	10.000
1:50.000	40.000
1:100.000	160.000
1:250.000	1.000.000
1:500.000	4.000.000
1:1.000.000	16.000.000
1:2.000.000	64.000.000
1:5.000.000	400.000.000

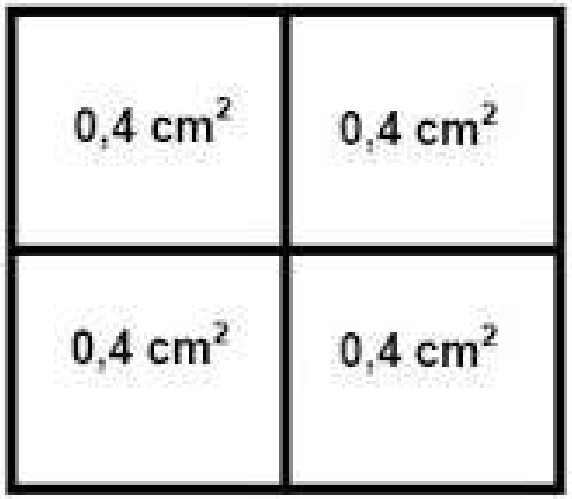


Figura 3.Área mínima cartografiable en un mapa. Tomado de: GisandBeers (2018).

2.Área de estudio e información cartográfica básica

Cartografía base

- IGAC

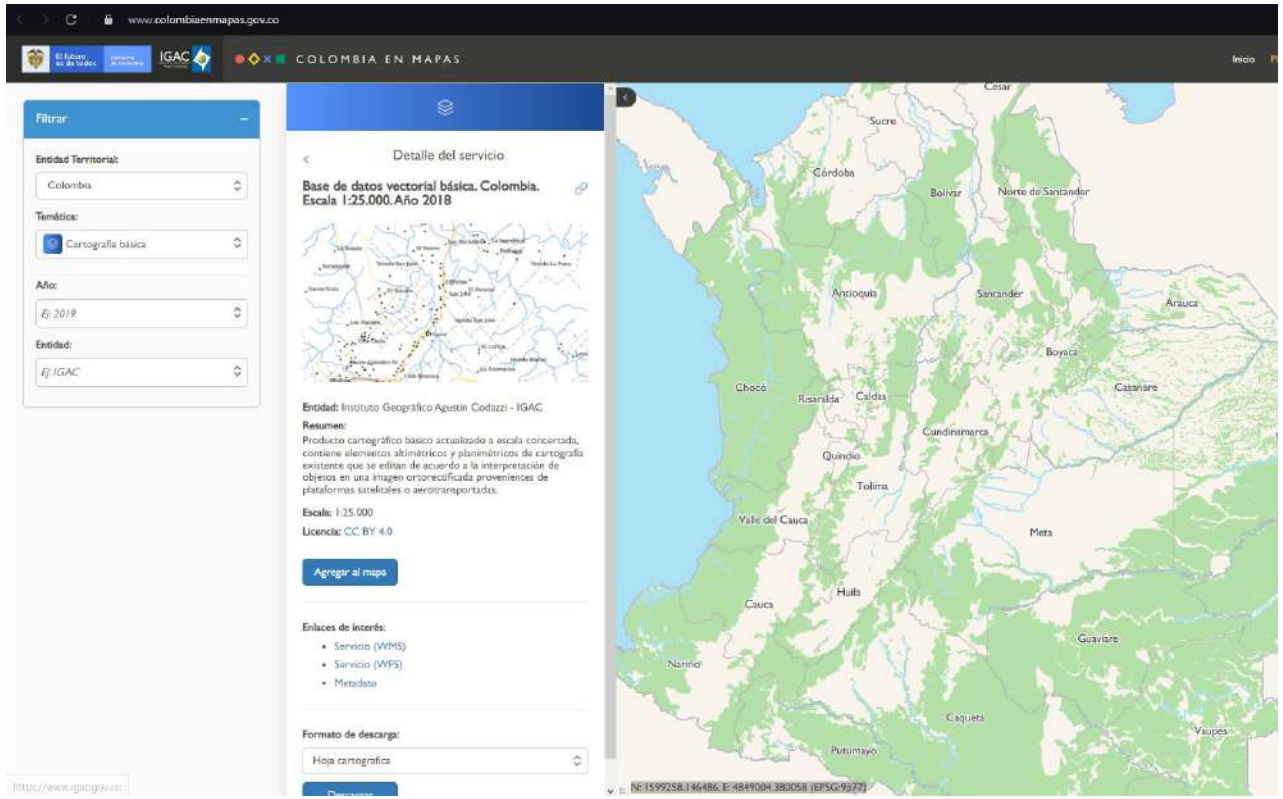


Figura 4. *Base de datos virtual IGAC .* Tomado de: IGAC (2022).

Sistema de coordenadas

Tipos de Coordenadas manejados en Colombia (IGAC, 2004)

Para colombia:

- Cartesianas tridimensionales
- Coordenadas geograficas
- Planas proyectadas

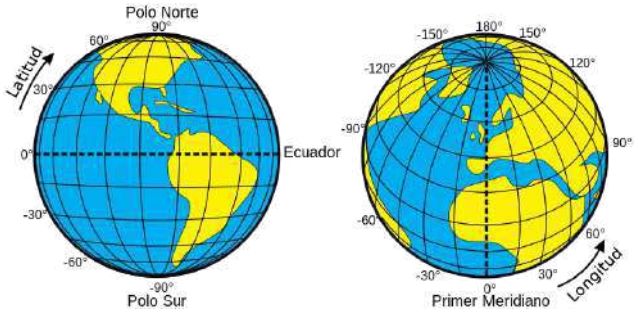


Figura 5. *Coordenadas geograficas.* Tomado de: stringfixer (2016).

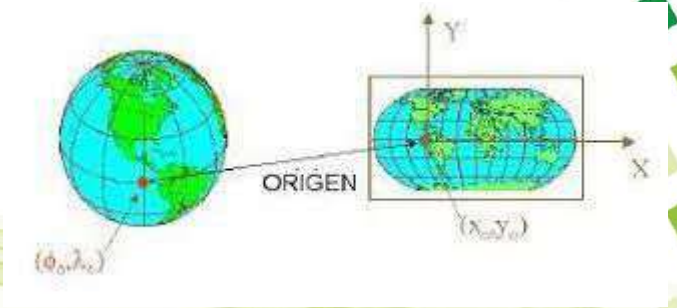


Figura 6. *Coordenadas planas.* Tomado de: Universidad santo Tomás (2018).

2.Área de estudio e información cartográfica básica

Modelo Digital de Elevación (DEM)

MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (DEM)

- DEM ALOS PALSAR (2006)
- DEM NASA (2000)

Figura 7. Modelo digital de elevación Alos Palsar . Tomado de: GisandBeers (2018).

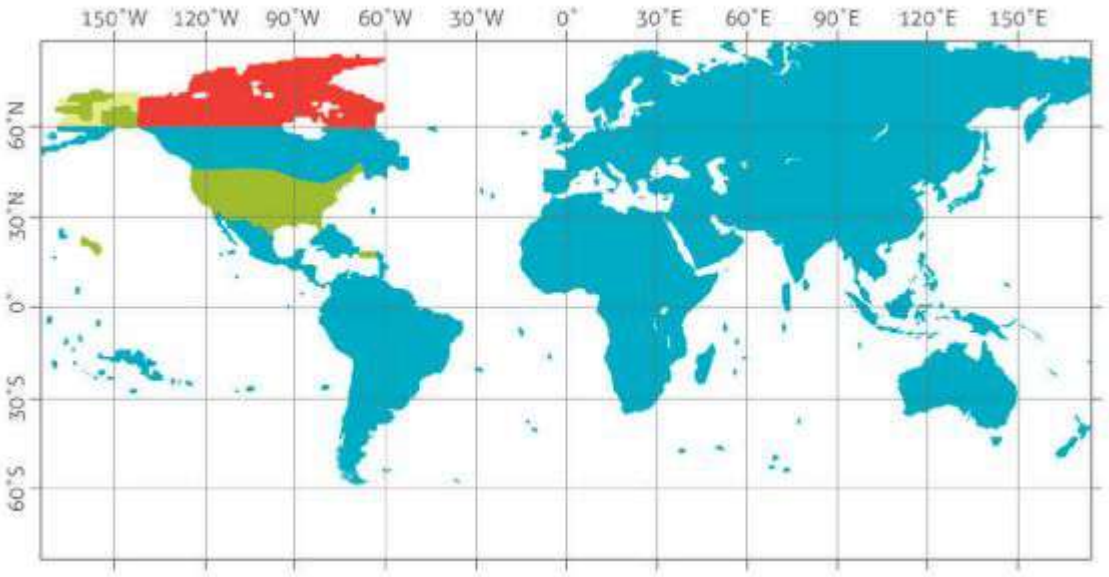


Figura 8.Cubrimiento geográfico del DEM Shuttle Radar Topography Mission. Tomado de: SGC(2017).

3.Caracterización geoambiental

1. Inventario de procesos morfodinámicos
2. Factores condicionantes
3. Factores detonantes

Objetivo
Zonificación a partir de inventario de procesos morfodinámicos.

Universidad Industrial de Santander

Factores causales de movimientos en masa

Según Cruden & Varnes (1996)

1. Condiciones geológicas
2. Condiciones geomorfológicas
3. Procesos físicos
4. Procesos antrópicos

Tabla 1. *Factores y temáticas para la caracterización geoambiental y zonificación de amenaza por movimientos en masa.* Modificado de: SGC (2017).

Factor/Temática	Capas y tipos de datos
Inventario de procesos morfodinámicos	Inventario de movimientos en masa y erosión, actividad de los movimientos en masa, y distribución
Geomorfología	Pendiente, curvatura y morfogénesis
Unidades geológicas superficiales	Tipos de roca, meteorización, discontinuidades, aspectos estructurales, fallas, tipos de suelo, espesor de suelo, propiedades geotécnicas y propiedades hidrológicas
Cobertura y uso del suelo	Cobertura de la tierra, uso del suelo actual y cambio de la cobertura de la tierra
Detonantes	Lluvia y sismos

3. 1 Inventario de procesos morfodinámicos

Universidad Industrial de Santander

Catalogo e inventario

Según INGEOMINAS (2001)

Fecha de ocurrencia, localización, forma, dimensiones, factores condicionantes y detonantes, dinámica del movimiento, magnitud e intensidad

Contenido del inventario

1. Fuentes de información
2. Representación como polígono
3. Mapeo: Tipo, actividad, partes del movimiento en masa y rasgos geomorfológicos
4. Atributos de la base datos asociada al inventario

1. Fuentes de información

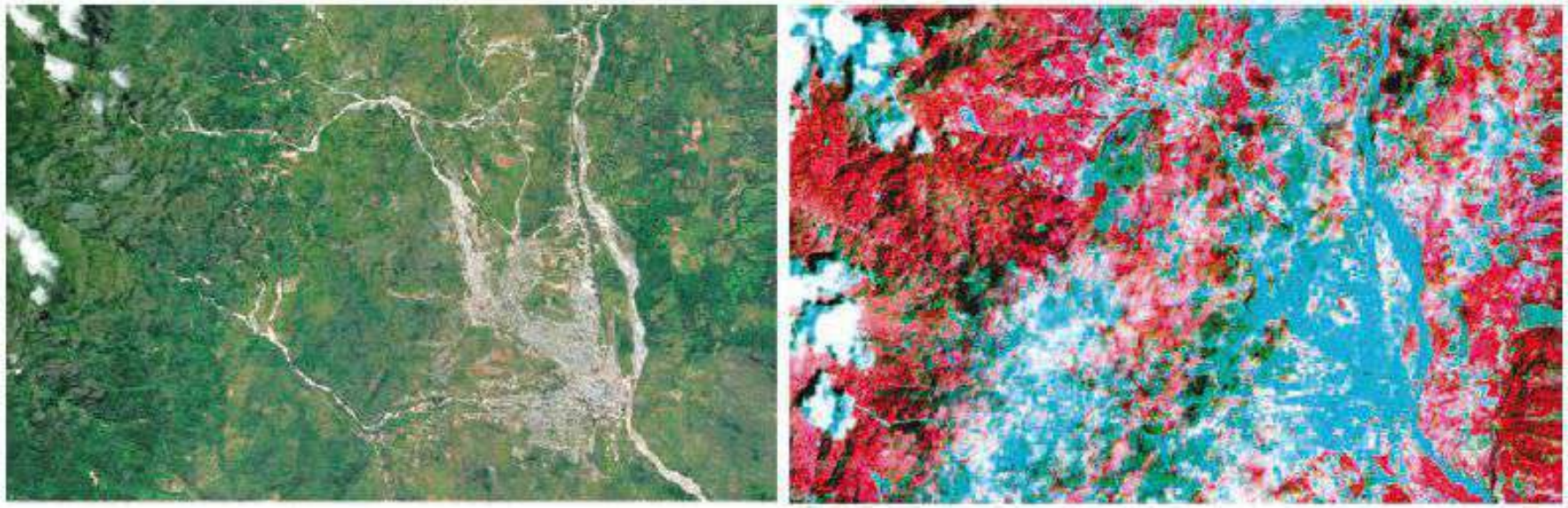


Figura 9. *Izquierda: Ortofotomosaico casco urbano de Putumayo, Mocoa- Derecha: Imagen Sentinel 2A con combinación de bandas del casco urbano de Putumayo, Mocoa.* Tomado de: SGC (2017).

3. 1 Inventario de procesos morfodinámicos

Representación cartográfica

Partes de los movimientos en masa
e: Zona de inicio
d: Zona de depósito
ace: Áreas con evidencias a ser afectadas
t: Zona de tránsito

Figura 10. *Partes de los movimiento en masa: a)Tipo deslizamiento-b) Tipo flujo.* Tomado de: SGC (2017).

3. 1 Inventario de procesos morfodinámicos

Simbología: Atributos tipos de movimientos en masa

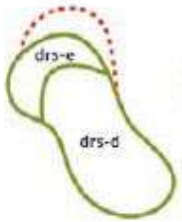
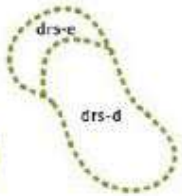
TIPO	SUBTIPO	PROFUNDIDAD	ACRÓNIMO	IDENTIFICADOR PARTES DEL MOVIMIENTO		ACTIVIDAD		OBSERVACIONES
				ESCARPE (Zona de inicio)	CUERPO (Zona de depósito)	ACTIVO	INACTIVO	
	Rotacional		drs/drp	drs-e/ drp-e	drs-d/ drp-d			En el caso de deslizamientos activos, se puede indicar el área proclive a ser afectada (ace) o área con evidencias que permiten inferir que el material podría continuar desplazándose, representada en la figura como una línea punteada.
Deslizamiento	Traslacional	Superficial/ Profundo	dts/dtp	dts-e/ dtp-e	dts-d/ dtp-d			

Figura 11. *Simbología y representación cartográfica para los distintos tipos de deslizamientos.*
Modificado de: SGC (2017).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

3. 1 Inventario de procesos morfodinámicos

Simbología: Rasgos geomorfológicos indicativos de inestabilidad

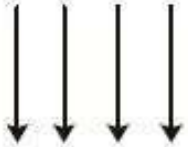
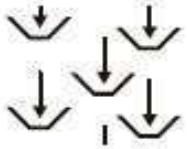
RASGOS GEOMORFOLÓGICOS	SÍMBOLO	RASGOS GEOMORFOLÓGICOS	SÍMBOLO
Escape menor movimiento en masa		Escarpe caída de rocas	
Erosión en surcos		Terracetas o caminos de ganado	
Erosión tipo cárcavas		Grietas longitudinales, transversales o radiales	

Figura 12. *Ejemplos de simbología para rasgos geomorfológicos indicativos de inestabilidad.*
Modificado de: SGC (2017).

3. 1 Inventario de procesos morfodinámicos

Representación cartográfica tipo punto : Movimientos en masa

TIPO DE MOVIMIENTO EN MASA	ACTIVIDAD	REPRESENTACIÓN TIPO PUNTO
Deslizamientos	Activo	
	Inactivo	
Flujos	Activo	
	Inactivo	
Caídas	Activo	
	Inactivo	

Figura 13.*Representación cartográfica tipo punto : Movimientos en masa* Tomado de: SGC (2017).

3. 1 Inventario de procesos morfodinámicos

Ejemplo de mapa de inventario de procesos morfodinámicos

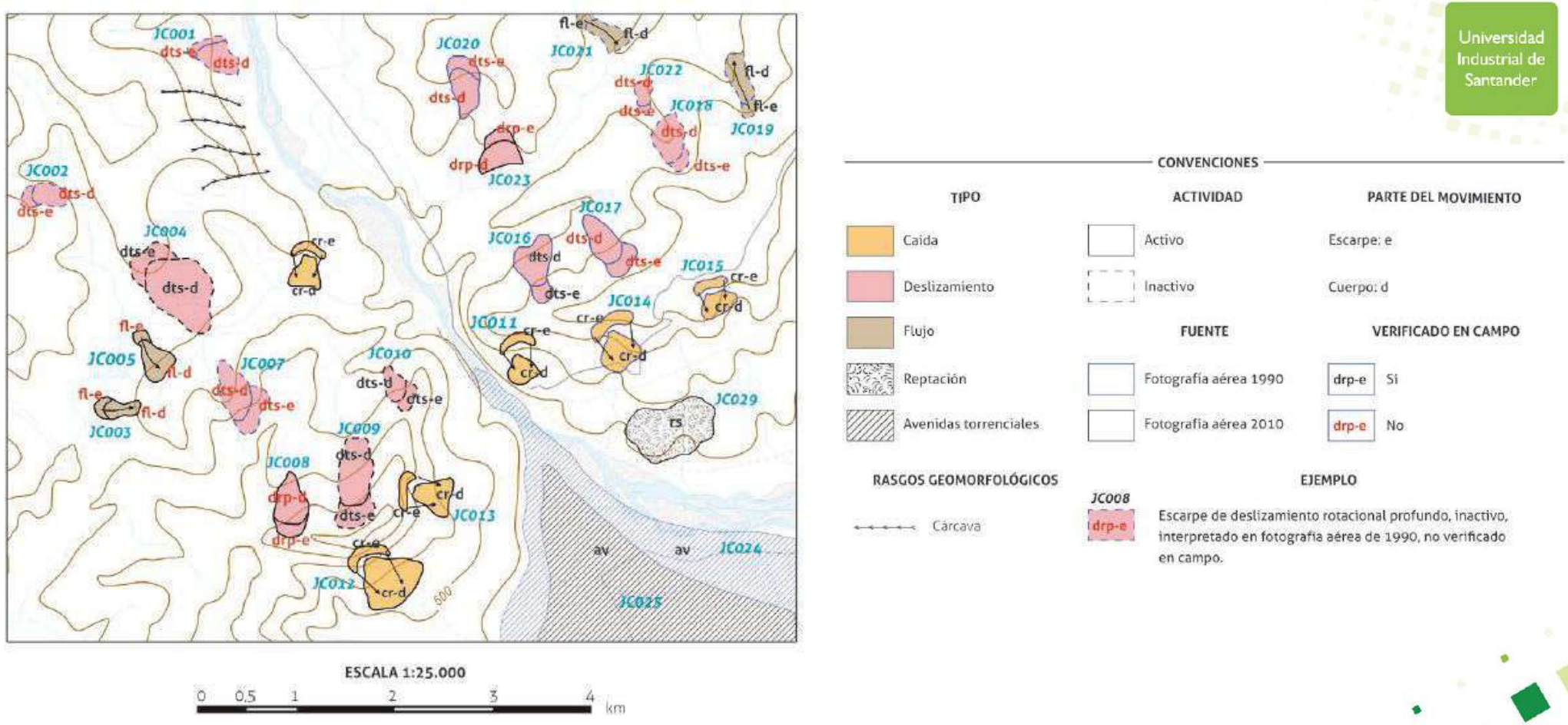


Figura 14. *Ejemplo de mapa de inventario de procesos morfodinámicos.* Tomado de: SGC (2017).

3. 2 Factores condicionantes

1. Geomorfología
2. Unidades geológicas superficiales
3. Cobertura y uso del suelo

Geomorfología

Desarrollo de Mapa de Subunidades Geomorfológicas

- Morfología
- Morfometría
- Morfodinámica

Geomorfología para la zonificación de amenazas por movimientos en masa

1. Pendiente del terreno
2. Curvatura
3. Subunidades indicativas de procesos tipo caídas o flujo
4. Rasgos geomorfológicos indicativos de inestabilidad

Tabla 2. *Ejemplos de geoformas indicativas de procesos tipo caída.* Modificado de: SGC (2017).

Ambiente geomorfológico	Unidad/subunidad geomorfológica	Acrónimo
Glaciar	Ladera estructural de sierra anticlinal glaciada	Gsale
Cárstico	Escarpe cárstico	Kec
Antrópico	Canteras	Ac

3. 2 Factores condicionantes

Unidades Geológicas Superficiales (UGS)

Conjunto de materiales geológicos que afloran en la superficie, que provienen del mismo origen y generalmente conservan las mismas características físicas y de comportamiento geomecánico.

Clasificación de UGS según su origen

- Rocas y sus estructuras
- Suelos residuales
- Depósitos de origen volcánico
- Depósitos transportados
- Depósitos antrópicos

Mapa de Unidades Geológicas Superficiales

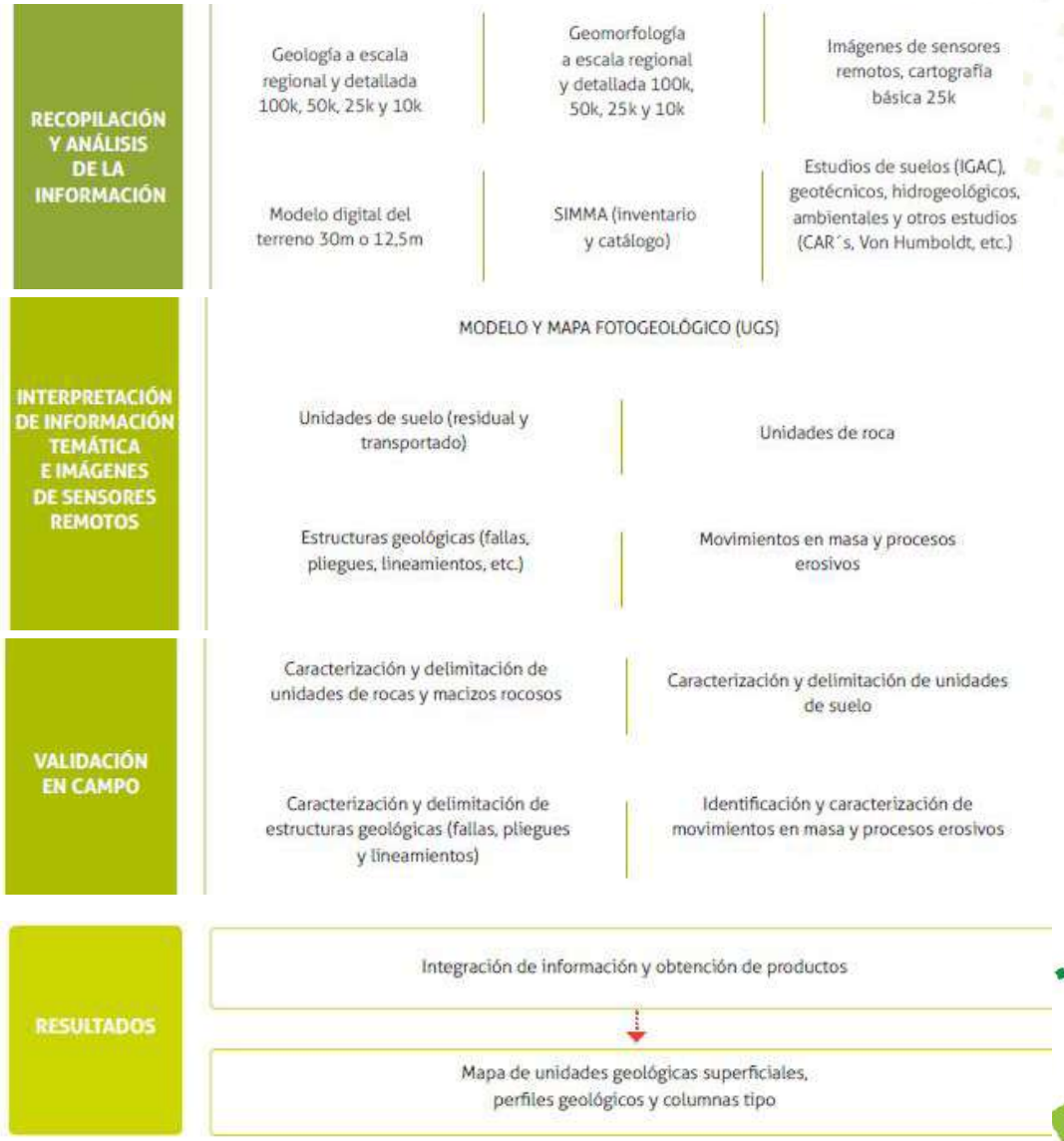


Figura 15. *Flujograma de actividades en la generación de mapas de UGS.* Tomado de: SGC (2017).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

3. 2 Factores condicionantes

Cobertura de la tierra y usos del suelo

Mapa de cobertura de la tierra y usos del suelo

RESULTADOS

- Presentar estadísticas de la cobertura por época interpretada, de usos del suelo, de cambio, pérdidas en los suelos, etc
- Relacionar los resultados con los obtenidos en el inventario de procesos morfodinámicos

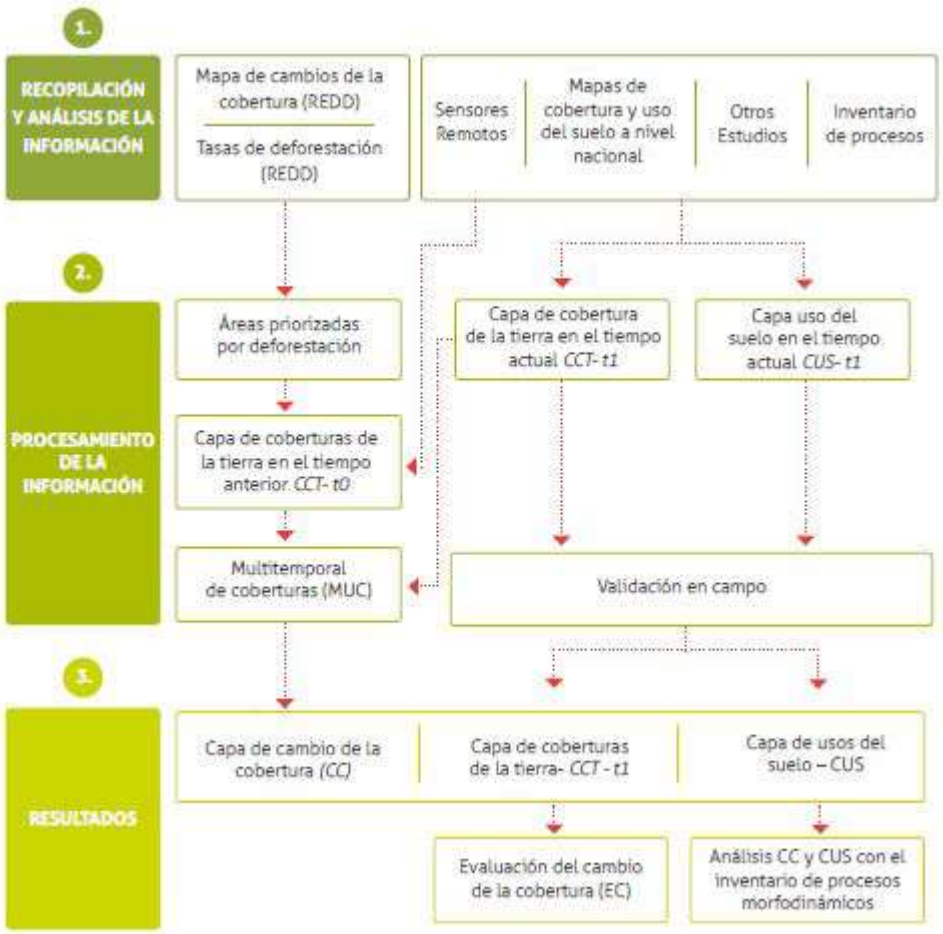


Figura 16. *Metodología para la generación de variables de cobertura en la zonificación de amenaza por movimiento en masa.* Tomado de: SGC (2017).

3. 3 Factores detonantes

SISMOS

Figura 17. *Terremoto del eje cafetero, 1999.* Tomado de: RCN Radio(2019).

PRECIPITACIONES

Figura 18. *Temporada de lluvias, 2021.* Tomado de: Radio Nacional de Colombia(2021).

4. Análisis de susceptibilidad

Unidad de análisis: Celda/Pixel (Formato Raster)

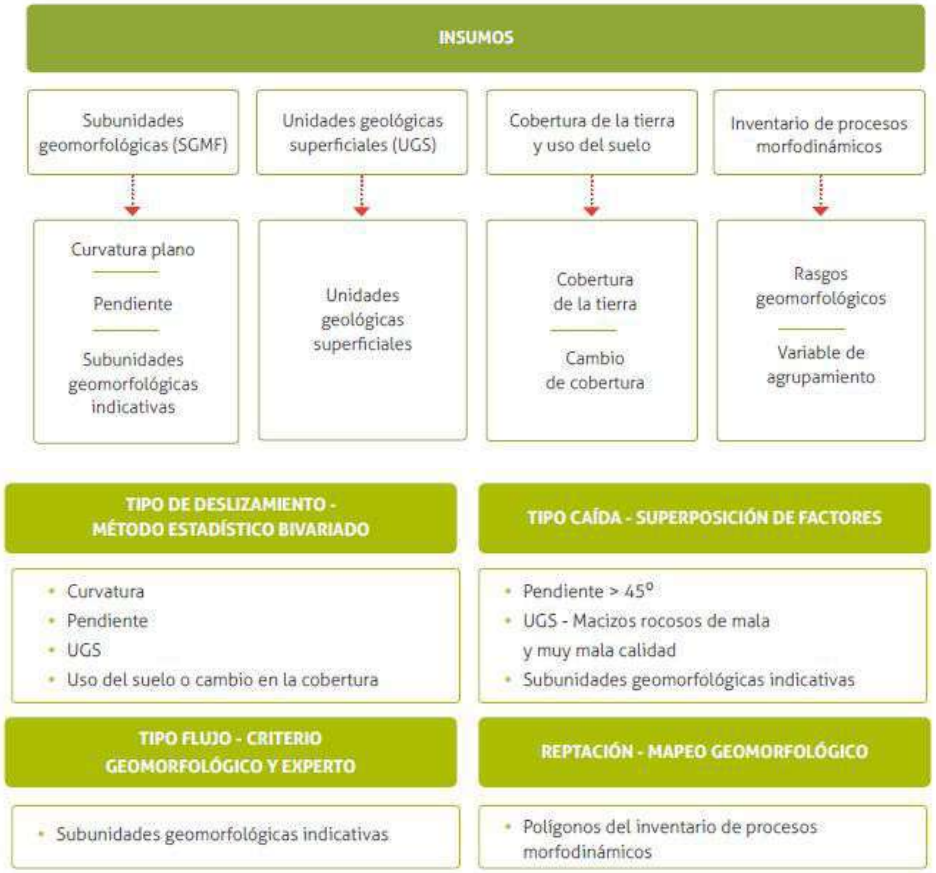


Figura 19. *Esquema metodológico para el análisis de susceptibilidad por movimientos en masa.* Tomado de: SGC (2017).

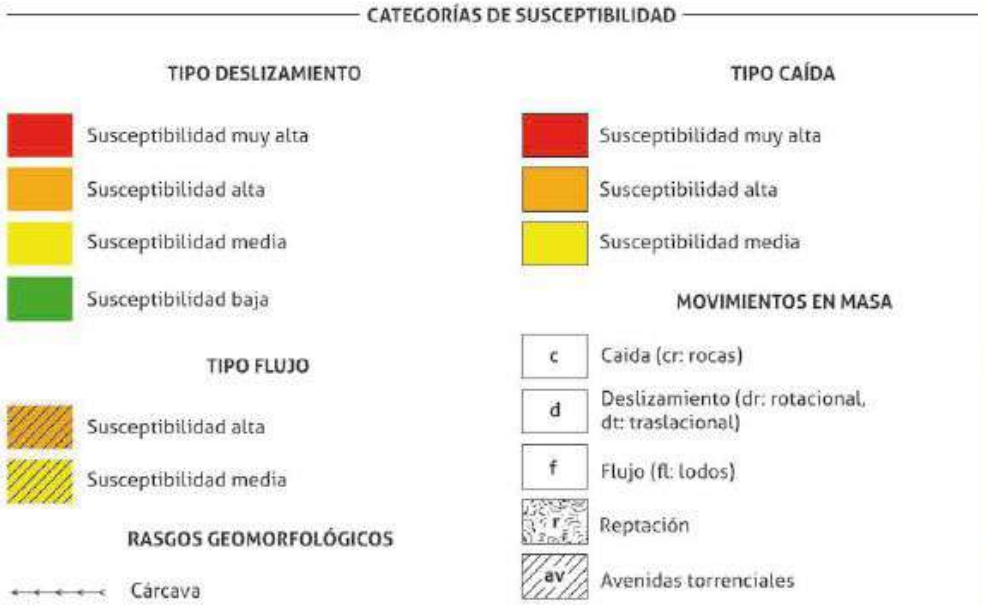
Tabla 3. *Métodos de análisis para cada tipo de movimiento en masa.* Tomado de: SGC (2017).

TIPO	MÉTODO	ZONA DE ANÁLISIS
Deslizamientos	Estadístico bivariado (Pesos de evidencia - WofE)	Zonas de inicio y depósito
Caídas	Criterios geológicos y geomorfológicos	Zonas de inicio y depósito
Flujos	Mapeo geomorfológico	Zonas de depósito
Reptación	Identificación en el inventario	Zona de afectación directa

Susceptibilidad por movimientos en masa tipo caída	Susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento: Baja	Media	Alta
Baja	Baja	Media	Alta
Media	Media	Media	Alta
Alta	Alta	Alta	Alta

Figura 20. *Matriz de comparación entre zonas de susceptibilidad por diferentes tipos de movimientos en masa.* Tomado de: SGC (2017).

4. Análisis de susceptibilidad



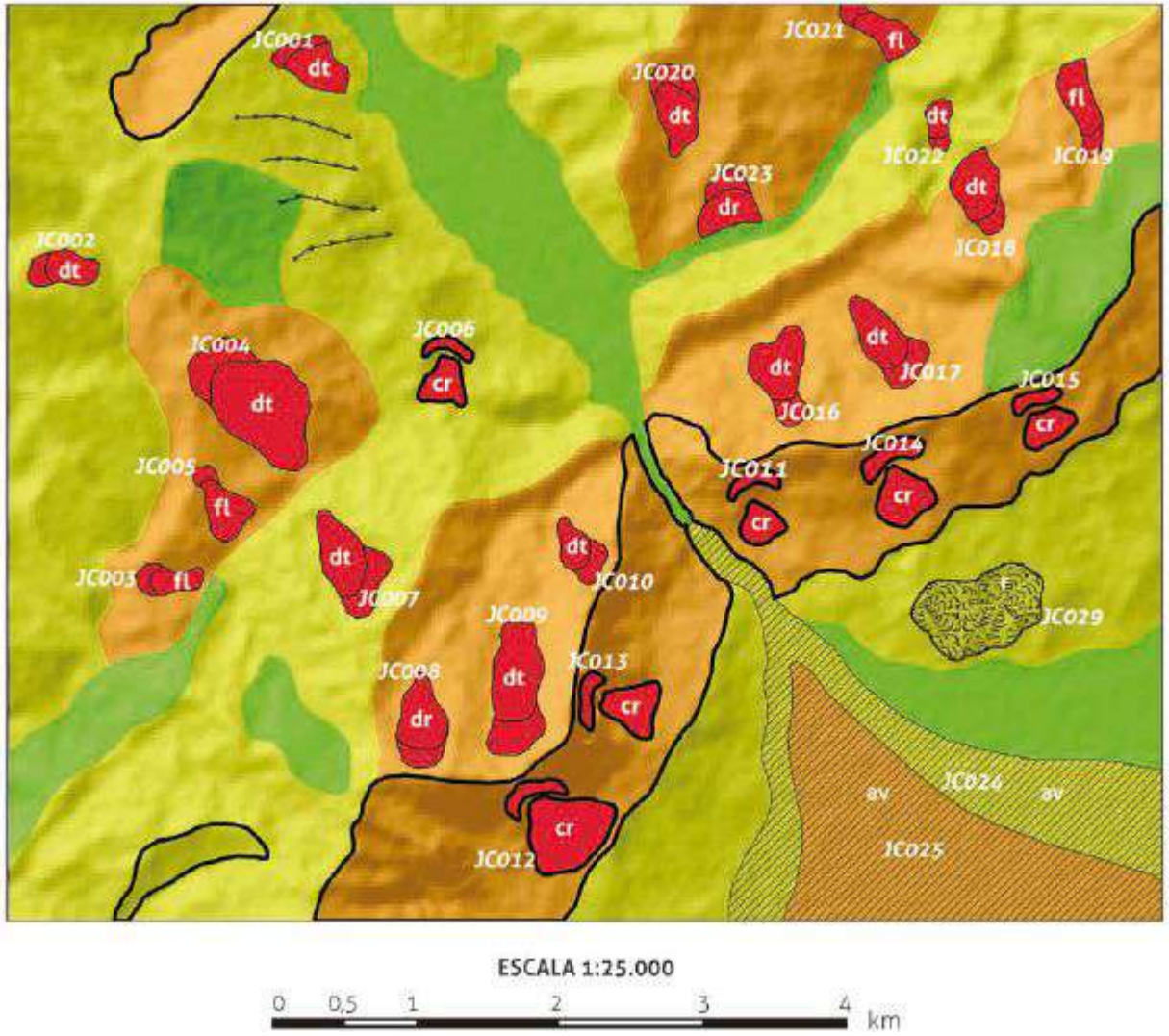


Figura 21. *Ejemplo de la representación cartográfica del mapa de susceptibilidad final.* Tomado de: SGC (2017).

5. Caracterización de la amenaza

Caracterización de la amenaza

Probabilidad espacial

Probabilidad temporal

Figura 22. Categorías de amenaza a partir de las categorías de susceptibilidad. Tomado de: SGC (2017).

5. Caracterización de la amenaza

Probabilidad espacial

La probabilidad de que un pixel localizado dentro de una clase de susceptibilidad sea afectado por la ocurrencia de un movimiento en masa.

Probabilidad temporal

El cálculo de la probabilidad temporal en términos de periodos de retorno, frecuencias

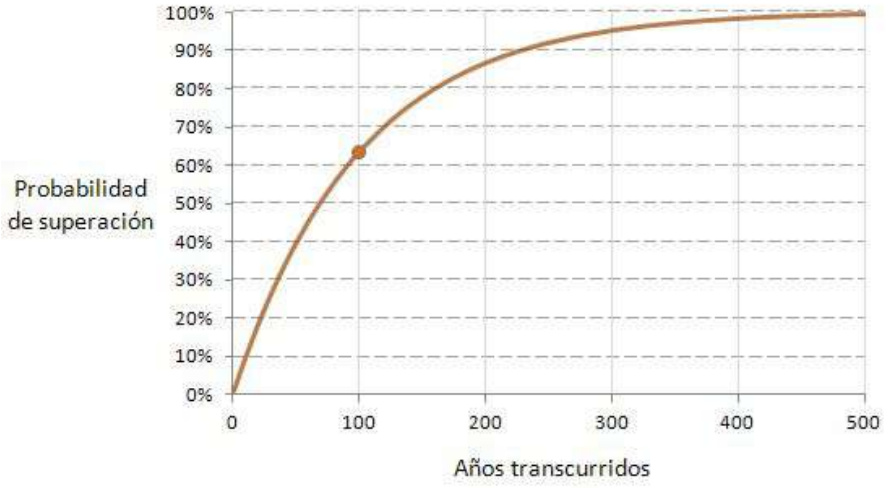


Figura 23. *¿Qué es el periodo de retorno y por qué se utiliza como una probabilidad?.* Tomado de: Enrique Montalar (2012).

5. Caracterización de la amenaza

Probabilidad temporal (Periodo de retorno)

- Detonante lluvia

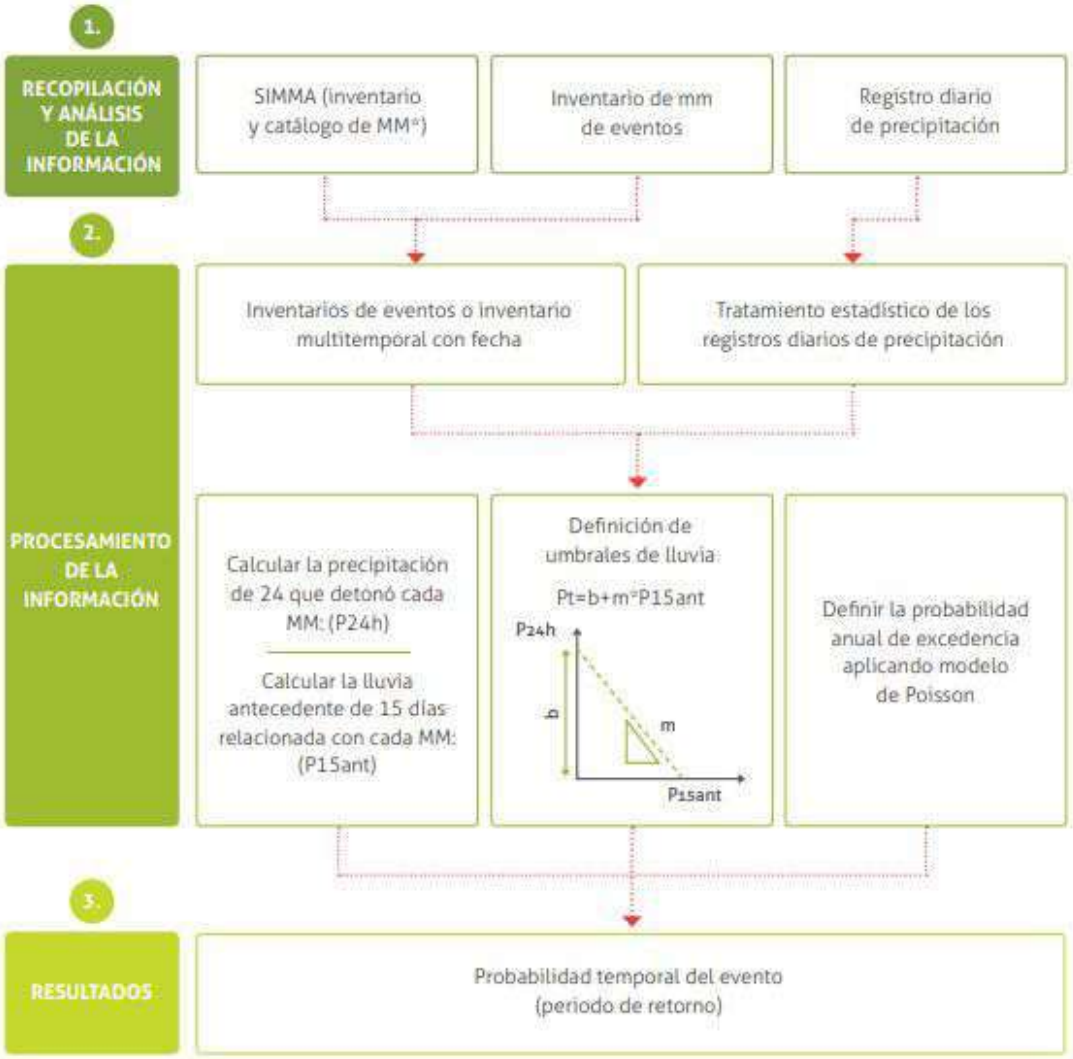


Figura 24.Metodología para el cálculo de la probabilidad temporal a partir de umbrales de lluvia. Tomado de: SGC (2017).

5. Caracterización de la amenaza

Probabilidad temporal

- Detonante sismo

Keefer (1984) y Rodríguez et al. (1999)

- Relaciones entre distribución de movimientos en masa y parametros sismicos

Relación sismo - movimiento en masa

- Magnitud minima (4,0) Keefer (1984)
- Magnitud minima Colombia (5,0) Rodríguez (2007)
- Máxima distancia epicentral muy cercana

MM no coherentes

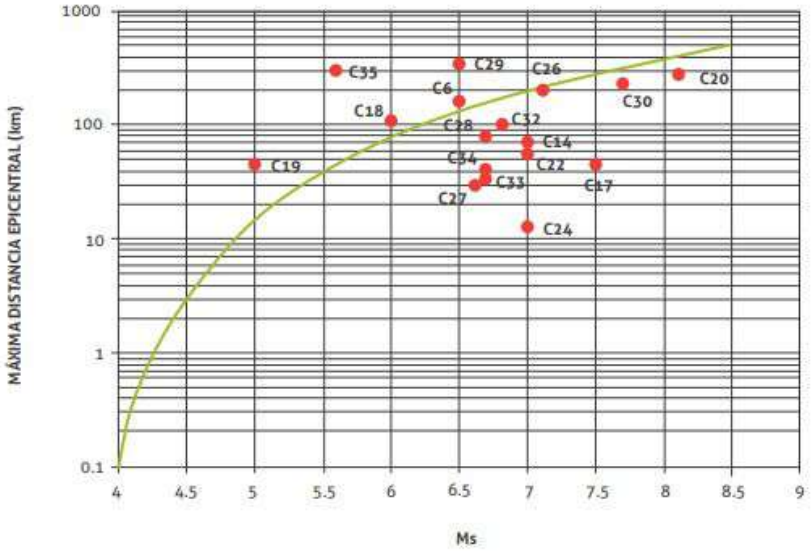


Figura 25.Máxima distancia epicentral para movimientos en masa no coherentes. Tomado de: SGC (2017).

MM coherentes

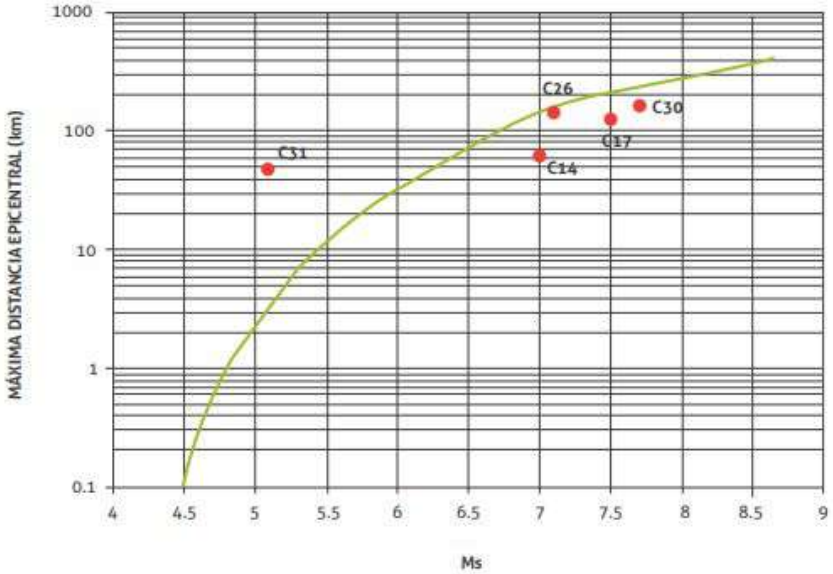


Figura 26. *Máxima distancia epicentral para movimientos en masa coherentes.* Tomado de: SGC (2017).

5. Caracterización de la amenaza

Probabilidad temporal

- Probabilidad Empírica – Distribución de Poisson

De acuerdo con el modelo de Poisson la probabilidad de que se detonen uno o más deslizamientos durante un tiempo t está dada por la Ecuación

$$P(N \geq 1; t) = 1 - (e^{-\lambda t})$$

Figura 27.Probabilidad de que se detonen uno o más deslizamientos durante un tiempo t. Tomado de: SGC (2017).

N = número de deslizamientos que ocurren durante el tiempo t
λ = promedio de ocurrencias de deslizamientos en tiempo t

5. Caracterización de la amenaza

Zonificación de la amenaza por movimientos en masa

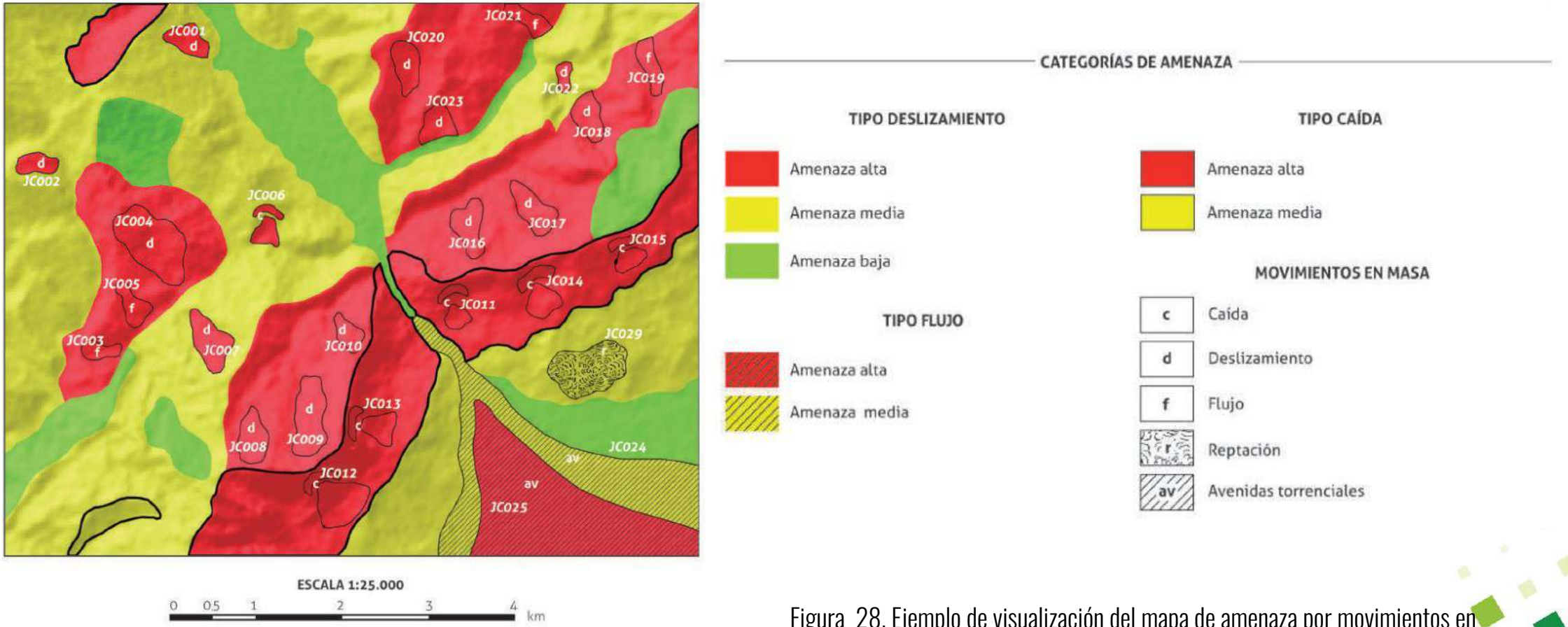


Figura 28. Ejemplo de visualización del mapa de amenaza por movimientos en masa con sus atributos representados. Tomado de: SGC (2017).

6. Recomendaciones finales

Estudios de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000

INFORME TÉCNICO

1. Generalidades
2. Área de estudio
3. Caracterización Geoambiental
4. Análisis de susceptibilidad
5. Análisis de detonantes
6. Caracterización de la amenaza
7. Conclusiones y recomendaciones
8. Referencias bibliográficas

Decreto 1807 de 2014

Los estudios técnicos deben ser elaborados y firmados por profesionales idóneos en las materias,...

MAPAS Y ANEXOS

Escala 1:25.000

1. Memoria explicativa de Unidades Geológicas Superficiales (UGS).
2. Mapa de Unidades Geológicas Superficiales (UGS).
3. Mapa de Subunidades Geomorfológicas (SGMF).
4. Memoria explicativa de unidades de cobertura de tierra y uso del suelo
5. Mapa de cobertura de la tierra
6. Mapa de uso del suelo
7. Mapa de inventario de Procesos Morfodinámicos
8. Mapa de Susceptibilidad por movimientos en masa
9. Mapa de amenaza por movimientos en masa

REFERENCIAS

- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades Andinas. (2007). *Movimientos en masa en la región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas.* Tomado de: https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/2792;jsessionid=CAC10BE1FDBD6AF9E9A0F5362477DC31
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000*. Tomado de: https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf

Para figuras

- GisandBeers. (2018). *Descarga ALOS PALSAR DEM a 12,5 m y 30 m.* Tomado de: http://www.gisandbeers.com/descarga-alos-palsar-dem-alta-resolucion/
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2022). *Datos abiertos Cartografía y Geografía.* Tomado de: https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia
- RCN Radio. (2019). *Pereira conmemoró 20 años del terremoto en el Eje Cafetero*. Tomado de: https://www.rcnradio.com/colombia/eje-cafetero/pereira-conmemoro-20-anos-del-terremoto-en-el-eje-cafetero
- Radio Nacional de Colombia. (2021). Temporada invernal irá hasta julio y agosto: Ideam. Tomado de: https://www.radionacional.co/actualidad/hasta-cuando-ira-temporada-de-lluvias-en-colombia
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000*. Tomado de: https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf

Para tablas

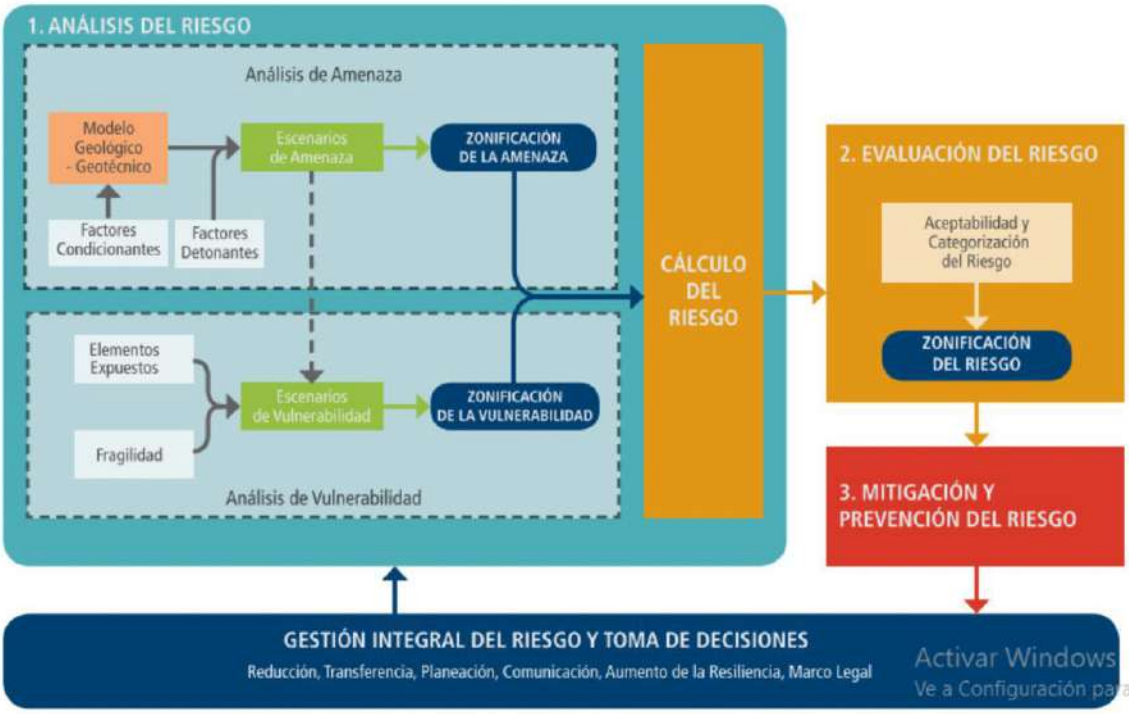
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000*. Tomado de: https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf

Metodología para MM del SGC a escala 1:10.000 - 5.000. SGC, 2016.

Presentado por: Katherin Basto - 2172980
Sara Moyano - 2151142

Escuela de Geología
Seminario Geoamenazas - 23117

Capitulo 1. Generalidades



Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

Alcance de la guía

La metodología de evaluación de riesgo que se plantea en la guía, se limita exclusivamente a riesgos por movimientos en masa, de tipo cuantitativo

La valoración del riesgo se hace en función de las pérdidas anuales esperadas, separando las pérdidas de vidas humanas y las pérdidas económicas

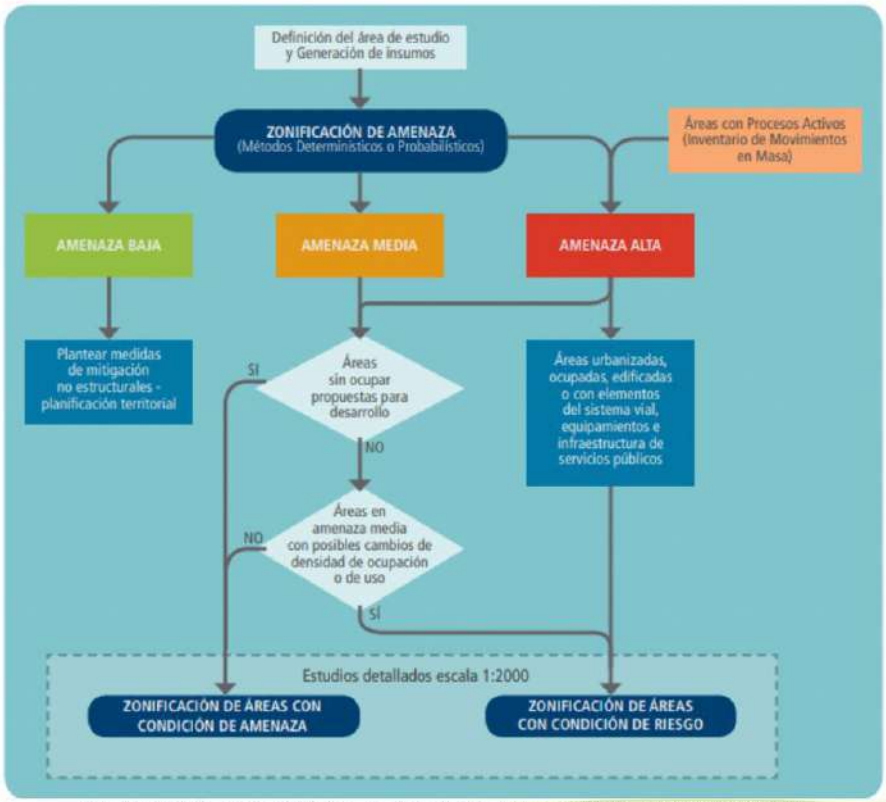
la condición de riesgo mitigable o no mitigable se presenta en función de un análisis de costo-beneficio al comparar las alternativas de no intervención, adoptar acciones de mitigación directa o realizar reasentamiento de viviendas.

No está entre los objetivos de esta guía definir los tipos y características de las medidas de mitigación y prevención del riesgo que se deben adoptar en cada caso.

las disposiciones contenidas en el Decreto 1807 de 2014, del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

para la revisión de los contenidos a mediano y largo plazo de los POT o la expedición de nuevos planes, los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

se deben efectuar según el principio de gradualidad de que trata la Ley 1523 de 2012, de acuerdo con escalas de trabajo y condiciones técnicas específicas en los denominados estudios básicos a escala 1:5000.



Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

La elaboración de estudios básicos (1:5000) permite la definición de zonas con condición de amenaza y zonas con condición de riesgo de acuerdo con el esquema metodológico presentado en la figura.

Capitulo 2. Área de estudio e información básica

- Los estudios básicos de amenaza por movimientos en masa a escala 1:5000 se deben realizar en zona urbana, suburbana, periurbana, de expansión y centros poblados, según lo definido por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

- cartografía básica en formato digital, preferiblemente obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). En el caso de no contar con esta cartografía ni con el respectivo MDT, se sugiere la toma de fotografías aéreas para fotorrestitución y la generación de la cartografía que contenga los elementos básicos de la cartografía a dicha escala, según especificaciones técnicas definidas por el IGAC.

- Si el municipio cuenta en su área urbana con cartografía básica 1:5000, se elaborará la zonificación de amenazas por movimientos en masa a esta escala.

- Los resultados cartográficos que se obtengan o produzcan deberán estar referidos al sistema de coordenadas Magna Sirgas (IGAC (2004)).

Capitulo 2. Área de estudio e información básica

El MDT representa la forma del terreno una vez removidos todos los elementos ajenos a este, como la vegetación, edificaciones y demás elementos que no forman parte del terreno.

El MDT

Métodos directos

Se obtienen a partir de mediciones directas sobre el terreno real, como son:

- **Levantamientos topográficos con estación total o con GPS.**
- **Altímetros transportados desde una plataforma aérea como el radar o láser.**

Métodos indirectos

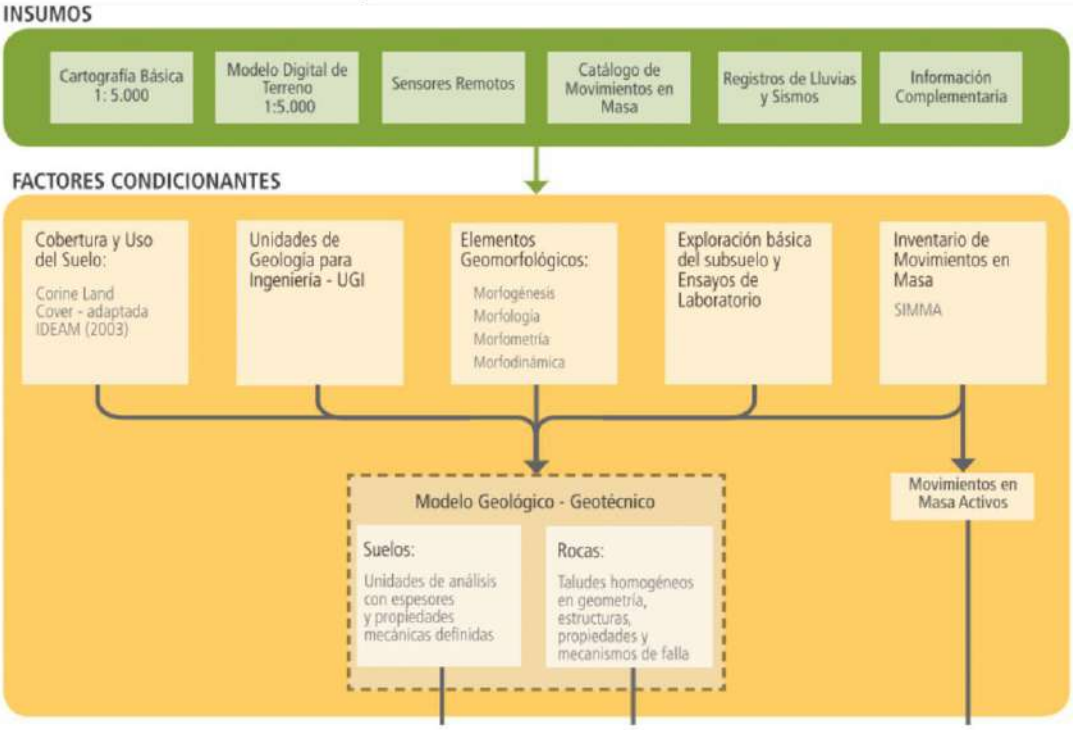
Se utilizan archivos digitales elaborados previamente, como los siguientes:

- **Curvas de nivel y puntos de altura de la cartografía topográfica realizada mediante procesos convencionales de conversión automática.**

SENSOR	RESOLUCIÓN ESPACIAL MULTIESPECTRAL (m)	RESOLUCIÓN ESPACIAL PANCROMÁTICA (m)
Aster	15	
Landsat 6		15
Landsat 7		15
Fotografías aéreas	15 , 10 , 5 , 2	15 , 10 , 5 , 2
Spot 4	10	
Spot 5		5 o 2,5
Ikonos	3,2	0,82
Quickbird	2,44	0,61
RapidEye	5	
Worldview 1		0,5
Worldview 2	2	0,5
GeoEye 1	1,64	0,41
Eros A		1,9
Eros B		0,7
Fasat Charlie	5,8	1,45
Kompsat 2	4,0	1,0
Kompsat 3	2,8	0,7

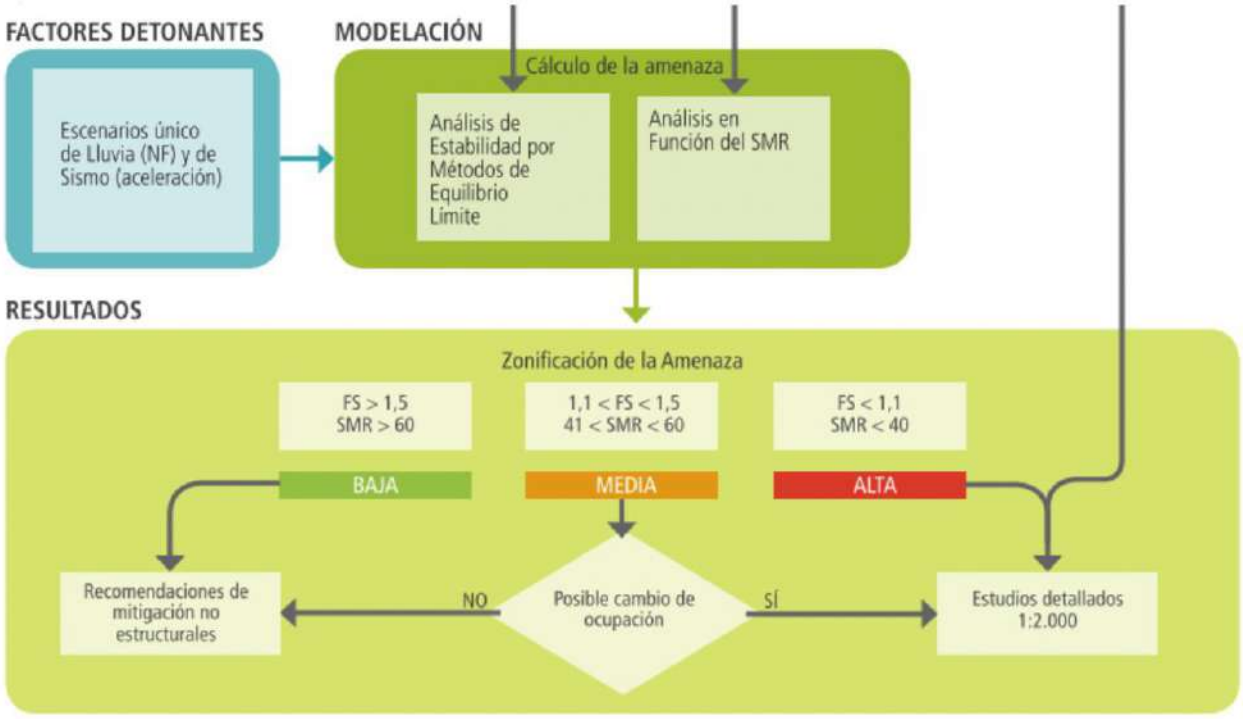
Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

Capitulo 3. Análisis de Amenaza



Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

Capitulo 3. Análisis de Amenaza



Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

Capitulo 4. Análisis de Vulnerabilidad

El procedimiento que aquí se describe es aplicable fundamentalmente en las zonas ocupadas por edificaciones. En aquellas zonas sin ocupar o zonas de futura expansión urbana podrá usarse la metodología, pero planteando los escenarios futuros de ocupación o de cambio de uso.

Etapas generales que se deben seguir para evaluar la vulnerabilidad (Decreto 1807 de 2014).

- Identificación y localización de los elementos expuestos.
- Caracterización de los elementos expuestos: tipología, exposición y resistencia.
- Tipos de daño o efectos esperados como resultado de los escenarios de vulnerabilidad.
- Zonificación de la vulnerabilidad.

A la escala de trabajo que se requiere, la vulnerabilidad se ha de evaluar en forma cuantitativa, para lo cual se analizan los escenarios de vulnerabilidad ante los tipos de movimientos en masa esperados.

con la fragilidad de los elementos expuestos, se pueden establecer unos niveles de daño para cada edificación, y con base en estos niveles de daño se definen las categorías de vulnerabilidad física

mapas de zonificación de vulnerabilidad

Capitulo 4. Análisis de Vulnerabilidad

La metodología propuesta en esta guía está orientada a la evaluación de vulnerabilidad física con fines de estimaciones cuantitativas de riesgo, para lo cual los elementos expuestos se reducen a dos grupos: bienes físicos y personas

CLASIFICACIÓN		IDENTIFICACIÓN	USO - COMPONENTES
Bienes Físicos	Edificaciones	Indispensables-Grupo IV (norma NSR-10)	Salud (pública/privada)
		Atención a la comunidad - Grupo III (norma NSR-10)	Seguridad
			Emergencia
			Educación
		Ocupación especial - Grupo II (norma NSR-10)	Institucionales
			Gubernamentales
			Centros comerciales
			Industria
		Ocupación normal - Grupo I (norma NSR-10)	Residencial y comercio
	Líneas Vitales	Red vial	Vías
			Puentes vehiculares
			Puentes peatonales
		Servicios públicos	Líneas de acueducto, alcantarillado y gas (tuberías)
			Redes eléctricas y comunicaciones
Personas		Población	

Tabla 4-26. Clasificación de la vulnerabilidad para edificaciones y líneas vitales

CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	VALOR DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE DAÑO
ALTA	0,50-1,00	Total–colapso
MEDIA	0,10-0,50	Grave
BAJA	0,02-0,10	Moderado
	0,00-0,02	Leve

Tabla 4-28. Clasificación de la vulnerabilidad para personas

CLASIFICACIÓN	RANGO DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
ALTA	0,5-1	Alta posibilidad de muerte o lesiones serias.
MEDIA	0,2-0,5	Alta posibilidad de lesiones moderadas, pero baja probabilidad de muertes.
BAJA	0-0,2	Probabilidad de muerte casi nula y lesiones muy leves o inexistentes.

se definen unos valores numéricos de vulnerabilidad tanto física como de personas, los cuales se pueden plasmar en mapas que se cruzarán posteriormente con los mapas de amenaza.

Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

Capitulo 5. Cálculo de riesgo

Resulta indispensable determinar tanto el riesgo específico debido a un proceso de inestabilidad como el riesgo total a causa de la suma de todos los procesos posibles (o probables).

riesgo específico

$$R_s = P(H_i) * V * E$$

costo de los elementos físicos expuestos

probabilidad de ocurrencia con una intensidad H

vulnerabilidad del elemento expuesto

El indicador de riesgo más empleado y de fácil incorporación en la planificación territorial es la pérdida anual esperada (Yamín et al., 2013), por lo que se debe hacer el cálculo del riesgo en cuanto a la probabilidad de falla anual para el caso de la amenaza y la valoración económica de los elementos expuestos según su valor presente (VP) en pesos ($); para personas se puede usar el indicador de número de personas por predio o número de personas por metro cuadrado de construcción.

Considerando la suma de los riesgos específicos para todo tipo de eventos ymagnitudes potenciales, se puede describir el riesgo total (Lee & Jones, 2004)

riesgo total

$$R = \sum R_s \text{ (eventos } 1,\ldots\ldots,n)$$

Sumatoria de los riesgos específicos

Pérdidas económicas directas o indirectas

Dado que en la evaluación del riesgo se consideran criterios y juicios de decisión, es necesario evaluar los posibles impactos que a corto, mediano y largo plazo pueden generar los movimientos en masa sobre los elementos expuestos.

movimientos en masa

efectos directos

a corto plazo, ocasionados por la acción directa e inmediata del evento adverso sobre los elementos expuestos

efectos indirectos

corresponden a aquellos que se derivan de los efectos directos y se materializan a mediano o largo plazo

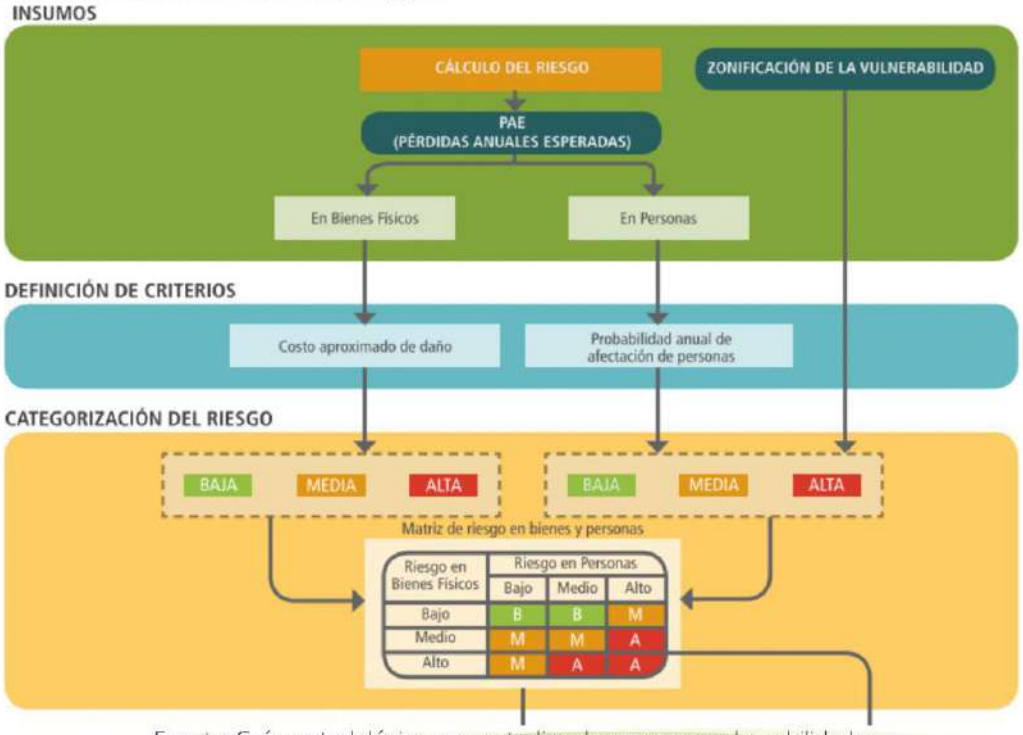
Las pérdidas económicas directas e indirectas asociadas con tales efectos son aquellas que se pueden estimar en términos económicos o monetarios, debido a que es posible establecer un valor comercial de los elementos

Tabla 5-1. Impacto de los movimientos en masa sobre los elementos expuestos

IMPACTOS	ELEMENTOS	
	BIENES FÍSICOS	PERSONAS
Directos o a corto plazo	Daños en componentes • Construcciones • Infraestructura • Instalaciones y equipos • Contenidos	• Víctimas • Heridos, traumas • Personas sin hogar • Personas sin trabajo
Indirectos o a largo plazo	• Interrupción de servicios • Efectos en la producción • Servicios • Consecuenciales • Efectos en sistemas • Contaminación	• Pérdida de resiliencia • Empobrecimiento • Calidad de vida • Desarrollo humano • Enfermedades

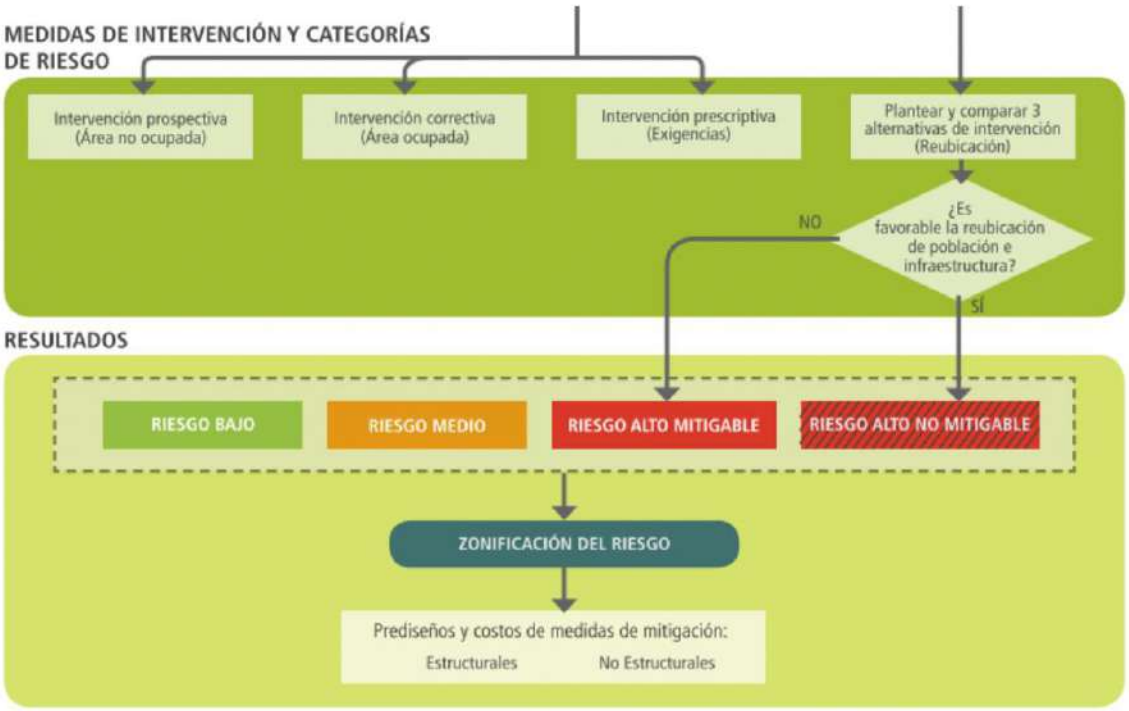
Fuente: Adaptado de Yamín et al., 2013. y tomado de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

Capitulo 6. Evaluación de riesgo



Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

Capitulo 6. Evaluación de riesgo



Fuente: Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

BIBLIOGRAFÍA

Colombiano-SGC, S. G. (2015). Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Servicio Geológico Colombiano-SGC.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (octubre de 2004). Adopción del marco geocéntrico nacional de referencia Magna-Sirgas como datum oficial de Colombia.
Bogotá: IGAC. Subdirección de Geografía y Cartografía, División de Geodesia.

Yamín, L. E., Ghesquiere, F., Cardona, O. D. & Ordaz, M. G. (2013). Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastres: el caso de Bogotá, Colombia. Banco Mundial, Universidad de los Andes.

Colombia, Congreso de la República. Decreto 1807 de 2014, Reglamentación del artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012.

METODOLOGÍA PARA AVENIDAS TORRENCIALES DEL SGC, 2021

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

A cargo de:

Sofía Camila Ariza Diaz
2182490

Johanna Katherine Rodríguez Quiroga
2182487

74 años 1948-2022

SEMINARIO GEOAMENZAS - Campo III

CONTENIDO

1. GENERALIDADES
2. ÁREA DE ESTUDIO
3. CARACTERIZACIÓN DE AVENIDAS TORRENCIALES
4.ANÁLISIS DETONANTES
5.CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA A ESCALA 1:25.000
6. CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA A ESCALA 1:2.000
7.ANÁLSIS DE OTROS ESCENARIOS
8.RECOMENDACIONES FINALES

Quebrada La Palmita
Visual municipio de Guacamayas y municipio el Espino, Boyacá 2020
Fotografía de Carlos Quintero (SGC, 2021).

Avenida Torrencial: Flujo rápido que transita por cauces permanentes o intermitentes y puede ser generado por las lluvias intensas.

Flujo de detritos

Flujo de lodos

Flujos hiperconcentrados

*Evaluación de Amenaza con la guía metodológica MM 1:25000, SGC 2017.
*Acoge al principio del Decreto 1807 de 2017

1.1 Marco Conceptual

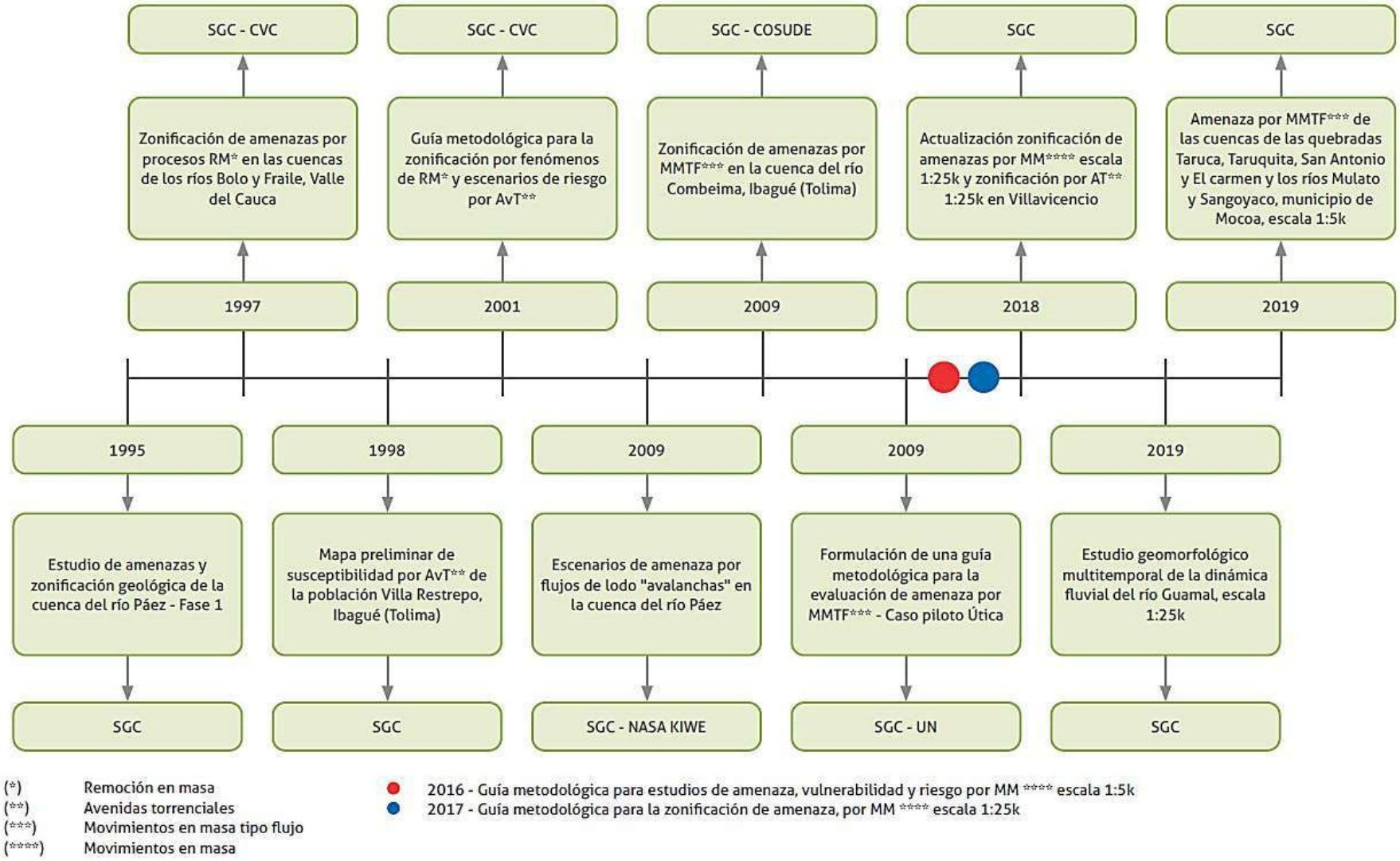


Figura 1. *Evolución de la evaluación de amenaza por avenidas torrenciales elaboradas por el SGC. Tomado de SGC 2021.*

Etapas metodológicas para la evaluación de amenaza por avenidas torrenciales

Universidad Industrial de Santander

1.1.1 Caracterización de AvT
- Recopilación y análisis de información secundaria.
- Caracterización de AvT en campo.
- Integración de los datos

1.1.2 Análisis de detonantes
- Precipitación
- Topografía
- Coberturas y litologías

1.1.3 Caracterización de la amenaza a escala 1:25000
- Su objetivo es identificar las zonas en las cuales debe evaluarse de manera detallada la amenaza.

1.1.4 Caracterización de la amenaza a escala 1:2000
- Tiene como objetivo zonificar de manera detallada la amenaza en las zonas urbanas, de expansión urbana y en las áreas categorizadas en amenaza alta y media a escala 1:25.000

1.1.5 Otros escenarios
- Escenarios adicionales que pueden representar la obstrucción del flujo o modificar la dirección del transporte del material movilizado o modificar el volumen de material transportado como detritos leñosos.

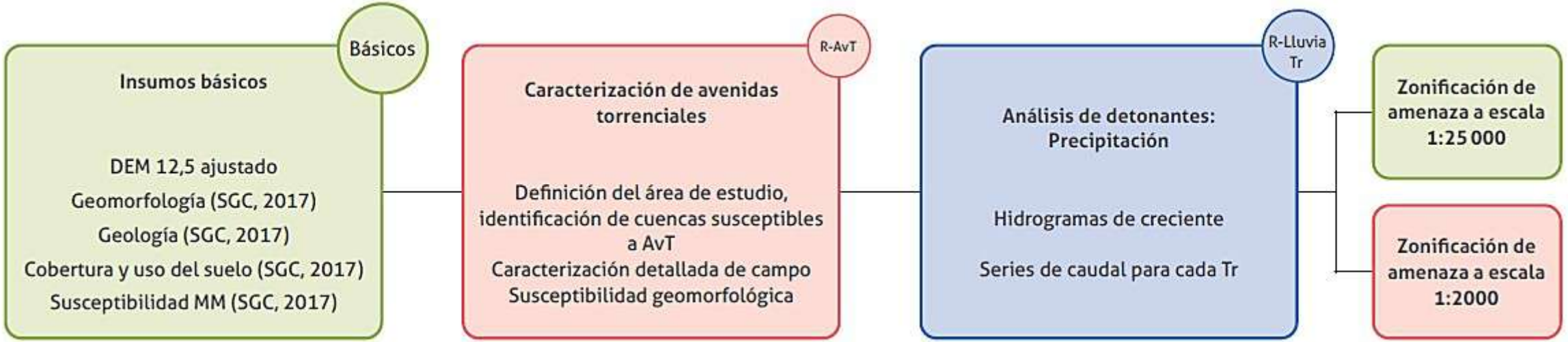


Figura 2. *Esquema metodológico para la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. Tomado de SGC 2021.*

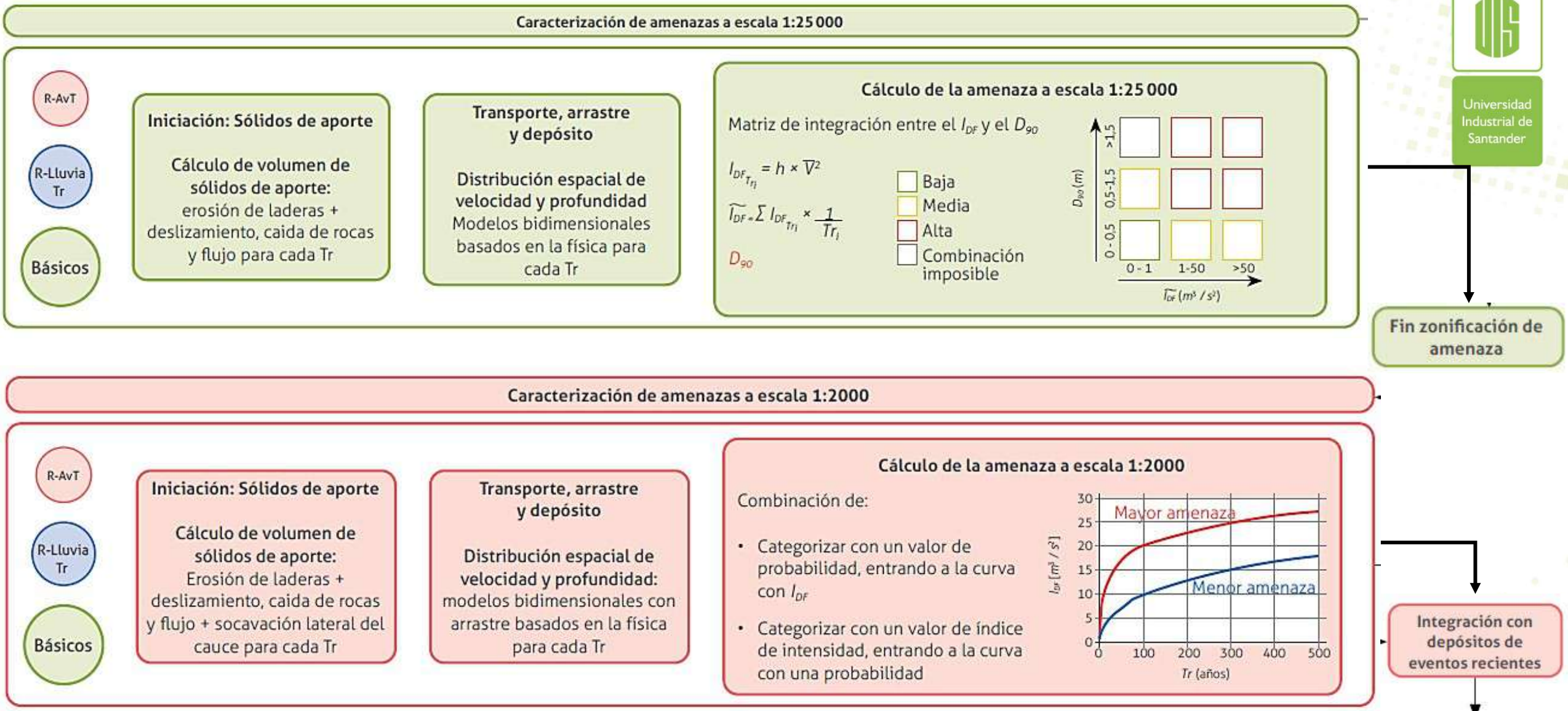


Figura 3. *Esquema metodológico para la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. Tomado de SGC 2021.*

1.2 Glosario

- Amenaza (H)
- Avenida Torrencial
- Cuenca Hidrográfica
- Detritos leñosos
- Elementos en riesgo (E)
- Escenarios de amenaza
- Flujo de detritos
- Flujos hiperconcentrados
- Flujo de lodos
- Frecuencia
- Intensidad
- Intervalo de recurrencia
- Periodo de retorno
- Probabilidad de recurrencia
- Riesgo de desastres
- Socavación lateral
- Susceptibilidad
- Zonificación

1.3 Alcance

La metodología se desarrolló con el objetivo de servir como herramienta para la toma de decisiones en el ordenamiento territorial de los municipios colombianos.

El alcance de esta metodología es la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales, por lo que aspectos sociales, culturales y económicos de la zona de estudio son difíciles de involucrar. Por lo tanto, los costos o fuentes de financiación, y los aspectos de educación, prevención o mitigación del riesgo, no se incluyen.

Universidad Industrial de Santander

2 ÁREA DE ESTUDIO, INFORMACIÓN, CARTOGRAFÍA BÁSICA Y MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Avenida Torrencial quebrada Negra
Útica, Cundinamarca, 2012
Fotografía de Andrés Reyes (SGC, 2021).

2.1 Escala de trabajo

Representar el comportamiento del proceso de avenida torrencial, que comienza con la precipitación que cae sobre las laderas y los cauces en la parte alta de la cuenca.

1:25.000

- En las zonas rurales aferentes al cauce en la parte alta, con el fin de identificar áreas en las cuales se debe concentrar la evaluación detallada

1:20.000

- En las zonas urbanas, de expansión urbana que interceptan categorizadas en amenaza media y alta a escala 1:25.000.

2.2 Área de estudio para la evaluación

Debe involucrar todos los cauces presentes o con influencia en el municipio que puedan tener un comportamiento torrencial.

A escala 1:25.000

Definida con base en el inventario histórico de avenidas torrenciales, geomorfología y localización de cascos urbanos.

Cuenca de análisis: Se les debe calcular índices morfométricos para el tipo de flujo. Se delimita donde el gradiente cambia.

Cuenca o zona contribuyente: debido a su alta densidad de procesos morfodinámicos identificados en el análisis multitemporal de MM es relevante en la producción de sedimentos.

A escala 1:2.000

Incluye los suelos urbanos y de expansión urbana y zonas donde se presente transporte y arrastre de material.

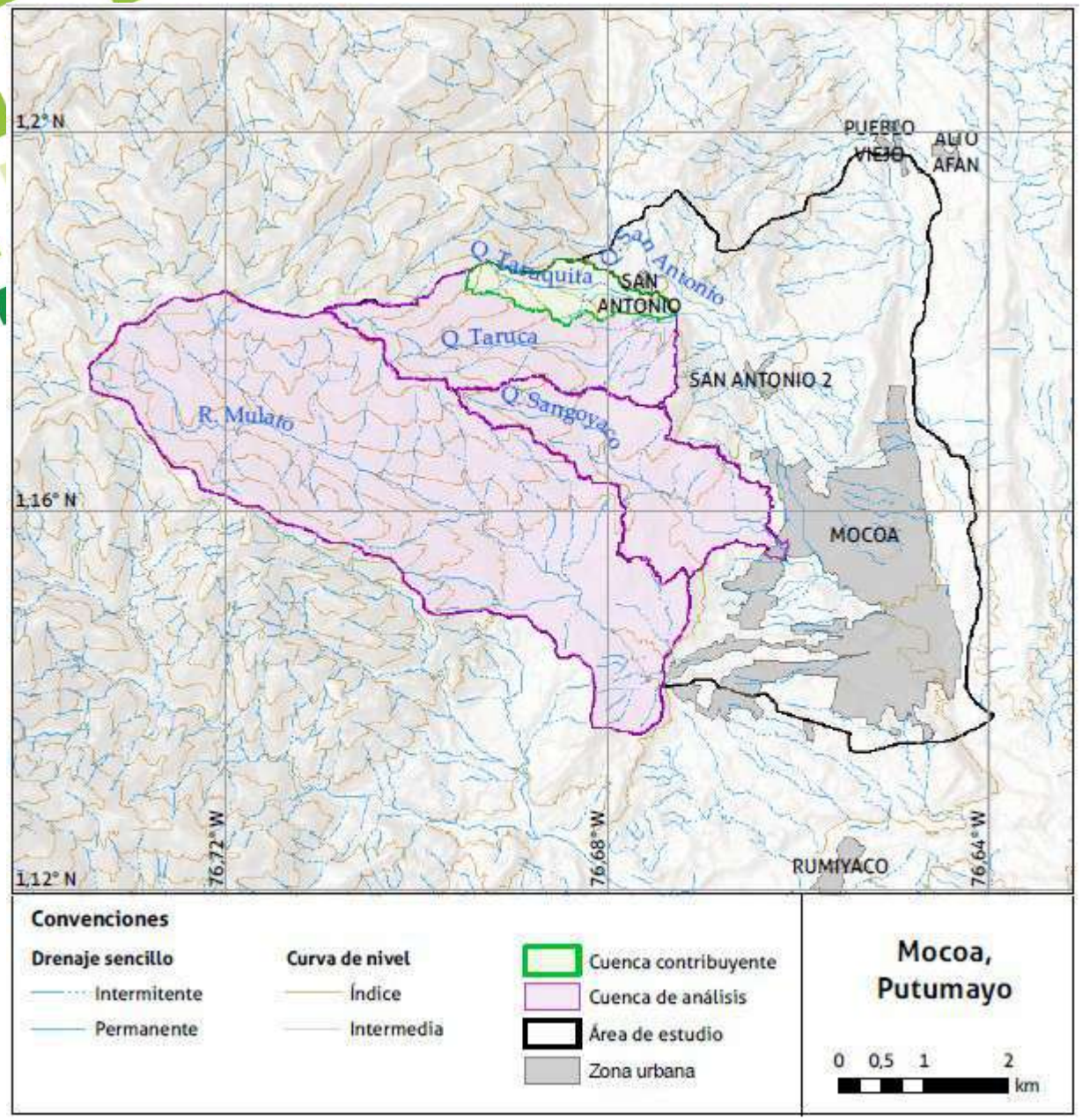


Figura 4. *Esquema del área de Estudio y sus cuencas, 1:25.000. Tomado de SGC 2021.*

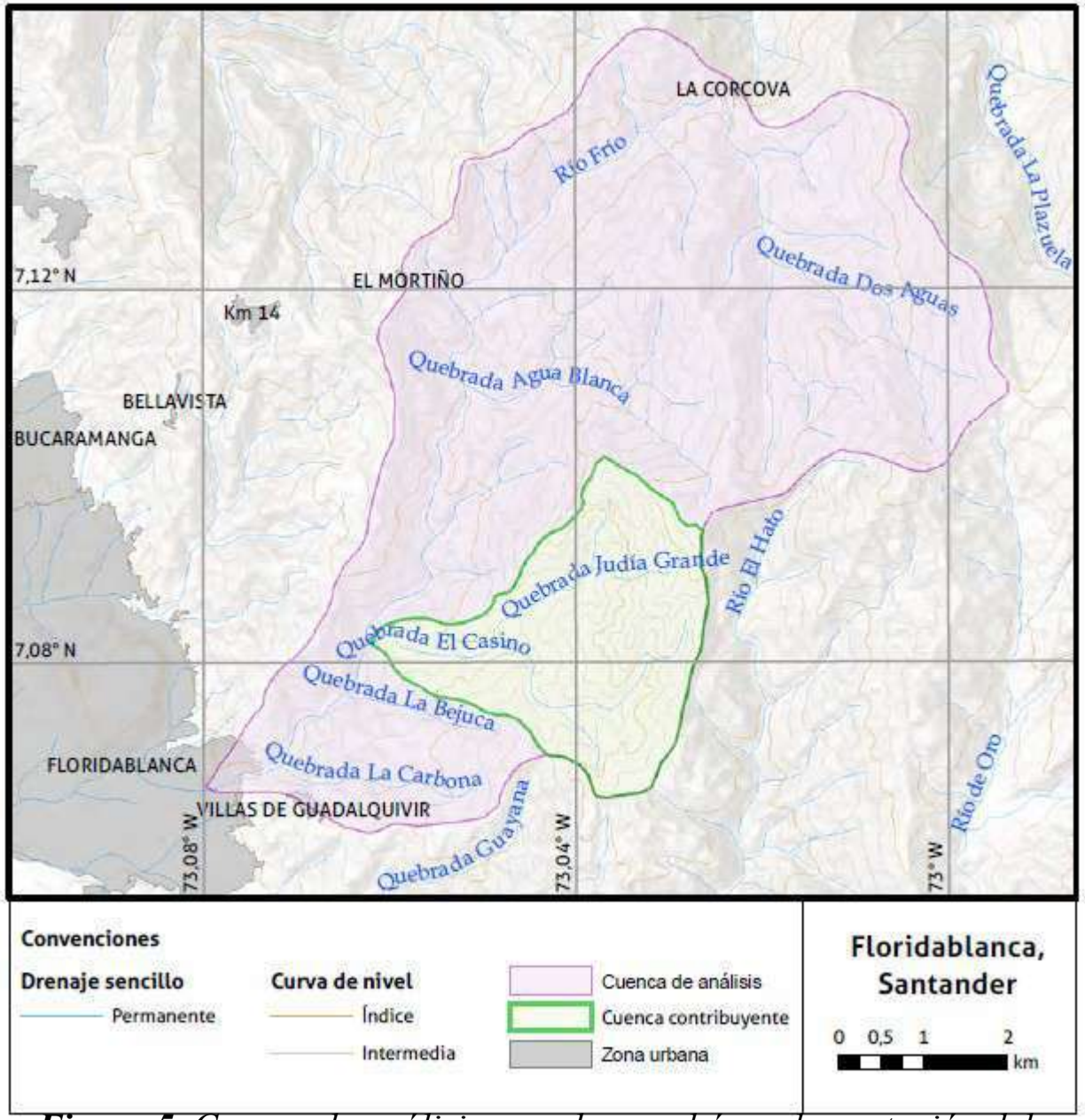


Figura 5. *Cuenca de análisis que abarca el área de captación del Río Frío, Santander. Tomado de SGC 2021.*

2.4 Cartografía base

Se obtiene por procesos directos de observación y medición de los rasgos naturales y topográficos de la superficie terrestre.

Cartografía básica Oficial de Colombia (Resolución 471 de 2020 del IGAC y aquellas que la modifiquen).

Elementos geográficos representados gráficamente por medio de símbolos como puntos, líneas y polígonos. IGAC 2016.

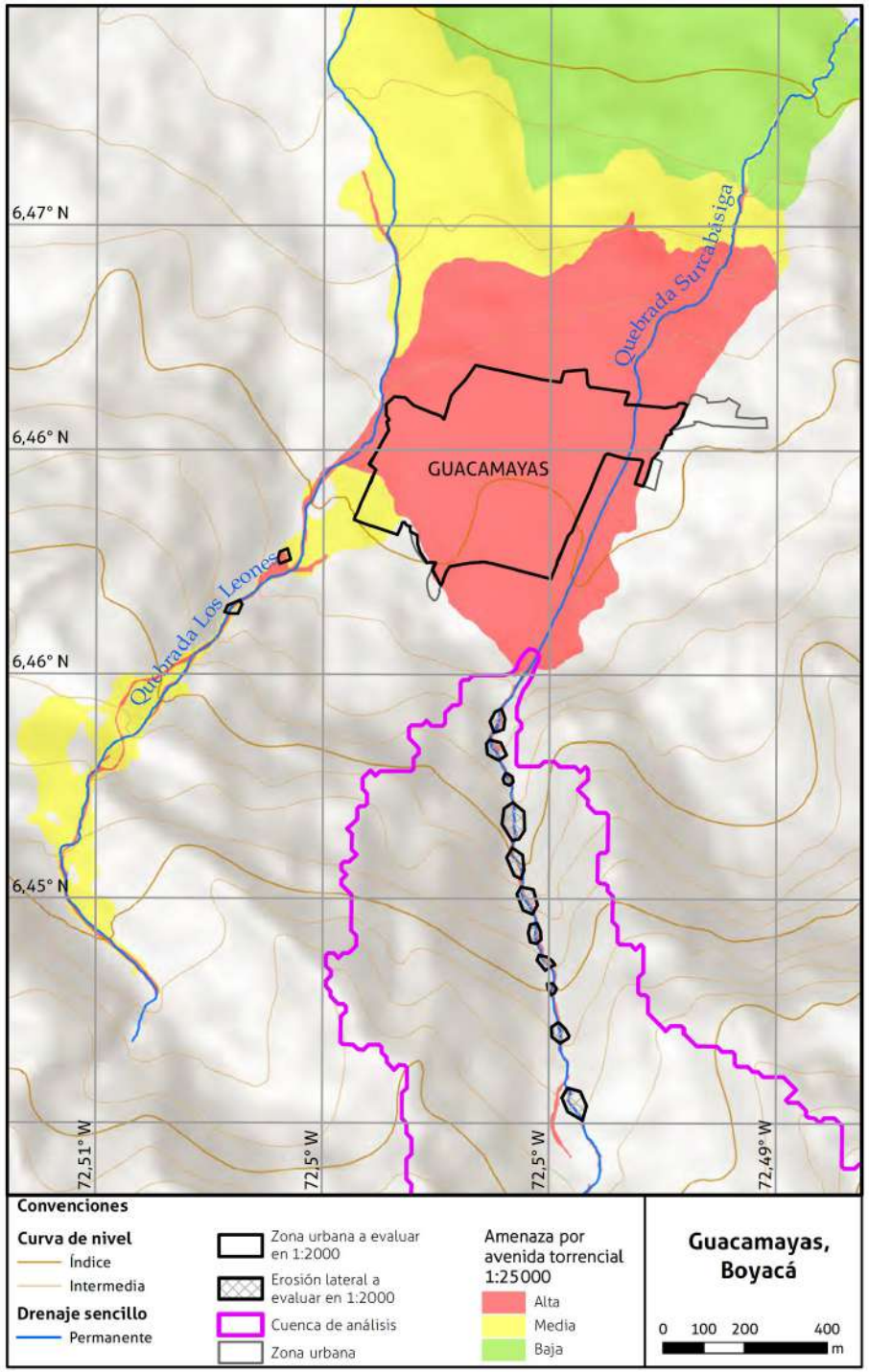


Figura 6. *Esquema del área de Estudio. 1;2000, municipio de Guacamayas- Tomado de SGC 2021.*

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación
Universidad Industrial de Santander

2.5 Sistema de Referencia

Sistema de Referencia

- Conjunto de convenciones y conceptos teóricos modelados que definen la orientación, ubicación y escala de los ejes coordenados X, *Y* y *Z*
- Sistema de Referencia Horizontal
  - Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS, y la proyección cartográfica será definida por un único origen de coordenadas.
- Sistema de Referencia Vertical
  - Será el que tenga origen en el mareógrafo de Buenaventura

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: latitud	4°N
Origen: longitud	73°W
Falso este	5 000 000
Falso norte	2 000 000
Unidades	Metros
Factor de escala	0,9992

Figura 7. *Parámetros de la proyección. Tomado de SGC 2021.*

2.6 Modelo Digital del Terreno (MDT)

Modelo Digital de Elevación (MDE)

Modelo de terreno desnudo que excluye árboles, edificios y otros elementos.

Modelo Digital de Superficie (MDS)

Es un MDE que incluye además de los datos de elevación, la parte superior de todos los elementos.

Modelo Digital de Terreno (MDT)

Estructura de datos numéricos que representa la distribución espacial de los valores de altura de la superficie del terreno.

1:25.000

Se emplea el modelo libre de **Alos Palsar** y se le realizan ajustes.

1:2.000

Se debe partir de un MDT según las especificaciones técnicas para productos de cartografía del IGAC. Es necesario acogerse a la **resolución 471 de 2020 del IGAC** para la validación o oficialización de los productos cartográficos.

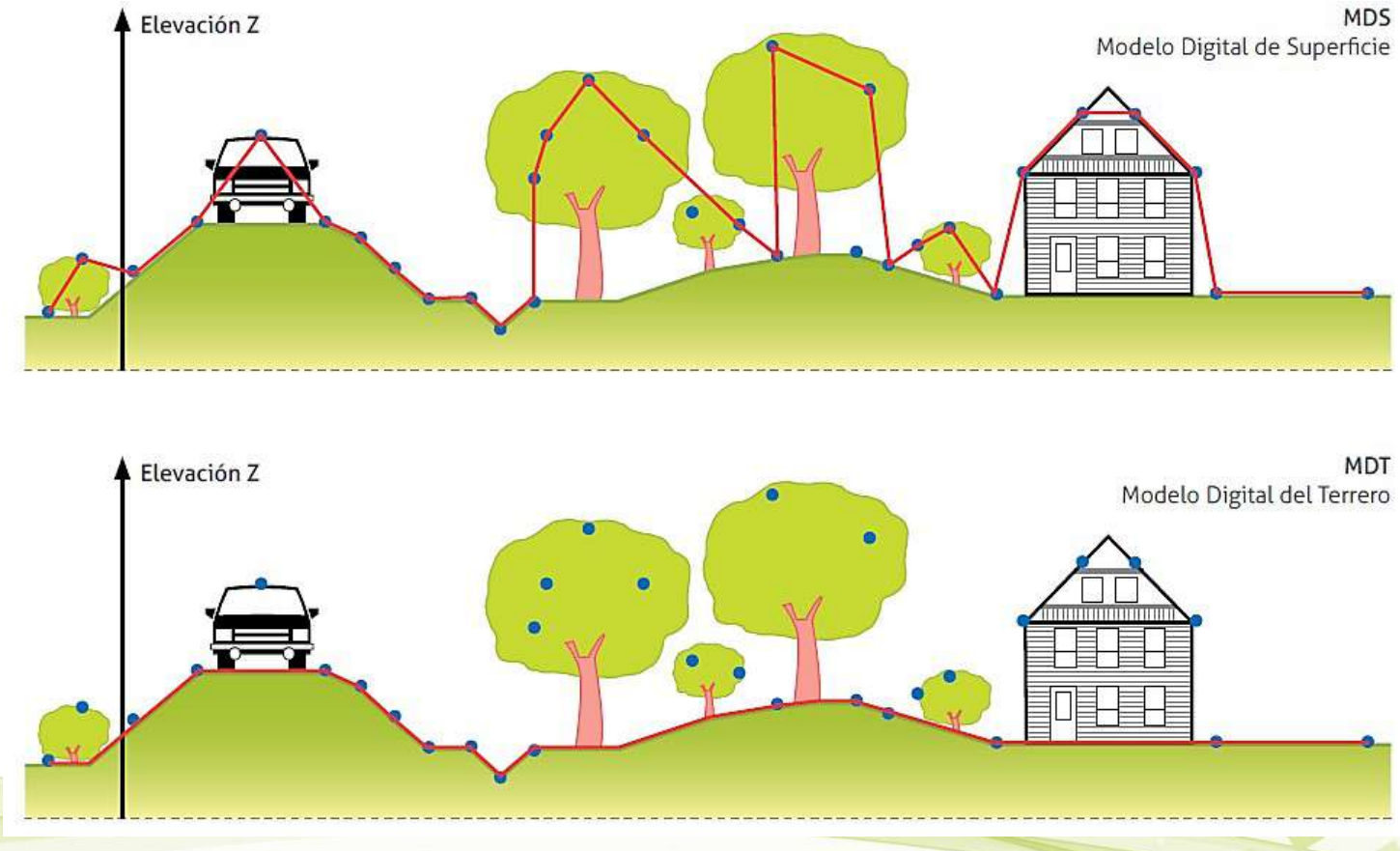


Figura 8. *Diferencias entre MDS y un MDT. Tomado de SGC 2021.*

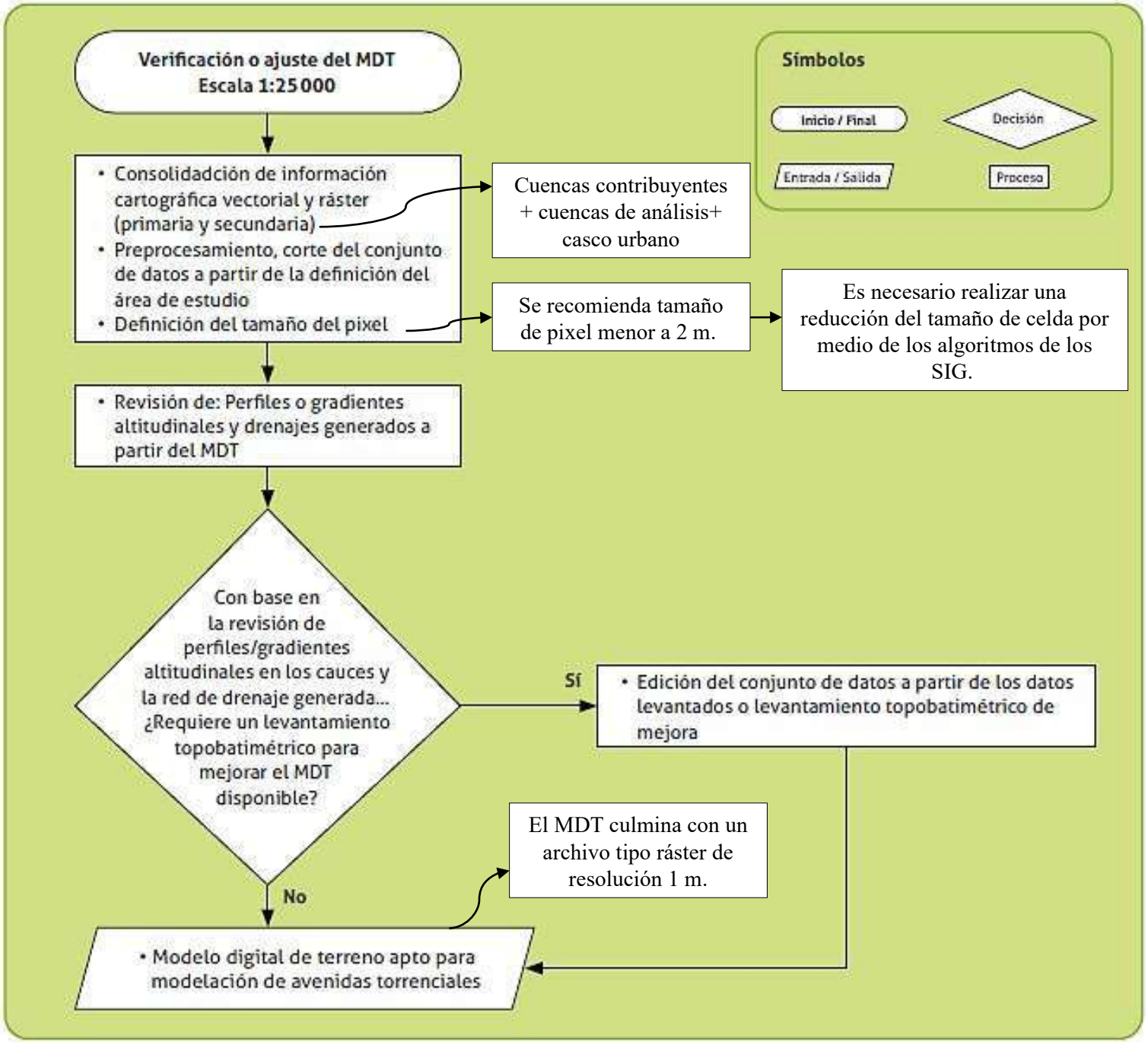
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Información	Escala	Lugar	Objetivo
Puntos de control	1:2000	Puntos distribuidos en el área de cubrimiento que no puede ser menor a 20 puntos de chequeo (Resolución 471/2020 y aquellas que la sustituyan o modifiquen).	Evaluación de la calidad del MDT y asignar un sistema de referencia a los elementos levantados en esta tabla.
Intersecciones viales	1:2000	Casco urbano.	Verificar o ajustar las direcciones de flujo en el área urbana, mejorar los perfiles viales en el evento que el MDT existente presente inconsistencias por este concepto.
Construcciones-edificaciones	1:2000	Canchas, tanques de almacenamiento, área construida, edificios si es posible.	Incorporar en el MDT la cota estimada de las construcciones en el evento de que el modelo existente sea estrictamente de terreno.
Secciones transversales 1:2000	1:2000	Canal(es) o cauce(s) en el casco urbano y de expansión, se sugiere levantar secciones cada 10 m sobre el canal(es) o drenaje(s). Las secciones transversales deben reflejarse cada 5 m en zonas de cambio de dirección o meándricas.	Mejorar y detallar los cauces a modelar en el evento que el MDT existente no represente de manera adecuada estos elementos.
Diques o estructuras de contención	1:2000	Detallar zonas de la estructura en las que se pueda evidenciar condiciones de falla o rompederos.	Identificar posibles condiciones de falla y eventuales efectos de rompimiento en la modelación.
Puentes, alcantarillas, *BoxCulvert*	1:2000-1:25 000	Tramos de los drenajes en los que se evidencien puentes, alcantarillas o estructuras que en el MDT restrinjan el flujo natural de los drenajes.	Identificar la cota del terreno por debajo de la estructura o la cota a la entrada y salida de esta. Se busca con esto mejorar las direcciones de flujo y evitar en el MDT condiciones de represamiento.
Secciones transversales 1:25 000, mínimo 3 puntos (ribera o línea de árboles y *Talweg*)	1:25 000	Desde donde termina el cubrimiento de la escala 1:2000 hacia aguas arriba de la cuenca(s) de análisis por el cauce principal (hasta donde las condiciones topográficas lo permitan, mínimo 3 km).	Tener un referente que permita encauzar los drenajes en la escala 1:25 000, y empalmar con el MDT en la escala 1:2000.
Gradiente longitudinal	1:25 000	Cambios abruptos de pendiente en la escala 1:25 000.	Ajustar el modelo ALOS PALSAR en zonas de alta pendiente.

Figura 9. *Elementos del paisaje natural y artificial a consideración.. Tomado de SGC 2021.*

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para la investigación y la ir



2.6.1.1 Proceso metodológico de ajuste de modelos digitales de terreno en la escala 1:25.000

En esta escala de análisis se busca garantizar el correcto gradiente altitudinal de los cauces principales en el área de estudio; los procesos aplican tanto para un MDT conforme, como para un modelo de libre acceso, como el Alos Palsar.

Figura 10. *Flujo de trabajo para el ajuste del MDE, 1:25000. Tomado de SGC 2021.*

2.6.1.2 Proceso metodológico de ajuste de modelos digitales de terreno en la escala 1:2.000

El proceso parte de un MDT que debe cumplir con las especificaciones técnicas mínimas de los productos de cartografía básica oficial de Colombia.

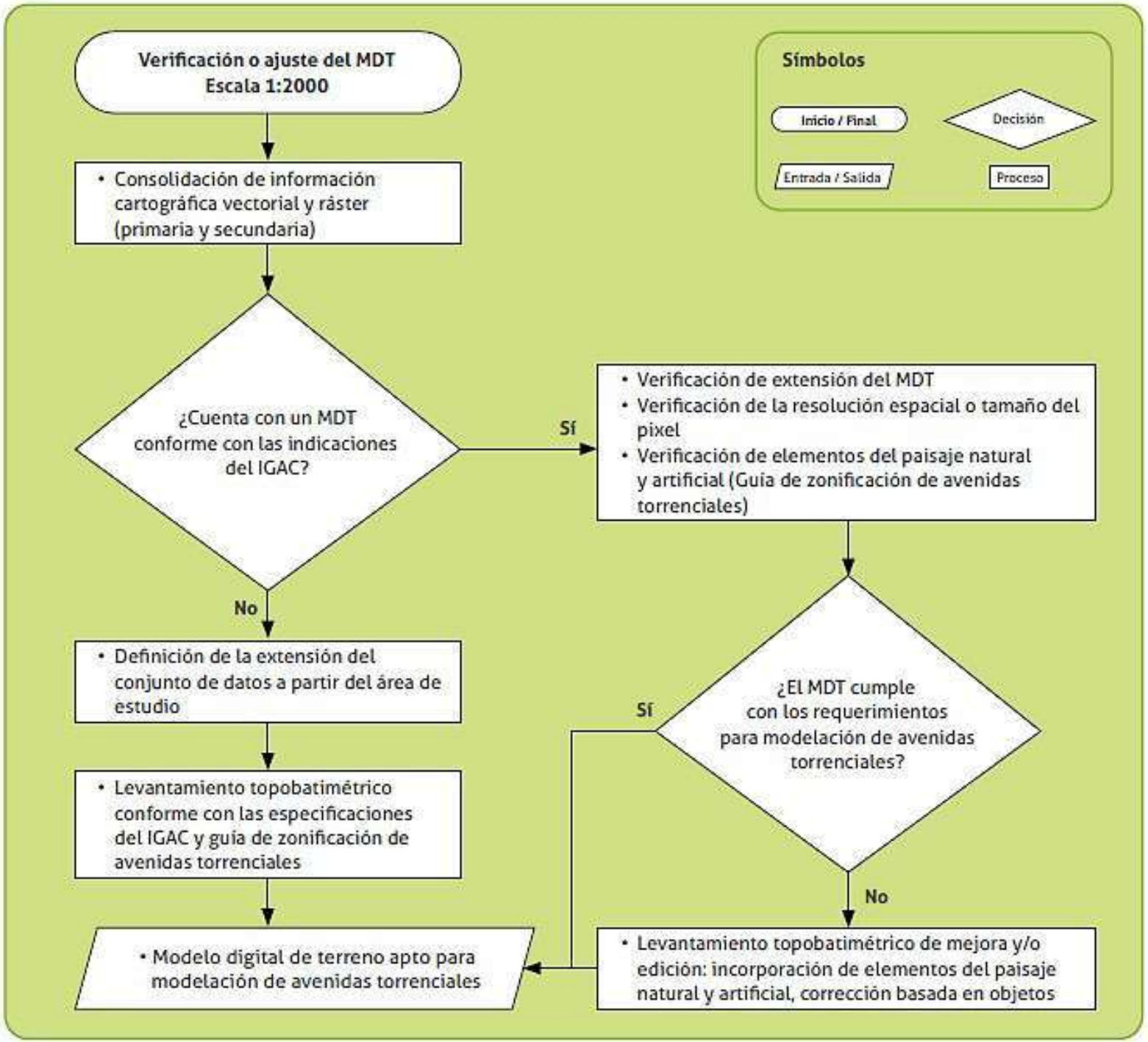


Figura 11. *Flujo de trabajo para el ajuste del MDE, 1:2000. Tomado de SGC 2021.*

2.6.1.3 Consideraciones para la unión de los MDT 1:20.000 y 1:25.000

a) La modelación a escala 1:25.000 entregue resultados (sólidos y líquidos) a escala 1:2.000.
b) Que se integren en un solo conjunto de datos los productos de ambas escalas, se requiere la generación de un mosaico.

2.6.1.4 Consideraciones para la validación de los MDT

Los resultados derivados del proceso de modelación fluidodinámica y el conjunto de datos del inventario de avenidas torrenciales históricas pueden constituirse como elementos adicionales a los definidos por el IGAC.

2.7 Insumos requeridos de la zonificación de amenaza por MM 1:25.000

Universidad Industrial de Santander

Aplicación de esta guía

- Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000
- Caracterización geoambiental
  - Inventario procesos morfodinámicos, geomorfología, geología, cobertura y uso del suelo.
- Zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa.

3 CARACTERIZACIÓN DE AVENIDAS TORRENCIALES

Avenida torrencial Abril 2017
Barrios Altos del Bosque, Los Pinos,
Laureles y San Miguel
Mocoa, Putumayo
Foto de Santiago Saldarriaga / EL TIEMPO

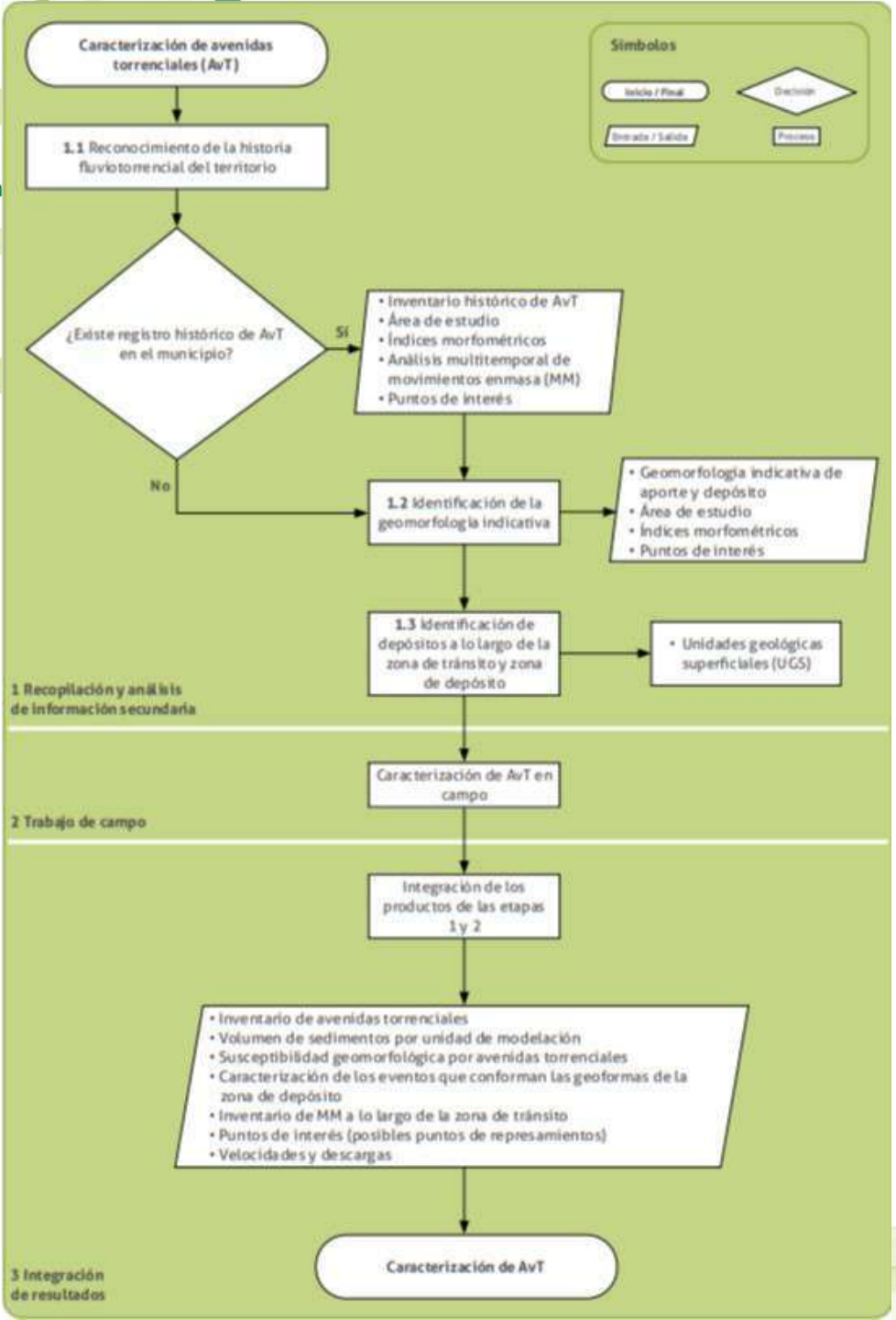


Figura 12. Flujo de trabajo y procedimiento para la caracterización de AvT, SGC (2021)

1) Fuentes de información e insumos para la caracterización de AvT

1.1 Información secundaria de entidades públicas y medios de comunicación

Entidad	Fuente de información vía web
Servicio Geológico Colombiano (SGC)	Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA)
	Motor de Integración de Información Geocientífica (MIIG)
	Sismicidad Histórica de Colombia (SISH)
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)	Consolidado anual de emergencias
Municipios	Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial (POT, EOT)
Corporaciones	Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS)
	Bases de datos y/o informes de las Corporaciones Autónomas Regionales

Figura 13. Fuentes de información de carácter público, SGC (2021).

1.2 Fotografías aéreas y sensores remotos

Misión/Sensor	Subtipo	Grado de procesamiento	Tiempo de adquisición	Resolución (m)	URL
Landsat	L8	C1 - Level 1	2013 - Presente	30	https://earthexplorer.usgs.gov/
	L7 ETM+		1999 - Presente	30, 15	
	L4-L5 TM		1982 - 2012	30	
	L1-5 MSS		1972 - 1992	60	
ASTER - NASA	ASTER	Level 1T	2000 - Presente	15	
Sentinel	Sentinel 2	Level 1C	2015 - Presente	30, 20, 10	
Sentinel	Sentinel 2	Level 1C - Level 2A		30, 20, 10	https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home
ALOS	AVNIR-2	-	2006 - 2011	10	https://search.asf.alaska.edu/#/

Figura 14. Listado de sensores remotos recomendados para la generación de capas temáticas, SGC (2021).

1.3 Productos de la *Guía metodológica para zonificación de amenaza por MM escala 1:25.000 utilizados en la caracterización de AvT*

- *Inventario de procesos morfodinámicos:*
- *MM y erosión superficial*
- *Factores condicionantes:*
- *Geomorfología y geología, equivalentes a las subunidades geomorfológicas y las UGS respectivamente.*
- *Cobertura y uso del suelo*

2) Procedimiento para la caracterización de AvT

2.1 Recopilación y análisis de información secundaria

2.1.1 Reconocimiento de la historia fluviotorrencial del territorio

- ✓ **Identificación de cuencas**
- ✓ **Tipos de flujos: magnitudes, intensidades**
- ✓ **Áreas afectadas**
- ✓ **Condiciones meteorológicas preexistentes**
- ✓ **Detonantes**

*** Formato de inventario histórico de AvT**

a. Inventario histórico de AvT

b. Cálculo de índices morfométricos

c. Representación cartográfica del inventario de AvT históricas y análisis multitemporal

d. Análisis multitemporal de MM

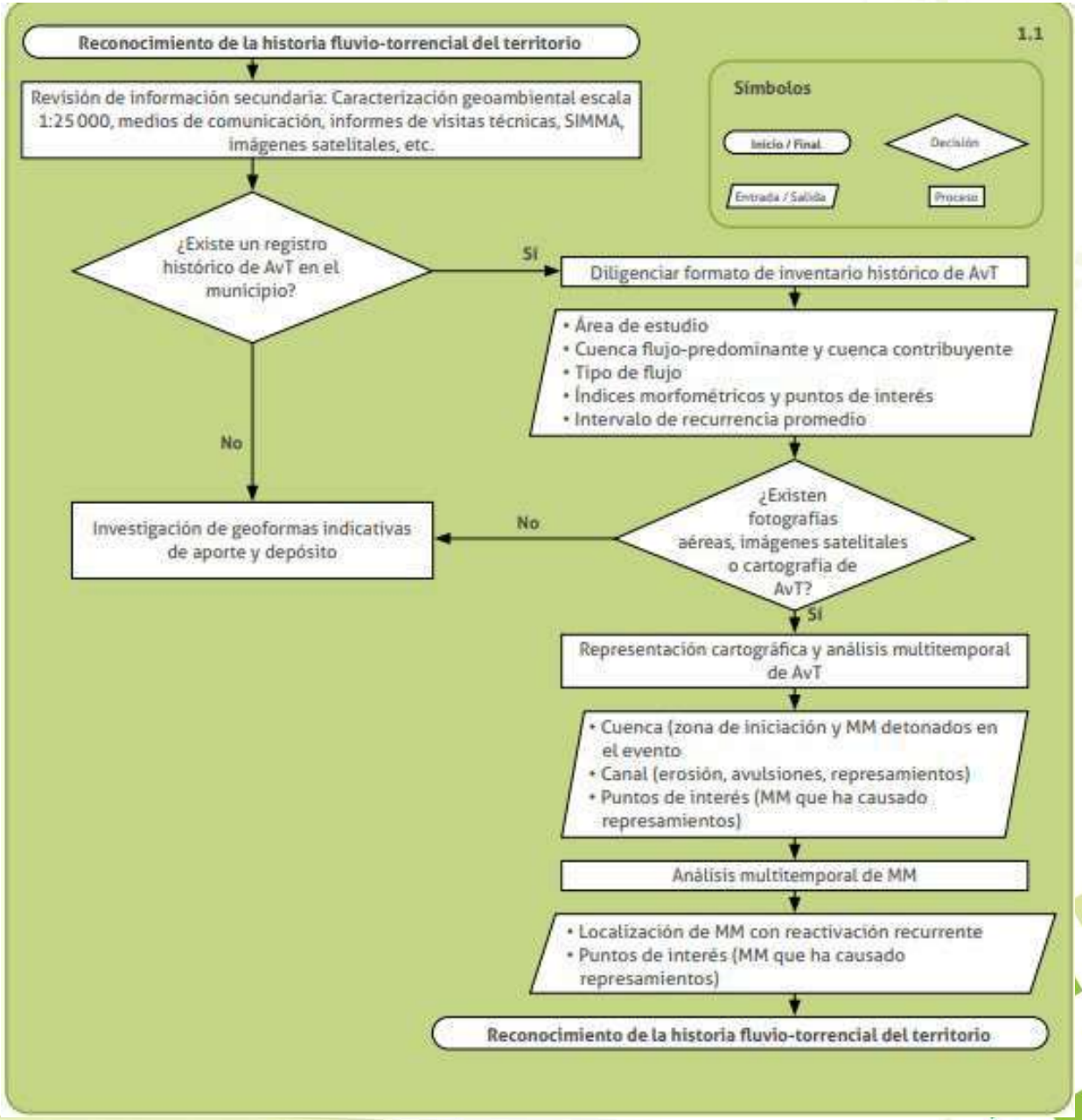


Figura 15. Flujo de trabajo y procedimiento para la caracterización de AvT, SGC (2021).

a. FORMATO PARA EL INVENTARIO HISTÓRICO DE AVENIDAS TORRENCIALES

Información general

ID	Responsable o encuestador	Ruta de la Geodatabase	Ruta de la info. Secundaria	Tipo de documento	Referencia bibliográfica	Fecha del reporte			Fecha del evento			Calidad de la información
						aaaa	mm	dd	aaaa	mm	dd	

Localización

Departamento	Municipio	Drenaje	DIVIPOLA (DANE, 2019)	Elemento expuesto	Coordenadas de la cuenca	
					Latitud	Longitud

Índices morfométricos de la cuenca

Índice de Melton	Long. Axial (km)	Área (km^2)	Relación de relieve	Integral hipsométrica	Tiempo de concentración (min)	Índice de Hack	Relación de bifurcación	Coeficiente de torrencialidad

Precipitación		Unidad geológica superficial					
5 días más lluviosos del año (mm)	Promedio multianual (mm)	UGS	Descripción de las UGS	UGS predominante	GSI	Espesor del suelo por UGS	Textura del suelo

Flujo				Afectación			
Detonante	Velocidad (m/s)	Tipo de flujo	Posibles factores contribuyentes	Muertos	Heridos	Desaparecidos	Pérdidas económicas

Subunidades geomorfológicas Geoforma indicativa		Cobertura y uso del suelo
Zona de aporte	Zona de depósito	Tipo de cobertura y uso del suelo predominantes

Depósito de la avenida torrencial histórica

Relación matriz/armazón	Tamaño máximo del sedimento (mm)	Tamaño predominante (mm)	Volumen (m3)

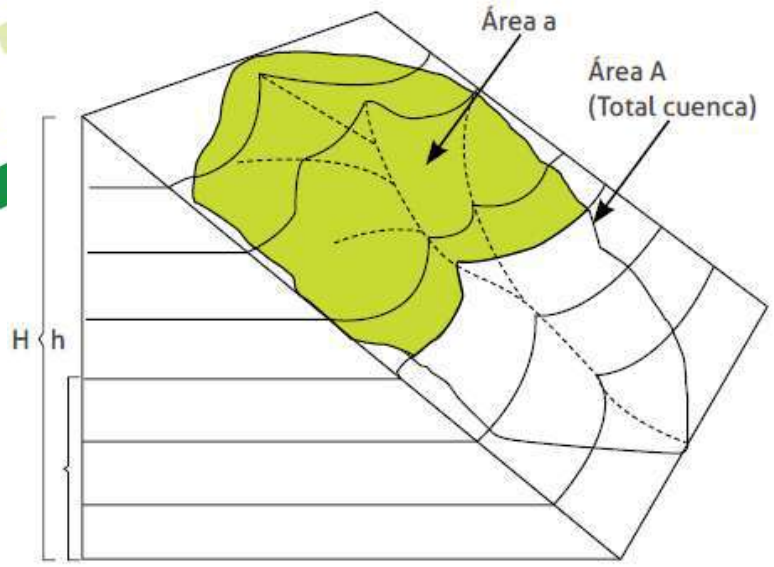
Figura 16. Formato para el inventario histórico de AvT, SGC (2021).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

b. Índice Morfométrico	Función	Fórmula	Flujos de detritos	Flujos de lodos / Inundación*	Flujos Hiper-concentrados	Autor
Índice de Melton	*Los tipos de flujos*		*0.15 - 0.91*	*0.15 - 0.91*	*0.06 – 0.50*	*SGC (2021)*
			> 0.6	*< 0.30 **	*0.30 – 0.60*	*Wilford et al. (2004)*
Longitud de la cuenca	*El tipo de flujo de mayor concurrencia*	*Distancia entre el ápice del abanico y el punto más lejano sobre el limite de la cuenca*	*1 – 13*	*1 – 13*	*1 – 21*	*SGC (2021)*
			1.5 – 6.4	-	*2.45 – 10.73*	*Wilford et al. (2004)*
Relación del relieve	*Describe la movilidad de material desde su punto de inicio hasta su frente de disposición*	=	*0.08 – 0.43*	*0.08 – 0.27*	*0.03 – 0.27*	*SGC (2021)*
			0.15 – 0.70	-	*0.21 - 0.22*	*Chen y Yu (2011) Oullet y Germain (2014)*
Área de la cuenca	*Torrencialidad*	*Área plana en proyección horizontal de la cuenca*	*< 20*	-	-	*SGC (2021)*
			0.10 - 9.66	-	*0.93 - 6.67*	*De Scally et al., (2010). Kain et al., (2018)*

Integral Hipsométrica



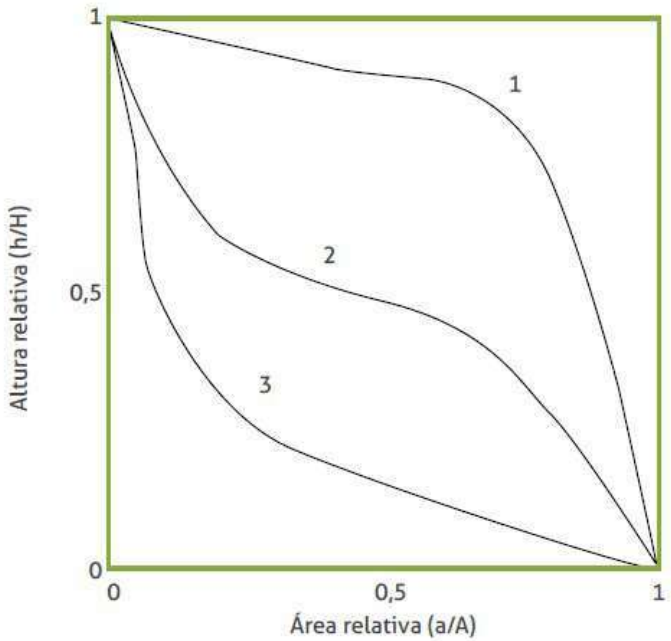
A: área total; H: altura de la cuenca
a: fracción del área sobre una cota dada
h: altura respecto al área total

Permite identificar donde predomina la denudación y dónde el control tectónico dentro de la cuenca.

$$HI = (hmean - hmin)/(hmax - hmin)$$

Evalúa de forma general la susceptibilidad por AvT , ya que permite determinar la interacción entre la erosión y la tectónica reciente.

Figura 17 y 18. Esquema ilustrativo curva hipsométrica, SGC (2021).



h/H: proporción de la altura de la cuenca total; a/A: proporción del área total de la cuenca

Integral hipsométrica	Paisaje
HI < 0.4	*Senil. Predominan los procesos de degradación.*
0.4 < HI < 0.5	*Equilibrio. P ej. Entre levantamiento tectónico y erosión.*
HI > 0.5	*Juvenil. Con actividad tectónica reciente.*

Figura 19. Hamdouni et al., 2008; Pérez et al., 2010; Quezada y Jensen, 2010, SGC (2021).

En Colombia, las cuencas donde ocurren AvT se encuentran en el rango de los paisajes en equilibrio y juveniles.

Índice Morfométrico	Función	Fórmula	Flujos de detritos	Flujos de lodos / Inundación*	Flujos Hpc	Autor
Tiempo de concentración	*t que demoran todos los puntos de una cuenca en aportar agua de escorrentía , de forma simultánea, al punto de salida de la cuenca*	*Pag siguiente*	*4 – 51 min*	*2 – 38 min*	*11 – 90 min*	*SGC (2021)*
Relación de bifurcación	*El coeficiente ente el número de cauces de cualquier orden (Nrn) y el número de corrientes del siguiente orden superior (Nrn+1)*		*2.45 – 5.20*	*2.83 – 5.24*	*3.00 – 5.25*	*SGC (2021)*
			Cuencas con litologia homógenea presentan Rb entre 3 y 5, **altos valores** *indican que la cuenca es muy elongada con alternancia de afloramientos contrastantes en sus características litológicas. Y* **valores bajos** *se asocian con cuencas bien drenadas susceptibles a crecidas mas violentas que aquellas que poseen un Rb alto.*			*Summerfiel (1993)*
Coeficiente de torrencialidad	*Indicador de la erodabilidad lineal y la capacidad de descarga de una cuenca. Cursos de 1er orden son de génesis erosiva = generación de flujos torrenciales.*	*Nc1= n total de cursos de 1er orden* *A= área total de la cuenca*	*0.38 – 26.90*	*1.01 – 21.51*	*0.37 – 18.01*	*SGC (2021)*
			Calculado para cuencas con AvT pero no se hace distinción entre ellos (valores entre 0.76 – 3.85). P ej. Cuencas de Venezuela y Argentina.			*Camino et al., (2018). Méndez et al., (2016)*
Gradiente - longitud del canal (SL)	*Permite la evaluación de las relaciones entre: actividad tectónica, resistencia de la roca y topografía.*	*= dif de h entre dos puntos del curso de agua* *= long de este tramo* *L= long total del canal*	✓ *Valores altos: rocas mas duras.* ✓ *Valores bajos: rocas mas blandas.* ✓ *Valores anómalos altos de SL en rocas blandas como shale: actividad tectónica reciente.* ✓ *Valores anómalos bajos de SL en rocas duras (p. ej., cuarcita o caliza): fallas rumbo- deslizantes paralelas a los valles.*			*Keller & Pinter (2002) y Piacentini et al., (2020).*

Fórmulas Tiempo de Concentración

Kirpich

$$T = 0{,}02L^{0{,}77}S^{-0{,}385}$$

Dónde:

T= tiempo de concentración (minutos)

L= longitud máxima a la salida (m)

S= pendiente media del lecho (m/m)

Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{S}+1{,}5L}{0{,}8\sqrt{H}}$$

siempre que L/3.600 ≥ tc ≥ (L/3.600 +1,5)

Dónde: -

tc= tiempo de concentración (horas)

S= área de la cuenca (km^2)

L= longitud del cauce principal (km)

i= elevación media de la cuenca o diferencia de nivel principal (m)

Ventura-Heras

$$t_c = a\frac{S^{0{,}5}}{i}$$

siendo 0,05≤ a ≤0,5

Dónde:

tc= tiempo de concentración (horas)

i= pendiente media del cauce principal (%)

S= área de la cuenca (km^2)

L= longitud del cauce principal (km)

a= alejamiento medio $a = L/\sqrt{S}$

Passini

$$t_c = a\frac{(SL)^{1/3}}{i^{0{,}5}}$$

siendo 0,04≤ a ≤0,13

Dónde: -

tc= tiempo de concentración (horas)

i= pendiente media del cauce principal (%)

S= área de la cuenca (km^2)

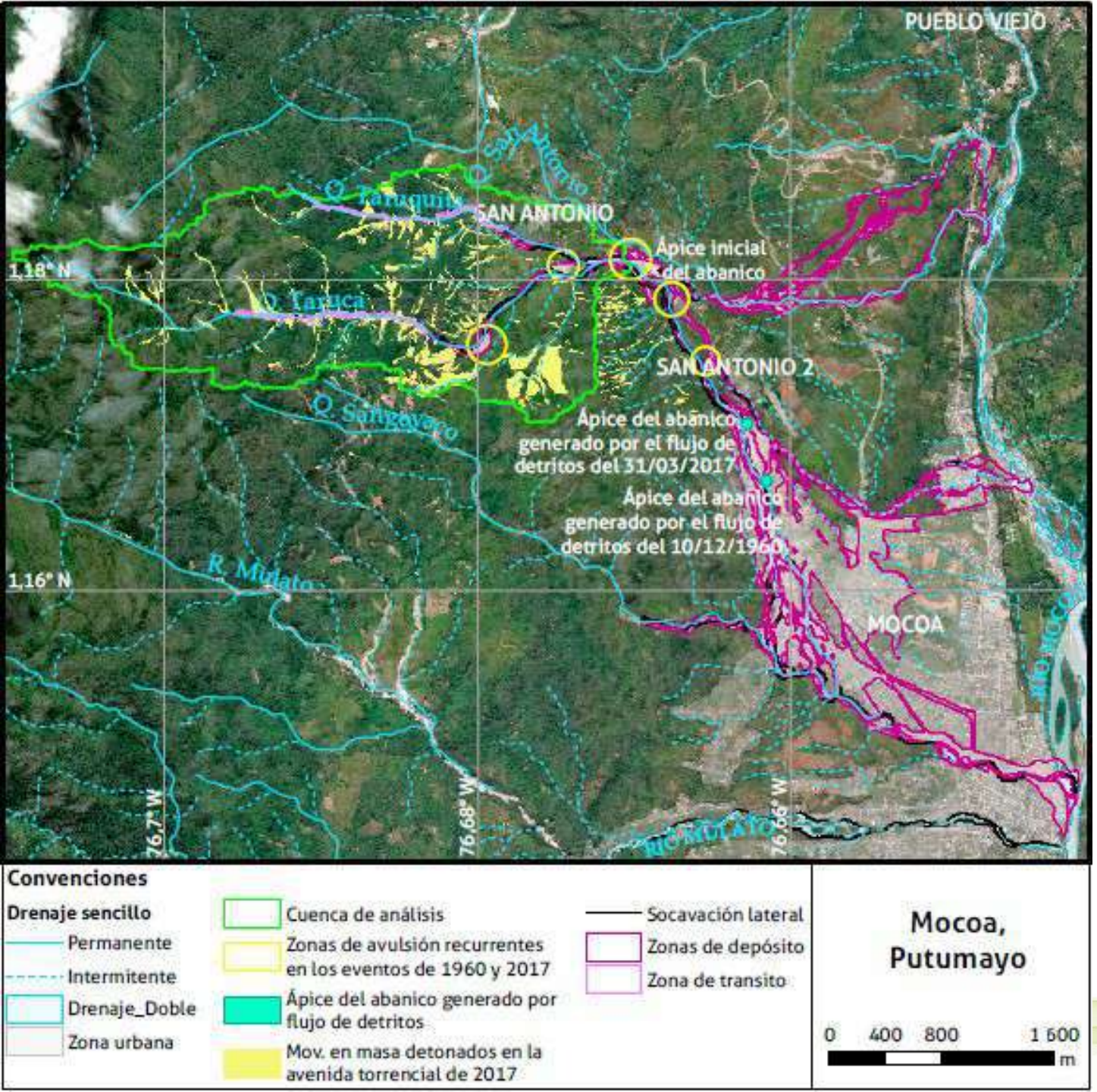
L= longitud del cauce principal (km)

a= alejamiento medio $a = L/\sqrt{S}$

Figura 20. Ibañez et al., (2011).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



c. Representación cartográfica del inventario de AvT históricas y análisis multitemporal

I. *La cuenca de análisis,*
II. *Las cuencas o zonas contribuyentes,*
III. *La zona de depósito y la distribución de los sedimentos,*
IV. *La zona de tránsito,*
V. *Los procesos de avulsión y erosión detonados por el paso del flujo,*
VI. *Los movimientos en masa detonados o reactivados por el mismo evento hidroclimatológico.*

INTERVALO DE RECURRENCIA PROMEDIO

Coe et al. y Crovelli, 2000

n= periodo de recurrencia (periodo de t en el que se tiene registros de flujos)
m= el número de flujos registrados en ese periodo de tiempo

Figura 21. Elementos a representar en una RC, SGC 2021.

d. Análisis multitemporal de MM

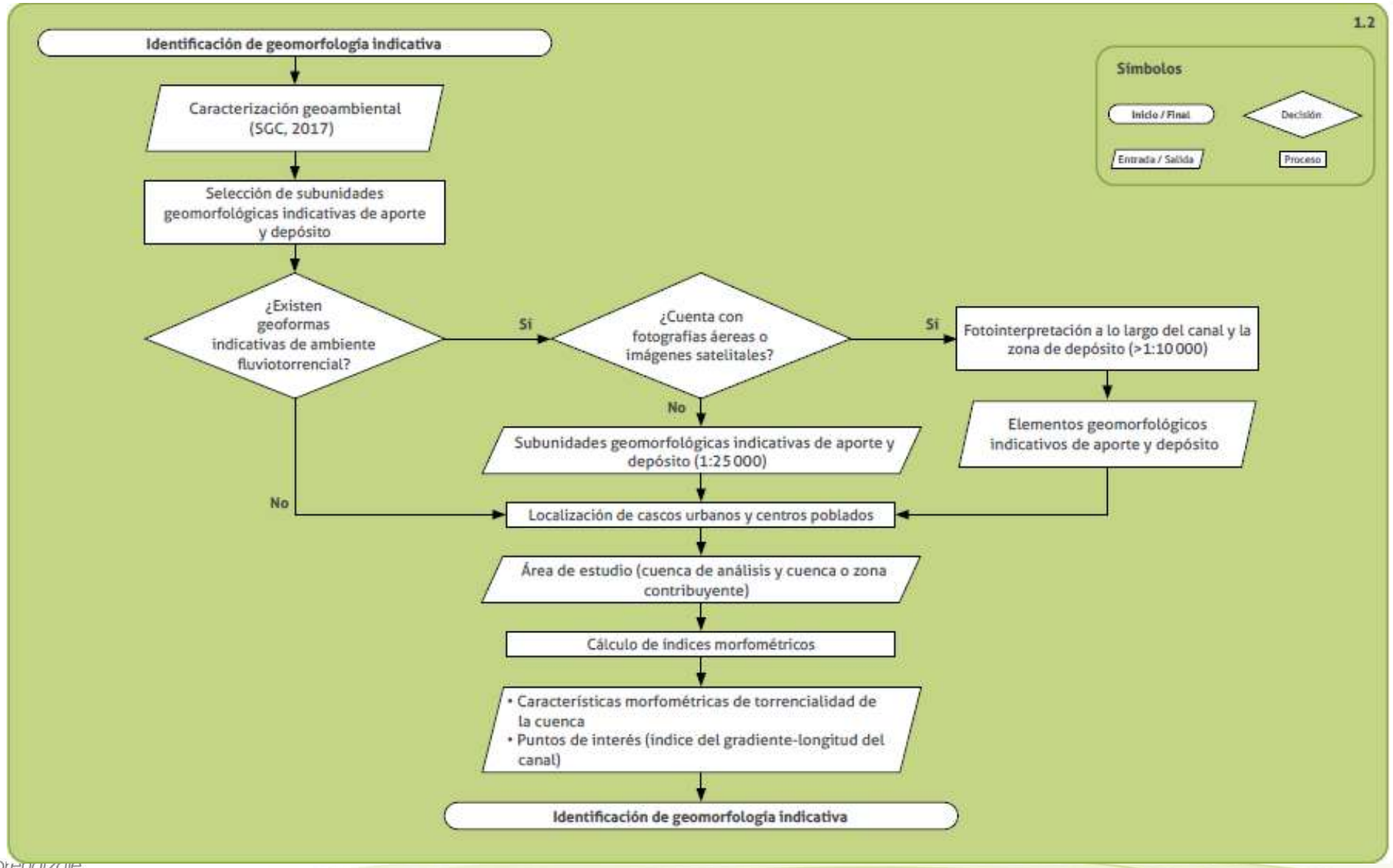
Figura 22. Sonsón, Antioquia 2017. Dapard /RCN radio.

Figura 23. Mocoa 2017/ Elmundo

Se basa en la identificación de cambios en la morfodinámica de una región durante un rango de tiempo a partir de imágenes de sensores remotos o fotografías áereas.

Debes ser complementado con la identificación de las cuencas o zonas contribuyentes o de iniciación, así como de los movimientos que por su frecuente reactivación y volumen generado pueden conducir a represamientos.

2.1.2 Identificación de la geomorfología indicativa y temporalidad relativa



SGC 2021

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Geoformas indicativas de zonas de aporte y zonas de depósito de sedimentos en AvT

Ambiente geomorfológico	Unidad/subunidad/Componente geomorfológica	Acrónimo	Aporte/depósito
Denudacional	Cuenca denudada	Dcd	Aporte
	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión-Coluvión-Depósitos de ladera	Dco	Aporte
	Cono de talus	Dct	Aporte
	Cono de deslizamiento indiferenciado-Deslizamiento indiferenciado	Ddi	Aporte
	Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional	Ddrt	Aporte
	Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional	Ddtr	Aporte
	Escarpe	De	Aporte
	Escarpe de erosión mayor	Deem	Aporte
	Escarpe de erosión menor	Deeme	Aporte
	Cono flujos de detritos	Dfd	Aporte-Depósito
	Cono o lóbulo de flujo indiferenciado	Dft	Depósito-Aporte
	Lóbulo y cono de avalancha de detritos	Dlcad	Aporte
	Lóbulo y cono de avalancha de rocas	Dlcar	Aporte
	Flujo de detritos canalizados-Cono o lóbulo de flujo de detritos	Dlfd	Depósito-Aporte
	Flujo de detritos de ladera	Dlfdl	Aporte
	Cono o lóbulo de flujo de lodo	Dlfl	Aporte-Depósito
	Depósito de movimiento en masa	Dmm	Aporte
Glaciar	Conos glaciofluviales	Gcgf	Aporte
	Cono y lóbulo de gelifracción	Gclg	Aporte
	Flujo volcánico glaciado	Gfv	Aporte
Volcánico	Cono lahárico	Vcl	Aporte
	Escarpes de lavas y flujos piroclásticos	Velf	Aporte
	Flujo lahárico aterrazado	Vfla	Aporte
	Escarpe de flujo lahárico aterrazado	Vflae	Aporte
	Escarpe de flujo piroclástico aterrazado	Vfpe	Aporte
	Flujo piroclástico aterrazado-Terraza de flujo piroclástico	Vfp-Vtfp	Aporte
	Lóbulo de flujo piroclástico	Vlfl	Aporte
	Lóbulo de flujo lahárico	Vlfp	Aporte
Fluvial	Abanico aluvial	Faa	Depósito
	Abanico aluvial antiguo	Faaa	Depósito
	Abanico aluvial actual	Faaac	Depósito
	Abanico aluvial incidido	Faai	Depósito
	Abanico fluviotorrencial antiguo	Faan	Depósito
	Abanico aluvial subreciente	Faas	Depósito
	Abanicos aluviales coalescentes no diferenciados (bajadas)	Fac	Depósito
	Abanico fluviotorrencial	Faft	Depósito-Aporte
	Abanico fluviotorrencial actual	Fafta	Depósito-Aporte
	Abanico fluviotorrencial coalescente	Faftc	Depósito-Aporte
	Abanico fluviotorrencial coalescente antiguo	Faftca	Depósito
	Abanico fluviotorrencial muy antiguo	Faman	Depósito
	Cauce aluvial-Cauce activo-Cauce o lecho actual del río	Fca	Aporte
	Cono de deyección	Fcdy	Aporte-Depósito
	Depósitos aluviales antiguos	Fdaa	Depósito
	Depósitos aluviales recientes	Fdar	Aporte-Depósito
	Escarpe de abanico	Fea	Aporte
	Escarpe de cono de deyección	Fecdy	Aporte
	Escarpe de terraza o abanico	Feta	Aporte
	Planicie aluvial confinada	Fpac	Aporte
	Plano o llanura de inundación	Fpi	Aporte-Depósito
	Terraza aluvial	Ft	Aporte-Depósito
	Terraza de acumulación	Fta	Aporte-Depósito
	Terraza de acumulación alta-Nivel de terraza alto	Ftaa-Fta	Depósito
	Terraza de acumulación baja-Nivel de terraza bajo	Ftab-Ftb	Depósito-Aporte
	Flujo fluviotorrencial actual	Ftac	Depósito-Aporte
	Escarpe de terraza de acumulación-Escarpe de terraza aluvial	Ftae	Aporte
	Terraza de acumulación media-Nivel de terraza medio	Ftam-Ftm	Depósito
	Terraza de acumulación antigua	Ftan	Depósito
	Terraza de acumulación subreciente	Ftas	Depósito
	Escarpe de terraza-Escarpe de terraza aluvial	Fte	Aporte
	Terraza fluviotorrencial	Ftft	Aporte-Depósito
	Terraza fluviotorrencial-basculada	Ftftb	Aporte
	Escarpe de terraza fluviotorrencial	Ftfte	Aporte
	Flujo fluviotorrencial subactual	Ftsa	Depósito-Aporte
	Valle fluviotorrencial	Fvfi	Depósito
	Microcuenca fluviotorrencial	Fmft	Depósito-Aporte

Temporalidad relativa de las geoformas indicativas de zonas de depósito

Temporalidad relativa/Susceptibilidad geomorfológica	Subunidades geomorfológicas indicativas de zonas de depósito	Acrónimo
Reciente/alta	Cono flujos de detritos	Dfd
	Cono o lobulo de flujo indiferenciado	Dfl
	Flujo de detritos canalizados-Cono o lobulo de flujo de detritos	Dlfd
	Cono o lobulo de flujo de lodo	Dlfl
	Abanico aluvial	Faa
	Abanico aluvial actual	Faaac
	Abanico fluviotorrencial	Fafl
	Abanico fluviotorrencial actual	Fafla
	Abanico fluviotorrencial coalescente	Faflc
	Cono de deyección	Fcdy
	Depósitos aluviales recientes	Fdar
	Plano o llanura de inundación	Fpi
	Terraza aluvial	Ft
	Terraza de acumulación	Fta
	Terraza de acumulación baja-Nivel de terraza bajo	Ftab-Ftb
	Flujo fluviotorrencial actual	Ftac
	Terraza fluviotorrencial	Ftfl
	Valle fluviotorrencial	Fvfl
Subreciente/media	Abanico aluvial subreciente	Faas
	Abanicos aluviales coalescentes no diferenciados (bajadas)	Fac
	Terraza de acumulación media-Nivel de terraza medio	Ftam-Ftm
	Terraza de acumulación subreciente	Ftas
	Flujo fluviotorrencial subactual	Ftsa
	Abanico fluviotorrencial subreciente	Fafts
Antigua y muy antigua/baja	Abanico aluvial antiguo	Faaa
	Abanico aluvial incidido	Faai
	Abanico fluviotorrencial antiguo	Faan
	Abanico fluviotorrencial coalescente antiguo	Faflca
	Abanico fluviotorrencial muy antiguo	Faman
	Depósitos aluviales antiguos	Fdaa
	Terraza de acumulación antigua	Ftan
	Plano o llanura de inundación alta	Fpia
	Terraza de acumulación alta-Nivel de terraza alto	Ftaa-Fta
	Abanico aluvial muy antiguo	Faaman

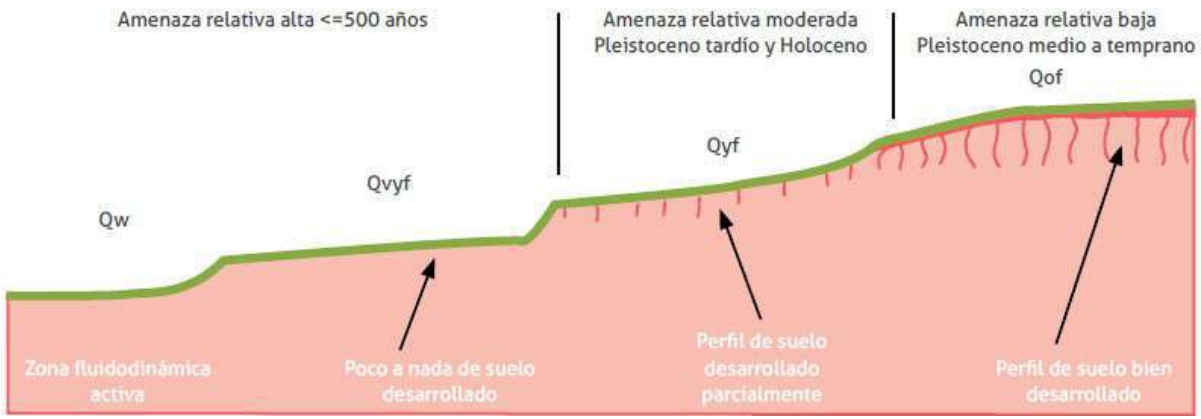


Fig 24. Perfil geomorfológico amenaza relativa por AvT. SGC 2021.

Geoformas de depósito son el criterio para la zonificación de susceptibilidad geomorfológica de AvT

Reciente: Geoformas mas cercanas al cauce actual. Y por tanto, con mayor potencial a ser nuevamente ocupadas por AvT.

2.1.3 Identificación de materiales y depósitos a lo largo de la zona de transito y zona de depósito fluviotorrencial

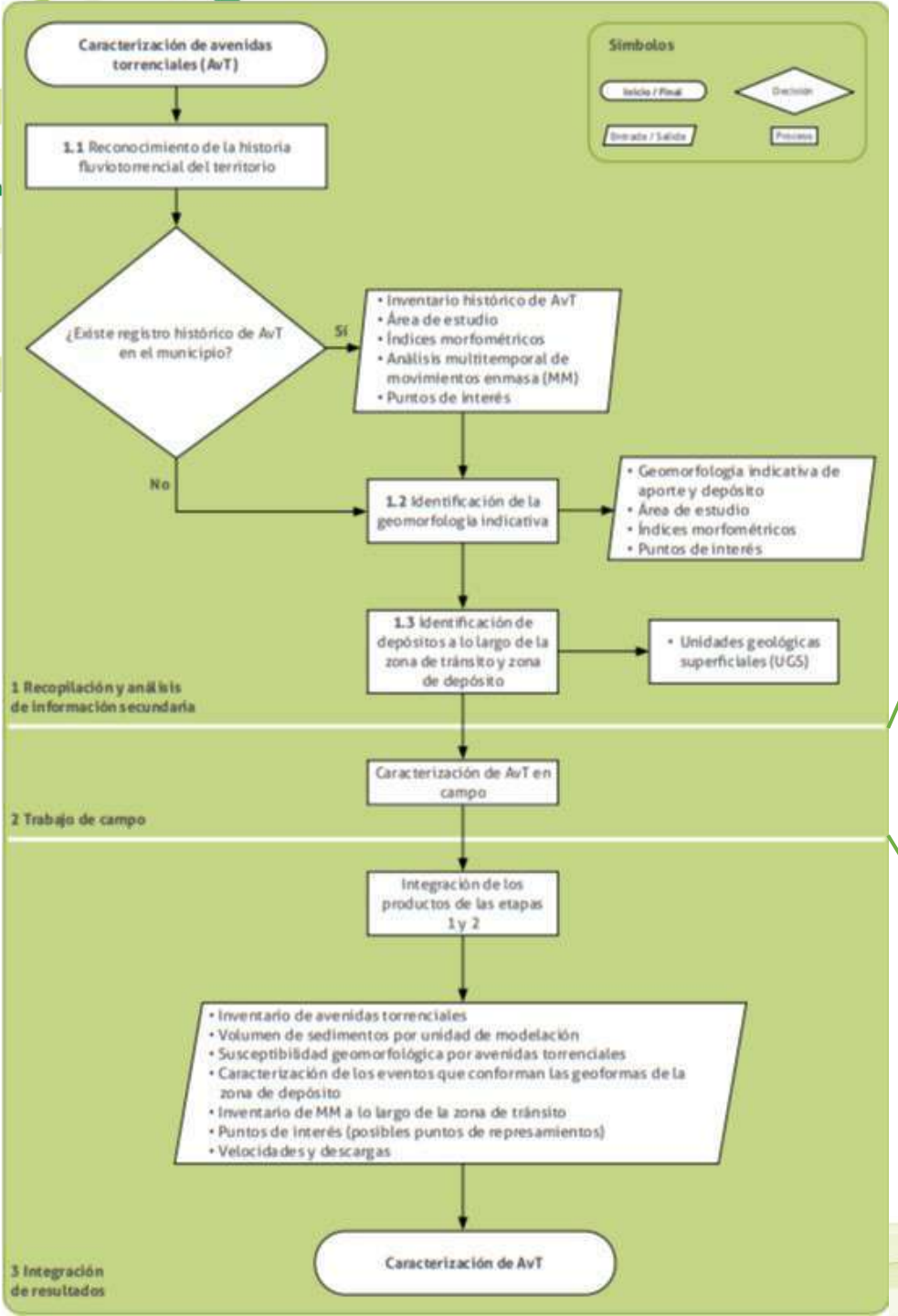
Mapa de UGS + *Geoformas indicativas de aporte y depósito*

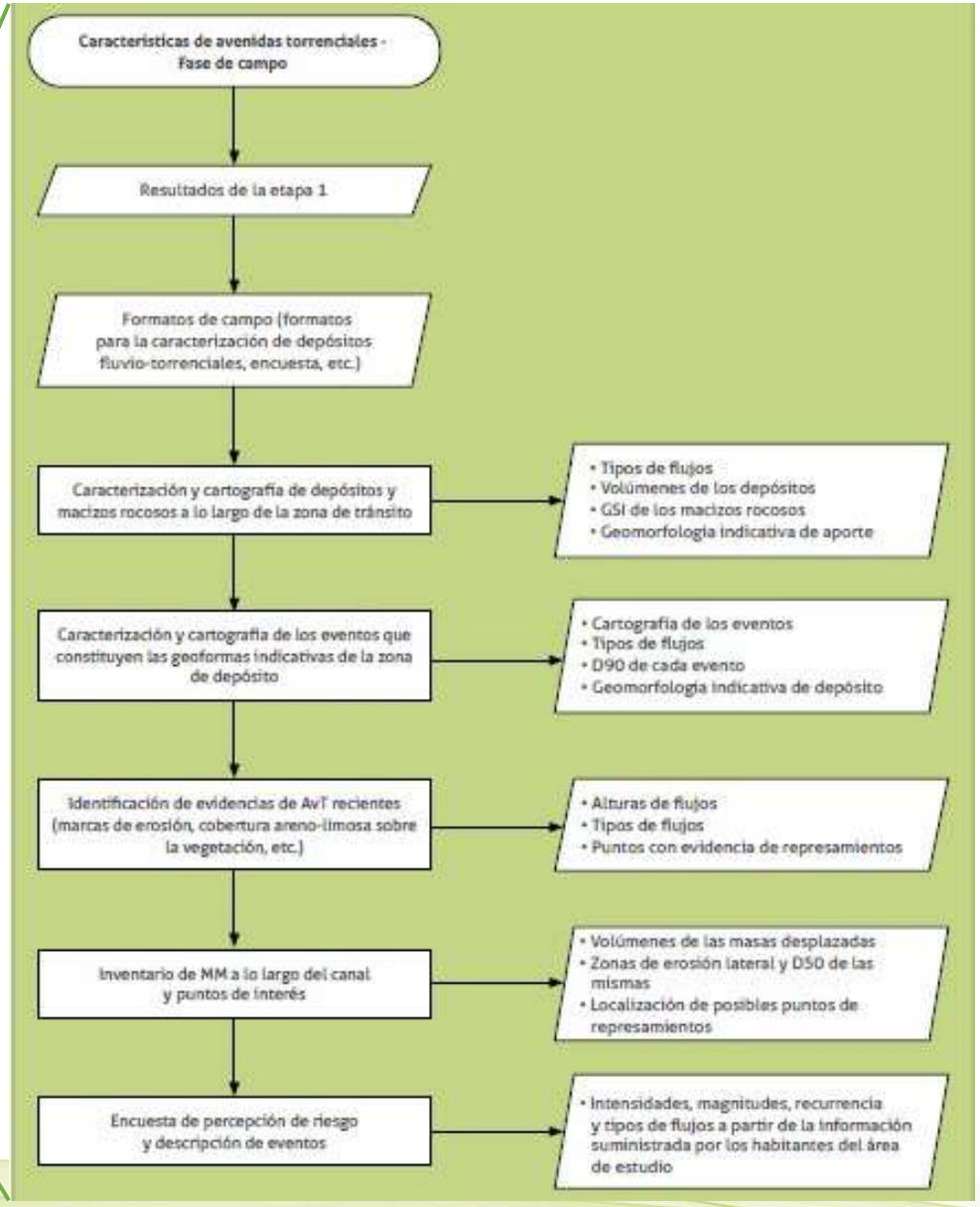
Identificar todos los depósitos:

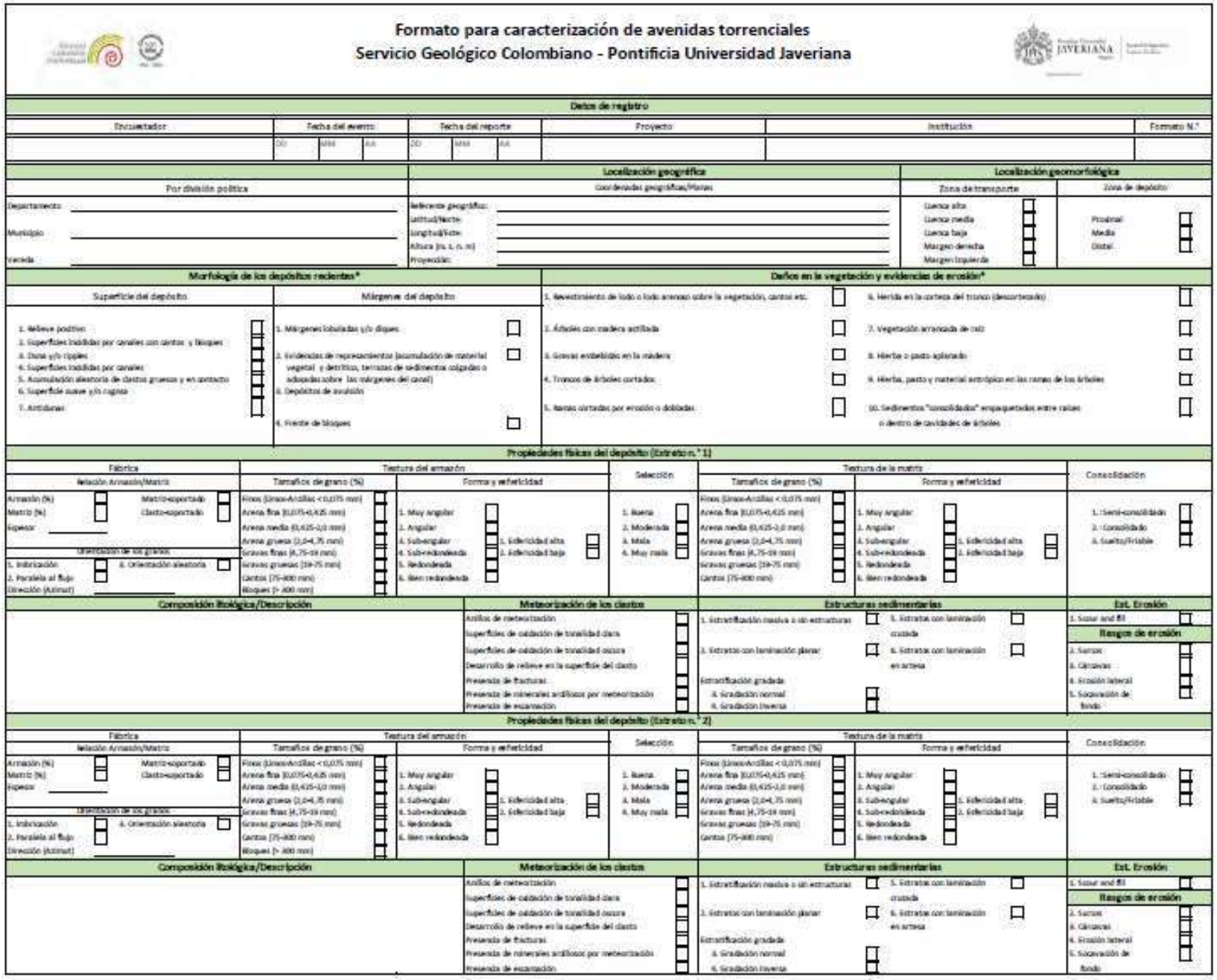
- *Coluviales*
- *Fluviotorrenciales*
- *Volcánicos*
- *Aluviales*
- *Macizos rocosos o suelos residuales que por escala en la UGS no hayan sido caracterizados*

Énfasis en los depósitos de la zona de transito porque son considerados fuente directa de sedimentos en una AvT

2.2 Caracterización de AvT en campo
2.3 Integración de los resultados de la caracterización de AvT







Formato para caracterización de avenidas torrenciales
Servicio Geológico Colombiano - Pontificia Universidad Javeriana

Datos de registro

Encuestador	Fecha del evento	Fecha del reporte	Proyecto	Institución	Formato N.°
	DD MM AA	DD MM AA			

Localización geográfica — Por división política: Departamento: ___ Municipio: ___ Vereda: ___

Coordenadas geográficas/Planas: Referente geográfico: ___ Latitud/Norte: ___ Longitud/Este: ___ Altura (m.s.n.m): ___ Proyección: ___

Localización geomorfológica

Zona de transporte		Zona de depósito	
Cuenca alta	☐	Proximal	☐
Cuenca media	☐	Media	☐
Cuenca baja	☐	Distal	☐
Margen derecha	☐		
Margen izquierda	☐		

Morfología de los depósitos recientes*

Superficie del depósito:
1. Relieve positivo ☐
2. Superficies inclinadas por canales con cantos y bloques ☐
3. Dunas y/o ripples ☐
4. Superficies inclinadas por canales ☐
5. Acumulación aleatoria de clastos gruesos y en contacto ☐
6. Superficie suave y/o rugosa ☐
7. Antidunas ☐

Márgenes del depósito:
1. Márgenes lobuladas y/o diques ☐
2. Evidencias de representantes (acumulación de material vegetal y detritico, terrazas de sedimentos colgadas o adosadas sobre las márgenes del canal) ☐
3. Depósitos de avulsión
4. Frente de bloques ☐

Daños en la vegetación y evidencias de erosión*
1. Revestimiento de lodo o lodo arenoso sobre la vegetación, cantos etc. ☐
2. Árboles con madera astillada ☐
3. Gravas embebidas en la madera ☐
4. Troncos de árboles cortados ☐
5. Ramas cortadas por erosión o dobladas ☐
6. Herida en la corteza del tronco (descortezado) ☐
7. Vegetación arrancada de raíz ☐
8. Hierba o pasto aplanado ☐
9. Hierba, pasto y material antrópico en las ramas de los árboles ☐
10. Sedimentos "consolidados" empaquetados entre raíces o dentro de cavidades de árboles ☐

Propiedades físicas del depósito (Estrato n.° 1)

Fábrica — Relación Armazón/Matriz: Armazón (%) ☐ Matriz (%) ☐ Espesor ___ Matriz-soportado ☐ Clasto-soportado ☐
Orientación de los granos: 1. Imbricación ☐ 2. Paralela al flujo ☐ Dirección (Azimut) ___ 3. Orientación aleatoria ☐

Textura del armazón — Tamaños de grano (%): Finos (Limos-Arcillas < 0,075 mm) ☐; Arena fina (0,075-0,425 mm) ☐; Arena media (0,425-2,0 mm) ☐; Arena gruesa (2,0-4,75 mm) ☐; Gravas finas (4,75-19 mm) ☐; Gravas gruesas (19-75 mm) ☐; Cantos (75-300 mm) ☐; Bloques (> 300 mm) ☐
Forma y esfericidad: 1. Muy angular ☐; 2. Angular ☐; 3. Subangular ☐; 4. Subredondeada ☐; 5. Redondeada ☐; 6. Bien redondeada ☐; 1. Esfericidad alta ☐; 2. Esfericidad baja ☐
Selección: 1. Buena ☐; 2. Moderada ☐; 3. Mala ☐; 4. Muy mala ☐

Textura de la matriz — Tamaños de grano (%): Finos (Limos-Arcillas < 0,075 mm) ☐; Arena fina (0,075-0,425 mm) ☐; Arena media (0,425-2,0 mm) ☐; Arena gruesa (2,0-4,75 mm) ☐; Gravas finas (4,75-19 mm) ☐; Gravas gruesas (19-75 mm) ☐; Cantos (75-300 mm) ☐
Forma y esfericidad: 1. Muy angular ☐; 2. Angular ☐; 3. Subangular ☐; 4. Subredondeada ☐; 5. Redondeada ☐; 6. Bien redondeada ☐; 1. Esfericidad alta ☐; 2. Esfericidad baja ☐
Consolidación: 1. Semi-consolidado ☐; 2. Consolidado ☐; 3. Suelto/Friable ☐

Composición litológica/Descripción

Meteorización de los clastos: Anillos de meteorización ☐; Superficies de oxidación de tonalidad clara ☐; Superficies de oxidación de tonalidad oscura ☐; Desarrollo de relieve en la superficie del clasto ☐; Presencia de fracturas ☐; Presencia de minerales arcillosos por meteorización ☐; Presencia de escamación ☐

Estructuras sedimentarias: 1. Estratificación masiva o sin estructuras ☐; 2. Estratos con laminación plana ☐; 3. Estratos con laminación cruzada ☐; 4. Estratos con laminación en artesa ☐; Estratificación gradada: 5. Gradación normal ☐; 6. Gradación inversa ☐

Est. Erosión: 1. Scour and fill ☐
Rasgos de erosión: 2. Surcos ☐; 3. Cárcavas ☐; 4. Erosión lateral ☐; 5. Socavación de fondo ☐

Propiedades físicas del depósito (Estrato n.° 2)

Fábrica — Relación Armazón/Matriz: Armazón (%) ☐ Matriz (%) ☐ Espesor ___ Matriz-soportado ☐ Clasto-soportado ☐
Orientación de los granos: 1. Imbricación ☐ 2. Paralela al flujo ☐ Dirección (Azimut) ___ 3. Orientación aleatoria ☐

Textura del armazón — Tamaños de grano (%): Finos (Limos-Arcillas < 0,075 mm) ☐; Arena fina (0,075-0,425 mm) ☐; Arena media (0,425-2,0 mm) ☐; Arena gruesa (2,0-4,75 mm) ☐; Gravas finas (4,75-19 mm) ☐; Gravas gruesas (19-75 mm) ☐; Cantos (75-300 mm) ☐; Bloques (> 300 mm) ☐
Forma y esfericidad: 1. Muy angular ☐; 2. Angular ☐; 3. Subangular ☐; 4. Subredondeada ☐; 5. Redondeada ☐; 6. Bien redondeada ☐; 1. Esfericidad alta ☐; 2. Esfericidad baja ☐
Selección: 1. Buena ☐; 2. Moderada ☐; 3. Mala ☐; 4. Muy mala ☐

Textura de la matriz — Tamaños de grano (%): Finos (Limos-Arcillas < 0,075 mm) ☐; Arena fina (0,075-0,425 mm) ☐; Arena media (0,425-2,0 mm) ☐; Arena gruesa (2,0-4,75 mm) ☐; Gravas finas (4,75-19 mm) ☐; Gravas gruesas (19-75 mm) ☐; Cantos (75-300 mm) ☐
Forma y esfericidad: 1. Muy angular ☐; 2. Angular ☐; 3. Subangular ☐; 4. Subredondeada ☐; 5. Redondeada ☐; 6. Bien redondeada ☐; 1. Esfericidad alta ☐; 2. Esfericidad baja ☐
Consolidación: 1. Semi-consolidado ☐; 2. Consolidado ☐; 3. Suelto/Friable ☐

Composición litológica/Descripción

Meteorización de los clastos: Anillos de meteorización ☐; Superficies de oxidación de tonalidad clara ☐; Superficies de oxidación de tonalidad oscura ☐; Desarrollo de relieve en la superficie del clasto ☐; Presencia de fracturas ☐; Presencia de minerales arcillosos por meteorización ☐; Presencia de escamación ☐

Estructuras sedimentarias: 1. Estratificación masiva o sin estructuras ☐; 2. Estratos con laminación plana ☐; 3. Estratos con laminación cruzada ☐; 4. Estratos con laminación en artesa ☐; Estratificación gradada: 5. Gradación normal ☐; 6. Gradación inversa ☐

Est. Erosión: 1. Scour and fill ☐
Rasgos de erosión: 2. Surcos ☐; 3. Cárcavas ☐; 4. Erosión lateral ☐; 5. Socavación de fondo ☐

Figura 25. Formato para la caracterización de AvT en campo, SGC 2021.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Encuesta de percepción del riesgo y descripción de eventos fluviotorrenciales
Servicio Geológico Colombiano - Pontificia Universidad Javeriana

Datos de registro

Encuestador	Fecha del reporte (DD / MM / AA)	Proyecto	Institución	ID Formato

Localización geográfica

Por división política

Departamento _____

Municipio _____

Vereda _____ Drenaje _____

Coordenadas geográficas/Planas

Referente geográfico: _____

Latitud/Norte: _____

Longitud/Este: _____

Altura (m. s. n. m): _____

Proyección: _____

Perfil del encuestado

Nombre del encuestado: _____

Edad: _____

Tiempo en la vivienda o institución: _____

Características del evento

Fecha evento	Exacta	Certeza mes-año	Certeza año	Confiabilidad baja	Fecha inclerta	Hora evento
DD / MM / AA						

Material transportado: Detritos ___ Diámetro máximo (m) ___ Diámetro promedio (m) ___ Empalizada ___ Longitud máxima (m) ___ Diámetro máximo (m) ___

Concentración del flujo (Turbidez del agua)	Altura lámina de agua (m)	Espesor depósito (m)	Área total de afectación	Velocidad	Dirección vivienda/Institución	Infraestructura afectada	Sistema estructural de construcción**
Alta / Media / Baja				Rápido / Lento		Vivienda / Institución / No. pisos	

Grado de daño	Total		Parcial		Solo inundación		Otro tipo de afectación

Clasificación del flujo según encuestador*

Flujo de detritos		Flujo de lodos		Flujo hiperconcentrado (inundación de lodos)		Flujo hiperconcentrado (inundación de detritos)		Inundación de agua clara	

Causas del evento (Precipitación, represamientos, sismo etc.). _____

Percepción del riesgo

¿Cada cuánto espera un evento similar?
- Cada año ☐
- Cada 6 meses ☐
- ¿Cada cuánto? _____

¿Conoce la ruta y el lugar de evacuación?
- Sí ☐
- No ☐
- No existe ☐

¿Hay sistema de alerta temprana (SAT)?
- Sí ☐
- No ☐
- ¿Cuál? _____

¿En eventos anteriores ha logrado evacuar?
- Sí ☐
- No ☐

¿Alguna entidad adelanta obras de mitigación o mantenimiento? _____

Narración y descripción del evento fluviotorrencial

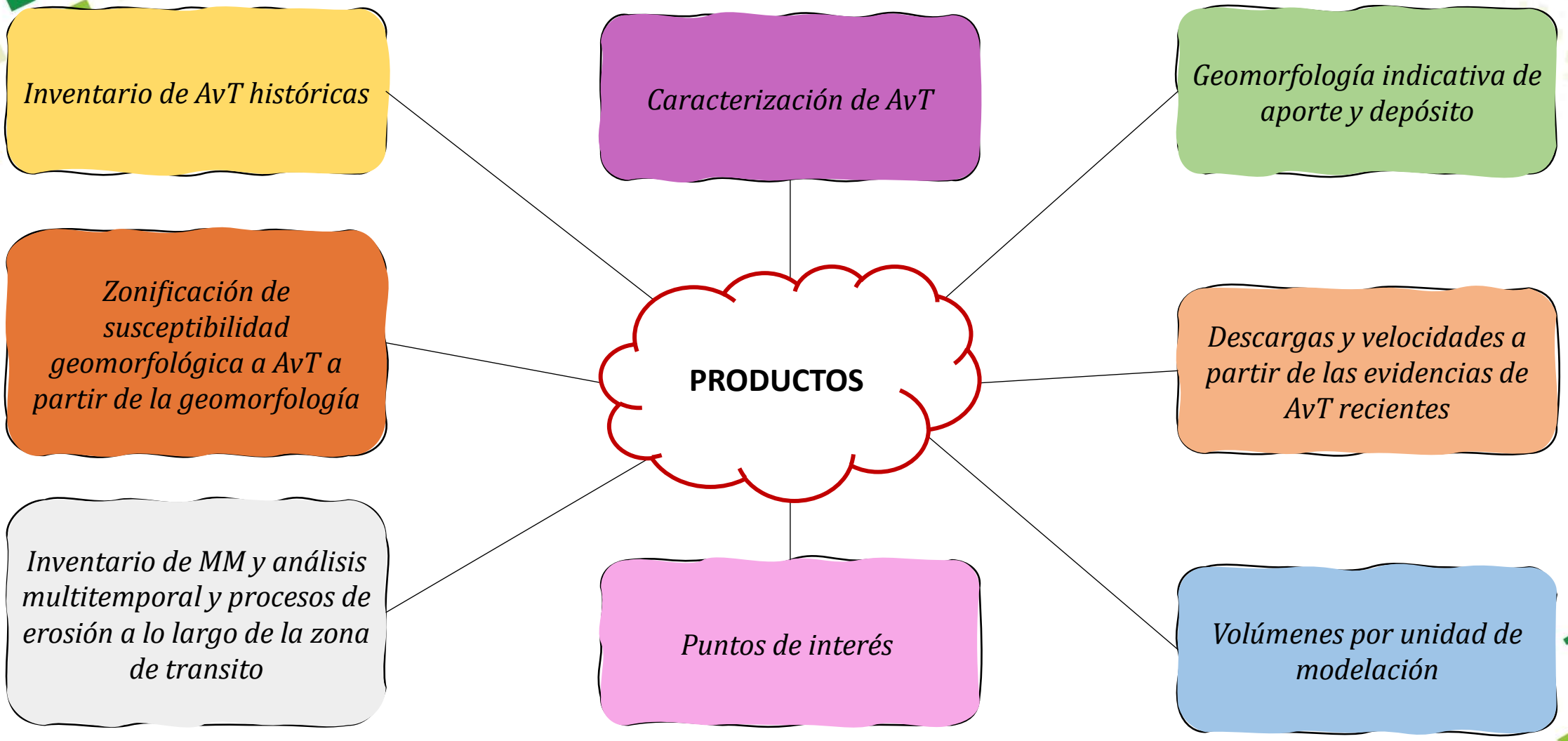
Esquemas

* La información se debe diligenciar por profesional de Ing. Civil, Geología o afines, con conocimiento del tema, si no se tiene el perfil profesional no diligenciar este campo.

** Sistema estructural: 1. Pórticos en concreto reforzado, 2. Muros estructurales en concreto reforzado, 3. Sistema combinado en concreto reforzado, 4. Prefabricados en concreto, 5. Mampostería confinada, 6. Mampostería reforzada, 7. Mampostería no reforzada, 8. Pórticos en acero, 9. Pórtico arriostrado en acero, 10. Pórticos y paneles en madera, 11. Pórticos y paneles en otros materiales, 12. Muros en bahareque, 13. Muros en tapia pisada, 14. Muros en adobe, 15. Construcción improvisada, 16.Mixto, 17. Otro

Figura 26. Encuesta para la reconstrucción de la historia fluviotorrencial del territorio, SGC 2021.

3) Productos de la caracterización de AvT



Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

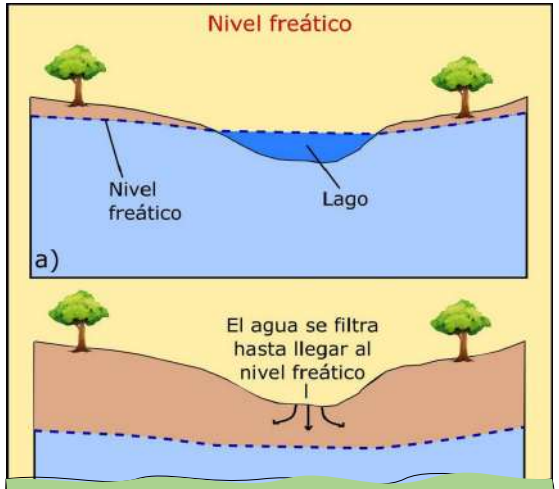
Avenida torrencial Mayo 2015
Labores de búsqueda por parte de la población civil
Salgar, Antioquia
Foto de EL COLOMBIANO

4 ANÁLISIS DE DETONANTES

Terremotos

Deshielo

Actividad volcánica



Cambios en el NF

Lluvia

Cambios en el agua subterránea

Erosión de arroyos

Perturbación por actividades humanas

Precipitación

Precipitación de carácter acumulado *(antecedente al evento)*

Caracterizada por escalas temporales cortas de máximo 6h

Precipitación instantánea *(intensidad muy alta al momento del evento)*

Duración (D)

Magnitud o Intensidad (I)

Frecuencia (F)

La aproximación mas conocida para hacer un análisis de frecuencia son las curvas IDF

Resolución temporal de horas

A medida que aumenta la resolución temporal, disminuye la asertividad final del producto.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

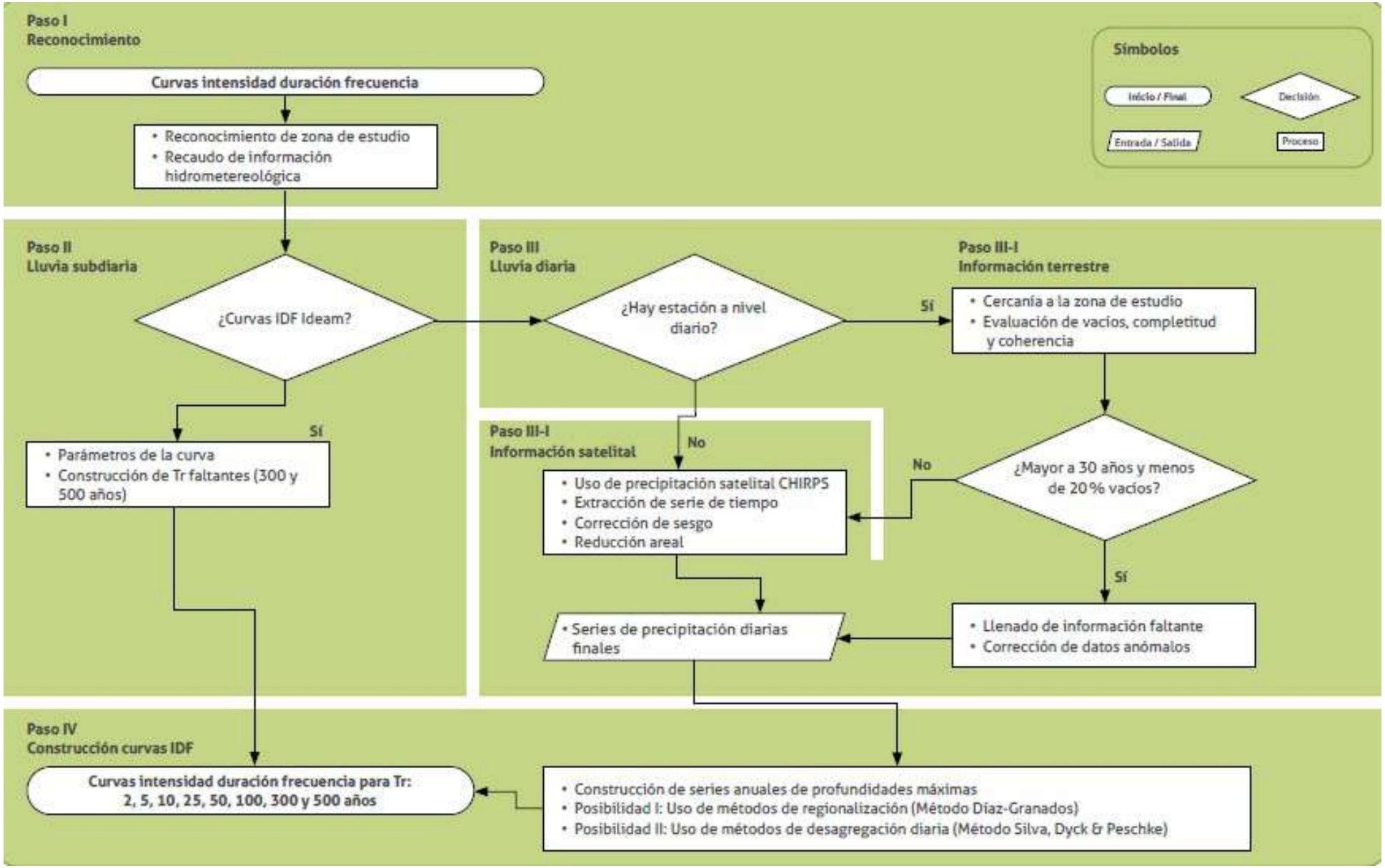


Figura 27. Procedimiento para la construcción de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, SGC 2021.

Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

Determinar la intensidad de una lluvia para una duración determinada.

Solo 130 estaciones en el país cuentan con este análisis IDF

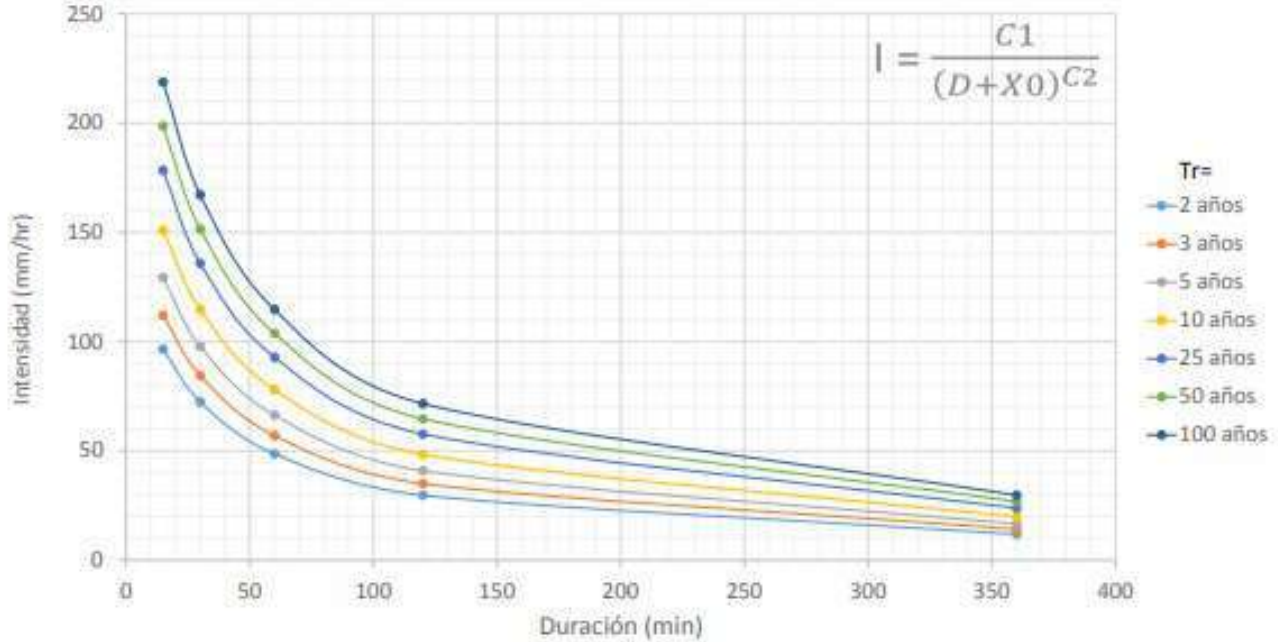
- ✓ *Resoluciones temporales subhorarias*
- ✓ *Catalogo de lluvias amplio (min 30 años)*

Si no se tiene estación con curvas IDF en el área de estudio: se recomienda analizar estaciones con resoluciones temporales de toma de datos a nivel diario con periodos de registro de datos mayores o iguales a 30 años o en su defecto con datos de precipitación captada satelitalmente.

DHIME (Portal web del Ideam)
Descarga de las series temporales de precipitaciones máximas en 24h para cada año

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

CURVAS INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA - IDF
ESTACIÓN: EL SALTO (AMBALEMA)
CODIGO: 2125508



TR (años)	C1	X0	C2
2	3399.316	27.585	0.949
3	3828.555	27.841	0.940
5	4320.352	28.088	0.932
10	4950.330	28.346	0.926
25	5757.553	28.605	0.920
50	6361.404	28.762	0.917
100	6963.588	28.894	0.915

D (min)	I TR=2	I TR=3	I TR=5	I TR=10	I TR=25	I TR=50	I TR=100
15	97.0	112.5	129.9	151.6	179.2	199.6	219.9
30	71.4	83.3	96.4	112.9	133.8	149.3	164.7
60	49.4	57.8	67.2	79.0	93.8	104.8	115.8
120	30.1	35.7	41.8	49.5	59.3	66.5	73.7
360	11.1	13.2	15.5	18.4	22.1	24.8	27.5

Datos Técnicos

Ventana de información:	1968	a	2009	# Años empleados	32
Datos de intensidades ajustados a:	Distribución de probabilidad Gumbel				
Parámetros estimados con el método de:	L-Momentos				
Fecha de Actualización:	Diciembre de 2016				

Abreviaturas y Unidades
TR: Periodo de retorno (años)
D: Duración (minutos)
I: Intensidad de Precipitación (mm/h)
Fecha de reporte: Marzo 15 de 2017

Actualizado por: Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIREH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Contrato 113 de 2016.

Figura 28. Curva IDF- Ambalema, Tolima. IDEAM 2020.

CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data)

Producto del USGS y la UCSB que ofrece datos de precipitación captada satelitalmente

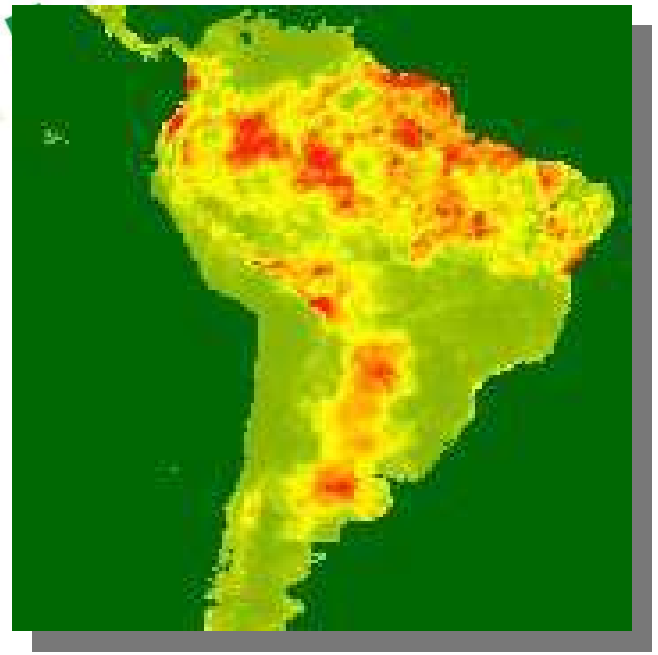


Figura 29. Mapa de Suramérica con la estimación de precipitaciones. CHIRPS.

- ✓ *Información desde 1981 hasta el presente*
- ✓ *Cobertura desde latitud 50°S a la 50°N y en todas las longitudes*
- ✓ *Resolución espacial de 0,05° (aprox 5,4 km)*
- ✓ *Resolución temporal mínima diaria*

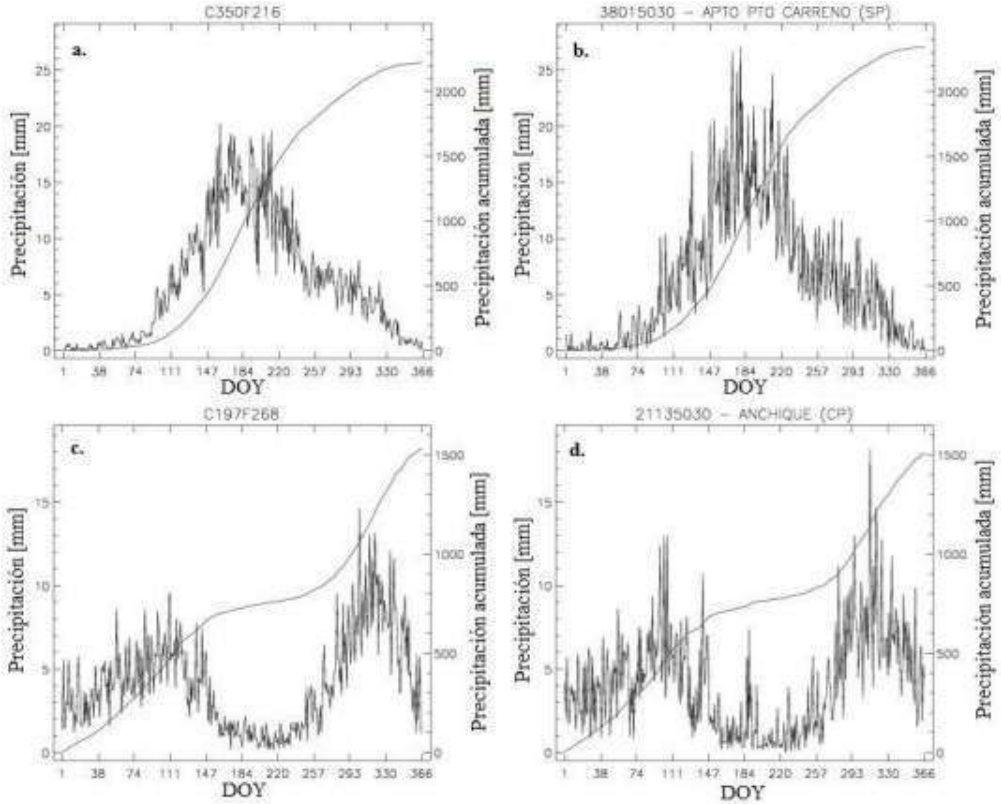


Figura 3.- Ciclo anual y su curva de masa en un régimen unimodal (Puerto Carreño) y uno bimodal (Anchique). a) Pixel C350F216 y b) su respectiva estación de validación 38015030. c) Pixel C197F268 y d) su respectiva estación de validación 21135030. Las curvas de masa del pixel y de la estación presentan quiebres de pendiente en las mismas épocas del año y el acumulado anual es semejante. Se evidencia mayor variabilidad en las estaciones.

Figura 30. Validación de CHIRPS en Colombia. Urrea et al., 2016.

Su uso en el territorio colombiano es válido mayormente para escalas mensuales y anuales.

MODELO HIDROLÓGICO

Objetivo principal: *Generar la entrada de masa en términos de caudal a los modelos hidrodinámicos y geotectónicos.*
Permite convertir la lluvia en escorrentía, bajo hipótesis basadas en la experimentación y la física.

Universidad Industrial de Santander

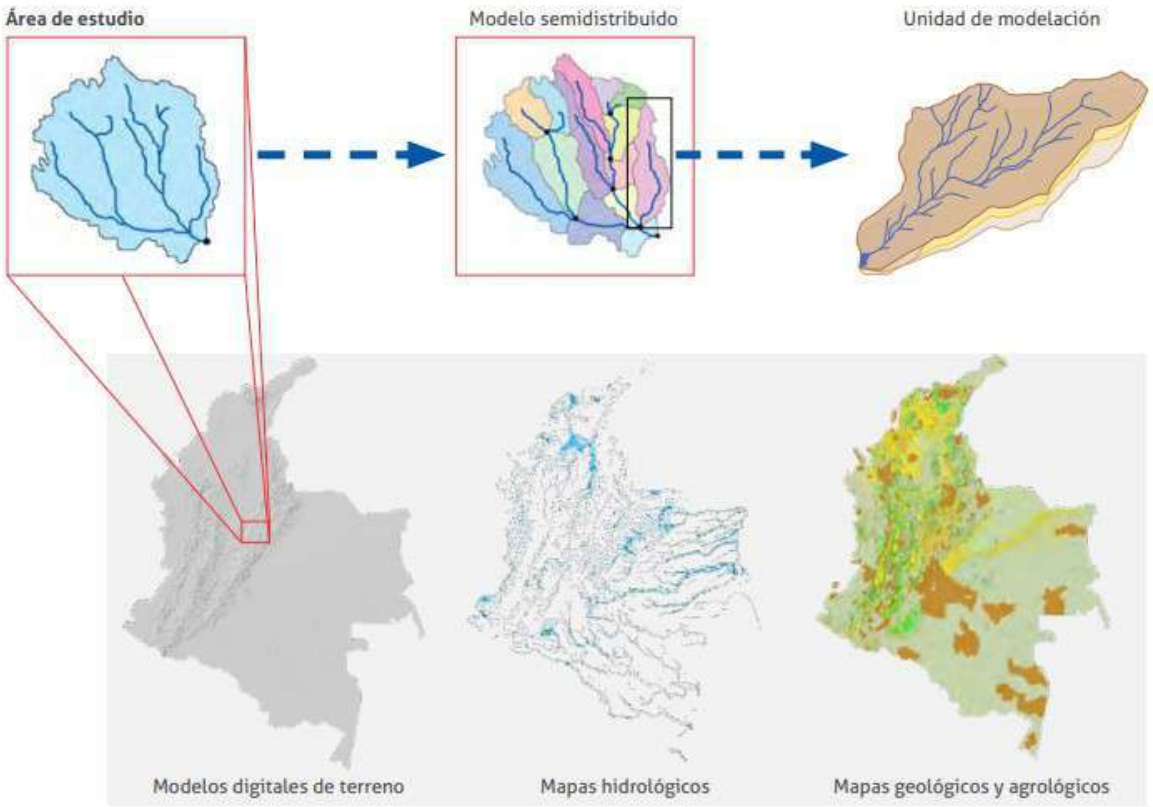
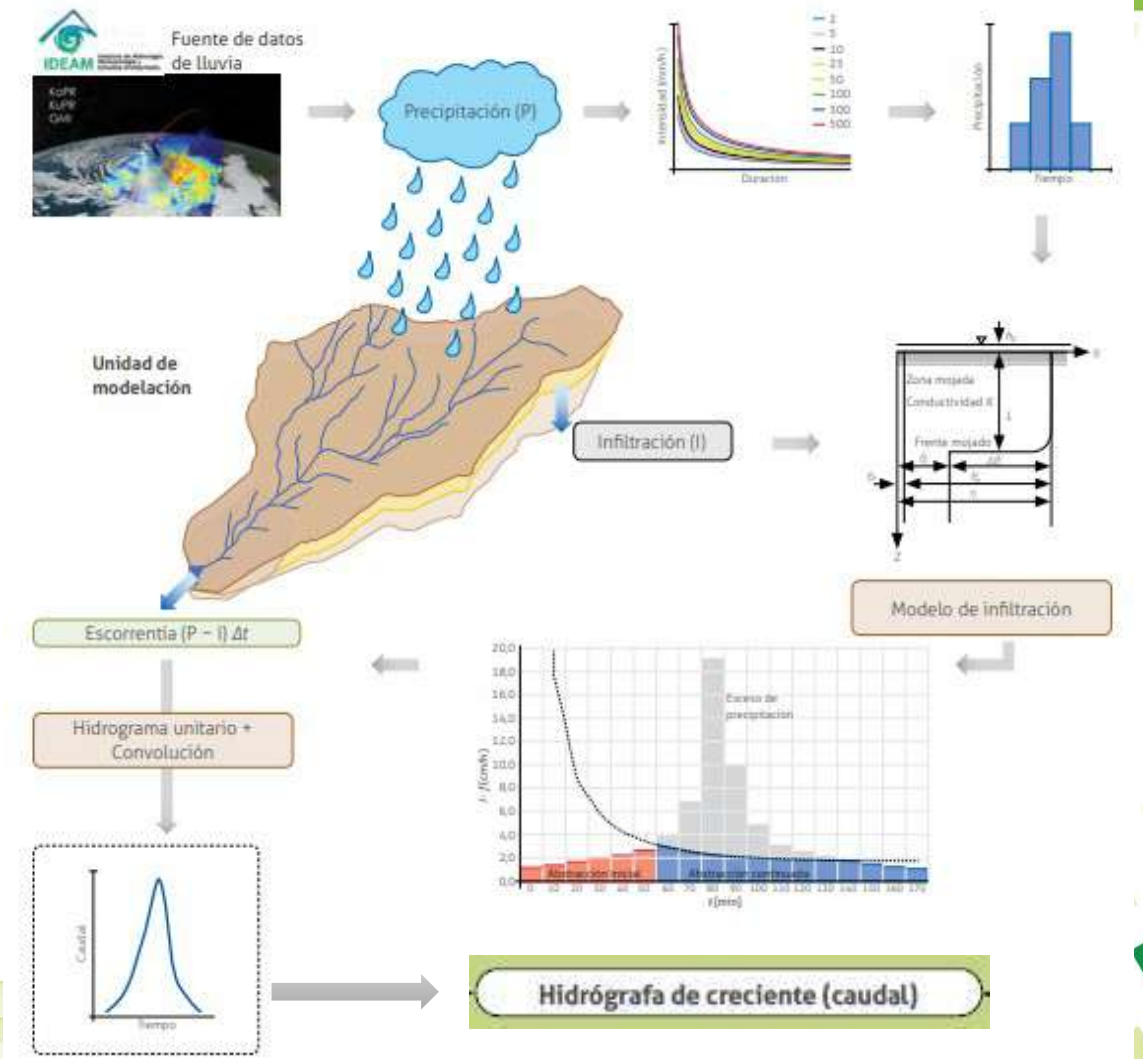
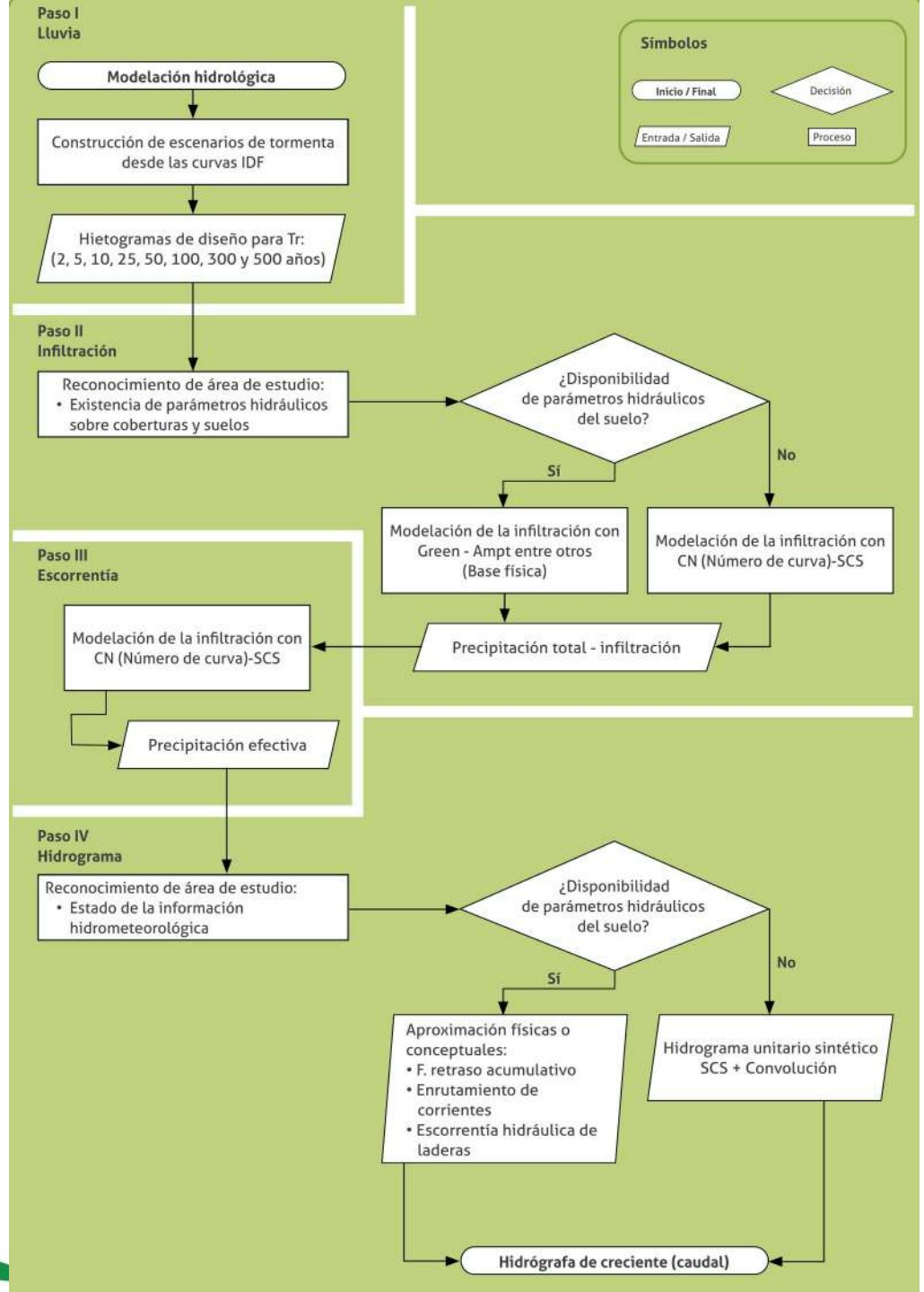


Figura 31. Esquemas modelación hidrológica, SGC 2021.





Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

5 CARACTERIZACIÓN DE LA AMENZA A ESCALA 1:25.000

Avenida Torrencial de 2017
Quebrada Taruquita
Mocoa, Putumayo
Fotografía de Andrés Reyes (SGC, 2021).

5.1 Estimación de volúmenes de sólidos 1:25.000

Factores que condicionan el aporte de materiales

- Depósitos de materiales granulares y finos ubicados en el fondo y a los costados de un canal que inducen erosión por el movimiento y se mezclan con el flujo de agua.
- Materiales granulares y finos deslizados que se transforman en un flujo por la interacción del agua almacenada en el conjunto de materiales a medida que se desplazan ladera abajo.
- Rotura de una represa natural generada por el depósito de un deslizamiento previo que se removiliza al alcanzar una condición crítica de erosión.

5.1.1 Fuentes de información e insumos para el cálculo de volumen de sólidos que se incorpora al flujo

- Erosión de laderas, deslizamientos, caídas de roca y flujos.
- • Zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa.
  • Las geoformas indicativas y temporalidad relativa de los depósitos.
  • Los rasgos geomorfológicos de avenidas torrenciales históricos de la zona.
  • Los puntos de interés geomorfológicos a lo largo del cauce.
  • La caracterización de los depósitos.

Fuentes de información e insumos para el cálculo de volumen de sólidos que se incorpora al flujo

5.1.1.1 Productos de la Guía Metodológica de MM 1:25000, utilizados para la estimación de sólidos.

1. Identificación de las zonas susceptibles por movimientos en masa siguiendo los lineamientos de la Guía Metodológica de MM.
2. UGS, subunidades geomorfológicas, inventario de MM y cobertura de tierra.
3. Identificación de amenaza alta y media por MM.

5.1.1.2 Productos de la caracterización de avenidas torrenciales utilizados para la estimación de sólidos.

1. Geoformas indicativas y la temporalidad relativa de los depósitos que define el nivel de susceptibilidad geomorfológica.
2. Esta caracterización es un complemento a la zonificación de susceptibilidad de MM.

5.1.1.3 Productos de los detonantes utilizados para la estimación de sólidos

1. La lluvia se considera el principal agente detonante.
2. El volumen de sólidos cuantificado se incorpora a la corriente o red de drenaje principal.
3. Se estima hacer estabilidad de taludes.
4. Las series de caudal por periodo de retorno.
5. Las curvas IDF

5.1.2 Procedimiento para la estimación de sólidos

5.1.2.1 Sólidos provenientes de erosión de laderas

5.1.2.2 Sólidos provenientes de deslizamientos, caídas de rocas y flujos.

Insumos modelación erosión en laderas

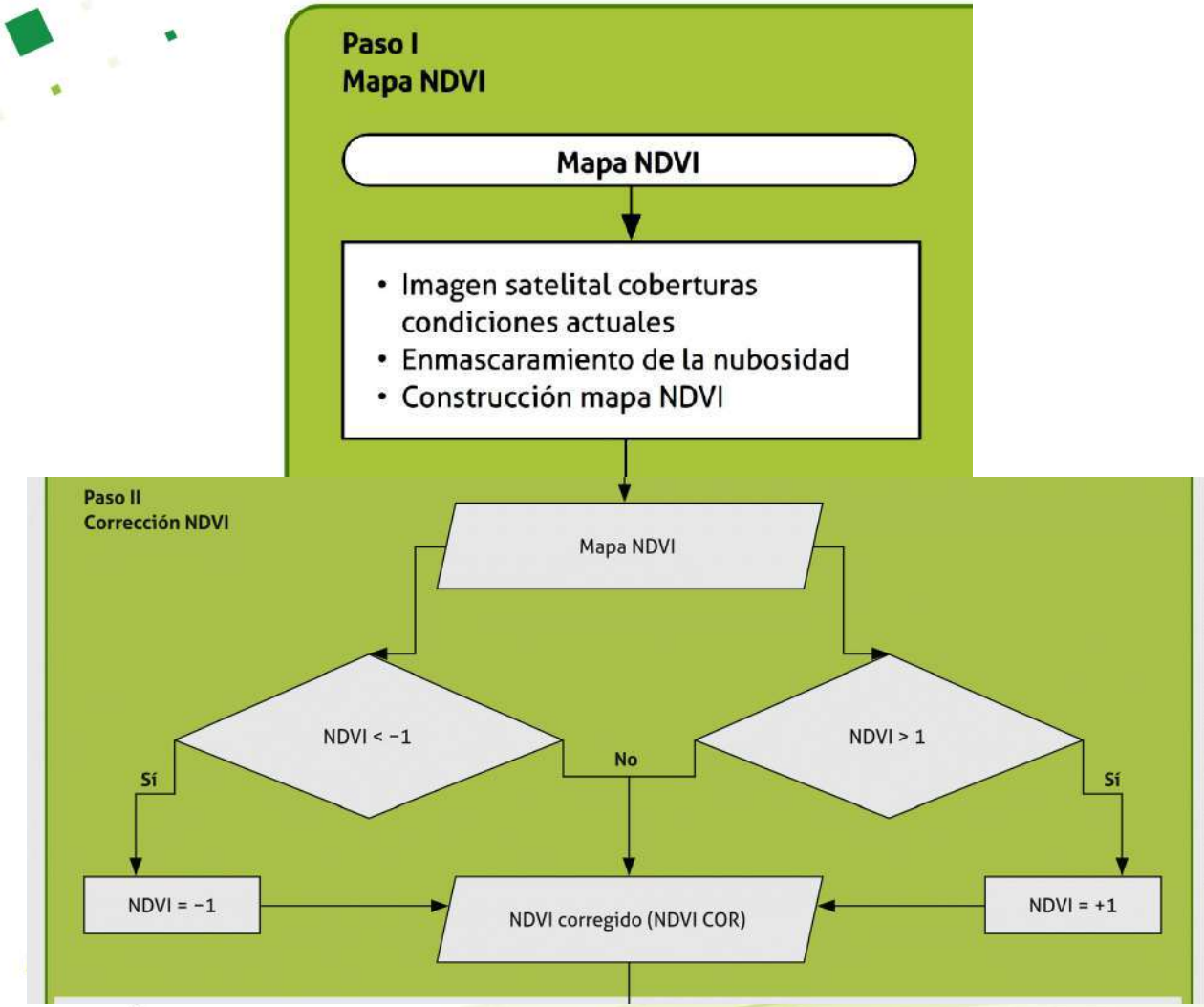
Insumo	Función dentro de modelación
Área de estudio, unidades de modelación	Dominio de modelación.
	Puntos de acople fluidodinámica.
Modelo digital de terreno (MDT)	Parámetros topográficos (pendientes, función de ancho, índice topográfico).
Hietogramas de diseño	Escenarios de modelación.
	Detonante de erosión por impacto (en unidades de intensidad).
Coberturas vegetales	Coberturas de la tierra y parámetros infiltración.
	Coberturas uso de suelo y cobertura vegetal (disipación de la erosión).
Tipo de suelo	Clasificación a nivel textural (parámetros infiltración).

Figura 32. *Función y razón de insumos para la modelación hidrológica.. Tomado de SGC 2021.*

5.1.2 Procedimiento para la estimación de sólidos

5.1.2.1 Sólidos provenientes de erosión de laderas

5.1.2.2 Sólidos provenientes de deslizamientos, caídas de rocas y flujos.



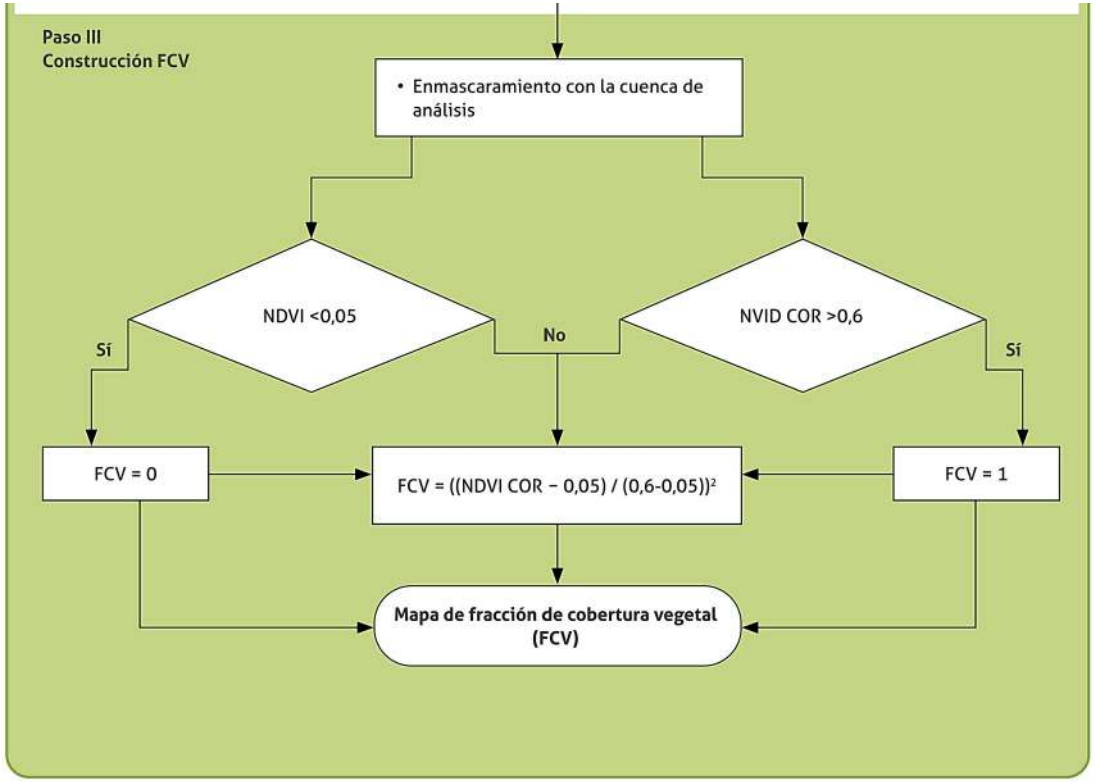
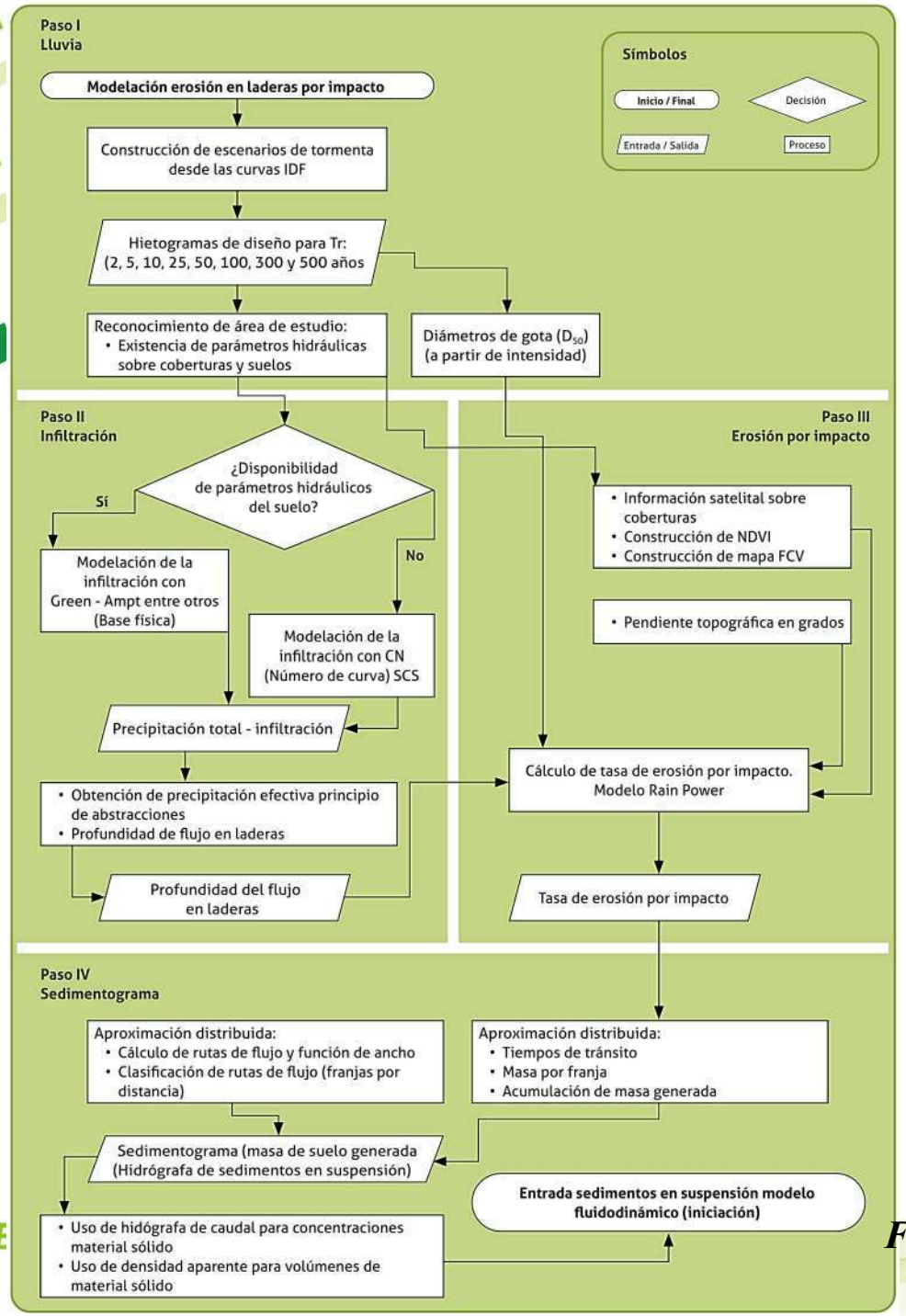


Figura 33. *Esquema para construcción de mapa de cobertura vegetal.. Tomado de SGC 2021.*



1
- Se agrupan la construcción de curvas IDF y de hietogramas de lluvia sintéticos.

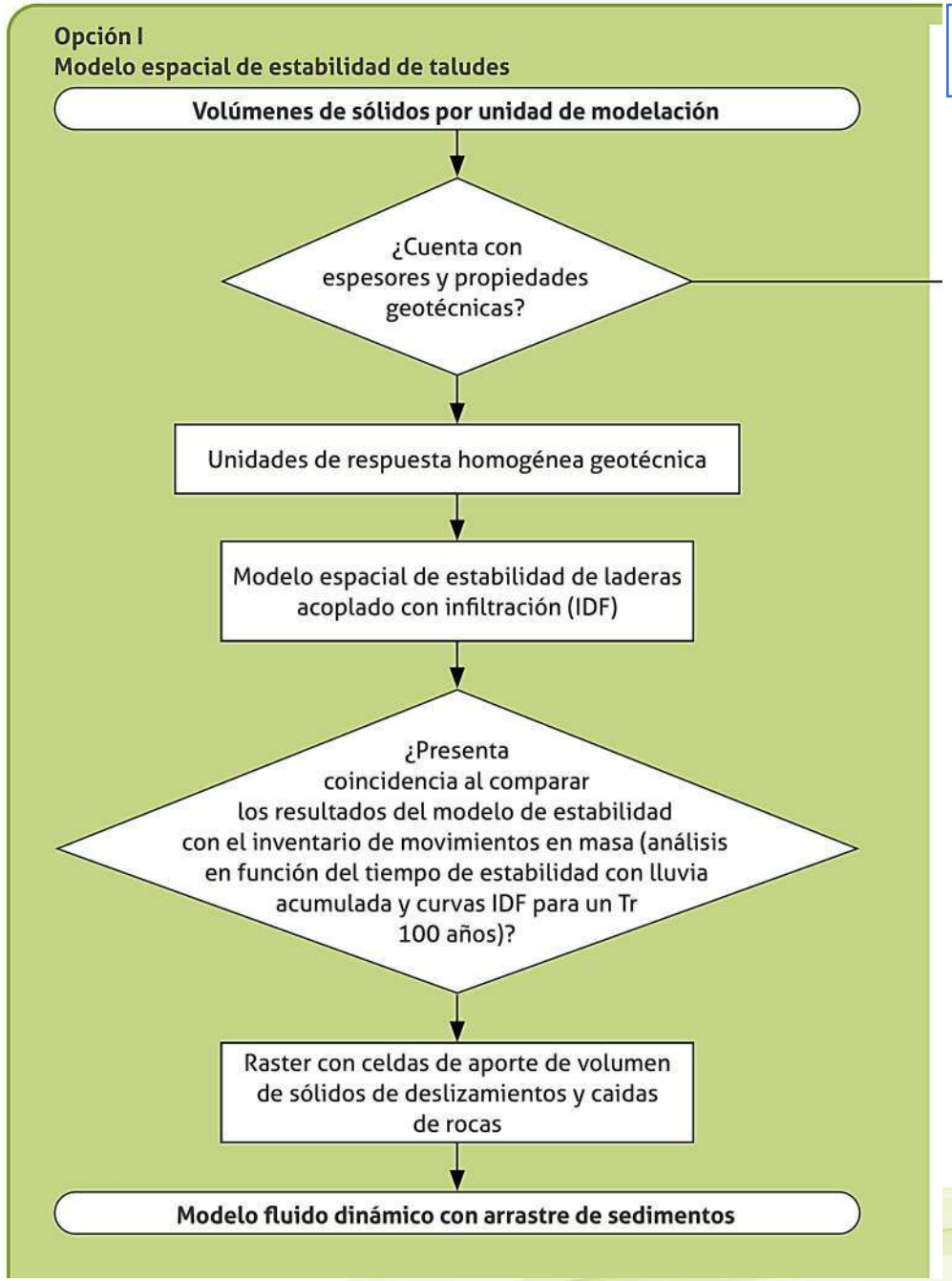
2
- Proceso principal que busca modelar. Interacción del agua atmosférica y suelos de cada unidad de modelación. Se puede calcular la profundidad de flujo superficial en laderas.

3
- El producto de este paso es la tasa de producción de sedimentos en suspensión.

4
- Se propone una aproximación distribuida para el transporte de estos al punto de concentración con uso del hidrograma de caudal líquido generado en la modelación hidrológica.

Una función de retardo acumulativo sirve para representar el tiempo de residencia del sedimento en suspensión dentro de la red de drenaje o en el interior de un mapa de distancias clasificadas.

Figura 34. *Procedimiento para la modelación hidrológica para la producción de sedimentos a nivel de unidades de modelación. Tomado de SGC 2021.*



5.1.2 Procedimiento para la estimación de sólidos

5.1.2.2 Sólidos provenientes de deslizamientos, caídas de rocas y flujos.

Opción 1. Contribuciones de volúmenes de sólidos por unidad de modelación empleando modelos espaciales de estabilidad de taludes

Si se cuenta con información de propiedades geotécnicas y espesores de los geomateriales, se opta por modelos espaciales de estabilidad de laderas que resuelven el proceso de infiltración bajo diferentes escenarios de lluvia y calculan el factor de seguridad para un mecanismo de talud infinito en cada celda del dominio de análisis.

Universidad Industrial de Santander

5.1.2 Procedimiento para la estimación de sólidos

5.1.2.1 Sólidos provenientes de erosión de laderas

5.1.2.2 Sólidos provenientes de deslizamientos, caídas de rocas y flujos.

Contribuciones de volúmenes de sólidos por unidad de modelación empleando modelos espaciales de estabilidad de taludes

Estabilidad de laderas considerando la influencia de la estructura geológica, pendiente y morfología del talud, propiedades físicas y mecánicas de materiales y variaciones del nivel freático.

Casagli (2005) recomienda el uso del criterio de Mohr-Coulomb para el cálculo de presiones de poros positivas, y el criterio de Frendlund para el cálculo de presiones de poros negativas.

Para aplicar modelos de estabilidad de taludes ser requiere agrupar zonas de similar origen geológico, espesor del suelo geomorfología, cobertura vegetal, pendiente, tipo de suelo y parámetros de resistencia.

Se requiere la aplicación de factores de seguridad para determinar la ocurrencia de la falla.

El resultado final de estimación del volumen de sólidos provenientes de un MM es un ráster, en el que cada celda contiene información como factor de seguridad y profundidad a la que se obtuvo su valor mínimo.

Opción 2.1 Contribuciones de volúmenes de campo por unidad de modelación.
Opción 2.2 Contribuciones de volúmenes adyacentes al cauce por unidad de modelación, empleando las relaciones de gradientes

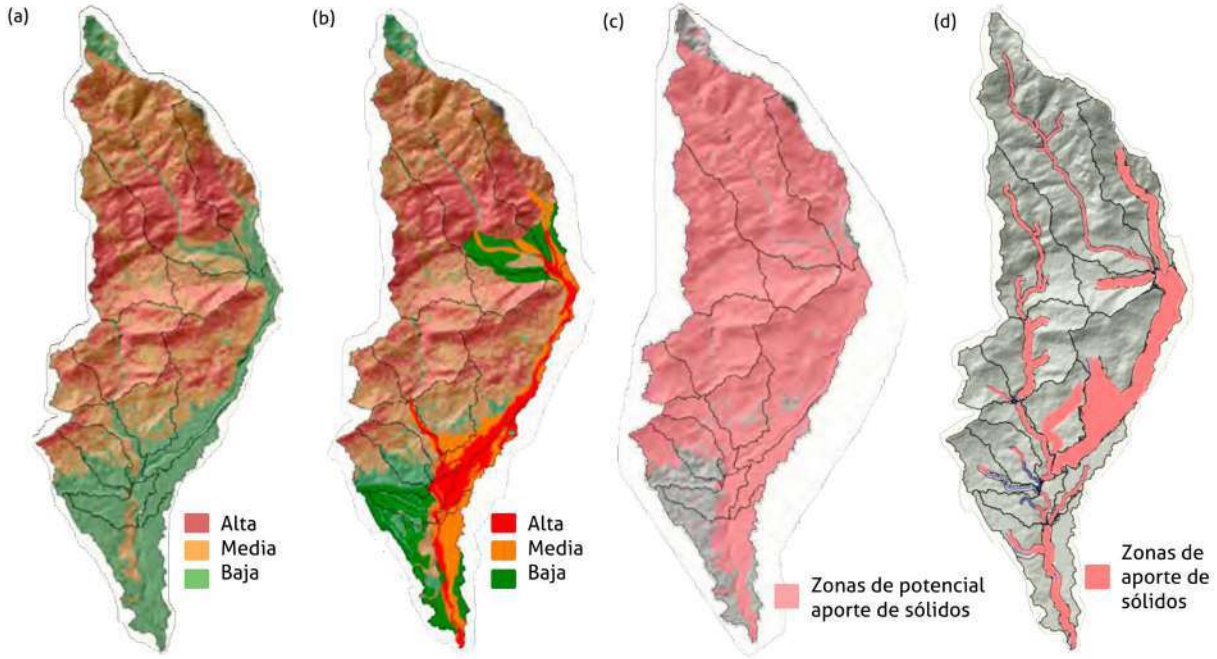
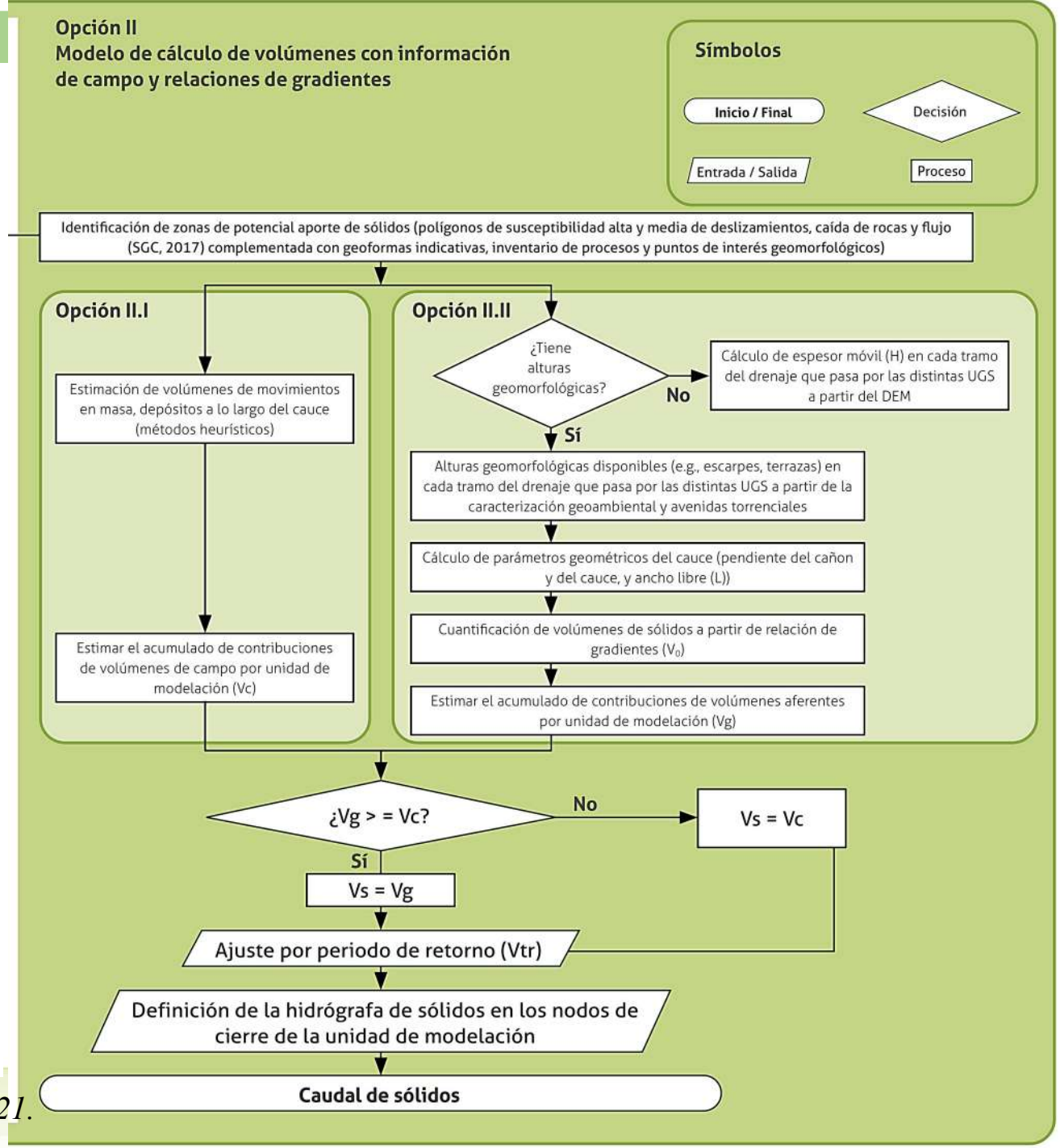


Figura 34. Definición de las zonas de aporte de sólidos. Tomado de SGC 2021.



5.2 Modelación fluidodinámica a escala 1:25.000

5.2.1 Insumos para la modelación
5.2.2 Modelos fluidodinámicos
5.2.3 Productos de la modelación fluidodinámica

Se estudiará el comportamiento fluidodinámico de una avenida torrencial en su etapa de **transporte y depósito.**

Se presenta la metodología para la construcción de los modelos fluidodinámicos

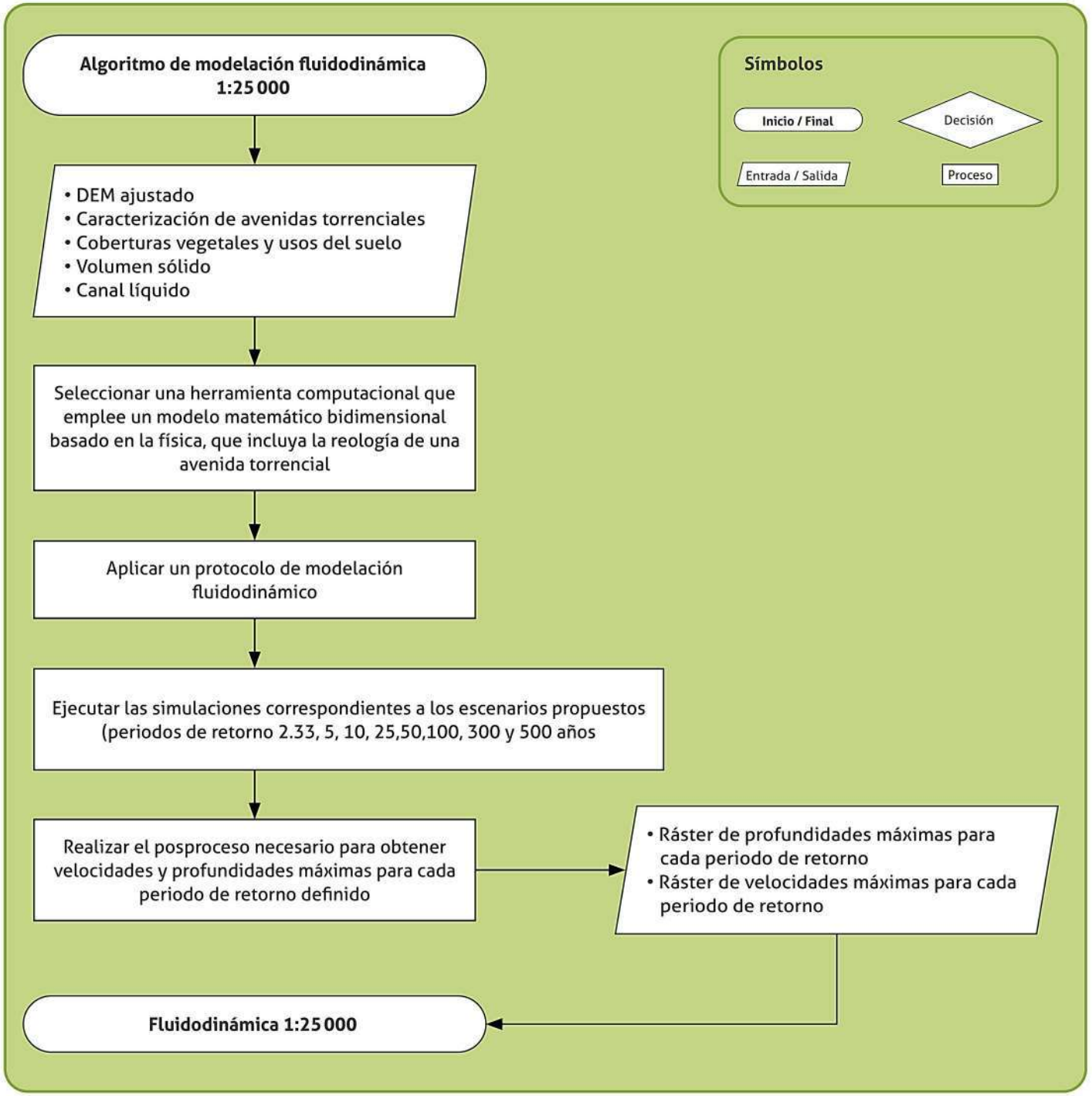


Figura 35. *Procedimiento para la modelación fluidodinámica a escala 1:25 000. Tomado de SGC 2021.*

5.2.1 Insumos para la modelación

Coberturas vegetales y usos del suelo	• Las coberturas y usos del suelo son producto de la guía metodológica de MM. • Determinan la rugosidad de las superficies por donde el flujo transita. • A partir de este se pueden calcular los términos de resistencia al flujo • Permiten identificar zonas productivas , de conservación o protección.
Insumos del área de estudio	• El MDT, geoformas, sitios críticos o puntos de interés a lo largo del cauce. • Delimitación del área de estudio, definición de cuencas de análisis y la contribuyente.
Insumos de la caracterización de avenidas torrenciales	• Relacionados con los sitios críticos o puntos de interés, tipo de flujo a presentarse, geoformas indicativas e información geográfica. • Inventario de avenidas torrenciales, sirve para identificar los tipos de flujos y la recurrencia de los eventos • Fotografías aéreas, imágenes de sensores remotos o cartografía básica. • SIG
Insumos de la estimación de volúmenes de sólidos	• Transporte, arrastre y depósito • Volúmenes provenientes de erosión de laderas generadas por las lluvia. • Volúmenes de sólidos provenientes de deslizamientos y caídas de rocas.
Insumos de los detonantes	• Se considera la lluvia como principal detonante de las avenidas torrenciales • Datos de precipitación para el análisis de transporte, arrastre y depósito.

5.2.2 Modelos fluidodinámicos para escala 1:25000C

Modelos bidimensionales basados en la física

Son los que hacen uso de las leyes físicas de conservación.

Leyes de continuidad (masa) y ley de momentum.

Las ecuaciones tienen en cuenta las diferencias de la densidad, la viscosidad, la concentración de los sedimentos y las características mecánicas de los sólidos incorporados al flujo.

Tener en cuenta las velocidades que puede tener el flujo

Comparación con modelos empíricos agregados

Se recomienda comparar los resultados de los modelos físicos con los empíricos

En la literatura existen gran variedad de ecuaciones empíricas que relacionan el volumen del flujo con el caudal pico o máximo que pueda presentar un a venida torrencial.

Consiste en el procedimiento metodológico que se debe llevar a cabo para representar matemáticamente la etapa de transporte, arrastre y depósito

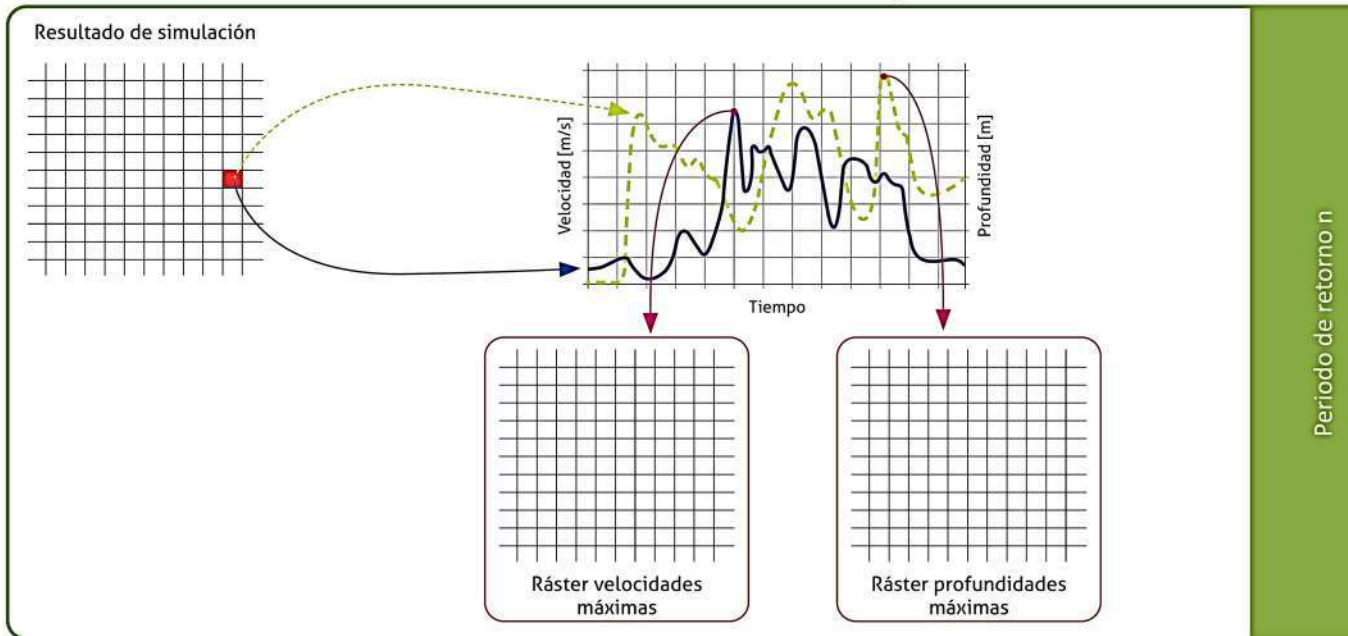


Figura 36. *Productos asociados a la modelación fluidodinámica. Tomado de SGC 2021.*

5.4 Integración de zonificación de la susceptibilidad geomorfológica a avenidas torrenciales y zonificación de amenaza

Integración de zonificación

- Fuentes de información e insumos para la integración de resultados.
  - Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales escala 1:25000.
  - Zonificación de susceptibilidad geomorfológica a avenidas torrenciales a partir de la Geomorfología.
- Procedimiento para la integración
  - La clasificación corresponde a la susceptibilidad geomorfológica a AT, según la génesis de las geoformas.
- Productos de la integración
  - Se tiene como producto un ráster.
- Interpretación de la zonificación final
  - Influenciada por la geomorfología y los depósitos anunciados.

6 CARACTERIZACIÓN DE LA AMENZA A ESCALA 1:2.000

Quebrada Desmotadora
Dabeiba, Antioquia

Quebrada Desmotadora
Dabeiba, Antioquia
Fotografía de Michel Rangel (SGC,

6.1 Estimación de volúmenes de sólidos a escala 1:2000

6.1.1 Procedimiento para la estimación de los sólidos

Una de las fuentes relevantes de aporte de sólidos a una corriente hídrica puede originarse del proceso de erosión del material de las bancas del cauce por acción del flujo, se puede considerar como uno de los principales factores que ocasionan inestabilidad en los taludes.

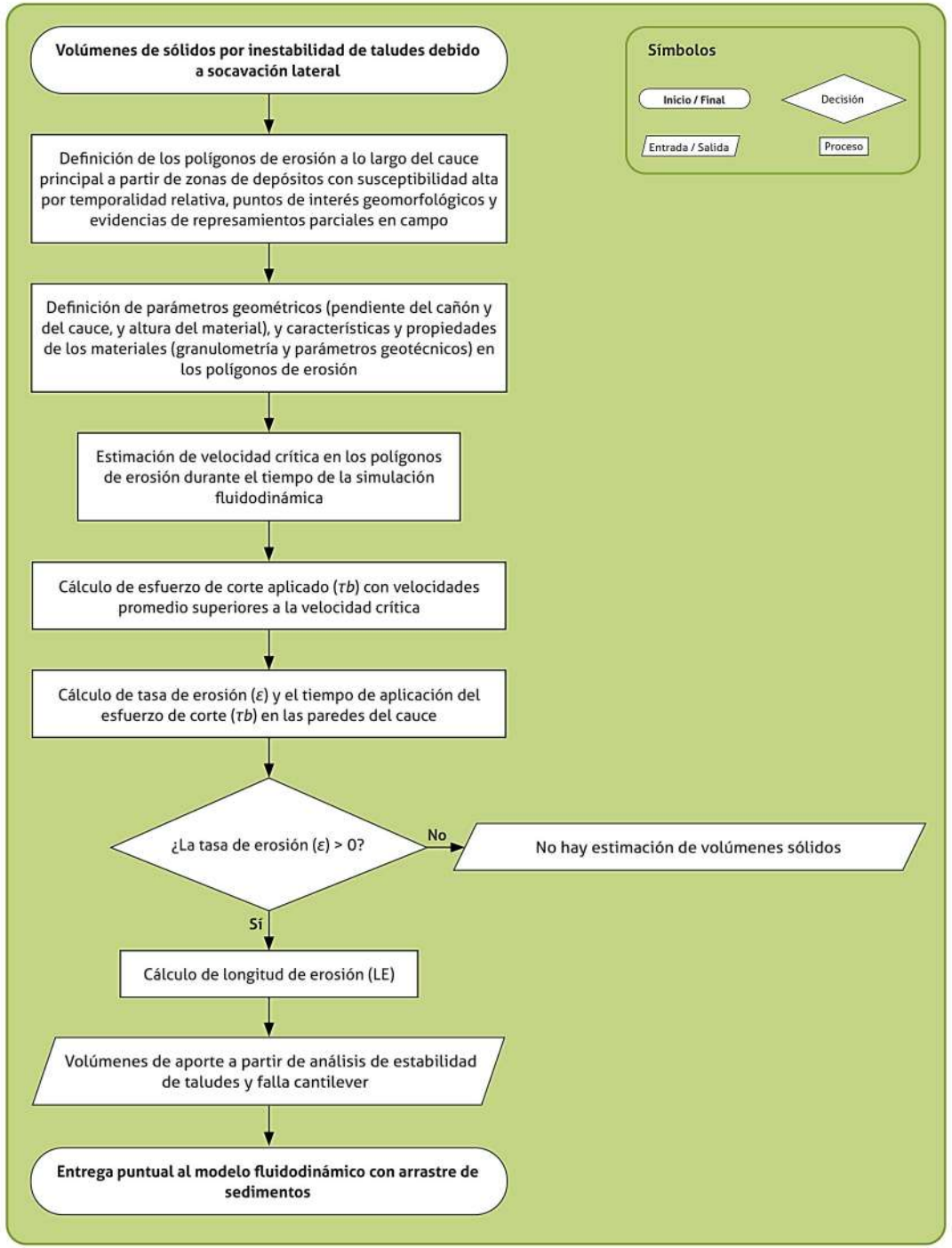
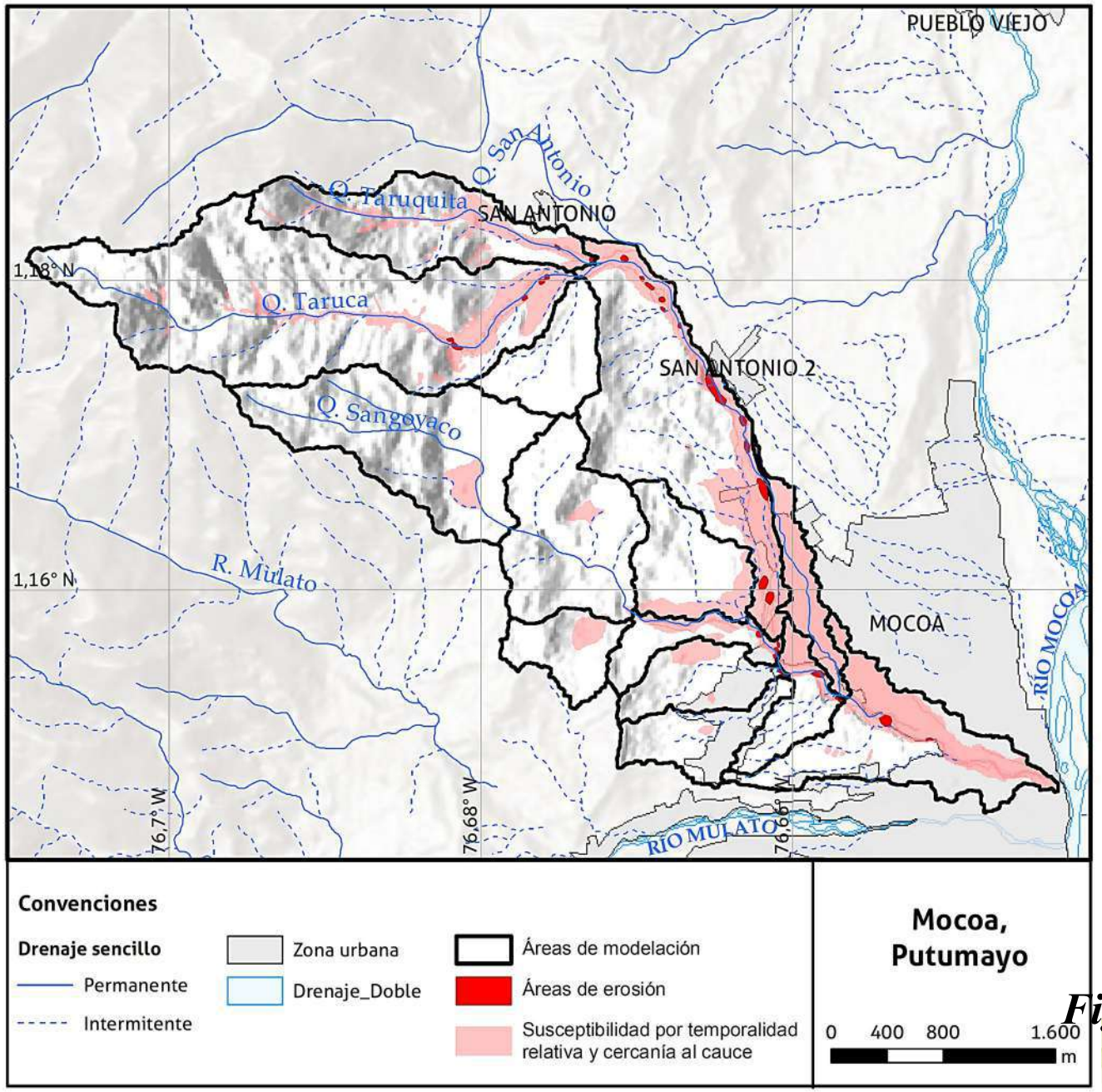


Figura 39. *Procedimiento para la estimación de volúmenes de solidos por inestabilidad de taludes debido a socavación lateral. Tomado de SGC 2021.*



1. Definición de los polígonos de erosión fluvial a lo largo del cauce para realizar análisis de estabilidad de ladera.
2. Se realizan secciones transversales que identifiquen la geometría del canal y las pendientes del cauce

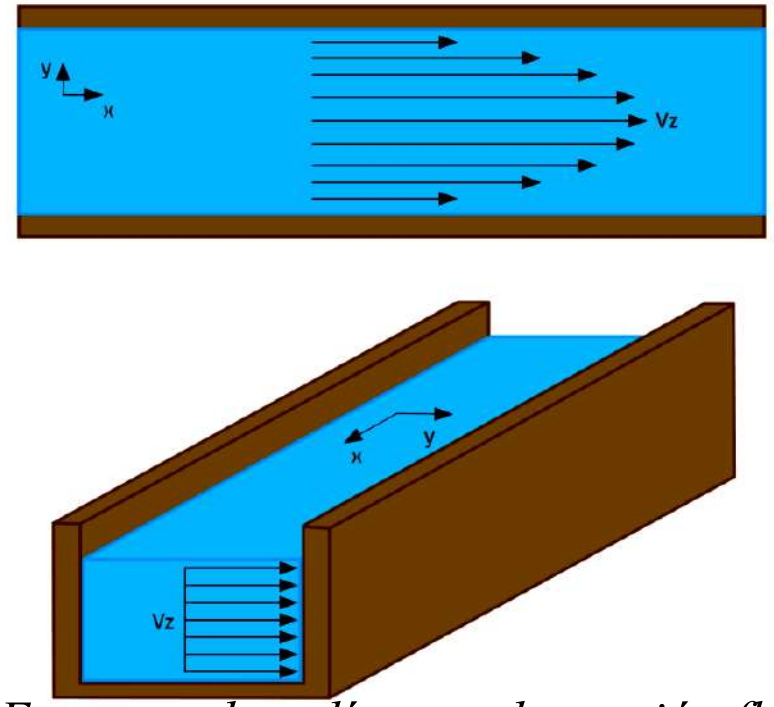
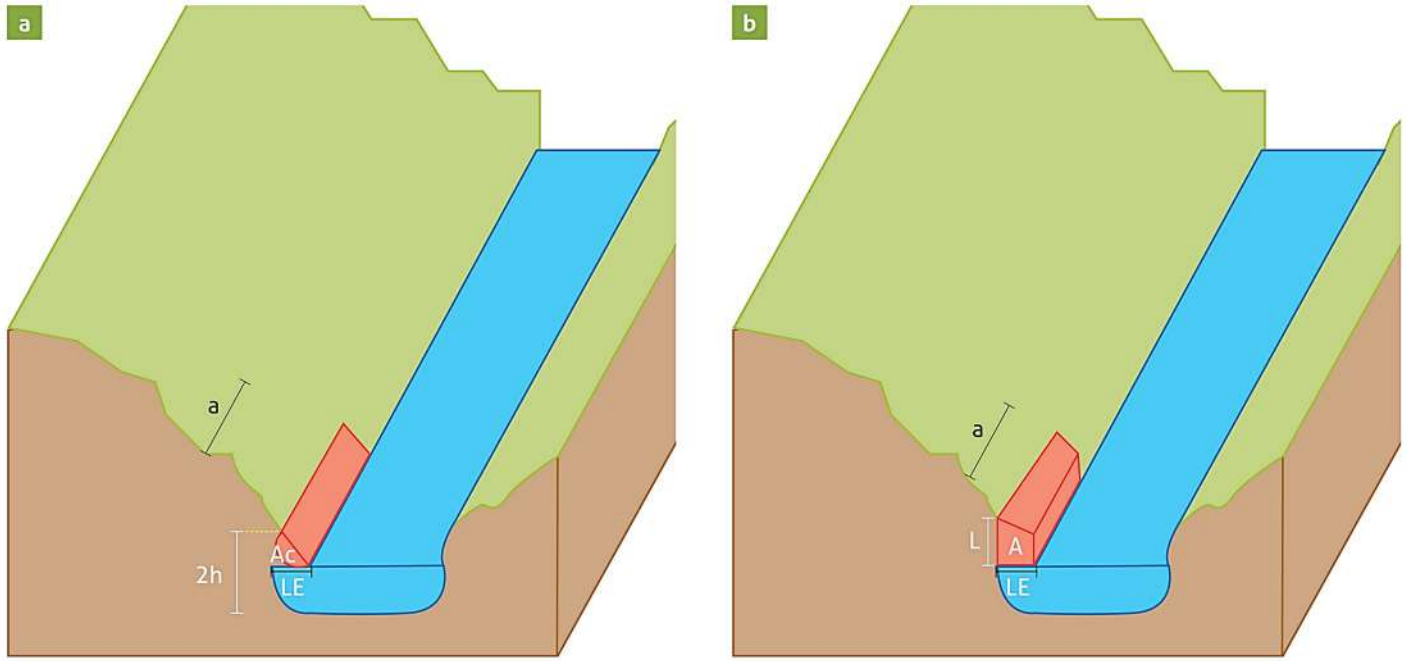


Figura 40. *Esquema de polígonos de erosión fluvial a lo largo del cauce principal. Tomado de SGC 2021.*

6.1.2 Sólidos provenientes de inestabilidades causadas por socavación lateral del cauce



1. Constituye el aporte proveniente de bloques colgantes en los polígonos de erosión fluvial definidos a lo largo del cauce.
2. Se lleva a cabo el análisis de estabilidad de laderas, si el factor de seguridad es menor al crítico, se calcula el volumen de la cuña movilizable.
3. Si el factor se seguridad es mayor, se realiza el análisis de falla por bloque colgante

Figura 41. Definición de los limites de análisis para la estabilidad de la banca. *Tomado de SGC 2021.*

6.2 Modelación fluidodinámica a escala 1:2000

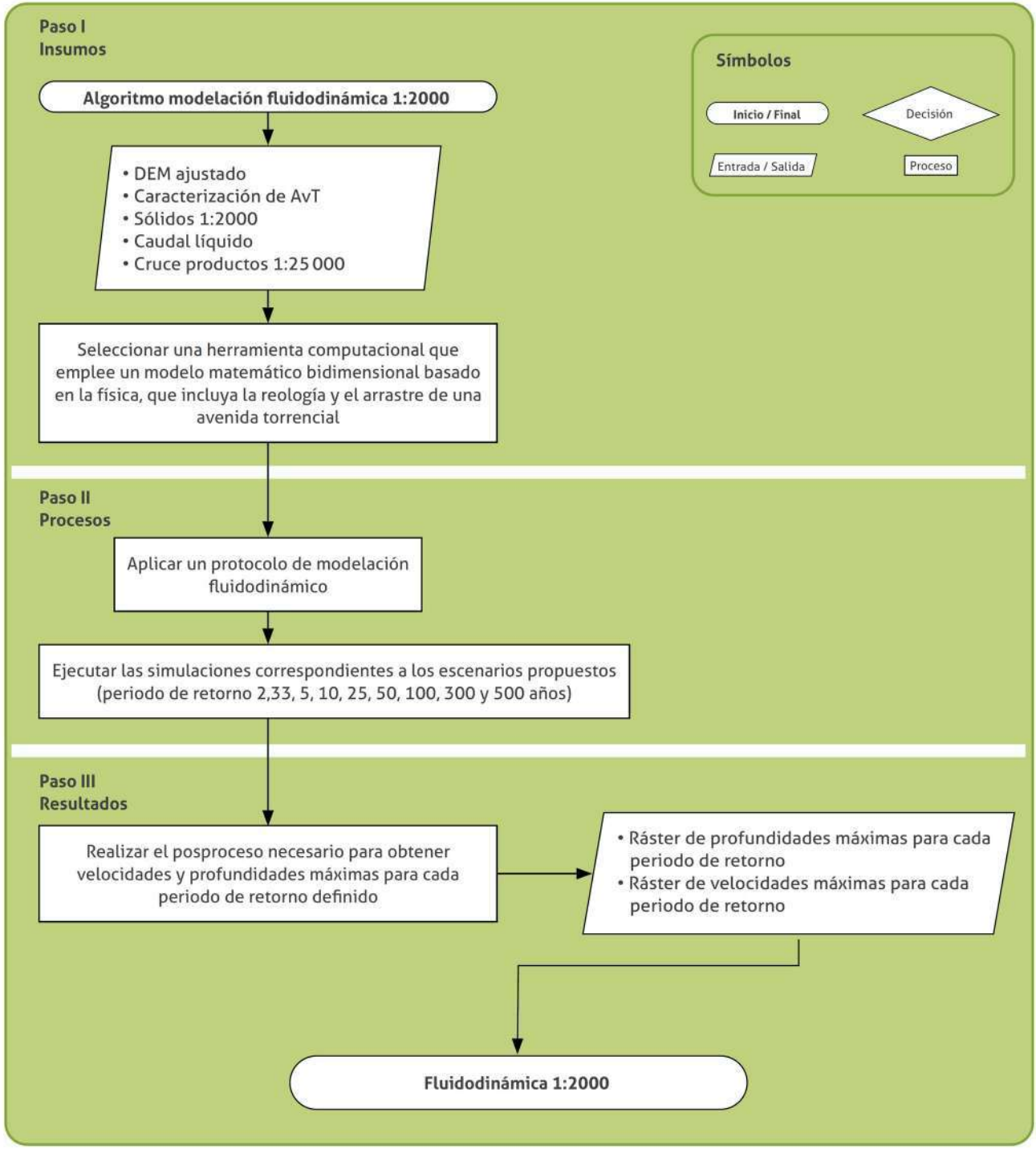
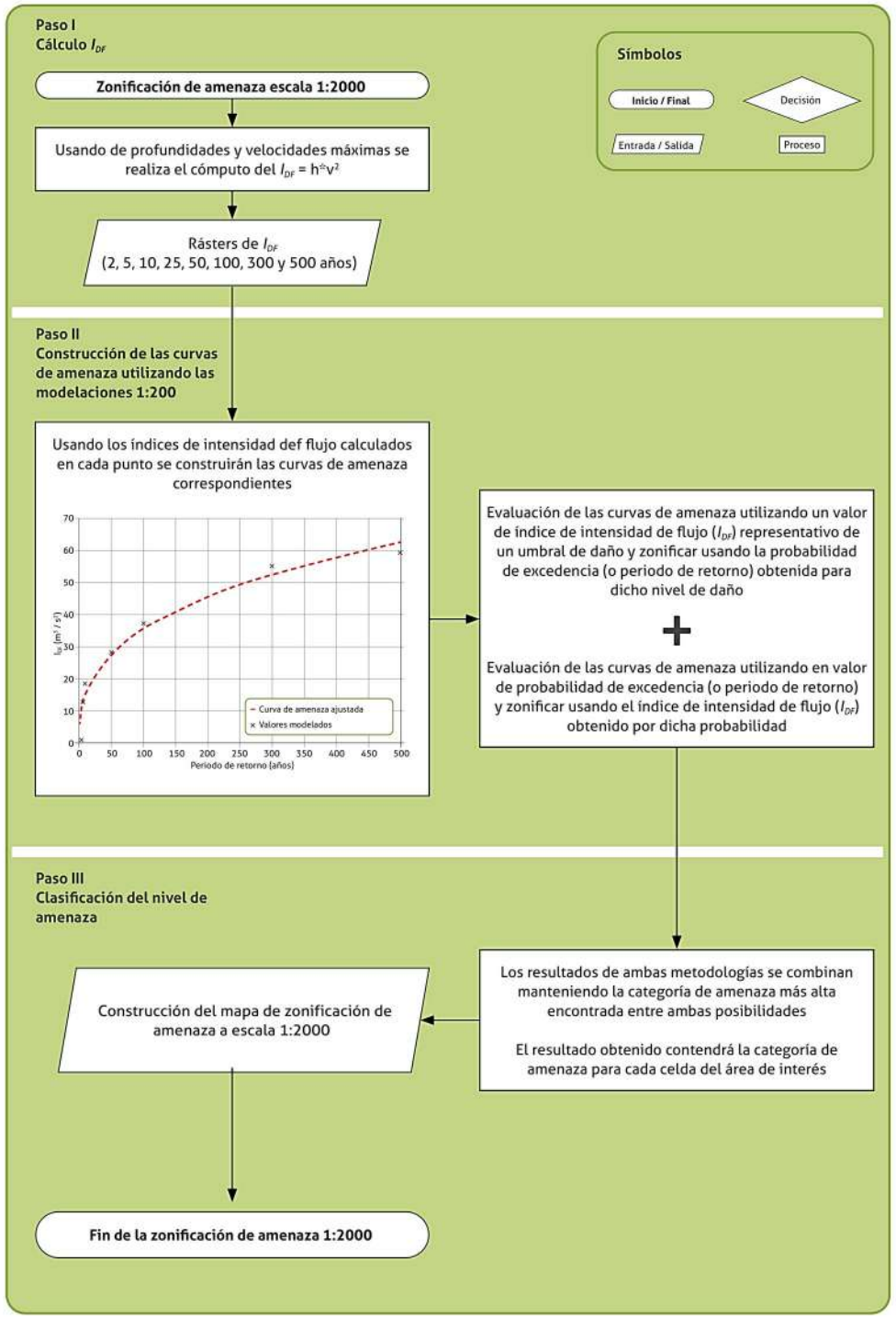


Figura 42. *Procedimiento para la modelación fluidodinámica a escala 1:2000. Tomado de SGC 2021.*

6.3 Cuantificación de amenaza por avenidas torrenciales a escala 1:2000



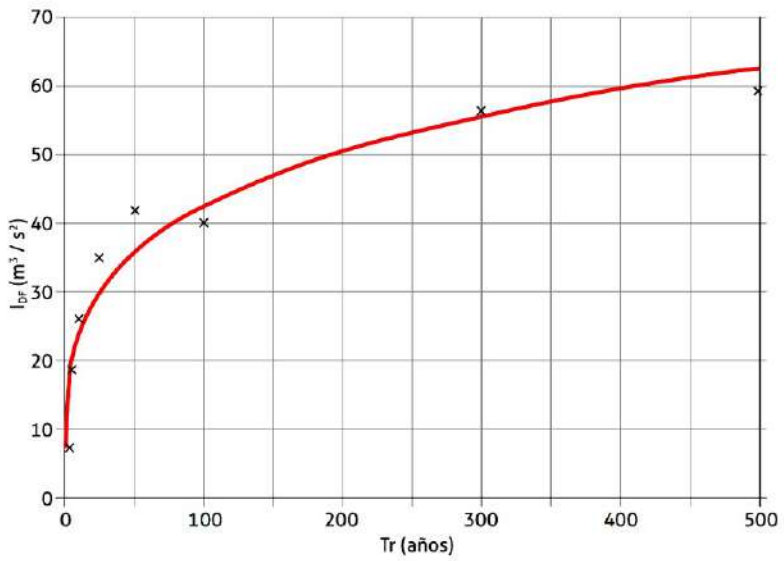


Figura 43. *Procedimiento para la zonificacion de amenaza cuantitativa de avenidas torrenciales. Tomado de SGC 2021.*

Categoría	Descripción de la categoría
Alta Flujo - Avenidas torrenciales	Zonas que ocupan el 5,96 % (11,83 ha) del área de estudio, asociadas principalmente a geoformas indicativas de depósito como cauce actual, terrazas de tipo fluviotorrencial, fluviotorrencial colgada, fluviotorrencial reciente, terraza de acumulación baja, abanico fluviotorrencial reciente, subreciente y antiguo; relacionadas con la evolución geomorfológica de las cuencas de las quebradas Surcabásiga y Los Leones. En estas cuencas se observan procesos de erosión intensa de tipo surco, cárcava, erosión lateral y áreas inestables que comprenden reptación superficial sobre laderas adyacentes al tramo de la vía que comunica las veredas La Laguna y Chiviche, que cruza la quebrada Surcabásiga. Igualmente, se puede presentar alguna de las siguientes condiciones: (i) alta probabilidad de presentar eventos de avenidas torrenciales con potencial de causar daños estructurales parciales en las viviendas y otras edificaciones expuestas con un periodo de retorno de menos de 25 años, (ii) alta probabilidad de presentar eventos de avenidas torrenciales con potencial de causar daños estructurales severos o eventualmente destrucción completa en caso de ocurrir un evento con periodo de retorno de 500 años, estas áreas no deben tener elementos expuestos (viviendas, edificaciones rurales, equipamiento público, infraestructura en general, entre otros) debido al poder destructivo y de afectación asociado a los eventos presentados en el pasado. En términos del índice de intensidad de flujo I_{DF} se entiende que, el mayor valor esperado se asocia a una intensidad de evento mayor y correlacionable con el nivel de daño, para este caso el valor esperado es de 50 m^3/s^2, para eventos asociados a periodos de retorno a 25 años, con rangos predominantes de velocidad entre 4,27 m/s y 9,96 m/s, y alturas de flujo entre 0,31 m y 0,64 m; mientras que para un periodo de retorno de 500 años los valores predominantes de velocidad y alturas de flujo están en los rangos de 8,34 m/s - 11,47 m/s y 2,03 m - 2,88 m, respectivamente. La categoría comprende gran parte de las zonas que han sido afectadas por avenidas torrenciales de tipo flujo de lodo del año 1968 y flujo de detritos de los años 1944 y 2018.

Figura 43. Categoría menaza alta

Media **Flujo - Avenidas torrenciales**	Ocupa el 19,58 % (38,86 ha) del área de estudio, comprende principalmente geoformas indicativas de depósito como: terraza de tipo fluviotorrencial reciente, abanico fluviotorrencial reciente, subreciente y antiguo, escarpe de abanico, cono o lóbulo de flujo de detritos, cono o lóbulo de deslizamiento traslacional; asociadas a la dinámica fluvial y a la evolución geomorfológica de las cuencas de las quebradas Surcabásiga y Los Leones. Presenta procesos erosivos de tipo surco, cárcava, erosión lateral y camino de ganado, mientras que en la zona media de la cuenca de la quebrada Los Leones, en sectores aledaños a la vía San Mateo-Guacamayas, se presenta reptación superficial asociada a inestabilidad y aporte de material al cauce. La categoría está asociada a alguna de las siguientes condiciones: (i) alta probabilidad de avenidas torrenciales con potencial de causar daños parciales en las viviendas y otras edificaciones expuestas, con un periodo de retorno promedio menor a 100 años, (ii) probabilidad de sufrir daños estructurales parciales a severos de los elementos expuestos en caso de ocurrir un evento con periodo de retorno menor a 500 años. En términos del índice de intensidad de flujo I_{DF} se entiende que, el mayor valor esperado se asocia a una intensidad de evento mayor y correlacionable con el nivel de daño, para este caso el valor esperado es de 1 m^3/s^2 a 50 m^3/s^2, que corresponde a rangos predominantes de velocidad entre 0 m/s y 0,5 m/s, y alturas entre 0,08 m a 0,31 m para eventos asociados a un periodo de retorno de 25 años; mientras que para un periodo de retorno de 500 años los valores predominantes de velocidad y alturas de flujo están en los rangos de 2,71 m/s a 4,17 m/s y entre 0,15 m y 0,62 m, respectivamente. Estas zonas coinciden en gran parte con las áreas de afectación del flujo de lodos de 1968, dejada hacia el noroccidente del canal artificial (jarillón) y desde la calle 3 con carrera 2 hacia aguas abajo de la quebrada Surcabásiga.

Figura 44. Categoría menaza media

Baja **Flujo - Avenidas torrenciales**	Áreas que ocupan el 74,46 % (147,82 ha), comprenden zonas que eventualmente pueden presentar avenidas torrenciales con potencial de causar daños en las viviendas y otras edificaciones expuestas, con una recurrencia promedio superior a 100 años, probablemente puede ocurrir alguna sedimentación, o incluso daños estructurales leves, en las viviendas y edificaciones expuestas en caso de que ocurra un evento con un periodo de retorno promedio de 500 años. El valor del índice de intensidad de flujo esperado para este evento es generalmente inferior a 1 m^3/s^2 y comprende rangos predominantes de velocidad entre 0 m/s y 0.5 m/s, y alturas predominantes de flujo entre 0 m y 0,08 m para un periodo de retorno de 25 años; mientras que para un periodo de retorno de 500 años los valores predominantes de velocidad y alturas de flujo están en los rangos de 1,52 m/s a 2,71 m/s y 0 m a 0,15 m, respectivamente. Esta categoría de amenaza coincide en menor proporción con algunas de las zonas de afectación del flujo de lodos de 1968, dejada hacia el noroccidente del canal artificial (jarillón) construido sobre las márgenes de la quebrada Surcabásiga y parte del casco urbano.

*Figura 45. C*ategoría menaza baja

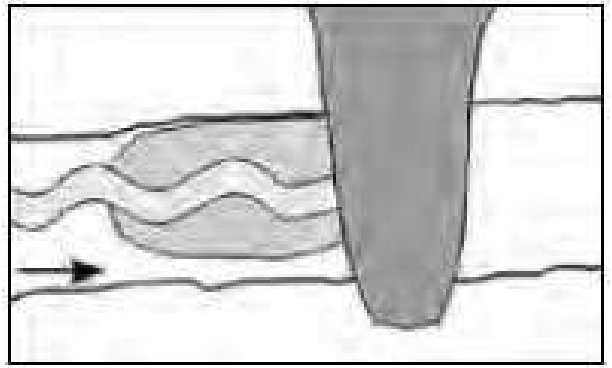
Avenida torrencial Febrero 2017
Campoalegre, Huila
Foto de Colprensa- Ejercito Nacional

7 ANÁLISIS DE OTROS ESCENARIOS

Otros escenarios

1

Obstrucción del cauce por un MM perpendicular al flujo (p. ej., deslizamiento o caída de rocas). Volumen represado depende del **V del deslizamiento**, *las* **características de su depósito** *(volumen, espesor, forma), la* **topografía** *(ancho, forma del valle) y de* **la hidrología de la cuenca** *(caudal del rio, capacidad de transporte).*



Fan et al., 2020

SGC, 2021

2

Represamiento causado por el depósito de material producto de la AvT, que resulte en la obstrucción del flujo (p. ej., detritos leñosos).

3

Rompimiento de diques o jarillones (avulsión) que se hayan formado naturalmente (p. ej., canales de avulsión) o antrópicamente a lo largo del cauce, como protección lateral (p. ej., bancas de los cauces) y que en un evento extremo, sean desbordados y erodados por un flujo que exceda la capacidad de confinamiento y cambie de dirección.

El País, 2022

Susceptibilidad por detritos leñosos (DL)

Variable	Atributo	Relaciones temáticas	Susceptibilidad
Estado de desarrollo (ED)	Curva de desarrollo de la vegetación + Curva hipsométrica (CH)	ED = 0,40(CIH) + 0,30T + 0,30HV	SuscDL = DL = (ED + EC + AD)/3
	Integral hipsométrica (IH) (CIH)		
	Orden de suelo (T)		
	Altura promedio de la vegetación (HV)		
Estado de comportamiento (EC)	Profundidad radicular (PR)	EC = 0,30PR + 0,30CC + 0,40 DC	
	Carga de la cobertura (CC)		
	Densidad de la cobertura (DC)		
Agente dinamizador (AD)	Precipitación P	AD = 0,50P + 0,50V	
	Viento V		

Figura 44. Variables y atributos de la susceptibilidad por DL, SGC, 2021.

Estado de desarrollo (ED)

Relación de la IH con el ED

SGC, 2021.

Susceptibilidad CIH				
Curva hipsométrica/Integral hipsométrica	Joven (HI>0,6)	Maduro (HI=0,35 – 0,6)		Viejo (HI<0,35)
Estado de crecimiento de la vegetación	Procesos erosivos activos	Sin reactivación de procesos erosivos –Transporte (tiende a 0,35)	Con reactivación de procesos erosivos – Transporte (tiende a 0,6)	Cuenca sedimentaria – pérdida de capacidad erosiva
Joven (regeneración natural H <5m)	Media (2)	Media (2)	Alta (3)	Media (2)
Maduro (H ≥5m)	Media (2)	Baja (1)	Media (2)	Baja (1)
Senescencia (H ≥15m)	Media (2)	Baja (1)	Media (2)	Media (2)

Orden de suelos	Susceptibilidad a caída de árboles	Susceptibilidad T
Oxisol, ultisol (antiguos)	Baja	1
Alfisol (menos antiguos)	Media	2
Molisol, andisol, espodosol (menos antiguos)		
Vertisol, aridisol (jóvenes)	Alta	3
Inceptisol, entisol, histosol (jóvenes)		

Orden de suelos T

Adaptado de SGC, 2015.

Altura promedio de la vegetación

SGC, 2021.

Grandes grupos de vegetación	Altura promedio de la vegetación	Susceptibilidad a caída de arboles	Susceptibilidad HV
Fustales – Joven	Hprom=5 m – 10 m	Alta	3
Fustales - Maduro	Hprom=10 m -15 m	Media	2
Fustales - Viejo	Hprom=>15 m	Media	2
Latizales – Joven	Hprom=≤ 5 m	Alta	3
Latizales - Maduro		Baja	1
Latizales - Viejo		Media	2

Universidad Industrial de Santander

Estado de comportamiento (EC)

Universidad Industrial de Santander

Profundidad radicular

Adaptado de SGC, 2015.

Profundidad efectiva	Rango (cm)	Susceptibilidad a caída de árboles	Susceptibilidad PR
De muy superficial a superficial	<=50	Alta	3
De moderadamente profundo a profundo	50 – 150	Media	2
Muy profundo	> 150	Baja	1

Carga de la cobertura

Adaptado de SGC, 2015.

Peso relativo	Clasificación	Número de estratos verticales de la cobertura	Susceptibilidad	Susceptibilidad CC
0-20 %	Peso bajo	0-1	Baja	1
20-50 %	Peso moderado	1-2	Media	2
50-100 %	Peso pesado	>3	Alta	3

Densidad de la cobertura

SGC, 2021.

Códigos coberturas de la tierra	Densidad relativa (%)	Susceptibilidad	Susceptibilidad DC
Bosque denso alto de tierra firme, bosque denso bajo de tierra firme, arbustal denso.	100-90	Baja	1
Bosque abierto alto, bosque abierto bajo.	90-70	Media	2
Bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque fragmentado con pastos y cultivos, plantación forestal.	70-50	Media	2
Arbustal abierto, herbazal denso de tierra firme arbolado, herbazal denso de tierra firme con arbustos, vegetación secundaria baja, vegetación secundaria alta.	50-40	Allta	3
Mosaicos heterogéneos agrícolas	40-30	Allta	3
Pastos, áreas abiertas sin o con poca vegetación.	<30	Alta	3

Agente dinamizador (AD)

Universidad Industrial de Santander

Precipitación

Adaptado de Acosta Castellanos, 2017.

Curvas intensidad/duración/frecuencia (valores en mm/h)							Susceptibilidad P					
Duración (min)	Periodo de retorno (años)											
	2	5	10	20	50	100						
10	147,9	174,4	197,6	223,9	264,0	299,1	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Baja (1)	Baja (1)
20	93,6	110,4	125,1	141,7	167,1	189,3	Alta (3)	Alta (3)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)
30	71,6	84,5	95,7	108,4	127,9	144,8	Alta (3)	Alta (3)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)
120	28,7	33,8	38,3	43,4	51,2	58,0	Alta (3)	Alta (3)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)
130	27,2	32,1	36,4	41,2	48,6	55,0	Alta (3)	Alta (3)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)
160	23,7	28	31,7	35,9	42,4	48	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)
180	22	25,9	29,3	33,2	39,2	44,4	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)

Velocidad del viento mensual multianual (km/h)	Susceptibilidad	Susceptibilidad V
0-12	Baja	1
13-29	Media	2
>30	Alta	3

Viento

Kin y Ledent, 1966.

8 RECOMENDACIONES FINALES

Avenida torrencial Marzo 2021
Puente vehicular del río Marmato
Almaguer, Cauca
Foto de Caracol Radio

Presentación de resultados

Tema	Clase/tablas y raster	Tipo dato o entidad
Amenaza	<<AmenazaAvT_25k>>	Polígono
	<<AmeFluidoDinamica_25k>>	Polígono
	<<AmenazaAvT_2k>>	Polígono
	<<AmeFluidoDinamica_2k>>	Polígono
Factores condicionantes	<<ZonasEvaluacion2k>>	Polígono
	<<UGSAvT>>	Polígono
	<<Estratificacion>>	Punto
	<<Fallas>>, <<Lineamientos>>, <<Pliegues>>	Línea
	<<GeoformasAvT>>	Polígono
	<<AreasErosion>>	Polígono
	<<PuntosModelacion>>	Punto
	<<UnidadesModelacion>>	Polígono

Tema	Clase/tablas y raster	Tipo dato o entidad
MapaBase	*	*
MapaLocalizacion	<<AreaEstudio>>	Polígono
	<<Departamentos>>	Polígono
	<<OrigenSistemasCoordenadas>>	Línea
	<<Pais>>	Polígono
	<<Planchas100k>>	Polígono
	<<Planchas25k>>	Polígono
	<<PlanchasAreaEstudio>>	Polígono
Morfodinámica	<<InventarioAvT>>	Polígono
	<<InventarioMM>>	Polígono
	<<RasgosGMF>>	Línea

Tema	Clase/tablas y raster	Tipo dato o entidad
Hidrologia	<<CuencasContribuyentes>>	Polígono
	<<CuencaAnalisis>>	Polígono
	<<IndiceHack>>	Punto
	<<LineasIndiceHack>>	Línea
	<<PuntosConcentracion>>	Punto
InformacionCampo	<<EstacionCampoAvT>>	Punto
	<<PuntosConteoClastos>>	Punto
	<<FormatoInventarioAvT>>	Punto
	<<PuntosMuestraLaboratorio>>	Punto
	<<PuntosRedGeodesica>>	Punto
	<<SeccionesTransversales>>	Línea
	<<SeccionGeomorfologica>>	Línea
	<<PuntosInteres>>	Punto

Tema	Clase/tablas y raster	Tipo dato o entidad
Susceptibilidad	<<D90_D50_Dmax>>	Polígono
	<<SusceptibilidadGeomorfologica>>	Polígono
	<< EventosRecientes >>	Polígono
	SerieTempCaudalLiquido	Tabla
	SerieTempCaudalSolido	Tabla
	VolumenSolidos	Tabla
	FormatoDepositoAvT	Tabla

Figura 45. Estructura general de la base de datos geográfica, SGC 2021.

Perfil de los profesionales

Geólogos o Ing geólogos	*Desarrollo de la caracterización de AvT.*
Ing catastrales y geodestas, Ing geógrafos, topográficos, topógrafos, Ing civiles	*Especializados en SIG para el ajuste y verificación de MDE.*
Ing hidrólogos, civiles ambientales, agrícolas,	*Especializados en hidrología para el análisis de la precipitación como detonante y para la estimación de sólidos provenientes de erosión de laderas.*
Ing geotecnistas o civiles	*Especializados en geotecnia para la estimación de solidos provenientes de deslizamientos, caídas de rocas, flujos e inestabilidades debidas a socavación lateral del cauce.*
Ing hidráulicos, civiles, agrícolas, ambientales	*Especializados en fluidodinámica para la simulación del transporte, arrastre y depósito de los escenarios de AvT.*
Ing civiles o afines	*Con experiencia en evaluación de amenaza para la cuantificación en los diferentes niveles de detalle.*

Referencias

Fan, X., Dufresne, A., Siva Subramanian, S., Strom, A., Hermanns, R., Tacconi, C., Hewitt, K., Yunus, A. P., Dunning, S., Capra, L., Geertsema, M., Miller, B., Casagli, N., Jansen, J. D. y Xu, Q. (2020). The formation and impact of landslide dams – State of the art. Earth-Science Reviews, 203. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825219304763#:~:text=These%20data%20show%20that%20dam,with%20time%20after%20dam%20formation

.

Ibañez Asensio, S., Moreno Ramón, H., Gisbert Blanquer, J. (2011). Métodos para la determinación del tiempo de concentración (tc) de una cuenca hidrográfica. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10779/Tiempo%20de%20concentraci%C3%B3n.pdf

Ramos Cañón, A. M., Reyes Merchán, A. A., Munévar Peña, M. A., Ruiz Peña, G. L., Machuca Castellanos, S. V., Rangel Flórez, M. S., Prada Sarmiento, L. F., Cabrera, M. Ángel, Rodríguez Pineda, C. E., Escobar Castañeda, N., Quintero Ortíz, C. A., Escobar Vargas, J. A., Giraldo Osorio, J. D., Medina Orjuela, M. S., Durán Santana, L., Trujillo Osorio, D. E., Medina Ávila, D. F., Capachero Martínez, C. A., León Delgado, D., Ramírez Hernández, K. C., González Rojas, E. E., Rincón Chisino, S. L., Solarte Blandón, P. A., Castro Malaver, L. C., López Marín, C., Navarro Alarcón, S. del R., & Pérez Moreno, M. A. (Eds.). (2021). Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. Libros del Servicio Geológico Colombiano. Recuperado a partir de https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/75

Urrea, V., Ochoa, A., Mesa, O. (2016). Validación de la base de datos de precipitación CHIRPS para Colombia a escala diaria, mensual y anual en el periodo 1981-2014. XXVVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica- Lima, Perú, 28 al 30 de septiembre de 2016. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/310844678_Validacion_de_la_base_de_datos_de_precipitacion_CHIRPS_para_Colombia_a_escala_diaria_mensual_y_anual_en_el_periodo_1981-2014

RETROSPECCIÓN DE LA SISMOLOGIA

Presentado por: Katherin Basto - 2172980
Sara Moyano - 2151142

Escuela de Geología
Seminario Geoamenazas - 23117

CONTENIDO

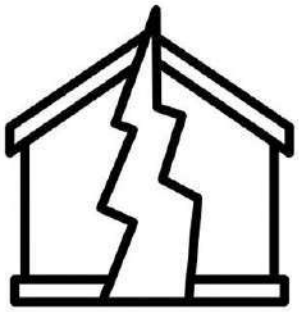
- Definición
- Causas
- Generación
- Nidos sísmicos
- Escalas
- Antecedentes

DEFINICIÓN

La Comisión Nacional de Emergencias de Costa Rica define in sismo como "El movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo". Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos el desplazamiento libera una gran cantidad de energía, cuando una de las placas se mueve bruscamente contra la otra, rompiéndola y originando el Terremoto

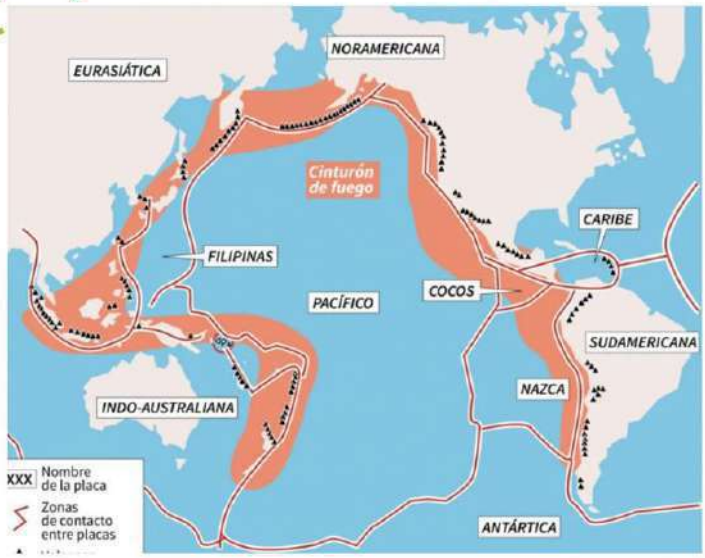
CAUSAS

- Tectónica
- Volcánica
- Hundimientos
- Deslizamientos
- Explosiones atómicas



GENERACIÓN

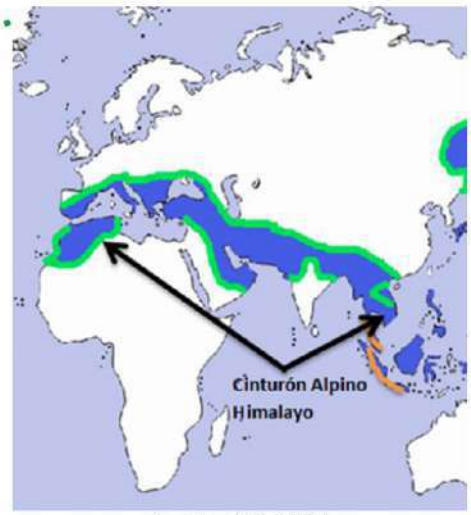
CINTURÓN DE FUEGO DEL PACIFICO



Fuente: GEA, 2015

Cinturón Circumpacífico rodea casi totalmente el Pacifico, se extiende a los largo de las costas de América del Sur, México y California hasta Alaska; después continúa por las islas Aleutianas, antes de dirigirse hacia el sur a través de Japón y las Indias orientales. La mayor parte de la energía sísmica se libera en esta región, libera entre 80 y 90% de la energía sísmica anual de la Tierra.

CINTURÓN ALPINO HIMALAYA

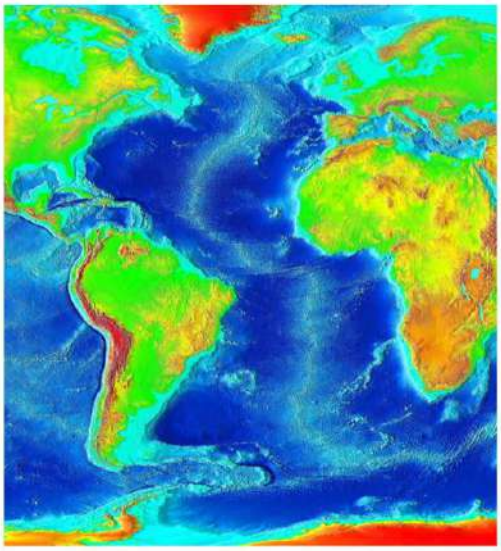


Fuente: AFP, 2012

Cinturón Eurasiático-Melanésico, (Alpino-Himalaya) que incluye las cordilleras alpinas de Europa y Asia, conectando con el archipiélago de Melanesia.

Es la segunda región más sísmica del mundo, con un 17% de los mayores terremotos. Se formó como resultado de la tectónica de placas, por la colisión entre las placas africana, arábiga e india, que se desplazan hacia el norte, y la gran placa eurasiática.

DORSAL MESOATLÁNTICA

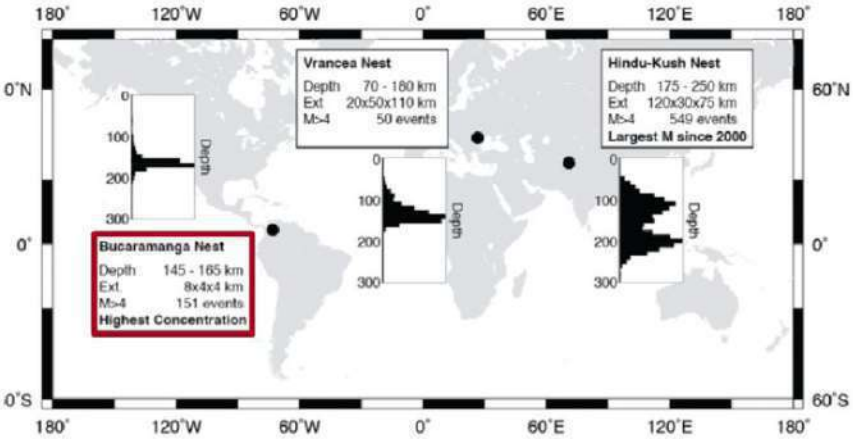


Fuente: Wikipedia

Región altamente sísmica, la Dorsal Mesoatlántica ubicada en el centro del Océano Atlántico.

NIDOS SISMICOS

El Nido de Bucaramanga



from Prieto et al., 2012 (Tectonophysics)

Concentración puntual de eventos sísmicos diariamente

ESCALAS DE MAGNITUD E INTENSIDAD

Universidad Industrial de Santander

se utilizan para cuantificar o medir los temblores

La escala de magnitud

Se relaciona con la energía liberada por la rotura o desplazamiento de rocas en el interior terrestre, se mide mediante la escala de Richter, la cual es una escala objetiva porqque se basa en datos extraídos del registro del sismógrafo

la intensidad

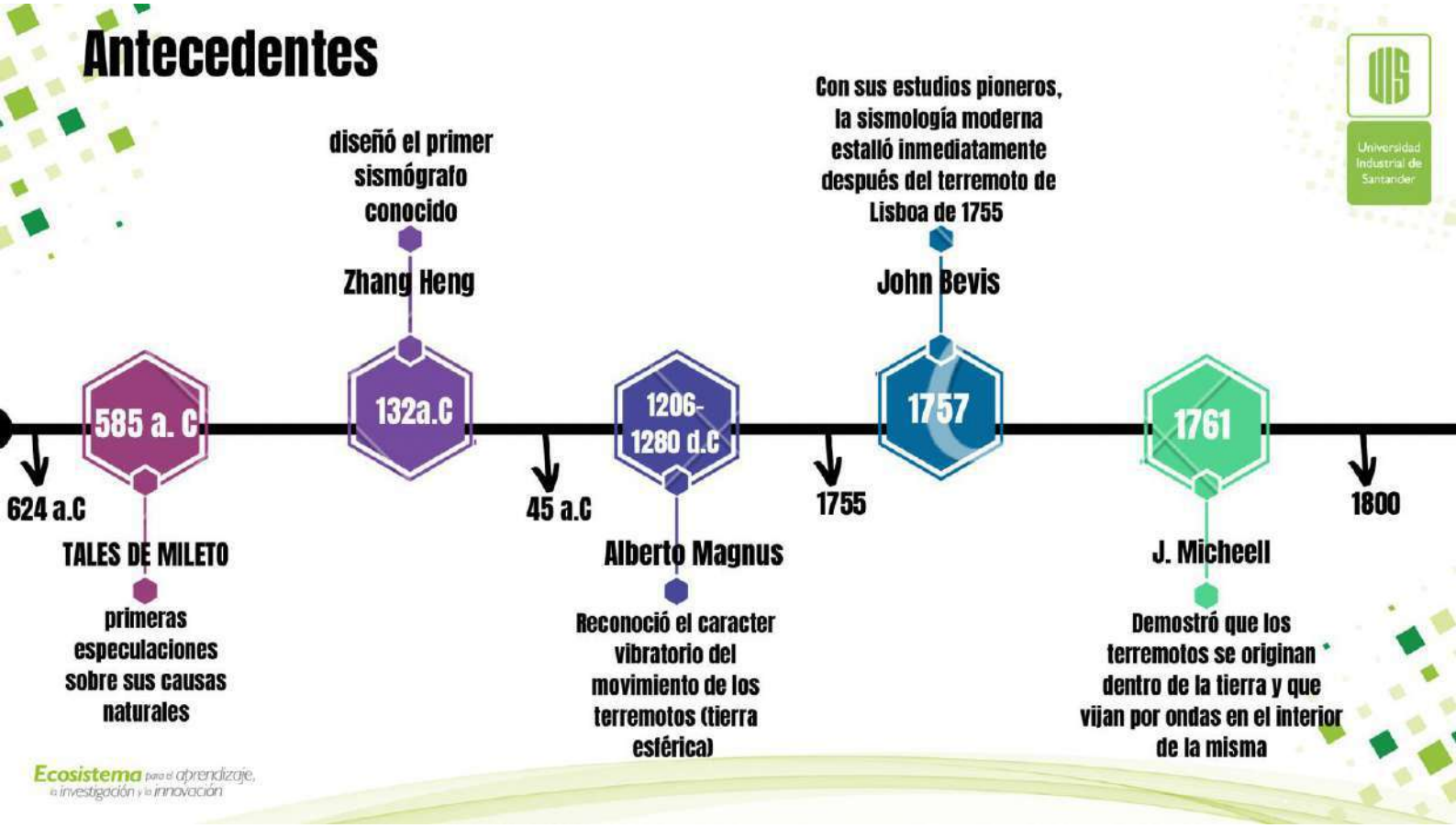
Se relaciona con los daños producidos por la acción de las ondas superficiales, se puede medir mediante la escala de Mercalli, ésta es más subjetiva ya que dependen de la apreciación de las personas

Ambas escalas son necesarias puesto que miden aspectos diferentes de la ocurrencia de un temblor.

Escala de Mercalli	Escala de Richter
I. Casi nadie lo ha sentido.	**2,5** En general no sentido, pero registrado en los sismógraf
II. Muy pocas personas lo han sentido.	
III. Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.	**3,5** Sentido por mucha gente.
IV. Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.	
V. Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.	
VI. Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.	**4,5** Pueden producirse algunos daños locales pequeños.
VII. Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.	
VIII. Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.	**6,0** Terremoto destructivo.
IX. Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.	
X. Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.	**7,0** Terremoto importante.
XI. Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.	**8,0 o más** Grandes terremotos.
XII. Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo, los objetos se mueven y voltean.	

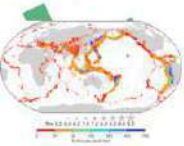
Tomado de IGRM (Instituto de Geología y Recursos Minerales. (2010). Gacetilla terremotos

Antecedentes



Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



1840

Von Hoff

Publicó un catálogo de terremotos en el mundo

1856

Creó el primer instrumento que registró automáticamente el tiempo y algunos aspectos de un terremoto e ideó el primer sismógrafo moderno.

L. Palmieri

1858

R. Mallet

Acuñó el término sismología y construyó uno de los catálogos de sismos más completos hasta la fecha; los resumió en un mapa que delimita regiones sísmicas y asísmicas del mundo.

1885

Descubrió ademas de ondas dilatacionales y de cuerpo cortante, una sustancia elástica homogenea puede acomodar una tercera onda en su límite (onda de Rayleigh)

Lord Rayleigh

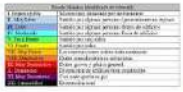
1897

Se nstala el primer sismógrafo Norteaméricano en el observatorio de lick cerca de San José, California, que registró el terremoto de San Francisco(1906).

1902

Publica en Italia la escala de intensidad modificada

Giuseppe Mercalli



Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

1909

A. Mohorovicic

Estudió los tiempos de viaje de las ondas a distancias cortas, y encontró fases adicionales a unos 50 km. de profundidad. Discontinuidad de Mohorovicic

1911

A.E.H. Love

Estudió y explicó que las ondas superficiales con movimiento transversal a la dirección de propagación son posibles en una Tierra en capas

1918

Primer año sismológico , recopila la lectura de la mayoria de las estaciones sismológicas del mundo en el resumen sismologico internacional.

1935

C.F. Richter

Desarrolló una escala de magnitud para el tamaño de los sismos: debido a los shocks en el sur de California y después se extendió a todo el mundo.

1960

desarrollo de la teoría de las placas tectónicas, que permitió comprender fehacientemente la causa de los terremotos al ubicarlos dentro de un contexto tectónico.

En la actualidad, los sismólogos (especialistas que estudian los sismos) han logrado predecir la localización de áreas sísmicas, pero no pueden predecir aún cuando ocurrirá un movimiento.

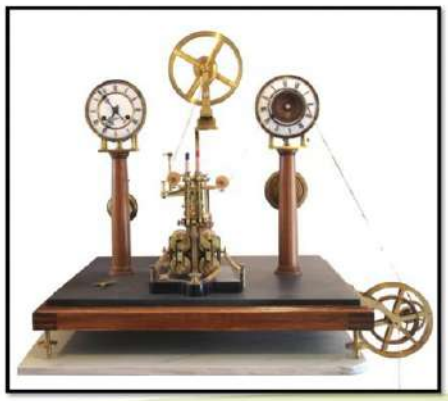
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

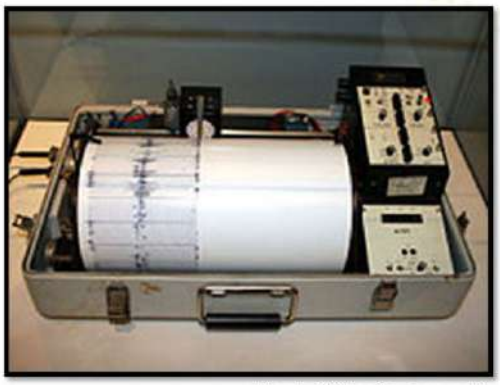
Evolución de los sismografos

Tomado de: Blog Oficial del CIRES, A.C, Historia del Sismografo

El sismógrafo Zhan-Heng

En 1856 Palmieri ideó el primer sismógrafo moderno





Fuente: Wikipedia, sismografo

Ejemplos

Los terremotos más mortíferos del mundo
Sismos con mayor cantidad de víctimas fatales desde 1900*
Puerto Príncipe (Haití, 2010) 316.000
Haiyuan (China, 1920) 273.400
Tangshan (China, 1976) 242.800
Sumatra (Indonesia, 2004) 227.900
Kantō (Japón, 1923) 142.800
Messina (Italia, 1908) 123.000
Asjabad (Turkmenistán, 1948) 110.000
Sichuan (China, 2008) 87.600
Cachemira (Pakistán/India, 2005) 87.400
Áncash (Perú, 1970) 70.000
* Cifras redondeadas. Algunos datos están basados en estimaciones y pueden variar.
Fuentes: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), Wikipedia
statista

LOS TERREMOTOS MÁS FUERTES DEL SIGLO XXI
Magnitud
26 de diciembre de 2004
Terremoto en el océano Índico
Alrededor de 230.000 muertos
9.3
12 de mayo de 2008
Terremoto en Sichuán, China
87.587 muertos, 374.643 heridos
8
12 de enero de 2010
Terremoto en Haití
222.570 muertos, 311.000 heridos
7
27 de febrero de 2010
Terremoto en Chile
799 muertos
8.8
11 de marzo de 2011
Terremoto en Japón
15.894 muertos, 6,152 heridos
9 y 9.1
25 de abril de 2015
Terremoto en Nepal
8.964 muertos, 21.952 heridos
7.8
26 de octubre de 2015
Terremoto en Afganistán
399 muertos, 2.536 heridos
7.5
16 de abril de 2016
Terremoto en Ecuador
673 muertos
7.8
Fuente: Wikipedia, USGS
RT

BIBLIOGRAFÍA

Historia de la Sismología- Incorporated Research Institutions for Seismology (https://www.iris.edu/hq/inclass/poster/515)

Espíndola, J. M. & Jiménez, Z., 1990: Terremotos y Ondas Sísmicas. Una breve introducción. [2a ed.].- 53 págs. Instituto de Geofísica, México.

¿Cuál es la diferencia entre magnitud e intensidad? (2019, 23 enero). universidad de costa Rica. Recuperado 15 de junio de 2022, de https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/sismologia/2504-cual-es-la-diferencia-entre-magnitud-e-intensidad

IGRM (Instituto de Geología y Recursos Minerales. (2010). Gacetilla terremotos 2. https://www.sismo24.cl/20_PDF/200terrequehacer_segemargentina.pdf

Blogcires, A. (2021, 8 marzo). Historia del sismógrafo. WordPress.com. https://blogcires.mx/2014/02/26/1386/

Escenario Sísmico a nivel mundial: Eventos, causas y magnitud de daños

Presentado por:

Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576

Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS

CAMPO III

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

Universidad Industrial de Santander

01 **Generalidades**

- ¿Qué son los sismos?
- ¿Cómo se generan los sismos?
- Tipos de sismos (Magnitud e intensidad)
- Ondas sismicas

02 **Sismos a nivel mundial**

- Eventos
- Causas
- Magnitud y daños

03 **Prevención**

- Monitoreo sismico

GENERALIDADES

¿Qué son los sismos?

- Movimientos vibratorios que modifican el estado de reposo del suelo.
- Los sismos son fenómenos impredecibles
- Los sismos pueden ser leves o intensos

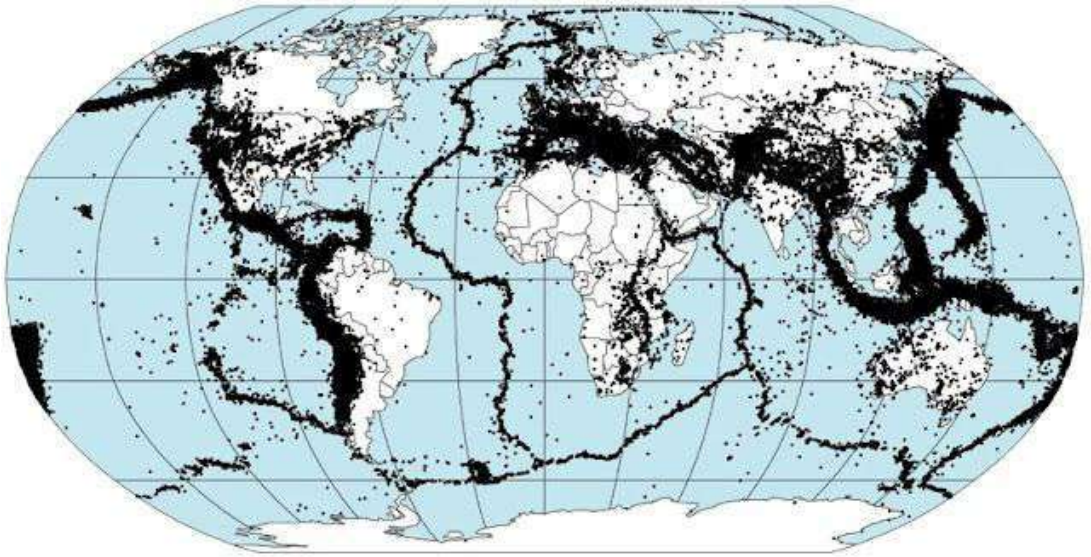


Fig 1. *Distribución global de sismos y* Tomado de: Madrid, M. (2020).

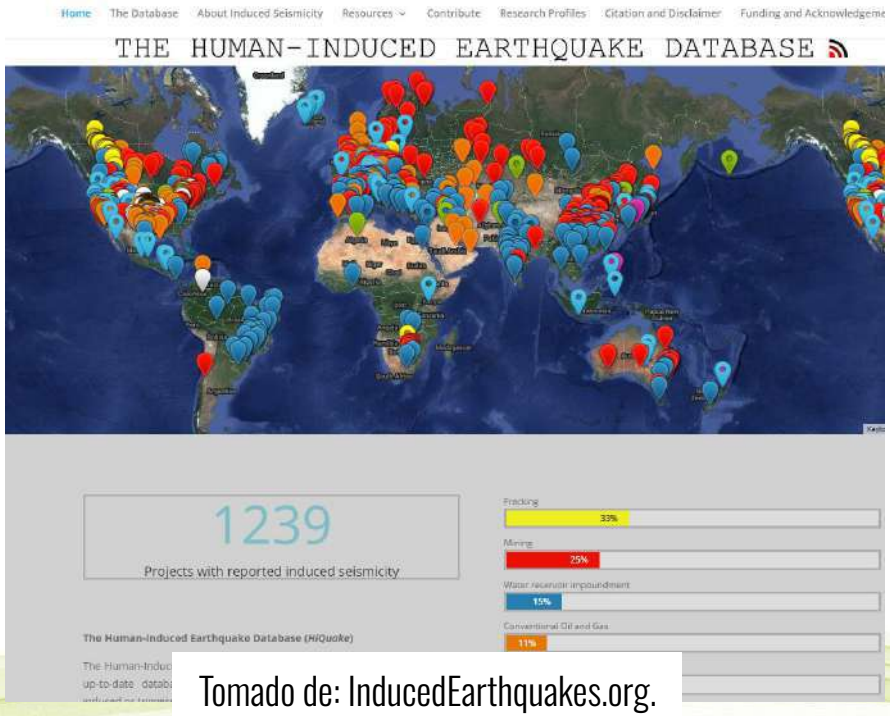
GENERALIDADES

¿Cómo se generan los sismos?

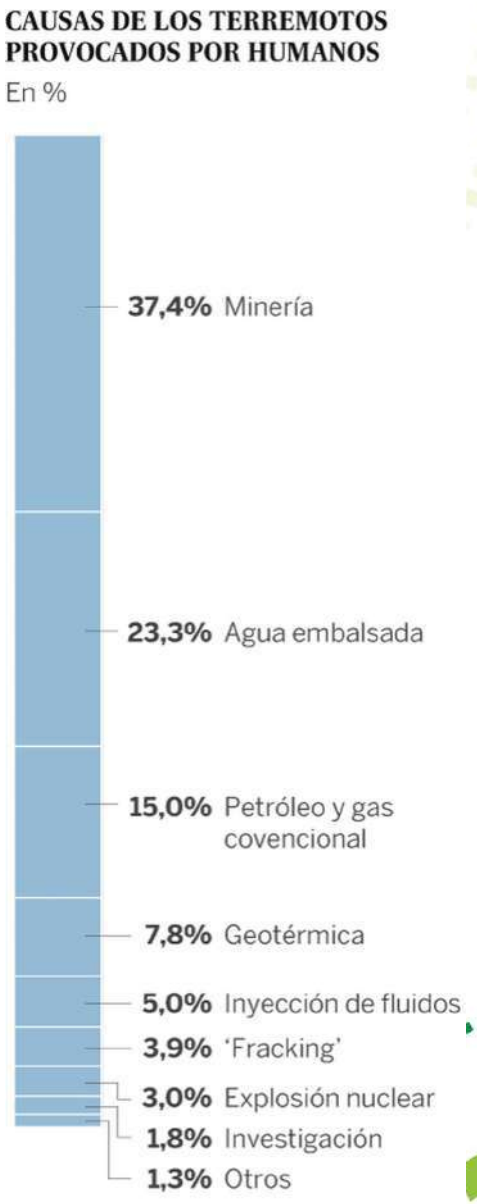
En su mayoría son consecuencia de **procesos geológicos naturales** donde la principal causa son el movimiento que presentan las **límites de las placas tectónicas**, sin embargo existen otros factores/fenómenos que también pueden ocasionar sismos, factores como:

- Factores antrópicos (detonaciones, sismos provocados)
- Fenómenos naturales (erupciones volcánicas)

Tomado de: Uriarte, J. (2020).



Tomado de: InducedEarthquakes.org. (2018)



Tomado de:El País. (2017))

GENERALIDADES

¿Cómo se generan los sismos?

De acuerdo a su actividad sísmica la superficie terrestre se ha dividido en tres regiones:

- Sismicas (Placas tectónicas)
- Penisismicas
- Asismicas

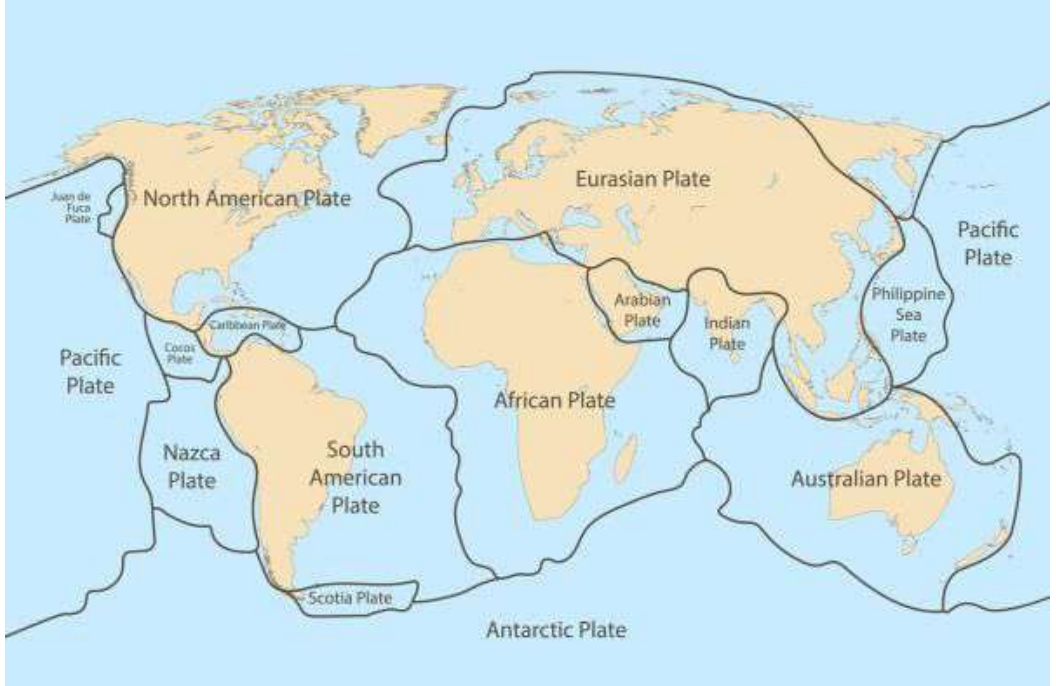
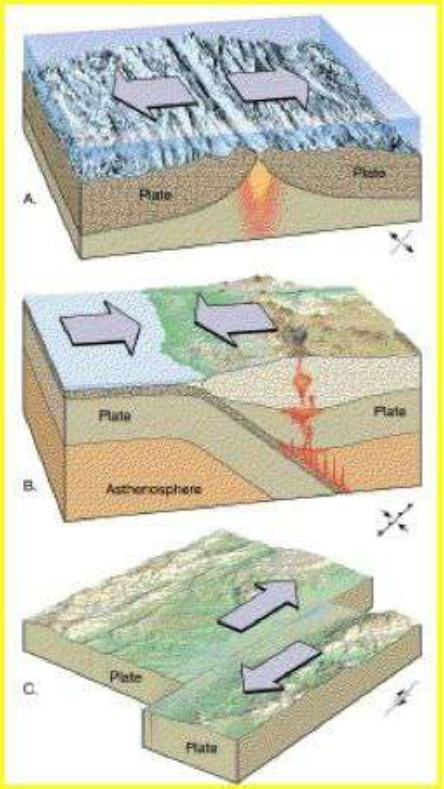


Figura 2. Mapa de distribución de placas tectónicas. Tomado de: Pin, J.A. (2018)

- Placa africana
- Placa antártica
- Placa arábiga
- Placa de Cocos
- Placa de Juan de Fuca
- Placa de Nazca
- Placa del Caribe
- Placa del Pacífico
- Placa euroasiática
- Placa filipina
- Placa indoaustraliana
- Placa norteamericana
- Placa de Scotia
- Placa sudamericana



GENERALIDADES

Tipos de sismos

Los sismos se pueden clasificar por su origen en (volcánicos y tectónicos), por su magnitud e intensidad en (microsismos y macrosismos). Los sismos Tectónicos son aquellos producidos por la interacción de las placas tectónicas y se clasifican en:

- Sismos interplaca
- Sismos intraplaca

Magnitud e intensidad de un sismo

Magnitud (M_W=Mayores de 6,9 M_L=De 2,0 a 6,9)	Descripción	Efectos de un sismo
Menos de 2,0	Micro	Los microsismos no son perceptibles.
2,0-2,9	Menor	Generalmente no son perceptibles.
3,0-3,9		Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños.
4,0-4,9	Ligero	Movimiento de objetos en las habitaciones que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable.
5,0-5,9	Moderado	Puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves.
6,0-6,9	Fuerte	Pueden llegar a destruir áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda.
7,0-7,9	Mayor	Puede causar serios daños en extensas zonas.
8,0-8,9	Épico o Cataclismo	Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros.
9,0-9,9		Devastadores en zonas de varios miles de kilómetros.
10,0+	Legendario o apocalíptico	Nunca registrado.

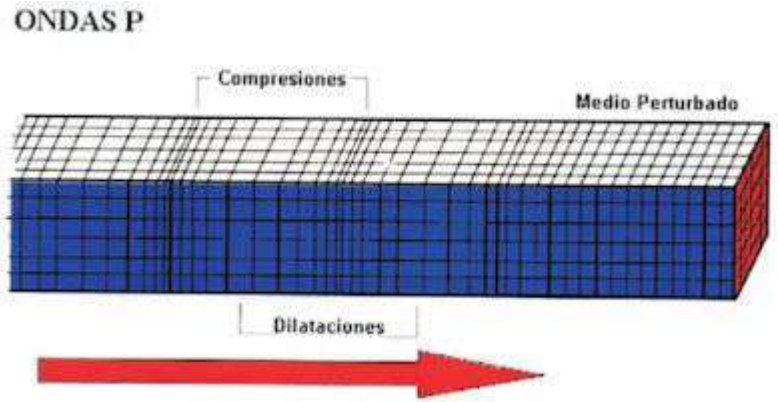
Escala Sísmica Modificada de Mercalli	
I. Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II. Muy Leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III. Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV. Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V. Poco Fuerte	Sentido por casi todos
VI. Fuerte	Sentido por todos
VII. Muy Fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII. Destructivo	Daños considerables en estructuras
IX. Muy Destructivo	Daños graves y pánico general.
X. Desastroso	Destrucción en edificios bien construidos
XI. Muy Desastroso	Casi nada queda en pie
XII. Catastrófico	Destrucción total

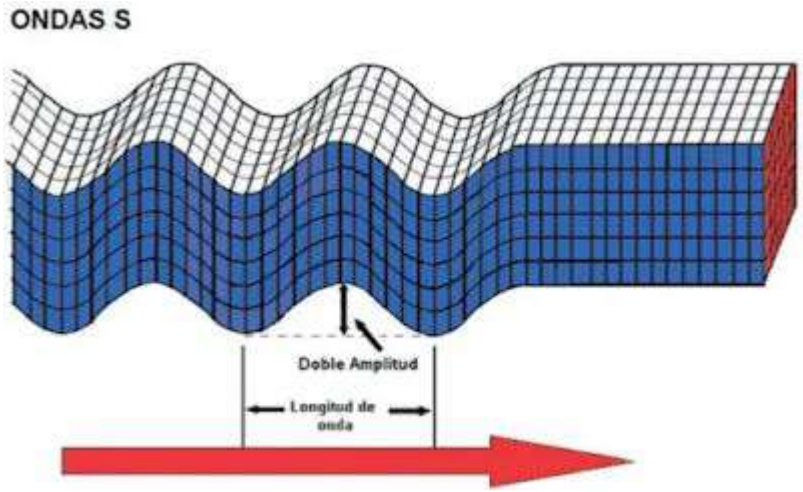
Figura 3. Escalas de magnitud e intensidad sísmica. Tomado de: Pin, J.A. (2017)

GENERALIDADES

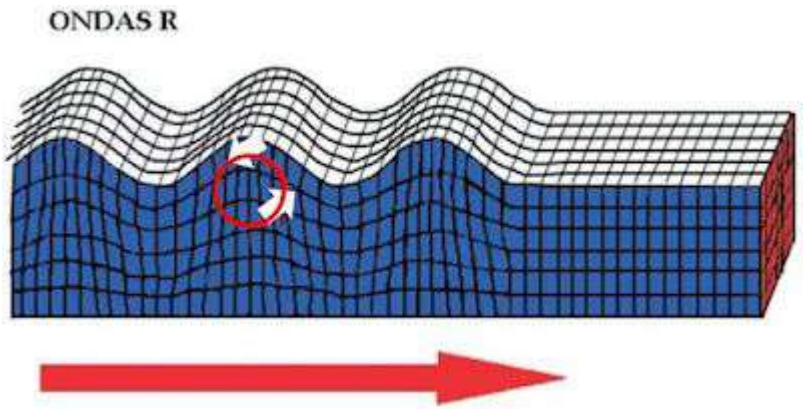
Ondas sismicas

- Ondas de cuerpo





- Ondas superficiales



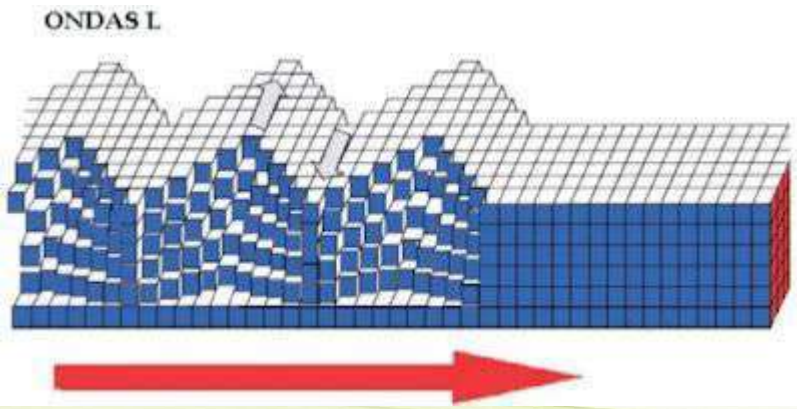
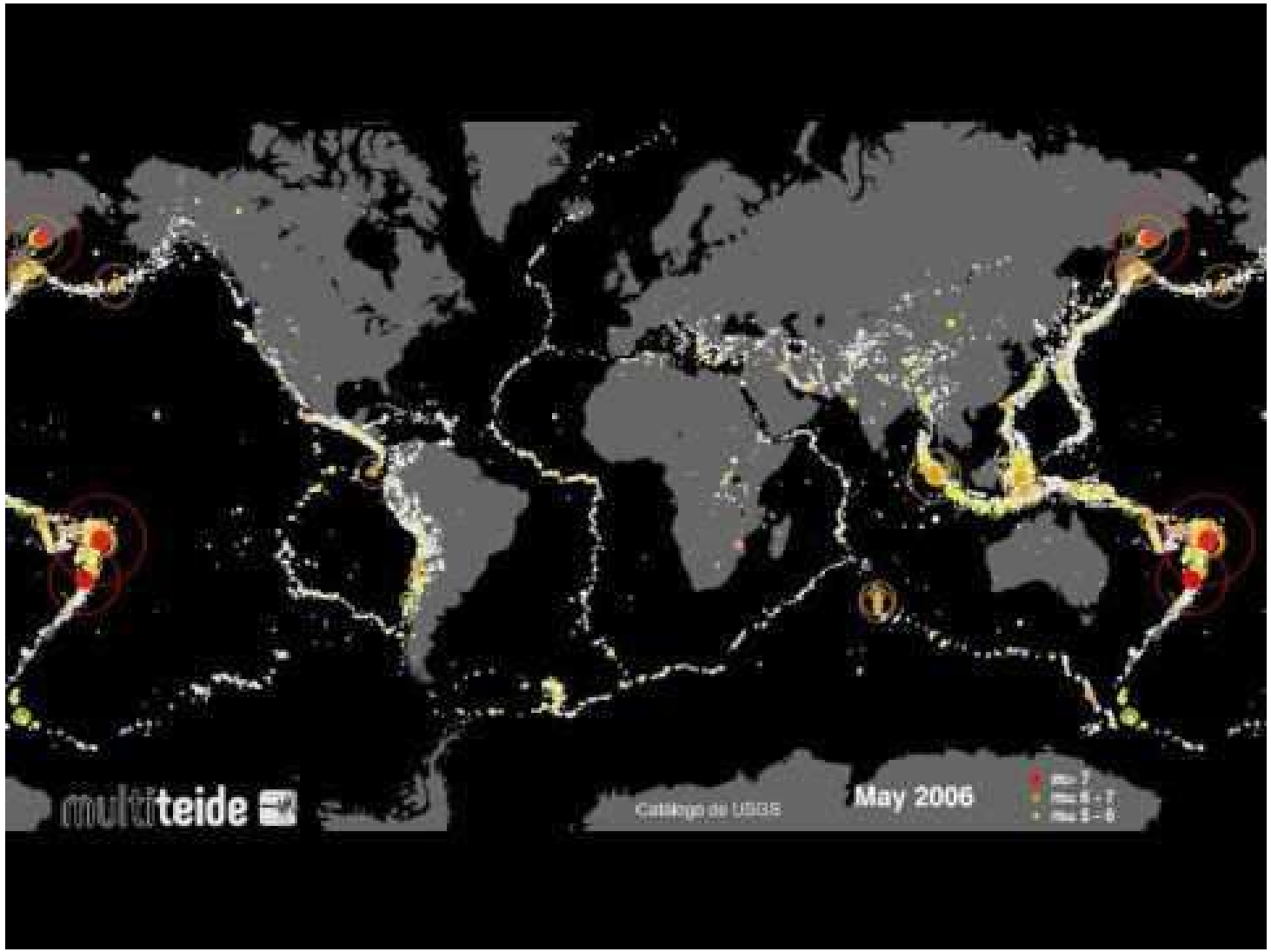


Fig 4. *Tipos de ondas sísmicas.* Tomado de: Madrid, M. (2020).

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

SISMOS A NIVEL MUNDIAL



Vídeo 2. *Evolución de la sismicidad mundial desde 1990 a 2016 – Instituto Geográfico Nacional de España*. Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=iVafD9JjtGk

SISMICIDAD ASOCIADA AL CINTURÓN DE FUEGO DEL PACÍFICO

Tabla 1.. *Terremotos de mayor magnitud durante el siglo XX y la actualidad.* Tomado de: Pin, J.A (2018).

Lugar	Año	Magnitud
Valdivia, Chile	1960	9,5
Océano índico	2004	9,3
Alaska, Estados Unidos	1964	9,2
Japón	2011	9,1
Kamchatka, Rusia	1952	9,0
Ecuador y Colombia	1906	8,8
Chile	2010	8,8
Sumatra, Indonesia	2005	8,6
Vallenar (Chile y Argentina)	1922	8,6
Coquimbo, Chile	2015	8,4

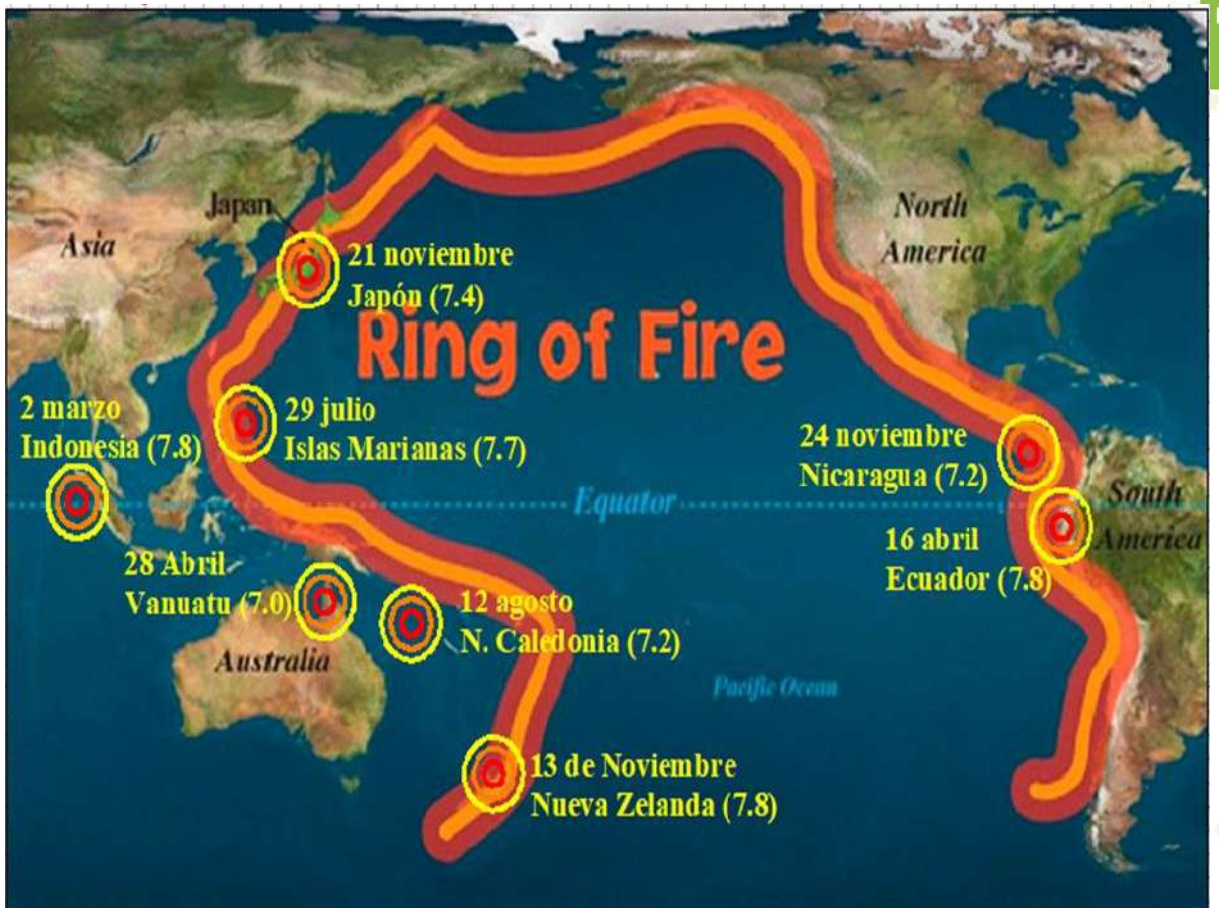


Fig 5. *Terremotos en el Cinturón de Fuego del Pacífico en el año 2016.* Tomado de: Pin, J.A (2018).

Universidad Industrial de Santander
Ecosist
la investigación y la innovación

TERREMOTO DE VALDIVIA, CHILE 1960

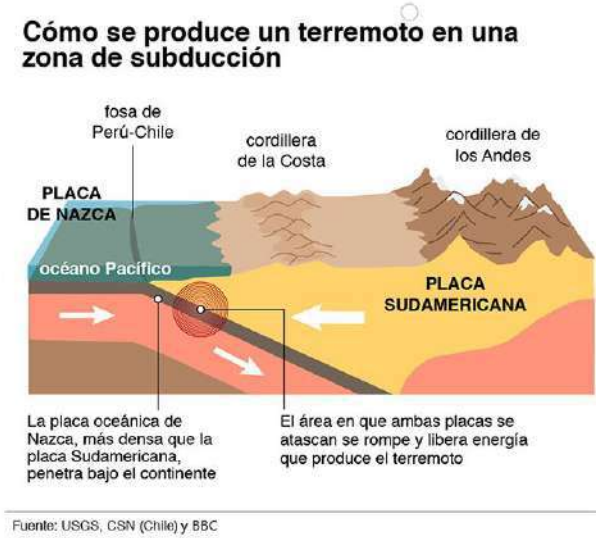
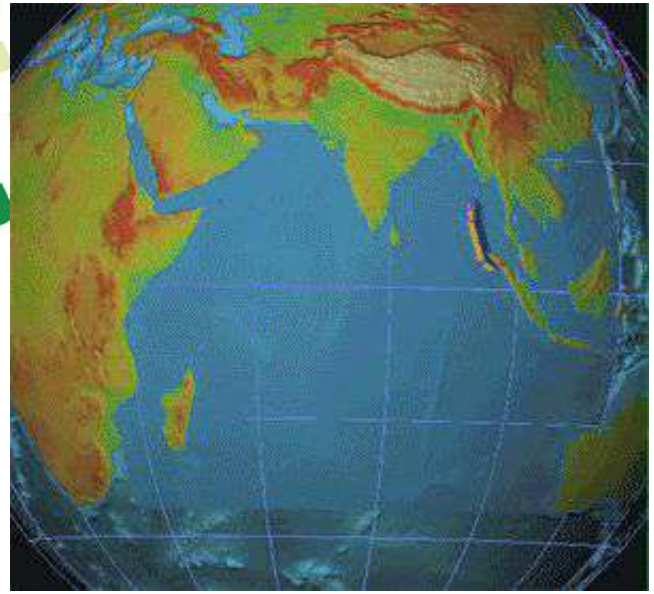
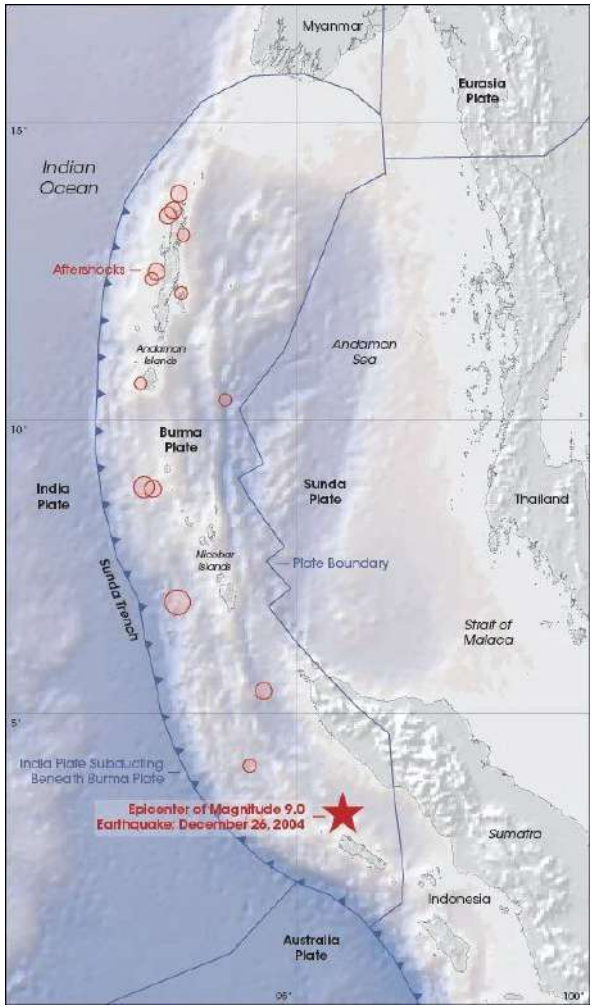


Figura 6. Terremoto de Valdivia. Tomado de Hernández, (2015)

- **Ubicación:** Valdivia, Chile (costa sur de chile)
- **Epicentro:** Traiguén, provincia de Malleco (actual Región de La Araucanía, Chile)
- **Placas:** Subducción de la placa de nazca bajo la placa sudamericana
- **Fecha:** 22 de mayo 1960
- **Magnitud:** 9,5 (Mw)
- **Intensidad:** X (Desastroso)
- **Duración:** 14 minutos
- **Muertes:** Entre 1655 y 2000 personas fallecidas
- **Damnificados:** Alrededor de 2 millones de personas
- **Afectaciones:**
  - Terremoto: Zona central y sur de Chile
  - Tsunami: Isla de Pascua, Chile
    Hawái y California, Estados Unidos, Japón, Filipinas, Nueva Zelanda, Baja California y Estado de Guerrero, México

TERREMOTO DEL OCÉANO ÍNDICO, 2004





- **Ubicación:** Islas de Sumatra y Andaman
- **Epicentro:** Banda Aceh (Indonesia)
- **Placas:** Subducción de la placa indo-australiana debajo de la placa continental de la Sunda
- **Fecha:** 26 de diciembre 2004
- **Magnitud:** 9,0 (Mw)
- **Intensidad:** IX (Violento)
- **Duración:** 3-4 minutos
- **Muertes:** ~ 230 273
- **Damnificados:** ~1,74 millón
- **Afectaciones:**
  - Tsunami: Indonesia (principalmente en Aceh) Sri Lanka Tailandia, India, Maldivas, Sumatra, Andamán, Sureste de China

Figura 6. Localización y trayectoria del Terremoto del Océano Índico. Tomado de Wikipedia (2022).

TERREMOTO DE ALASKA, ESTADOS UNIDOS 1964

Figura 7. Mapa y afectaciones del terremoto de Alaska. Tomado de Hernandez, D. (2015).

- **Ubicación:** Península de Alaska
- **Epicentro:** 120 km al este de Anchorage
- **Placas:** Zona de subducción causada por la Placa del Pacífico se hunde bajo Placa Norteamericana
- **Fecha:** 27 de marzo 1964
- **Magnitud:** 9,2 (Mw)
- **Intensidad:** XI (Muy desastroso)
- **Duración:** ~ 4 minutos
- **Muertes:** 190 muertos (60 muertos del terremoto y 130 muertos del posterior tsunami)
- **Afectaciones:**
  - Anchorage, Chitina, Glennallen, Homero, Esperanza, Kasilof, Kenai, Kodiak, Moose Pass, Portage, Seldovia, Seward, Sterling, Valdez, Wasilla, y Whittier.
  - $ 311 millones en pérdidas materiales

TERREMOTO Y TSUNAMI DE JAPÓN 2011

Figura 8. Mapa y afectaciones del terremoto de Japón. Tomado de DW. (2021).

- **Ubicación:** Región de Tōhoku
- **Placas:** Subducción de la placa del pacifico sobre la placa norteamericana
- **Epicentro:** Frente a la costa de Honshu, 130 km al este de Sendai
- **Fecha:** 11 de marzo 2011
- **Magnitud:** 9,0 (Mw)
- **Intensidad:** IX (Violento)
- **Duración:** 3-4 minutos
- **Muertes:** 15 859 fallecidos
- **Afectaciones:**
  - Se estima que los costos del daño ascienden a los diez mil millones de dólares.
  - 45 700 construcciones fueron destruidas y 144 300 fueron dañadas por el tsunami y el terremoto. Los daños incluyen 29 500 estructuras en la prefectura de Miyagi, 12 500 en la prefectura de Iwate y 2400 en la prefectura de Fukushima

TERREMOTO DE KAMCHATKA, RUSIA 1952

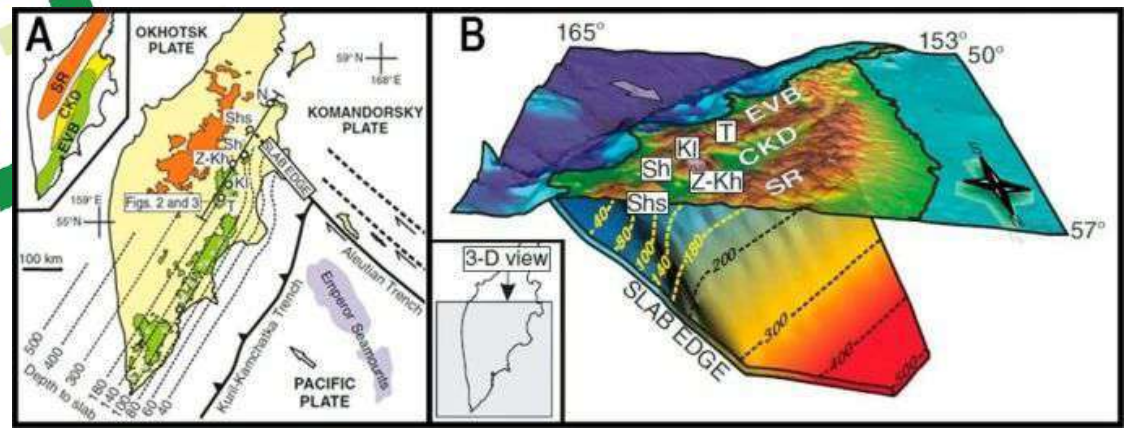


Figura 9 . A. Mapa de la península de Kamchatka. B. Visualización tridimensional de la subducción de la placa de Pacífico bajo la placa de Okhotsk. Abajo: Kamchatka, Rusia. Tomado de Hernández, (2015)

- **Ubicación:** Península de Kamchatka, Rusia
- **Epicentro:** Marino-Este de la Península de Kamchatcka (Noreste de Siberia, Rusia
- **Placas:** Subducción de la placa del Pacífico bajo la placa de Okhotsk
- **Fecha:** 4 de noviembre de 1952
- **Magnitud:** 8,2 (Mw)-Estudios posteriores 9,0 (Mw)
- **Intensidad:** No reporta oficialmente
- **Duración:** ~ 5-10 minutos
- **Muertes:** 2600 muertes, la mayoría de ellas por la segunda ola del tsunami.
- **Afectaciones:**
  - Destrucción y pérdida de la vida alrededor de la península de Kamchatka y las islas Kuriles.
  - Tsunami que se extendió por el pacífico, llegando a las costas de Hawaii, Nueva Zelanda, Chile y Japón.
  - Daños materiales estimados en más de 800 000 dólares

MONITOREO SÍSMICO

RECOLECCIÓN DE DATOS

. Tomado de:. BBC NEWS. (2018). Tomado de:Lopatka, A. (2019).

REGISTRO Y MONITOREO

IRIS

International Seismological Centre

. Tomado de: IRIS (2020). Tomado de:ISC. (s.f).

REFERENCIAS

- BBC. (2010) *¿Por qué hay tantos terremotos?.* Tomado de: https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/03/100303_terremotos_frecuencia_men
- Hernandez, D. (2015). L*os mayores terremotos de la historia.* Tomado de: https://geologicalmanblog.wordpress.com/2015/12/18/mayores-terremotos/
- IRIS. (s.f). *¿Cómo trabaja un sismógrafo?*. Tomado de: https://www.iris.edu/hq/inclass/fact-sheet/493
- IRIS. (2015). *About Iris.* Tomado de: https://www.iris.edu/hq/about_iris
- ISC. (s.f). About the International Seismological Centre. Tomado de: http://www.isc.ac.uk/about/
- Lopatka, A. (2019). *Deploying seismometers where they're needed most: Underwater.* Tomado de : https://physicstoday.scitation.org/do/10.1063/pt.6.1.20190524a/full/
- Madrid, M. (2020). *Generalidades de los sismos.* Tomado de: https://www.todosismo.com/2020/10/generalidades-de-los-sismos.html
- Pin, J.A. (2018). *Cinturón de fuego del pacifico*. Tomado de: https://sites.ipleiria.pt/seismicknowledge/cinturon-de-fuego-del-pacifico/
- Servicio Geológico Mexicano. (2017). *SISMOS: Causas, características e impactos*. Tomado de: https://www.gob.mx/sgm/es/articulos/sismos-causas-caracteristicas-e-impactos?idiom=es
- Uriarte,J. (2020). *Definición y características de los sismos*. Tomado de: https://www.caracteristicas.co/sismos/#:~:text=Se%20llama%20sismos%20o%20temblores,las%20capas%20superiores%20del%20planeta.

REFERENCIAS

Para figuras

- BBC NEWS. (2018). "Un planeta dentro de otro planeta": el estudio que confirma que el núcleo interno de la Tierra es "sólido y blando". Tomado de: https://www.elmostrador.cl/cultura/2018/10/23/un-planeta-dentro-de-otro-planeta-el-estudio-que-confirma-que-el-nucleo-interno-de-la-tierra-es-solido-y-blando/
- DW. (2021). Japón conmemora 10 años de la triple catástrofe. Tomado de: https://www.dw.com/es/jap%C3%B3n-conmemora-10-a%C3%B1os-de-triple-cat%C3%A1strofe-de-2011/a-56832906
- El País. (2017). *Así provoca terremotos el ser humano*. Tomado de: https://elpais.com/elpais/2017/01/26/ciencia/1485435956_353026.html
- Hernandez, D. (2015). L*os mayores terremotos de la historia.* Tomado de: https://geologicalmanblog.wordpress.com/2015/12/18/mayores-terremotos/
- InducedEarthquakes.org. (2018). *The Human-Induced Earthquake Database.* Tomado de: https://inducedearthquakes.org/
- IRIS. (2015). *About Iris.* Tomado de: https://www.iris.edu/hq/about_iris
- ISC. (s.f). *About the International Seismological Centre*. Tomado de: http://www.isc.ac.uk/about/
- Lopatka, A. (2019). *Deploying seismometers where they're needed most: Underwater.* Tomado de : https://physicstoday.scitation.org/do/10.1063/pt.6.1.20190524a/full/
- Pin, J.A. (2017). *¿Cómo se mide un terremoto*. Tomado de: https://sites.ipleiria.pt/seismicknowledge/tag/escala-de-magnitudes/
- Pin, J.A. (2018). *Cinturón de fuego del pacifico*. Tomado de: https://sites.ipleiria.pt/seismicknowledge/cinturon-de-fuego-del-pacifico/
- Uriarte,J. (2020). *Definición y características de los sismos*. Tomado de: https://www.caracteristicas.co/sismos/#:~:text=Se%20llama%20sismos%20o%20temblores,las%20capas%20superiores%20del%20planeta.
- Wikipedia. (2022). *Terremoto del océano Índico de 2004.* Tomado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_del_oc%C3%A9ano_%C3%8Dndico_de_2004
-

Para tablas

- Pin, J.A. (2018). *Cinturón de fuego del pacifico*. Tomado de: https://sites.ipleiria.pt/seismicknowledge/cinturon-de-fuego-del-pacifico/

ESCENARIO SÍSMICO A NIVEL NACIONAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

A cargo de:

Sofía Camila Ariza Diaz
2182490

Johanna Katherine Rodríguez Quiroga
2182487

SEMINARIO GEOAMENZAS - Campo III

CONTENIDO

1 Introducción

2 Escenario sísmico de Colombia

3 Entidades encargadas y sistemas de monitoreo

4 Catalogo de sismicidad

5 Gestión del riesgo sísmico

6 Recomendaciones a la comunidad

7 Eventos representativos del escenario sísmico de Colombia

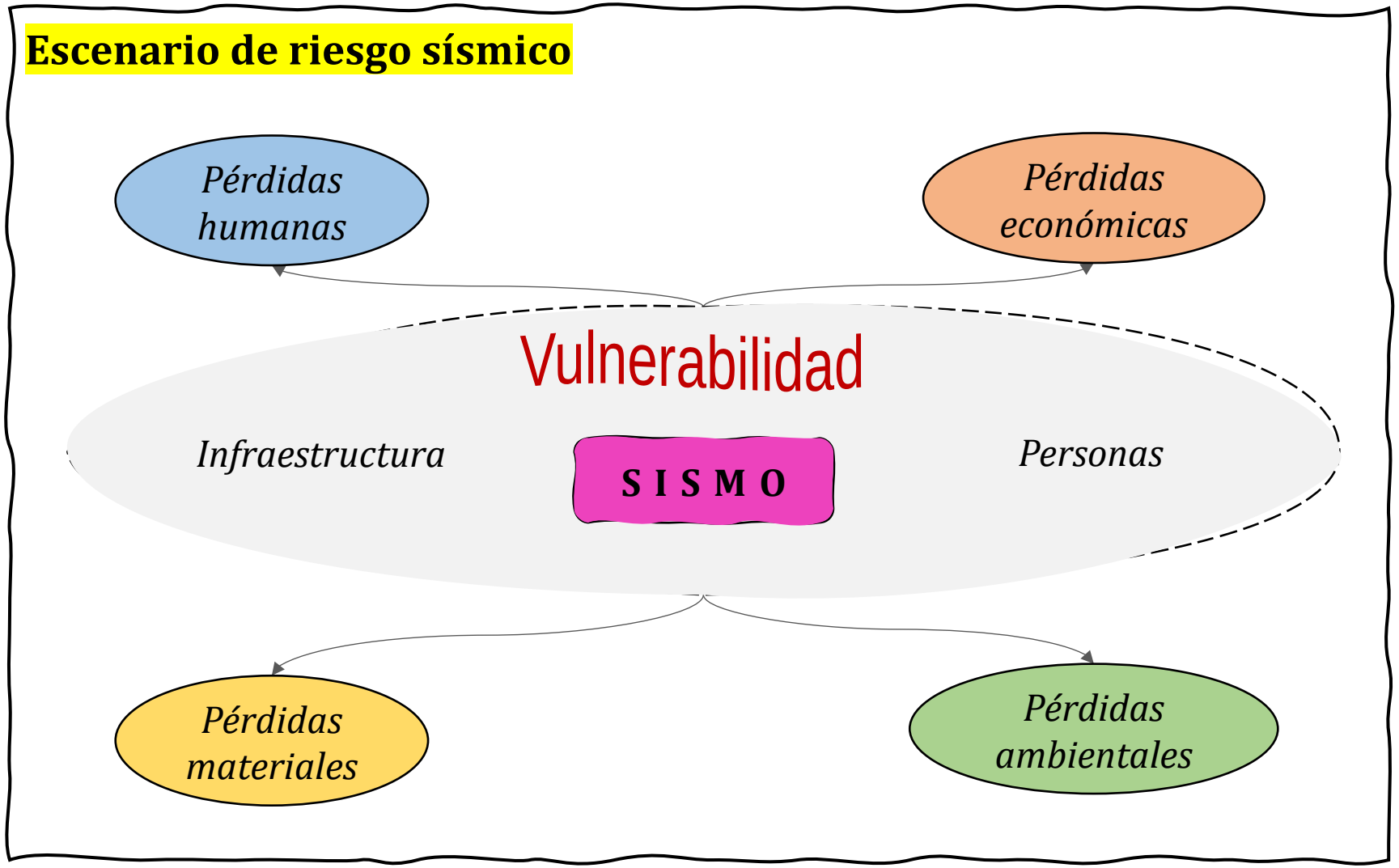
8 Referencias

Universidad Industrial de Santander

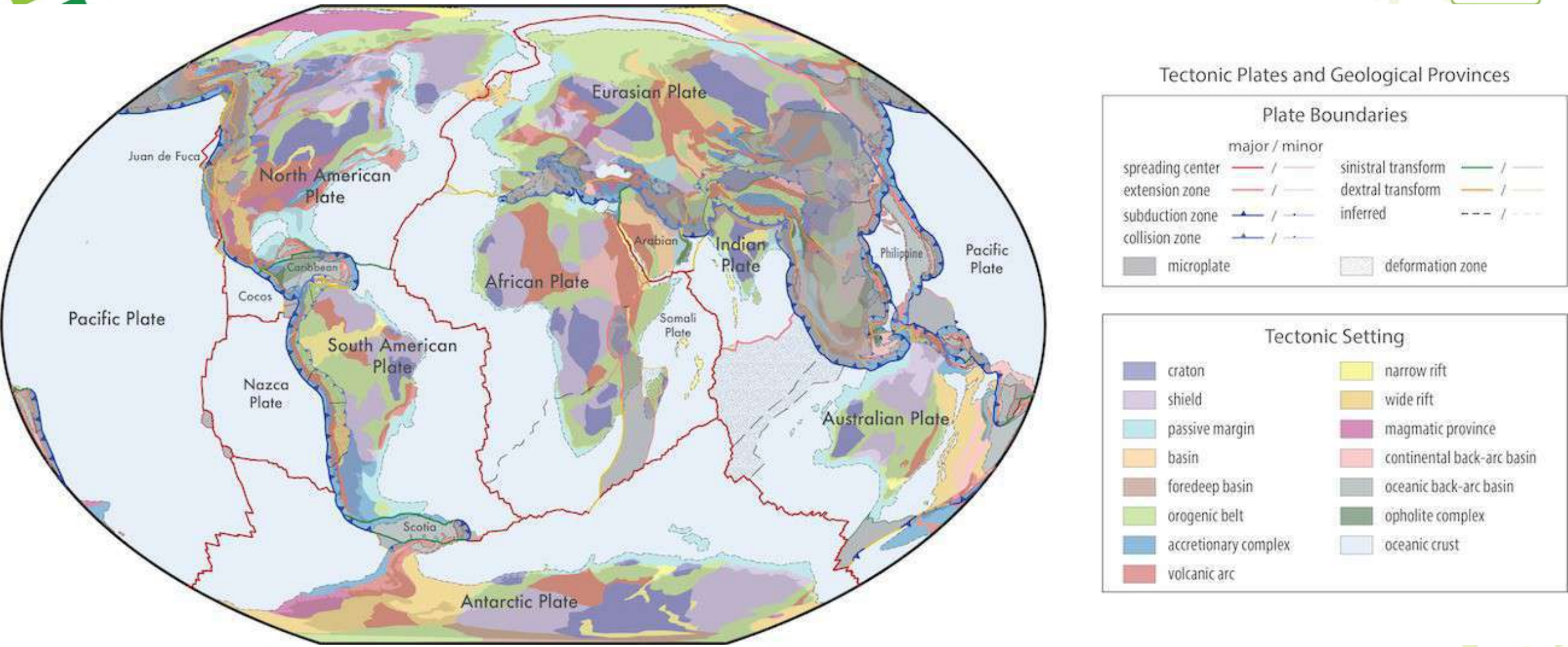
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

1

Qué es el escenario de riesgo sísmico?



1



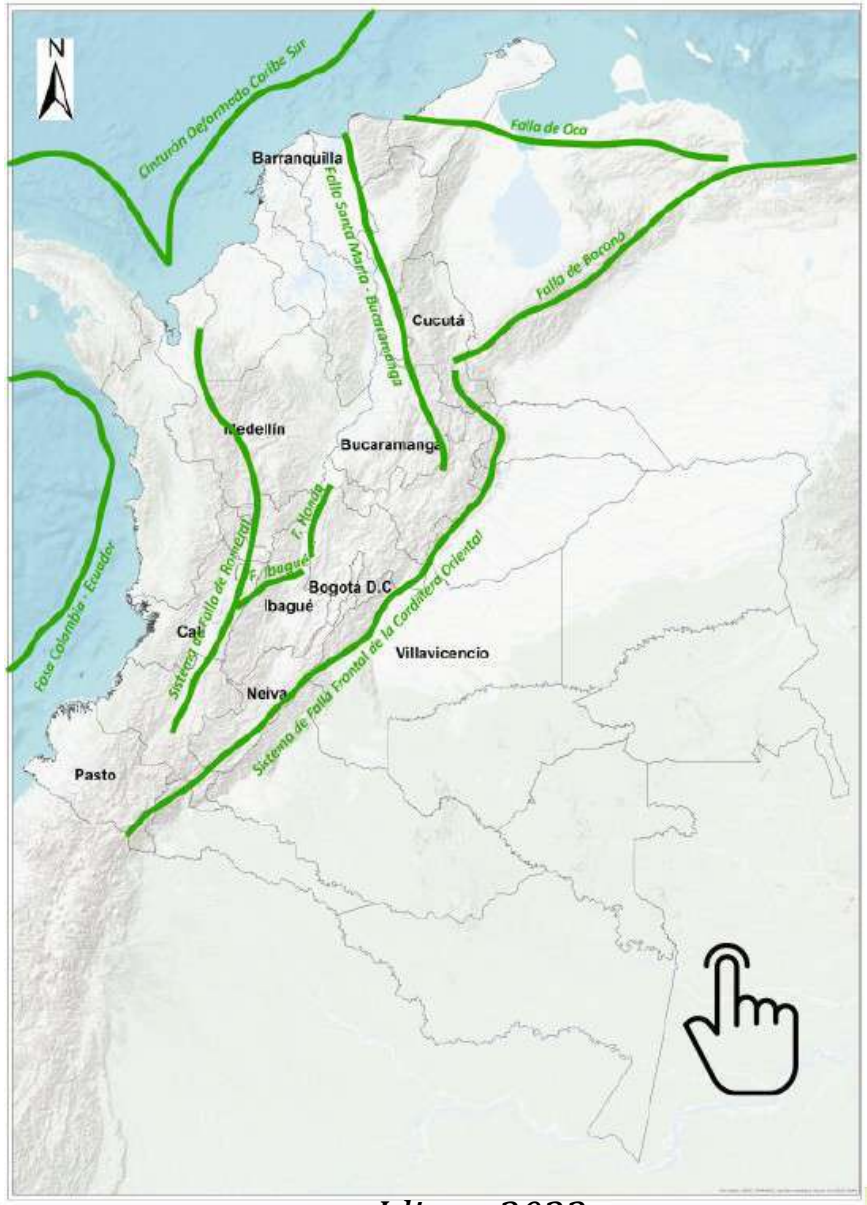
Hasterok et al., 2022

2

ESCENARIO SÍSMICO EN COLOMBIA

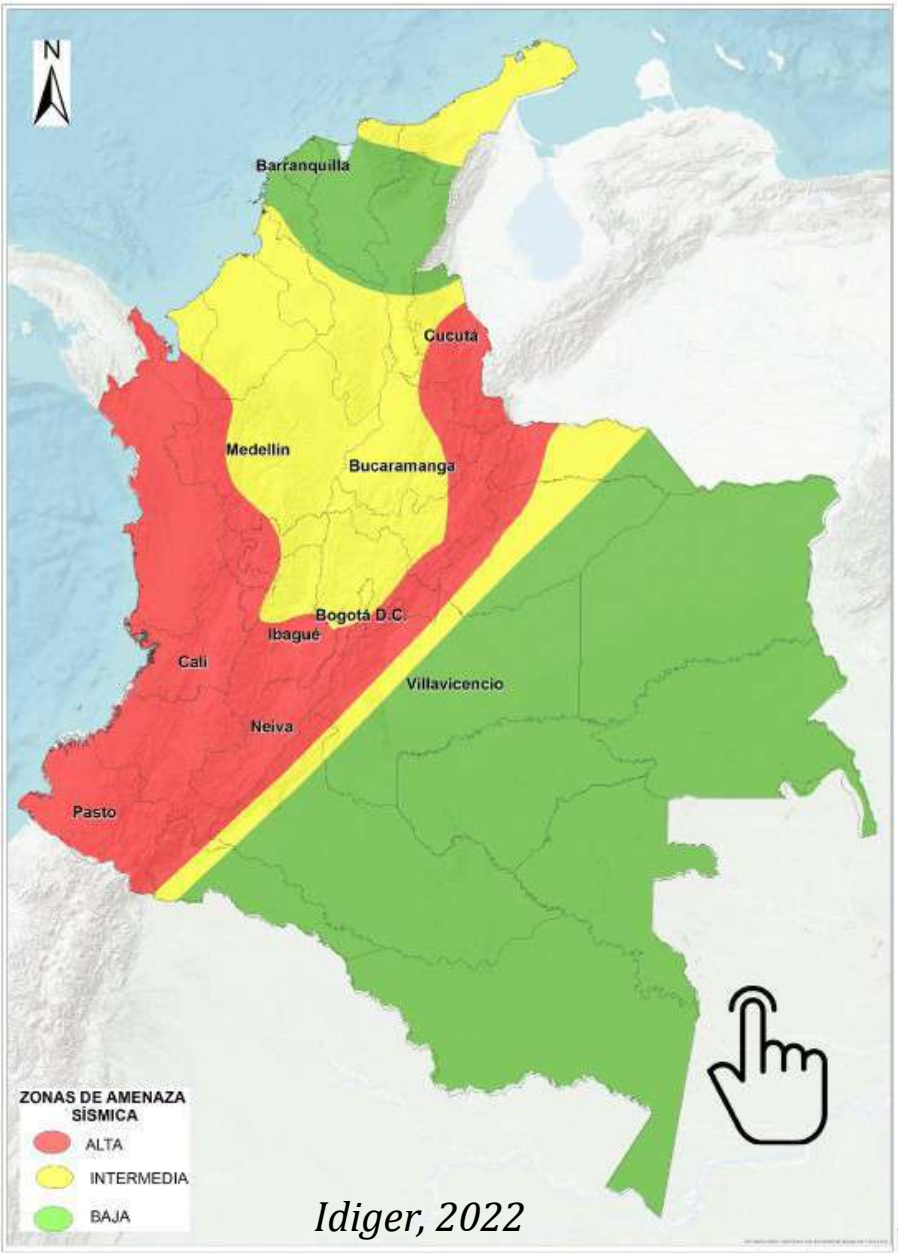
2

Principales fallas de Colombia



Idiger, 2022

Amenaza Sísmica de Colombia

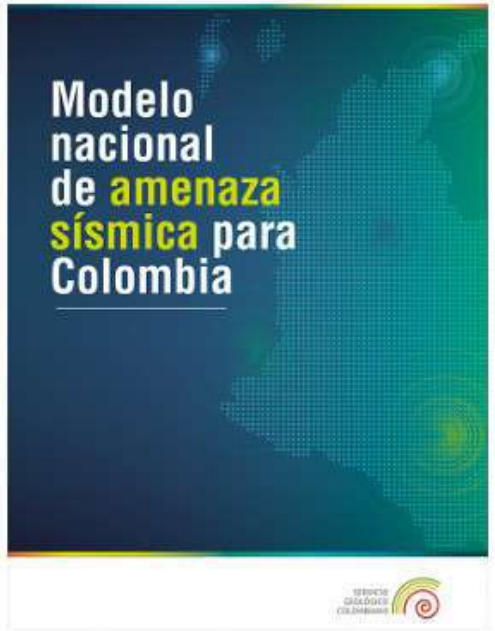


Idiger, 2022

Universidad Industrial de Santander

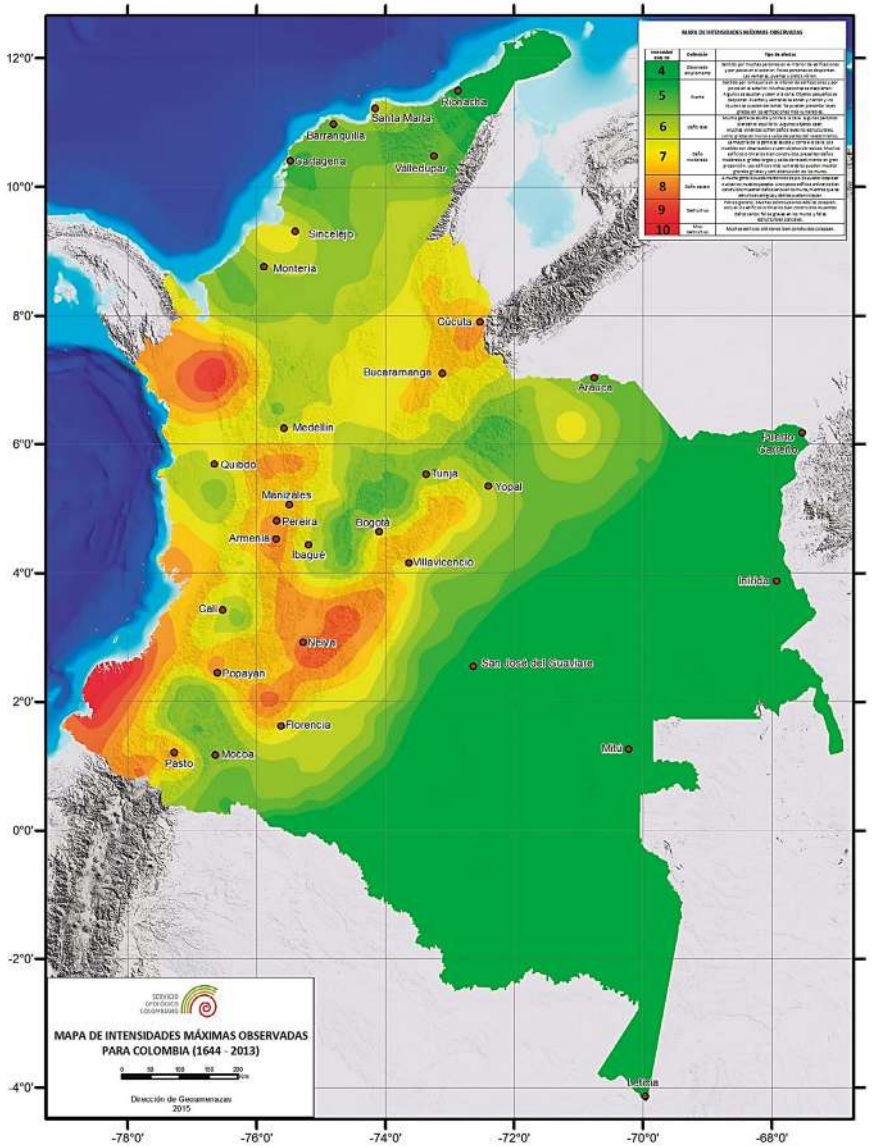
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

2



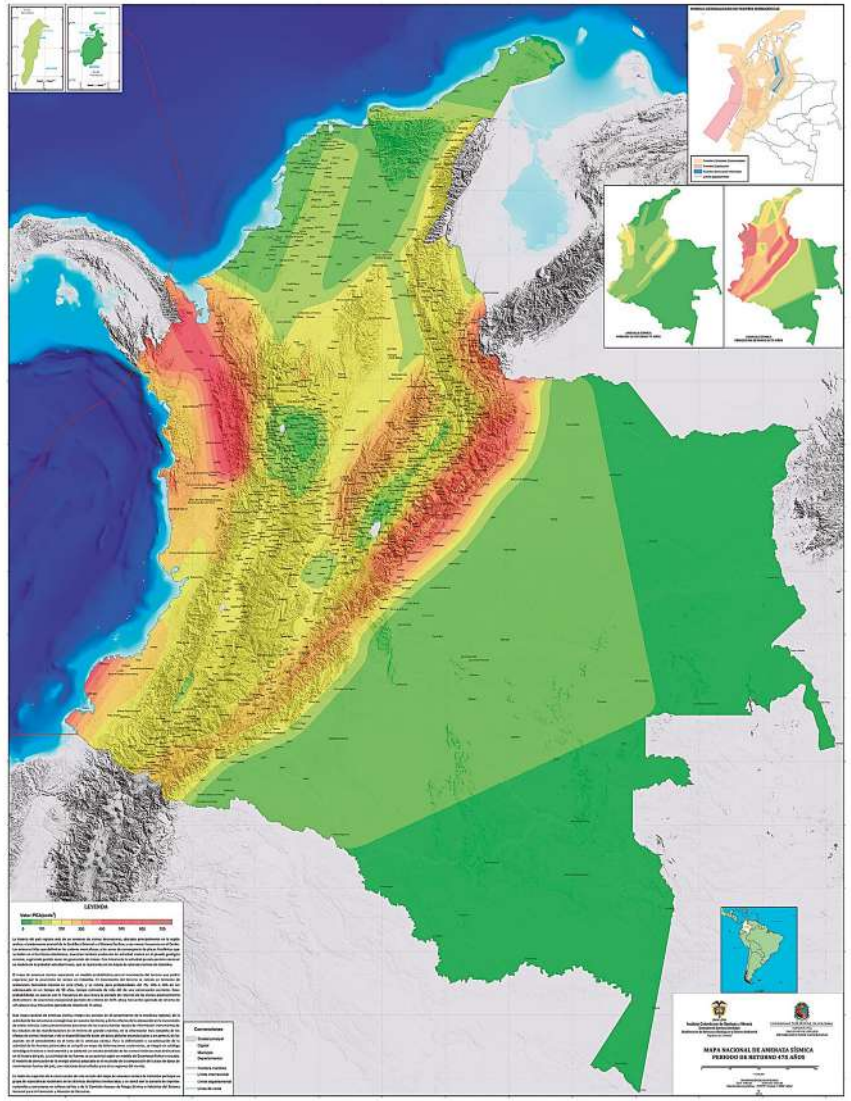
SGC, 2020

Mapa de intensidades máximas observadas en Colombia



SGC, 2020

Mapa Nacional de amenaza sísmica

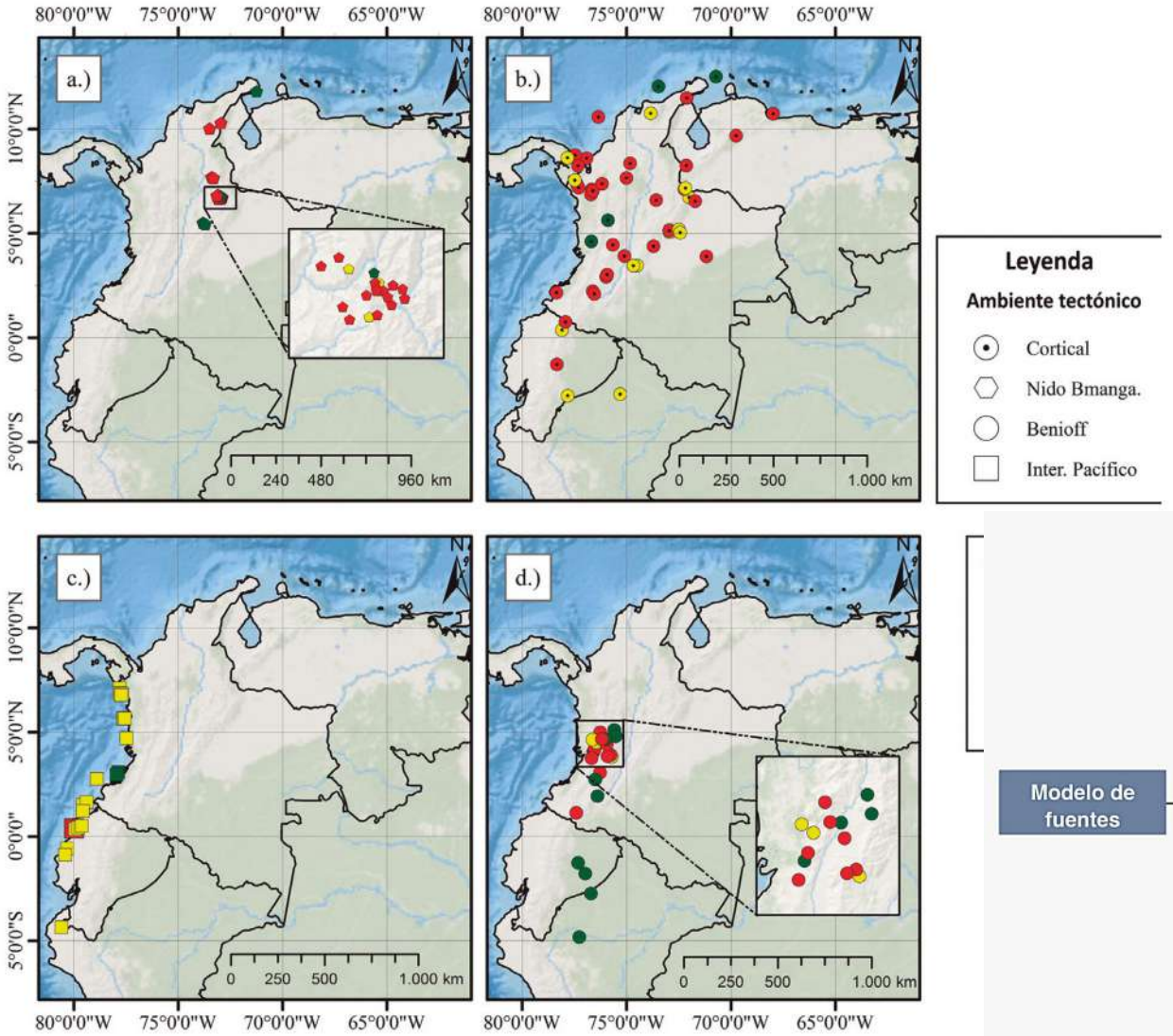


SGC, 2020

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

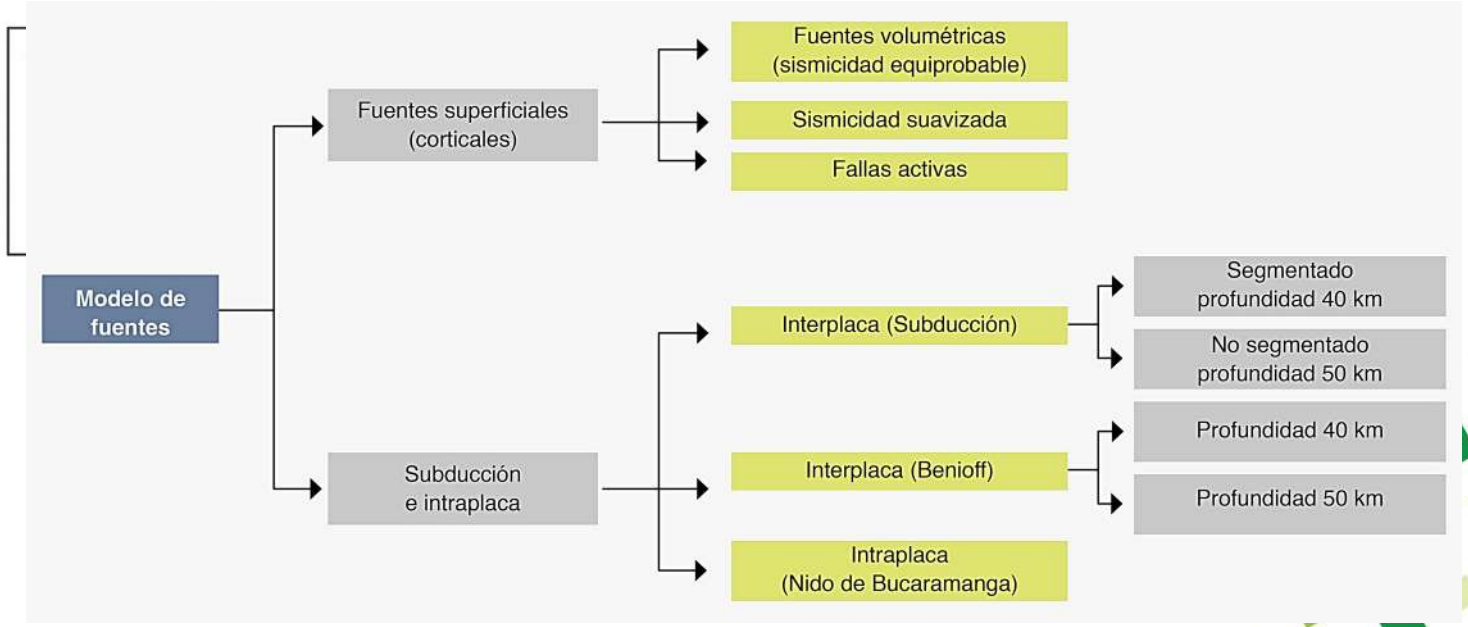
2



SGC, 2020

En Colombia se presentan principalmente los ambientes tectónicos:

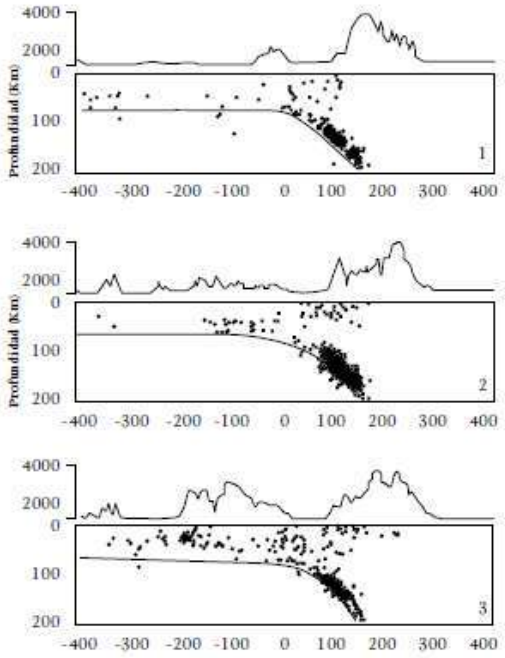
1. Sismos de Corteza asociados a los principales sistemas de fallas.
2. Sismicidad de subducción del Pacífico
3. Sismicidad intermedia de Boyacá-Santander y Nido de Bga.
4. Sismicidad de corteza difusa

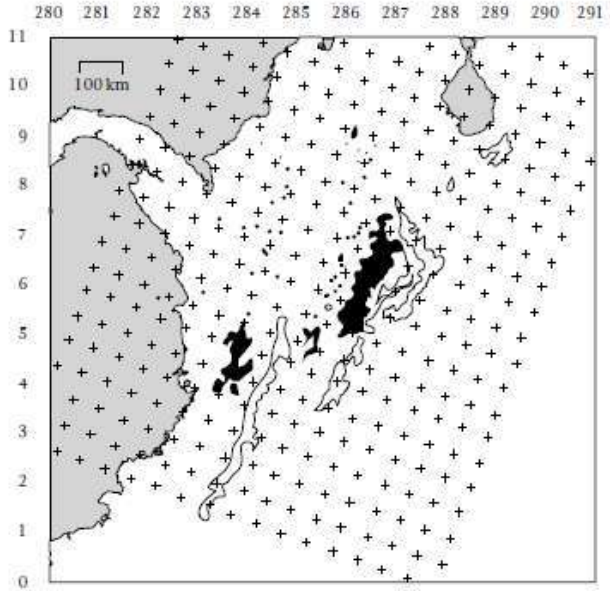


SGC, 2020

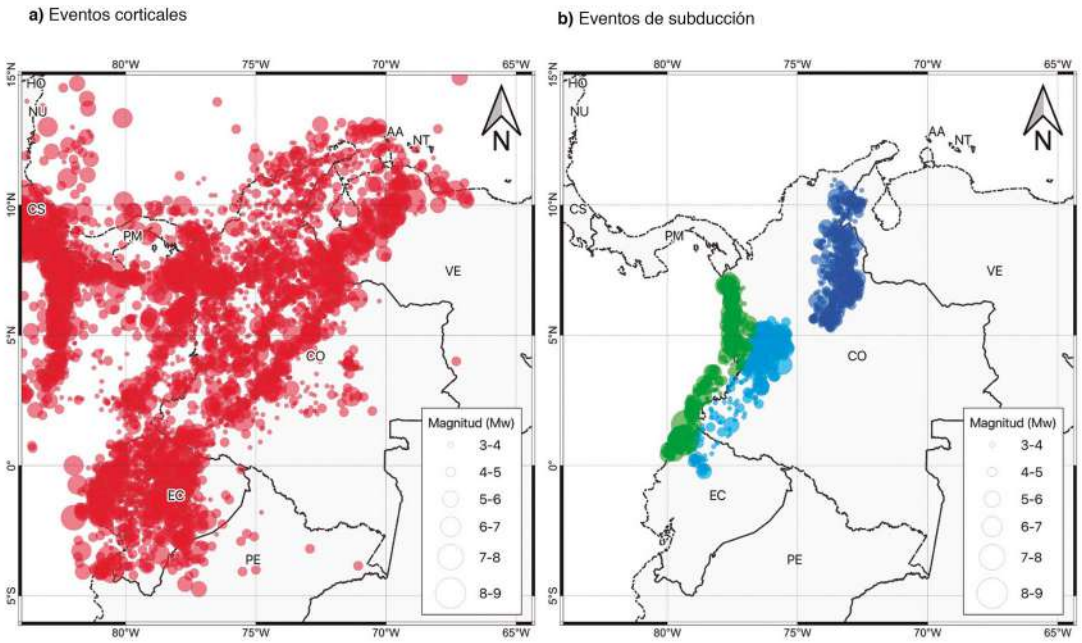
2

Clasificación Sismotectónica





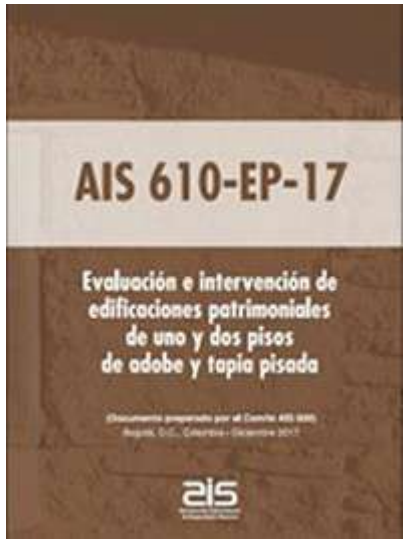
SGC, 2020

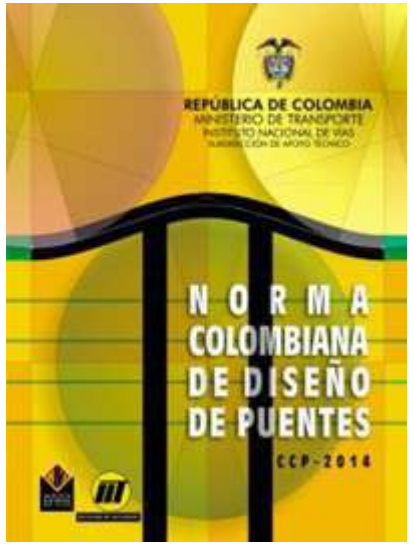


SGC, 2020

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica

Universidad Industrial de Santander





AIS, T. (2010).

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

3

Entidades encargadas

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Universidad Industrial de Santander

Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC)

Surge en 1993. Encargada de dar una alerta temprana a la ocurrencia de un evento sísmico en el territorio nacional, además lidera las investigaciones sismológicas en el país (SGC,2022).

SGC, 2016

Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia (RNAC)

Surge en 1993. Se creó como aporte a los conocimientos de propagación de energía en el territorio y a la evaluación de los efectos locales de un sismo (Bermúdez, 2002).

SGC, 2016

NGRD

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

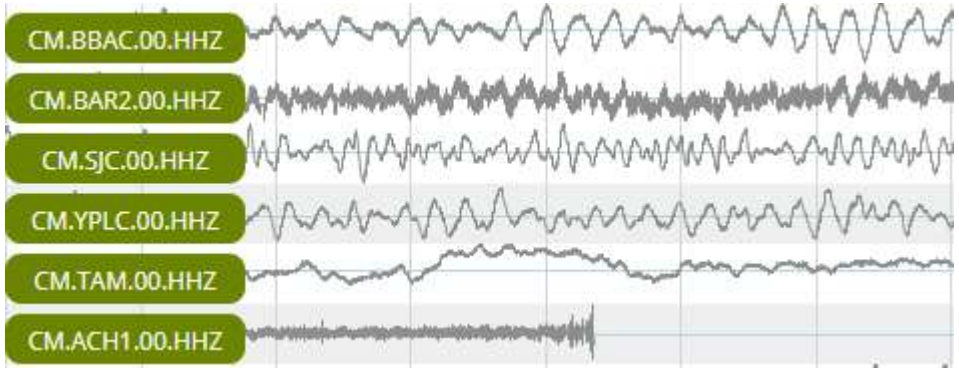
Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD)

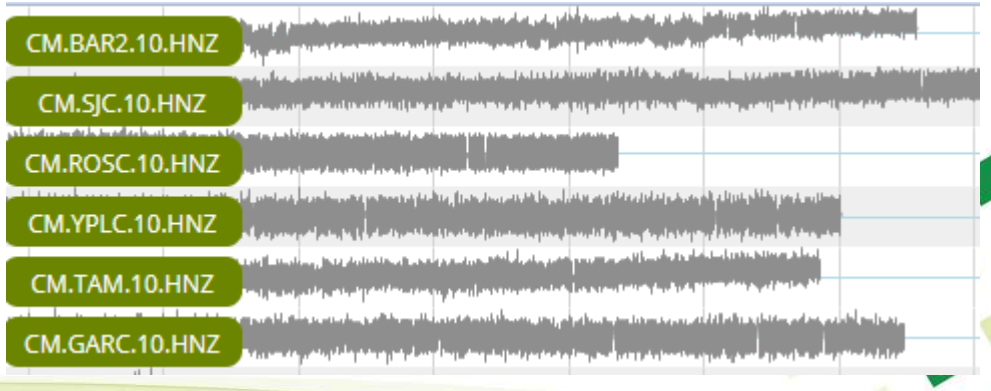
Surge en el decreto 4147 de 2011. Encargada de activar los planes de contingencia y emergencia a nivel municipal, departamental y nacional (SGC, 2022).

GOV.CO, 2022

3

trazas.sgc.gov.co
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO
https://trazas.sgc.gov.co/
Servicio Geológico Colombiano
Este servicio permite ver los datos en tiempo real recopilados por la red de monitoreo del Servicio Geológico Colombiano.
La red de monitoreo cubre todo el territorio nacional, los datos son transmitidos satelitalmente hasta la sede principal en Bogotá, donde son procesados.
Sismómetros
Acelerómetros


CM.BBAC.00.HHZ
CM.BAR2.00.HHZ
CM.SJC.00.HHZ
CM.YPLC.00.HHZ
CM.TAM.00.HHZ
CM.ACH1.00.HHZ

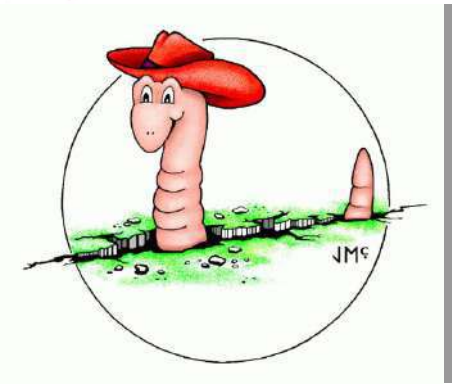

CM.BAR2.10.HNZ
CM.SJC.10.HNZ
CM.ROSC.10.HNZ
CM.YPLC.10.HNZ
CM.TAM.10.HNZ
CM.GARC.10.HNZ

3

Softwares de monitoreo

Earthworm

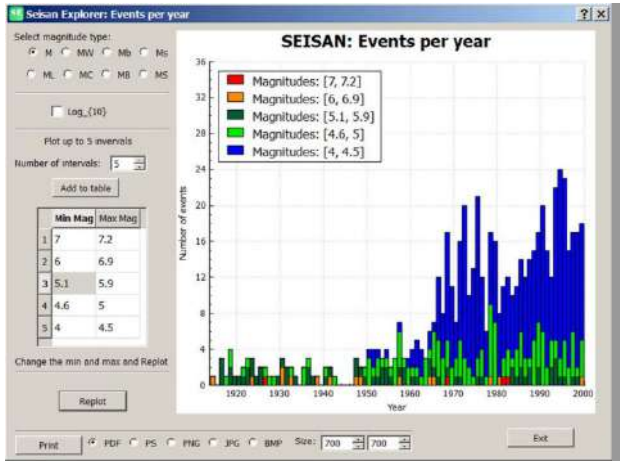
1 jun 1993 al 28 de feb 2018



Earthworm, 2019

Es un software de adquisición y procesamiento de datos sísmicos de código abierto que se utiliza globalmente para la localización de eventos sísmicos en redes regionales y locales desarrollado por ISTI.

SEISAN



Seisan, 2021

Es un conjunto completo de programas para el análisis de eventos sísmicos obtenidos a partir de datos analógicos y digitales desarrollado por GEUS.

SeisComP3

28 de feb 2018 al presente

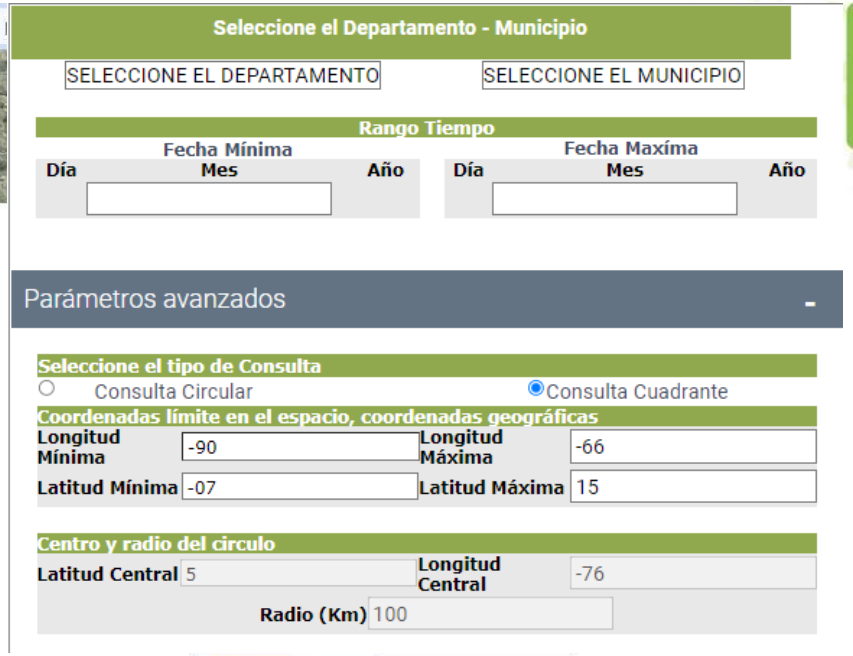
SeisComP3

SeisComp3, 2020

Es un software sismológico para la adquisición, procesamiento, distribución y análisis interactivo de datos desarrollado por GFZ y GEMPA.

4

Catalogo de sismicidad



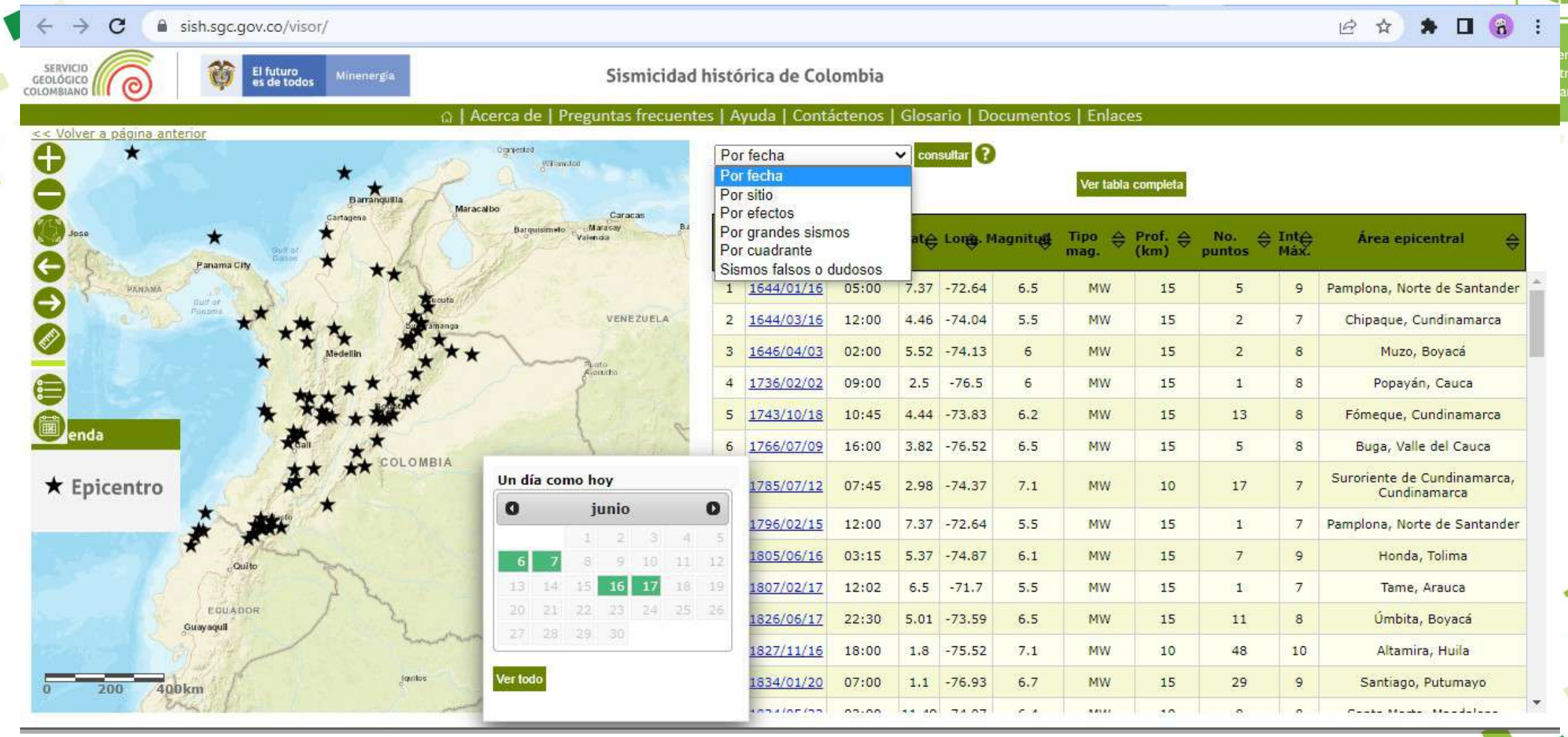
Total de registros:	6		
Graficar:	Ver Mapa Sismicidad		
Generar KML:	Generar KML		
Generar Excel:	Generar Excel		
Tipo de consulta:	rectangulo		
Departamento:	Santander	Municipio:	Bucaramanga
Fecha inicial:	2022-05-01	Fecha final:	2022-06-16
Longitud mínima	-90 °	Longitud máxima:	-66 °
Latitud mínima:	-07 °	Latitud máxima:	15 °
Magnitud mínima:	0	Magnitud máxima:	8
Prof. min.:	0	Prof. máx.:	700
RMS min.:	0	RMS máx.o:	10
Gap min.:	0	Gap máx.:	360
Error prof. min.:	0	Error prof. máx.:	999
Error long. min.:	0	Error long. máx.:	999
Error lat. min.:	0	Error lati. máx.:	999

Copy CSV Excel Print Buscar:

Fecha-Hora (UTC)	Lat (°)	Long (°)	Prof (Km)	Mag.	Tipo Mag.	Fases	Rms (Seg)	Gap (°)	Error Lat (Km)	Error Long (Km)	Error Prof (Km)	Region	QuakeMl.	Fases	Mapa	Estado
2022-05-19 06:40:58	7.106	-73.135	129.4	2.1	MLr_3	12	1.2	177	10.819	10.819	8.70	Bucaramanga - Santander, Colombia				manual
2022-05-19 21:09:22	7.126	-73.107	147.11	1.8	MLr_3	9	1.0	140	7.490	8.520	11.35	Bucaramanga - Santander, Colombia				manual
2022-05-20 06:23:19	7.164	-73.107	142.89	1.8	MLr_3	10	0.9	112	6.328	6.791	10.78	Bucaramanga - Santander, Colombia				manual
2022-05-31 09:54:13	7.207	-73.14	9.68	0.9	MLr_mm	14	0.4	166	1.131	1.131	1.90	Bucaramanga - Santander, Colombia				manual
2022-04-30 03:38:28	7.215	-73.154	140.55	1.7	MLr_mm	14	1.1	84	7.651	8.529	9.11	Bucaramanga - Santander, Colombia				manual
2022-05-30 13:27:27	7.139	-73.081	152	1.6	MLr_3	8	0.8	275	10.960	10.960	7.60	Bucaramanga - Santander, Colombia				manual
Fecha-Hora (UTC)	Latitud (°)	Longitud (°)	Prof (Km)	Mag.	Tipo Mag.	Fases	Rms (Seg)	Gap (°)	Error Lat (Km)	Error Long (Km)	Error Prof (Km)	Region	QuakeMl.	Fases	Mapa	Estado

http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php

4



										Área epicentral
1	1644/01/16	05:00	7.37	-72.64	6.5	MW	15	5	9	Pamplona, Norte de Santander
2	1644/03/16	12:00	4.46	-74.04	5.5	MW	15	2	7	Chipaque, Cundinamarca
3	1646/04/03	02:00	5.52	-74.13	6	MW	15	2	8	Muzo, Boyacá
4	1736/02/02	09:00	2.5	-76.5	6	MW	15	1	8	Popayán, Cauca
5	1743/10/18	10:45	4.44	-73.83	6.2	MW	15	13	8	Fómeque, Cundinamarca
6	1766/07/09	16:00	3.82	-76.52	6.5	MW	15	5	8	Buga, Valle del Cauca
	1785/07/12	07:45	2.98	-74.37	7.1	MW	10	17	7	Suroriente de Cundinamarca, Cundinamarca
	1796/02/15	12:00	7.37	-72.64	5.5	MW	15	1	7	Pamplona, Norte de Santander
	1805/06/16	03:15	5.37	-74.87	6.1	MW	15	7	9	Honda, Tolima
	1807/02/17	12:02	6.5	-71.7	5.5	MW	15	1	7	Tame, Arauca
	1826/06/17	22:30	5.01	-73.59	6.5	MW	15	11	8	Úmbita, Boyacá
	1827/11/16	18:00	1.8	-75.52	7.1	MW	10	48	10	Altamira, Huila
	1834/01/20	07:00	1.1	-76.93	6.7	MW	15	29	9	Santiago, Putumayo

https://sish.sgc.gov.co/visor/

4

https://www.sgc.gov.co/sismos

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

GESTIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

Ejercicio social en el que es necesario conocer la los riesgos a los que esta expuesta la sociedad, con el fin de definir acciones para su reducción

Idiger, 2022

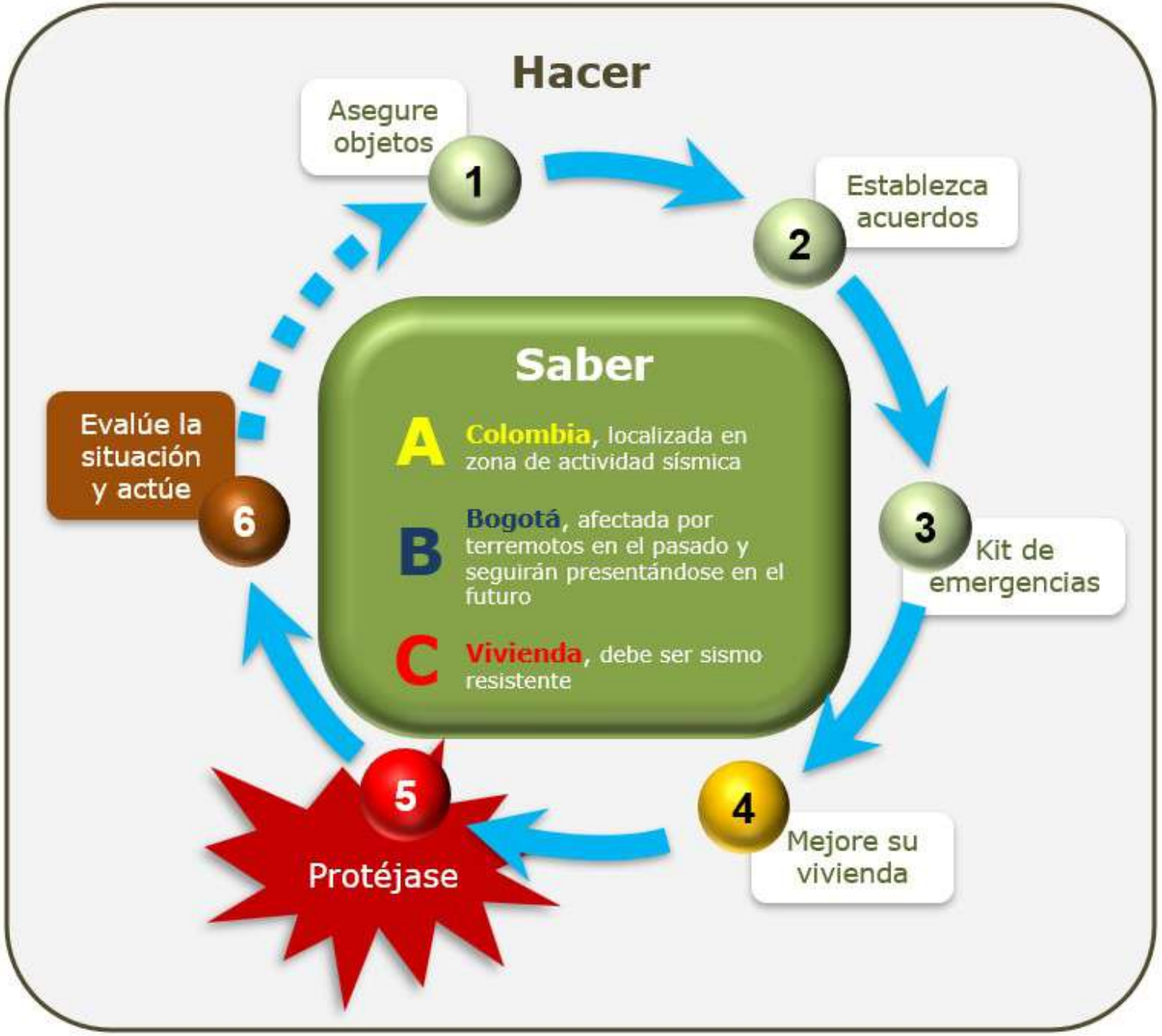
Manejo de desastres

Idiger, 2022

RECOMENDACIONES A LA COMUNIDAD

NGRD
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/preparativos_frente_sismo_UNGRD.pdf



Idiger, 2022

7

CÚCUTA 1875

Cúcuta. Ruinas de las Pulperías de 4 esquinas. Centro de los almacenes de Estrada, Meoz, Andrade y Balanzó

Cúcuta. Ruinas de la calle Chiozzone

- Ubicación: Cúcuta, Norte de Santander
- Epicentro: Cúcuta
- Fecha: 18 de mayo de 1875 – 11:05 am
- Magnitud: 7.5 y 8.5
- Duración: 40 y 50 segundos
- Muertes: > 1000
- Profundidad: 15 Km
- Réplicas por aproximadamente un mes

Cúcuta. Ruinas de la Iglesia parroquial en la plaza principal. En el fondo aparecen en pie las puertas laterales de la iglesia

Info: Catálogo y registro fotográfico SGC

Tumaco 1979

- *Miércoles 12 de Diciembre de 1979 a las 2:59 am*
- *Sismo Interplaca:* **subducción** *entre la placa de Nazca y Sudamericana*
- *Epicentro en el océano pacifico, a 75 km de la costa de Tumaco*
- *Magnitud de* **8,2 (Mw),** *Intensidad de* **IX** *y* **23,8 km** *de profundidad*
- *Generó un* **tsunami** *que afectó las costas de Nariño y Cauca - Olas <3m*
- *El Charco, San Juan de la Costa y Mosquera (municipios arrasados)*
- *454 muertos y +1000 heridos*
- *3000 casas destruidas y 2000 averiadas*

Fotos: El País, 2012 e Info: Wikipedia, 2022

Manizales 1979

LA PATRIA

DESTRUIDA LA CATEDRAL DE MANIZALES

- *Viernes 23 de Noviembre de 1979 a las 6:34 pm*
- *Sismo Interplaca: Zona de Wadatti- Benioff: zona plana de sismicidad que corresponde a la placa descendente en una zona de subducción.*
- *Epicentro entre Ansermanuevo y el Águila en el norte del Valle del Cauca*
- *Magnitud de* **6.3 – 8.5 (Mw),** *Intensidad* **VIII** *y* **106 km** *de profundidad*
- *Caldas, Quindío y Risaralda (departamentos más afectados)*
- *44 muertos y 600 heridos*
- *494 casas destruidas y + 1895 averiadas*
- *Llegó a sentirse en Panamá, Venezuela y Ecuador*

Fotos: Alcaldía de Manizales, 2016 e Info: SGC, 2021

Popayán 1983

- *Jueves 31 de Marzo de 1983 a las 8:13 am*
- *Consecuencia de la actividad de un tramo de la Falla Rosas- Julumito (falla de rumbo oblicua dextral), movimientos verticales que a su vez activaron otras fallas cercanas.*
- *Epicentro a 46 km al suroeste de Popayán*
- *Magnitud de* **5.5 (Mw),** *Intensidad* **VIII** *y* **16 km** *de profundidad, duración de* **18** *segundos*
- *Popayán, Cajibío, Timbío y Piendamó (municipios más afectados)*
- *267 muertos y 10.000 damnificados*
- *2.470 casas destruidas y 6.680 averiadas*

Fotos: El Espectador, 2013 e Info: Wikipedia, 2021

PÁEZ 1994

Vista aérea del área afectada por el sismo. Se observa el río Páez a la derecha y el Río San Vicente a la izquierda y en la colina numerosos deslizamientos y depósitos de sedimentos de las avalanchas

Mondomo. Esta fue una de las poblaciones más afectadas por el sismo del lunes.

Inzá. Daños graves en la iglesia de la población a causa del sismo

Páez. Vista aérea hacia el sur de la cuenca del río Páez. Se observan los restos de la aldea Irlanda en primer plano. También se observan deslizamientos y el material de la avalancha en el cauce

- Ubicación: Cauca
- Epicentro: Páez, Belalcázar
- Fecha: 25 de junio de 1994– 3:47 pm
- Magnitud: 6.8
- Muertes: 1100
- Profundidad: 10 Km
- Lugares afectados: Páez, Toribío, Inzá, Jambaló y Totoró

Cali. Agrietamientos en el edificio Torres de la Plazuela de 16 pisos.

Info: Catálogo y registro fotográfico SGC

EJE CAFETERO 1999

Manizales. Una de las imágenes de la Catedral de Manizales quedó a punto de caer. SGC

La Gobernación de Caldas fue una de las edificaciones manizaleñas más afectadas.

Santa Rosa de Cabal. Daños ocurridos en un colegio de esta ciudad.

- Ubicación: Quindío y Risaralda
- Epicentro: Armenia
- Fecha: 25 de enero de 1999 – 1:19 pm
- Magnitud: 6.2
- Duración: 40 y 50 segundos
- Muertes: 1185
- Heridos: 8536
- Profundidad: 17 Km
- Réplicas: 14
- Lugares afectados: Pijao, Calarcá, La Tebaida y Montenegro
- 35.000 viviendas destruidas

Armenia. Daños muy severos en viviendas. SGC

Info: Catálogo y registro fotográfico SGC

Universidad Industrial de Santander

8 Referencias

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). (11 de julio de 2021). Caracterización General del Escenario de Riesgo Sísmico. Portal Único del Estado Colombiano. Recuperado el día 15 de junio del 2022 de https://www.idiger.gov.co/rsismico

Hasterok, D., Halpin, J., Collins, A., Hand, M., Kreemer, C., Gard, M.,Glorie, S. (2022). New Maps of Global Geological Provinces and Tectonic Plates. Earth Science Reviews. 231. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825222001532?via%3Dihub

Bermúdez, M., Duarte, J. 2002. La red nacional de acelerógrafos de Colombia. Universidad Nacional de Colombia y Servicio Geológico Colombiano (SGC). Recuperado de http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Septiembre2007/CD3/pdf/spa/doc15953/doc15953-a.pdf

Terremoto Tumaco 1979. Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Colombia_de_1979

Cúcuta - Servicio Geológico Colombiano (SGC), Sismicidad Histórica de Colombia. Sismo de 1875/05/18 Cúcuta. Recuperado de https://sish.sgc.gov.co/visor/sesionServlet?metodo=irAInfoDetallada&idSismo=32

Eje Cafetero - Servicio Geológico Colombiano (SGC), Sismicidad Histórica de Colombia. Sismo de 1990/06/06 Eje cafetero. Recuperado de https://sish.sgc.gov.co/visor/sesionServlet?metodo=irAInfoDetallada&idSismo=62

Retrospección en conceptos de Vulcanología.

Presentado por: Katherin Basto - 2172980
Sara Moyano - 2151142

Escuela de Geología
Seminario Geoamenazas - 23117

CONTENIDO

01 Generalidades

02 Antecedentes

03 Generacion

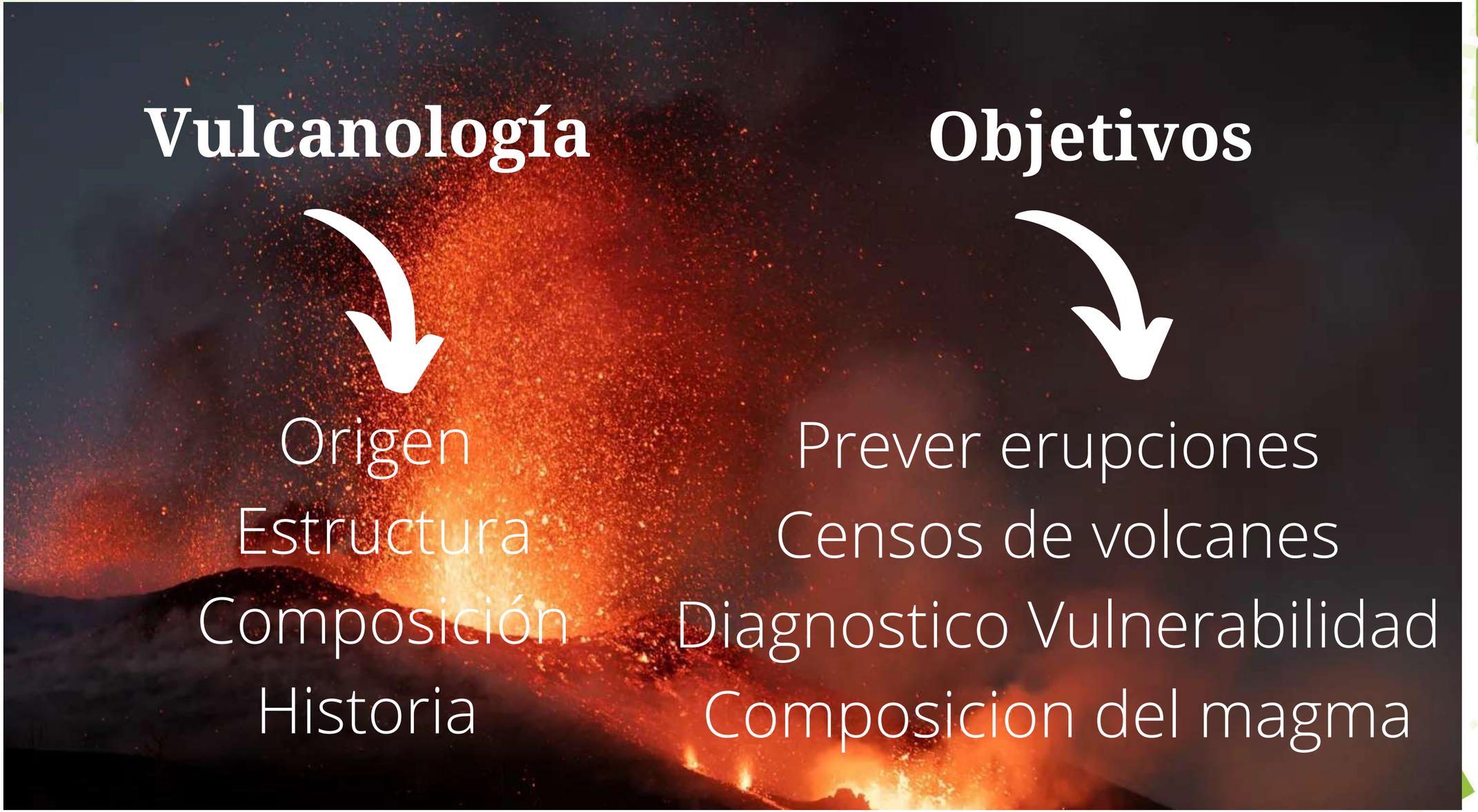
04 Tipos de volcanes

05 Peligros asociados al vulcanismo

06 Actividad volcánica Histórica

Tomado de: CNN en español, Peligro de erupción: Estos son los 5 países con más volcanes en el mundo

Universidad Industrial de Santander



Vulcanología

Origen
Estructura
Composición
Historia

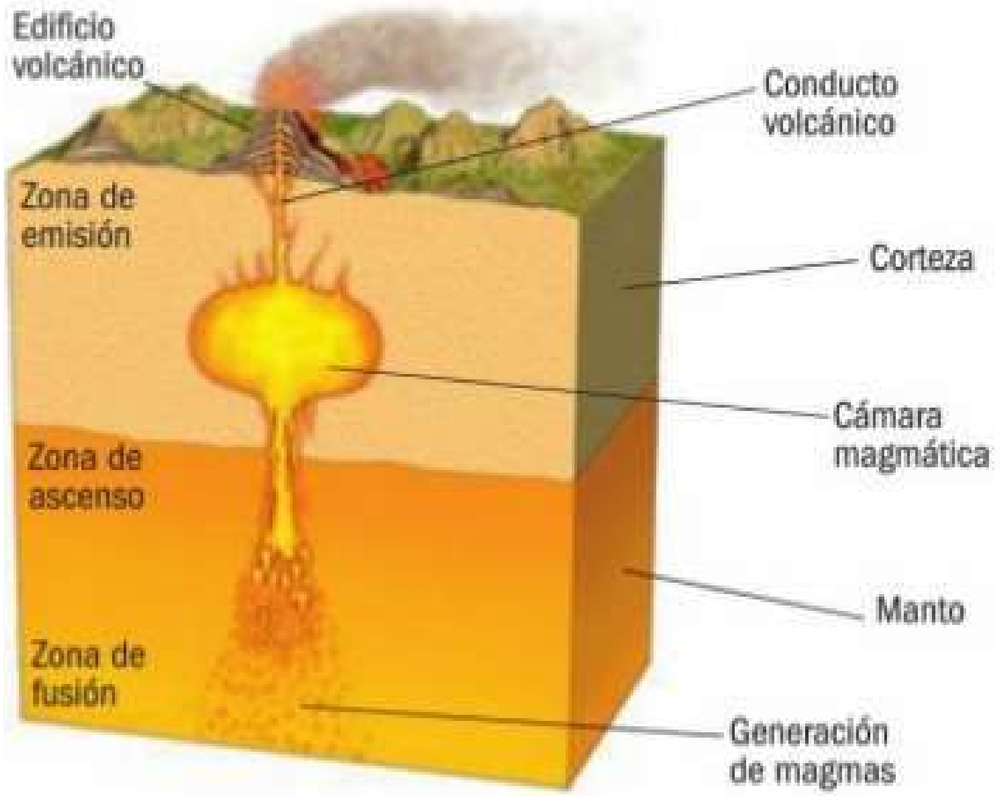
Objetivos

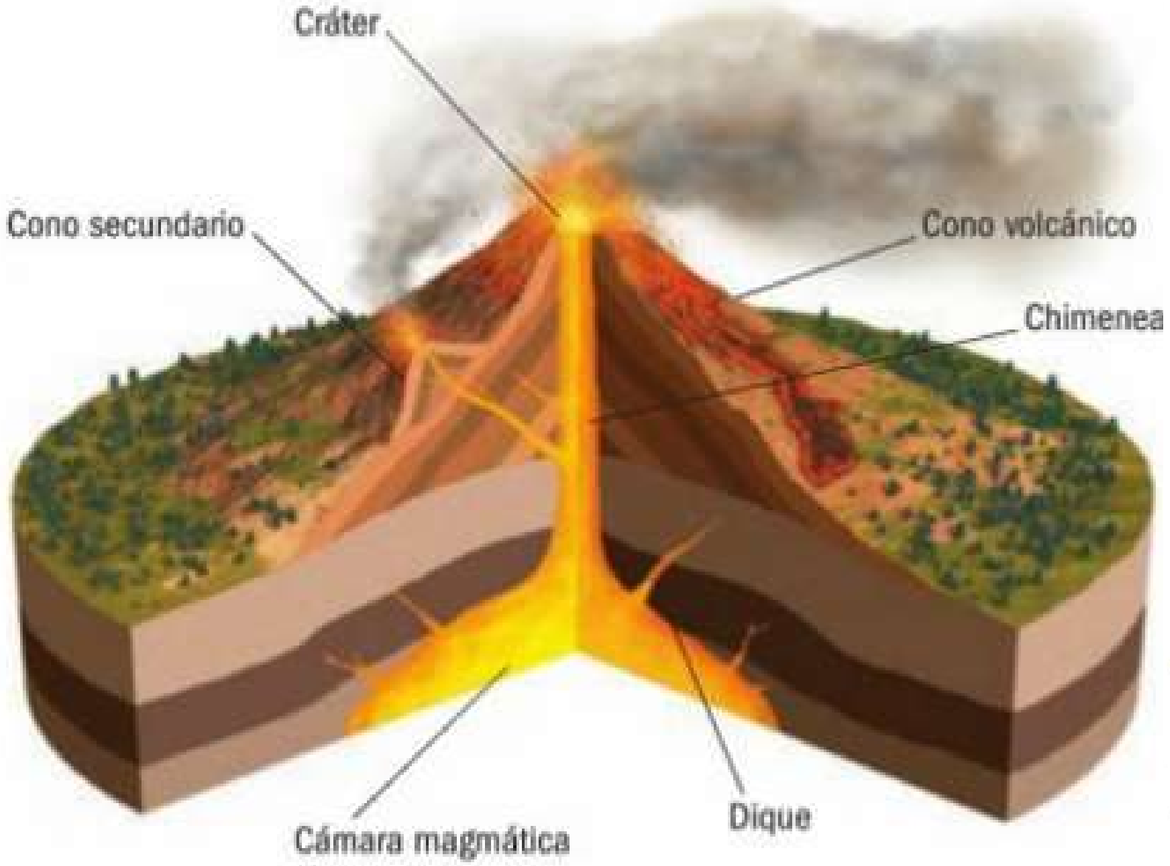
Prever erupciones
Censos de volcanes
Diagnostico Vulnerabilidad
Composicion del magma

Fuente: Nat Geo, 2011

Universidad Industrial de Santander

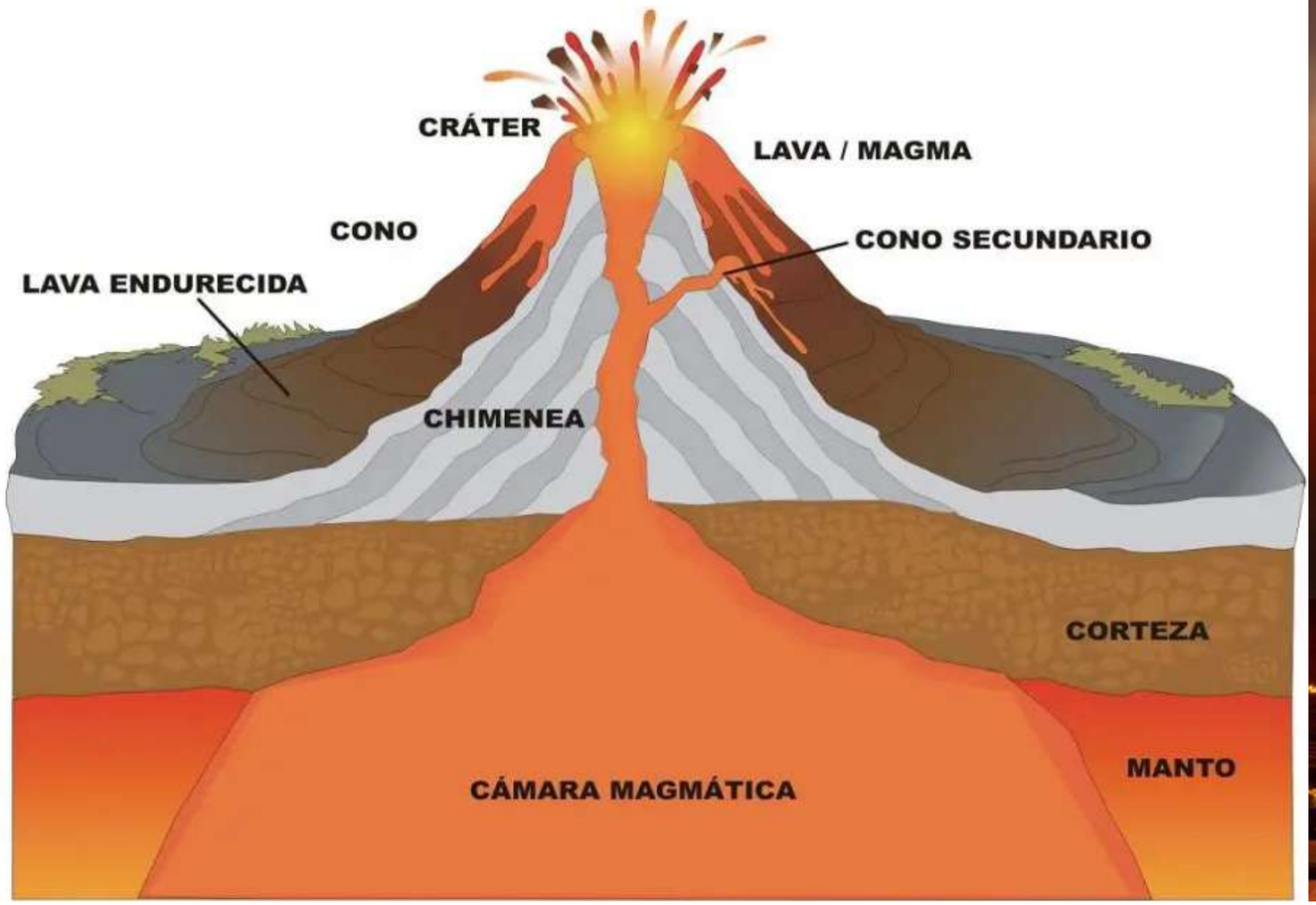
Magma





Fuente: OAVV

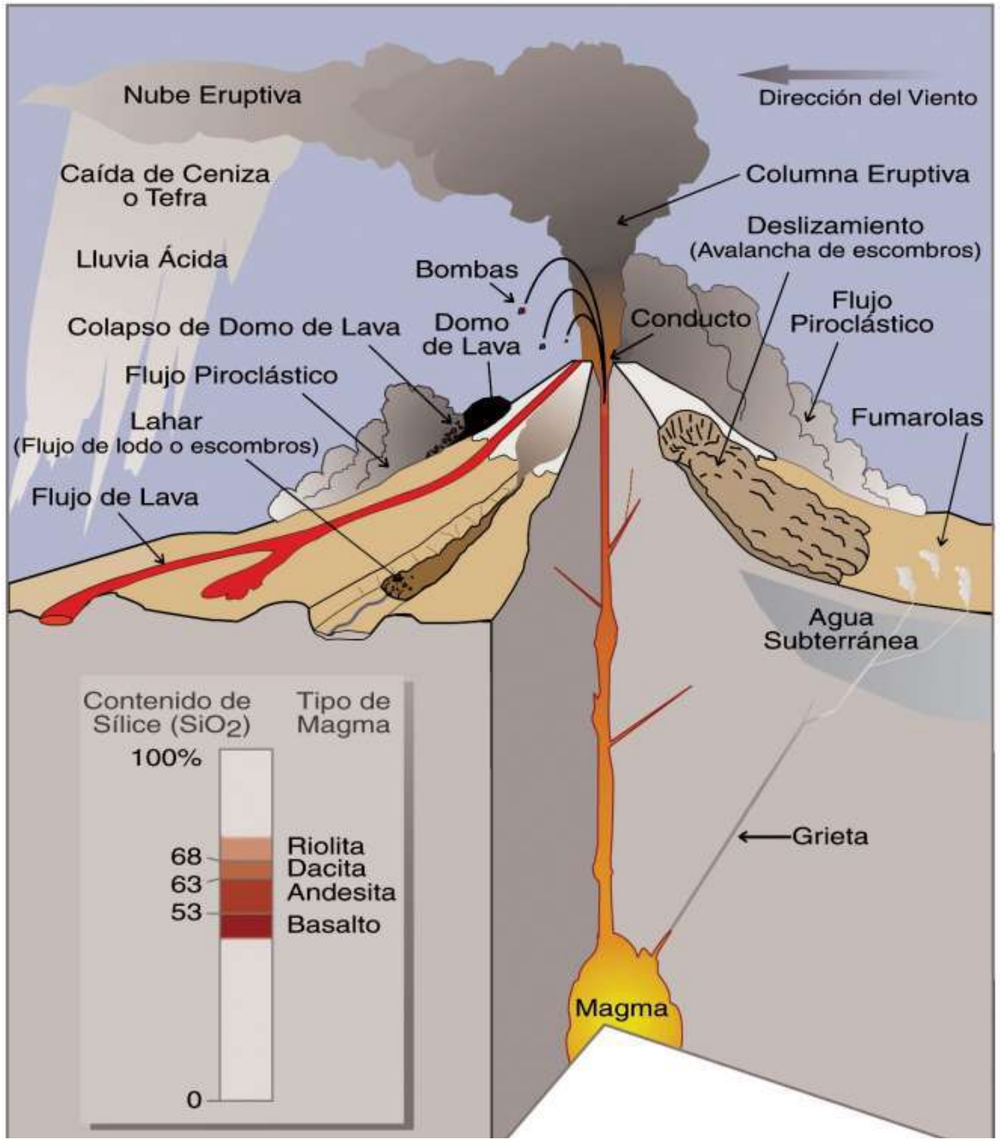
Volcán



Fuente: MET, 2010

Fuente: Nat Geo, 2022

Volcán

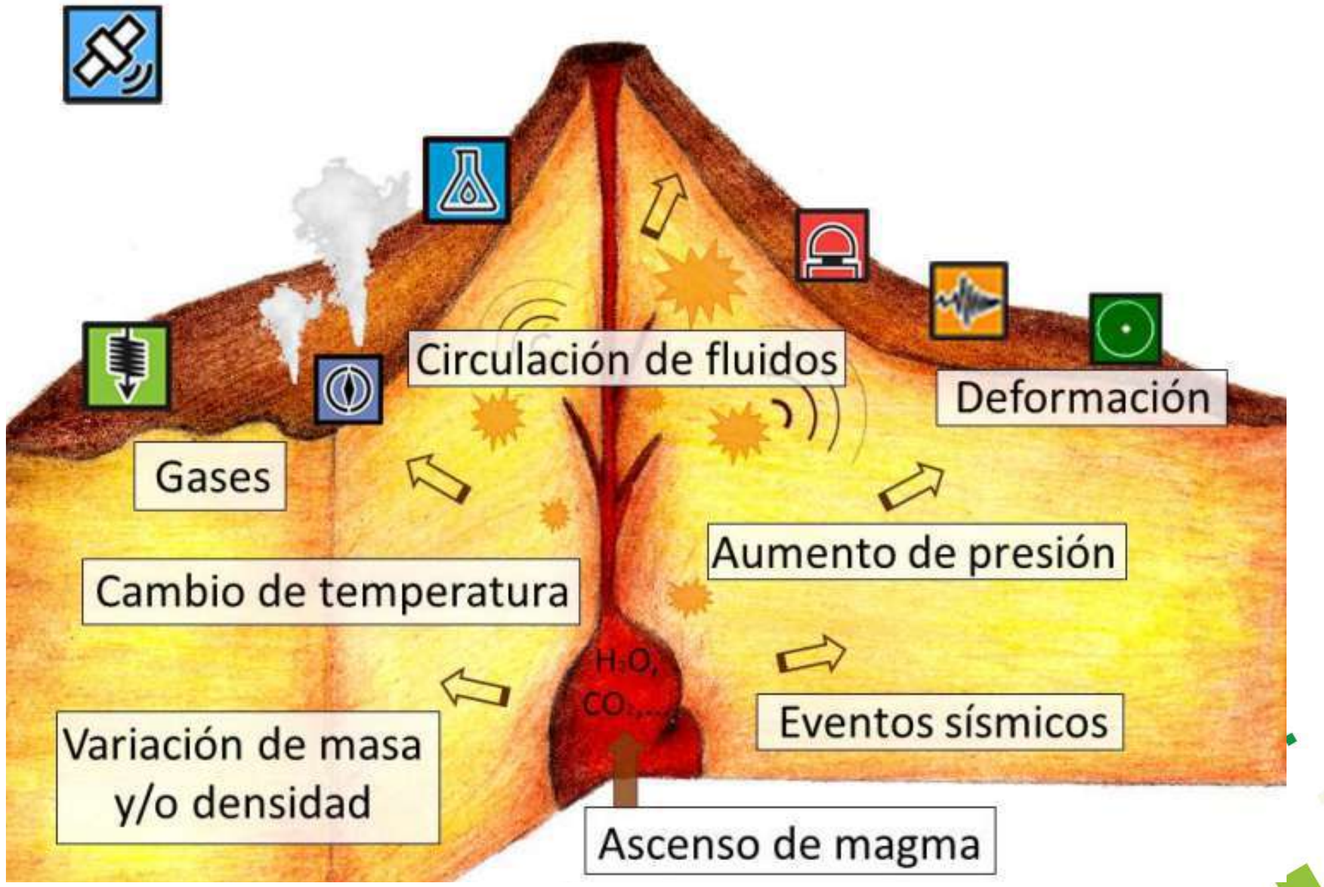


Fuente: USGS, 2000

Fuente: Nat Geo, 2022

Instrumentos - Métodos

- Inclinómetro
- Altímetro
- Interferómetro
- Pirómetro
- Satélites



Fuente: IGN

Antigüedad

3000 a.C

Griegos

Romanos

753 a.C

7000 a.C

Primer registro

Renacimiento

1580

Georgius Agricola
Nubes ardientes

William Hamilton

XVIII

Primer método científico de explicación del vulcanismo

Apilamiento de materiales

1831

Constant Prévost

Versubio

1841

Primer observatorio vulcanológico

1902

Monte Pelee

Vulcanología moderna

Universidad Industrial de Santander

1912

Teoría de la deriva continental

Alfred Wegener

XX

Teoría de la tectónica de placas

XX

Gases en la actividad volcánica

Haroun Tazieff

XX

Maurice y Katia Krafft

Publicaciones

Vulcanología actual

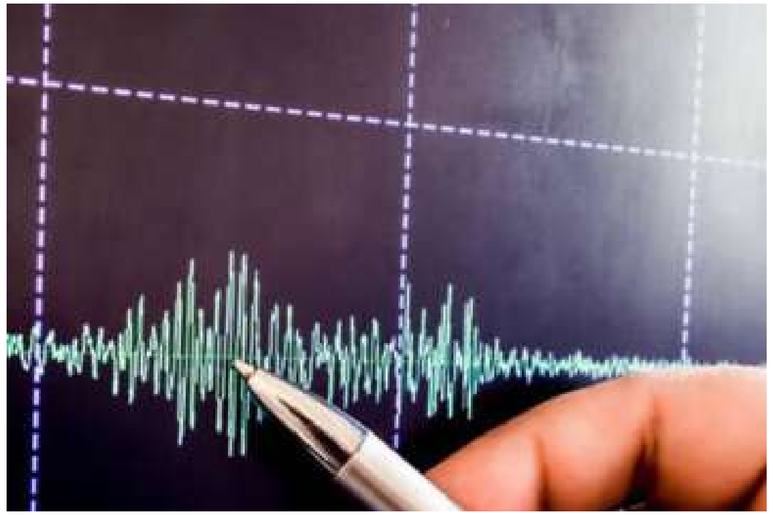
Observatorio vulcanológico

Fuente: Wikipedia, 2007

Observaciones geodésicas

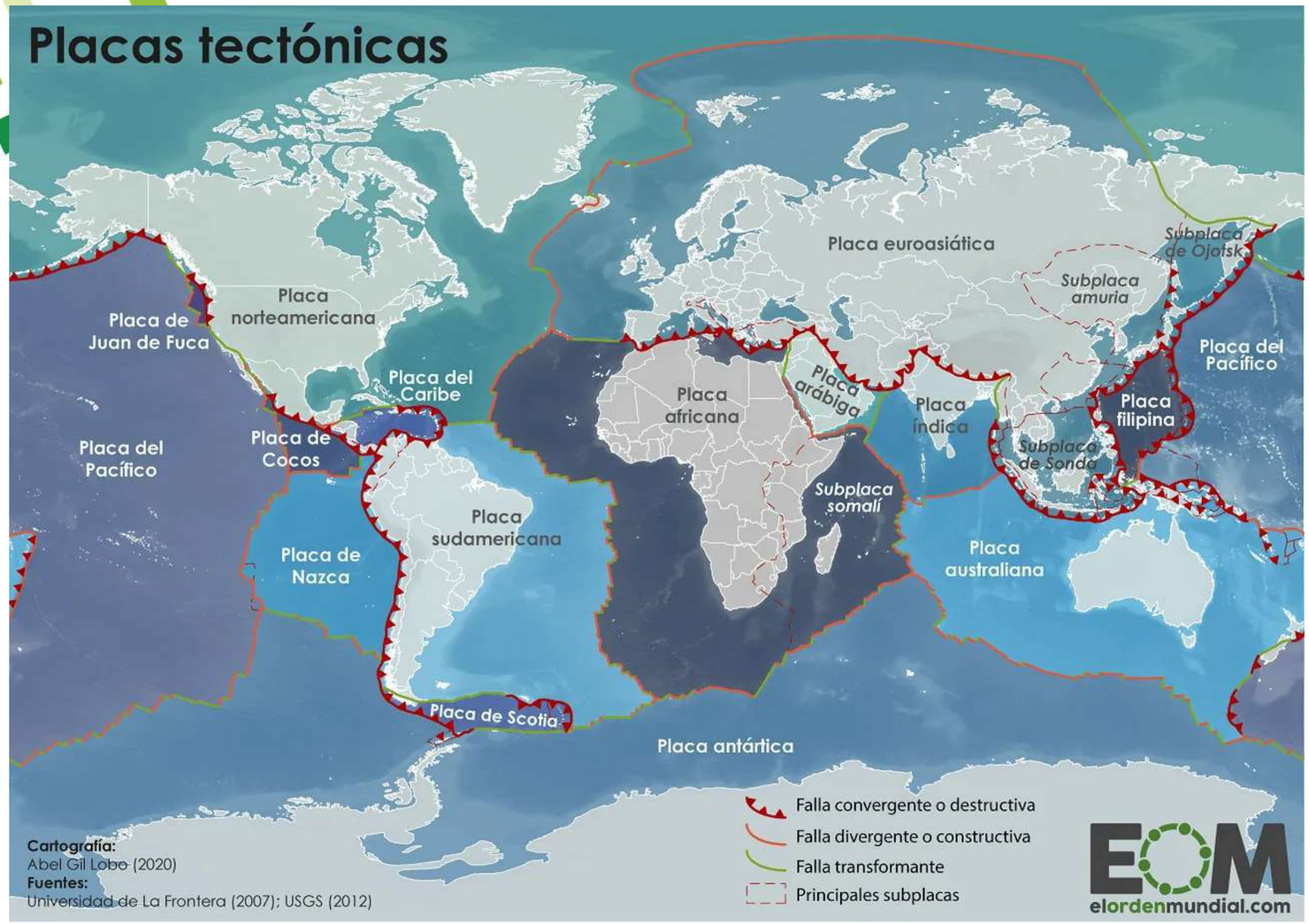
Fuente: IGEAS, 2013

Observaciones sísmicas

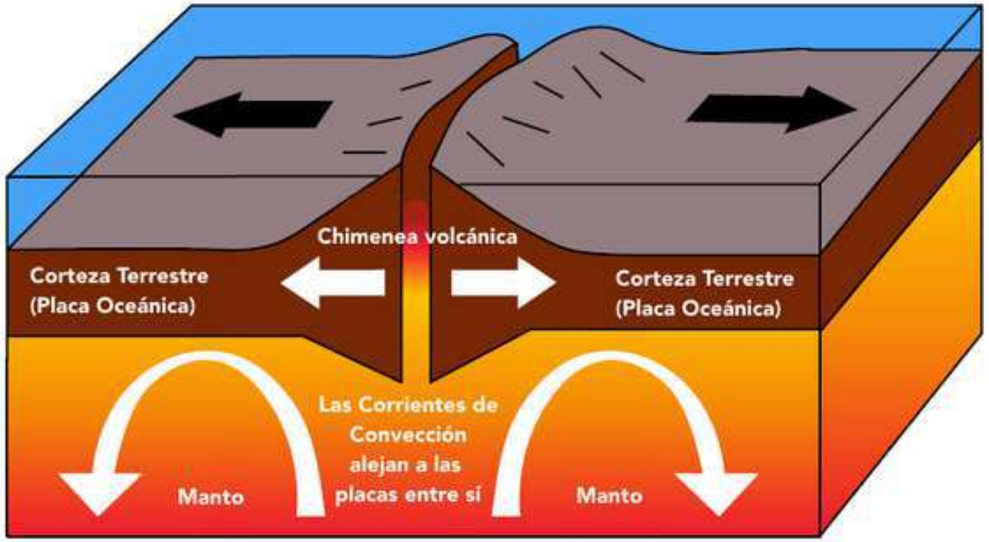


Fuente: RS, 2020

Volcanes en bordes divergentes

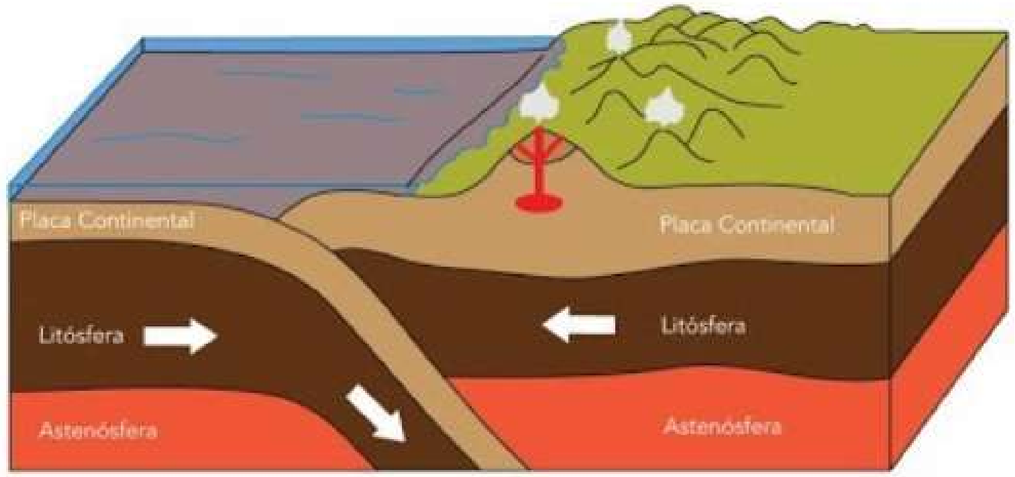


Fuente: EOM, 2012



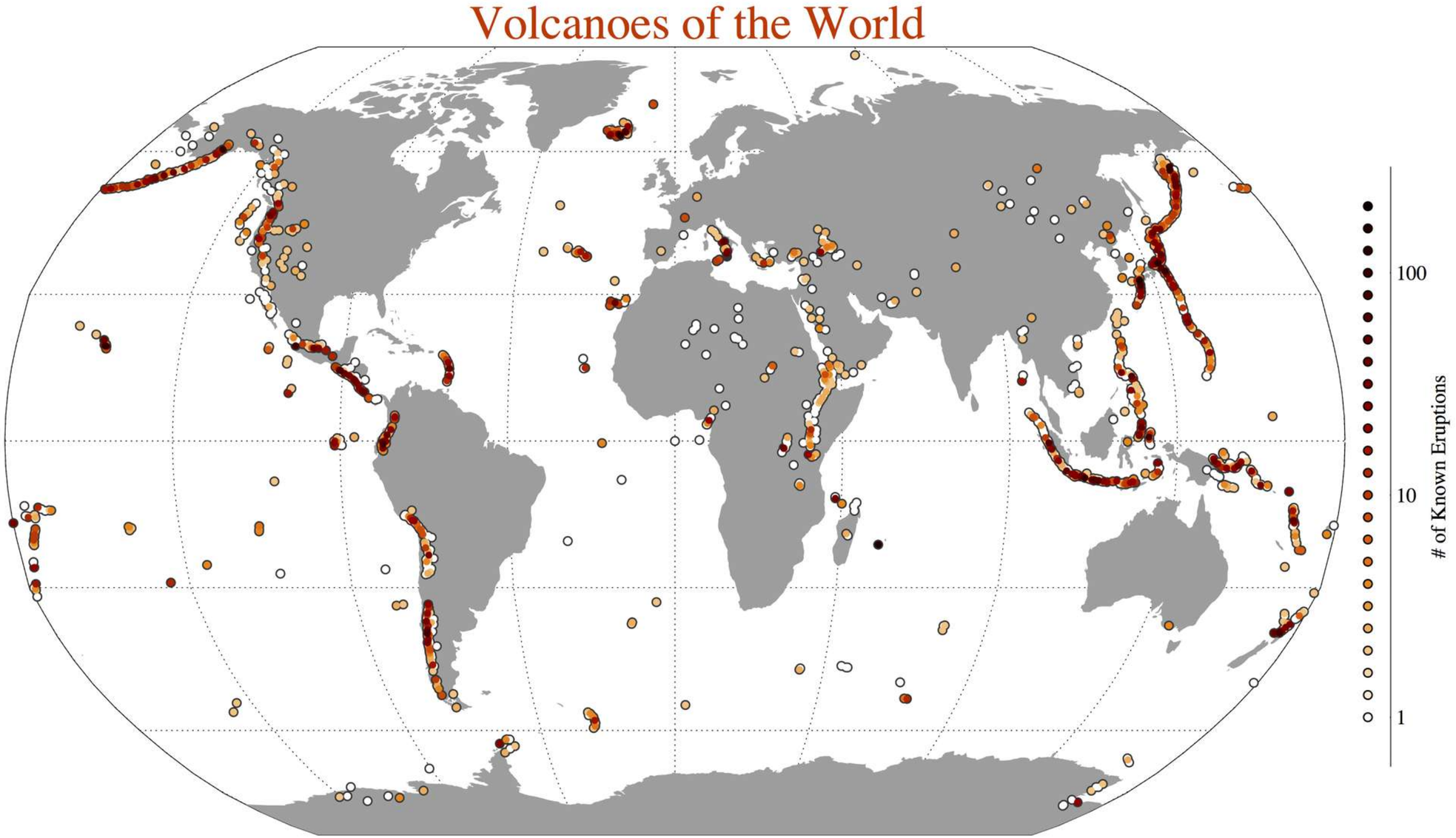
Fuente: Steemit, 2018

Volcanes en bordes convergentes



Fuente: Steemit, 2018

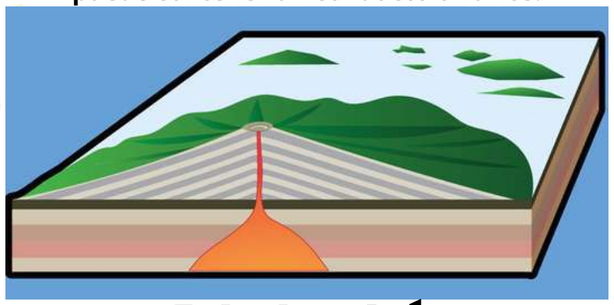
Volcanes del mundo



Fuente: IMGUR, 2014

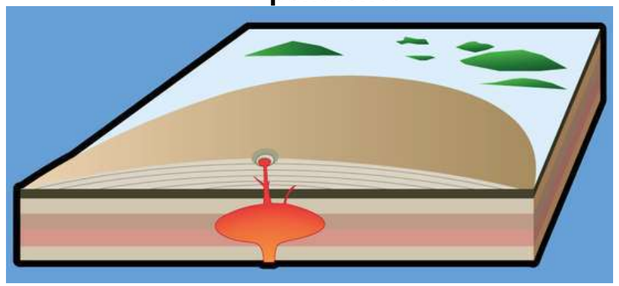
04 Tipos de volcanes

forma exterior cónica, se compone de capas de lavas y piroclastos alternándose, el crater puede contener un conducto o varios.



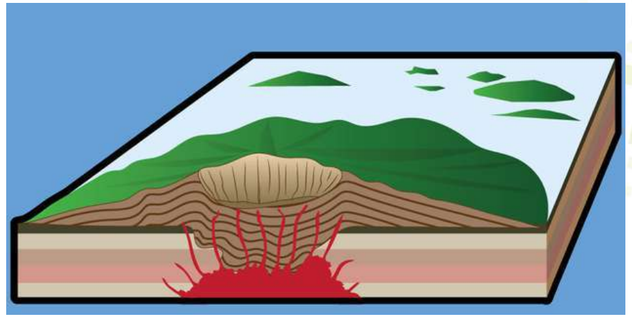
Estratovolcán

se construye sucesivamente de lavas fluidas (basálticas) que van formando un edificio con poca pendiente



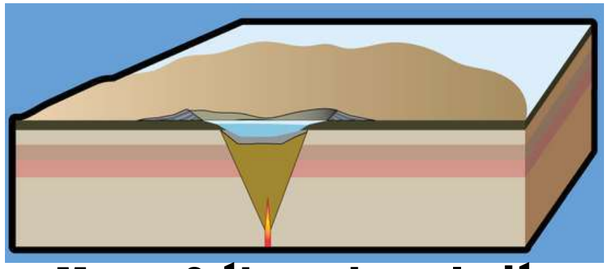
Volcán Escudo

se puede formar por erupciones explosivas o por el colapso de cámaras magmáticas someras

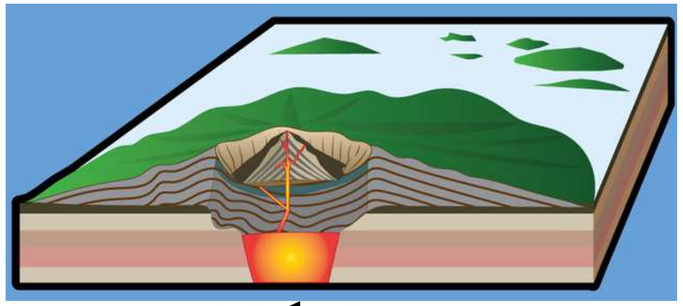


Caldera Volcánica

Los cráteres se llenan generalmente con agua después de la erupción.



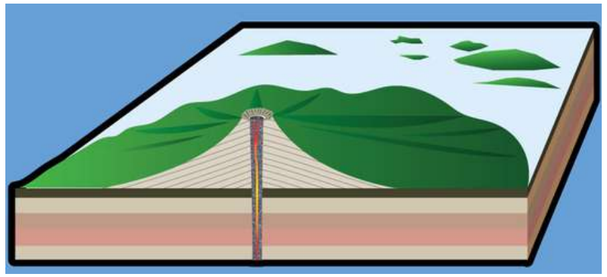
Maar o Cráteres de explosión



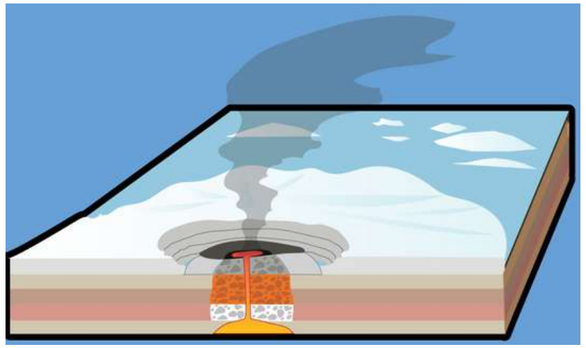
Volcán Somma

caldera volcánica que ha sido ocupada por un nuevo cono central

fragmentos de lava eyectados por una sola chimenea volcánica, los cuales se acumulan para formar un cono de pequeñas dimensiones



Cono de Escoria



Volcán Tuya

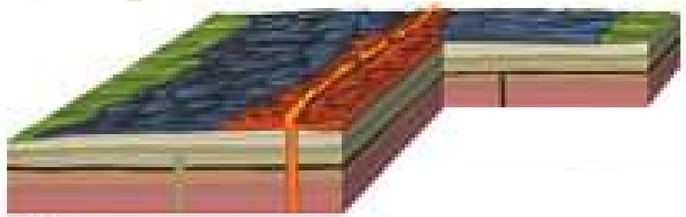
cuando lava se emite por debajo de un glaciar; al entrar en contacto con el glaciar se forman capas almohadilladas

Tomado de: Sieron, K. (s. f.). Vulcanismo (Vol. 1)

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

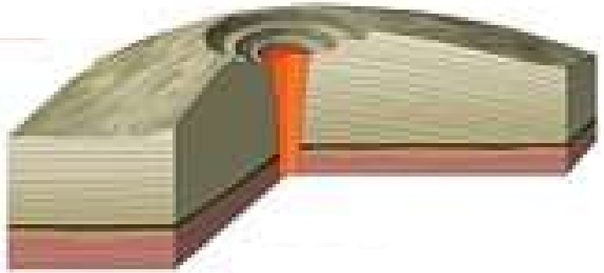
Universidad Industrial de Santander

04.1 Estilos de Erupción (Magmática)



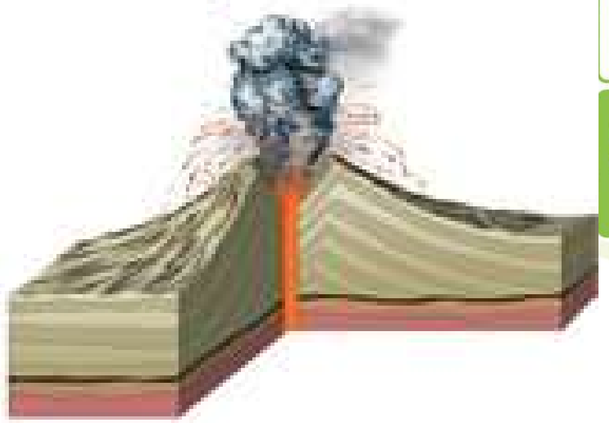
Erupción islandica

relieve plano, resultado del depósito de lavas muy fluidas en capas horizontales sucesivas



Erupción Hawaiana

Tranquilas, erupciones efusivas de lavas basálticas muy fluidas con muy poco contenido de gas.



Erupción Estromboliana

Erupciones explosivas de corta duración de lava con una viscosidad intermedia. (minuto a minuto)

Erupción Pliniana

Erupción con columna sostenida. Las magmas ricos en volátiles (dacitas, riolitas), pomez y ceniza.

Erupción Peleana

crea columnas eruptivas enormes, arrojando gran cantidad de gas, polvo y fragmentos de lava por el cráter del volcán. (una gran erupción)

Erupción Vulcaniana

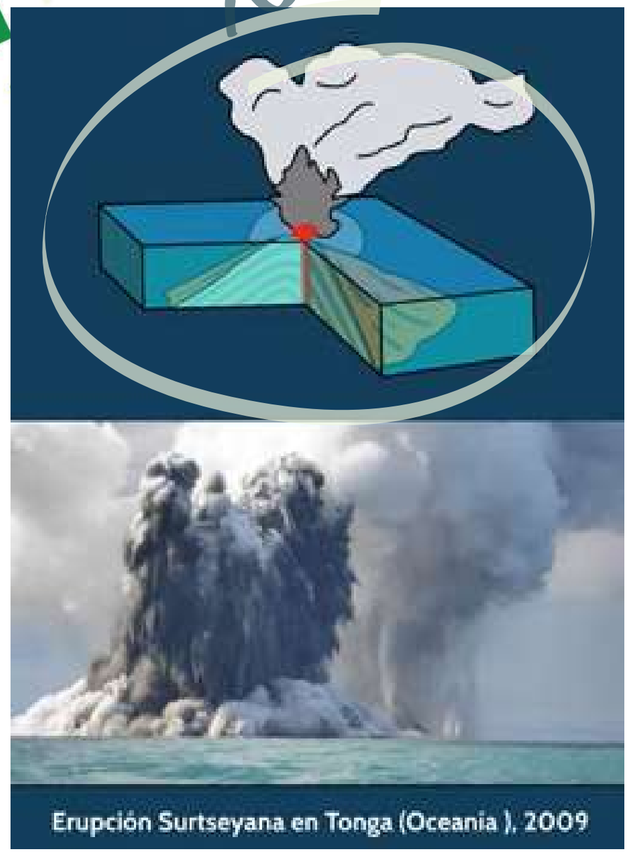
Erupción explosiva de corta duración (minutos a horas) arrojando bombas y bloques. El magma es altamente viscoso y se desgasifica difícilmente

Tomado de: Tipos de volcanes en la tierra. (s. f.). AstroMia.

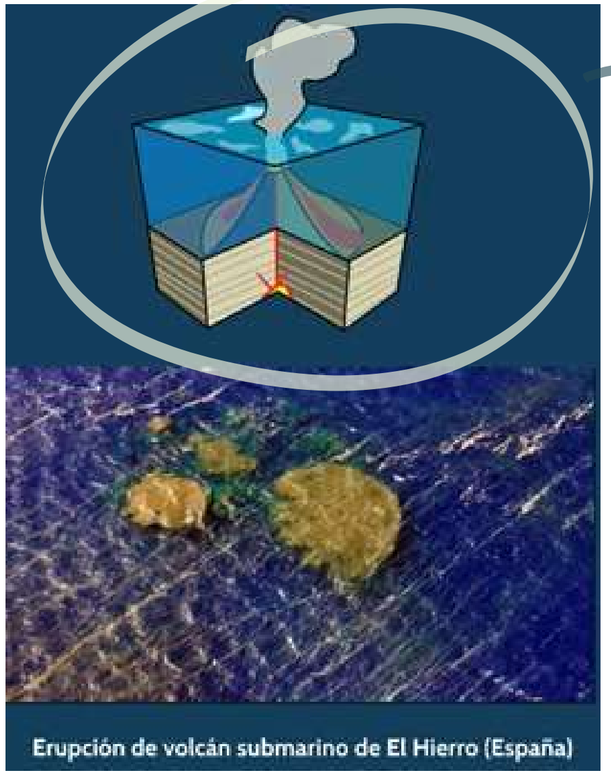
Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

interacción entre agua y el magma que asciende, son mucho más explosivas, islas volcánicas en aguas someras



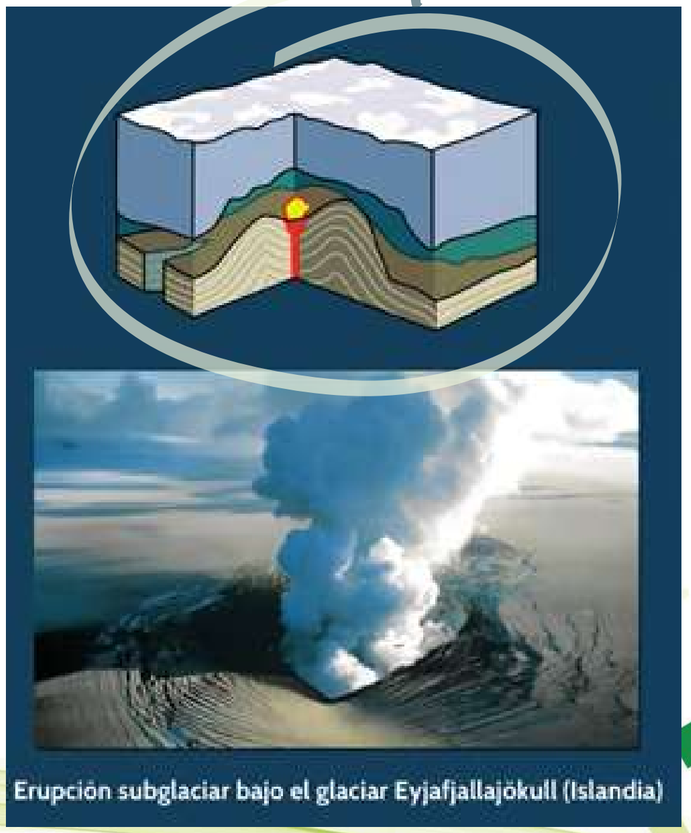
Erupción Surtseyana en Tonga (Oceania), 2009



Erupción de volcán submarino de El Hierro (España)

islas volcánicas en aguas someras

tiene por lo general lados escarpados y una parte superior plana, interacción entre la lava y el hielo, en ocasiones producidas bajo un glaciar

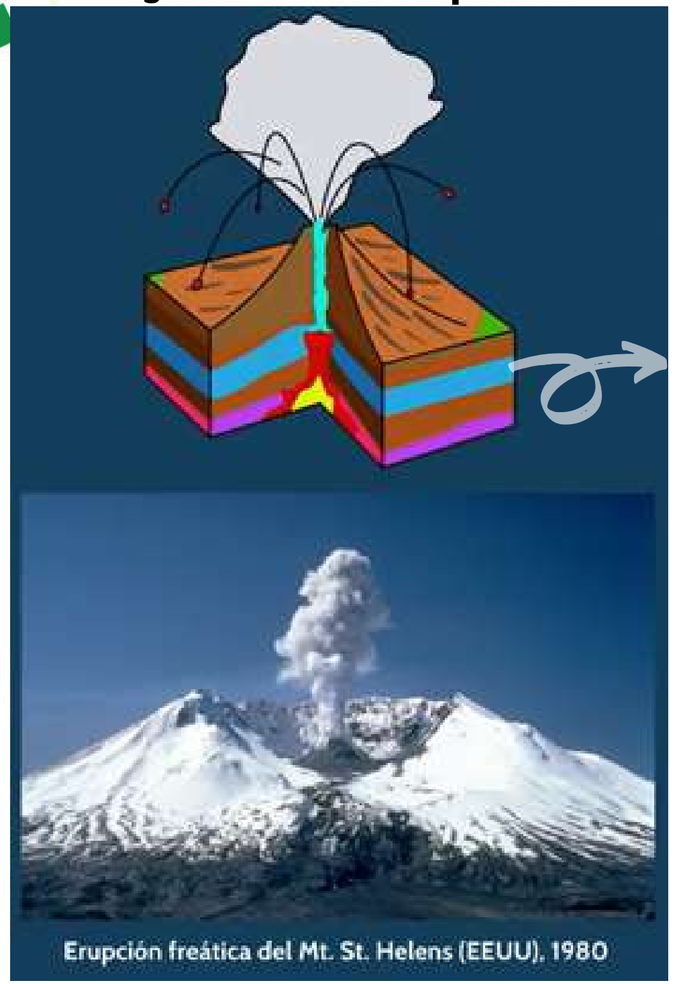


Erupción subglaciar bajo el glaciar Eyjafjallajökull (Islandia)

04.2 Estilos de Erupción (Freato-magmática)

04.3 Estilos de Erupción (Freatica)

el magma se pone en contacto con agua subterránea o superficial



Ejemplos

Tomado de: (Erupción hawaiana –, 2022), https://volcanismandgeology.wordpress.com/tag/erupcion-hawaiana/

Tomado de: Portillo, G. (2020, 31 marzo). Tipos de erupciones. Meteorología en Red. https://www.meteorologiaenred.com/tipos-de-erupciones.html

05 Peligros asociados al vulcanismo

PELIGROS VOLCÁNICOS

Fenómenos relacionados con la actividad volcánica

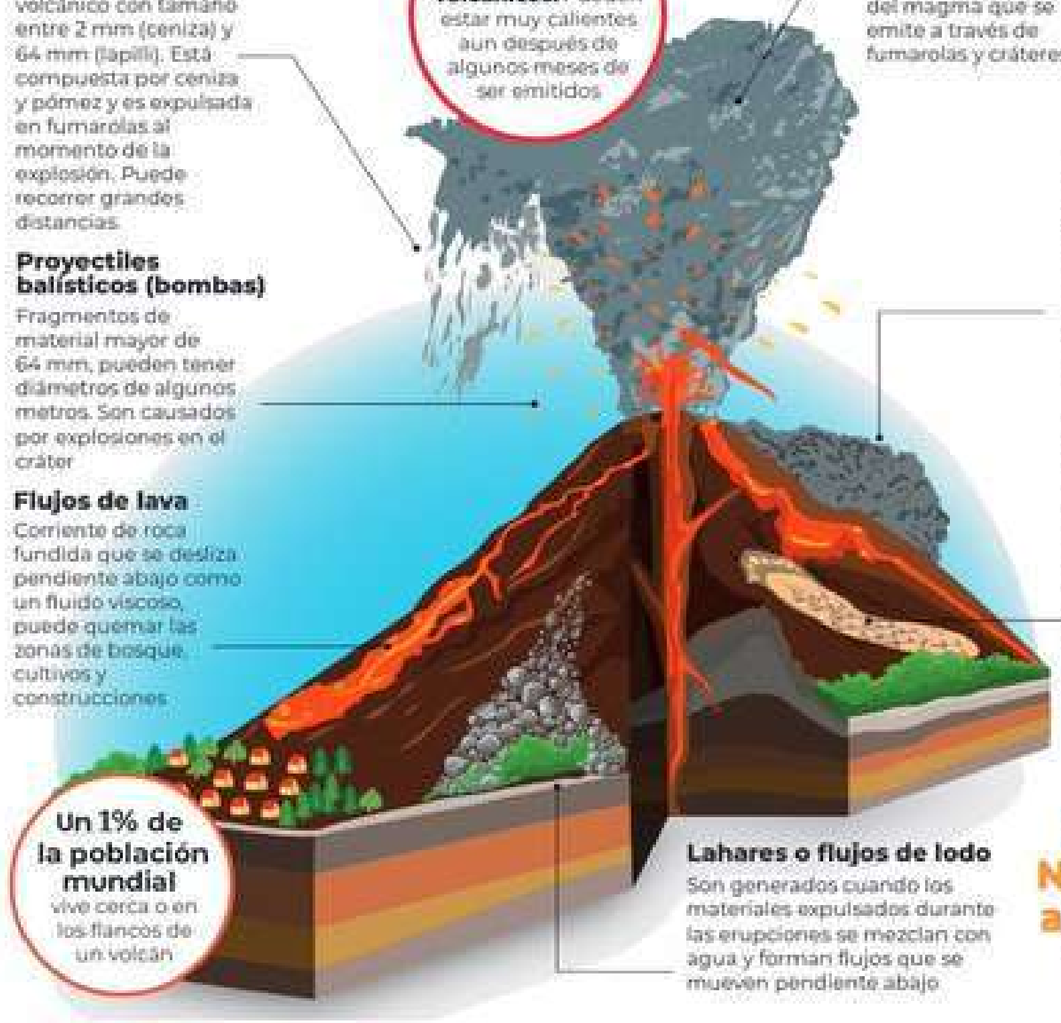
Los principales son:

Caída de tefra
Fragmentos de material volcánico con tamaño entre 2 mm (ceniza) y 64 mm (lapilli). Está compuesta por ceniza y pómez y es expulsada en fumarolas al momento de la explosión. Puede recorrer grandes distancias.

Proyectiles balísticos (bombas)
Fragmentos de material mayor de 64 mm, pueden tener diámetros de algunos metros. Son causados por explosiones en el cráter

Flujos de lava
Corriente de roca fundida que se desliza pendiente abajo como un fluido viscoso, puede quemar las zonas de bosque, cultivos y construcciones

No te acerques a los productos volcánicos. Pueden estar muy calientes aun después de algunos meses de ser emitidos



Un 1% de la población mundial vive cerca o en los flancos de un volcán

Gases volcánicos
Son la parte volátil del magma que se emite a través de fumarolas y cráteres

Algunos de los gases más peligrosos son:
- dióxido de azufre
- ácido sulfhídrico
- dióxido de carbono

Flujos y oleadas piroclásticas
Son una mezcla turbulenta de fragmentos de roca a alta temperatura (700 °C) ceniza, pómez y gases con velocidades de hasta 200 km/h

Avalanchas
Son resultado de la presión de los gases en el interior del volcán, de los sismos y de la inestabilidad ocasionada por la sobrecarga. La estructura del volcán se desestabiliza y provoca un colapso a gran velocidad de un sector del edificio volcánico

Lahares o flujos de lodo
Son generados cuando los materiales expulsados durante las erupciones se mezclan con agua y forman flujos que se mueven pendiente abajo

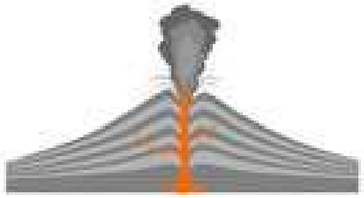
¡Recuerda!
No te acerques a los productos volcánicos

¿Qué son?

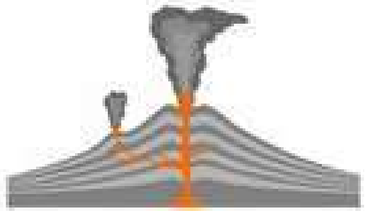
La mayoría de los peligros volcánicos están relacionados con las erupciones; sin embargo, algunos de ellos pueden ocurrir incluso si no hay actividad en el volcán, como es el caso de los lahares y avalanchas de escombros

Tipos de erupción:

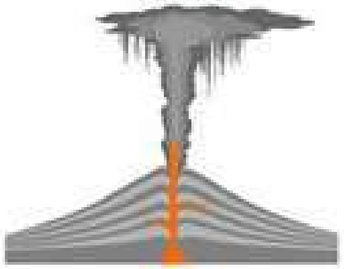
Estromboliana



Vulcaniana



Pliniana

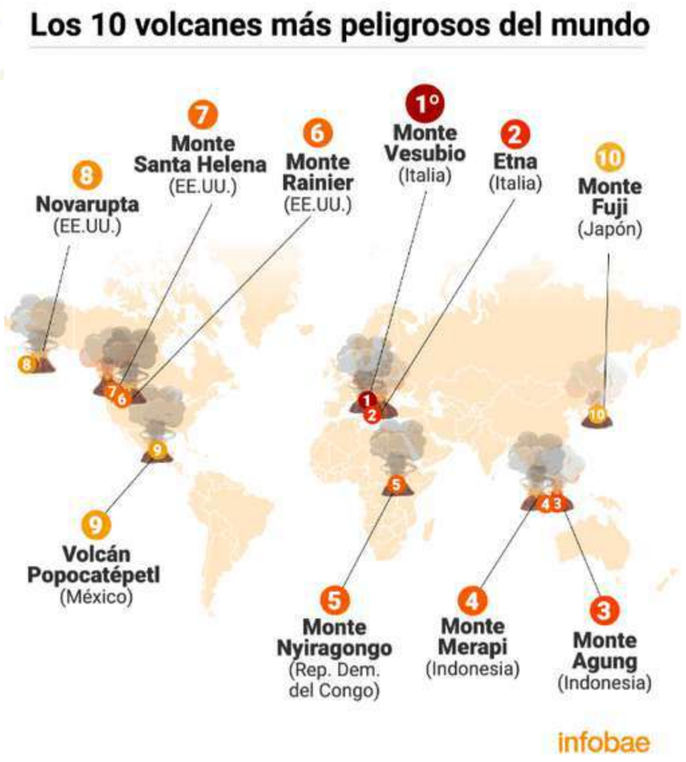


Universidad Industrial de Santander

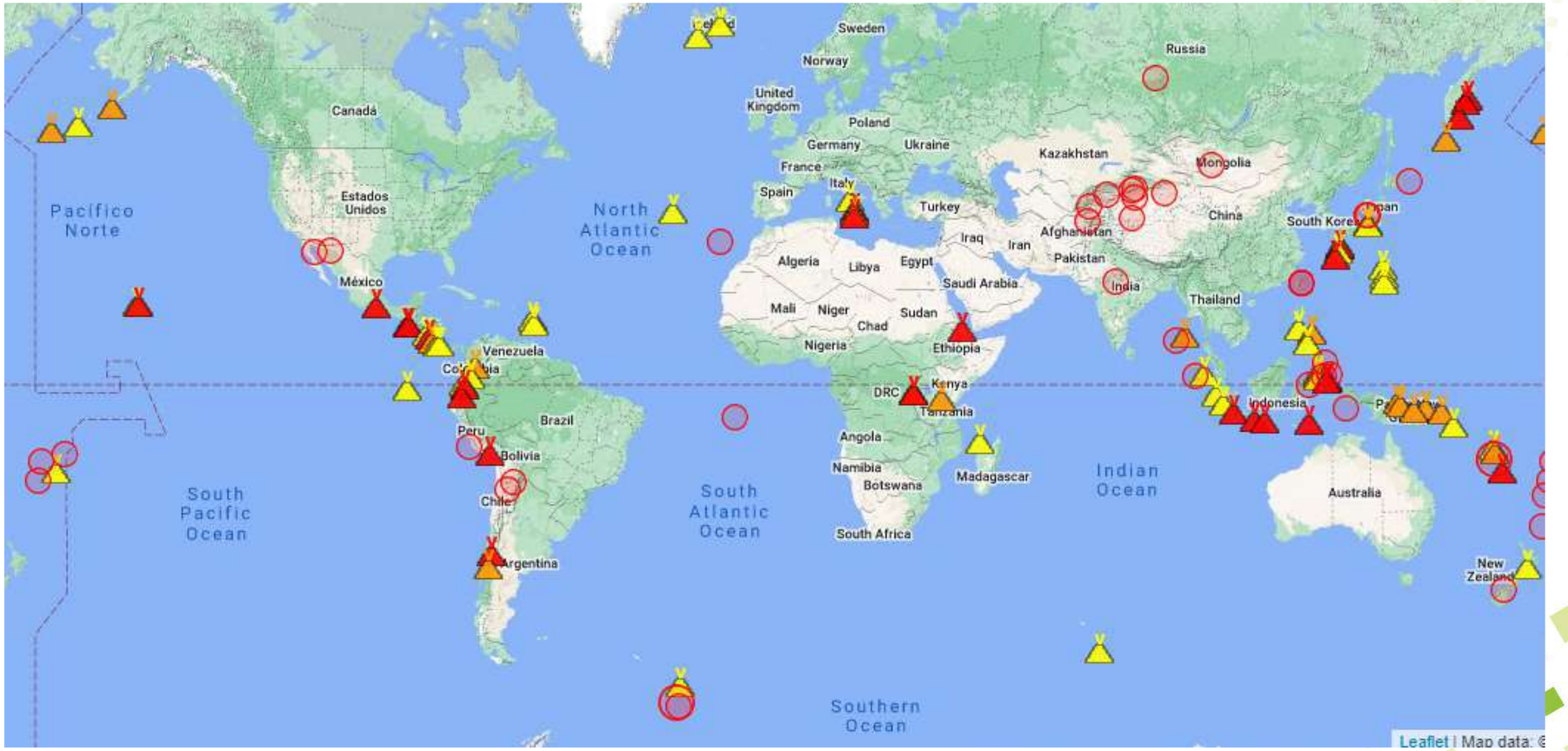
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Tomado de: Red geocientífica de Chile. (s. f.). Twitter. Recuperado 20 de junio de 2022, de https://twitter.com/redgeochile/status/1449315128550346754

06 Actividad volcánica Histórica



Tomado de: A. (2019, 10 diciembre). Cuáles son los 10 volcanes más peligrosos del mundo. infobae.



Tomado de: https://www.volcanoesandearthquakes.com/?L=8

BIBLIOGRAFÍA

Sieron, K. (s. f.). Vulcanismo (Vol. 1). https://www.uv.mx/apps/vulcanismo/

Erupción hawaiana –. (2022, 20 enero). VOLCANISM & GEOLOGY. https://volcanismandgeology.wordpress.com/tag/erupcion-hawaiana/

Juste, I. (2021, 12 noviembre). Tipos de erupciones volcánicas. ecologiaverde.com. https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-erupciones-volcanicas-31.html

Tipos de volcanes en la tierra. (s. f.). AstroMia. Recuperado 20 de junio de 2022, de https://www.astromia.com/tierraluna/tipovolcanes.htm

Mapa interactivo de volcanes activos y de los recientes terremotos en todo el mundo. (s. f.). Volcano Discovery. Recuperado 20 de junio de 2022, de https://www.volcanoesandearthquakes.com/?L=8

ESCENARIO VOLCÁNICO A NIVEL MUNDIAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.

Universidad Industrial de Santander

PRESENTADO POR :

Yessid Fernando Zabala Garces

María Valentina Rodríguez

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

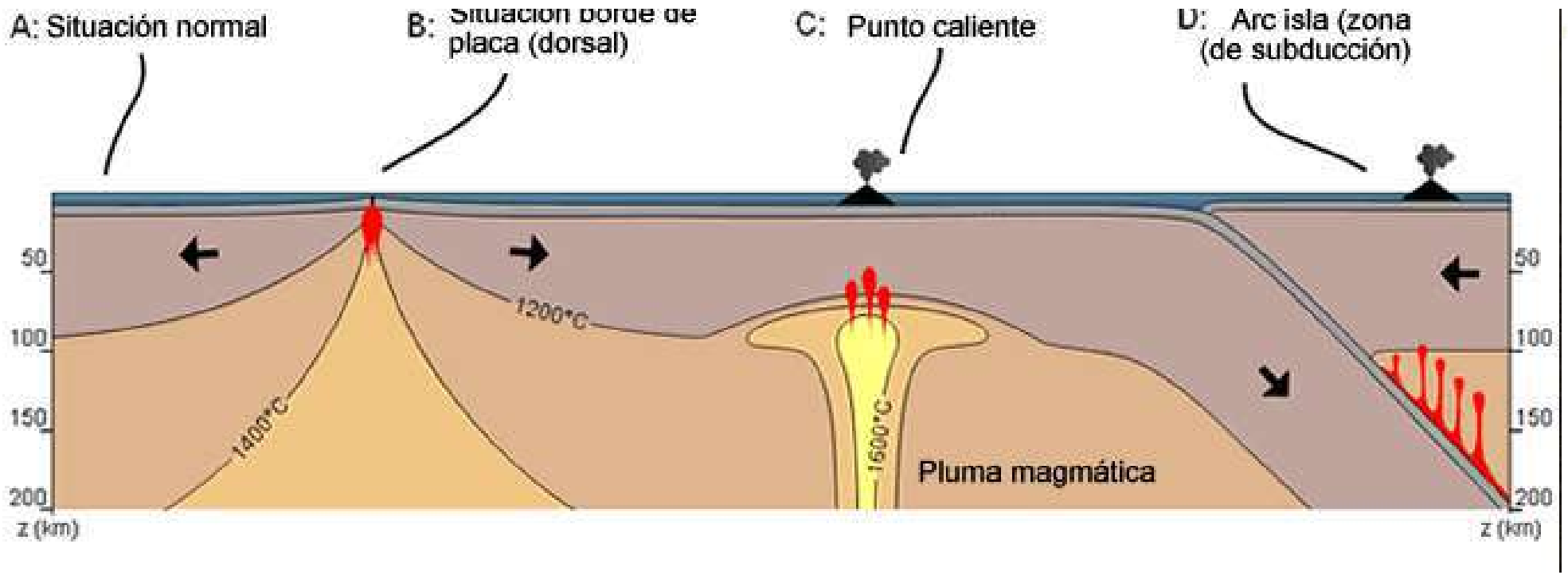
CONTENIDO

- Introducción
- Clasificación según su forma
- Partes de un volcan
- Volcanes a nivel mundial

-

INTRODUCCIÓN

Placas tectonicas y vulcanismo



Tipos de volcanes según su actividad

Volcanes activos

Volcanes inactivos

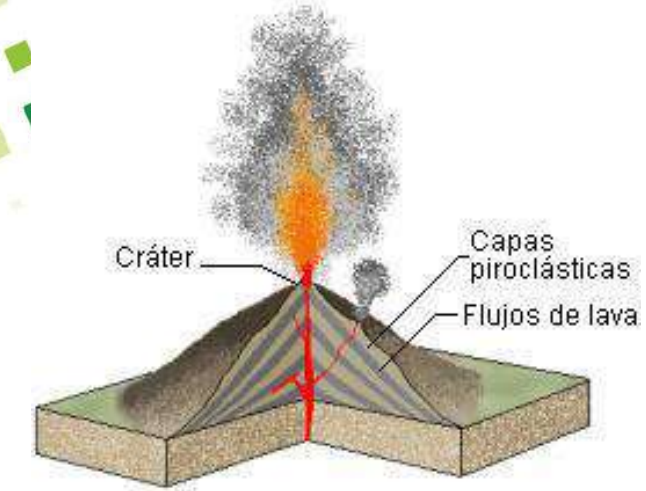
Volcanes extintos

Universidad Industrial de Santander

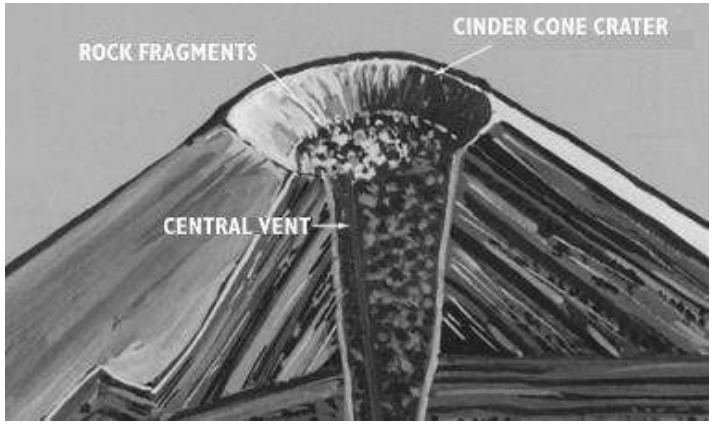
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Volcanes segun su forma

ESTRATO

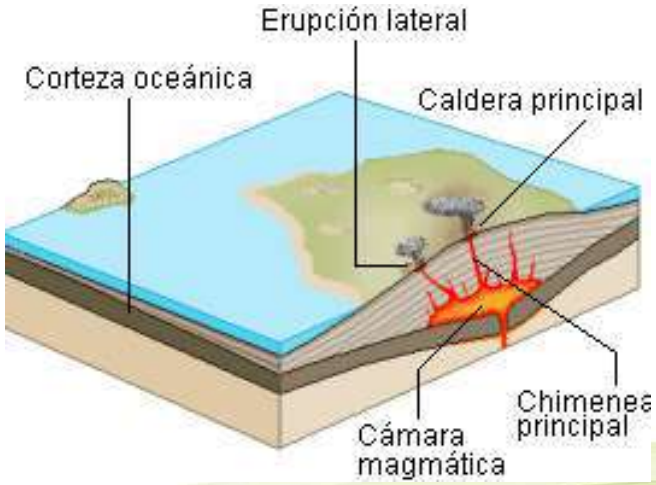


CONO DE ESCORIA



CALDERA

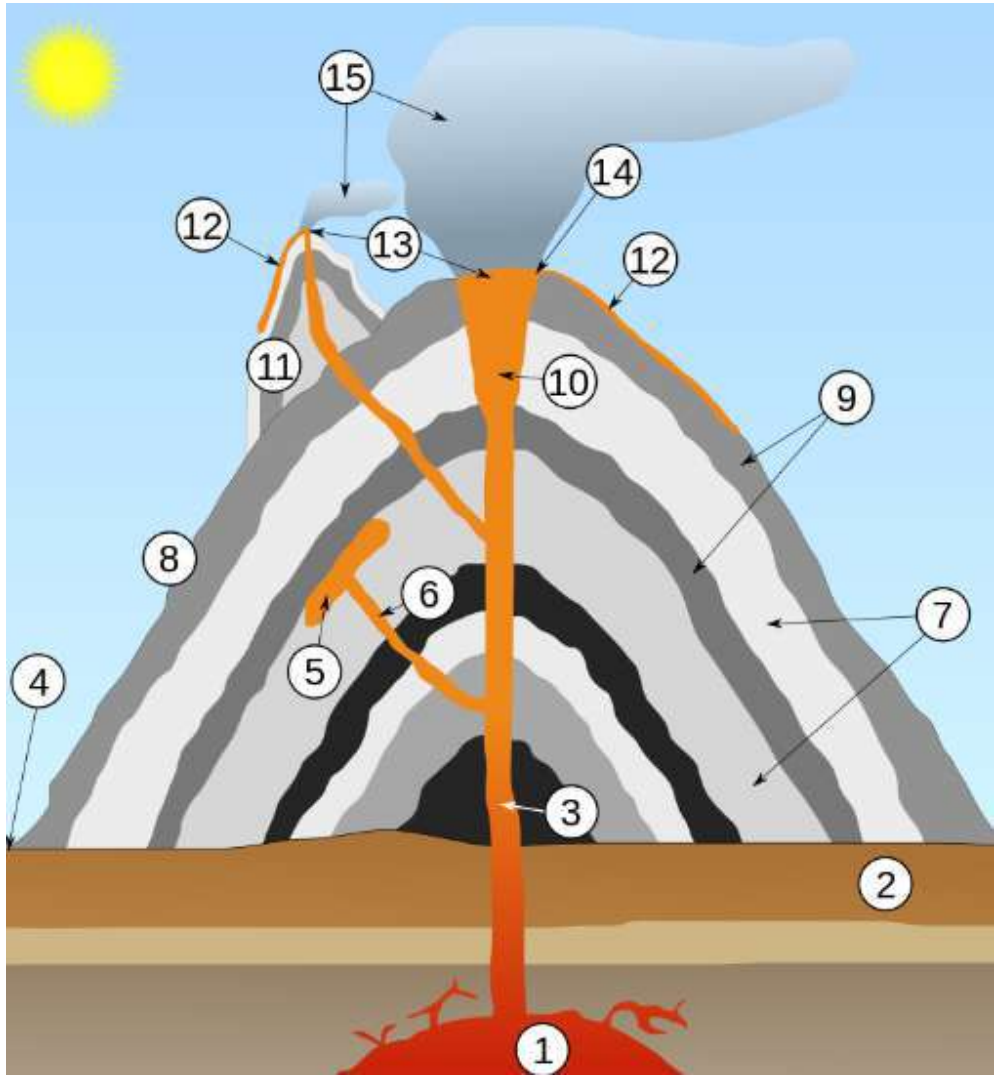
ESCUDO



SUBMARINO

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

PARTES DE UN VOLCAN



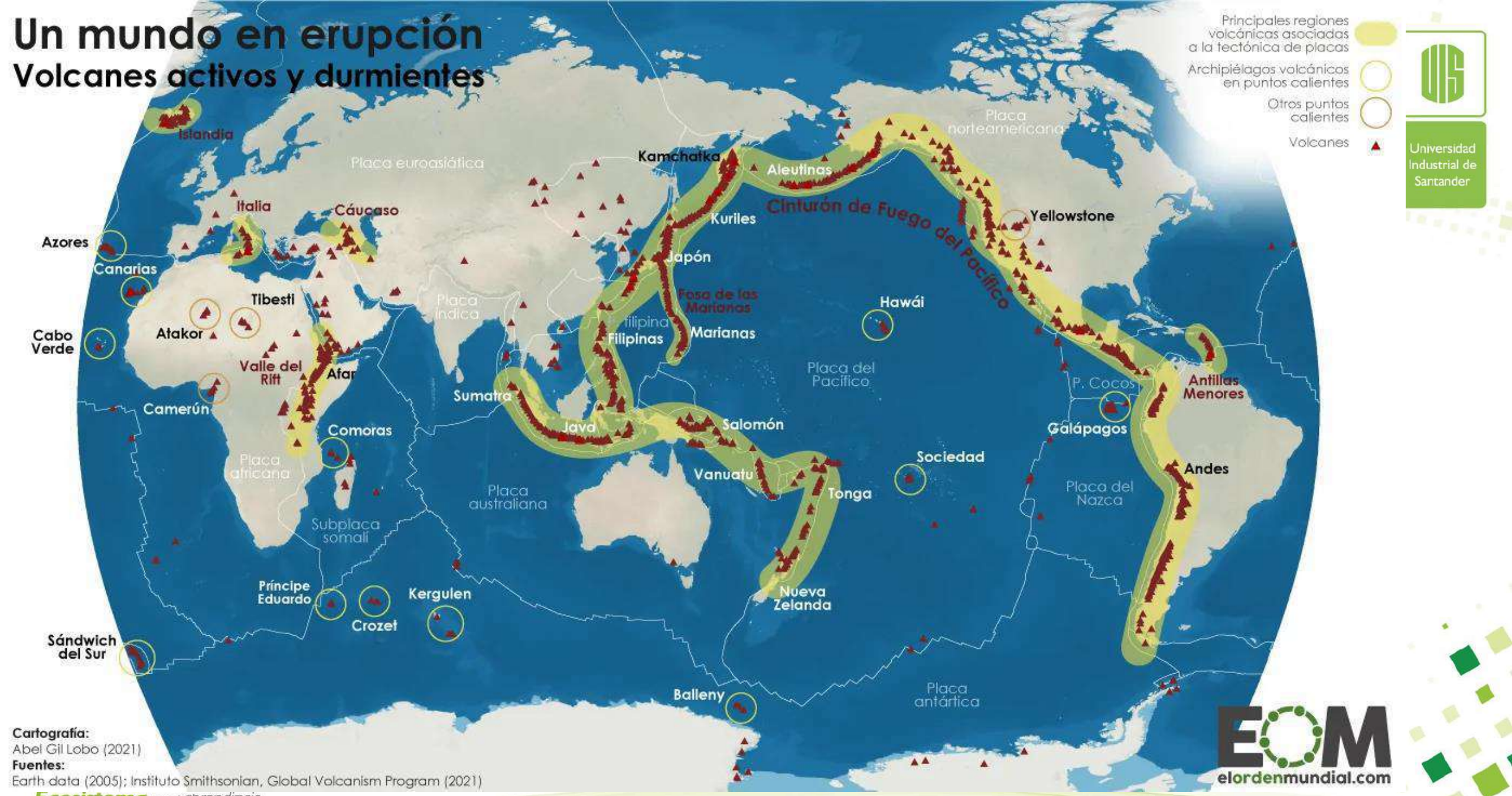
Estructura de un estratovolcán (2022)

1. Cámara magmática
2. Lecho de roca
3. Chimenea
4. Base
5. Lámina (intrusión de lava)
6. Fisura
7. Capas de ceniza emitida por el volcán
8. Cono
9. Capas de lava emitidas por el volcán
10. Garganta
11. Cono adventicio o secundario
12. Flujo de lava (colada)
13. Fumarola
14. Cráter
15. Columna eruptiva

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Un mundo en erupción
Volcanes activos y durmientes



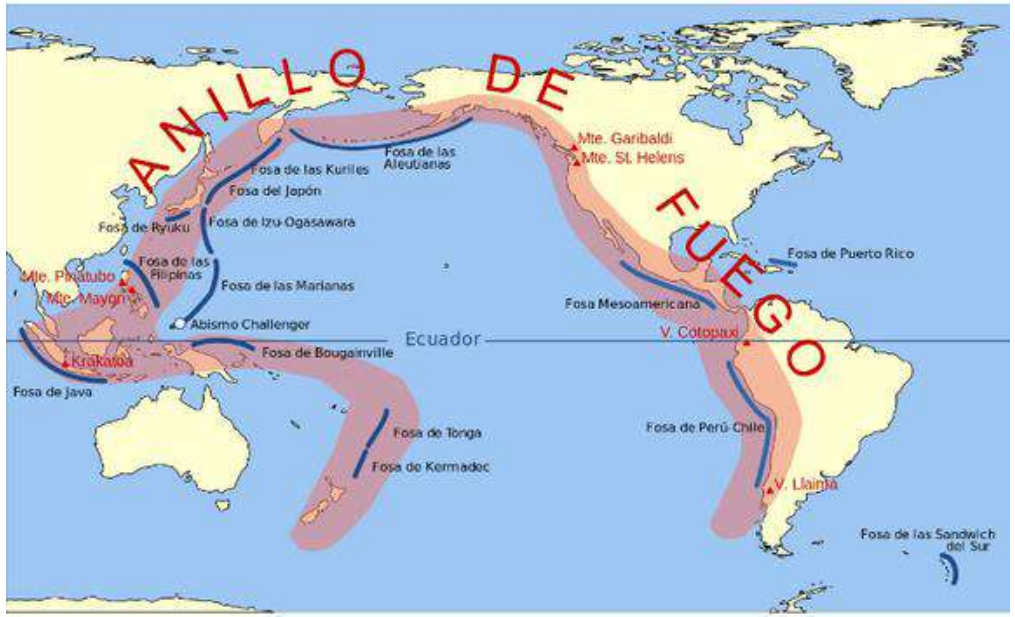
Universidad Industrial de Santander

Cartografía:
Abel Gil Lobo (2021)
Fuentes:
Earth data (2005); Instituto Smithsonian, Global Volcanism Program (2021)

EOM
elordenmundial.com

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

VOLCAN KRAKATOA, INDONESIA
1883



Región del
Anillo de Fuego
o Cinturón de Fuego

Carlos de Pablo 2020

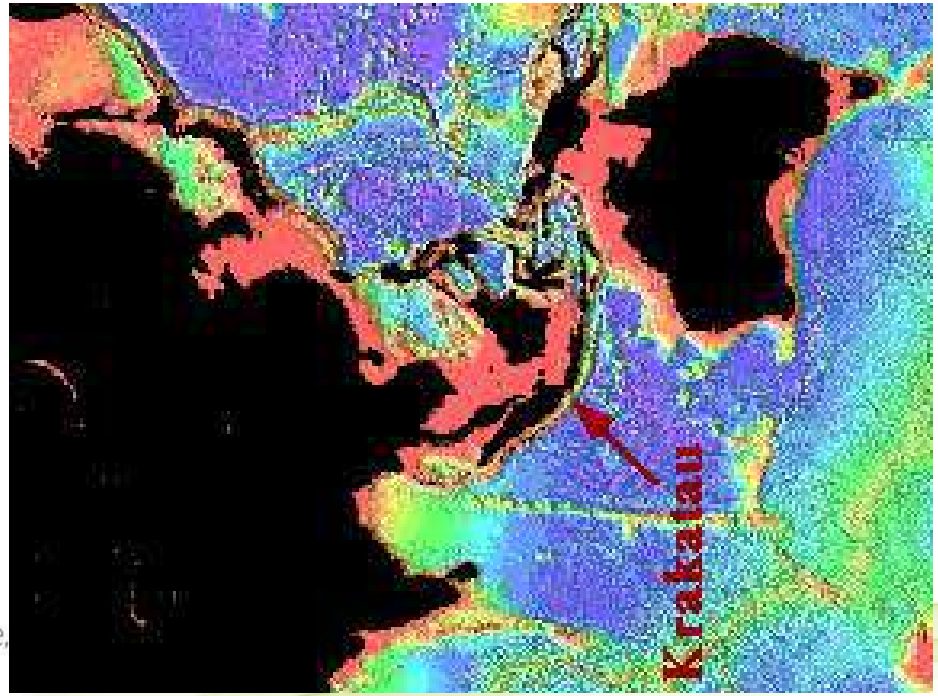


imagen de:
NOAA/NESDIS/
Centro Nacional de
Información
Geofísica, Boulder, CO

FECHA: 27 de agosto de 1883.

UBICACIÓN: Estrecho de Sonda subducción de la placa Indo-Australiana bajo la placa Euroasiática..

DURACIÓN: 1 dia.

TIPO DE VOLCÁN: Estratovolcán

TIPO DE ERUPCIÓN: Pliniana/ultrapiliana

*índice de explosividad volcánica (IEV) VI

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

IEV	Clasificación	Descripción	Altura columna eruptiva	Volumen material arrojado	Periodicidad	Ejemplo	Total erupciones históricas
0	Erupción hawaiana	no-explosiva	< 100 m	> 1.000 m³	diaria	Kilauea	-
1	Erupción stromboliana	ligera	100-1.000 m	> 10.000 m³	diaria	Stromboli	-
2	Erupción vulcaniana/ stromboliana	explosiva	1-5 km	1.000.000 m³	semanal	Galeras, 1993	3.477
3	Erupción Vulcaniana (sub-pliniana)	violenta	5-15 km	> 10.000.000 m³	anual	Nevado del Ruiz, 1985	868
4	Vulcaniana (sub-pliniana)/pliniana	cataclismica	10-25 km	> 0,1 km³	cada 10 años	Galunggung, 1982	278
5	Pliniana	paroxística	> 25 km	> 1 km³	cada 100 años	St. Helens, 1980	84
6	Pliniana/Ultra-Pliniana (krakatoana)	colosal	> 25 km	> 10 km³	cada 100 años	Krakatoa, 1883 Santa María, 1902	39
7	Ultra-Pliniana (krakatoana)	super-colosal	> 25 km	> 100 km³	cada 1.000 años	Tambora, 1815 Maipo, 500.000 a. C.	4
8	Ultra-Pliniana (krakatoana)	mega-colosal	> 25 km	> 1000 km³	cada 10.000 años	Toba, 69.000 a. C.	1

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA –INPRES

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

COMO OCURRIO

| Foto: The Royal Society (1883)

Erupcion freomagmatica

Desapareció el 70% de la Isla de Rakata

| Google map (2022))

Explosiones

13 mil veces mas fuerte que la bomba de hiroshima.

360 dB - marineros

| verde y azul (2022))

Genero 2 Tsunamis

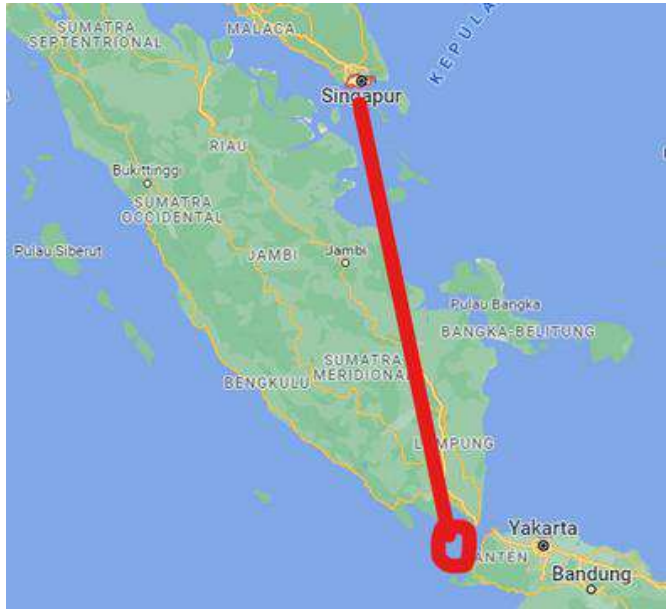
1.Bandar Lampung
2.Oeste

Generó 36000 muertes.

| verde y azul (2022))

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Universidad Industrial de Santander



| Google map (2022))

40 años despues Anak Krakatoa 2018

50 km sobre el nivel del mar

Ceniza, flujos priroclasticos

No todo es tan malo¡¡

redujo en 0.5°C las temperaturas globales

lluvias

favoreció la agricultura

| verde y azul (2022))

MONTE PINATUBO, FILIPINAS (1991)

Filipinas. World Imagery, ESRI

FECHA: 15 DE JUNIO DE 1991

UBICACIÓN: filipinas, Luzón central subducción de la placa Euroasiática debajo de la paca filipina.

Altitud: 1.486 msnm

DURACIÓN: 1 dia.

TIPO DE VOLCÁN: Estratovolcán

TIPO DE ERUPCIÓN: Pliniana/ultrapliniana

*índice de explosividad volcánica (IEV) VI

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

COMO OCURRIÓ

Chris Newhall, U.S. Geological Survey 1991

Colapso de caldera-el pico paso de 1745m-1485m

Explociones y sismos

Aetas (Apo Namalyar)

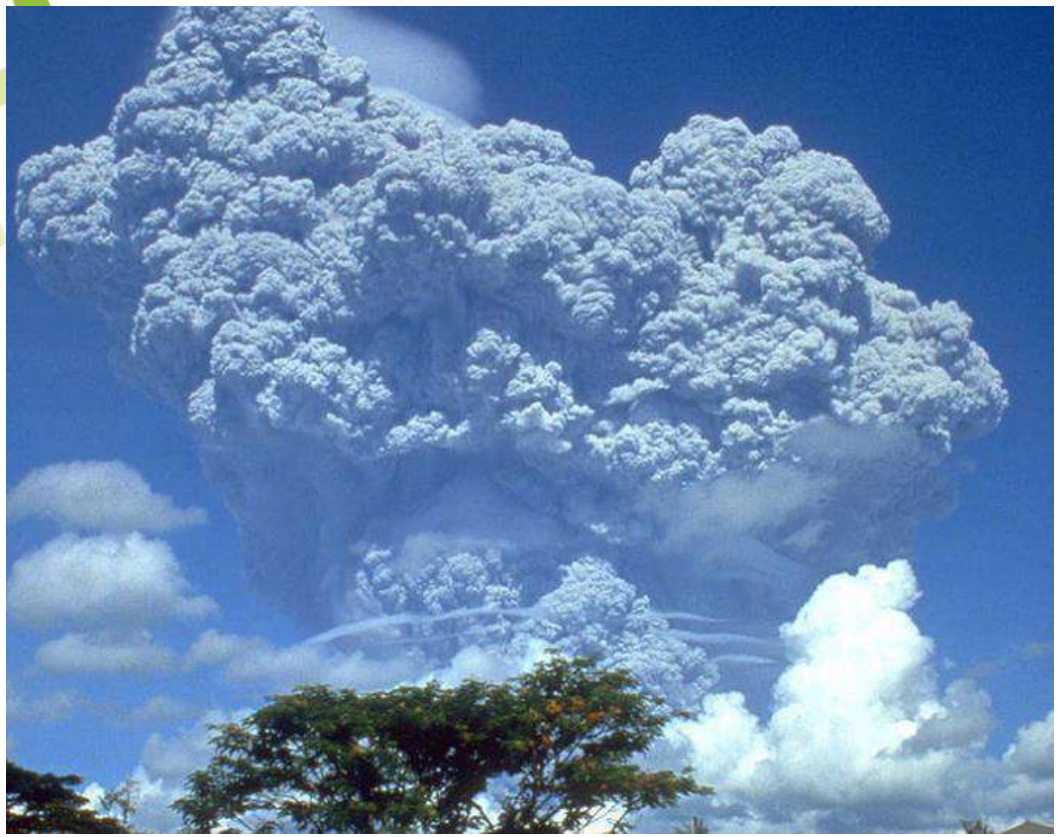
Estudios y evacuación
(instituto nacional de vulcanología y sismología)

R. Batalon, US Air Force 1991.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

GRAN ERUPCIÓN



Rick Hoblitt, U.S. Geological Survey
1991

Ceniza a 34km de altura

Flujos piroclasticos a 12km de su origen

Albert García 1991.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Robert LaPointe, US Air Force. 1991

AVANCE

TIFON

EXPULSION DE 19 MIL TONELADAS DE POLVO Y AEROSOLES A LA ATMOSFERA.

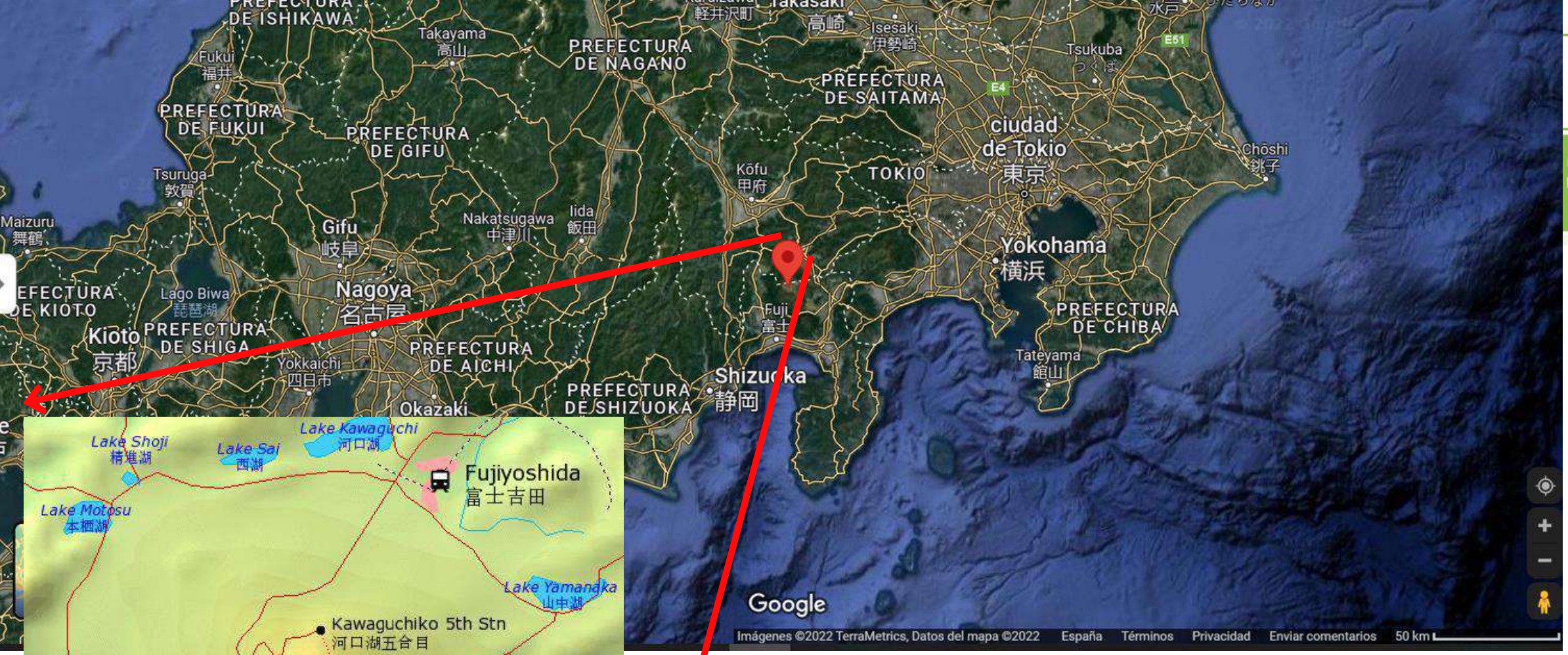
870 MUERTES Y MILLONES DE FONDOS EN INFRAESTRUCTURA Y DIQUES.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MONTE FUJISAN

Monte Fuji(itinari,2019)



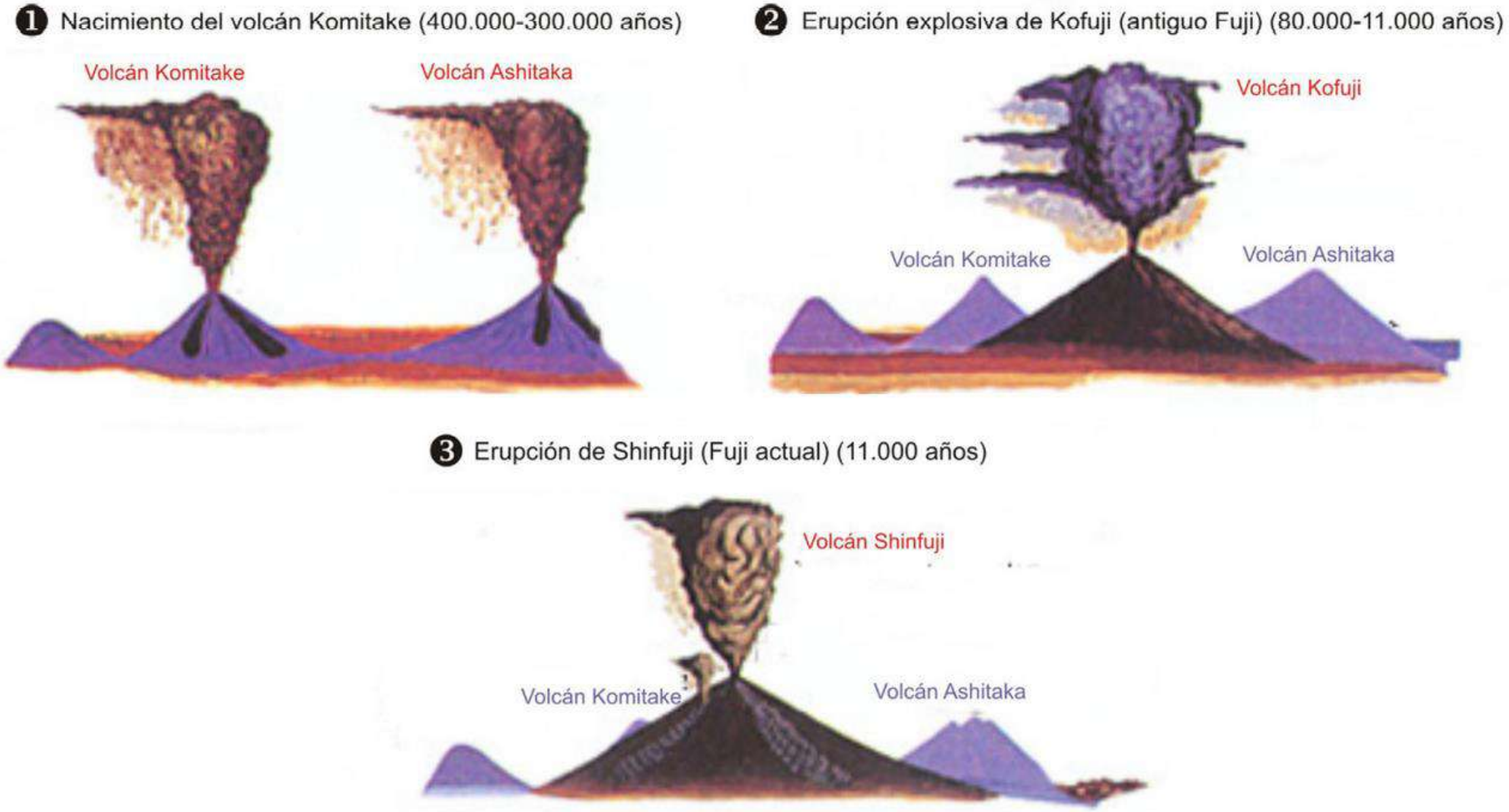
- Japón, isla Honshu en el parque Nacional Fuji-Hakone-Izu
- Edad: 40,000 a 10,000 años
- 3.776 m
- Parcialmente activo
- 3 etapas

Universidad Industrial de Santander

Monte Fuji(itinari,2019)

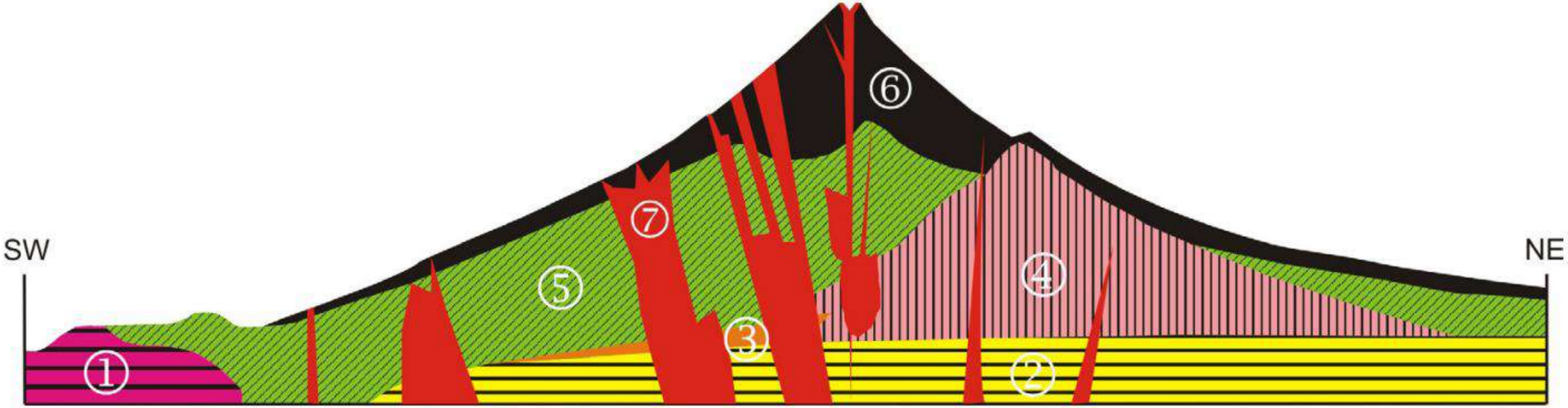
Monte Fuji (NatGeo,2020)

- Estrato volcán
- Forma: Cónica con cumbre helada
- Composición: Basalto
- Potencial de Amenaza: Bajo
- Encuentro de 3 placas tectónicas
- Erupciones: 58



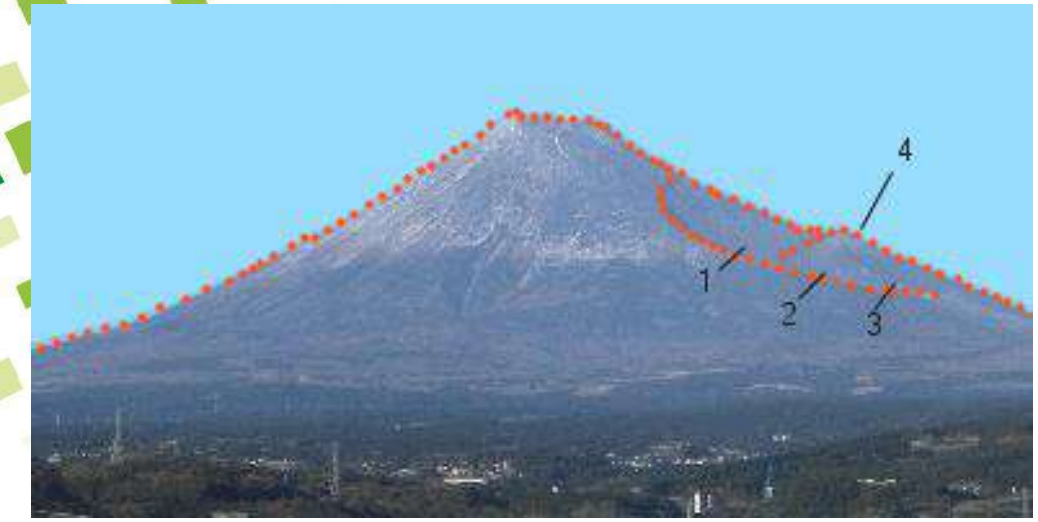
Secuencia evolutiva del Monte Fuji (Fuente: www.fujisannet.gr.jp).

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

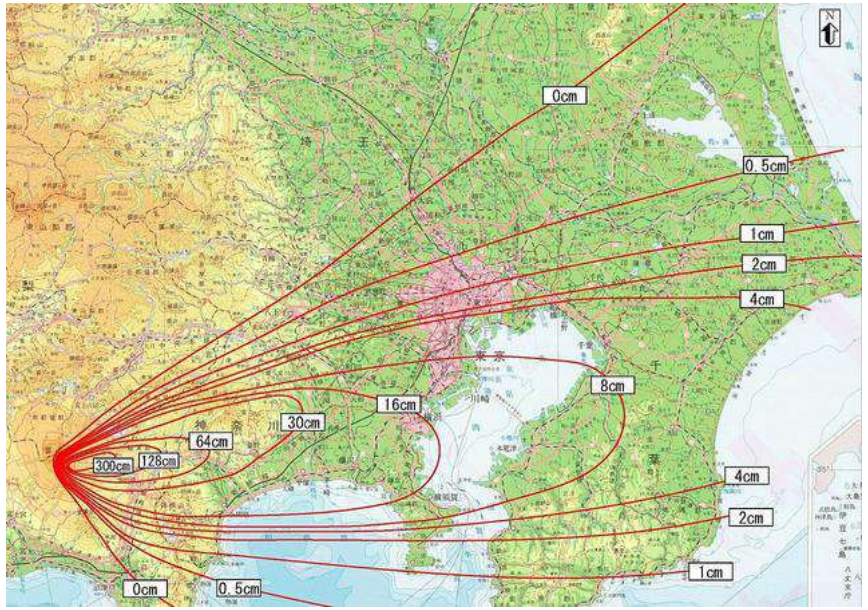


Sección del Monte Fuji. Por orden de antigüedad: 1-Rocas volcánicas cenozoicas; 2-Sedimentos marinos cenozoicos; 3-Volcán Ashitake; 4-Volcán Komitake; 5-Antiguo Fuji (Kofuji); 6-Nuevo Fuji (Shinfuji); 7-Diques de alimentación. (Enseñanzas de las ciencias de la tierra,2018)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



Formaciones tras erupción del 1707, (Wikipedia)



Mapa del espesor de las cenizas y las escorias proyectadas por la erupción de 1707 en la región de Tokio.

16/12/1707

- Erupción Pliniana
- IEV: 5
- Causa: Terremoto(8.6)
- Duración : 2 semanas aprox
- No se registran victimas
- Eventos posteriores: Avalanchas e inundaciones

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

GESTIÓN DE RIESGO VOLCÁNICO EN JAPÓN

Agencia Metereológica de Japón (JMA)

Sistema de Alerta

Clasificación	Término abreviado	Área objetivo	Niveles y claves		Explicación: Actividad volcánica esperada	Explicación: Medidas a tomar por los residentes	Explicación: Medidas a tomar por los montañistas
Aviso de emergencia	Emergencia volcánica en área residencial	Áreas residenciales y no residenciales cercanas al cráter	NIVEL 5 Evacuar		Erupción o erupción inminente que puede causar daños serios en áreas residenciales y no residenciales cercal del cráter	Evacuación de la zona de peligro (las áreas objetivo y las medidas de evacuación se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)	
			NIVEL 4 Prepararse para evacuar		Posibilidad o posibilidad en aumento de erupción que puede causar daños serios en áreas residenciales y no residenciales cercanas al cráter	Preparación para evacuar las áreas de alerta. Evacuación de las personas discapacitadas (las áreas objetivo y las medidas de evacuación se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)	
Aviso	Emergencia volcánica cerca del cráter	Áreas no residenciales cerca del cráter	NIVEL 3 No aproximarse al volcán		Erupción o posibilidad de erupción que puede afectar gravemente a lugares cercanos a áreas residenciales (posible amenaza para la vida en dichas áreas)	Esperar y prestarle atención a los cambios en la actividad volcánica. Preparación de las personas discapacitadas para evacuar de acuerdo con la actividad volcánica en curso	Abstenerse de entrar en la zona de peligro (las áreas objetivo se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)
		Alrededor del cráter	NIVEL 2 No aproximarse al cráter		Erupción o posibilidad de erupción que puede afectar a áreas cerca del cráter (posible amenaza para la vida en dichas áreas)	No se requieren medidas	Abstenerse de acercarse al cráter (las áreas objetivo alrededor del cráter se determinan de acuerdo con la actividad volcánica en curso)
Previsión	Previsión	Dentro del cráter	NIVEL 1 Probabilidad de aumento de la actividad		Calma: posibilidad de emisión de cenizas volcánicas u otros fenómenos en el cráter (posible amenaza para la vida en le cráter)		Sin restricciones (en algunos casos, puede ser necesario abstenerse de acercarse al cráter)

Niveles de Alerta Volcánica (JMA,2021)

«Evaluación del grado de riesgo de desastre volcánico basado en las erupciones históricas».

capacidad de producirse pérdidas según tipo de daño eruptivo volcánico

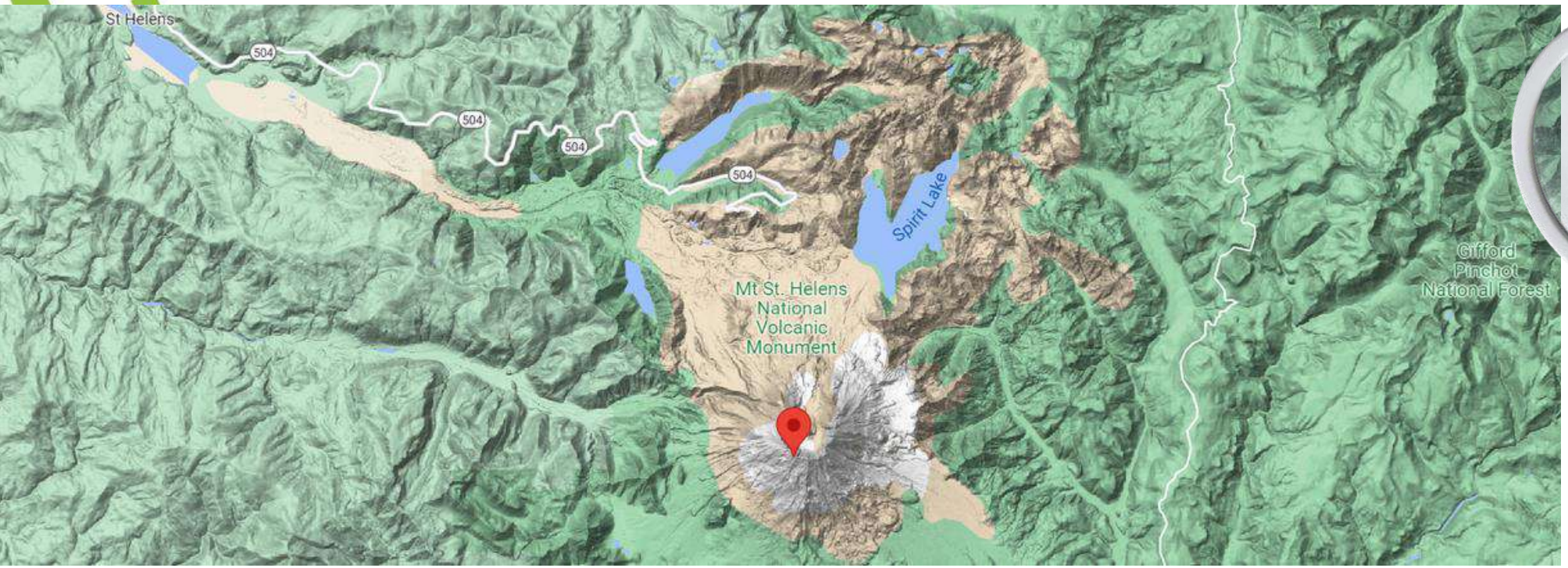
evaluación de la peligrosidad volcánica según el registro de erupciones históricas.

Acumulación de cenizas volcánicas	Consecuencias típicas
1 cm	Conducir un vehículo se vuelve difícil. El transporte público se ve afectado.
2 cm	Muchas personas sienten trastornos bronquiales.
2-3 cm	Se interrumpe el sistema de transporte público.
10 cm	Daños a estructuras viejas de madera, como derrumbes de tejados.
20-30 cm	La mayoría de las estructuras de madera sufren daños.
50 cm	Más de la mitad de las estructuras de madera se derrumban.
1 m	La mayoría de las estructuras de madera se derrumban.

Acumulación de cenizas volcánicas y sus consecuencias para las estructuras.

Fuente: GIRO

MONTE SANTA HELENA (EE.UU)

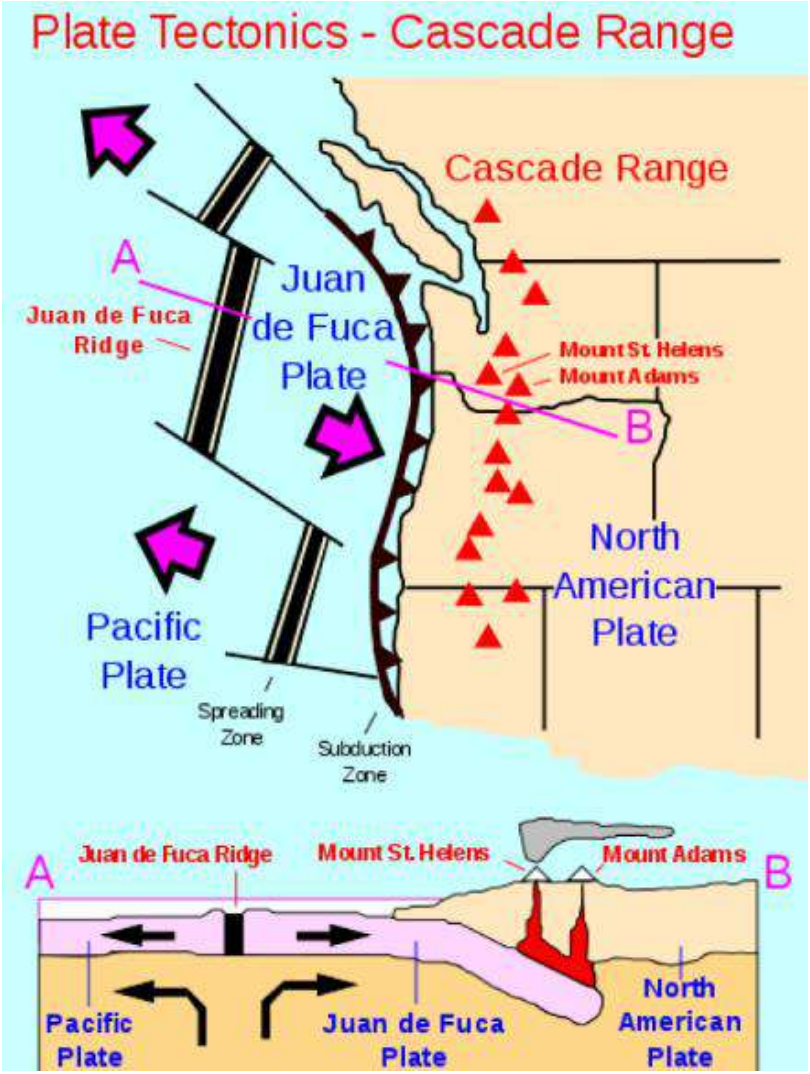


Universidad Industrial de Santander

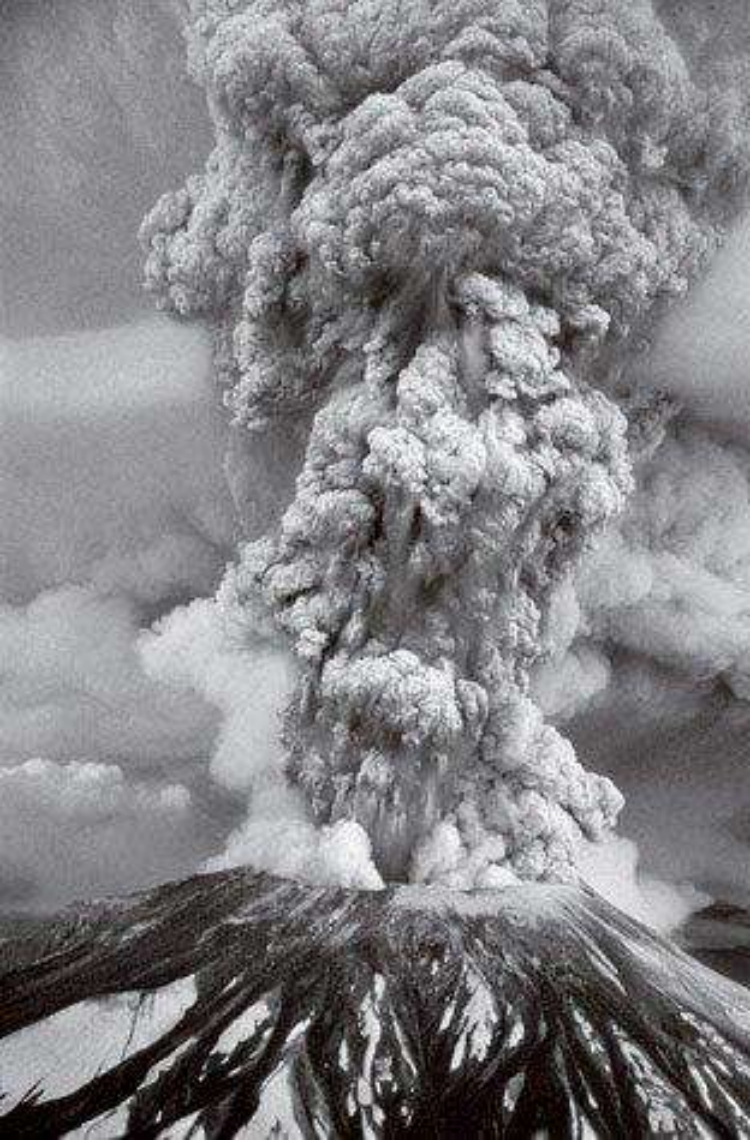
- Estado de Washigton, EE.UU, condado de Skamania
- 2950 m
- Forma: Cónica
- Estrato volcán
- Activo
- Erupciones: 40
- Edad: 4,000 años
- 4 etapas

Google Maps

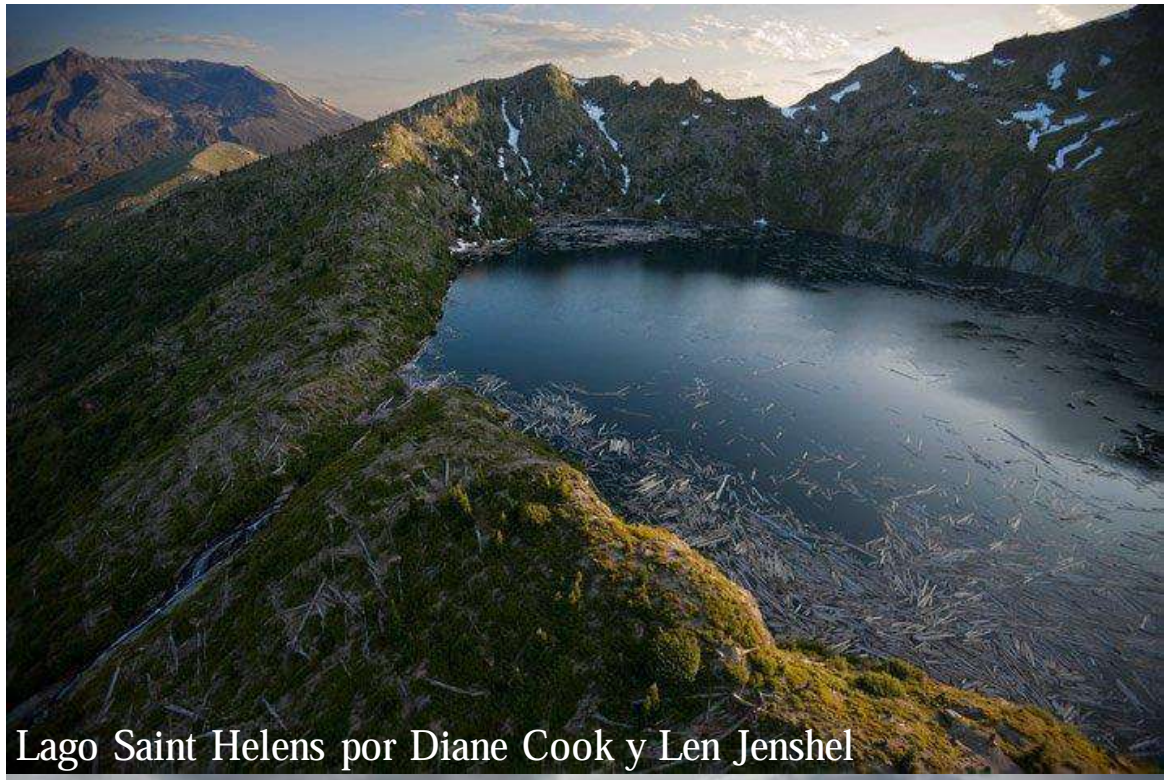
Monte Santa Helena, 17 de Mayo de 1980



- Subducción de la placa Juan de Fuca bajo la parte norte del borde occidental de la placa Norteamericana.



Erupcion Monte Santa Helena, 1980
Roger Werth / Daily News



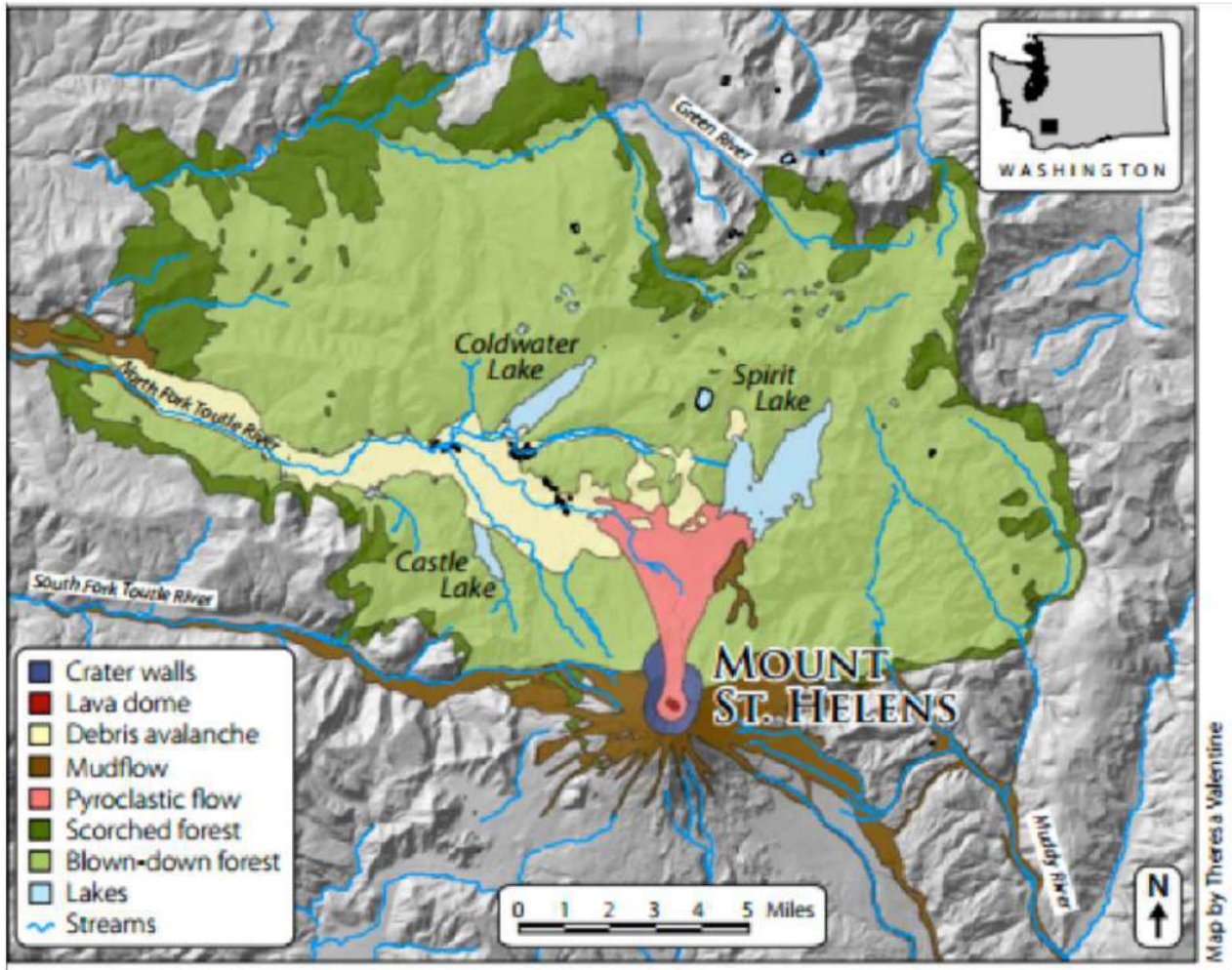
Lago Saint Helens por Diane Cook y Len Jenshel

Lago Spirit

Universidad Industrial de Santander

18/05/1980

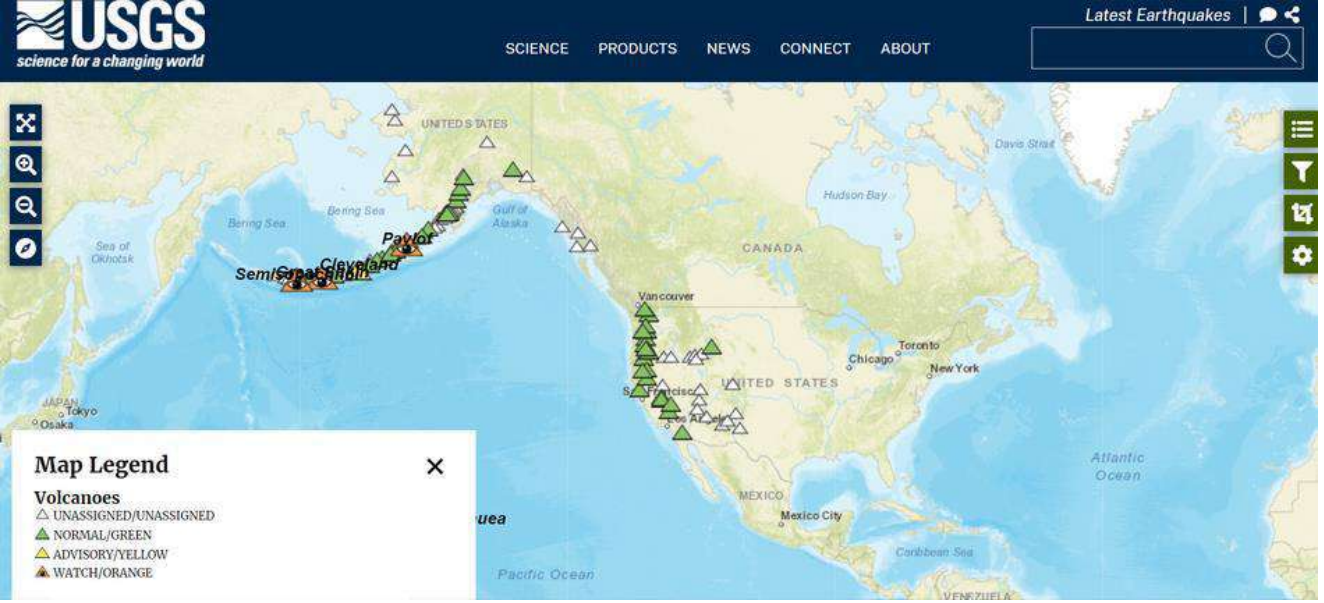
- Erupción Pliniana
- Causa: Terremoto
- Duración : 9 horas
- 57 muertes
- 250 Casas destruidas
- 47 puentes destruidos
- Altura de la cumbre reducida a 2.550 m
- Alcance de 500 km2 de avalancha de escombros
- 1,100 millones de dolares en perdidas
- IEV: 5
- Crater en forma de herradura de 2 x 3.5 km

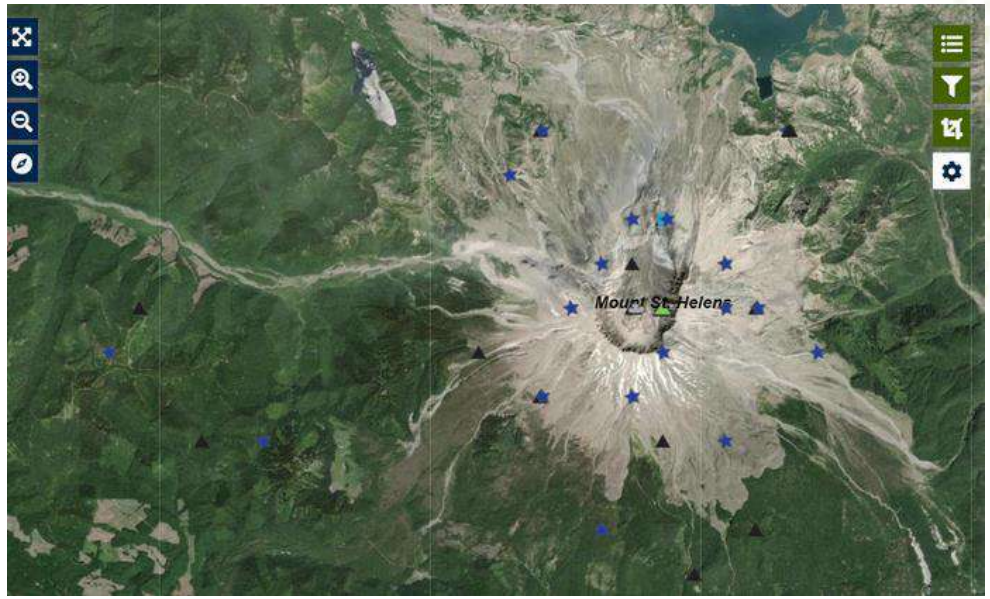


Map shows the disturbance zones created by the May 18, 1980, eruption of Mount St. Helens.

Vista del volcán Santa Helena, 19 de Mayo de 1982

Lago Spirit





Universidad Industrial de Santander

Volcano Activity Notifications

There are 161 potentially active volcanoes in the United States. USGS Volcano Observatories release regular notifications to communicate increases or decreases in volcanic activity and to explain any unusual or hazardous circumstances.

Get Latest Updates

Volcano Hazards Assessments

Long-term hazards assessments identify locations at risk from volcanic hazards. They are released as high-resolution hazards-zonation maps with accompanying explanations, which help guide eruption preparedness plans.

Access Assessments

U.S. Volcano Observatories

Volcano Observatory staff monitor, research, and issue formal notices of activity for volcanoes in assigned geographic areas. Scientists also assess volcano hazards and work with communities to prepare for volcanic eruptions.

Alaska Volcano Observatory (AVO)

USGS California Volcano Observatory (CalVO)

USGS Cascades Volcano Observatory (CVO)

USGS Hawaiian Volcano Observatory (HVO)

Yellowstone Volcano Observatory

BIBLIOGRAFÍA

- Atlas geológico de cuatro montañas míticas.Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (2018)
- colaboradores de Wikipedia. (2020, 3 diciembre). Erupción del monte Fuji de la era Hōei. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Erupci%C3%B3n_del_monte_Fuji_de_la_era_H%C5%8Dei
- colaboradores de Wikipedia. (2022, 10 marzo). Monte Santa Helena. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Monte_Santa_Helena
- Creativo, E. S., & Creativo, E. S. (2014). Santa Helena –. El Ser Creativo. https://elsercreativo.wordpress.com/tag/santa-helena/
- G. (2016, 18 mayo). Volcán Fuji - Información y Características. Información y Características | Ciencias de La Tierra. https://www.geoenciclopedia.com/fuji/
- Harry, M. (2022, 21 junio). El Monte Fuji, la montaña sagrada del patrimonio mundial. itinari. https://www.itinari.com/es/mt-fuji-the-world-heritage-holy-mountain-jrss
- Portillo, G. (2022, 2 marzo). Monte Santa Helena. Meteorología en Red. https://www.meteorologiaenred.com/monte-santa-helena.html
- Servicio geológico de los Estados Unidos,2022
- tok.wiki. (2019). Monte Santa Elena Descripción entorno geográficoyGeología. Monte Santa Elena Descripción. https://hmong.es/wiki/Mount_St._Helen
- U. (2022, 21 junio). MONTE FUJI. MONTE FUJI. http://biologiaygeologiarusinol.blogspot.com/2016/06/monte-fuji.html
- (2021b, septiembre 29). El mapa de los volcanes en el mundo - Mapas de. El Orden Mundial - EOM. https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/mapa-volcanes-mundo/
- tok.wiki. (2019). Monte Santa Elena Descripción entorno geográficoyGeología. Monte Santa Elena Descripción. https://hmong.es/wiki/Mount_St._Helens
- V. (2021, 27 julio). Monte Fuji. Volcanes. https://volcanes.org/monte-fuji/
- Colaboradores wikipedia (2022). https://es.wikipedia.org/wiki/Erupci%C3%B3n_del_Krakatoa_de_1883
- El Agora (2020). https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/cambio-climatico/krakatoa-erupcion-lava-indonesia/
- Ventanas al universo. https://www.windows2universe.org/earth/interior/Krakatoa.html&lang=sp#:~:text=Krakatoa%20sol%C3%ADa%20ser%20una%20isla,Australiana%20bajo%20la%20placa%20Euroasi%C3%A1tica.
- Verde y azul (2008). https://verdeyazul.diarioinformacion.com/1883-el-desastre-del-volcan-krakatoa-que-beneficio-al-sureste-espanol.html
- Volcania (2020). https://volcanianoficial.com/monte-pinatubo/
- Colaboradores Wikipedia (2022).https://es.wikipedia.org/wiki/Pinatubo

ESCENARIO VOLCÁNICO A NIVEL NACIONAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.

Universidad Industrial de Santander

PRESENTADO POR :

Yessid Fernando Zabala Garces

María Valentina Rodríguez

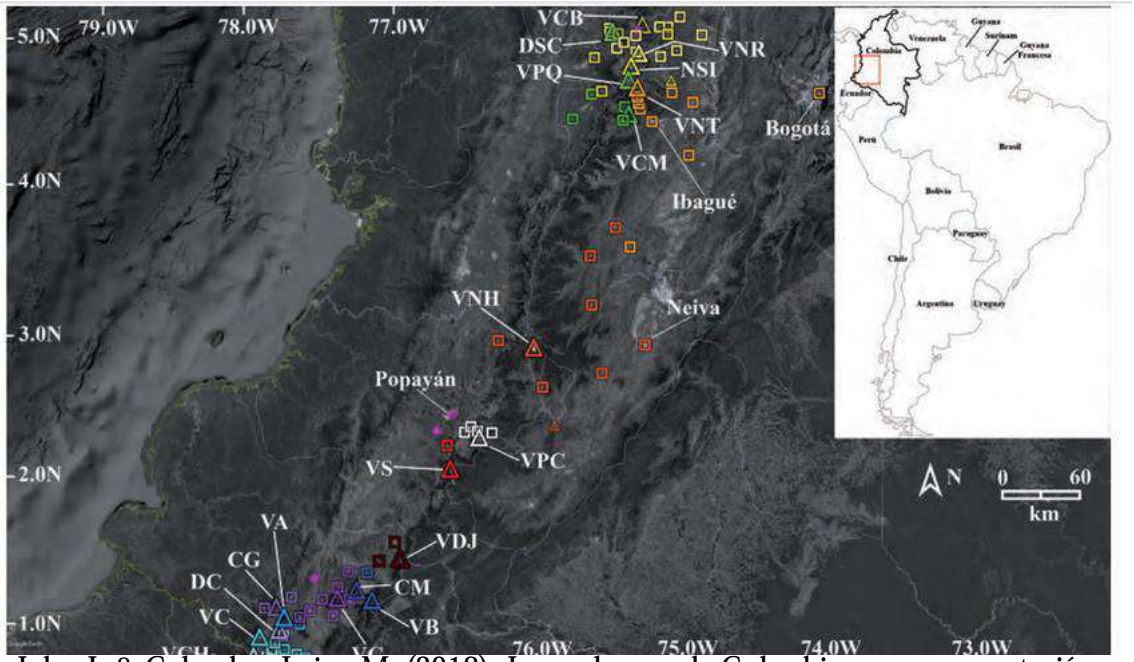
#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

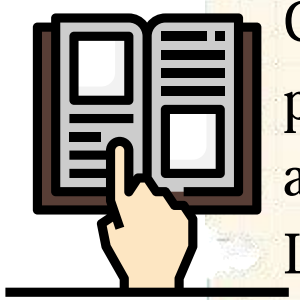
CONTENIDO

- Introducción geológica
- Gestión de riesgos- Generalidades
- Eventos eruptivos a nivel nacional

INTRODUCCIÓN
Ubicación



Sánchez, John J, & Calvache, Luisa M. (2018). Los volcanes de Colombia y su representación en diversos contextos. Boletín de Geología



Colombia es de los paises con mayor actividad volcánica en Latinoamérica

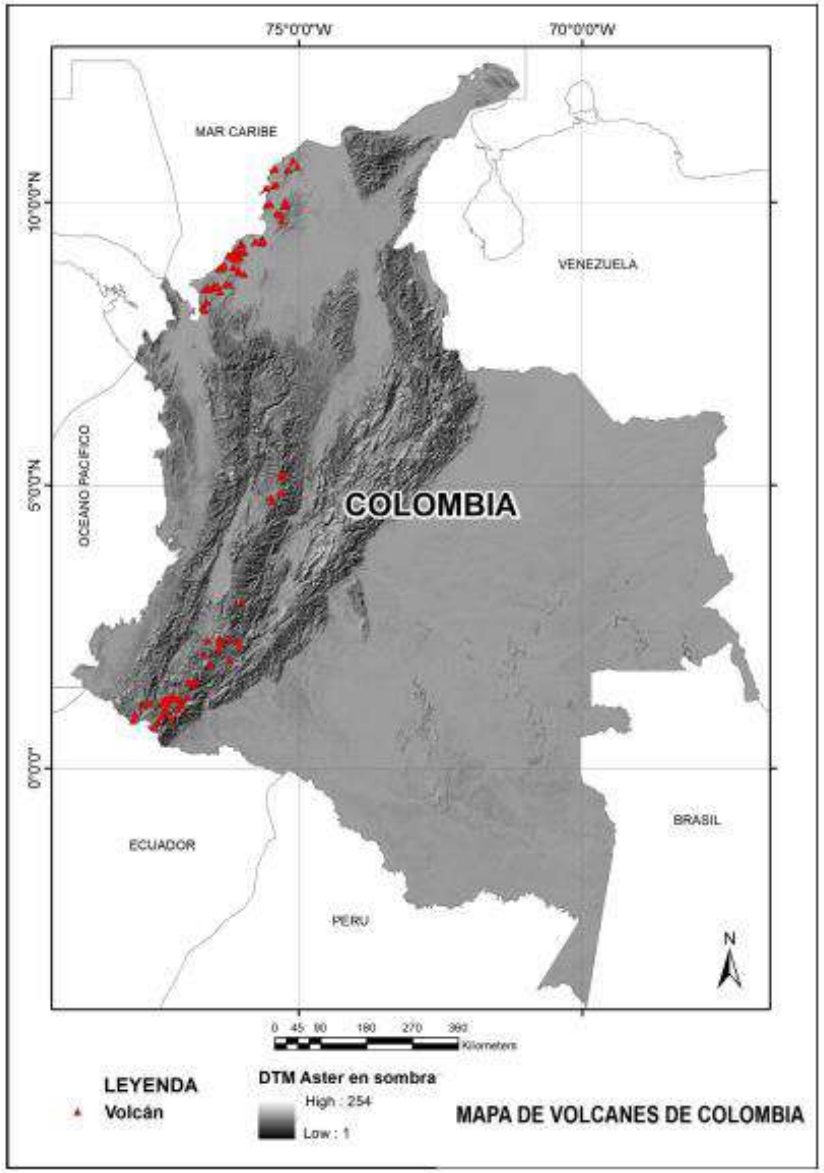


Figura 1. Localización de volcanes en Colombia

Fuente: elaboración propia con datos del Servicio Geológico Colombiano y base del modelo digital de terreno en sombras de la NASA.

Percepciones sobre fenómenos volcánicos: elementos para la gestión del riesgo en Colombia. (2020). Revista perspectiva Geográfica.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

SEGMENTO VOLCÁNICO NORTE

- El Escondido (1 700 m. snm)
- Cerro Bravo (4 000 m. snm) con sus calderas y complejo de domos de lava
- Kumanday o Volcán Nevado del Ruiz (5 321 m. snm) con su gran cráter Arenas
- El Nevado de Santa Isabel (4 965 m. snm)
- La gran mole del Paramillo de Santa Rosa (4 600 m. snm)
- Nevado del Tolima (5 215 m. snm)
- El Cerro Machín (2 750 m. snm) con su cráter tipo anillo piroclástico, ocupado por domos de lava y el relicto de una laguna cratérica.
- Se reconocen otros volcanes como La Olleta, Piraña, Paramillo del Cisne y Paramillo del Quindío.

SEGMENTO VOLCÁNICOCENTRO

- Nevado del Huila (5 364 m. snm)
- La gran Cadena Volcánica de Los Coconucos haciendo parte de ella, el Puracé (4 640 m. snm) con sus 2 cráteres concéntricos
- Pan de Azúcar (4 650 m. snm)
- Sotará (4 580 m. snm)

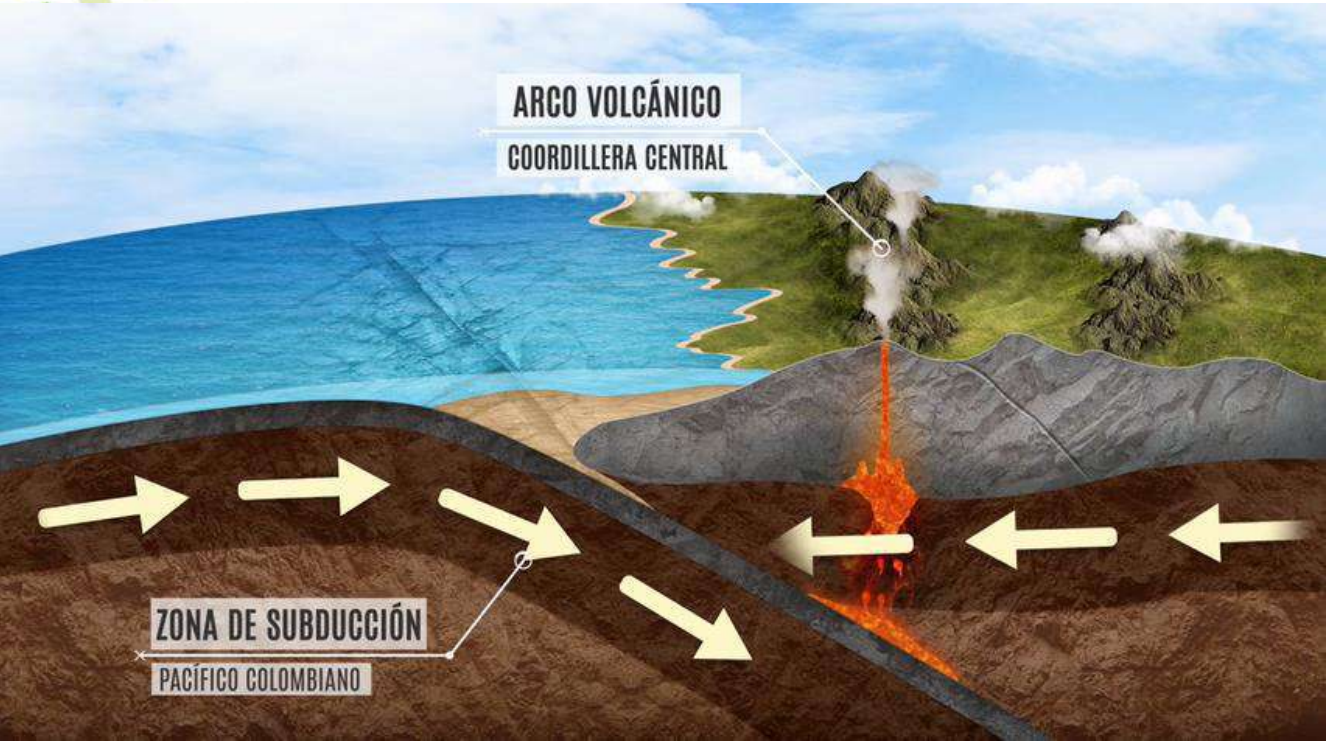
SEGMENTO VOLCÁNICO SUR

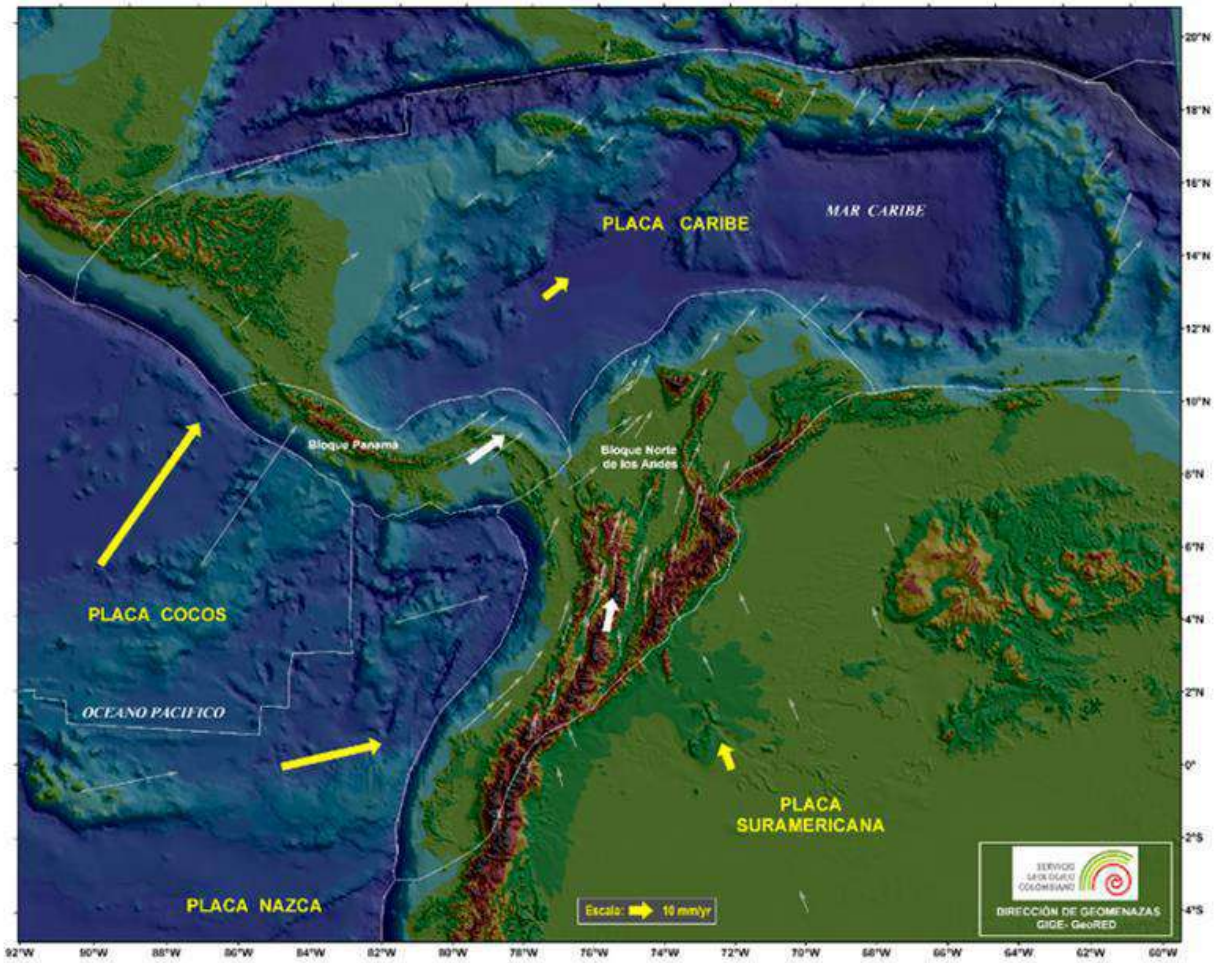
- Volcán Doña Juana (4 160 m. snm)
- Volcanes Ánimas (4 300 m. snm) y Petacas (4 400 m. snm
- Galeras (4 276 m. snm)
- Azufral (4 070 m. snm)
- Nevado de Cumbal (4 764 m. snm)
- Volcanes Chiles (4 748 m. snm)
- Cerro Negro (4 470 m. snm)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

FORMACIÓN





SGC(2018)

Volcanes	Altitudes	Última erupción
Nevado del Huila	5 365 m	2008
Nevado del Ruiz	5 321 m	1991
Nevado del Tolima	5 200 m	1943
Santa Isabel	4 950 m	-2800 ±100 años
Cumbal	4 764 m	1926
Puracé	4 650 m	1977
Cerro Negro	4 445 m	1936
Sotará	4 400 m	?
Galeras	4 276 m	2010
Doña Juana	4 150 m	1906
Azufral	4 070 m	alrededor de -930
Petacas	4 054 m	-5950 ±500 años
Cerro Bravo	4 000 m	1720 ±150 años
Romeral	3 858 m	-5950 ±500 años
Cerro Machin	2 750 m	1180 ±150 años

El estudio geológico de los edificios volcánicos es de gran importancia por varias razones: el volcanismo aporta información muy valiosa sobre el interior del planeta, existen recursos minerales y energéticos asociados a ese fenómeno, los asentamientos humanos son frecuentes cerca de los volcanes en parte por la buena calidad de los suelos volcánicos pero estos últimos generan situaciones de riesgo que es conveniente estudiar. La investigación sobre el vulcanismo es interdisciplinaria e involucra estudios geofísicos, petrológicos, geoquímicos, geocronológicos, geodinámicos, ambientales y de amenaza(SGC)

Erupciones Volcánicas en Colombia

1899 NARIÑO

El volcán Doña Juana hizo erupción

1936 NARIÑO

El volcán Galeras, luego de una intensa actividad de varios años

1949 CAUCA

el volcán Puracé "efectuó una de las más demoledoras explosiones, lanzando miles de piedras encendidas"

1985 TOLIMA Y CALDAS

El volcán nevado del Ruiz hizo erupción y ocasionó una avalancha de lodo que enterró a Armero

Observatorio Vulcanológico de Manizales

Fecha ⇕	Volcán ⇕	Características ⇕	dañados ⇕
30/04/1899	Doña Juana	Explosión, posible flujo piroclástico.	Graves daños en Las Mesas, población abandonada. 30 pérdidas de vida en la región.
13/11/1989	Doña Juana	Erupción, lluvia de bloques y ceniza. Represamiento de la quebrada La Resina.	Pérdidas de vida entre 50 y 60 personas; flujos de escombros de la Resina destruyen el puente Juanambú, causando daños en fincas.
14/08/1936	Doña Juana	Explosión, flujo de lodo por la quebrada La Resina.	-16 pérdidas de vida, destrucción del puente Juanambú.
26/05/1949	Puracé	Explosión, lluvia del bloque cerca del cráter.	16 estudiantes de la Universidad del Cauca y un acompañante pierden la vida en el borde del cráter
13/11/1985	Nevado del Ruiz	Erupción, lluvia de bloques incandescentes alrededor del cráter. La fusión parcial del casquete glaciar origina flujos de lodos por los ríos Lagunilla y Chinchiná.	Destrucción del municipio de Armero, más de 100 kilómetros cuadrados cubiertos. 24 mil pérdidas de vida. Daños y víctimas en menor cantidad en el flanco occidental.
14/01/1993	Galeras	Pequeña explosión, lluvia de bloques.	Nueve personas mueren cerca del cráter.

Principales desastres por erupciones volcánicas en Colombia(UNGRD,2022)

Tomado y modificado de Espinoza (2012).

Gestión de riesgos y desastres en Colombia-Vulcanología

Armero,1985

Amenaza Volcánica : Conjunto de fenómenos que producen un volcán que puede provocar daños a las personas o bienes expuestos (SGC)

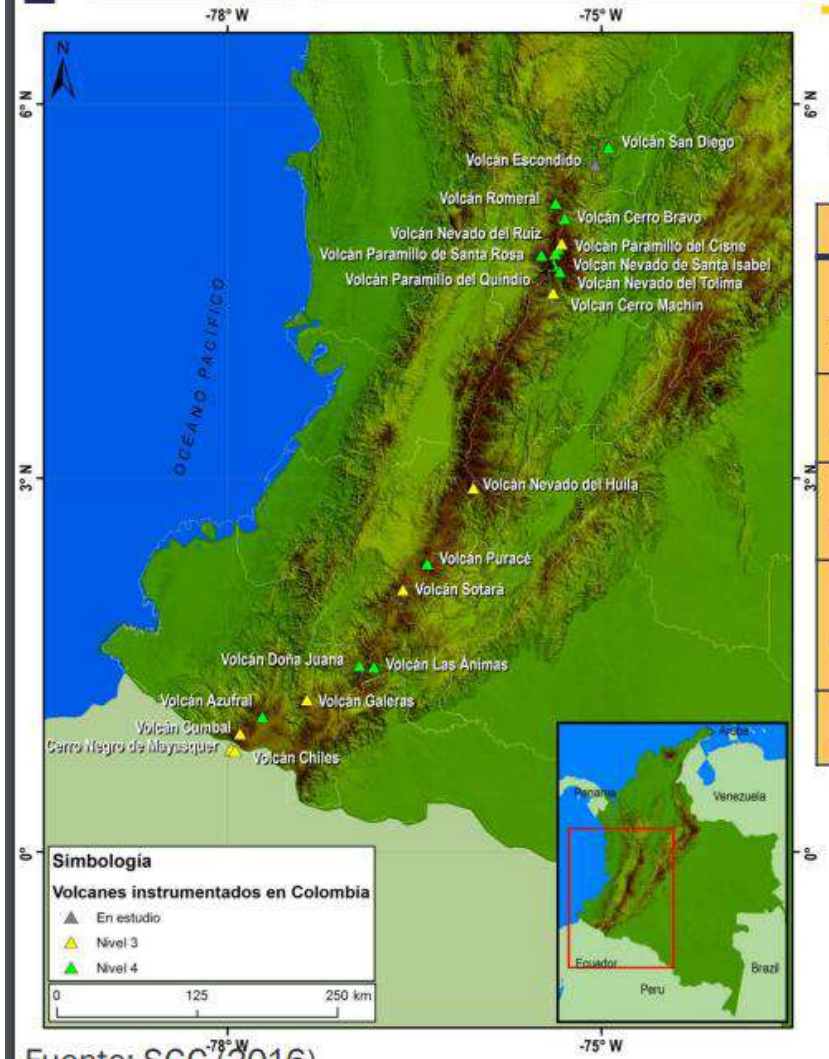
Estudio de amenaza volcánica:

- Investigación de depósitos
- Registro histórico de erupciones
- Modelamiento de fenómenos volcánicos

Observatorio	Volcán	Mapa de Amenazas	Monitoreado	Municipios	Departamentos	Población Urbana	Población Rural	Población Total
SGC-OVSP	Chiles	X	X	47	2	517144	497565	1014709
	Cerro Negro	X	X	46	2	528093	493761	1021854
	Complejo Volcánico Cumbal	X	X	9	1	12884	65608	78492
	Azufral	X	X	56	2	540768	548555	1089323
	Galeras	X	X	50	3	450320	408242	858562
	Doña Juana		X	15	3	19209	56737	75946
	Las Ánimas		X	11	3	11473	33802	45275
SGC-OVSPop	Nevado del Huila	X	X	42	4	310766	531006	841772
	Puracé	X	X	17	2	304885	163902	468787
	Sotará	X	X	16	3	27930	123484	151414
	Sucubún		X	8	2	0	31040	31040
SGC-OVSM	Nevado del Ruíz	X	X	64	7	1628336	411665	2040001
	Cerro Bravo	X	X	19	2	372292	39400	411692
	Cerro Machín	X	X	33	4	607133	126142	733275
	El Escondido		X	7	2	20514	25062	45576
	Nevado del Tolima	X	X	19	5	26843	38059	64902
	Nevado Santa Isabel	X	X	23	5	4168	41726	45894
	Romeral		X	10	2	58760	31595	90355
	Paramillo de Santa Rosa		X	14	4	58892	49576	108468
	Paramillo del Cisne		X	12	4	1370	29956	31326
	Paramillo del Quindío		X	9	4	0	36856	36856
	San Diego		X	8	2	4001	18923	22924
	Complejo Volcánico Cerro España		X	11	4	0	35559	35559

SGC

Exposición actividad volcánica



Fuente: SGC (2016)

En Colombia, se reconocen 21 volcanes activos.

DEPARTAMENTO	VOLCÁN	POBLACION EXPUESTA POR MUNICIPIO (DANE 2005)
Tolima (24 municipios)	Nevado del Ruiz, Cerro Machín	1.051.080
Caldas (4 municipios)	Nevado del Ruiz	519.346
Nariño (9 municipios)	Galeras, Cumbal, Chiles y Cerro Negro	558.043
Cauca (3 municipios)	Nevado del Huila	65.025
Huila (5 municipios)	Nevado del Huila	115.449

La población expuesta a la amenaza volcánica en los principales volcanes es de

2.308.943 habitantes

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS VOLCANES ANALIZADOS

Volcanes analizados	Condiciones territoriales	Actores sociales en la zona de influencia
Volcán Nevado del Huila: la altura del pico central es de 5.364 m s. n. m. y corresponde al punto más alto de la cordillera Central y de los Andes en Colombia. Cuenta con un casquete glaciar drenado por el río Páez.	Su zona de influencia principal es el municipio de Páez, entre los departamentos de Cauca y Huila.	Con aproximadamente 33.000 habitantes expuestos a amenaza alta.
Volcán Machín: Con 2.750 m s. n. m., es el volcán activo con menor altura sobre el nivel del mar y el único con menos de 4.000 metros.	La zona de influencia del volcán comprende parte de tres departamentos con centros urbanos como Ibagué, Armenia y Girardot, y doce municipios más.	Existen 31.000 habitantes expuestos a amenaza alta. El 35% de la población vive en la cabecera de Cajamarca y el 65% en el resto.
Volcán Nevado del Ruiz: posee una forma alargada, con un diámetro mayor en su base de quince km de longitud y un cráter activo de 870 x 830 m de diámetro y profundidad de 247 m.	Con influencia en los municipios de Manizales, Villamaría, Palestina, Chinchiná y Neira.	Cuenta con 26.000 habitantes ubicados en la zona de amenaza.
Volcán Galeras: ubicado al sur del país, a 512 km al suroeste de Bogotá. La cima del edificio destruido tiene una altura de 4.276 m s. n. m. Su drenaje es radial excéntrico.	Con influencia en siete municipios, entre ellos la ciudad capital, Pasto, que albergan aproximadamente 500.000 habitantes.	Tiene 10.000 habitantes indígenas y campesinos en su zona de amenaza alta.

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2016); Campos et al. (2012); Calvache (2002) y Vega (2013).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

NEVADO DEL RUIZ

SGC

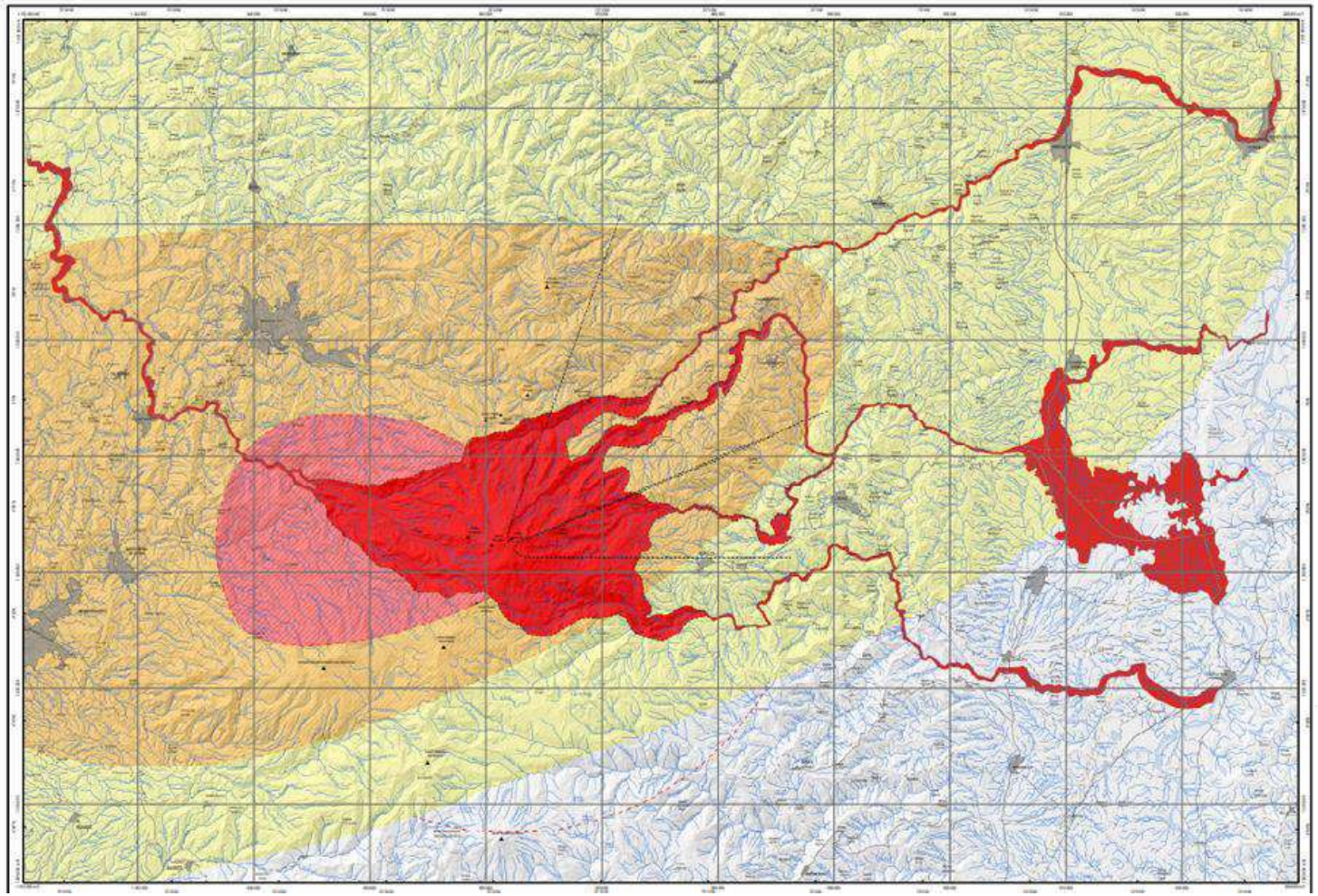
Cumbre del volcán y zonas aledañas cubiertas de nieve. / Fotografía cortesía de: The NASA Expedition.

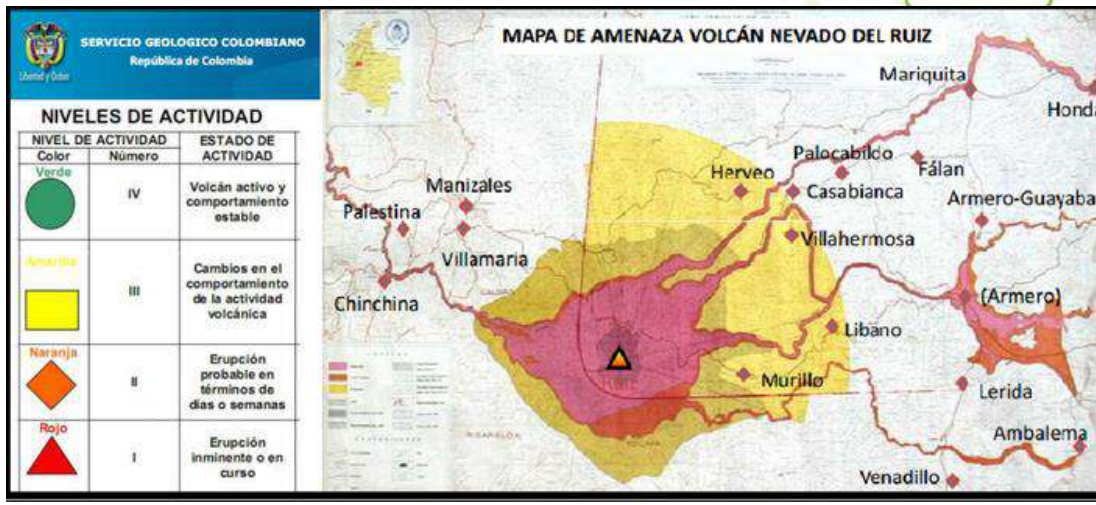
- Tolima, Colombia
- 5321m
- Forma: Cónica
- Estratovolcán
- Activo
- Etapas 3
- Erupciones: 21
- Edad: 1.8 millones de años
- 3 etapas
- Composición: Andesítica

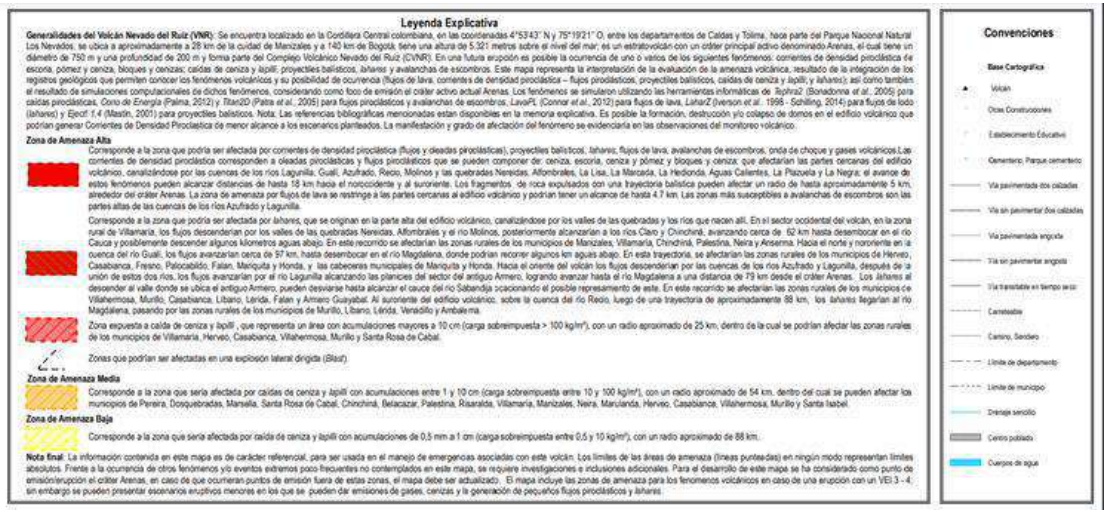
El Espectador

13/11/1985

- Erupción: vulcaniana (Subpliniana)
- Causa: Mágma fragmentado
- Duración : 9 horas
- 25000 muertes
- Alcance de 4.7 km2 de avalancha de escombros
- 7000 millones de dolares en perdidas
- IEV: 3







Leyenda Explicativa

Generalidades del Volcán Nevado del Ruiz (VNR): Se encuentra localizado en la Cordillera Central colombiana, en las coordenadas 4°53'43" N y 75°19'21" O, entre los departamentos de Caldas y Tolima, hace parte del Parque Nacional Natural Los Nevados, se ubica a aproximadamente a 28 km de la ciudad de Manizales y a 140 km de Bogotá, tiene una altura de 5.321 metros sobre el nivel del mar; es un estratovolcán con un cráter principal activo denominado Arenas, el cual tiene un diámetro de 750 m y una profundidad de 200 m y forma parte del Complejo Volcánico Nevado del Ruiz (CVNR). En una futura erupción es posible la ocurrencia de uno o varios de los siguientes fenómenos: corrientes de densidad piroclástica (e escoria, pómez y ceniza, bloques y cenizas; caídas de ceniza y lapilli; proyectiles balísticos, lahares y avalanchas de escombros. Este mapa representa la interpretación de la evaluación de la amenaza volcánica, resultado de la integración de los registros geológicos que permiten conocer los fenómenos volcánicos y su posibilidad de ocurrencia (flujos de lava, corrientes de densidad piroclástica – flujos piroclásticos, proyectiles balísticos, caídas de ceniza y lapilli; y lahares); así como también el resultado de simulaciones computacionales de dichos fenómenos, considerando como foco de emisión el cráter activo actual Arenas. Los fenómenos se simularon utilizando las herramientas informáticas de *Tephra2* (Bonadonna *et al.*, 2005) para caídas piroclásticas, *Osso de Energía* (Palma, 2012) y *Titan2D* (Patra *et al.*, 2005) para flujos piroclásticos y avalanchas de escombros; *LavaFl*, (Connor *et al.*, 2012) para flujos de lava, *LaharZ* (Iverson *et al.* 1998 - Schilling, 2014) para flujos de lodo (lahares) y *Ejecf* 1.4 (Mastin, 2001) para proyectiles balísticos. Nota: Las referencias bibliográficas mencionadas estan disponibles en la memoria explicativa. Es posible la formación, destrucción y/o colapso de domos en el edificio volcánico que podrían generar Corrientes de Densidad Piroclástica de menor alcance a los escenarios planteados. La manifestación y grado de afectación del fenómeno se evidenciaría en las observaciones del monitoreo volcánico.

Zona de Amenaza Alta

Corresponde a la zona que podría ser afectada por corrientes de densidad piroclástica (flujos y oleadas piroclásticas), proyectiles balísticos, lahares, flujos de lava, avalanchas de escombros, onda de choque y gases volcánicos.Las corrientes de densidad piroclástica corresponden a oleadas piroclásticas y flujos piroclásticos que se pueden componer de: ceniza, escoria, ceniza y pómez y bloques y ceniza; que afectarían las partes cercanas del edificio volcánico, canalizándose por las cuencas de los ríos Lagunilla, Gualí, Azufrado, Recio, Molinos y las quebradas Nereidas, Alfombrales, La Lisa, La Marcaria, La Hedionda, Aguas Calientes, La Platoveia y La Negra; el avance de estos fenómenos pueden alcanzar distancias de hasta 18 km hacia el noroccidente y al suroriente. Los fragmentos de roca expulsados con una trayectoria balística pueden afectar un radio de hasta aproximadamente 5 km, alrededor del cráter Arenas. La zona de amenaza por flujos de lava se restringe a las partes cercanas al edificio volcánico y podrían tener un alcance de hasta 4.7 km. Las zonas más susceptibles a avalanchas de escombros son las partes altas de las cuencas de los ríos Azufrado y Lagunilla.

Corresponde a la zona que podría ser afectada por *lahares*, que se originan en la parte alta del edificio volcánico, canalizándose por los valles de las quebradas y los ríos que nacen allí. En el sector occidental del volcán, en la zona rural de Villamaría, los flujos descenderían por los valles de las quebradas Nereidas, Alfombrales y el río Molinos, posteriormente alcanzarían a los ríos Claro y Chinchiná, avanzando cerca de 62 km hasta desembocar en el río Cauca y posiblemente descender algunos kilómetros aguas abajo. En este recorrido se afectarían las zonas rurales de los municipios de Manizales, Villamaría, Chinchiná, Palestina, Neira y Anserma. Hacia el norte y nororiente en la cuenca del río Gualí, los flujos avanzarían cerca de 97 km, hasta desembocar en el río Magdalena, donde podrían recorrer algunos km aguas abajo. En esta trayectoria, se afectarían las zonas rurales de los municipios de Herveo, Casabianca, Fresno, Palocabildo, Fálan, Mariquita y Honda, y las cabeceras municipales de Mariquita y Honda. Hacia el oriente del volcán los flujos descenderían por las cuencas de los ríos Azufrado y Lagunilla, después de la unión de estos dos ríos, los flujos avanzarían por el río Lagunilla alcanzando las planicies del sector del antiguo Armero, logrando avanzar hasta el río Magdalena a una distancia de 79 km desde el cráter Arenas. Los *lahares* al descender al valle donde se ubica el antiguo Armero, pueden desviarse hasta alcanzar el cauce del río Sábandija ocasionando el posible represamiento de este. En este recorrido se afectarían las zonas rurales de los municipios de Villahermosa, Murillo, Casabianca, Libano, Lérida, Falan y Armero Guayabal. Al suroriente del edificio volcánico, sobre la cuenca del río Recio, luego de una trayectoria de aproximadamente 88 km, los *lahares* llegarían al río Magdalena, pasando por las zonas rurales de los municipios de Murillo, Libano, Lérida, Venadillo y Ambalema.

Zona expuesta a caída de ceniza y lapilli , que representa un área con acumulaciones mayores a 10 cm (carga sobreimpuesta > 100 kg/m²), con un radio aproximado de 25 km, dentro de la cual se podrían afectar las zonas rurales de los municipios de Villamaría, Herveo, Casabianca, Villahermosa, Murillo y Santa Rosa de Cabal.

Zonas que podrían ser afectadas en una explosión lateral dirigida (*Blast*).

Zona de Amenaza Media

Corresponde a la zona que sería afectada por caídas de ceniza y lapilli con acumulaciones entre 1 y 10 cm (carga sobreimpuesta entre 10 y 100 kg/m²), con un radio aproximado de 54 km, dentro del cual se pueden afectar los municipios de Pereira, Dosquebradas, Marsella, Santa Rosa de Cabal, Chinchiná, Belacazar, Palestina, Risaralda, Villamaría, Manizales, Neira, Marulanda, Herveo, Casabianca, Villahermosa, Murillo y Santa Isabel.

Zona de Amenaza Baja

Corresponde a la zona que sería afectada por caída de ceniza y lapilli con acumulaciones de 0,5 mm a 1 cm (carga sobreimpuesta entre 0,5 y 10 kg/m²), con un radio aproximado de 88 km.

Nota final: La información contenida en este mapa es de carácter referencial, para ser usada en el manejo de emergencias asociadas con este volcán. Los límites de las áreas de amenaza (líneas punteadas) en ningún modo representan límites absolutos. Frente a la ocurrencia de otros fenómenos y/o eventos extremos poco frecuentes no contemplados en este mapa, se requiere investigaciones e inclusiones adicionales. Para el desarrollo de este mapa se ha considerado como punto de emisión/erupción el cráter Arenas, en caso de que ocurrieran puntos de emisión fuera de estas zonas, el mapa debe ser actualizado. El mapa incluye las zonas de amenaza para los fenomenos volcánicos en caso de una erupción con un VEI 3 - 4; sin embargo se pueden presentar escenarios eruptivos menores en los que se pueden dar emisiones de gases, cenizas y la generación de pequeños flujos piroclásticos y lahares.

Convenciones

Base Cartografica

Volcán

Otras Construcciones

Establecimiento Educativo

Cementerio, Parque cementerio

Vía pavimentada dos calzadas

Vía sin pavimentar dos calzadas

Vía pavimentada angosta

Vía sin pavimentar angosta

Vía transitable en tiempo seco

Carretera

Camino, Sendero

Límite de departamento

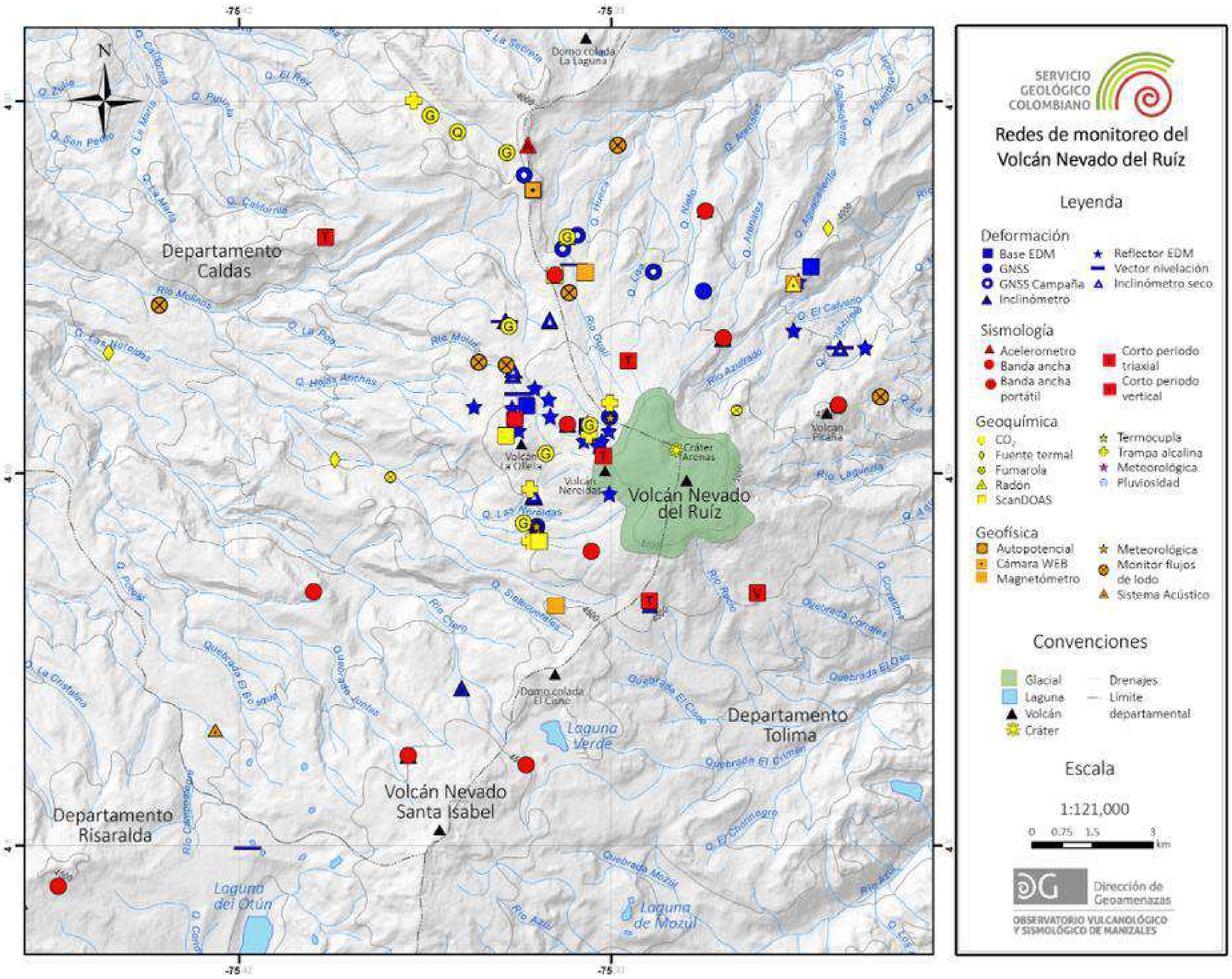
Límite de municipio

Drenaje sencillo

Centro poblado

Cuerpos de agua

Modificado del Mapa de amenaza volcánica del volcán Nevado del Ruiz (SGC.2015)



Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje la investigación y la innovación

El futuro es de todos | Minenergía | SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO | Dirección de Geoamenazas | OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE MANIZALES

11 de abril de 2022 17:45 (Hora Local)

El **SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO** en el seguimiento permanente del fenómeno volcánico y complementando la información reportada a través de los boletines semanales, informa a las autoridades y a la comunidad:

Que a las 17:13 de hoy se registró una señal sísmica de fluidos con una emisión de ceniza asociada a ella. La columna de vapor, gases y ceniza alcanzó una altura de 3258 m, dirección vertical con una leve dispersión al norte. Esta fue visible desde la mayoría de las cámaras instaladas en el área del volcán y desde la ciudad de Manizales. A la hora de emisión de esta nota se tiene reporte de caída de ceniza en el área del volcán, de acuerdo con lo notificado por personal del Parque Nacional Natural Los Nevados.

Cámara IP, SGC-OVSM

Cámara IP, sector Piraña-Azufrado

Se hace énfasis en que el fenómeno observado en la tarde de hoy es un fenómeno recurrente en la actividad del volcán, que en muchas ocasiones no es posible observarlo debido a las condiciones climáticas que comúnmente imperan en la zona.

No se descarta el registro de nuevas señales sísmicas de este tipo que puedan estar asociadas a emisiones de gases y ceniza, las cuales se dispersarán de acuerdo con el régimen de vientos que impere en el momento de la emisión o una aceleración del proceso volcánico que conlleve a cambios en el nivel de actividad del volcán.

El nivel de actividad del Volcán Nevado del Ruiz continúa en amarillo o (III): Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica. El Servicio Geológico Colombiano continúa atento a cualquier cambio en la actividad y los invita a consultar la información oficial que será emitida por el Servicio Geológico Colombiano y los consejos municipales y departamentales de gestión de riesgo.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

← **Tweet**

Servicio Geológico
@sgcol

Emisión de ceniza del volcán Nevado del Ruiz observada hoy 12 de noviembre de 2021, 06:25. Por las condiciones climáticas, no se aprecia desde las poblaciones con visual hacia el volcán y las cámaras web instaladas por el SGC si permiten observar estos cambios
@sgcvolcanes

7:05 a. m. · 12 nov. 2021 · TweetDeck

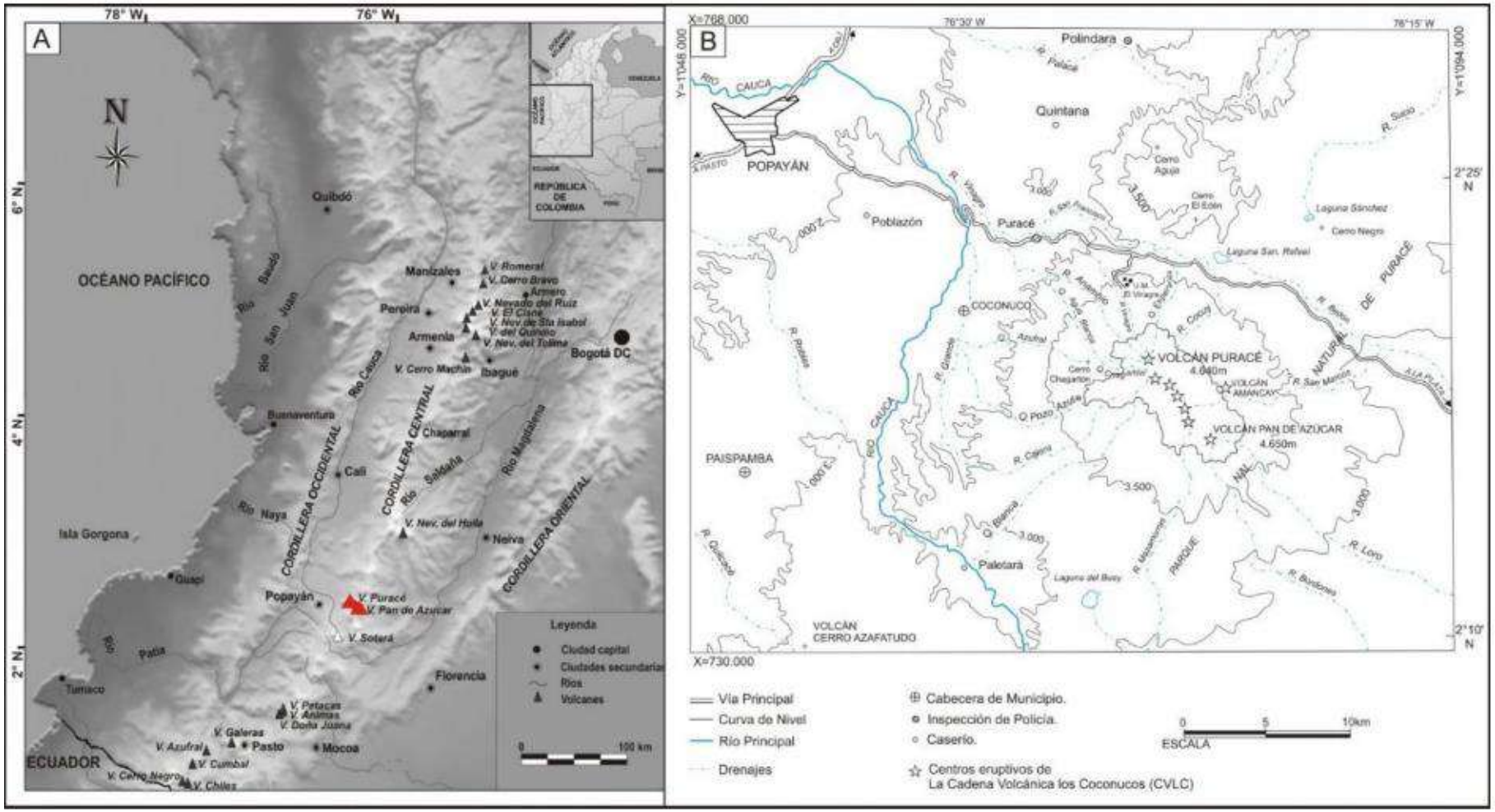
Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para la investigación y la innovación

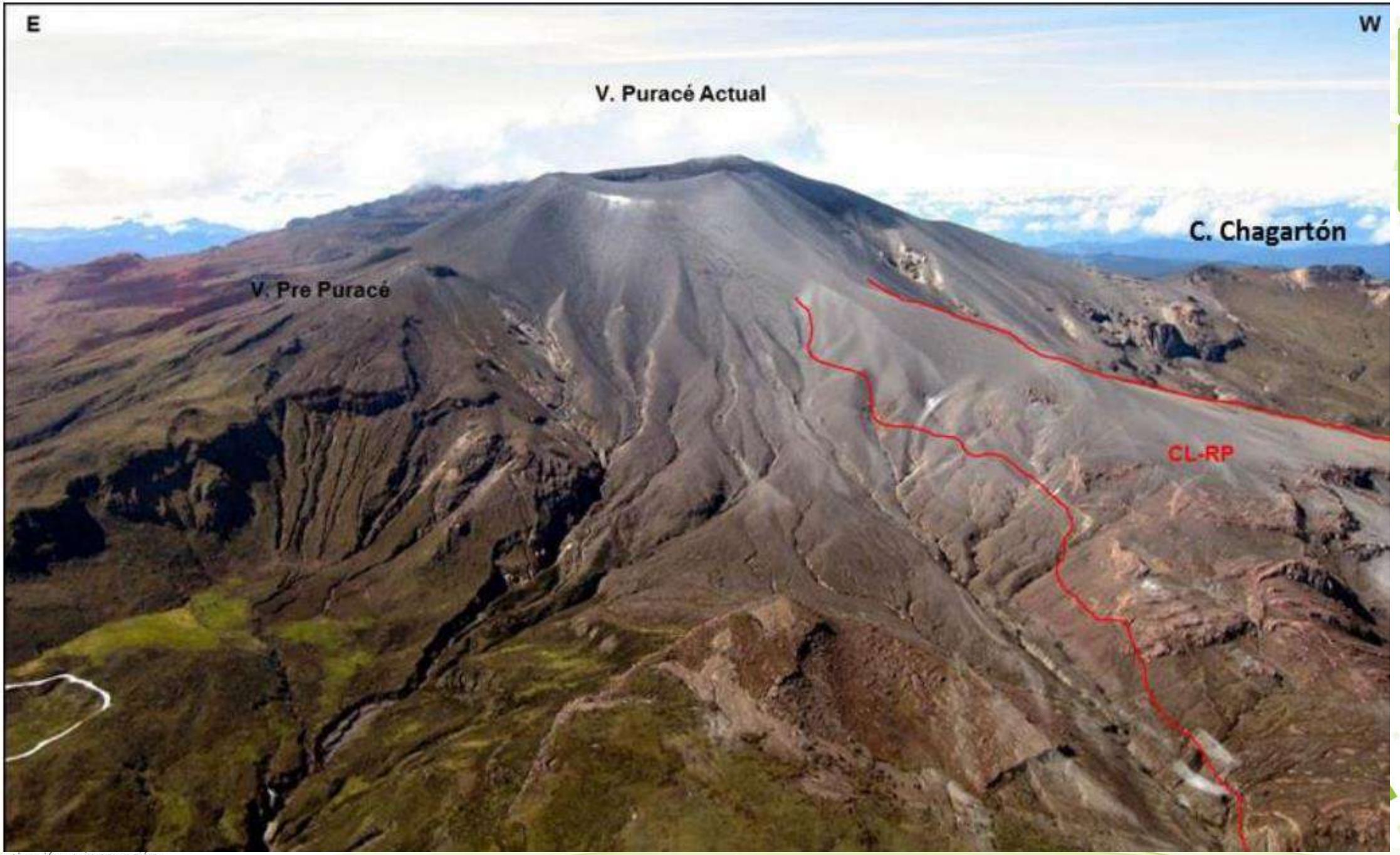
VOLCÁN PURACÉ)

Volcán Puracé. Cadena Volcánica de Los Coconucos. 8 de Mayo de 2009.

UBICACIÓN)

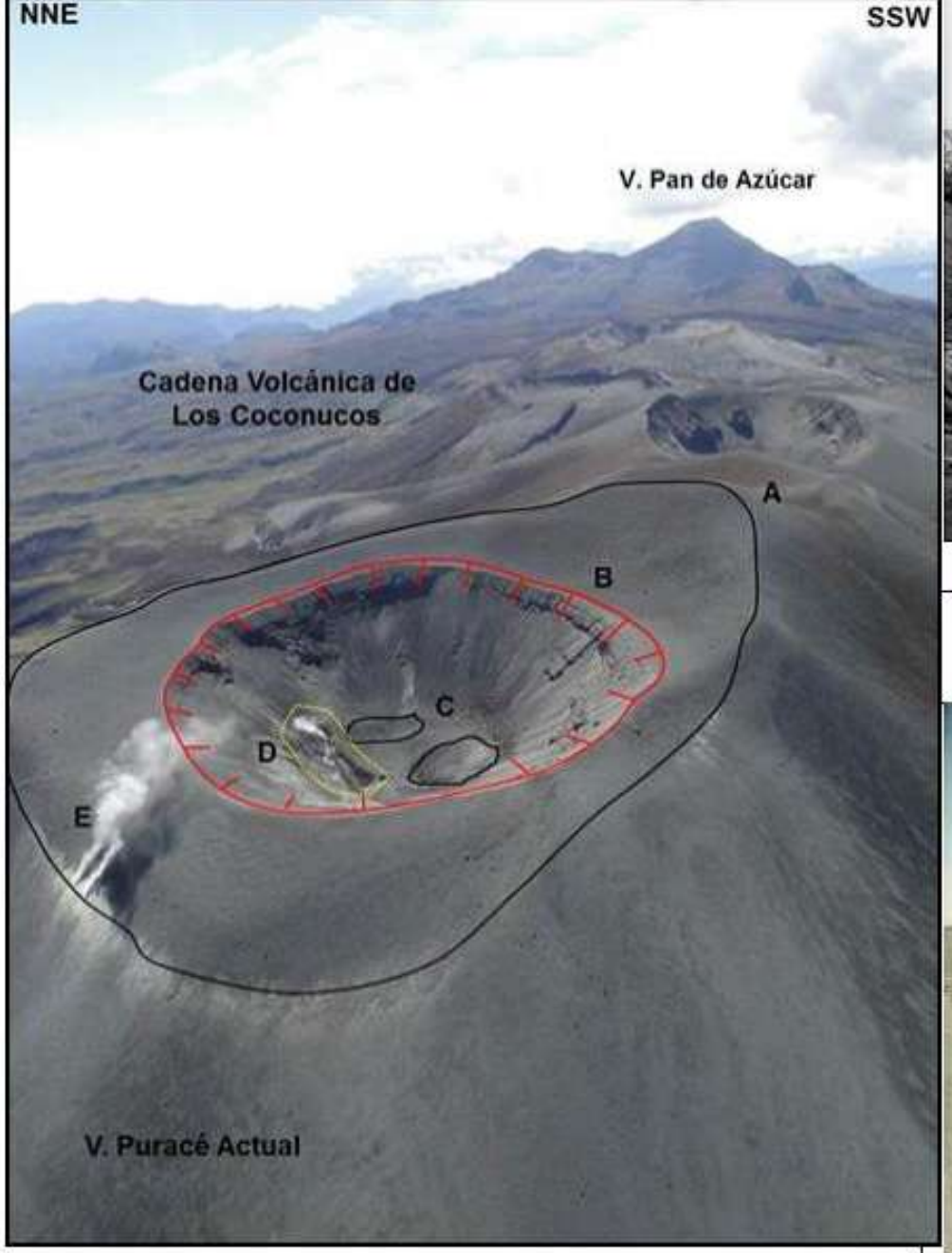


A
78° W
76° W
N
6° N
4° N
2° N
OCÉANO PACÍFICO
Quibdó
Manizales
Pereira
Armenia
Ibagué
Bogotá DC
Buenaventura
Cali
Chaparral
Neiva
Popayán
Isla Gorgona
Guapi
Tumaco
Florencia
Pasto
Mocoa
ECUADOR
CORDILLERA OCCIDENTAL
CORDILLERA CENTRAL
CORDILLERA ORIENTAL
Río Cauca
Río Saldaña
Río Magdalena
Río Naya
Río Patía
Río Baudó
Río San Juan
V. Romeral
V. Cerro Bravo
Armero
V. Nevado del Ruiz
V. El Cisne
V. Nev. de Sta Isabel
V. del Quindío
V. Nev. del Tolima
V. Cerro Machín
V. Nev. del Huila
V. Puracé
V. Pan de Azúcar
V. Soterá
V. Petacas
V. Animas
V. Doña Juana
V. Galeras
V. Azufral
V. Cumbal
V. Cerro Negro
V. Chiles
REPÚBLICA DE COLOMBIA
Leyenda
Ciudad capital
Ciudades secundarias
Ríos
Volcanes
0
100 km
B
X=768.000
X=730.000
Y=1'046.000
Y=1'094.000
76°30' W
76°15' W
2°25' N
2°10' N
Polindara
Quintana
POPAYÁN
Poblazón
Puracé
COCONUCO
VOLCÁN PURACÉ
4.640m
VOLCÁN PAN DE AZÚCAR
4.650m
PAISPAMBA
Paletará
VOLCÁN CERRO AZAFATUDO
Laguna Sánchez
Cerro Negro
Laguna San Rafael
Laguna del Buey
RÍO CAUCA
PARQUE NATURAL DE PURACÉ
Vía Principal
Curva de Nivel
Río Principal
Drenajes
Cabecera de Municipio.
Inspección de Policía.
Caserío.
Centros eruptivos de La Cadena Volcánica los Coconucos (CVLC)
0
5
10km
ESCALA



Universidad Industrial de Santander

Ec
la investigación y la innovación



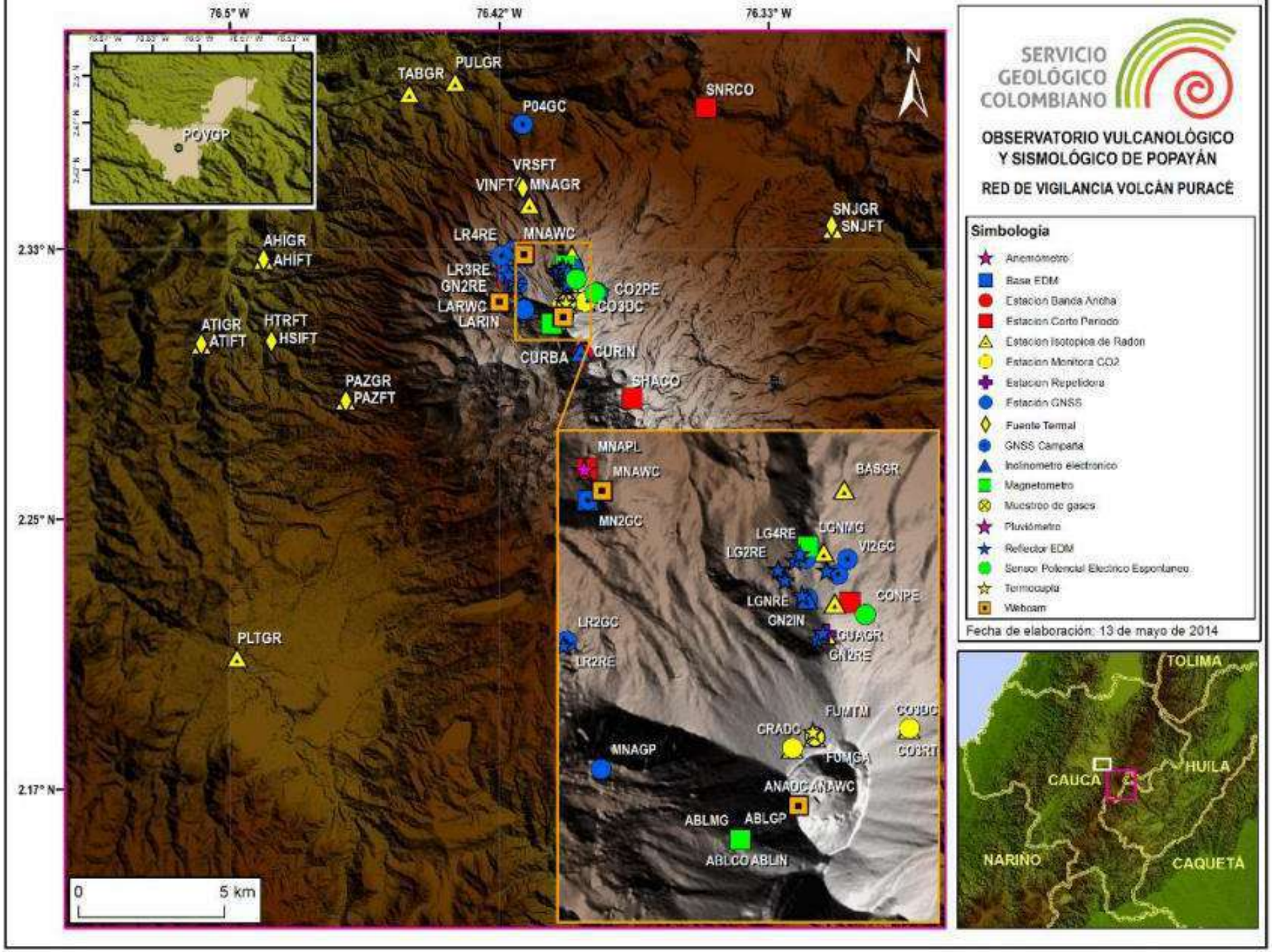
Morfología del cráter del VPA y su localización con respecto a la cadena Volcánica de los Coconucos.

Comparación del fondo del cráter en1974 y 1984 (Fotos José M. Arboleda. Cortesía Andrés Narváez, SGC, Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Popayán).

Ecosistema para el aprendizaje la investigación y la innovación

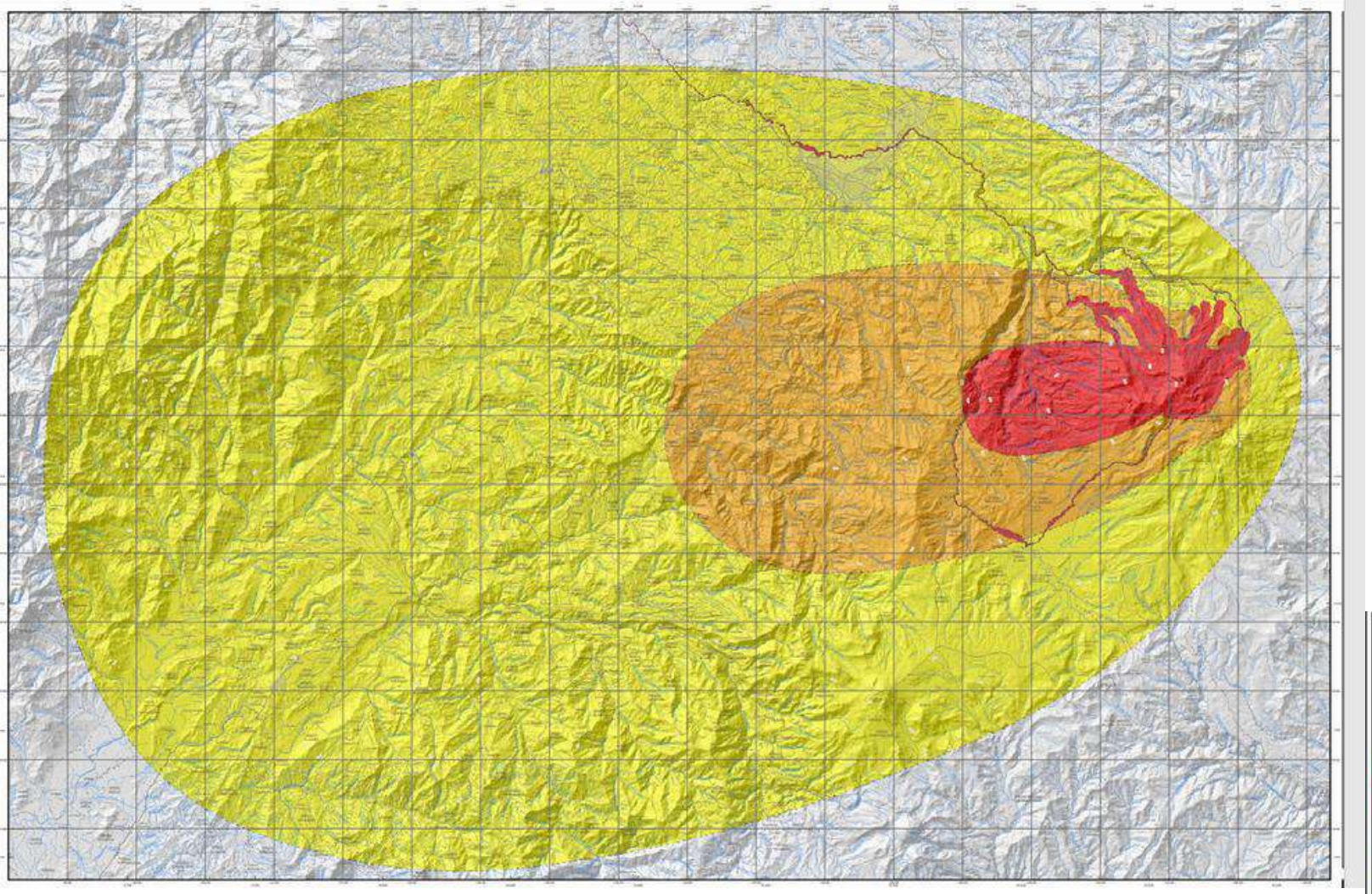
VOLCÁN PURACÉ

- Cauca,Colombia
- 4650 m
- Forma: Cónica truncada
- Estrato volcán
- Activo
- Erupciones: 17
- Edad: 10,000 años
- 2 etapas
- Composición: Andesítica

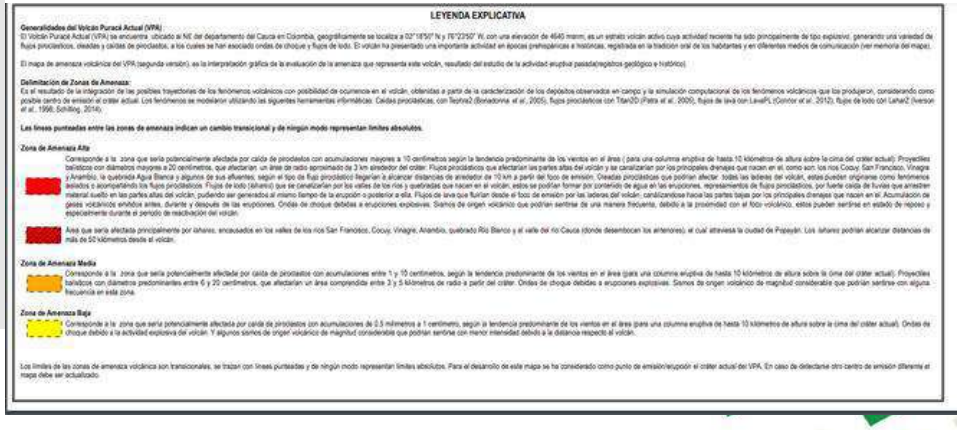


Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para e la investigación y la inr



Modificado del Mapa de amenaza volcánica del volcán Puracé (SGC.2014)



LEYENDA EXPLICATIVA

Generalidades del Volcán Puracé Actual (VPA)

El Volcán Puracé Actual (VPA) se encuentra ubicado al NE del departamento del Cauca en Colombia, geográficamente se localiza a 02°18'50" N y 76°23'50" W, con una elevación de 4640 msnm; es un estrato volcán activo cuya actividad reciente ha sido principalmente de tipo explosivo, generando una variedad de flujos piroclásticos, oleadas y caídas de piroclastos, a los cuales se han asociado ondas de choque y flujos de lodo. El volcán ha presentado una importante actividad en épocas prehispánicas e históricas, registrada en la tradición oral de los habitantes y en diferentes medios de comunicación (ver memoria del mapa).

El mapa de amenaza volcánica del VPA (segunda versión), es la interpretación gráfica de la evaluación de la amenaza que representa este volcán, resultado del estudio de la actividad eruptiva pasada(registros geológico e histórico).

Delimitación de Zonas de Amenaza:

Es el resultado de la integración de las posibles trayectorias de los fenómenos volcánicos con posibilidad de ocurrencia en el volcán, obtenidas a partir de la caracterización de los depósitos observados en campo y la simulación computacional de los fenómenos volcánicos que los produjeron, considerando como posible centro de emisión el cráter actual. Los fenómenos se modelaron utilizando las siguientes herramientas informáticas: Caídas piroclásticas, con Tephra2 (Bonadonna et al., 2005), flujos piroclásticos con Titan2D (Patra et al., 2005), flujos de lava con LavaPL (Connor et al., 2012), flujos de lodo con LaharZ (Iverson et al., 1998; Schilling, 2014).

Las líneas punteadas entre las zonas de amenaza indican un cambio transicional y de ningún modo representan límites absolutos.

Zona de Amenaza Alta

Corresponde a la zona que sería potencialmente afectada por caída de piroclastos con acumulaciones mayores a 10 centímetros según la tendencia predominante de los vientos en el área (para una columna eruptiva de hasta 10 kilómetros de altura sobre la cima del cráter actual). Proyectiles balísticos con diámetros mayores a 20 centímetros, que afectarían un área de radio aproximado de 3 km alrededor del cráter. Flujos piroclásticos que afectarían las partes altas del volcán y se canalizarían por los principales drenajes que nacen en el, como son: los ríos Cocuy, San Francisco, Vinagre y Anambio, la quebrada Agua Blanca y algunos de sus afluentes; según el tipo de flujo piroclástico llegarían a alcanzar distancias de alrededor de 10 km a partir del foco de emisión. Oleadas piroclásticas que podrían afectar todas las laderas del volcán, estas pueden originarse como fenómenos aislados o acompañando los flujos piroclásticos. Flujos de lodo (lahares) que se canalizarían por los valles de los ríos y quebradas que nacen en el volcán, estos se podrían formar por contenido de agua en las erupciones, represamientos de flujos piroclásticos, por fuerte caída de lluvias que arrastren material suelto en las partes altas del volcán, pudiendo ser generados al mismo tiempo de la erupción o posterior a ella. Flujos de lava que fluirían desde el foco de emisión por las laderas del volcán, canalizándose hacia las partes bajas por los principales drenajes que nacen en el. Acumulación de gases volcánicos emitidos antes, durante y después de las erupciones. Ondas de choque debidas a erupciones explosivas. Sismos de origen volcánico que podrían sentirse de una manera frecuente, debido a la proximidad con el foco volcánico, estos pueden sentirse en estado de reposo y especialmente durante el periodo de reactivación del volcán.

Area que sería afectada principalmente por lahares, encauzados en los valles de los ríos San Francisco, Cocuy, Vinagre, Anambio, quebrado Río Blanco y al valle del río Cauca (donde desembocan los anteriores), el cual atraviesa la ciudad de Popayán. Los lahares podrían alcanzar distancias de más de 50 kilómetros desde el volcán.

Zona de Amenaza Media

Corresponde a la zona que sería potencialmente afectada por caída de piroclastos con acumulaciones entre 1 y 10 centímetros, según la tendencia predominante de los vientos en el área (para una columna eruptiva de hasta 10 kilómetros de altura sobre la cima del cráter actual). Proyectiles balísticos con diámetros predominantes entre 6 y 20 centímetros, que afectarían un área comprendida entre 3 y 5 kilómetros de radio a partir del cráter. Ondas de choque debidas a erupciones explosivas. Sismos de origen volcánico de magnitud considerable que podrían sentirse con alguna frecuencia en esta zona.

Zona de Amenaza Baja

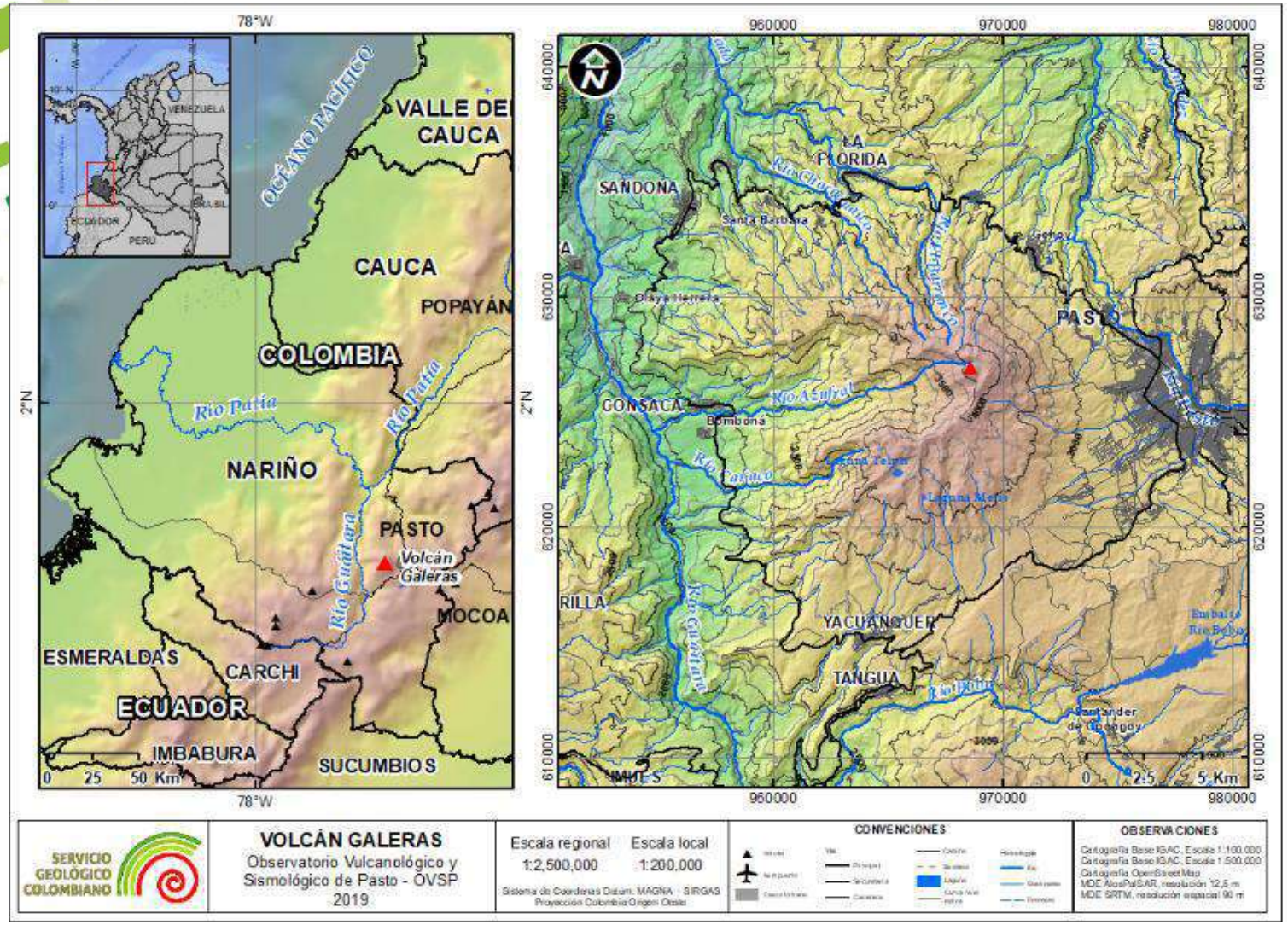
Corresponde a la zona que sería potencialmente afectada por caída de piroclastos con acumulaciones de 0.5 milímetros a 1 centímetro, según la tendencia predominante de los vientos en el área (para una columna eruptiva de hasta 10 kilómetros de altura sobre la cima del cráter actual). Ondas de choque debido a la actividad explosiva del volcán. Y algunos sismos de origen volcánico de magnitud considerable que podrían sentirse con menor intensidad debido a la distancia respecto al volcán.

Los límites de las zonas de amenaza volcánica son transicionales, se trazan con líneas punteadas y de ningún modo representan límites absolutos. Para el desarrollo de este mapa se ha considerado como punto de emisión/erupción el cráter actual del VPA. En caso de detectarse otro centro de emisión diferente el mapa debe ser actualizado.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

VOLCAN GALERAS



SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

UBICACION: Nariño, a 9km de san juan de pasto

Altitud: 4276 msnm

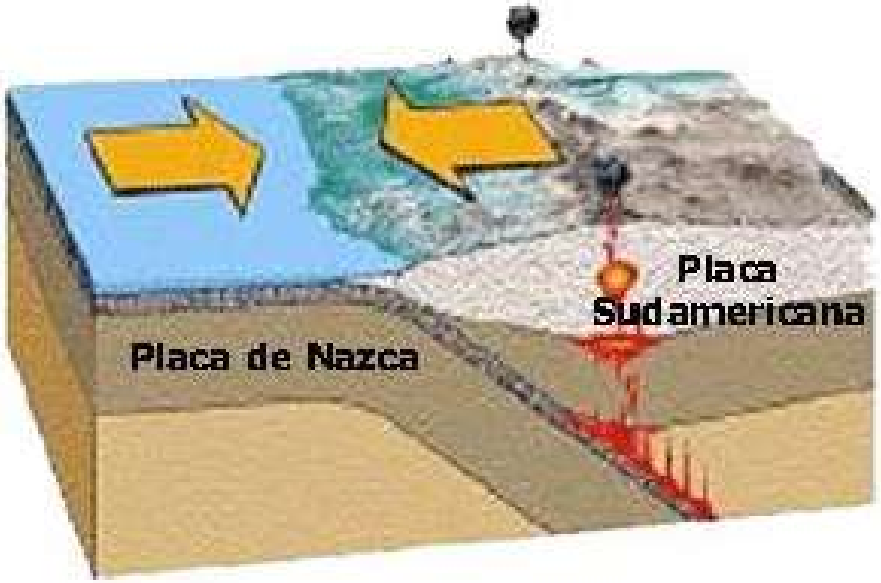
TIPO DE VOLCAN: Estratovolcán, andesítico

TIPO DE ERUPCION: stromboliana-Vulcaniana

*índice de explosividad volcanica (IEV) I-IV

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



Convergencia de placas :
subducción dela placa de nazca bajo
-la placa suramericana

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

otras características

20 kilómetros de diámetro en la base de su cono

su principal cráter mide 80 m de profundidad
320 m de diámetro.

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Universidad Industrial de Santander

HISTORIA

FECHA (aa o aa/mm/dd)	DESCRIPCION	MAG	VEI
1535	Erupción explosiva del cráter central	4	3
1547	Actividad fumarólica	1	
1559-1560	Ciclo eruptivo: lavas? bombas?	3	
1574	Fumarolas, explosiones	3	
1580/12/07	Erupción explosiva del cráter central	5	4
1616/06/04	Erupción explosiva del cráter central, lava?, represamiento	3	3
1641-1643	Explosión, bombas?, lavas?	4	4
1687	Erupción	3	2
1696	Erupción	3	3
1727	Erupción	3	3
1754-1756	Erupción	3	2
1796/11-1801	Erupción explosiva del cráter central, lava		2
1823/06/17	Explosión	3	2
1823/06/24	Erupción	4	2
1828/10/24/-1834	Erupción explosiva del cráter central	2-3	3
1836	Erupción explosiva del cráter central		2
11865/0/02	Explosión	3	3
1866	Flujos Lava	3	3
1866-1869	Explosión	3	
1869/03/27	Explosión, bombas	3	
1869/07/09	Erupción	3	3
1891	Erupción explosiva del cráter central, lava?,		2
1923	Erupción explosiva del cráter central		2
1924/12/14-18	Fumarolas, ceniza, sonidos, Erupción, lava y domo	3	3
1925/05/25	Explosiones	3	

tabala1: SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

FECHA (aa o aa/mm/dd)	DESCRIPCION	MAG	VEI
1925/07/01	Explosión y bombas	3	
1925/08/04	Explosión, bombas y ceniza	4	4
1925/11/21	Explosión, bombas, lavas?, flujos de lodo	4	4
1925/12/31	Explosión, bombas	3	
1926/03/21	Explosión, ceniza	3-4	3-4
1926/09/17	Explosión, ceniza	3	3
1927/05/01	Erupción explosiva del cráter central	1-2	
1930/04/17	Fumarola, ceniza, ruido, explosiones	2	
1932/10/10	Erupción explosiva del cráter central		2
1936/02/09	Explosión	3	2
1936/08/27	Explosión, flujo piroclástico, bombas	3	3
1989/05/05	Erupción freática principalmente desde un cráter secundario		2
1992/07/16	Erupción explosiva del cráter central		2
1993/01/14	Erupción explosiva del cráter central		2
1993/03/23	Erupción explosiva del cráter central		2
1993/04/04	Erupción explosiva del cráter central		1
1993/04/13	Erupción explosiva del cráter central		1
1993/06/07	Erupción explosiva del cráter central		2
2004/07/16	Emisiones de ceniza desde un cráter secundario		1
2004/07/21	Emisiones de ceniza desde un cráter secundario		1
2004/07/24-08/04	Emisiones de ceniza desde un cráter secundario		1
2004/08/11-12	Erupciones explosivas del cráter central		2
2004/10-11	Emisiones de ceniza desde el cráter central		1
2004/11/21	Erupción explosiva del cráter central		2
2005/11/24	Erupción desde el cráter central		1
2005/12/23-27	Emisiones de ceniza desde el cráter central		1

MAG: factor establecido para cuantificar la magnitud de la erupción
VEI: Volcanic Explosivity Index (Indice de Explosividad Volcánica)

Tabla 2 SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

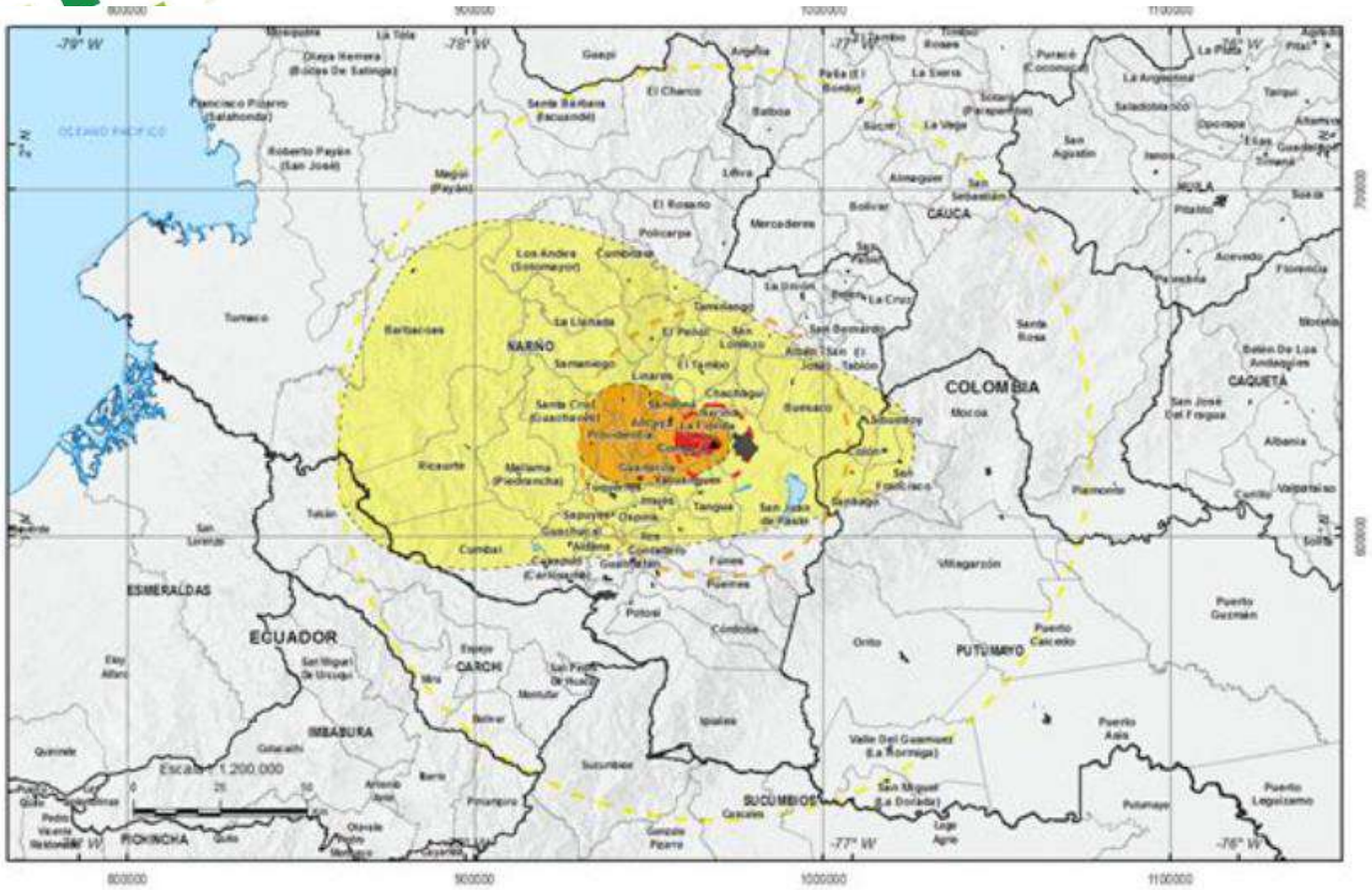
9 MUERTOS

BASE MILITAR A 900 M DEL CONO

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MAPA DE AMENAZA



Zonificación de la amenaza por piroclastos de caída transportados eólicamente, SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO .

Alta
Caida de piroclastos

Caida de piroclastos
sin direccion del viento

Media
Caida de piroclastos

Caida de piroclastos
sin direccion del viento

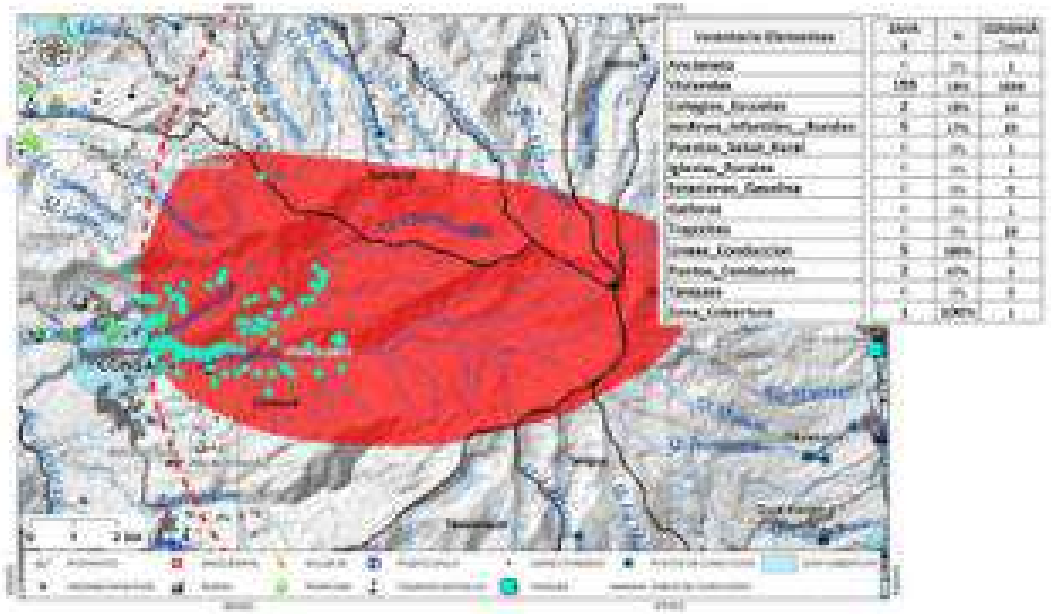
Baja
Caida de piroclastos

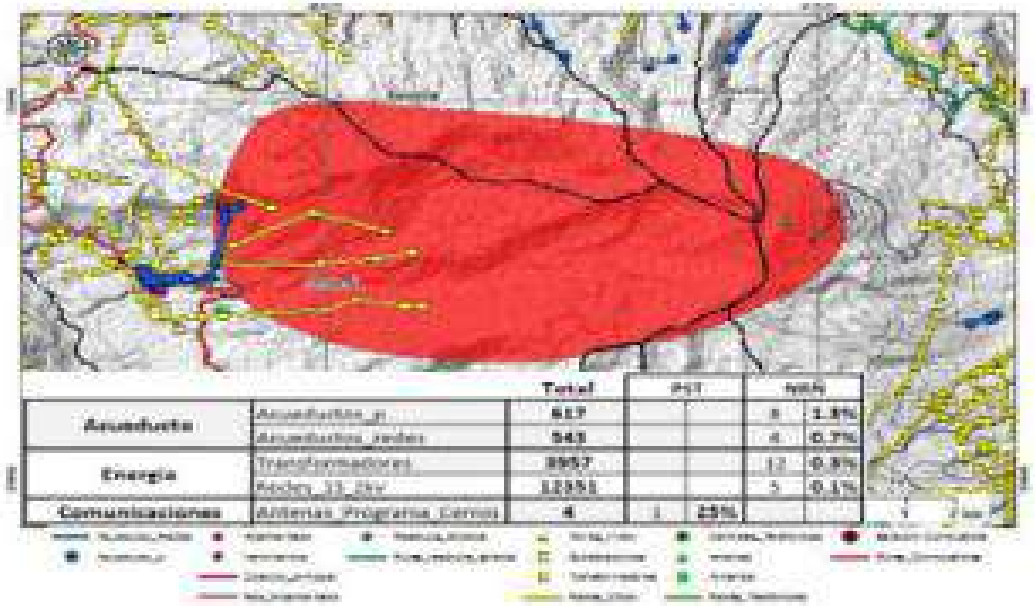
Caida de piroclastos
sin direccion del viento

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Vulnerabilidad física caídas piroclásticas Galeras

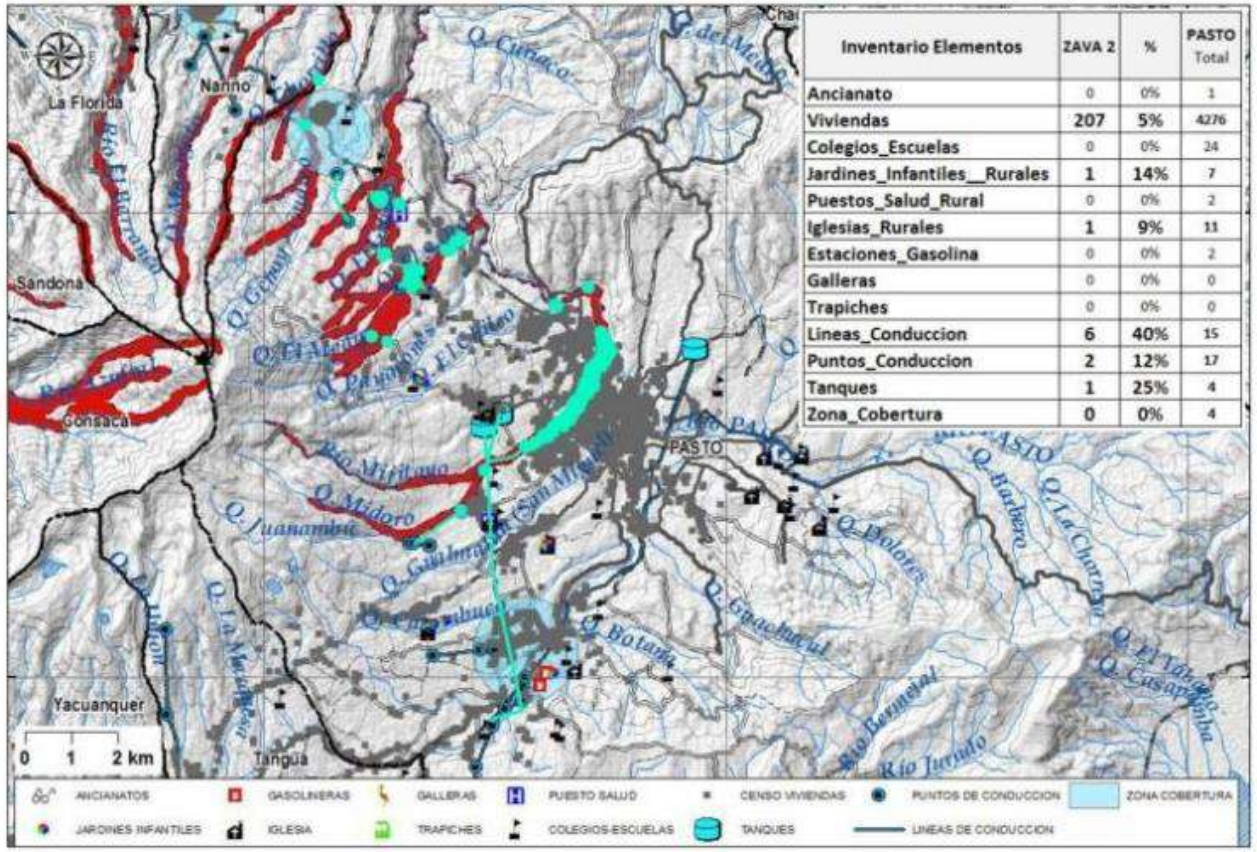




SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO
(2017)

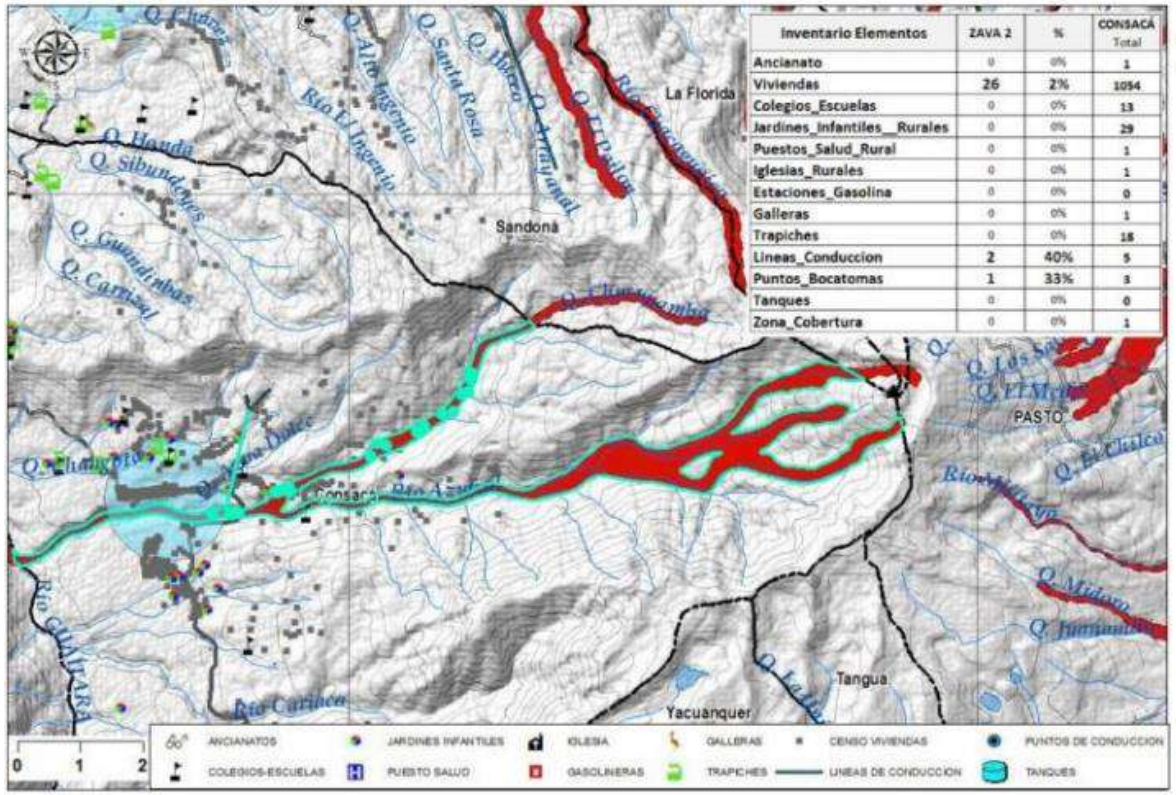
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación
Universidad Industrial de Santander

Vulnerabilidad física lahares Galeras



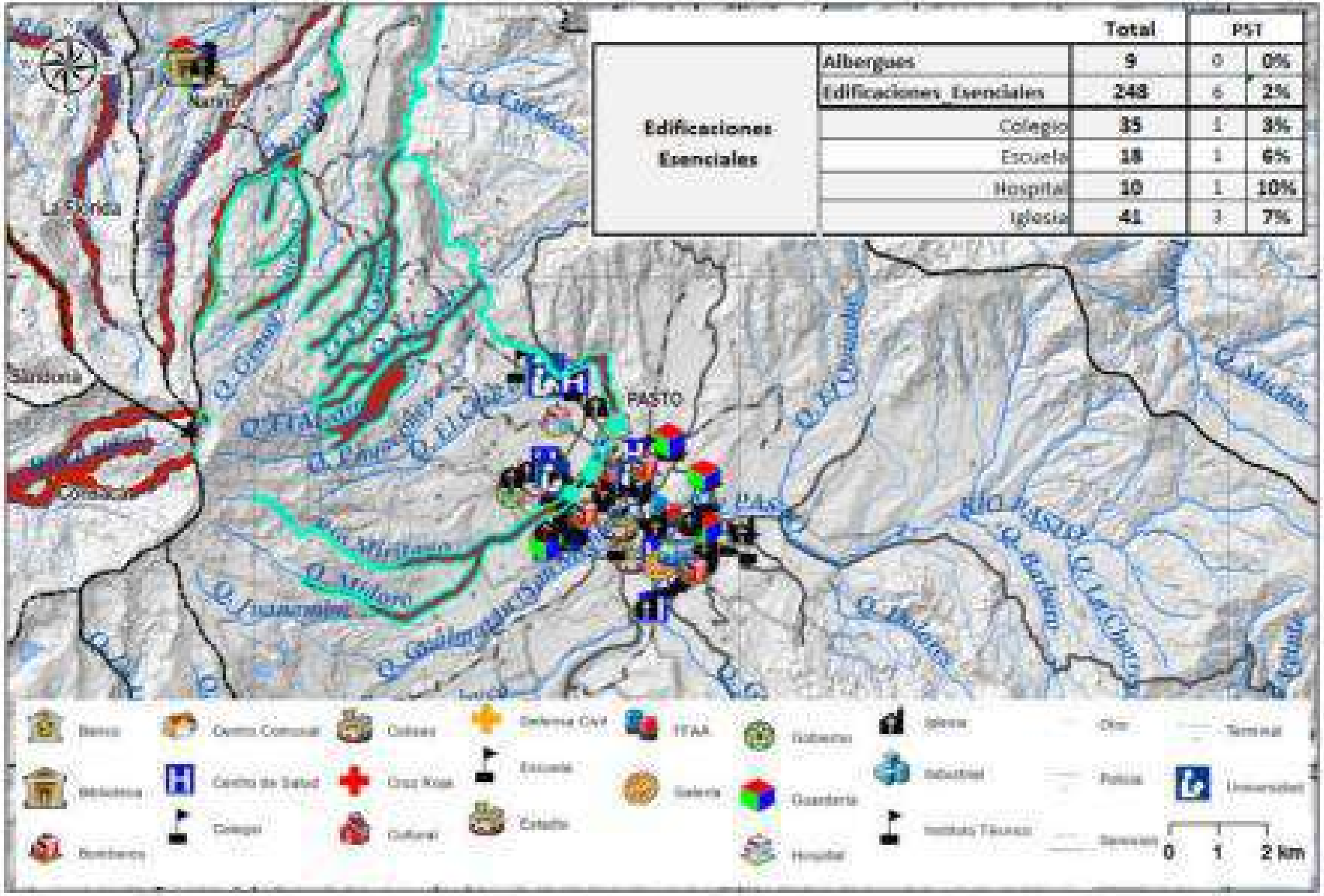
Inventario Elementos	ZAVA 2	%	PASTO Total
Ancianato	0	0%	1
Viviendas	207	5%	4276
Colegios_Escuelas	0	0%	24
Jardines_Infantiles__Rurales	1	14%	7
Puestos_Salud_Rural	0	0%	2
Iglesias_Rurales	1	9%	11
Estaciones_Gasolina	0	0%	2
Galleras	0	0%	0
Trapiches	0	0%	0
Lineas_Conduccion	6	40%	15
Puntos_Conduccion	2	12%	17
Tanques	1	25%	4
Zona_Cobertura	0	0%	4

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO (2017)



Inventario Elementos	ZAVA 2	%	CONSACA Total
Ancianato	0	0%	1
Viviendas	26	2%	1054
Colegios_Escuelas	0	0%	13
Jardines_Infantiles__Rurales	0	0%	29
Puestos_Salud_Rural	0	0%	1
Iglesias_Rurales	0	0%	1
Estaciones_Gasolina	0	0%	0
Galleras	0	0%	1
Trapiches	0	0%	18
Lineas_Conduccion	2	40%	5
Puntos_Bocatomas	1	33%	3
Tanques	0	0%	0
Zona_Cobertura	0	0%	1

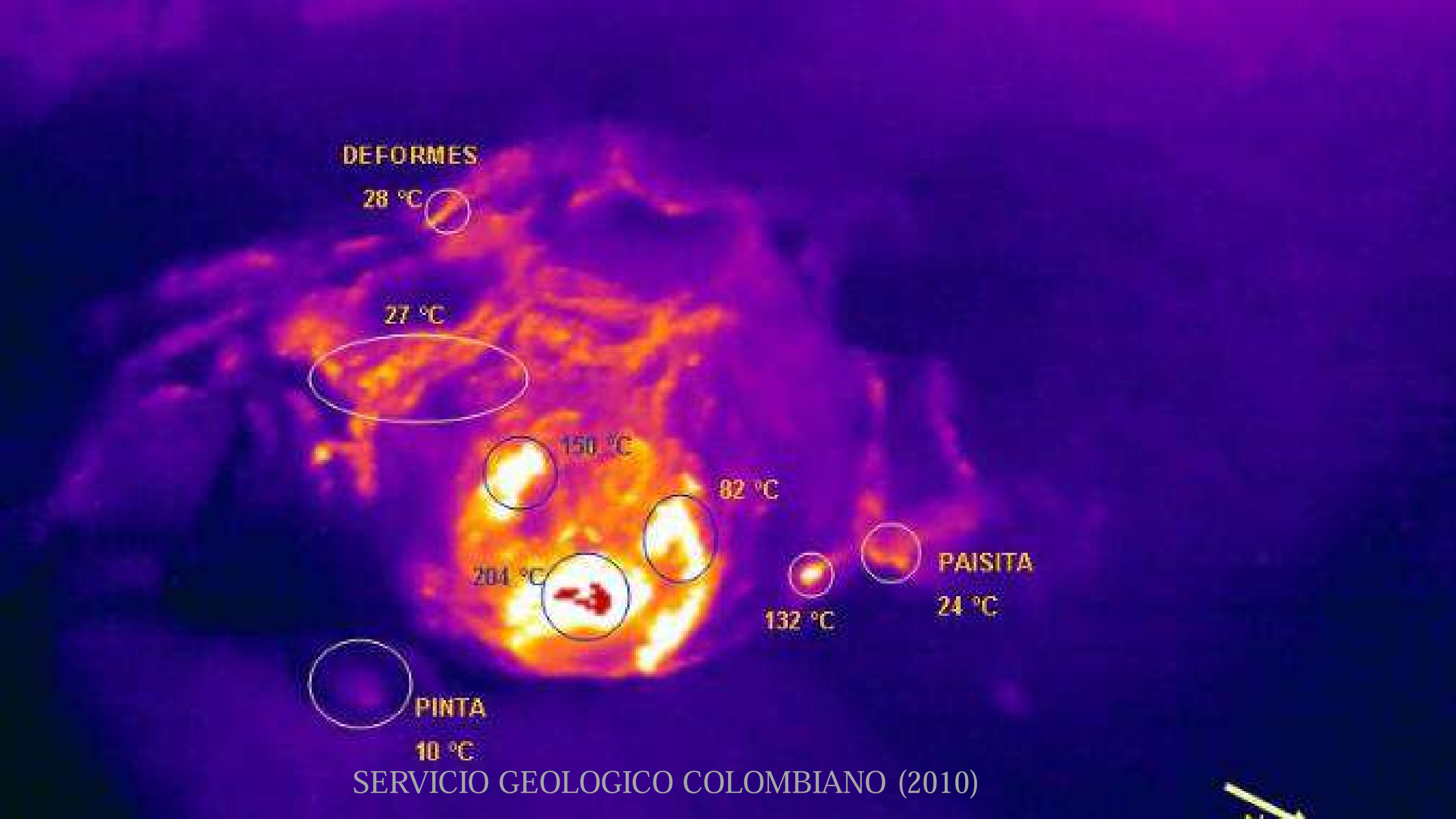
SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO (2017)



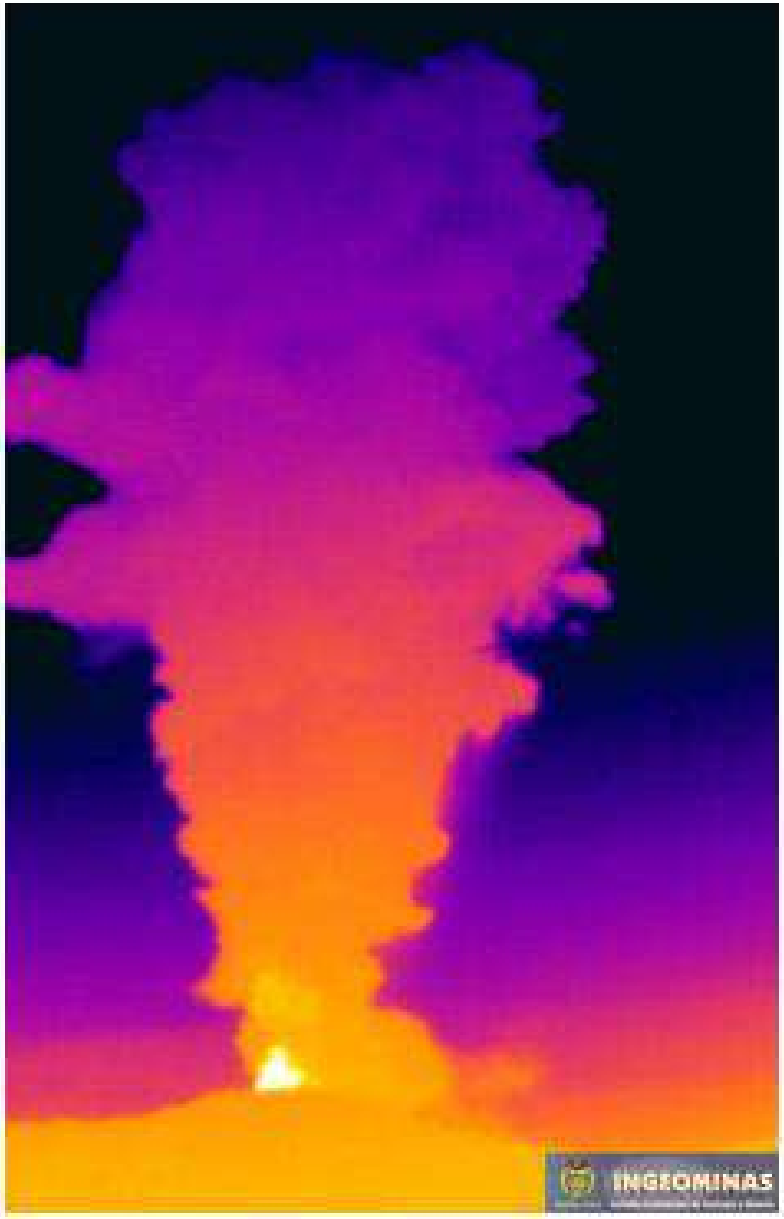
		Total	PST	
Edificaciones Esenciales	Albergues	9	0	0%
	Edificaciones Esenciales	248	6	2%
	Colegio	35	1	3%
	Escuela	18	1	6%
	Hospital	10	1	10%
	Iglesia	41	3	7%

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO
(2017)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



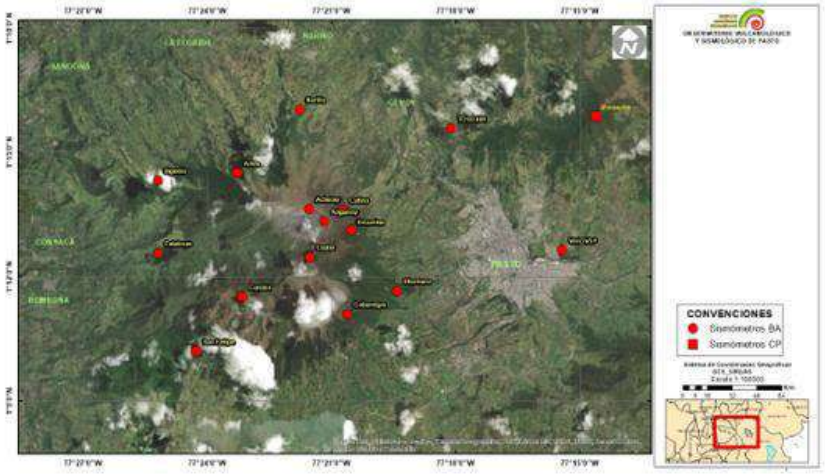
SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO (2010)



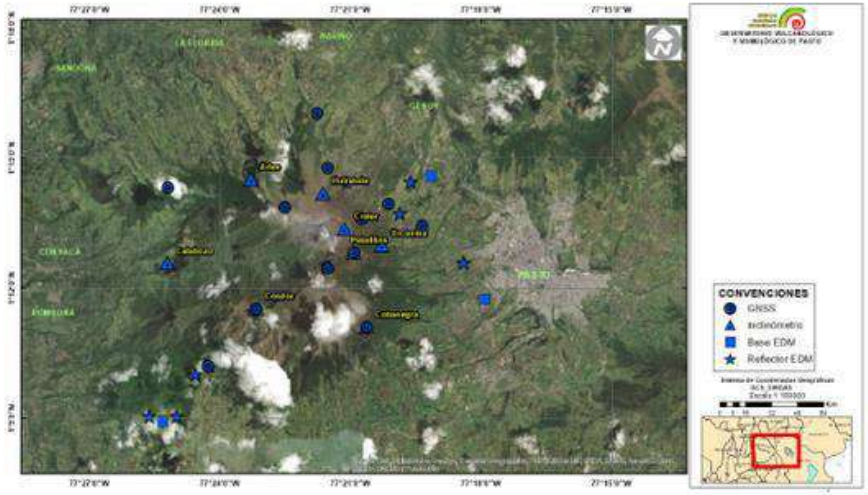
SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO (2004-2009))

Red de Vigilancia Volcán Galeras

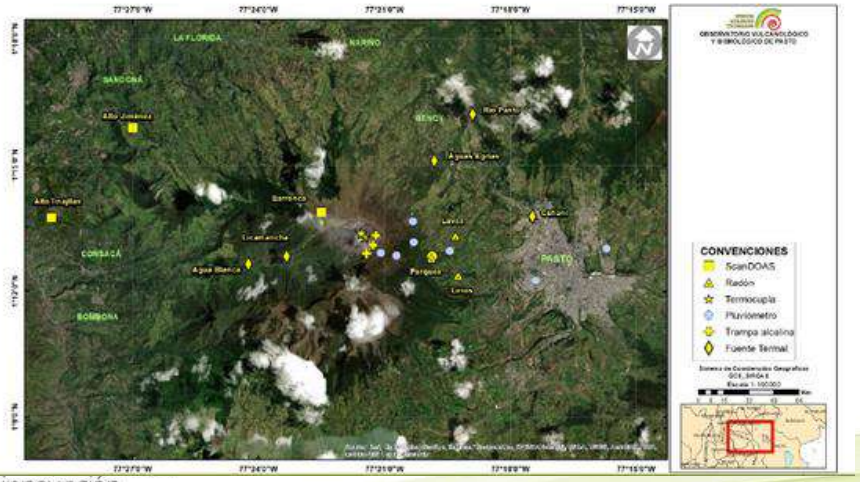
Redes de monitoreo sísmico Volcán Galeras



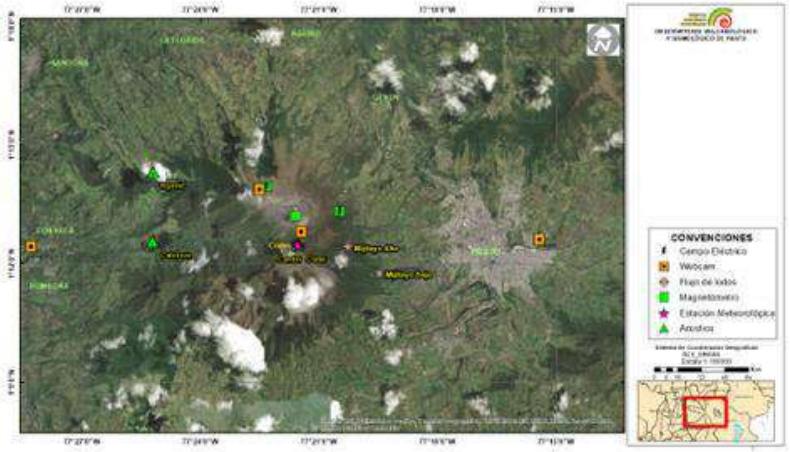
Red de Monitoreo en Deformación



Red de Monitoreo en Geoquímica

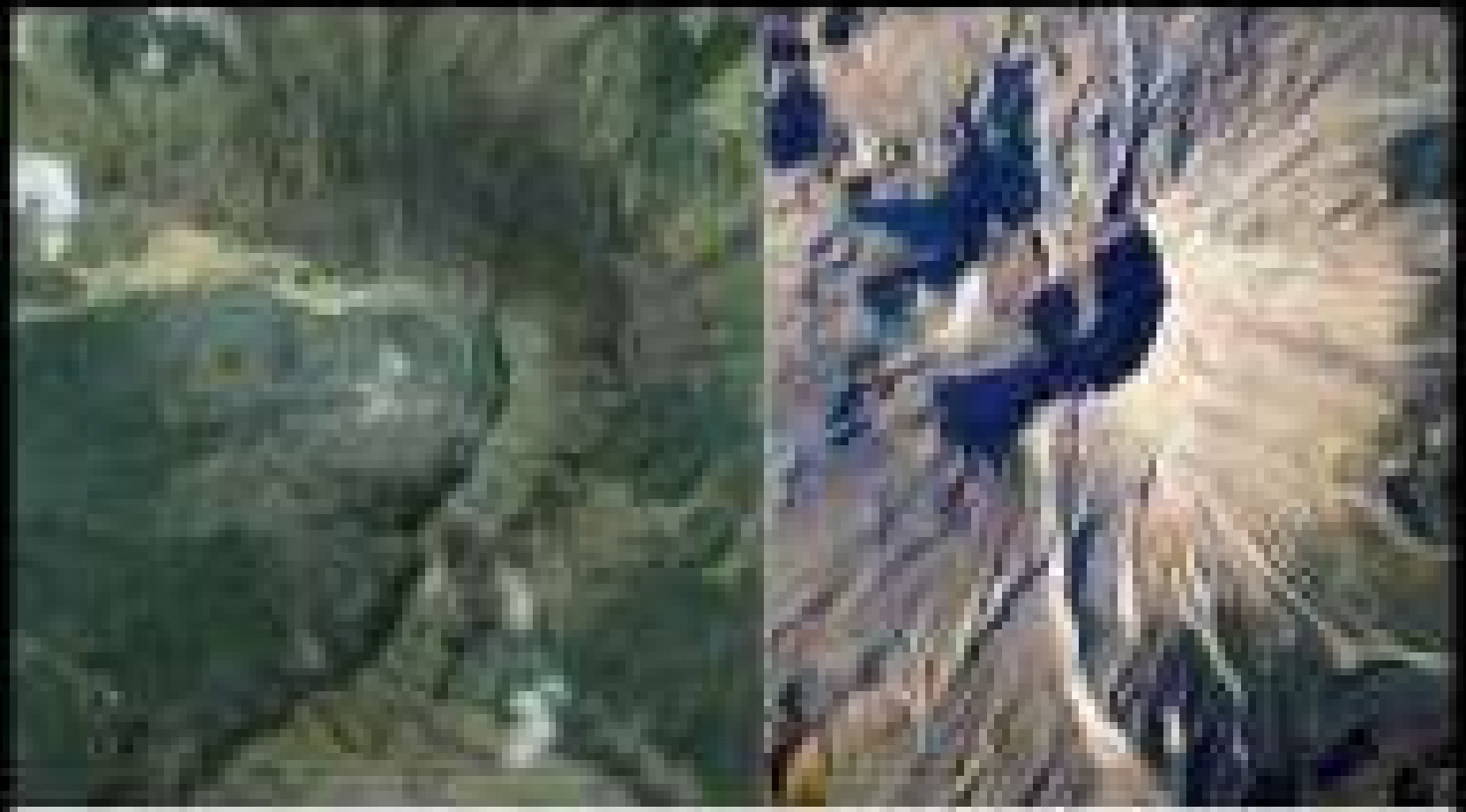


Red de monitoreo Geofísica



Ecosistem
la investigación y la innovación

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

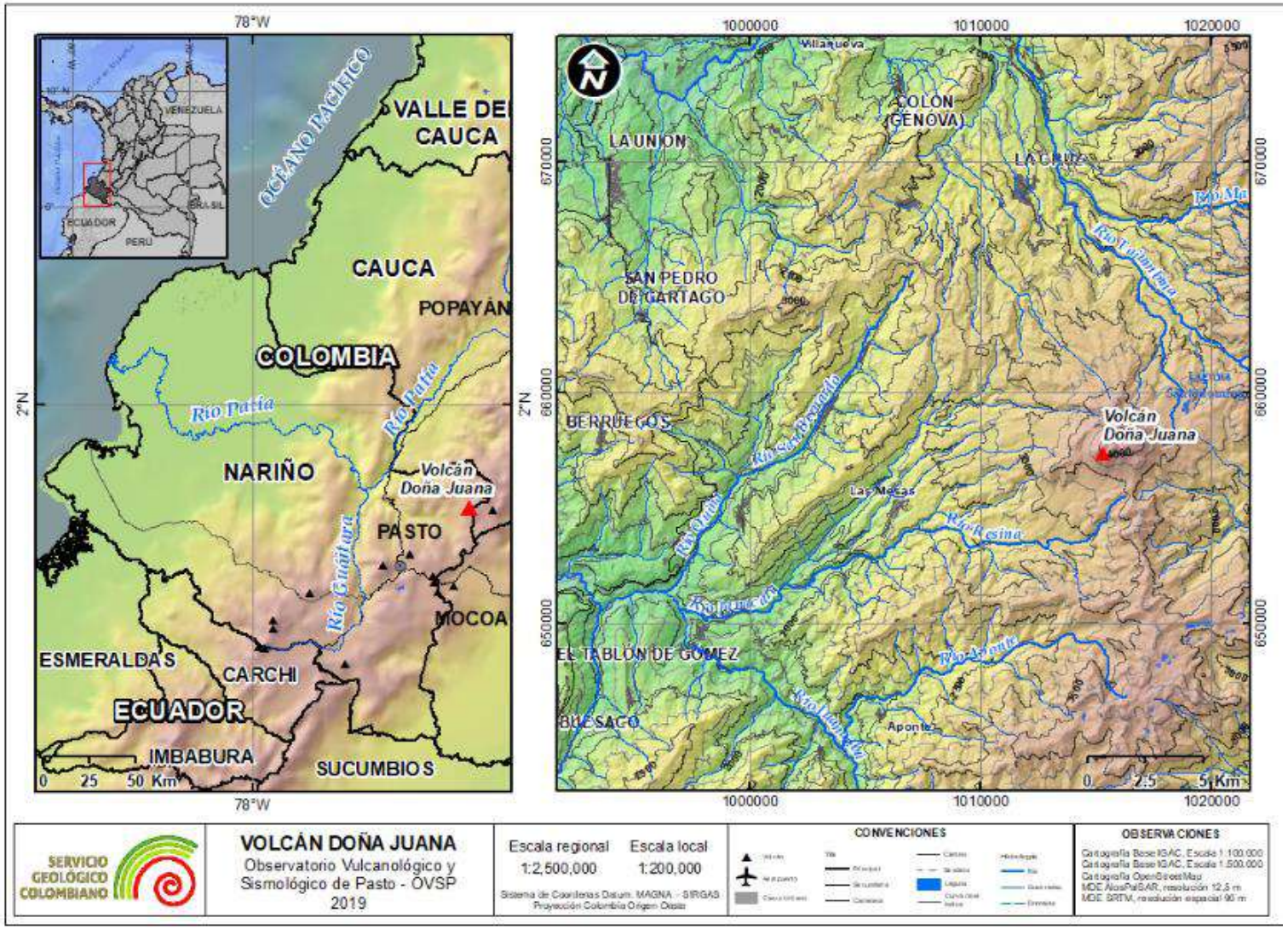


VOLCÁN CAUCHAL DESDE SATÉLITE

VOLCÁN SANTA HELENA (DESPUÉS DE LA ERUPCIÓN DE MAYO DE 1980)

VOLCAN DOÑA JUANA

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO



UBICACION: Entre el Cauca, Nariño y Putumayo.

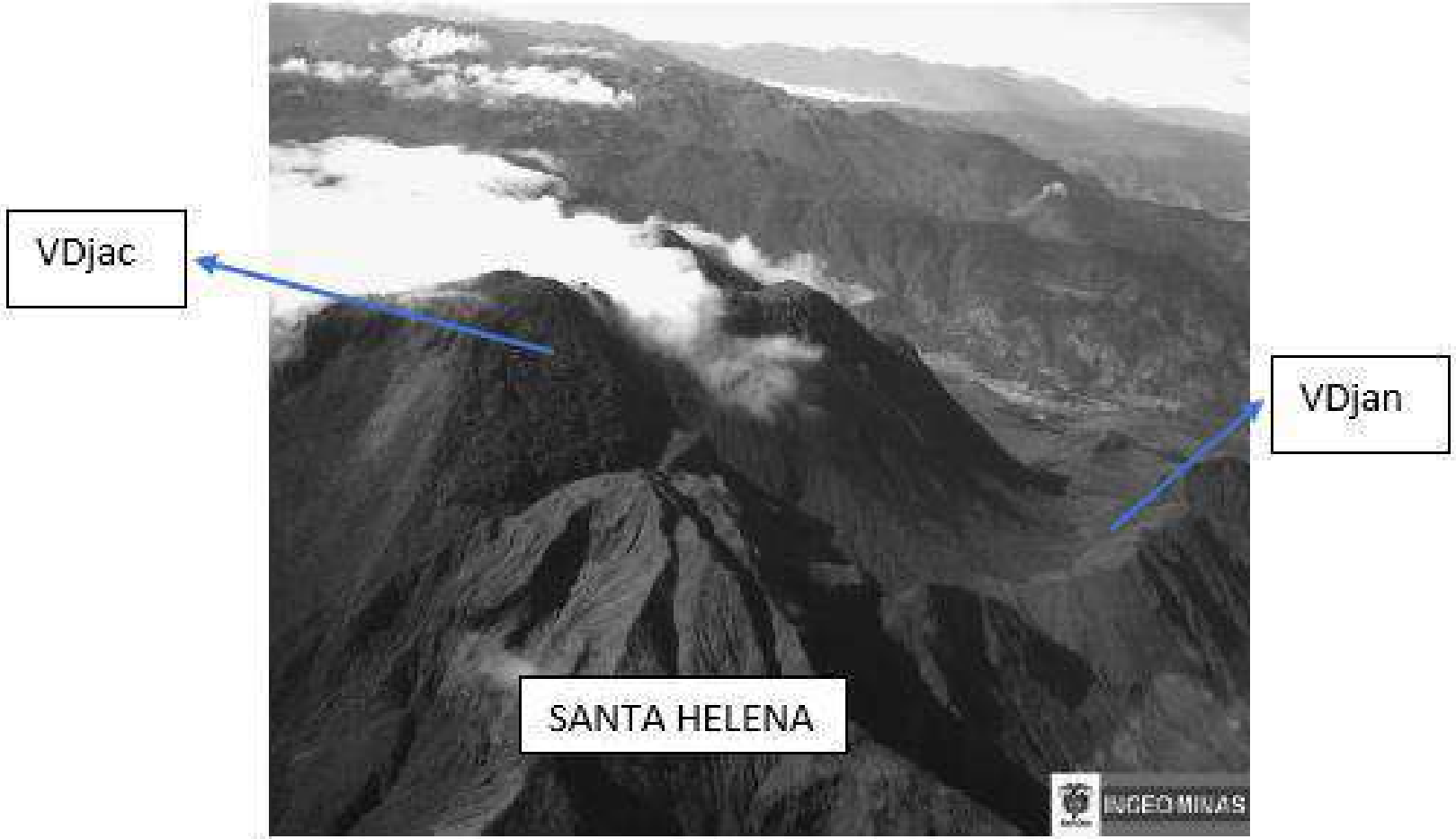
Altitud: 4160 msnm.

TIPO DE VOLCAN: Estratovolcan andesitico.

TIPO DE ERUPCION: Vulcaniana

*índice de explosividad volcanica (IEV) IV

COMPLEJO VOLCANICO DOÑA JUANA



INGEOMINAS

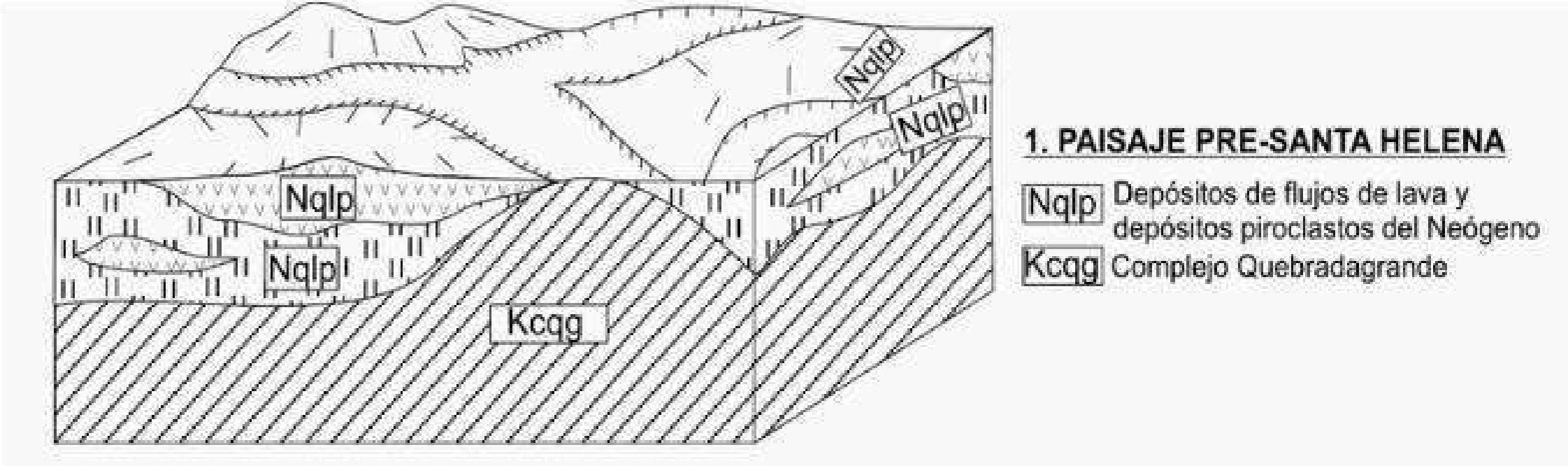
VDjan: volcan doña juana antiguo

VDjac: volcán doña Juana actual

vulcanismo posterior al plio-plistoceno representado por ignmibritas

EVOLUCIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DOÑA JUANA

PERIODO ERUPTIVO I



Volcanic Complex (2009)

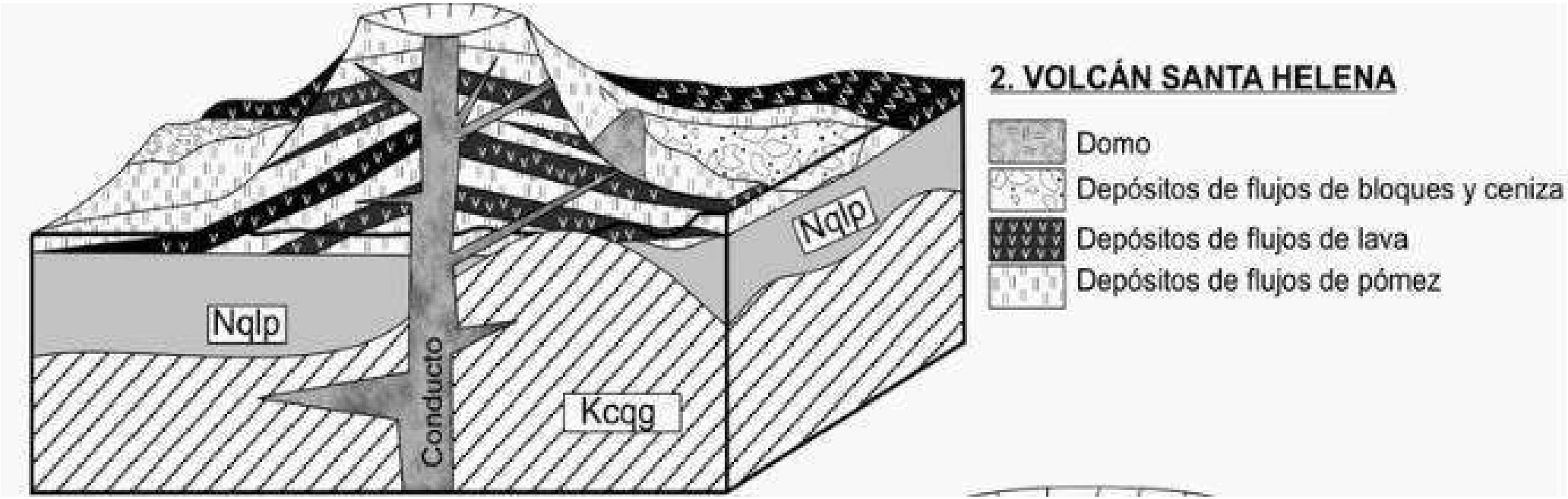
Depósitos asociados a erupciones explosivas de tipo pliniano.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Destruccion total de los domos.

Siguieron las erupciones .



Volcanic Complex
(2009)

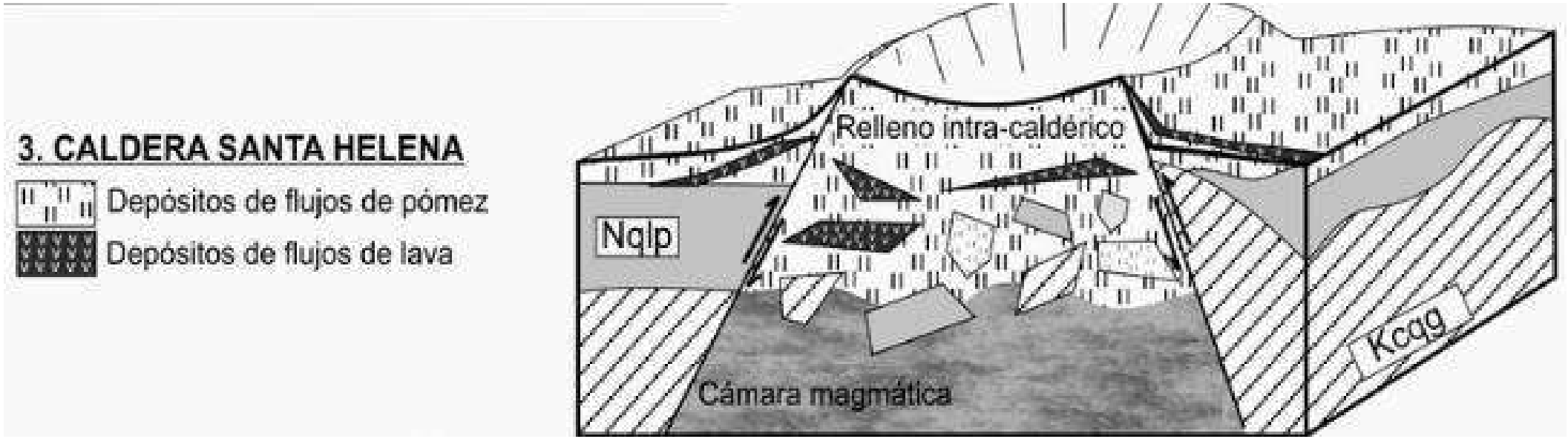
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Colapso de la estructura .

edad de vulcanismo es:

Caldera Santa Helena.

< 1.5m.a

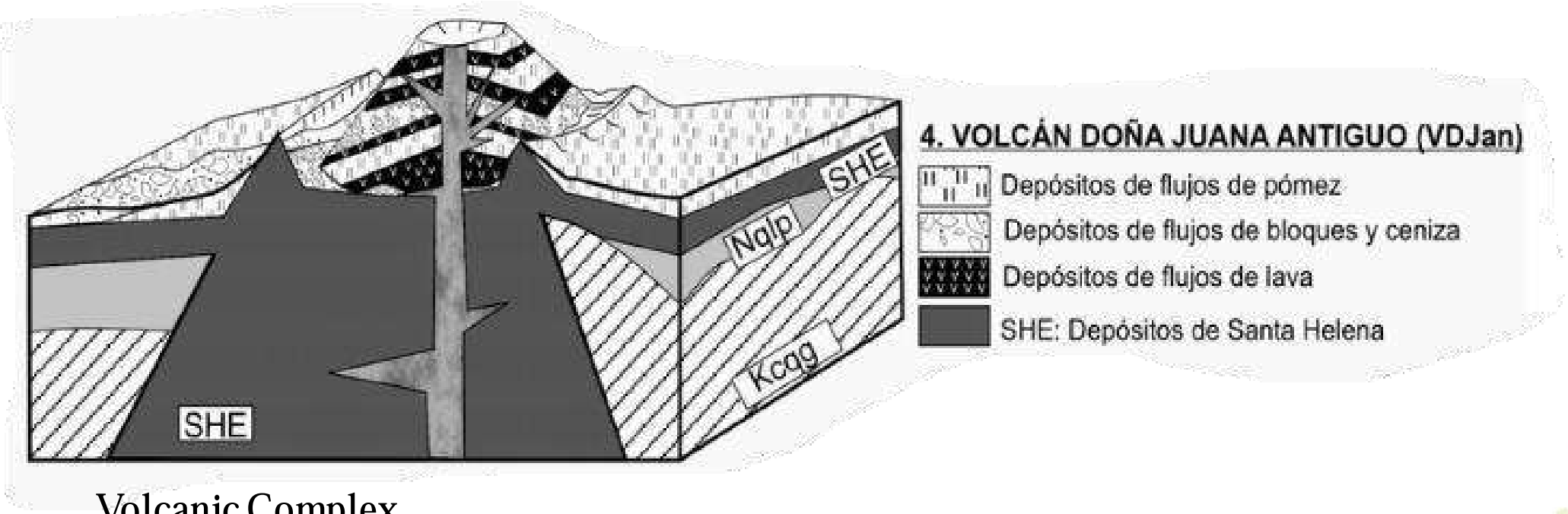


Volcanic Complex
(2009)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

PERIODO ERUPTIVO II

Evolucionó a un estratovolcán intra-caldérico con remanentes de VDJ antiguo
Continuo la actividad altamente explosiva
Eventos de formacion y colapso de columnas - depositos de piroclastos
Continuo y finalizao con erupciones altamenet explosivas



Volcanic Complex
(2009)

PERIODO ERUPTIVO III

Este es un periodo que se extiende hasta la actualidad

Formacion y destruccion de domos debido al colapso gravitacional y explosiones

Remoción de depósitos existentes

Flujos piroclásticos de pómez

Diversos flujos de bloques y ceniza

Conclusion

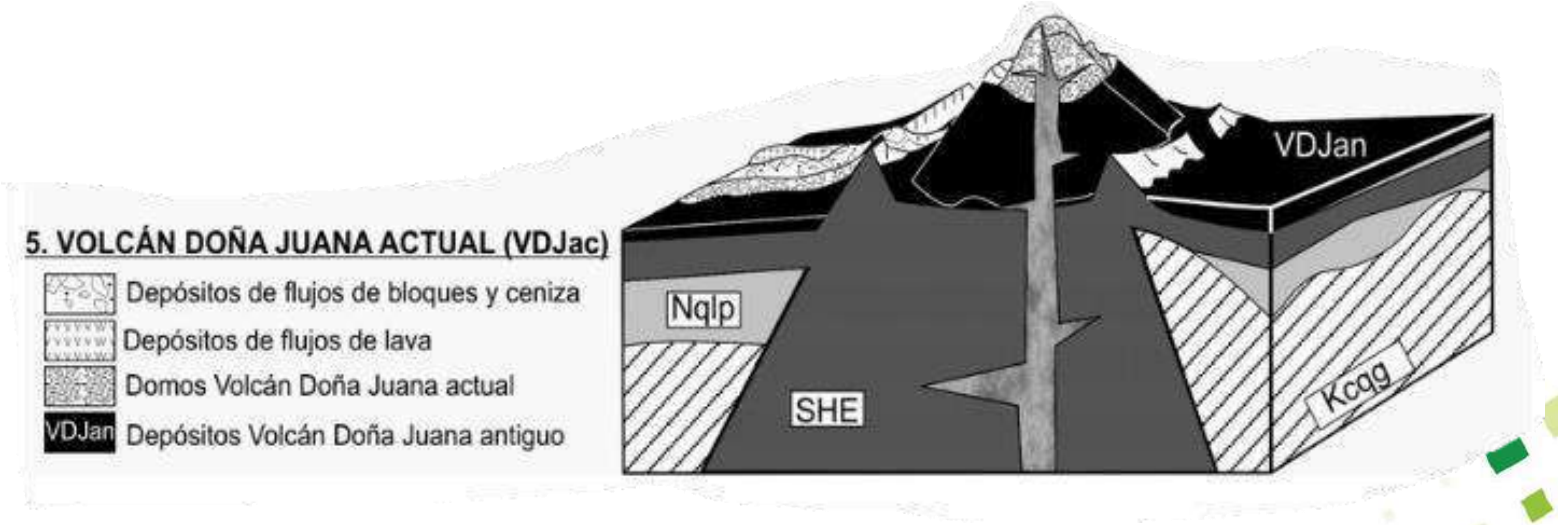
El CVDJ se constituye de :

Remanente de caldera Santa Helena

Un estrato volcan intracalderico VDJ

Remanente de una antiguo VDJ

4 domos asociados al VDJ actual.



Volcanic Complex (2009)

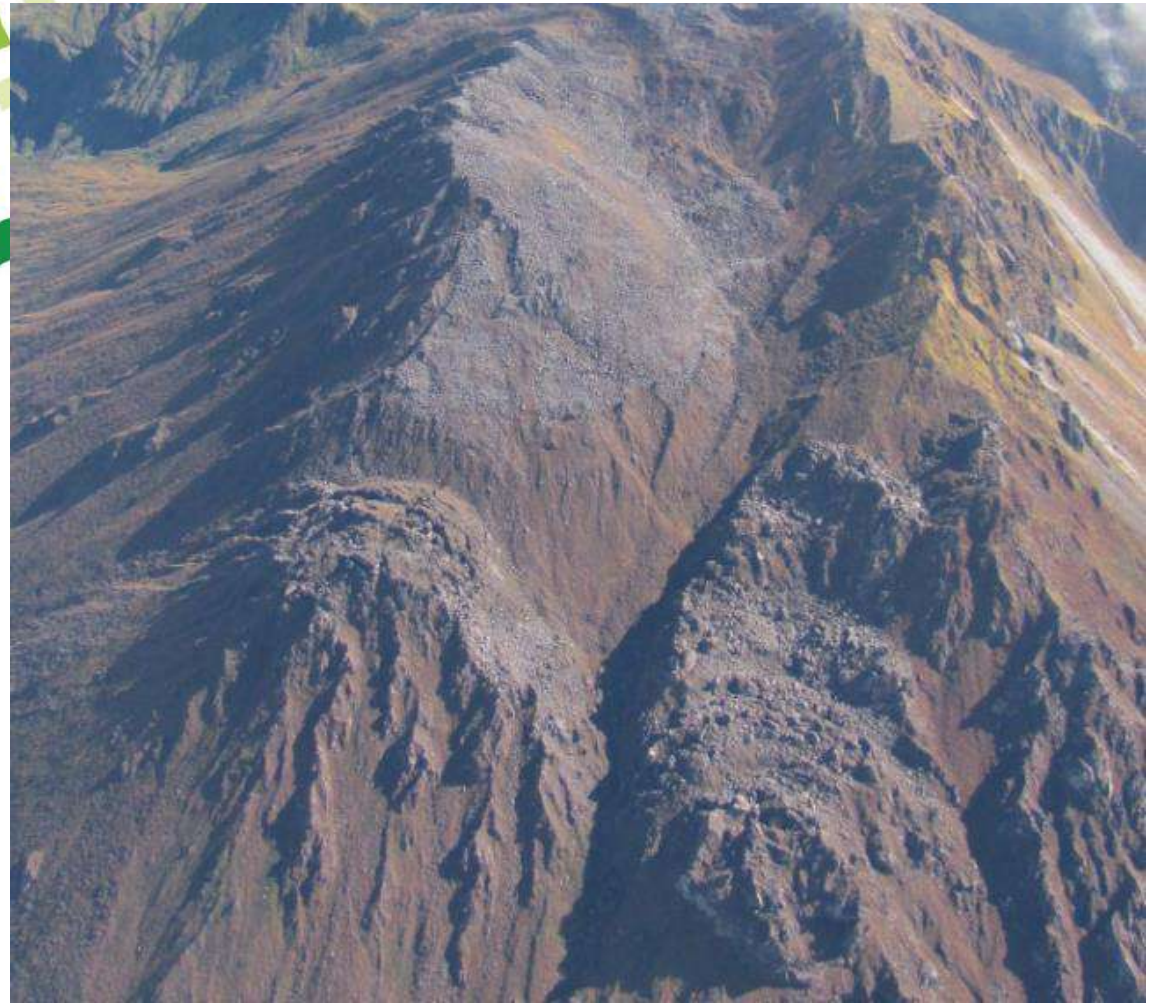
HISTORIA DE ERUPCIONES

FECHA	DESCRIPCION	AFECTACION
1897-1898	Actividad menor con erupciones por documentar	
20/04/1899	explosiones, posible flujo pirocalastico, viviendas sepultadas	30 muertes humas
13/11/1899	erupcion, lluvia de bloques, lluvia de cenizas(4 horas), flujos piroclasticos	50 a 60 muertes humanas, 200 muertes de ganado represamiento de rios y destruccion de puentes.
1913	erupcion no confirmada	
2/12/1922	bramidos cenizas y sismos	
1925	actividad no fumarolica, no confirmada	
14/08/1936	explosion, columna, flujo de lodo por la quebrada	destruccion de puente, destruccion de campamento de obras publicas, 16 muertes humanas

Tabla 1: servicio geologico Colombianao (Espinosa, 2001)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

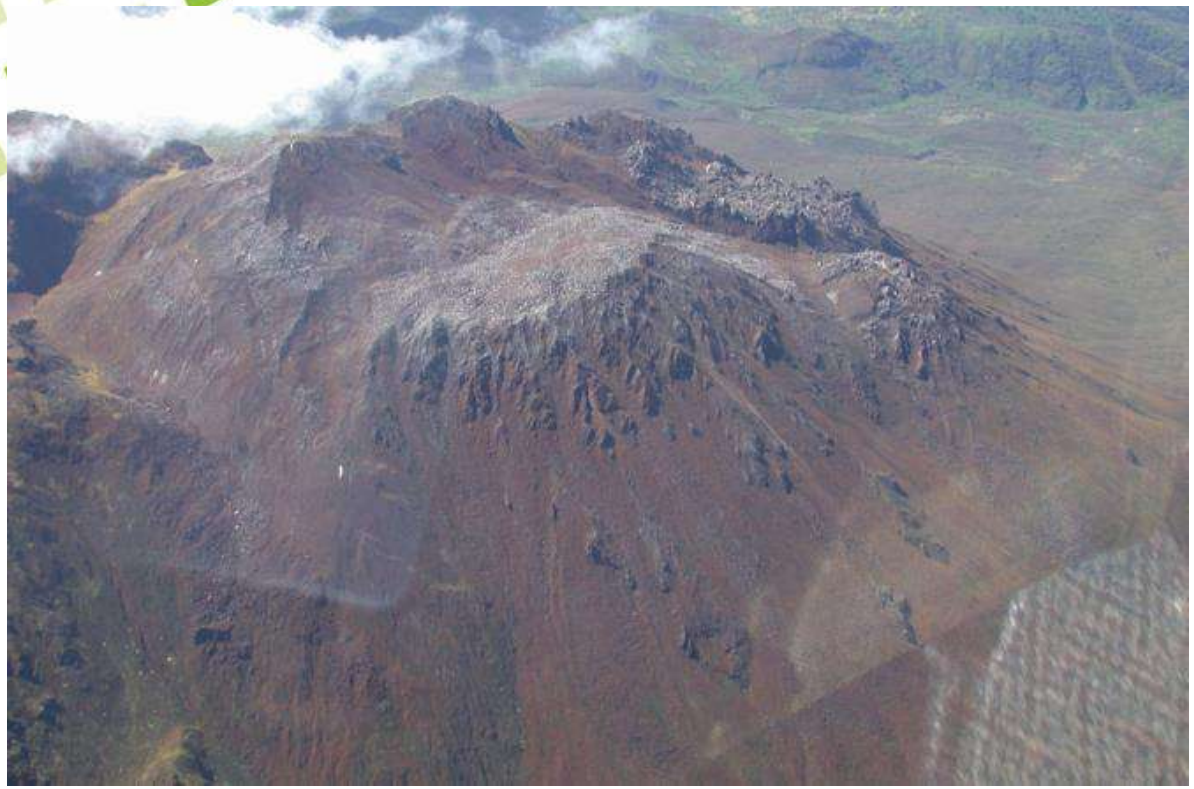


Servicio geologico Colombiano(2011)

Servicio geologico Colombiano (2007)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



Servicio geologico Colombiano (2005)

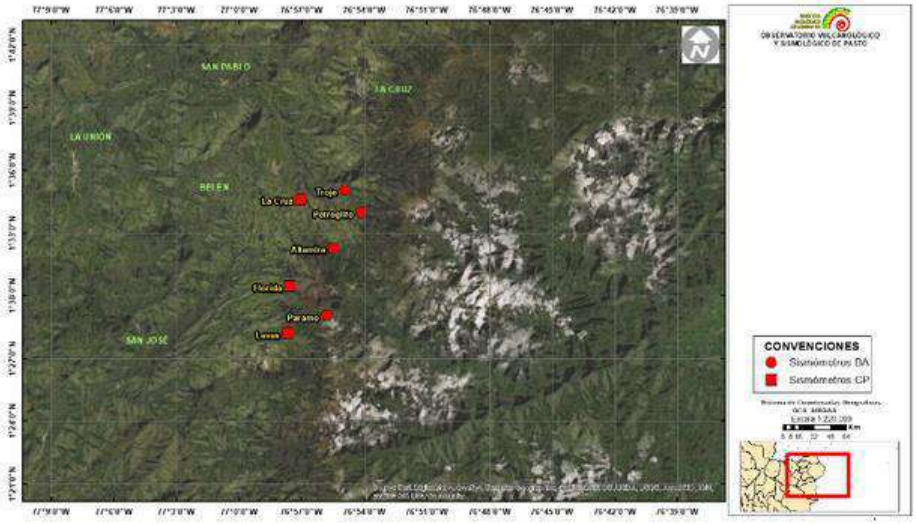
Servicio geologico Colombiano (2005)

Universidad Industrial de Santander

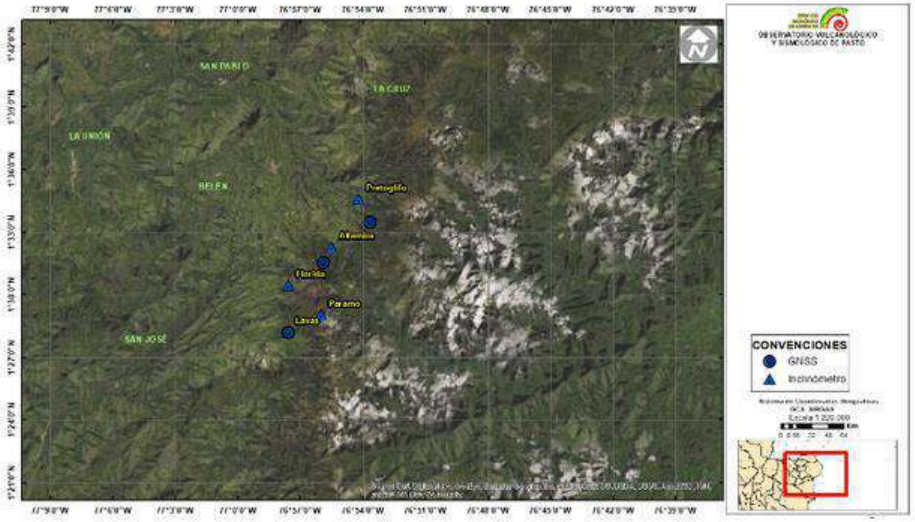
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Red de Vigilancia Volcanes Doña Juana – Las Ánimas

Redes de monitoreo sísmico Volcanes Doña Juana – Las Ánimas



Red de Monitoreo en Deformación



Red de Monitoreo en Geoquímica

Servicio geologico Colombiano

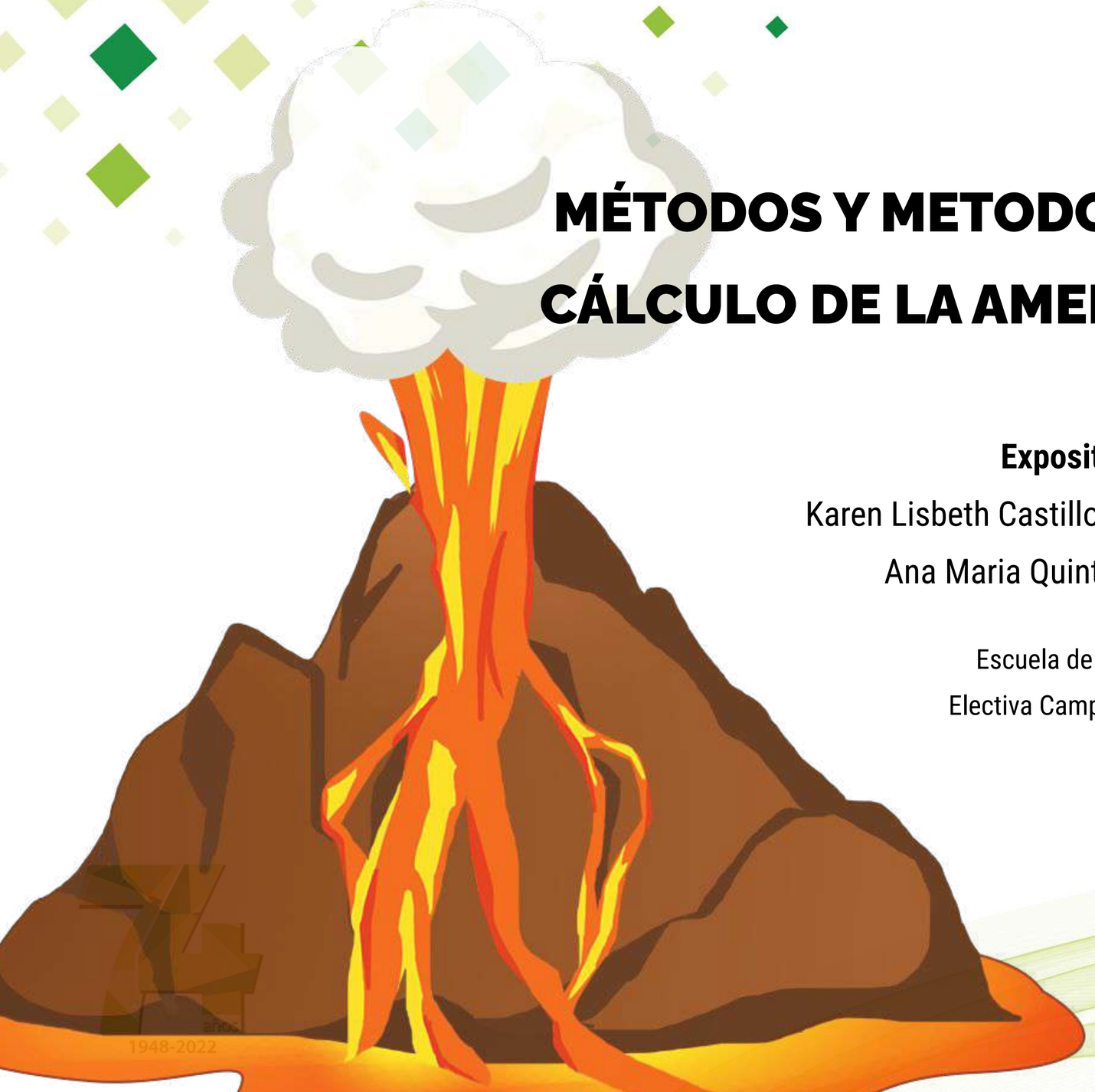
Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

BIBLIOGRAFÍA

- GeoEnciclopedia : https://www.geoenciclopedia.com/galeras/#:~:text=El%20actual%20cono%20activo%20del,de%201%20mill%C3%B3n%20de%20a%C3%B1os.
- NGRD (2017) :https://www.idiger.gov.co/documents/124190/164167/Avances+retos+conocimientos+riesgo+-+UNGRD/8697a9e5-75b2-4ef7-9af0-d16e71ae47ce
- SGC: https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/ComplejoVolcanicoDonaJuana/Paginas/redes-de-monitoreo.aspx
- SGC: https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/ComplejoVolcanicoDonaJuana/Paginas/generalidades-complejo-volcanico-dona-juana.aspx
- Scielo (2009): http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-02832009000200008
- Researchgate:https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-5-Esquema-que-ilustra-la-evolucion-del-CVDJ_fig4_262430661
- Prezi: https://prezi.com/le-hlmjfo_hc/volcan-dona-juana/
- Inicio. (2022). Servicio Geológico Colombiano. https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/Exposicion-Fotografica/Paginas/default.aspx
- Geología de Volcanes. (2019). Geología de volcanes. https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/Geociencias/Paginas/Geolog%C3%ADaVolcanes.aspx
- Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2022). UNGRD. http://gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=150
- Conexión Externado. (2019, 5 agosto). Los datos de los principales volcanes de Colombia. ConexiÃ3n Externado. https://conexion.uexternado.edu.co/volcanes-de-colombia/
- Percepciones sobre fenómenos volcánicos: elementos para la gestión del riesgo en Colombia. (2020). Revista perspectiva Geográfica. http://www.scielo.org.co/pdf/pgeo/v25n1/0123-3769-pgeo-25-01-99.pdf
- Sánchez, J. J. (2018). Los volcanes de Colombia y su representación en diversos contextos. Los volcanes de Colombia y su representación en diversos contextos. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-02832018000300127
- Vivir en tierra de volcanes. (2010). Vivir en tierra de Volcanes. http://online.pubhtml5.com/pxou/ckya/#p=48
- Recursos Educativos. (2022). Servicio Geológico Colombiano. https://www2.sgc.gov.co/museo-geologico/recursos-educativos/Paginas/Recursos-Educativos.aspx

MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA VOLCÁNICA



Expositores:

Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547

Ana Maria Quintero - 2172561

Escuela de Geología

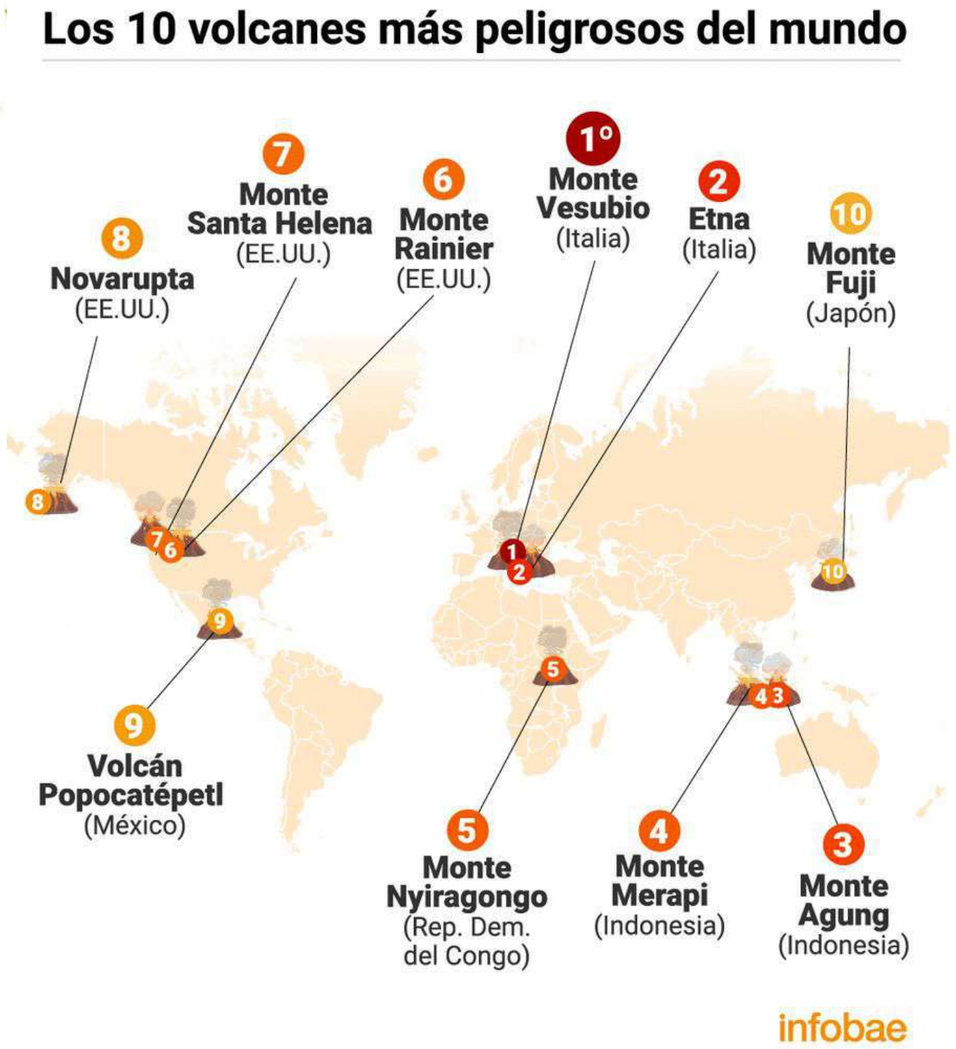
Electiva Campo 3 - 23117

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

1948-2022

GENERALIDADES



Los volcanes constituyen el único proceso que comunica la superficie de la tierra con los niveles profundos de la corteza terrestre.

En la profundidad del Manto terrestre, el magma bajo presión asciende, creando cámaras magmáticas dentro o por debajo de la corteza. Las grietas en las rocas de la corteza proporcionan una salida para la intensa presión con lo cual se conforma una erupción con diversos materiales como vapor de agua, humo, gases, cenizas, rocas y lava, los cuales son lanzados a la atmósfera en el proceso.

- Desastres que ocurren con menor frecuencia.

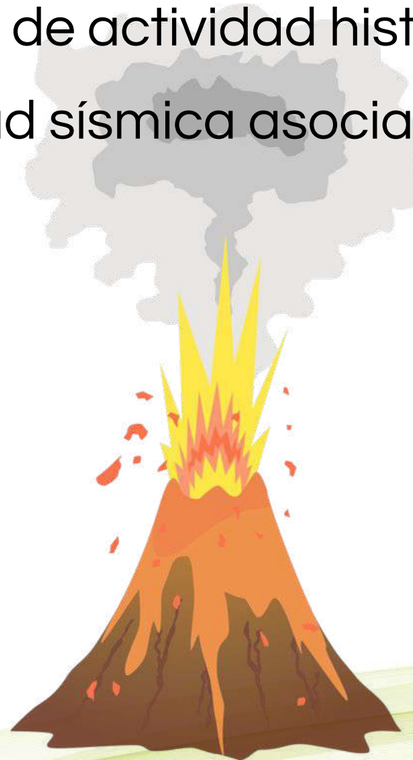
PRINCIPALES PRODUCTOS VOLCÁNICOS

- Caida de cenizas
- Flujos piroclásticos
- Flujos de lava
- Proyeccion balistica
- Lahares o Flujos de lodo

IDENTIFICACIÓN DE VOLCANES PELIGROSOS/ACTIVOS

Volcanes Activos

- Edificio morfológicamente bien conservado, por lo tanto depósitos asociados con edades menores a los 10.000 años.
- Fumarolas/Fuentes termales.
- Registro de actividad histórica.
- .Actividad sísmica asociada.



Prioridades de estudio

- Población alrededor del volcán.
- Tipo de erupciones en el registro geológico.
- Frecuencia de las erupciones o tiempo de reposo intraeruptivo.
- Los tipos de erupciones en épocas históricas y sus efectos en áreas circundantes

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA VOLCÁNICA

Recopilación de Información

Registro Histórico de Actividad Volcánica.

Geomorfología

Monitoreo

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

METODOLOGI

Universidad Industrial de Santander

EL **SGC** HA ESTABLECIDO UN PROCEDIMIENTO **METODOLÓGICO** para evaluar la amenaza volcánica en Colombia .

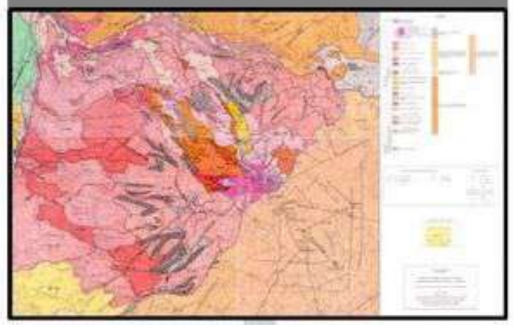
Investigación Geológica

Unidades eruptivas recientes
Escenarios, Volúmenes
Comportamiento eruptivo
Características de depósitos

Investigación Histórica

Stübel - Wolf, 1906

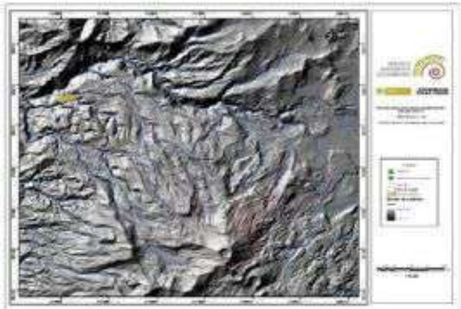
Mapa Geológico



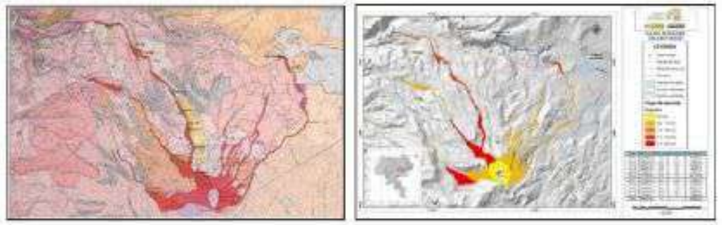
Modelamiento

TITAN2D
VOLCFLOW
FLOW3D
ASH-3D
LAHARZ

Modelo de Elevación Digital DEM

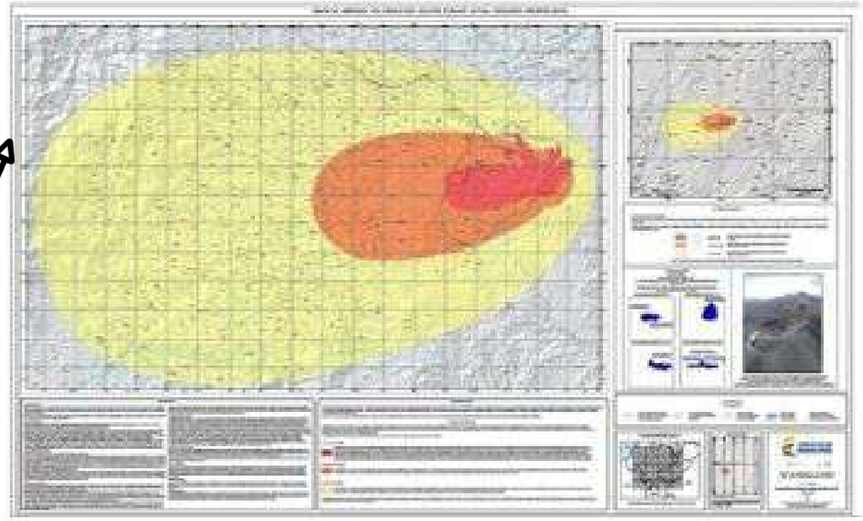


Simulación computacional de fenómenos volcánicos



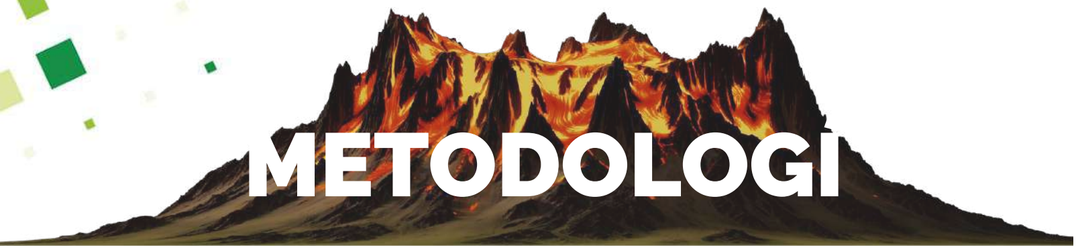
basados en registros geológicos

Mapa de Amenaza Volcánica



Mapa de amenaza del Volcán Puracé (SGC, 2014)

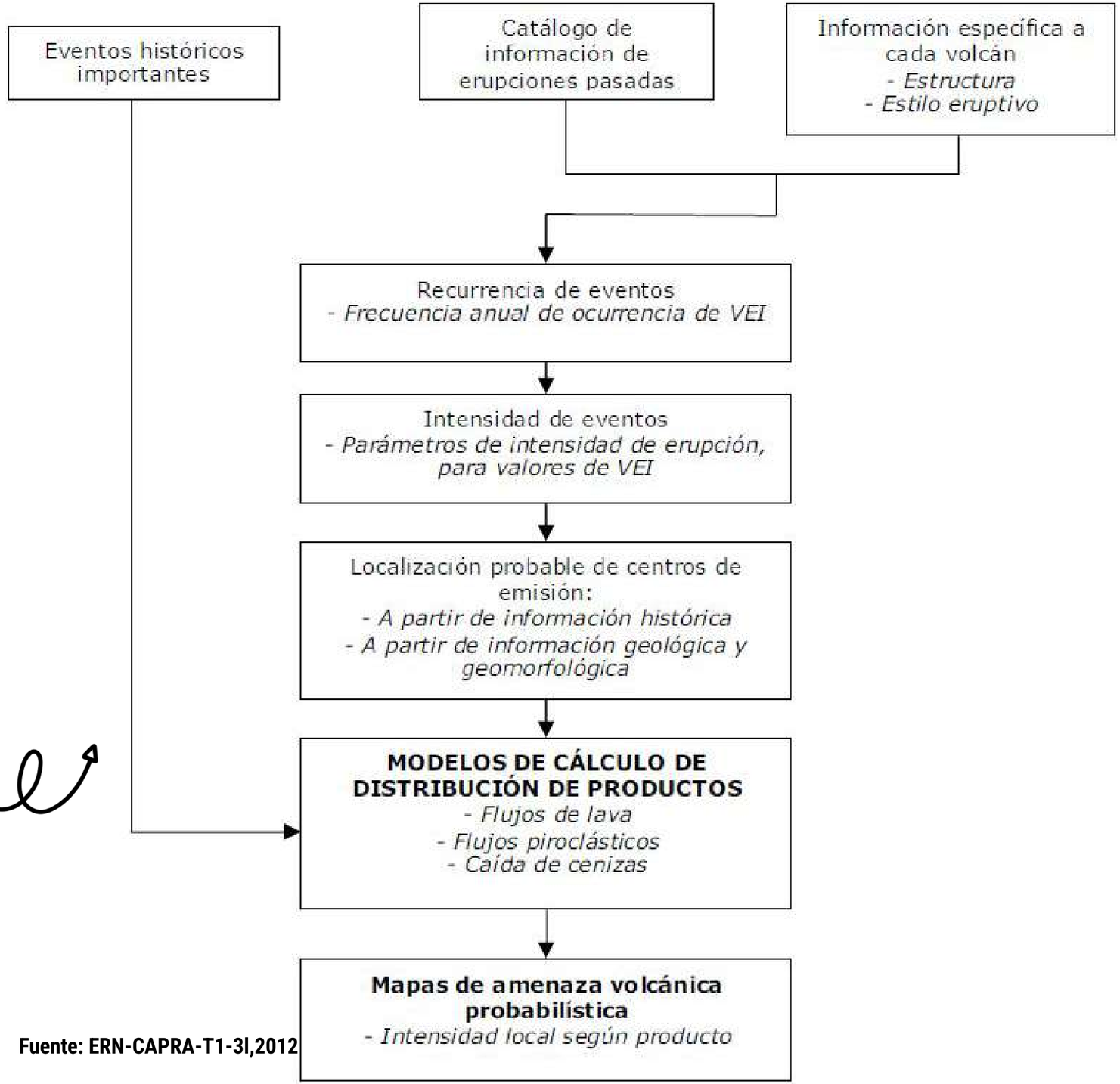
Fuente: Gómez Martínez et al, 2021



METODOLOGI

DE MODELACIÓN PRC : ABILISTA DE RIESGOS NATURALES

AMENAZA VOLCÁNICA



Fuente: ERN-CAPRA-T1-3l,2012

ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (VEI)

Integración de mediciones cuantitativas (volumen de masa expulsada, altura de la columna de humo) como cualitativas. El VEI asigna a cada uno de los niveles un orden de magnitud en factor de 10 al volumen de masa expulsada.

VEI	Altura columna de humo (km)	Volumen (m^3)	Descripción cualitativa	Tipo de Erupción	Recurrencia	Ejemplo
0	<0.1	$1x10^4$	Suave	Hawaiana	Diaria	Kilauea
1	0.1-1	$1x10^6$	Efusiva	Haw/Stromboliana	Diaria	Stromboli
2	1-5	$1x10^7$	Explosiva	Strom/Vulcaniana	Semanal	Galeras, 1992
3	3-15	$1x10^8$	Explosiva	Vulcaniana	Anual	Ruiz, 1985
4	10-25	$1x10^9$	Explosiva	Vulc/Pliniana	Decenios	Galunggung, 1982
5	>25	$1x10^{10}$	Cataclísmica	Pliniana	Siglos	St. Helens, 1981
6	>25 km	$1x10^{11}$	Paroxismal	Plin/Ultra-Pliniana	Siglos	Krakatau, 1883
7	>25 km	$1x10^{12}$	Colosal	Ultra-Pliniana	1.000 años	Tambora, 1815
8	>25 km	$>1x10^{12}$	Colosal	Ultra-Pliniana	10.000 años	Toba (73,000 AC)

Tabla 1.Descripción de la escala del Índice de Explosividad Volcánica – VEI

Fuente: ERN-CAPRA-T1-3l,s.f

Universidad Industrial de Santander

¡Erupción Pliniana!

Fenómenos volcánicos de posibles erupciones

Fuente: SCKilford, 2019

LA ZONIFICACIÓN PROBABILÍSTICA DE SEVERIDAD

(MÉTODO ESTADÍSTICO)

(Parra y Cepeda, 1990)

Se tiene en cuenta el número de fenómenos volcánicos ocurridos en los últimos 10.000 años de la historia de un volcán y la severidad con que estos fenómenos pueden afectar un área.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD
Daño parcial a cultivos	1
Daño total a cultivos, daño parcial a propiedad	2
Destrucción propiedad, posibilidad de supervivencia	3
Sin diferencia entre supervivencia o muerte	4
Destrucción total sin posibilidad de supervivencia	5

Tabla 2. Escala de Parra y Cepeda (1990)

Fuente: INGEOMINAS, 1991

FENÓMENOS

Corrientes de densidad piroclástica

Lahares

Flujos de Lava

ALTA SEVERIDAD

AMENAZA VOLCÁNICA ALTA

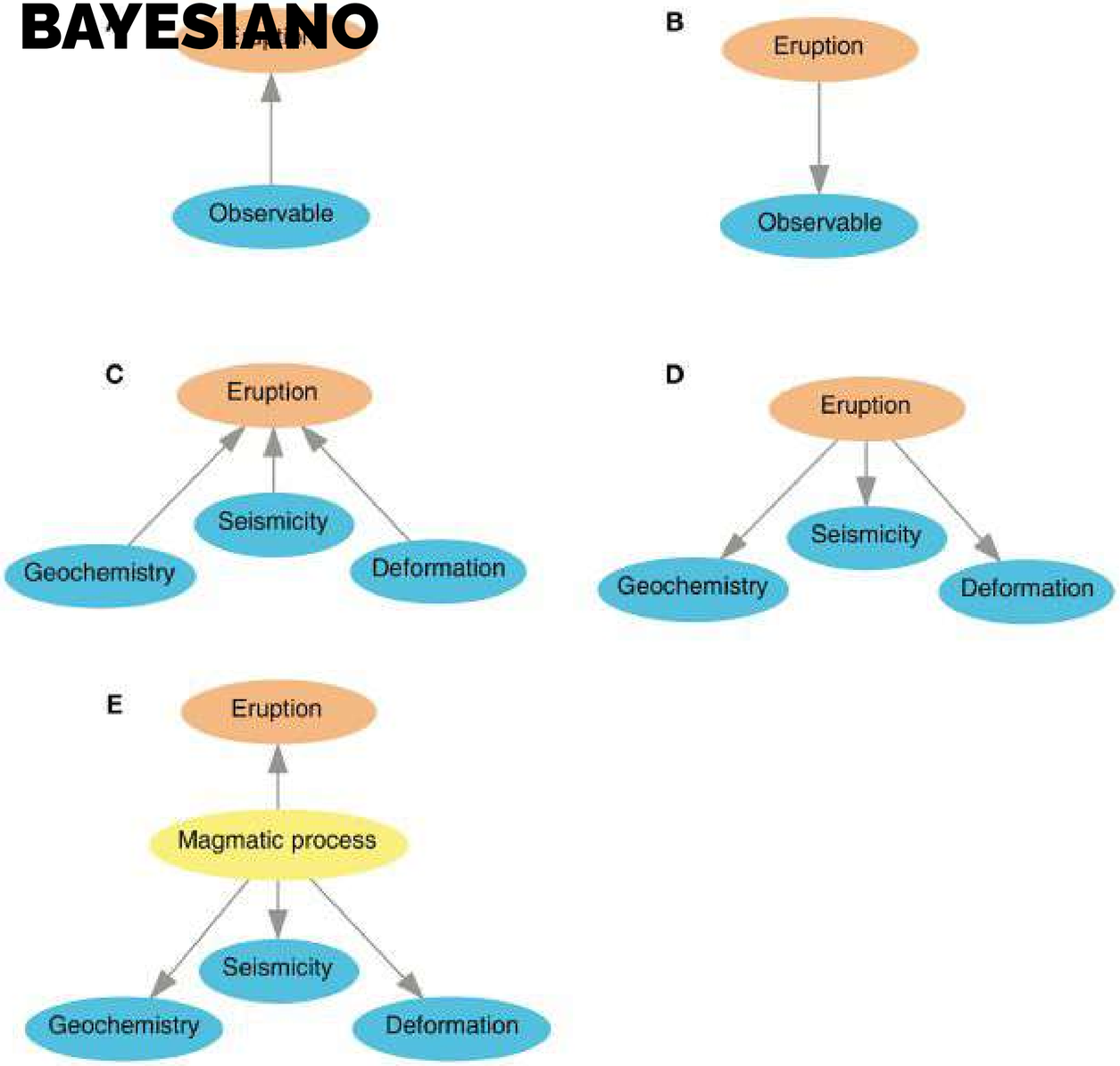
Caídas piroclásticas

Ondas de choque

ALTA BAJA AMENAZA

MODELO BAYESIANO

Modelo probabilístico que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un grafo acíclico dirigido.



Estructura del modelo para predecir una erupción volcánica. Frontiers in Earth Science 2018

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

VOLCÁN CERRO BRAVO

21 ERUPCIONES OCURRIDOS EN LOS ULTIMOS 14.000 AÑOS

- 9 Erupciones plinianas
- 3 Episodios de emplazamiento de domos
- 3 Eventos de explosión de domos
- 4 Emisiones de lavas
- 2 Eventos de emisiones balísticas

ESCENARIO DE POSIBLES ERUPCIONES

- 17 Eventos plinianos de caída
- 9 Flujos de ceniza y pómez
- 3 Eventos de generación y ascenso de domos
- 3 Flujos de ceniza y bloques por explosión y colapso de domos
- 4 Flujos de lava
- 4 Flujos de ceniza y bloques por colapso de lavas
- 12 Flujos de lodo secundarios, generados apartir de flujos piroclasticos mayores
- 2 Proyectiles Balísticos

VOLCÁN CERRO BRAVO, HERVEO, TOLIMA.

Fuente: SGC, 2017

La probabilidad (P) de presentarse, cada uno de estos fenómenos, se obtiene de la cantidad de productos tipo identificados en el área / por el numero de erupciones ocurridas en el intervalo de tiempo tomado (14.000 años).

Severidad Ponderada (SP) = [(%P) x (S)] x Factor Común (0.0964)

EVENTO	PROB. P	PROB. % P %	SEVERIDAD A	SEVERIDAD M	SEVERIDAD B	SEVERIDAD PONDERADA A	SEVERIDAD PONDERADA M	SEVERIDAD PONDERADA B
Caída de piroclastos (plinianos).	17/21	80,9	3	2	1	23,4	15,6	7,8
Caída de piroclastos (proyectiles balísticos)	2/21	9,5	2	1	–	1,8	0,9	–
Flujos piroclásticos*	12/21	57,1	5	4	3	27,5	22	16,5
Ascenso de domos	3/21	14,2	1	–	–	1,4	–	–
Flujos de lava	4/21	19	5	–	–	9,2	–	–
Flujos piroclásticos**	4/21	19	5	4	–	9,2	–	–
Flujos de lodo	12/21	57,1	5	–	–	27,5	–	–

* Flujos de ceniza y pómez + Flujos de ceniza y bloques producto de explosión de domos.

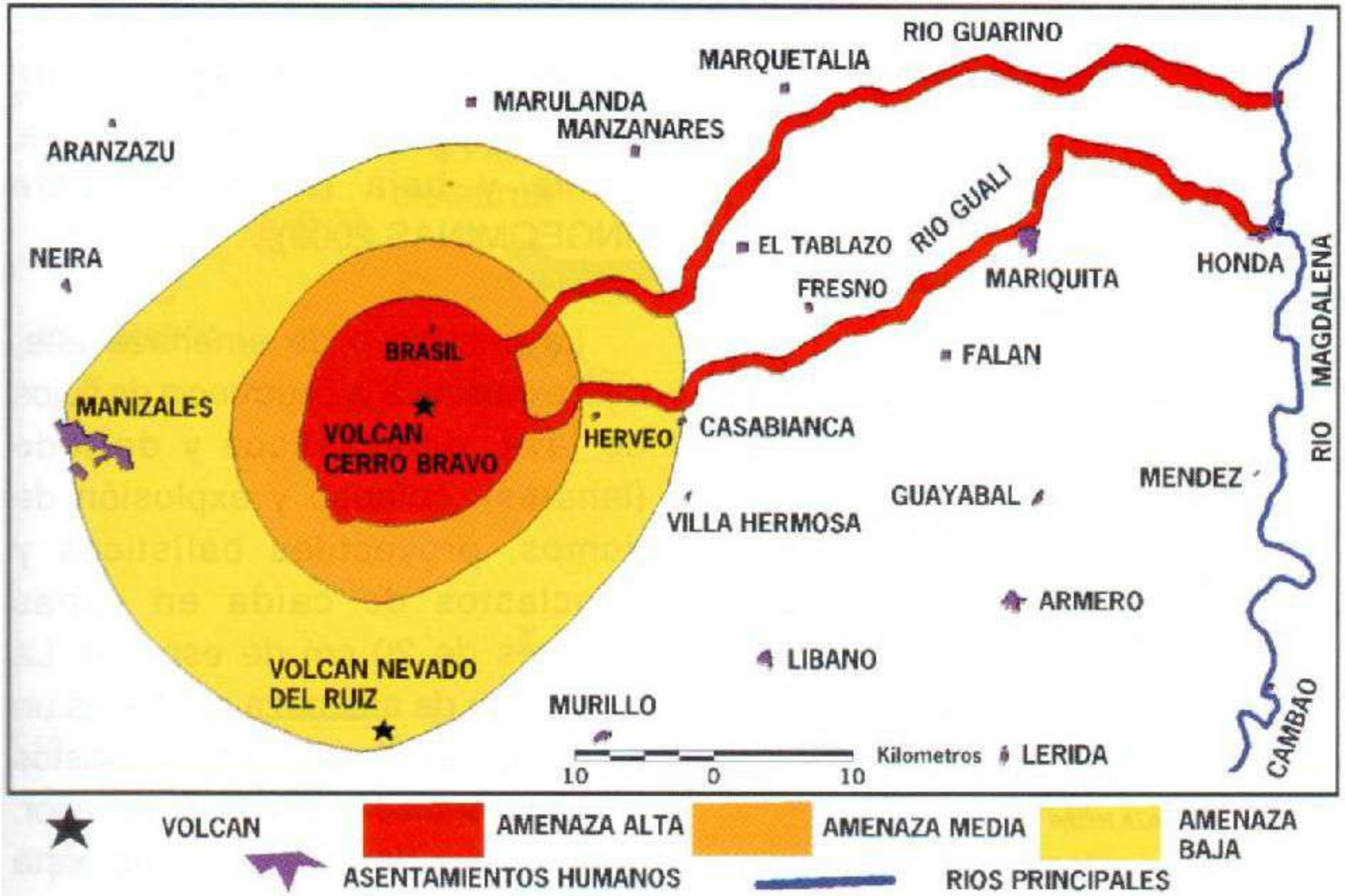
** Flujos de ceniza y bloques producto de colapso de lavas.

A – Amenaza alta M – Amenaza media B – Amenaza baja

Tabla 3. Volcán Cerro Bravo, severidad y severidad ponderada para los eventos de amenaza volcánica potencial.
Fuente: INGEOMINAS, 1991

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



Mapa de amenaza volcánica del Volcán Cerro Bravo (modificado de MONSALVE & NUÑEZ 1992).

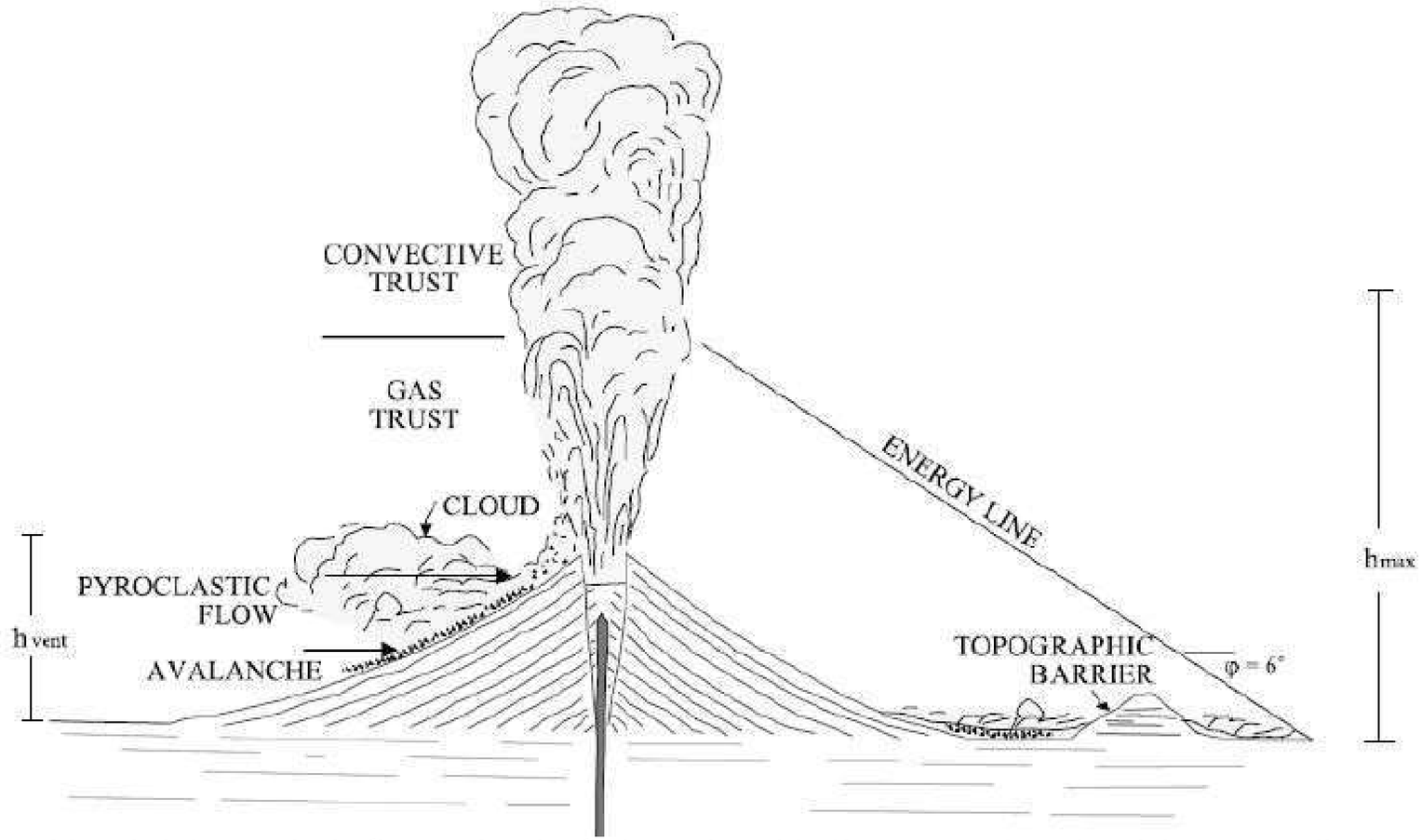
Fuente: VILLEGAS, H. (2003)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MODELO DE EVALUACIÓN DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS

- Extensión de flujos



Estimación del área de influencia de flujos piroclásticos según Sheridan y Malin (1982)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MODELO DE ADVECCIÓN -DIFUSIÓN

- Caida de cenizas

Modelos de transporte y deposición de partículas, como consecuencia de erupciones plinianas.

Datos de entrada:

- Altura de la columna eruptiva
- Velocidad de los vientos medidos durante algunas erupciones
- Parámetros determinados a partir de depósitos de erupciones pasadas

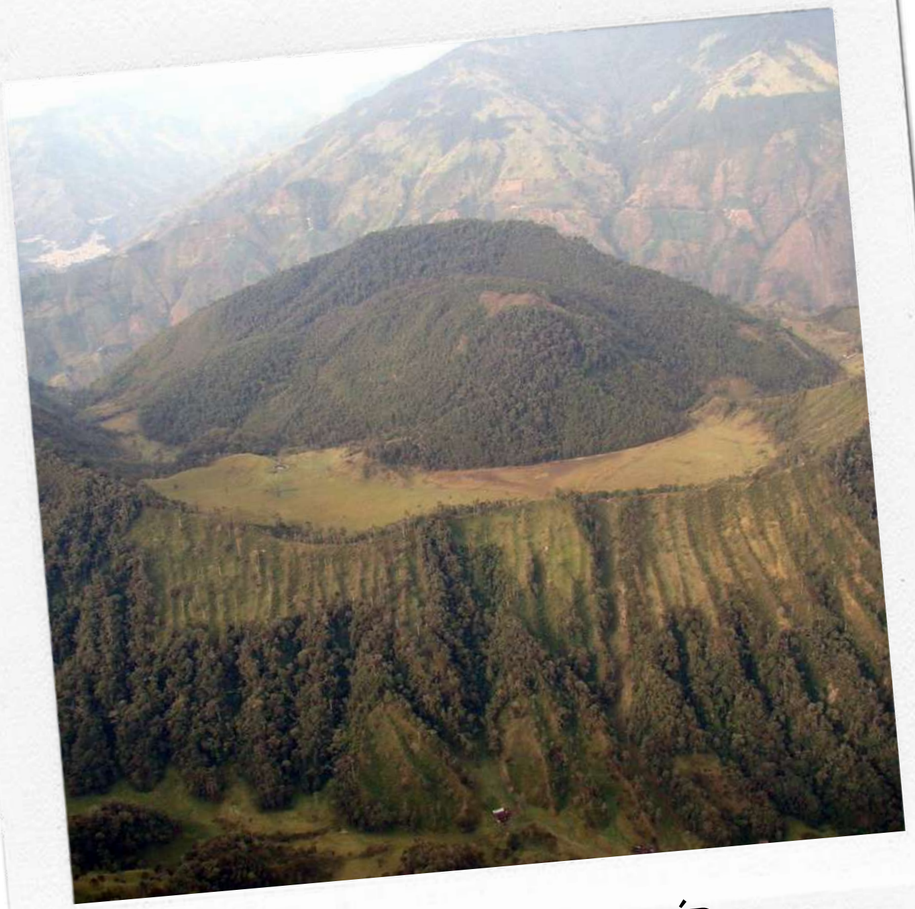
Las partículas son difundidas por la turbulencia atmosférica y la advección horizontal del viento, y son depositadas luego por la acción de la gravedad. Suzuki (1983) propuso un modelo bidimensional en donde consideró la velocidad del viento, la difusividad y la concentración de las partículas de forma constante, y el tiempo de caída de las partículas como función de la velocidad límite de caída. Adicionalmente, la velocidad límite de caída incorpora parámetros de forma y dimensión de partículas, así como la viscosidad y densidad del aire.

EMPLEO DEL PROGRAMA VOLCFLOW PARA SIMULAR FLUJOS PIROCLÁSTICOS DEL VOLCÁN CERRO MACHÍN, TOLIMA, COLOMBIA.

Elsa Adriana Cárdenas Quiroga, Pahola Porras Rodríguez, Luz Yolanda Morales Martín

02 Diciembre de 2013

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia



VOLCÁN CERRO MACHÍN

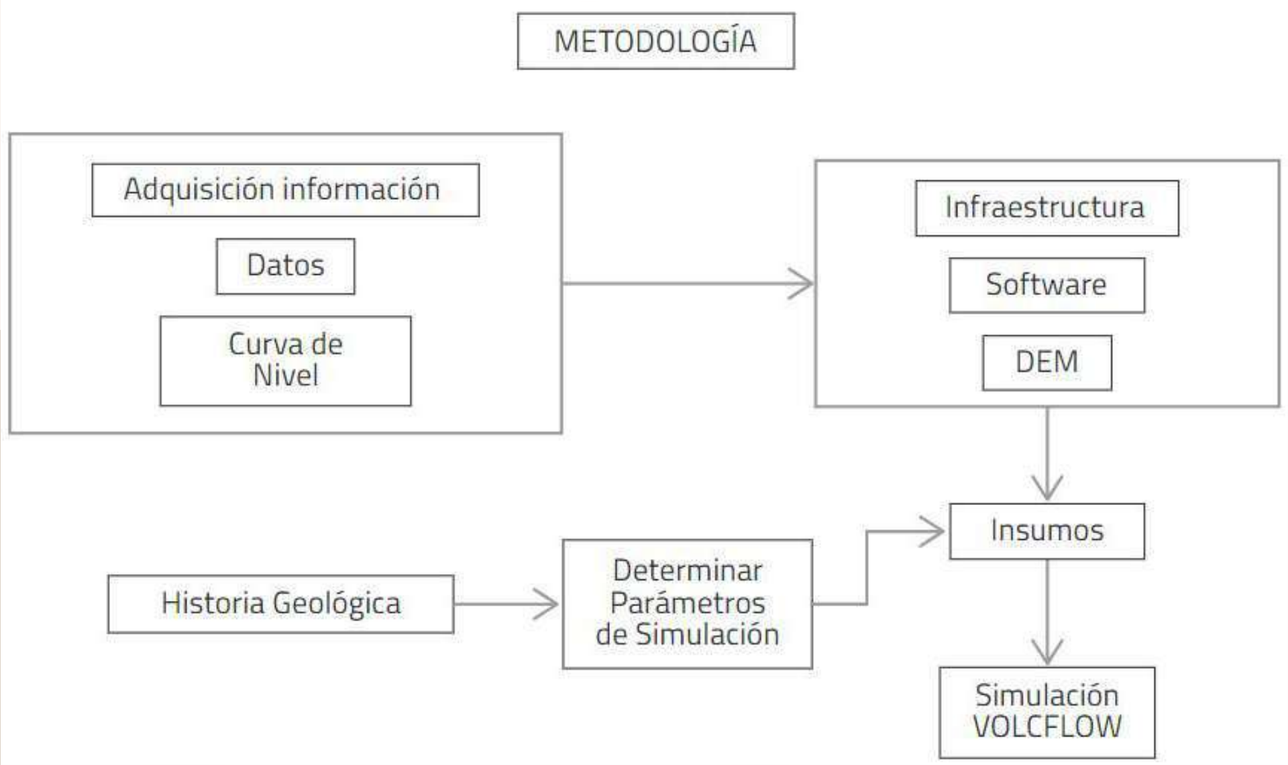
Fuente: SGC, 2022

VISTA AÉREA

Fuente: INGEOMINAS, 2003

EMPLEO DEL PROGRAMA VOLCFLOW PARA SIMULAR FLUJOS PIROCLÁSTICOS DEL VOLCÁN CERRO MACHÍN, TOLIMA, COLOMBIA.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

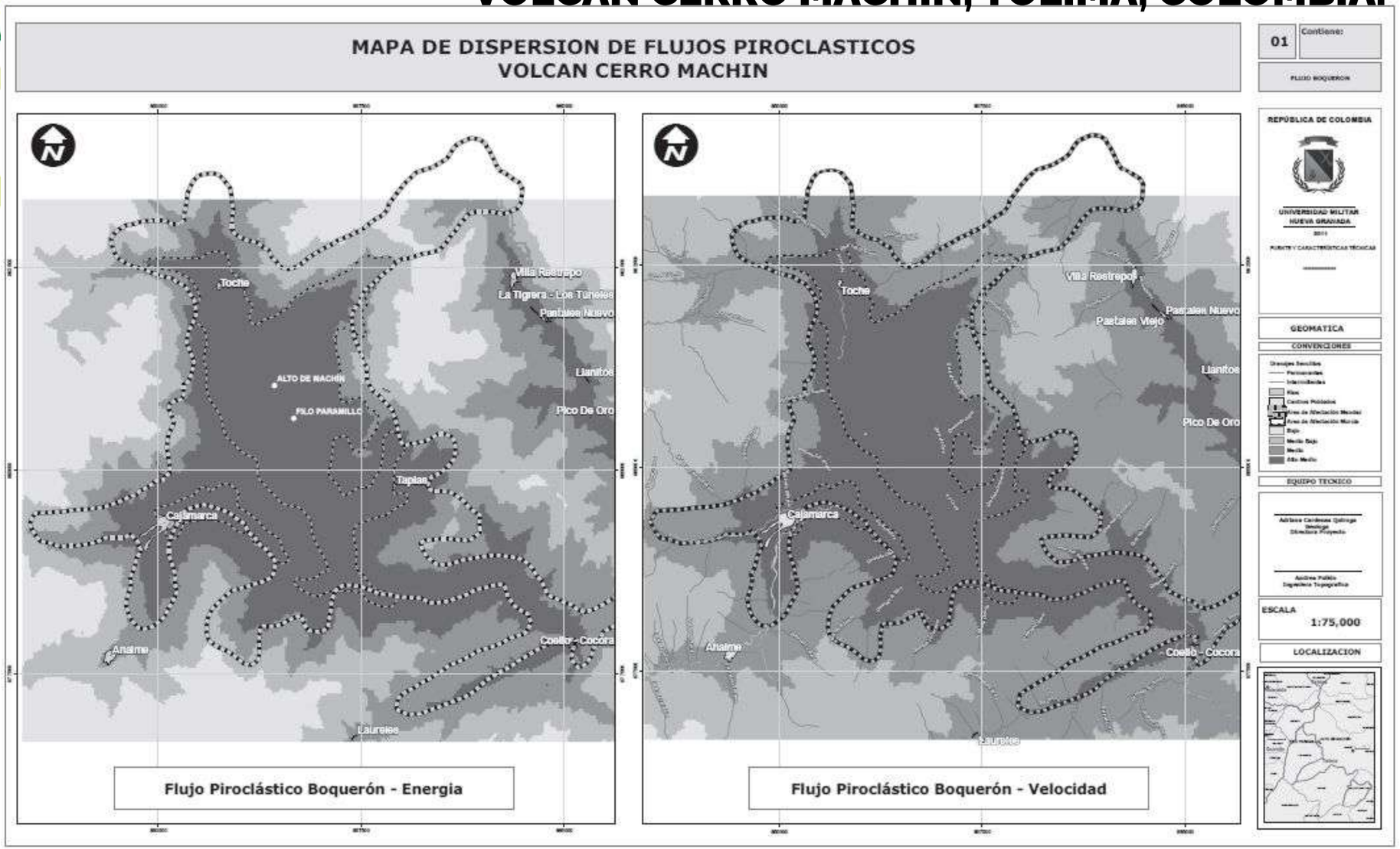


Model Builder (Machín tool)	VolcFlow
1.Construcción del DEM, y de la distancia euclidiana del área a evaluar	1. Cálculo de los términos fuente: esfuerzos, condiciones internas del modelo, cálculo del flujo.
2.Implementación del Model Builder construido a partir del modelo de línea de Energía en Arcgis 9.3	2. Cálculo de los nuevos espesores y velocidades en el mallado
3.Simuación del Área de Influencia de Eventos Históricos	3. Cálculo de las velocidades y formas en la topografía, definición de algunas condiciones de frontera.
	4.Representación de la simulación y exportar el video en .avi.

Comparación entre los métodos empleados para la simulación

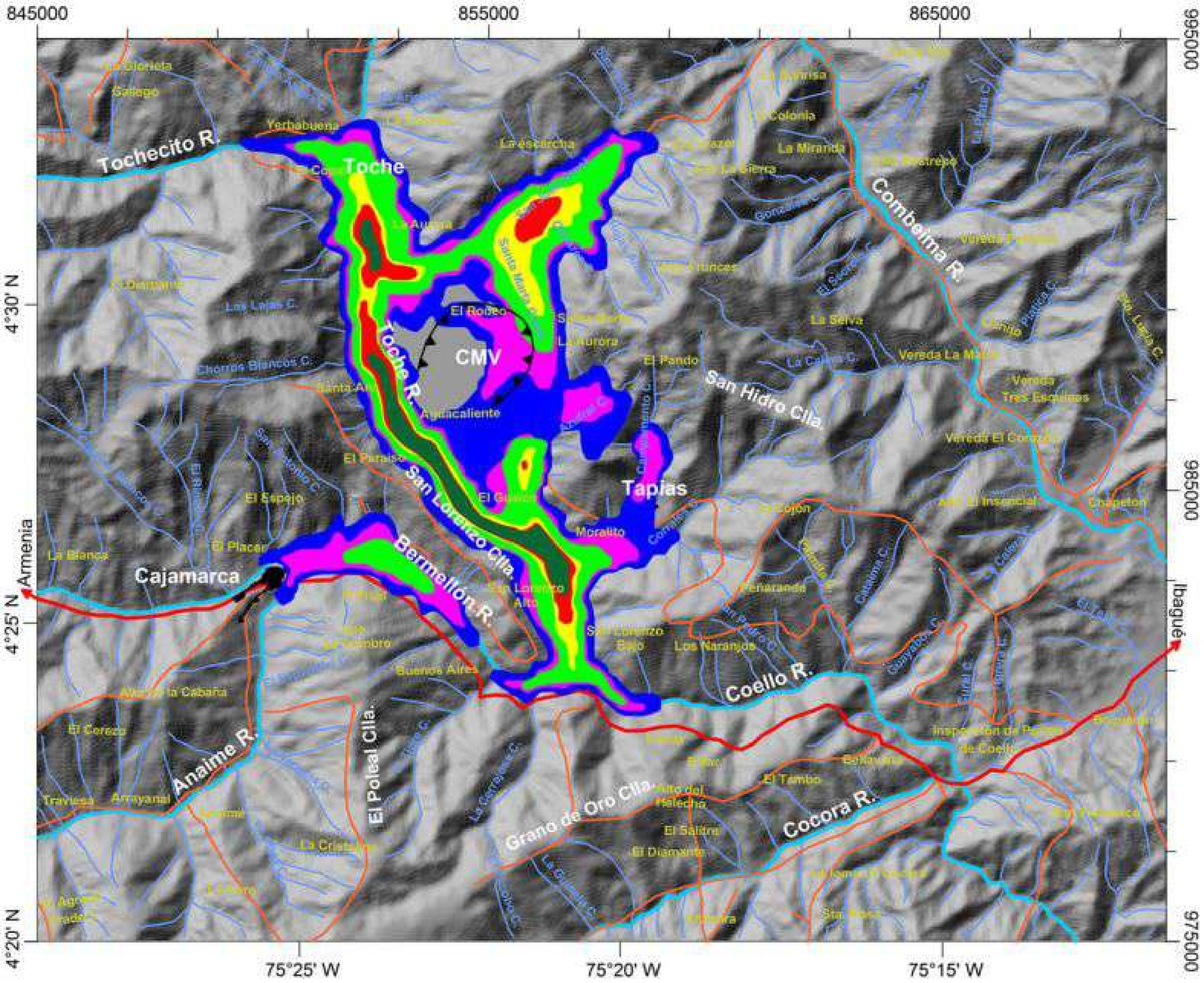
Fuente: Cárdenas et al. 2013

EMPLEO DEL PROGRAMA VOLCFLOW PARA SIMULAR FLUJOS PIROCLÁSTICOS DEL VOLCÁN CERRO MACHÍN, TOLIMA, COLOMBIA.



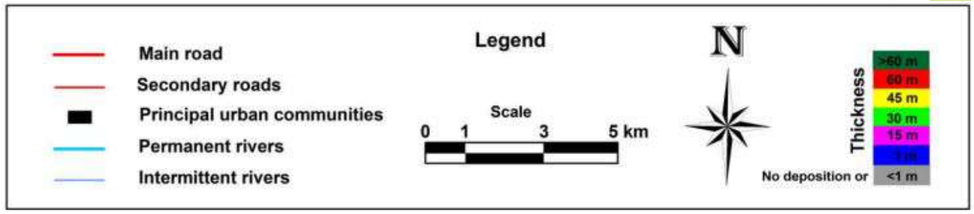
Área de acumulación de material y de máximas velocidades alcanzadas por los flujos en el evento

Fuente: Cárdenas et al. 2013

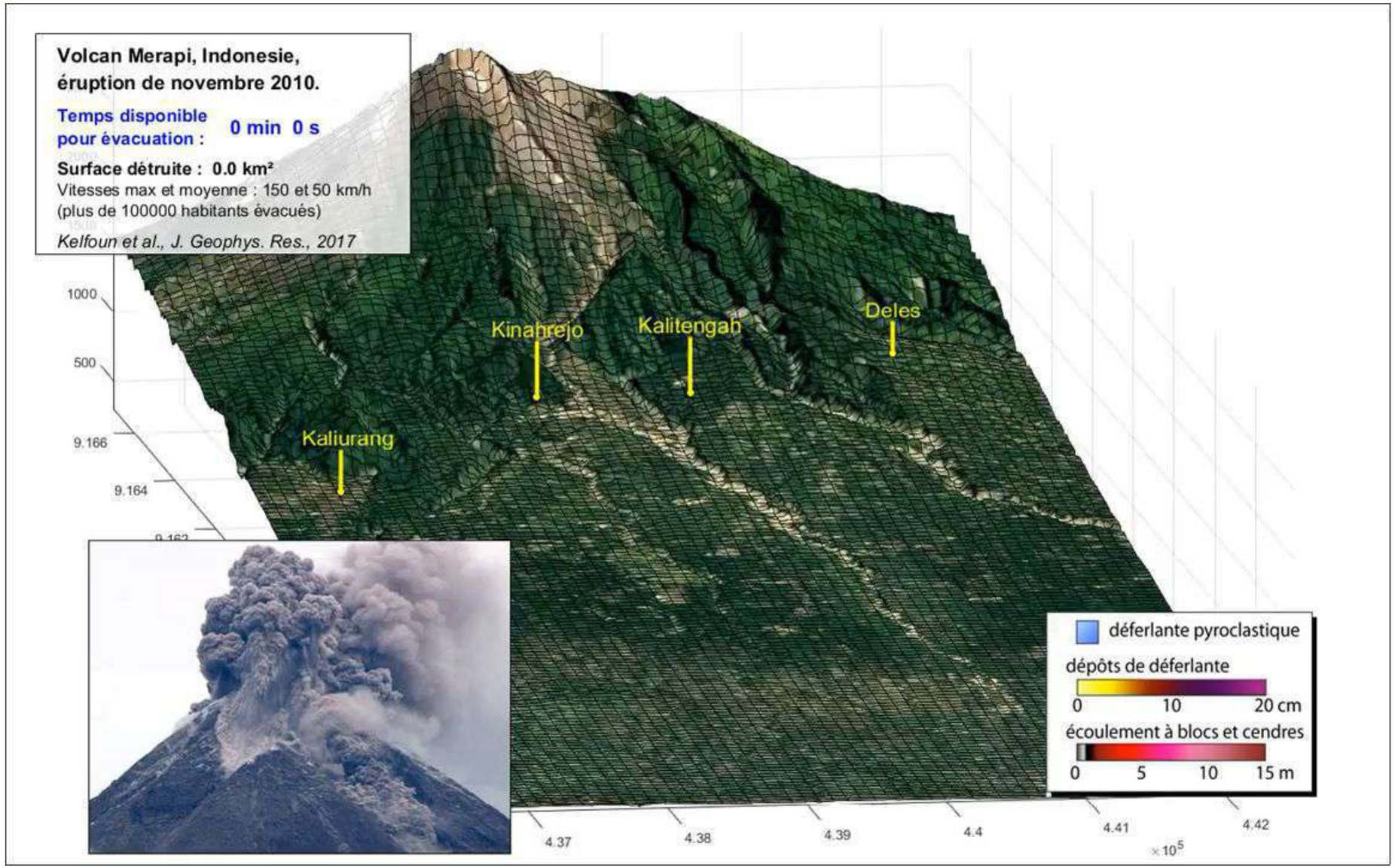


Mapa de sombras que muestra el área superpuesta y los espesores resultantes de ocho simulaciones combinadas TITAN2D de flujos piroclásticos formados por un colapso de columna pliniana de 720 m, cada uno con un volumen de 0,3 km3. Las simulaciones se realizaron a través de 360° con direcciones iniciales separadas por 45°.

Fuente: Murcia et al. 2010



VIDEO DE SIMULACIÓN VOLCFLOW



Fuente: karim kelfoun, 2017

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cárdenas, E.A., y Pulido, A., 2012. Simulación de flujos piroclásticos del Volcán Cerro Machín,Colombia, Mediante la aplicación de herramientas de ARCGIS®. En: Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Vol 22. PP 63 -74.

Gómez, D., López C., Monsalve, M., Agudelo, A., Cortés, G., y Calvache M. (2021). Volcanismo activo en Colombia y el rol del Servicio Geológico Colombiano. Revista. Volcanica. pg 133-135.

INGEOMINAS, 2003. Memoria explicativa del mapa de amenaza volcánica del Cerro Machín. Bogota D.C, pg. 8

Metodología de modelación probabilista de riesgos naturales. Informe técnico ern-capra-t1-3 modelos de evaluación de amenazas naturales y selección. Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales- América Latina - Consultores en Riesgos y Desastres (3 julio de 2012). Obtenido de: https://ecapra.org/sites/default/files/documents/ERN-CAPRA-R6-T1-3%20-%20Modelos%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20d%C3%20Amenazas.pdf

Monsalve, M. L. (2000). Guía para la evaluación de la amenaza volcánica y elaboración de mapas de amenaza volcánica potencial en Colombia. INGEOMINAS.

Monsalve, M. L. (1991). Mapa preliminar de amenaza volcánica del volcán Cerro Bravo. Revista Ingeominas pg. 132-136

Murcia H.F., Sheridan M.F., Macías J.L., y Cortés G.P. (2010). TITAN2D simulations of pyroclastic flows at Cerro Machín Volcano, Colombia: Hazard implications. En: Journal of South American Earth Sciences.

TÉCNICAS DE MONITOREO VOLCÁNICO

Universidad Industrial de Santander

Sofía C. Ariza Diaz
2182490

Johanna K. Rodriguez Quiroga
2182487

SEMINARIO GEOAMENAZAS- CAMPO

CONTENIDO

1.Introducción

2. Sismología

3. Geodesia

4. Gravimetría

5. Geoquímica

6. Geomagnetismo y Geoelectricidad

7. Geología

8. Técnicas de monitoreo en Colombia

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

es el Monitoreo Volcánico?

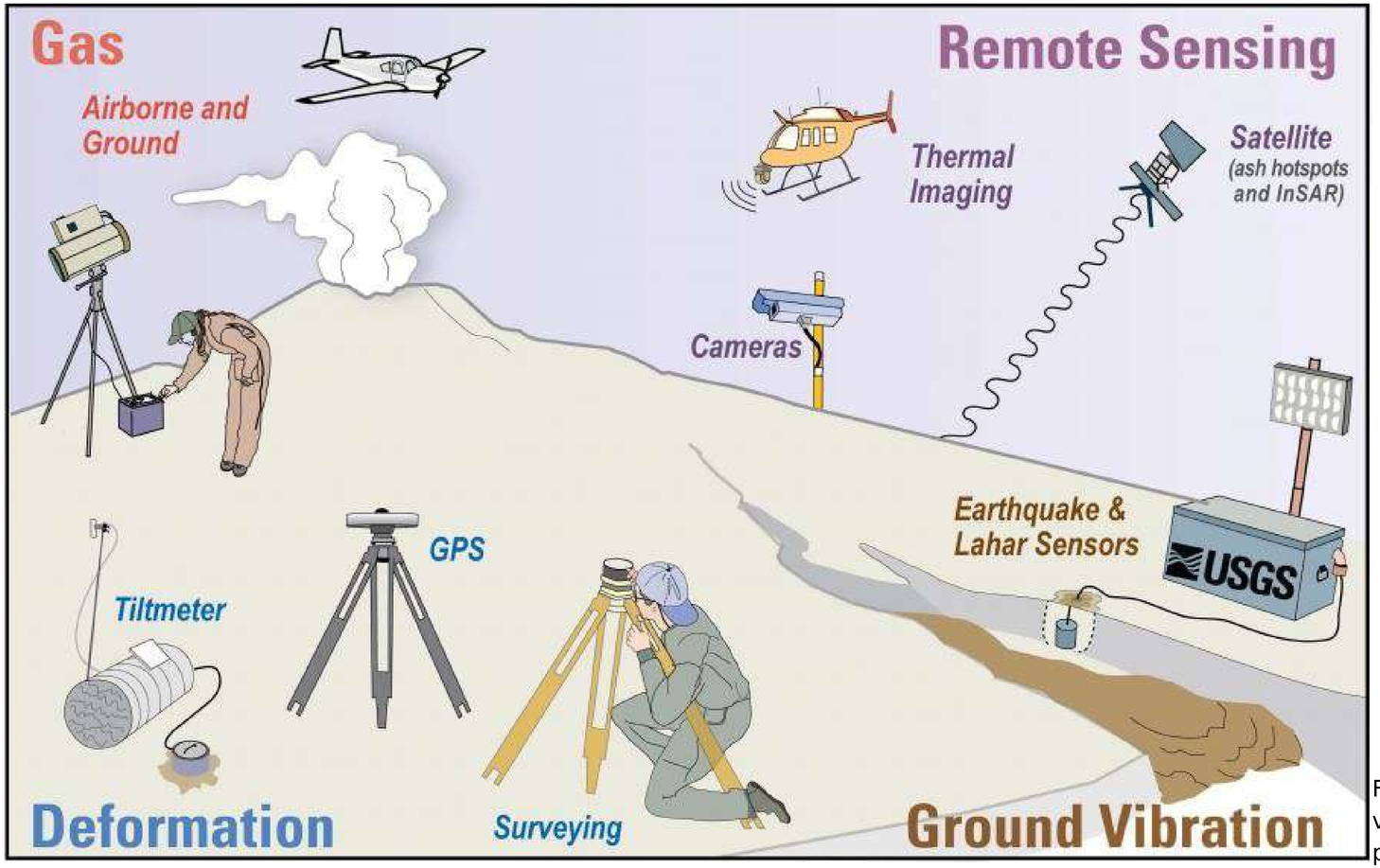


Figura 1. Tipos y métodos de monitoreo volcánico empleados por el Programa de peligros de volcanes de USGS. Tomado de USGS (s.f).

Es un conjunto de técnicas que permiten la medición de distintos parámetros, para observar cambios y realizar predicciones de la actividad de un volcán.

SISMOLOGÍA

- Los volcanes pueden tener varios tipos de sismos.
- Estos se distinguen en base a criterios geofísicos, principalmente la frecuencia (Hz).
- Su diferenciación es realizada por softwares especializados a través de estudios matemáticos detallados.

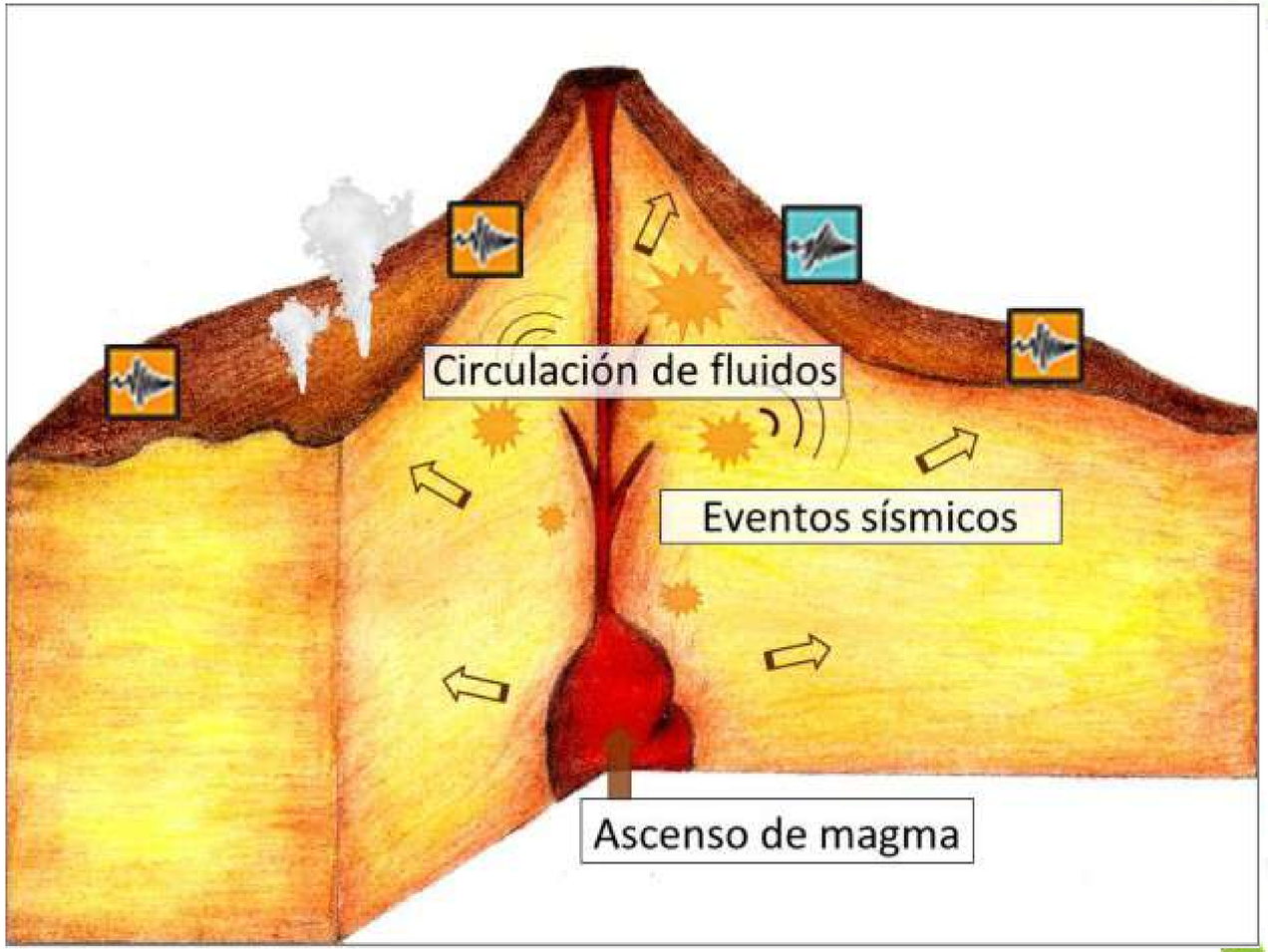


Figura 2. Técnicas de vigilancia volcánica- Sismología. Tomada del Ign (s.f).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación e innovación

TIPOS DE SISMOS

Endógenos

Ruptura de roca o apertura de grietas <4km (roca más fría y más frágil)

- VT (Volcano-tectonic)

Tránsito de fluidos como el magma, fluidos hidrotermales de vapor y agua o volátiles contenidos en el magma

- LP (Long period)
- VLP (Very Long period)
- ULP (Ultra Long period)
- Tremor

Híbridos

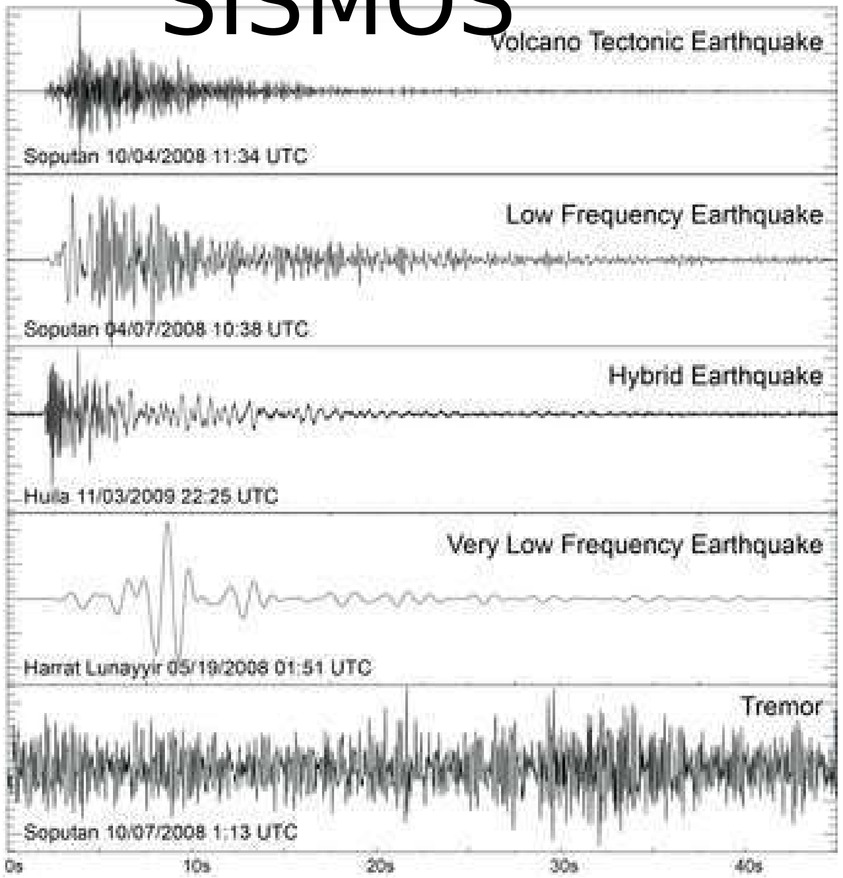


Figura 3. Seismogram signal examples from volcanic earthquakes. Tomada de USGS (s.f).

Exógenos

Relacionados a eventos que puedan ocurrir por encima del edificio volcánico

- Deslizamientos
- Aluviones volcánicos (lahares)
- Flujos de lava o piroclásticos
- Movimiento de glaciares

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

INSTRUMENTOS

Sismómetros

Figura 4. Sismómetro. Tomada de webserver2 (2002).

Array sismico (antena)

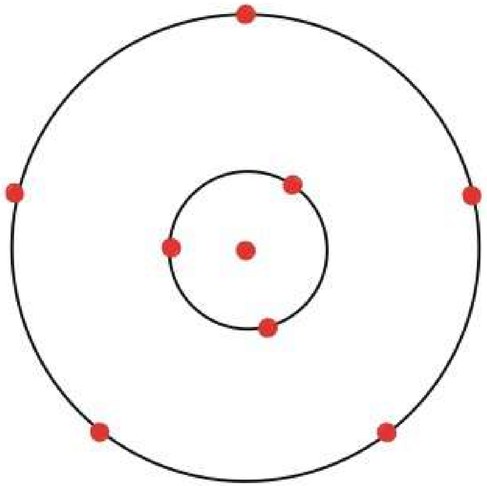


Figura 5. Array sísmico. Tomada de Havskov, J., Alguacil, G. (2016).

Acelerómetros

Figura 6. Acelerómetro. Tomada de beemetry (s.f).

GEODESIA

- ✔ Forma y dimensiones de la tierra
- ✔ El principal objetivo es el control de posibles deformaciones de un complejo volcánico y sus inmediaciones
- ✔ Ocurren deformaciones

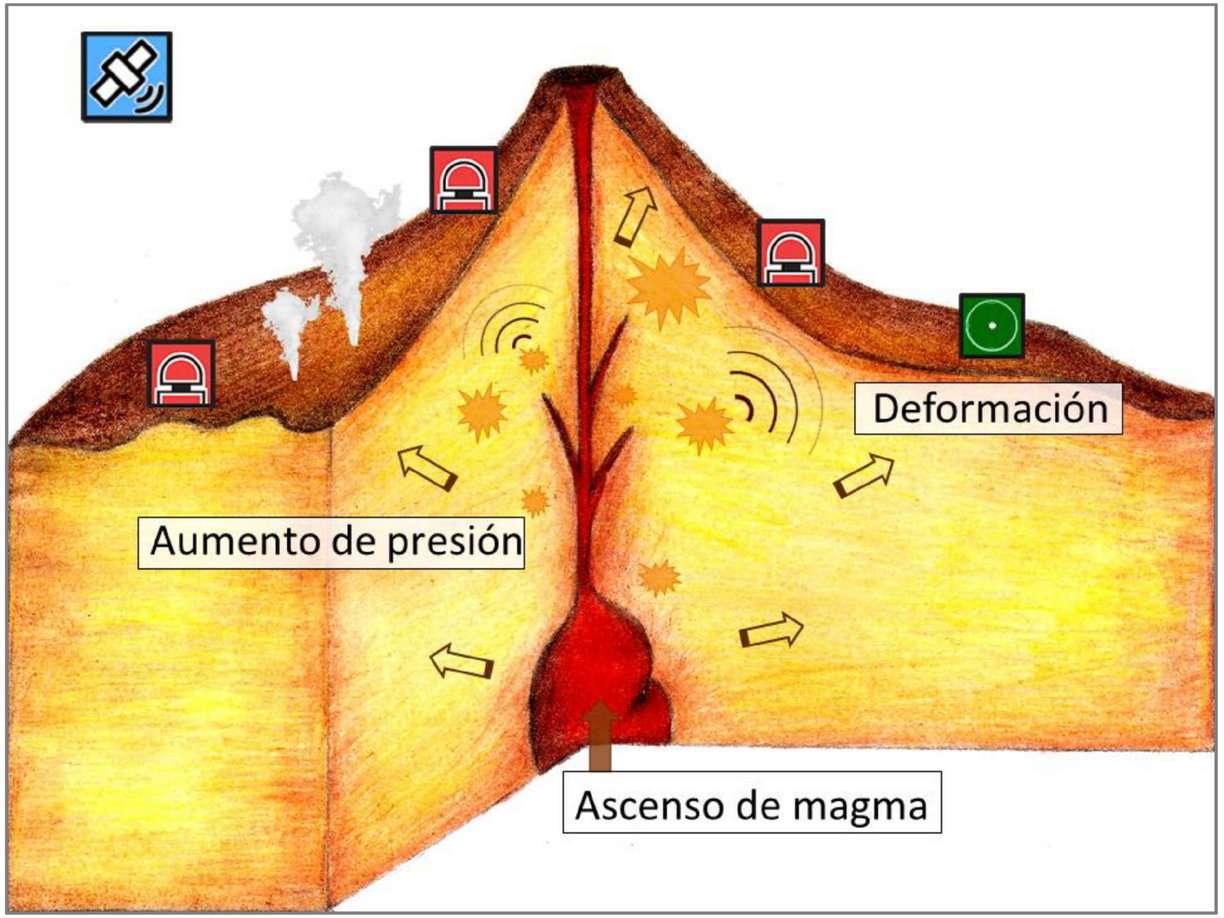


Figura 7. Técnicas de vigilancia volcánica- Geodesia.
Tomada de ign (s.f).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Deformaciones

Inflación y Deflación volcánica.

Figura 8. Inflación y Deflación volcánica Tomado de Ovares, D. (2018, noviembre)

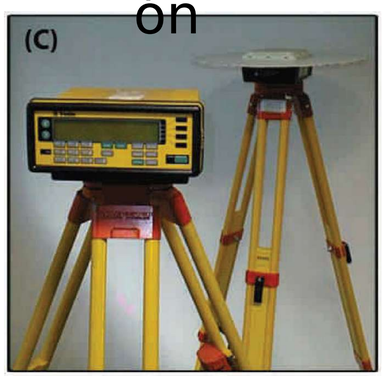
Posiciones geodésicas.

Figura 9. Explicación de la formacación de los procesos de Inflación y Deflación volcánica Tomado de Edu, T., González, K., van der Laat, R., Santiago, H., & Froger, J. (2010)

Técnicas y Equipos de control de deformación

1 GPS

Instrumentación



GPS.

Figura 10. Instrumentación GPS. Tomado de Ovares, D. (2018, noviembre)

Estación permanente de GPS.

Figura 11. Instrumentación GPS. Tomado de Ovares, D. (2018, noviembre)

Tipos de datos

Estaciones permanentes o de registro continuo.

- Posicionamiento
- Variación en el tiempo

Análisis

Ejemplo de deformaciones verticales

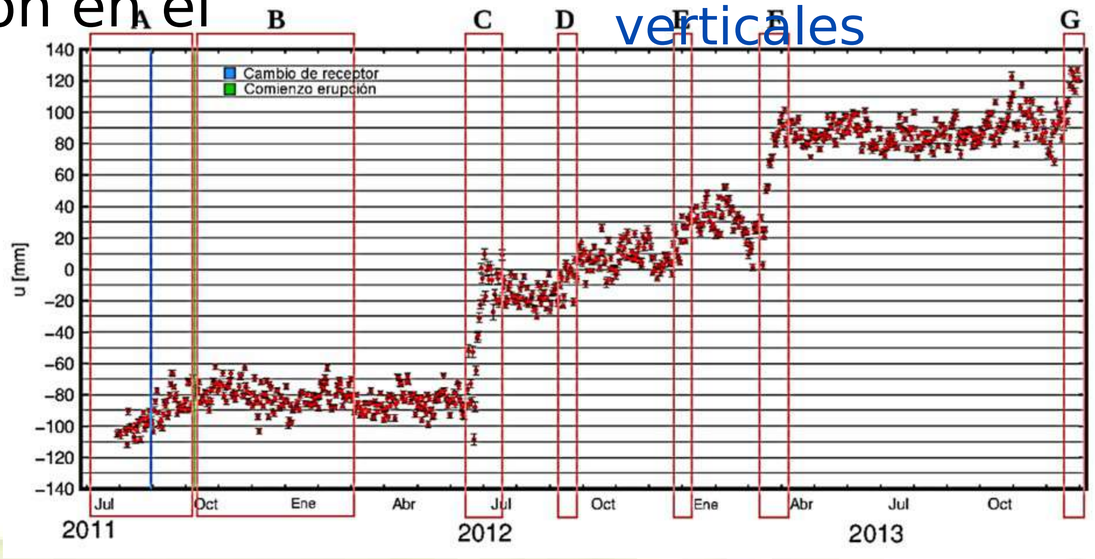


Figura 12. Deformaciones en una de las estaciones de registro continuo GPS de El Hierro. España Tomado de ign (s.f).

2 INCLINÓMETRO

Instrumentación

Figura 13. Inclinómetro. Tomado de Telemetry. (s. f.).

Monitoreo por inclinómetro.

Inclinómetro de superficie de dos ejes con colector de datos

Figura 15.. Inclinómetro de superficie de dos ejes con colector de datos. Tomado de IGN (s.f)

Tipos de datos

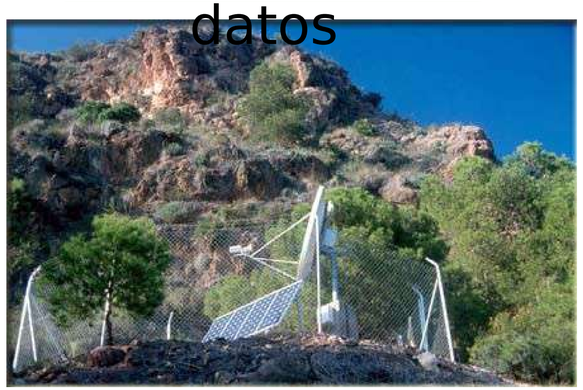


Figura 14. Estación de una red de alerta sísmica. Tomado de I.G.N. (s. f.)

Estación de red de alerta sísmica

Las redes de inclinómetros para el control de deformaciones en áreas volcánicas son estaciones constituidas por un inclinómetro, un sistema de registro continuo y un sistema de comunicación. Los datos son registrados y enviados al IGN, donde son tratados, analizados y almacenados.

Análisis

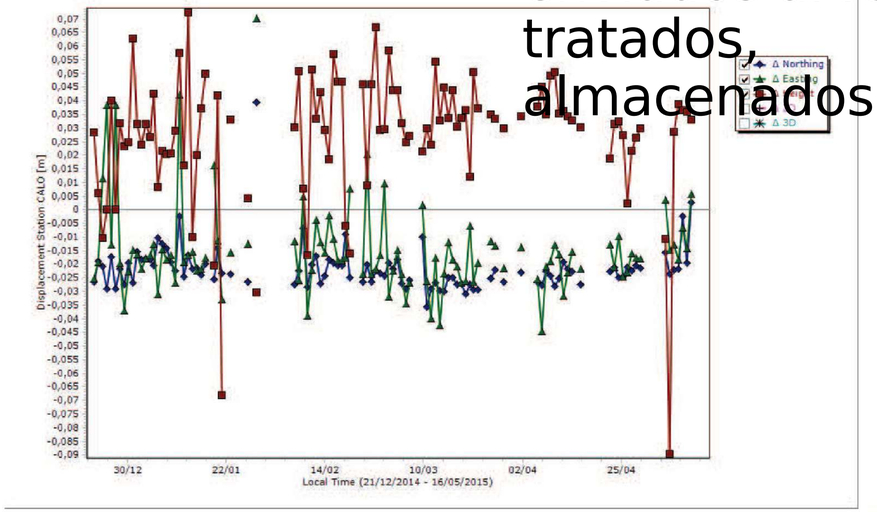


Figura 16. Registro del cambio de inclinación o pendientes en función del tiempo. Tomado de ign (s.f).

Tomado de https://www.ign.es/resources/docs/IGNCnig/TecnicasDeVigilancia_v8.pdf

3 InSAR

Instrumentación

Satélites en órbita

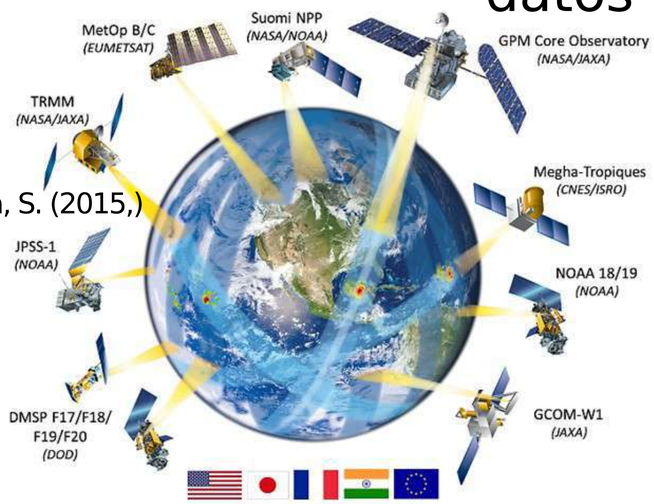


Figura 17. Satélites en órbita. Tomado de Montoya, S. (2015,)

Tipos de datos

No requiere de instrumento de campo, pero utilizan reflectores para aumentar la intensidad de la señal en lugares de baja reflectividad como bosques.

USGS
science for a changing world
EarthExplorer

https://earthexplorer.usgs.gov

Figura 18. Portal para descarga de imágenes satelitales Tomado de U.S.G.S. (s. f)

Google Earth Engine

https://earthengine.google.com

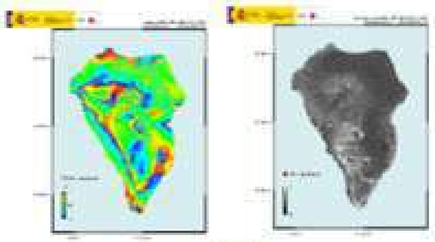
Figura 19. Portal para descarga de imágenes satelitales. Tomado de Google Earth Engine. (s. f.).

EARTHDATA Other DAACs
ASF Data Search Vertex
Search Type: Geographic Search
Dataset: Sentinel-1

https://search.asf.alaska.edu/#/

Figura 20. Portal para descarga de imágenes satelitales. Tomado de ASF. (s. f.).

Análisis



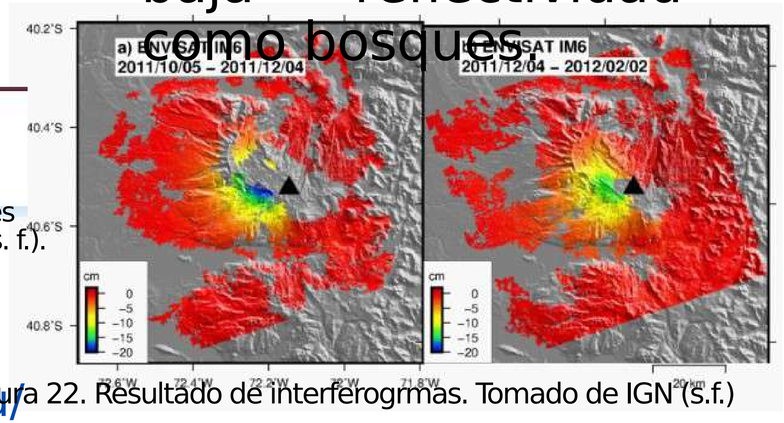


Figura 22. Resultado de interferogrmas. Tomado de IGN (s.f.)

Interferograma

Figura 21. Diagrama de flujo de procesamiento de interferogramas. Tomada de IGN (s.f.)

Ecosistema para aprendizaje, investigación y innovación

GRAVIMETRÍA

- ✔ Las áreas volcánicas están caracterizadas por fuertes contrastes de masa y/o densidad
- ✔ Periodos de actividad volcánica- Procesos magmáticos (cambios de densidad) - Variaciones del valor de la gravedad

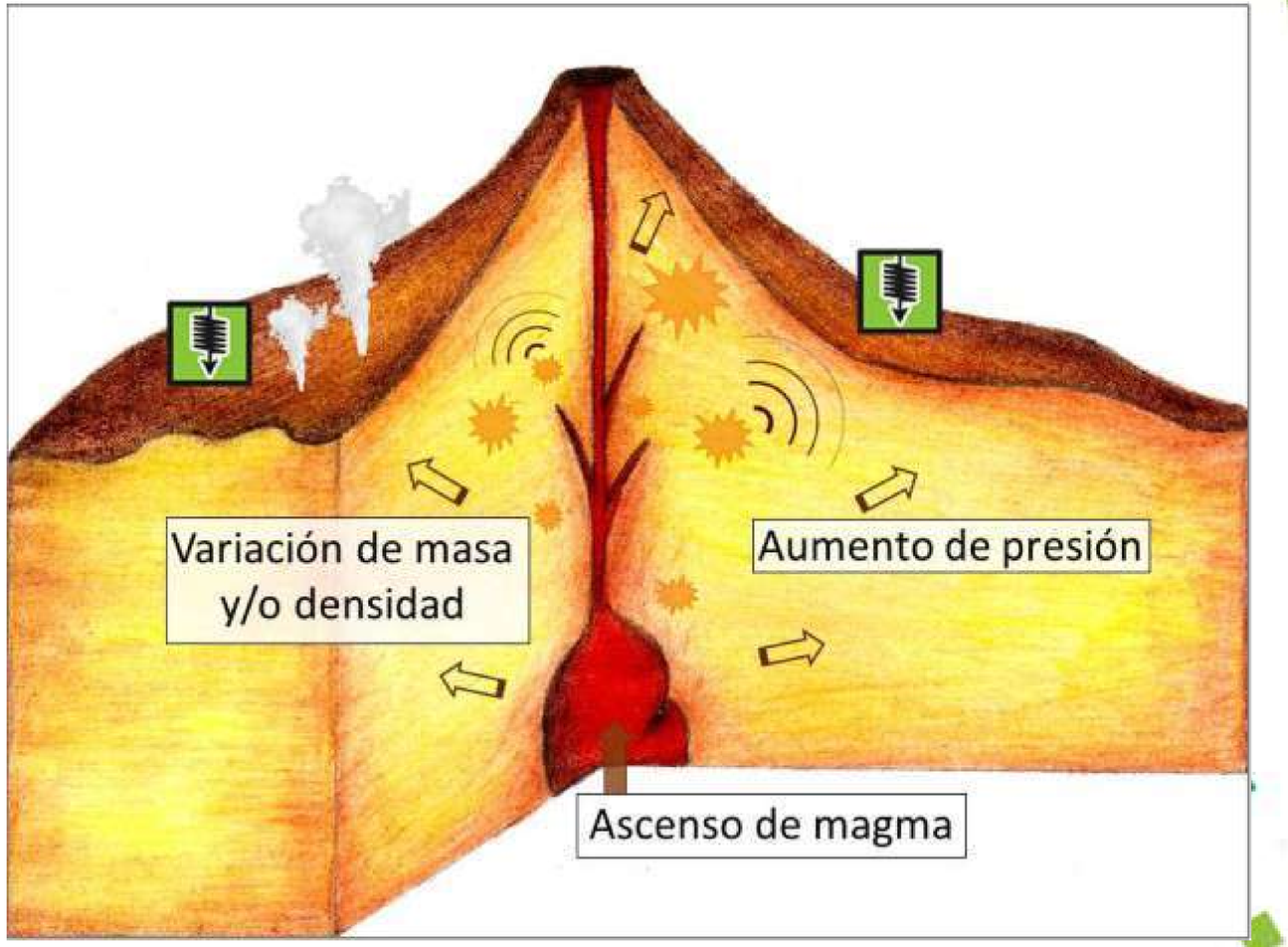


Figura 23. Técnicas de vigilancia volcánica- Gravimetría. Tomada de ign (s.f).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

INSTRUMENTOS

Gravímetros

Figura 24. Gravímetro. Tomada de Educalingo (2022).

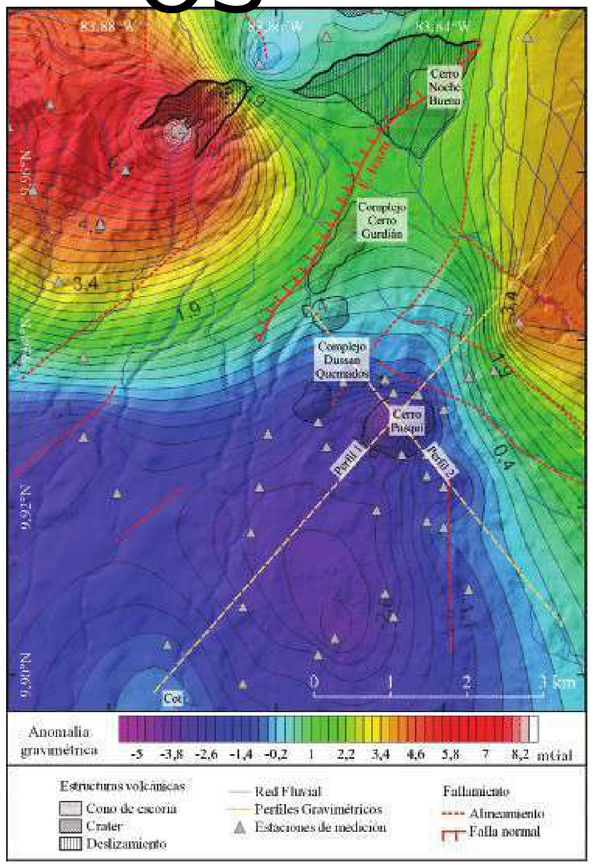


Figura 25. Mapa de anomalía de Bouguer. Tomada de Arguello et al. (2019).

- Mapas de anomalías de Bouguer
- Mapas de variación espacio- temporal de la gravedad
- Gráficas de registro continuo de anomalía gravimétrica en el tiempo

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

GEOQUÍMICA

- ✔ Estudia la composición de los productos volcánicos
- ✔ Para observar los cambios geoquímicos se efectúan muestreos y análisis químicos e isotópicos periódicos de fumarolas, gases del suelo y cuerpos de agua

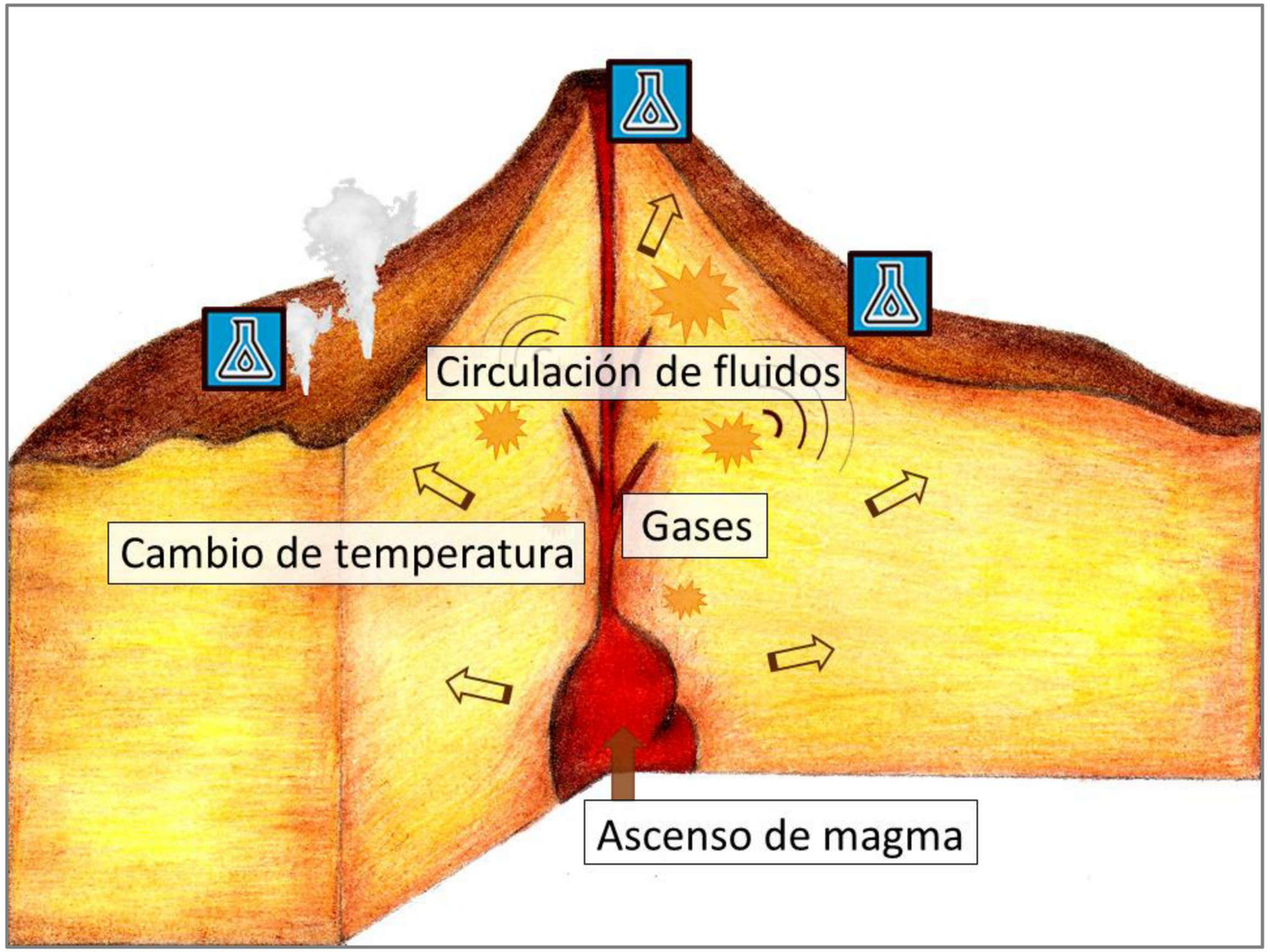


Figura 26. Técnicas de vigilancia volcánica- Geoquímica. Tomada de ign (s.f).

Monitoreos

FUMAROLAS Y GASES DEL SUELO

- M: MAGMA
- F: FUMAROLAS
- D: EDIFICIO VOLCÁNICO
- A: ACUÍFEROS
- R: FUENTES TERMALES
- P: POZOS

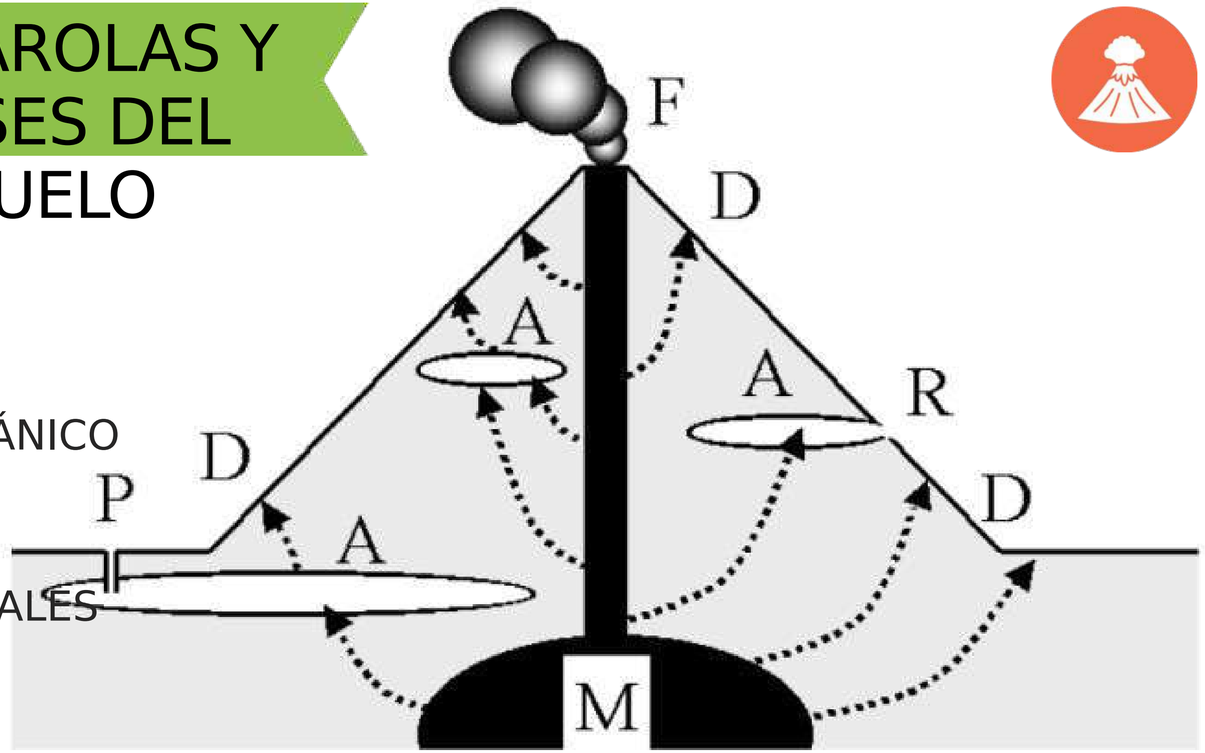


Figura 27. Dinámica interna del sistema magmático y expulsión. Tomado de López, L. A., Molina, S. O., & Vides, R. A. (2007)

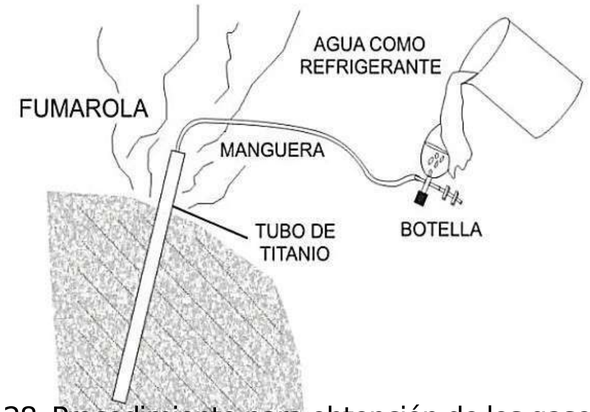


Figura 28. Procedimiento para obtención de los gases de un volcán. Tomado de López, L. A., Molina, S. O., & Vides, R. A. (2007)

Fumarola Nevado del Ruiz

Figura 29. Fumarola del Nevado del Ruiz. Tomado de El Espectador. (2021)

GASES

Las muestras de gas se recopilan directamente de las fumarolas.
Un aumento en la proporción de carbón y azufre puede ser usado para indicar el aumento en el magma.

- Vapor de agua
- Gases de carbón (CO_2, CO)
- Gases de azufre (SO_2, H_2S)
- Gases halógenos (HCl, HF)
- Gases de nitrógeno (NH_3)
- Gases nobles (He, Ne, Ar)

Espectrofotómetro UV (Gases)

Espectrofotómetro IR (Gases CO_2)

TEMPERATURA

Perfil vertical de temperatura

Estación termométrica

Figura 30. Instalación de los dispositivos de temperatura en perfil vertical. Tomado de López, L. A., Molina, S. O., & Vides, R. A. (2007)

Medida de temperatura del suelo

Se instalan en fuentes termales, fumarolas o suelos. Los equipos se instalan en estaciones y la información se recibe periodicamente

AGUA SUBTERRÁNEA

COMPOSICIÓN

La composición química del agua depende de la contribución de tres procesos:

- La absorción de gases magmáticos en un acuífero.
- La interacción del aguacon la roca encajante
- El aporte de agua magmática directa

SE DIVIDEN EN TRES GRUPOS PRINCIPALES

- Aguas ultra-ácidas ricas en Cl y SO4: sistema profundo
- Aguas ricas en HCO3 (casi neutras): sistema periférico
- Aguas neutrales ricas en Cl: sistema geotérmico profundo

Toma de muestras de agua subterránea

Figura 31. Ubicación e instalación del dispositivo que mide temperatura de las aguas. Tomado de IGM (s.f.)

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

GEOMAGNETISMO Y GEOELECTRICIDAD

- El estudio de los campos magneticos y electricos y sus variaciones temporales en los entornos volcánicos proporciona información importante acerca de su estructura y su estado de actividad.

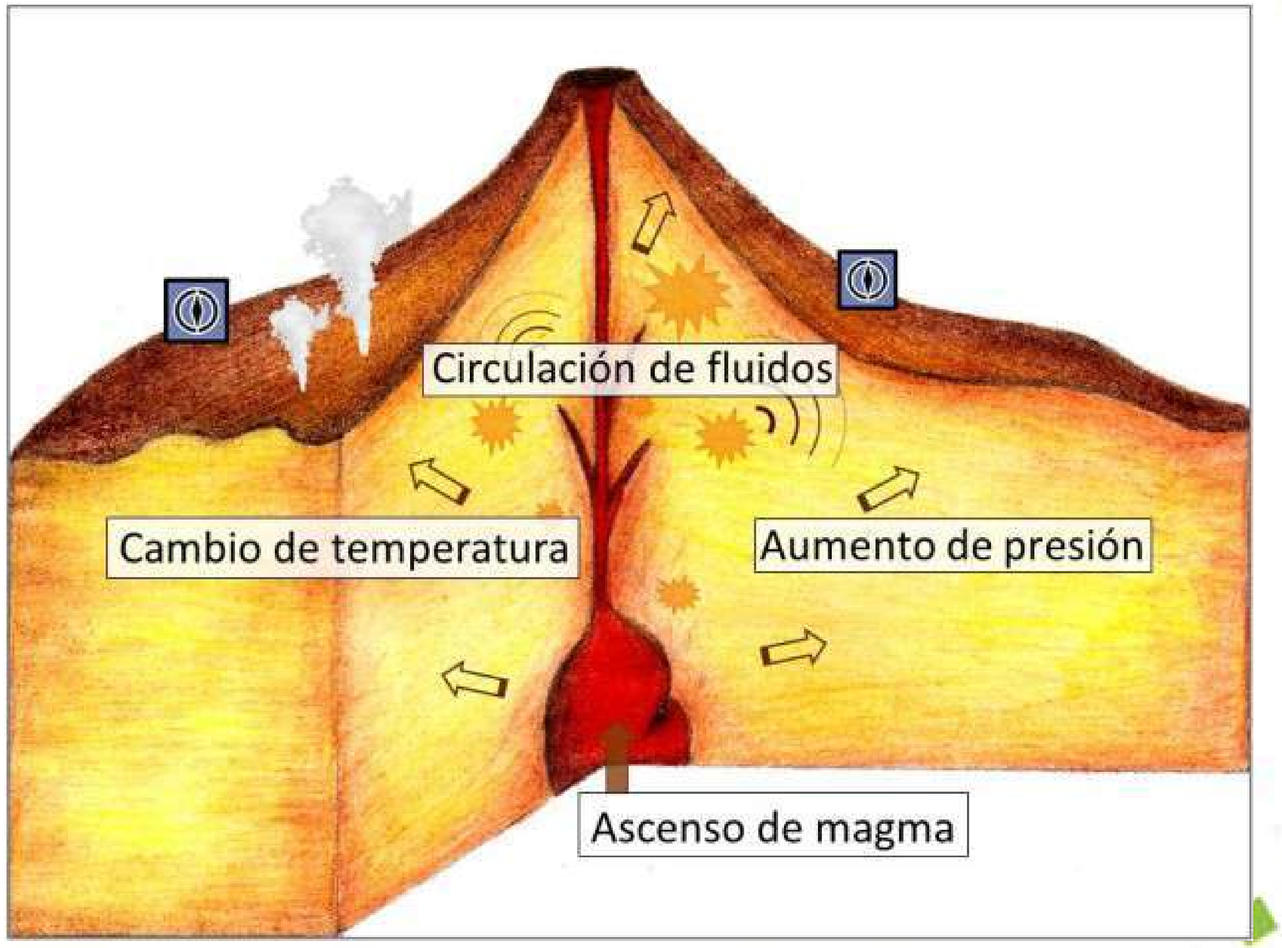


Figura 32. Técnicas de vigilancia volcánica- Geomagnetismo y Geoelectricidad. Tomada de ign (s.f).

GEOMAGNETISMO

- EFECTO PIEZOMAGNÉTICO

Variaciones en el estado de esfuerzo de los materiales de la corteza- Procesos tectónicos o por Intrusiones de nuevos cuerpos magmáticos al sistema

- EFECTO TERMOMAGNÉTICO

Emplazamiento y enfriamiento de cuerpos magmáticos, que adquieren imanaciones remanentes e inducidas

- EFECTO ELECTROCINÉTICO

Modificaciones del flujo térmico y del sistema hidrotermal, que hacen variar las anomalías eléctricas del sistema, afectando a los valores de campo magnético.

Figura 33. Instalación de Magnetómetro. Tomada de Ign (s.f).

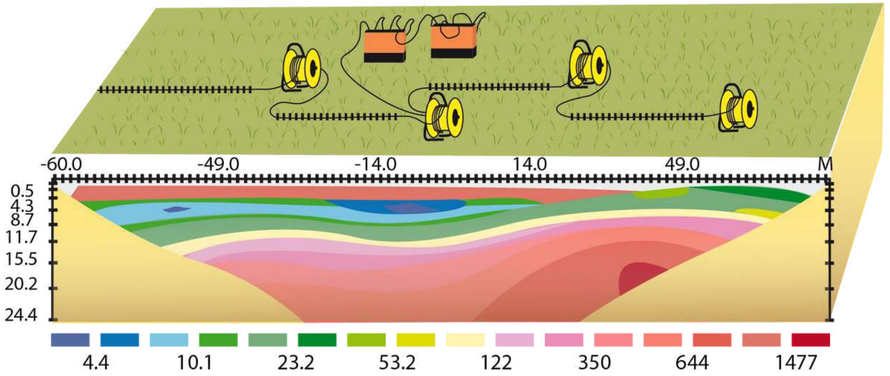


Figura 34. Tomografía eléctrica. Tomada de geofisicaargentina (2015).

GEOELECTRICIDAD

- EFECTO ELECTROQUIMICO

Existencia de menas metálicas en el subsuelo.

- EFECTO TERMOELÉCTRICO

Existencia de anomalías térmicas.

- EFECTO ELECTROCINÉTICO

Circulación de fluidos a través de poros y fisuras.

GEOLOGÍA Y ACTIVIDAD SUPERFICIAL

- Cartografía detallada
- Historia eruptiva
- Distribución de productos eruptivos
- Rasgos estructurales
- Rasgos composicionales
- Conocer la petrología

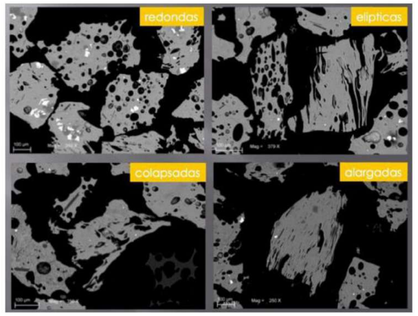


Figura 35. Caracterización petrografica de la geologia. Tomado de IGN (s.f.)

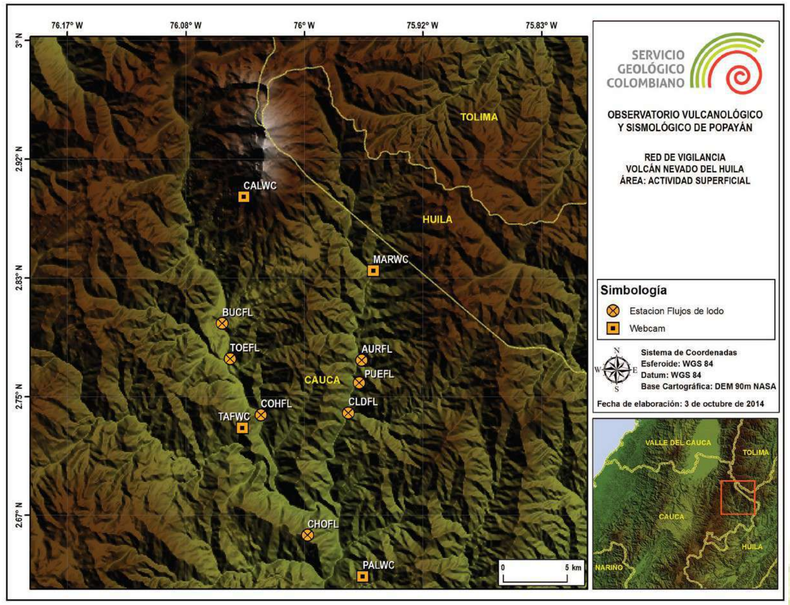


Figura 36. Monitoreo de la actividad volcánica en Colombia. Tomado de SGC. (2022).

SGC,2015

MONITOREO VOLCÁNICO EN COLOMBIA

Observatorio	Volcán
SGC-OVSP	Chiles – Cerro Negro
	Cumbal
	Azufral
	Galeras
	Doña Juana – Las Ánimas
	Nevado del Huila
SGC-OVSPop	Puracé
	Sotará
	Sucubun
	Nevado del Ruiz
	Machin
	Nevado del Tolima
SGC-OVSM	Cerro Bravo
	Paramillo de Santa Rosa
	Santa Isabel
	Romeral
	Cerro España
	Paramillo del Quindío
	San Diego
	Escondido

ra 37. Observatorios de Colombia. Tomado de SGC (s.f.)

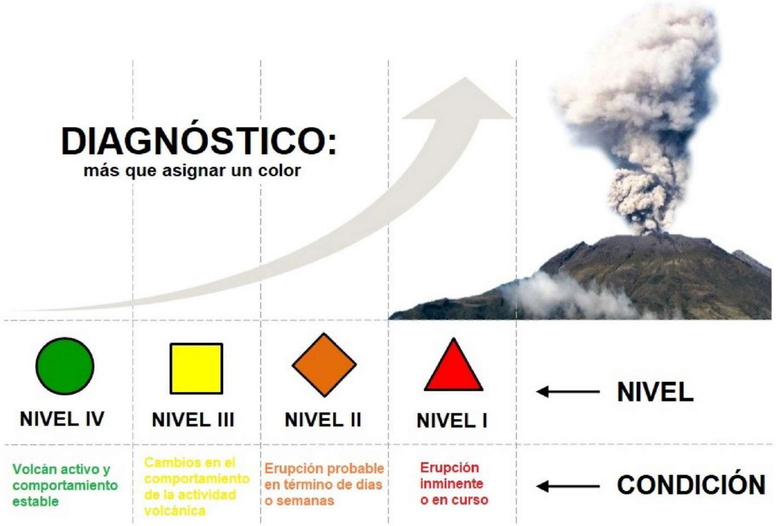


Figura 38. Caracterización de estado de los volcanes en Colombia. Tomado de SGC (s.f.)

https://www.sgc.gov.co/volcanes

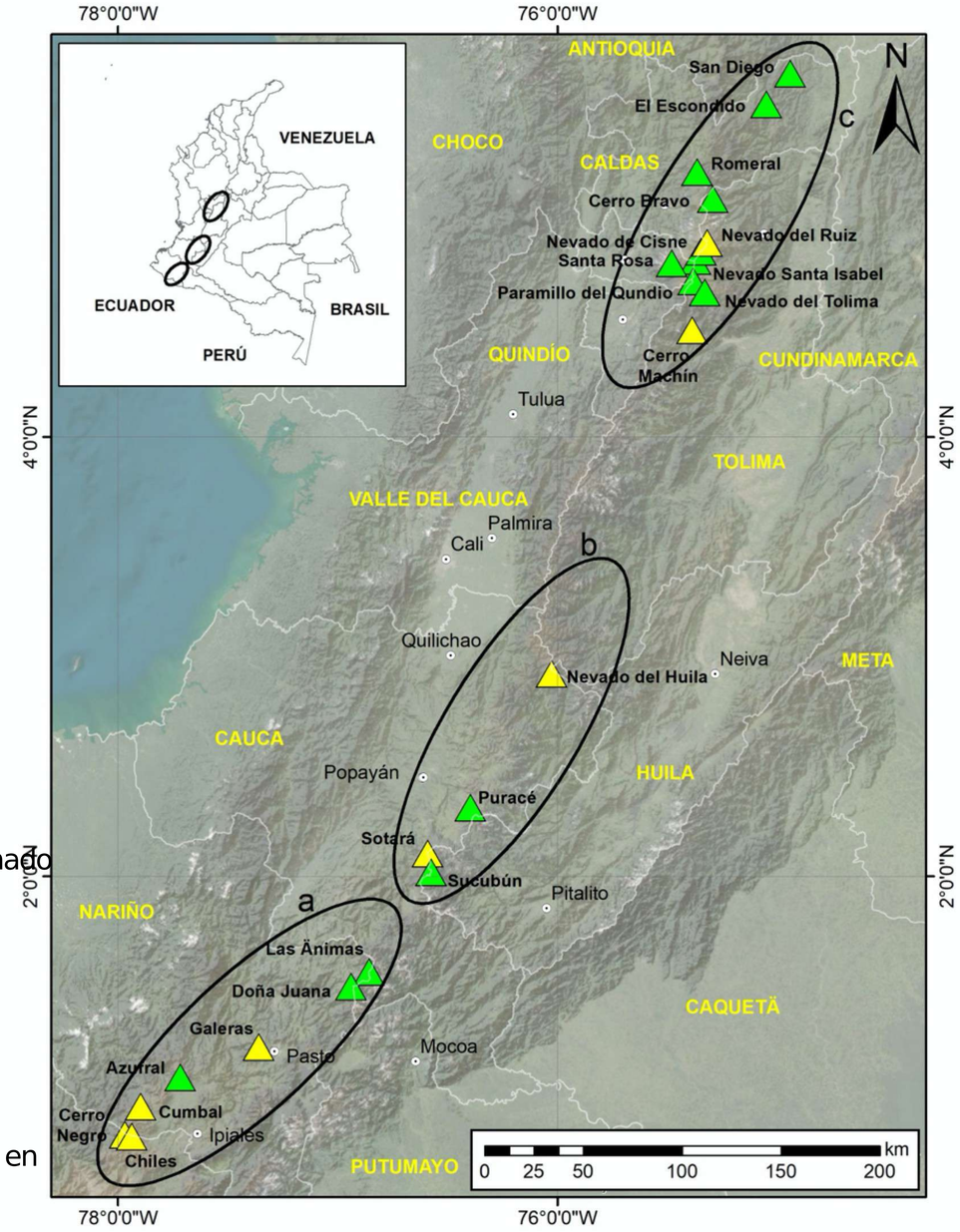


Figura 39. Mapa de distribución de los volcanes en Colombia y el correspondiente observatorio. Tomado de SGC (s.f.)

SISMOLOGÍA

GEODESIA

Figura 40. Celebración 34 años de monitoreo - Observatorios vulcanológicos de Colombia. Tomada de sgc facebook (2020).

GEOLOGÍA

GEOQUÍMICA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Para figuras

- USGS (s.f). Volcanic monitoring types and methods employed by the USGS Volcano Hazards Program. Recuperada de https://www.usgs.gov/programs/VHP/comprehensive-monitoring-provides-timely-warnings-volcano-reawakening
- Instituto Geográfico Nacional (s.f). Técnicas de vigilancia volcánica. Recuperadas de https://www.ign.es/resources/docs/IGNCnig/TecnicasDeVigilancia_v8.pdf
- USGS (s.f). Monitoring Volcano Seismicity Provides Insight to Volcanic Structure. Recuperada de https://www.usgs.gov/programs/VHP/monitoring-volcano-seismicity-provides-insight-volcanic-structure
- Webserver2 (2002). Sismómetro. Recuperada de https://webserver2.inetergob.ni/boletin/2002/anual/monitoreo-banda-ancha2002.htm
- Havskov, J., Alguacil, G. (2016). Seismic Arrays. In: Instrumentation in Earthquake Seismology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21314-9_9
- Beemetry (s.f). Acelerómetro. Recuperada de https://www.beemetry.com/kinemetrics-2/
- Educalingo (2022).Gravímetro. Recuperada de https://educalingo.com/es/dicen/gravimeter
- Arguello, A., Rivera, F., Lucke, O., Gutiérrez, A. & Solano Monge, J. (2019). ESTRUCTURA DEL CONO PIROCLÁSTICO PASQUÍ A PARTIR DE INTERPRETACIÓN INDIRECTA DE DATOS DE GRAVEDAD STRUCTURE OF THE PASQUÍ PYROCLASTIC CONE FROM INDIRECT INTERPRETATION OF GRAVITY DATA. Mapa de anomalía de Bouguer. Recuperada de https://www.researchgate.net/figure/Mapa-de-anomalia-de-Bouguer-completa-al-nivel-de-reduccion-de-2-389m_fig4_333001099
- Geofisicaargentina (2015). Tomografía eléctrica. Recuperada de https://geofisicaargentina.com/tomografia-electrica.html
- SGC (Via facebook) (2020). Celebración 34 años de Monitoreo- Observatorios vulcanológicos de Colombia. Recuperada de https://www.facebook.com/sgcolombiano/photos/sgcesconocimiento-hace-34-a%C3%B1os-iniciamos-el-monitoreo-de-los-volcanes-de-colombi/2813661278718128/

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

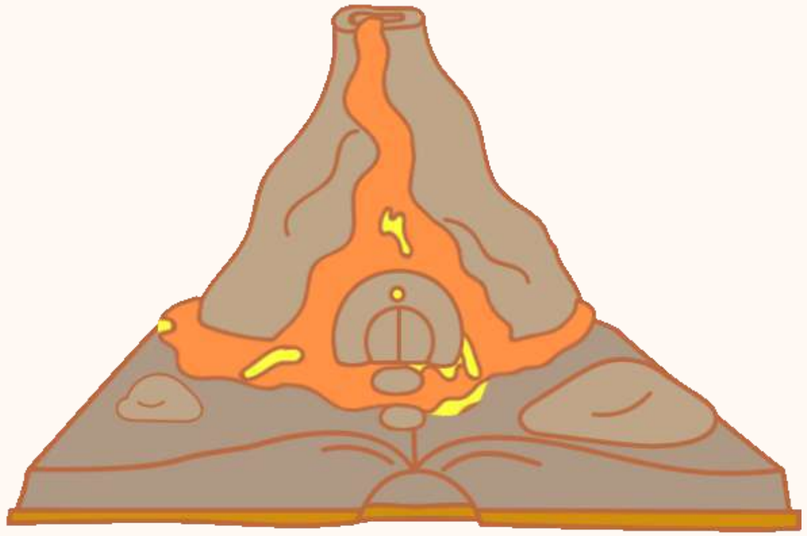
Condiciones detonadas por la actividad volcánica

Presentado por: Katherin Basto - 2172980
Sara Moyano - 2151142

Escuela de Geología
Seminario Geoamenazas - 23117

Universidad Industrial de Santander

Contenido

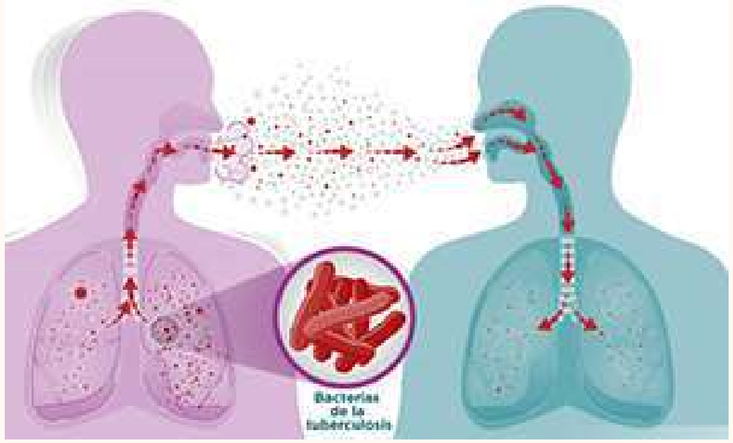


- Salud
- Clima
- Ondas de choque
- Fallas
- Sismos
- Fuentes hídricas

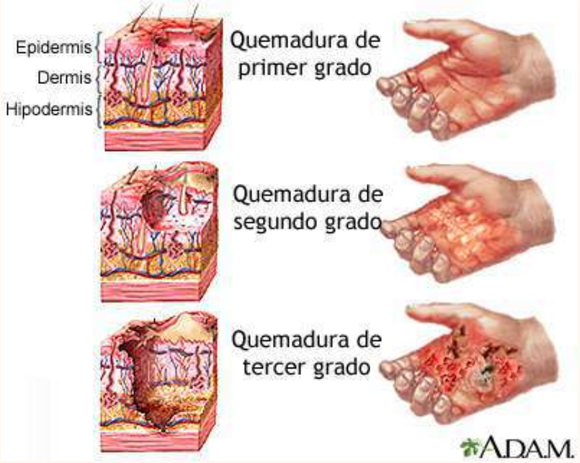
Salud

Universidad Industrial de Santander

Tomado de: Clinica Novovisión

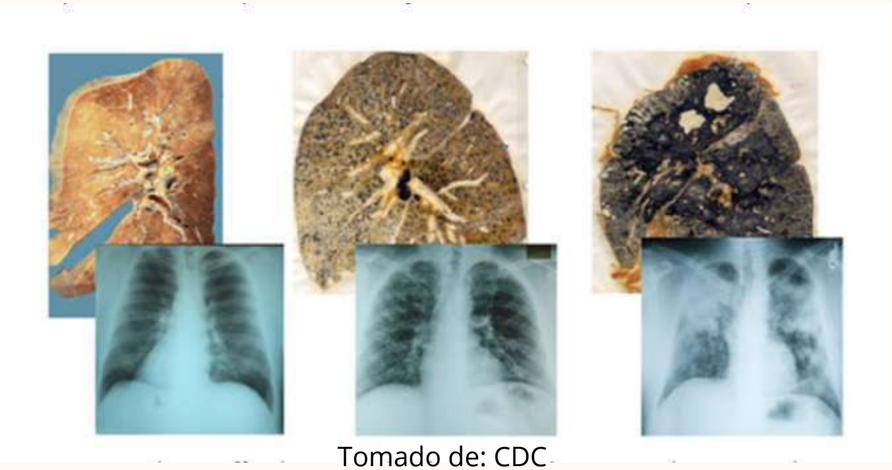


Tomado de: CDC



Tomado de: Medineplus

Tomado de: Medineplus



Tomado de: CDC

Tomado de: FAO

Clima

Factores incidentes:

Latitud

Altitud

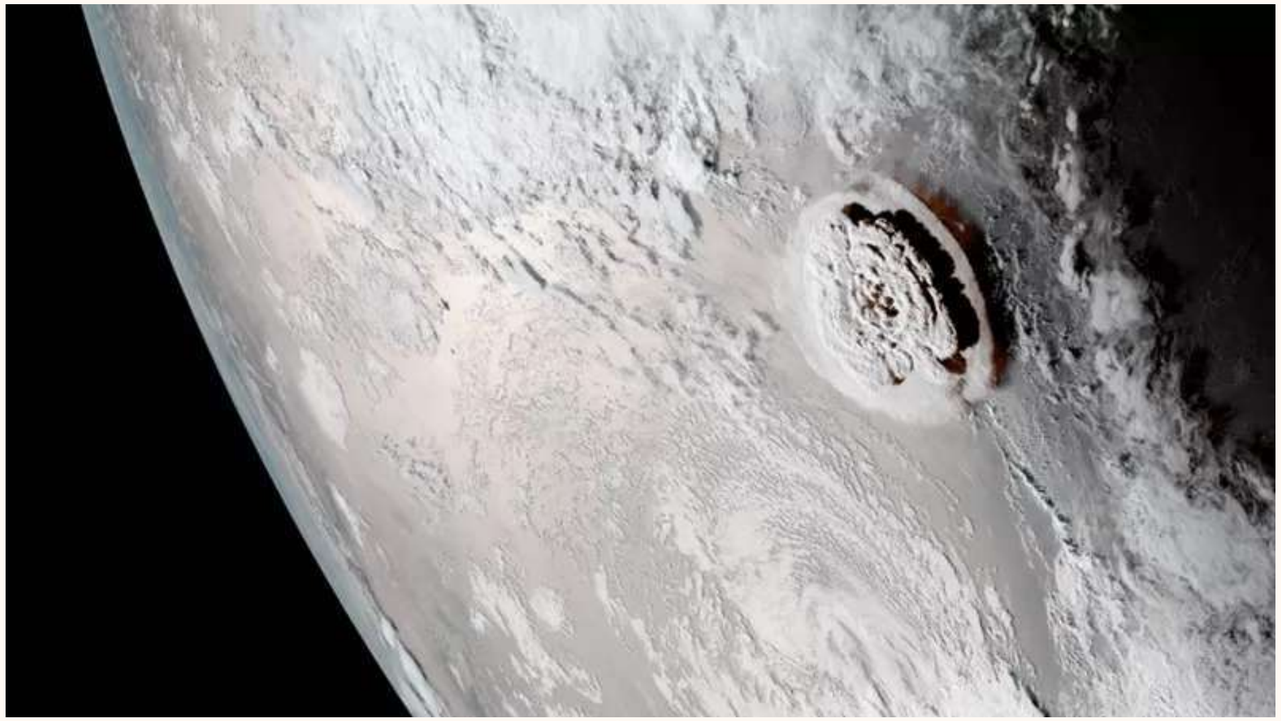
Cantidad y composición del material expulsado

Tomado de: El Mundo

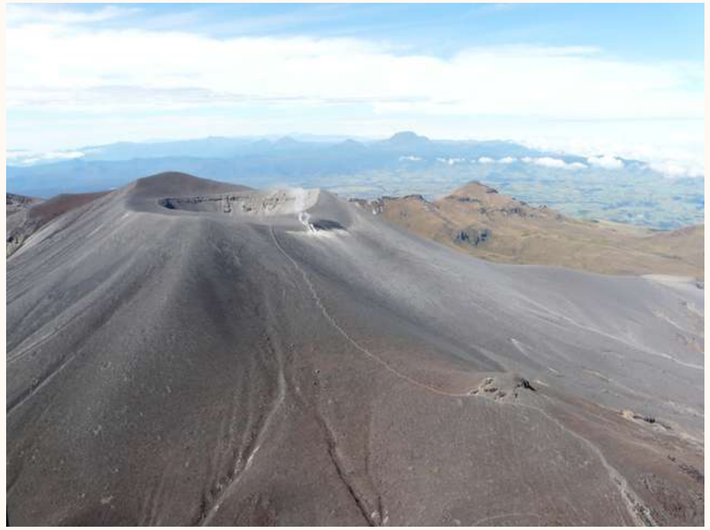
Si todos los volcanes de la Tierra erupcionaran a la vez, producirían 100 veces menos carbono que las actividades humanas

Tomado de: Geoweb

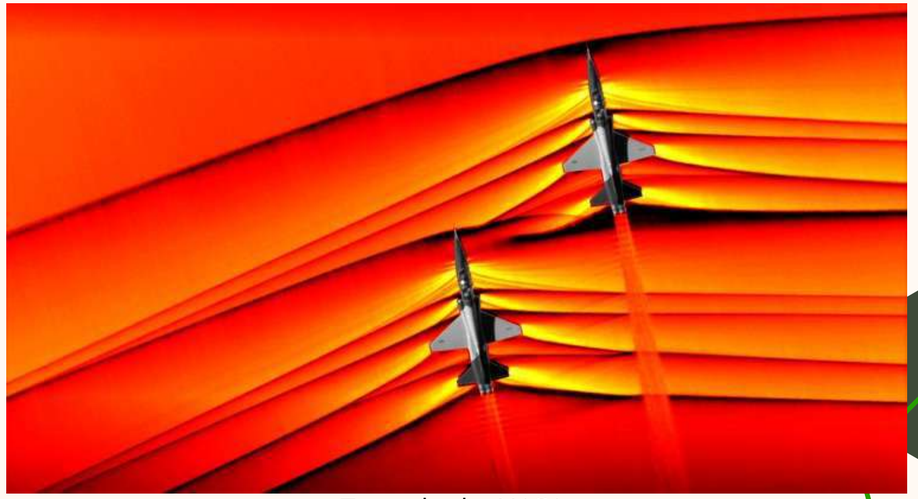
Ondas de choque



Tomado de: BBC

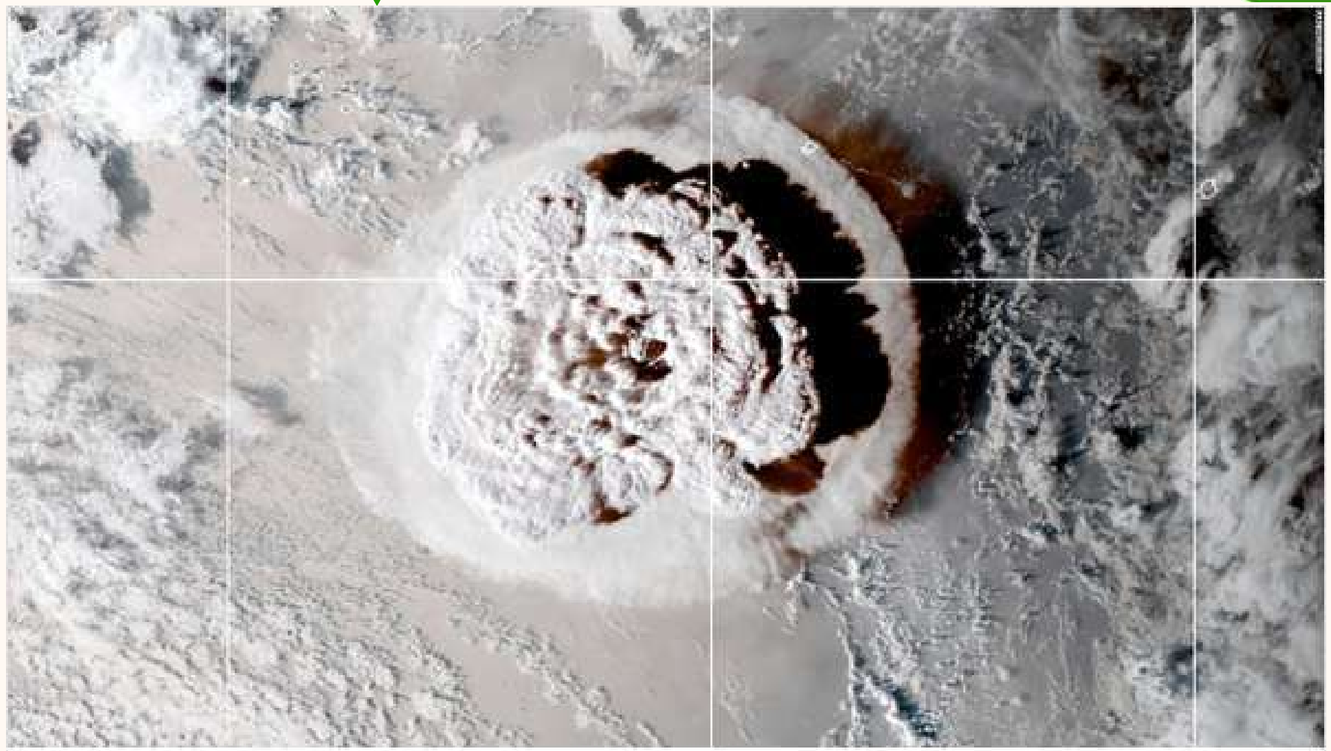


Tomado de: SGC



Tomado de: NASA

Volcán de Tonga

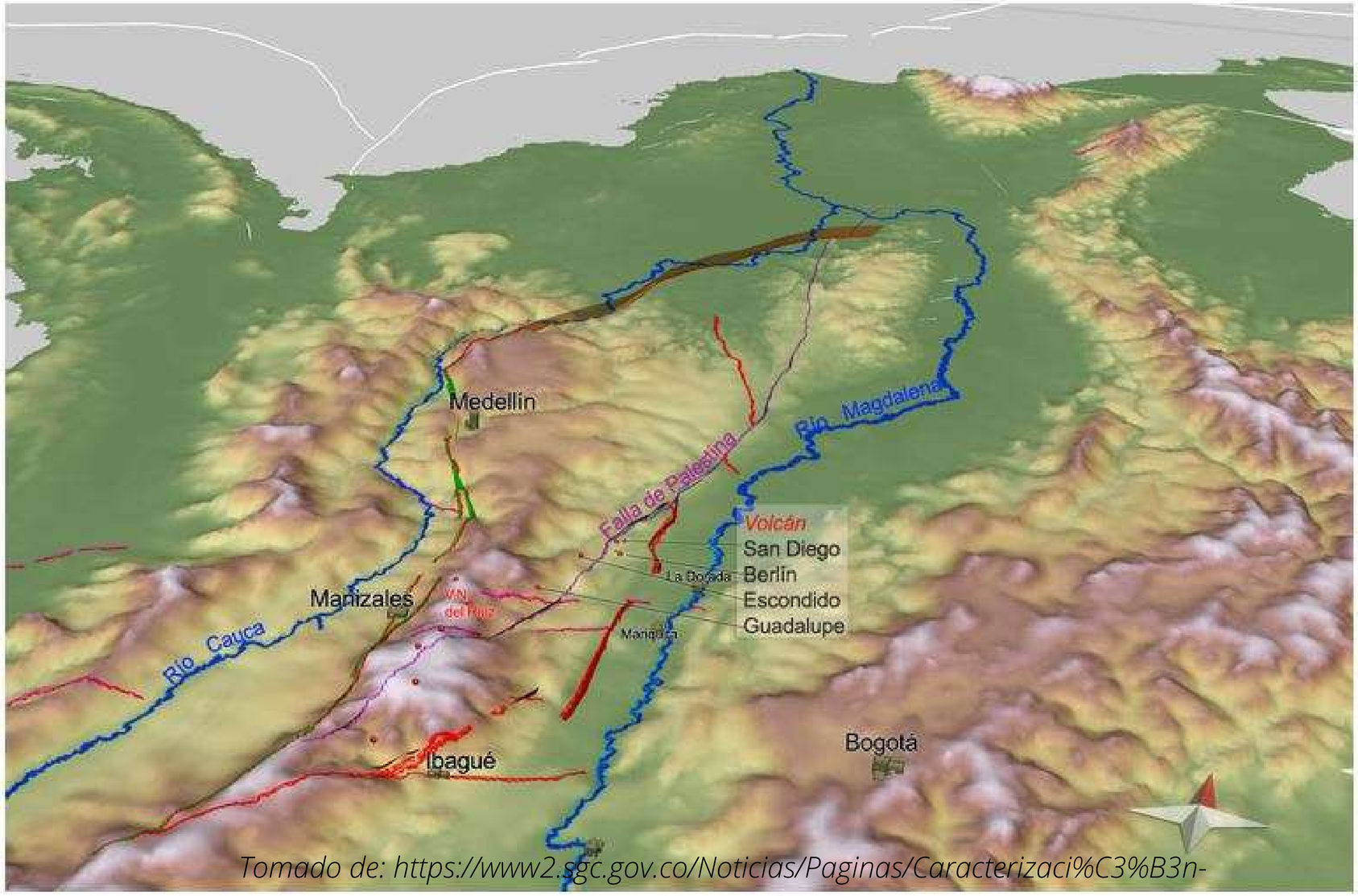


Volcán de Tonga: Mira cómo la onda de choque recorrió el planeta entero

Simon Proud, investigador de la Universidad de Oxford dio a conocer imágenes obtenidas por dos agencias meteorológicas que dejan ver la expansión de la | Mundo

CNN

Fallas



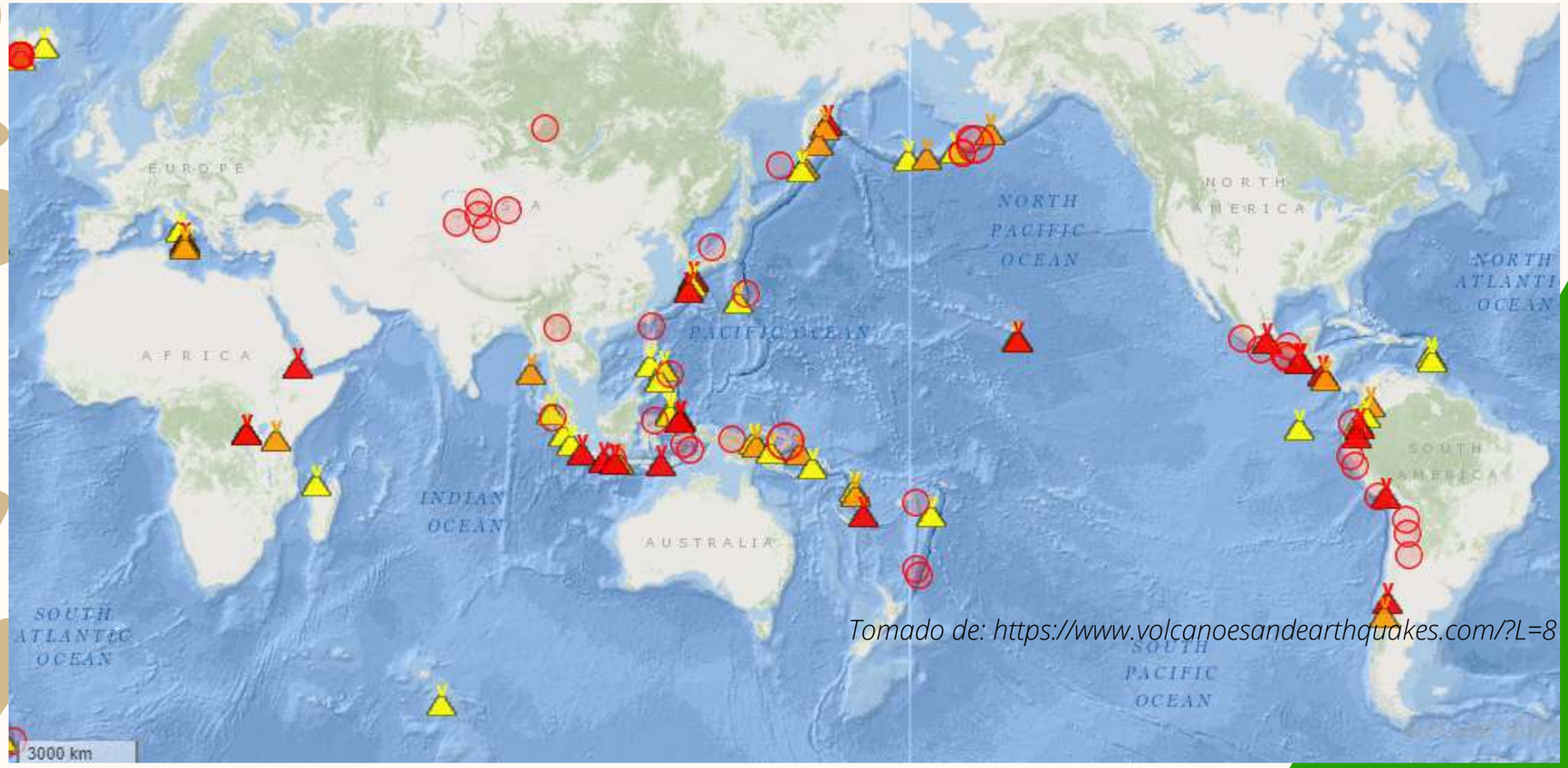
Tomado de: https://www2.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/Caracterizaci%C3%B3n-del-Vulcanismo-de-Caldas.aspx

Falla de Transformación y se caracteriza por un desplazamiento de las placas en sentido inverso, lo que origina una gran cantidad de sismos y de volcanes no muy elevados, además del desplazamiento del terreno.

Sismos

Universidad Industrial de Santander

En la actualidad la tectónica de placas engloba y relaciona todos los fenómenos geológicos entre sí, en relación a la actividad sísmica y volcánica.



Tomado de: https://www.volcanoesandearthquakes.com/?L=8

Posibles Causas

- Movimiento o bombeo del magma a través de fracturas nuevas o preexistentes generadas por la misma inyección.
- Fracturamiento de la roca bajo la superficie por los rápidos cambios de temperatura y stress.
- Vaporización del agua en un acuífero en donde juega un papel importante la transmicidad del acuífero y el contacto térmico, siendo este el ejemplo de un geyser.

- Procesos de desgasificaciòn del magma.
- Colapsamiento del techo de una cámara magmática.
- Explosiones originadas por la erupción.
- Vibraciones sonoras en los conductos de emisión.

Universidad Industrial de Santander

Fuentes hídricas

La actividad volcánica puede resultar una importante fuente de contaminación del agua ya que, cuando los flujos provenientes del volcán alcanzan masas de aguas superficiales o subterráneas, los gases disueltos y las partículas sólidas arrastradas pueden afectar la calidad del agua.

Estudios realizados en áreas afectadas por erupciones volcánicas mostraron que los parámetros de calidad del agua más afectados son la turbidez, el pH y el aumento de la concentración de elementos que pueden ser tóxicos, esenciales para la vida y otros que pueden ser a la vez tóxicos y esenciales, dependiendo de la concentración alcanzada.

Las cenizas producidas durante la erupción volcánica pueden incrementar la turbidez del agua si se mantienen en suspensión, aunque se irán sedimentando en el fondo de los ríos, lagos o embalses lentamente.

Tomado de: https://volcanofoundation.org/es/como-le-afecta-una-erupcion-volcanica/

Tomado de: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/ECOCIENCIA_VOL_2.pdf

Referencias

Works, E. (s. f.). Cómo afectan las erupciones volcánicas a la calidad del agua. Aguasresiduales.info. Recuperado 1 de agosto de 2022, de https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/como-afectan-las-erupciones-volcanicas-a-la-calida-kML8J

Fornier, A. (s. f.). ¿CÓMO LE AFECTA UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA? VOLCANO ACTIVE FOUNDATION. Recuperado 1 de agosto de 2022, de https://volcanofoundation.org/es/como-le-afecta-una-erupcion-volcanica/

Volcanes y Terremotos: ¿Relación o ficción? (s. f.). Tierra y Tecnología. Recuperado 1 de agosto de 2022, de https://www.icog.es/TyT/index.php/2017/12/volcanes-y-terremotos-relacion-o-ficcion/

Acerca de sismos asociados con actividad volcánica. (s. f.). Univesidad Nacional Costa Rica. Recuperado 1 de agosto de 2022, de http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php/faqs/vulcanologia/acerca-de-sismos-asociados-con-actividad-volcanica

Alcalde, S. (2022). Así afectan los volcanes al cambio climático. National Geographic. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-afectan-volcanes-clima-planeta-y-calentamiento-global_17355

OPS. (2020). Erupciones volcánicas. OPS. https://www.paho.org/es/temas/erupciones-volcanicas

UNGRD. (2022). Riesgo Por Actividad Volcánica. UNGRD. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo%20por%20actividad%20volc%C3%A1nica.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Presentado por:
Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576
Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS
CAMPO III

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

01 **GENERALIDADES**

- ¿Qué son?
- Tipos de MM
- ¿Por qué se dan?
- ¿Cómo prevenirlos?
- Signos de alerta de los MM

02 **CLASIFICACIÓN**

- Sharpe (1938)
- Varnes (1978)
- Hutchinson (1988)
- Cruden & Varnes (1996)
- Hungr *et al.*, (2001)

03 **CLASIFICACIÓN DE CRUDEN & VARNES (1996)**

- Generalidades y actividad del movimiento
- Tipos de movimientos (Caída, volcamiento, deslizamiento, flujo, propagación lateral, creep)

1.Generalidades de los MM

Vídeo 1. *¿Qué son los movimientos en masa?* Tomado de: SIATA (2020).

1. Generalidades de los MM

MOVIMIENTOS EN MASA

- ¿Qué son los movimientos en masa?
- ¿Cuáles son los tipos de movimientos en masa?
- ¿Por qué ocurren los movimientos en masa?
- ¿Cómo ayudar a prevenir los movimientos en masa?
- Signos de alerta de los movimientos en masa

1. Generalidades de los MM

¿Qué son los MM?

Desplazamiento de **suelo**, **roca** y/o **tierras** ladera abajo por acción de la fuerza de **gravedad**.

Figura 1 y 2. *Deslizamientos.* Tomado de: Autores (2022).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

1. Generalidades de los MM

¿Cuáles son los tipos de MM?

Existen diversos tipos de movimientos en masa, a continuación los principales:

- Volcamiento

Figura 3. *Landslide hazard zonation mapping.* Tomado de: Novotny

- Reptación

Figura 4. *Reptación.* Tomado de: madridblogs (2008)

- Deslizamiento

- Flujos

- Caidas

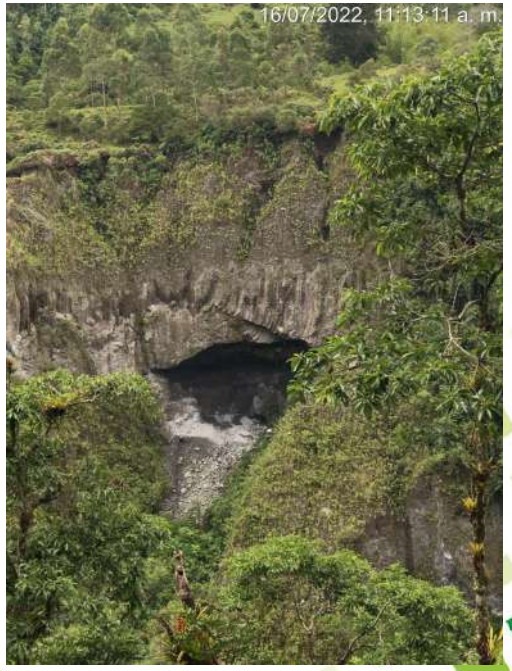


Figura 5, 6 y 7. *Movimientos en masa.* Tomado de: Autores (2022).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

1. Generalidades de los MM

¿Por qué ocurren los MM?

Las causas de la inestabilidad pueden ser **intrínsecas**, **detonantes** y **contribuyentes**

Tabla 1. *Causas del movimiento.* Modificado de: PMA:GCA (2012).

CAUSAS DEL MOVIMIENTO											
INHERENTES				CONTRIBUYENTES - DETONANTES							
					C	D		C	D		C D
Material plástico débil	☐	Material fisurado y agrietado	☐	Movimiento tectónico	☐	☐	Desembalse rápido de presas	☐	☐	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	☐ ☐
Material sensible	☐	Orientación desfav. de discontinuidades	☐	Sismo M ____ E ____ De ____ P ____	☐	☐	Erosión pata del talud por glaciares	☐	☐	Escapes de agua de tuberías	☐ ☐
Material colapsible	☐	Contraste de permeabilidad de materiales	☐	Erupción volcánica	☐	☐	Socavación pata del talud por corriente agua	☐	☐	Deforestación o ausencia de vegetación	☐ ☐
Material meteor. físicamente	☐	Contraste de rigidez de materiales	☐	Lluvias (mm) 24h ____ 48h ____ 72h ____ Mes ____	☐	☐	Socavación pata del talud por oleaje	☐	☐	Minería	☐ ☐
Material meteor. quimicamente	☐	Meteoriz. por descongelamiento/deshielo	☐	Viento	☐	☐	Socavación de margenes de ríos	☐	☐	Disposición deficiente de estériles/escombros	☐ ☐
Material fallado por corte	☐	Meteoriz. por expansión/contracción	☐	Deshielo	☐	☐	Erosión Pluvial	☐	☐	Vibración artificial (trafico, explosiones, hincado pilotes)	☐ ☐
				Avance/Retroceso de glaciales	☐	☐	Carga en la corona del talud	☐	☐	Erosión Fluvial	☐ ☐
				Rompimiento de lagos en crateres	☐	☐	Erosión subterranea (disolución, tubificación)	☐	☐		
				Rompimiento de presas	☐	☐	Irrigación	☐	☐		

NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante, I: Inherente 24h(mm): Lluvia acumulada antes del movimiento
M: Magnitud, E: Escala (ML, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (Km), P: Profundidad (Km)

Figura 8. *Enjambre de movimientos en masa.* Tomado de: Autores (2022)

Figura 9. *Ríos hambrientos de sedimento.* Tomado de: futurodelagua (2020).

Figura 10. *UNGRD: Más de 3.290 familias afectadas por la temporada de lluvias.* Tomado de: Caracolradio (2022)

1. Generalidades de los MM

¿Cómo ayudar a prevenir los movimientos en masa?

Algunas medidas que pueden ayudar a prevenir los movimientos en masa son las siguientes:

- Controlar actividades de pastoreo
- Evitar hacer cortes y excavaciones en taludes y laderas
- Abstenerse de deforestar las laderas
- Realizar un control y manejo estricto del agua
- Proteger las orillas de los cuerpos de agua
- Protección de la superficie del talud con revestimientos

Figura 11. *Troupeau à la Montagne.* Tomado de: J.J. (2006)

Figura 12. *MUROS ANCLADOS Y PANTALLAS ATIRANTADAS.* Tomado de: Ecogreen contrucciones (2008)

1. Generalidades de los MM

Vídeo 2. *Signos de alerta de los movimientos en masa.* Tomado de: SIATA (2020).

2. Clasificación de los movimientos en masa

Sharpe (1938)

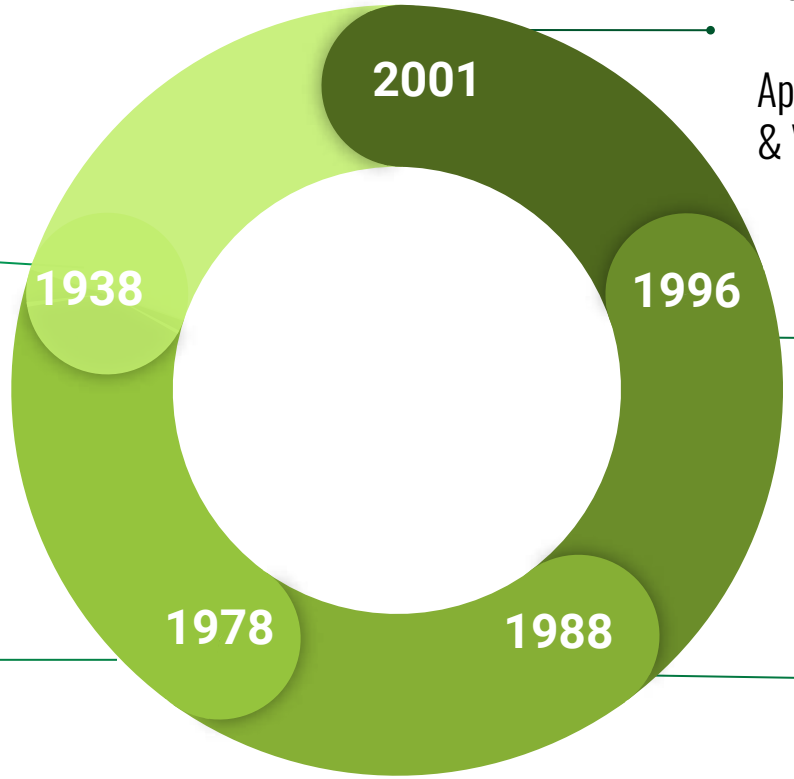
Primera clasificación sistemática de los MM conocida en América

3 tipos mayores de movimientos: Flujo, deslizamiento y subsidencia

Varnes (1978)

Define **5** tipos básicos de MM: Caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral y flujo

Propone los movimientos complejos



Hungr et al., (2001)

Relacionado con la clasificación de los movimientos de tipo flujo

Aporta a las definiciones establecidas por Cruden & Varnes (1996) y Hutchinson (1988)

Cruden & Varnes (1996)

5 tipos básicos de MM definidos por Varnes (1978) y se anexan los **creep** (reptaciones)

Considera factores como actividad, tasa de movimiento y contenido de agua

Hutchinson (1988)

Define **8** tipos básicos de MM: Rebote, creep, hundimientos profundos de laderas de montañas, deslizamientos, movimientos de detritos de tipo flujo, volcamientos, caídas y movimientos complejos

Correlación entre MM y características geológicas e hidrogeológicas que los controlan

3. Clasificación de Cruden & Varnes (1996)

1. Caída
2. Volcamiento
3. Deslizamiento
4. Propagación lateral
5. Flujo
6. Creep (reptación)

ESTADO	Situación temporal del movimiento
DISTRIBUCIÓN	Parte de la masa en movimiento con respecto a la superficie de falla
ESTILO	Relación entre movimientos contribuyentes a la inestabilidad

Tabla 2. *Actividad del movimiento.* Modificado de: PMA:GCA (2012).

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO							
EDAD				ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	
< 1 año	☐	21-30 años	☐	Activo ☐	Complejo ☐	Retrogresivo	☐
1-5 años	☐	31-40 años	☐	Reactivado ☐	Compuesto ☐	Avanzado	☐
6-10 años	☐	41-60 años	☐	Suspendido ☐	Múltiple ☐	Ensanchado	☐
11-15 años	☐	61-80 años	☐	INACTIVO	Sucesivo ☐	Confinado	☐
16-20 años	☐	> 80 años	☐	Latente ☐	Único ☐	Creciente	☐
				Abandonado ☐		Decreciente	☐
				Estabilizado ☐		Móvil	☐
				Relicto ☐			

Caída

Separación de una masa de roca o suelo desde un talud empinado,. Una vez ocurrido el desprendimiento, el material desciende a través del aire, principalmente en caída libre, rebotando o rodando (Cruden & Varnes, 1996).

Subtipo

1. Caída de rocas
2. Caída de suelos

Velocidad

Muy rápido a extremadamente rápido

Tabla 2. *Escala de velocidades de Cruden & Varnes (1996).* Tomado de: INDECI (2011).

Clases de velocidad	Descripción	Velocidad (mm/s)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido		
		5×10	5 m/s
6	Muy rápido		
		5×10	3 m/min
5	Rápido		
		5×10	1,8 m/h
4	Moderada		
		5×10	13 m/mes
3	Lenta		
		5×10^{-5}	1,6 m/año
2	Muy lenta		
		5×10^{-7}	16 mm/año
1	Extremadamente lenta		

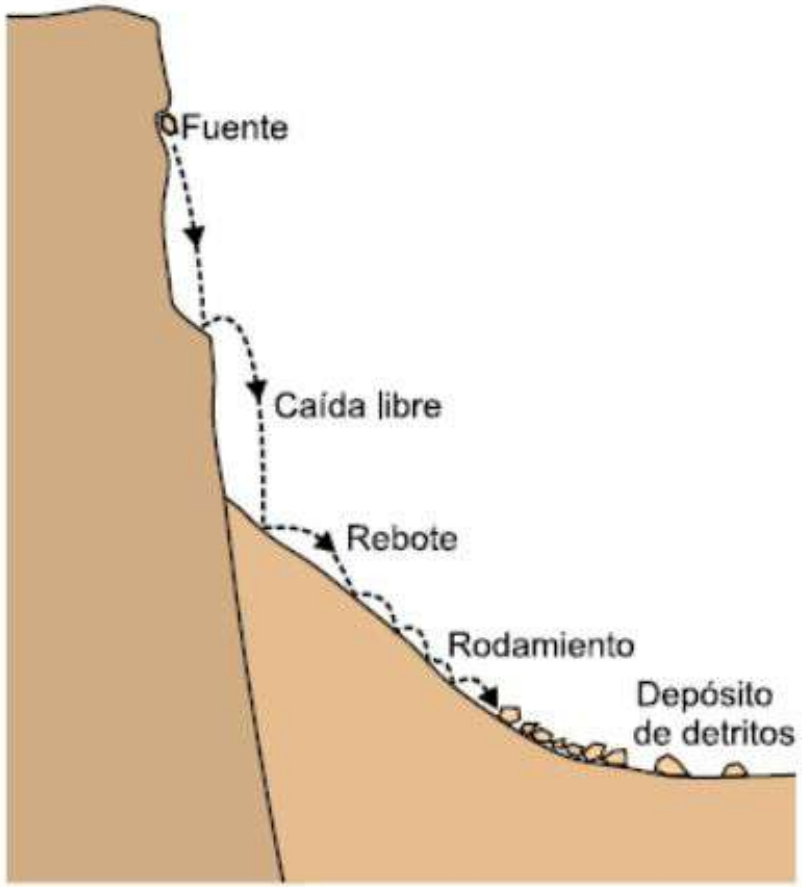


Figura 13. *Caída de rocas.* Tomado de: Forero (2014).

Volcamiento ➡

Comprende la rotación hacia delante de una masa de roca o suelo en una ladera, alrededor de un pivote o eje, por debajo del centro de gravedad de la masa que se desplaza. (Cruden & Varnes, 1996).

Subtipo

1. **Volcamiento de bloques de roca delimitados por discontinuidades preexistentes**
   1.1 Volcamiento de bloques individuales que reposan sobre una base inicialmente firme (socavada/cortada)
   1.2 Volcamiento múltiple de bloques: *Flexural, Chevron y flexural en bloque*
1. **Volcamiento de bloques aislados liberados por tensión**
2. **Volcamiento de detritos**

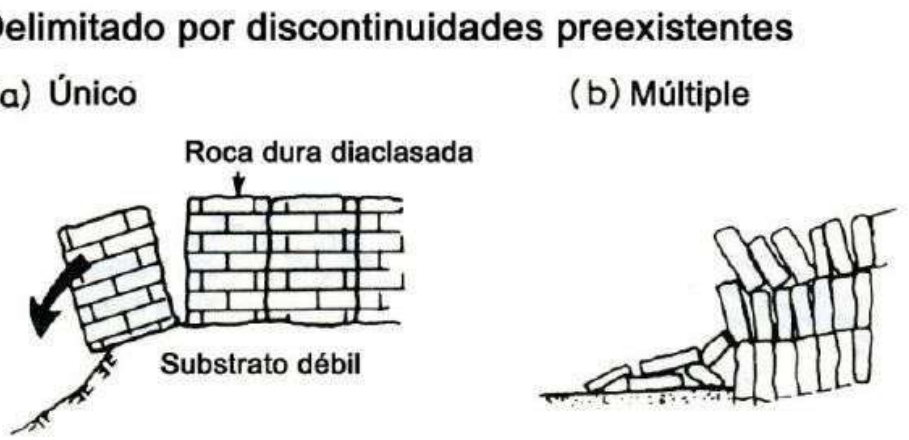


Figura 14. 1*a. Volcamiento único-1b. Volcamiento múltiple.* Montero (2017).

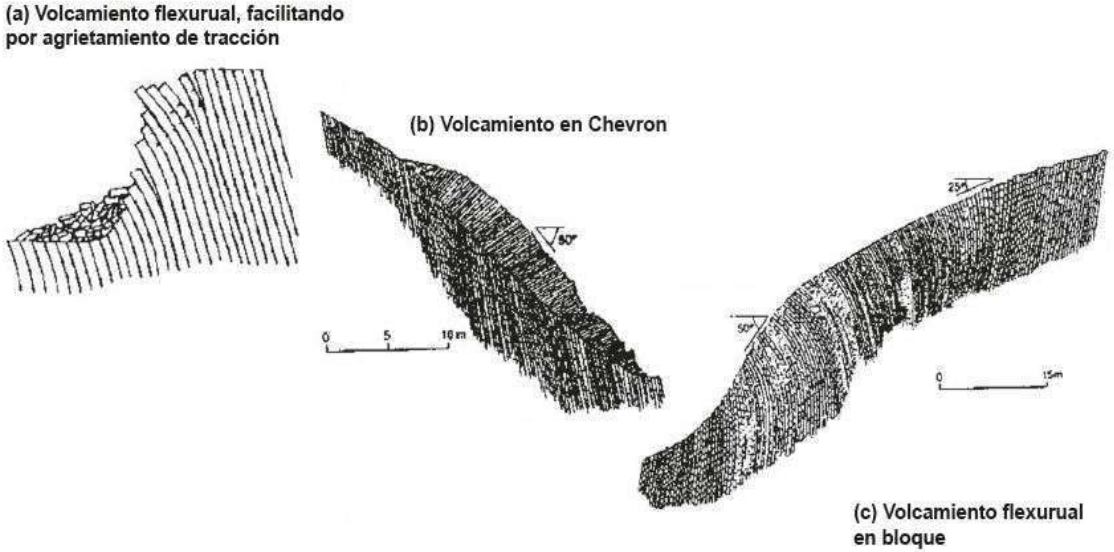
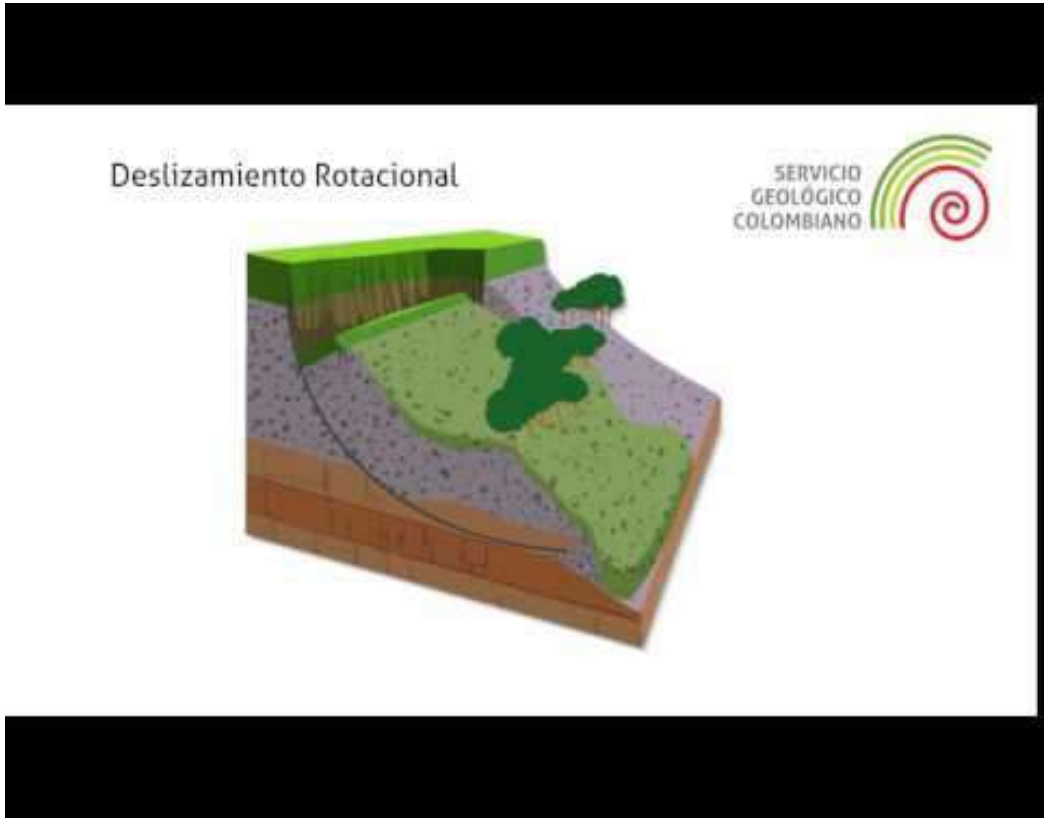


Figura 15. *Tipos de volcamientos múltiples.* Montero (2017).

Deslizamiento ➡ *Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca, (Cruden & Varnes, 1996).*

Subtipo

1. Deslizamiento rotacional
2. Deslizamiento traslacional: *Planar y de cuña*
3. Deslizamiento compuesto



Vídeo 3. *Izq. Deslizamiento rotacional- Der. Deslizamiento traslacional.* Tomado de: SGC (2016).

Flujo

Movimientos que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento (Varnes, 1978).

Subtipo

A partir de PMA: GCA (2007).

1. Flujos secos
2. Flujos de detritos
3. Crecida de detritos
4. Flujos de lodo
5. Flujos de tierra
6. Deslizamiento por flujo
7. Avalancha de detritos
8. Avalancha de rocas

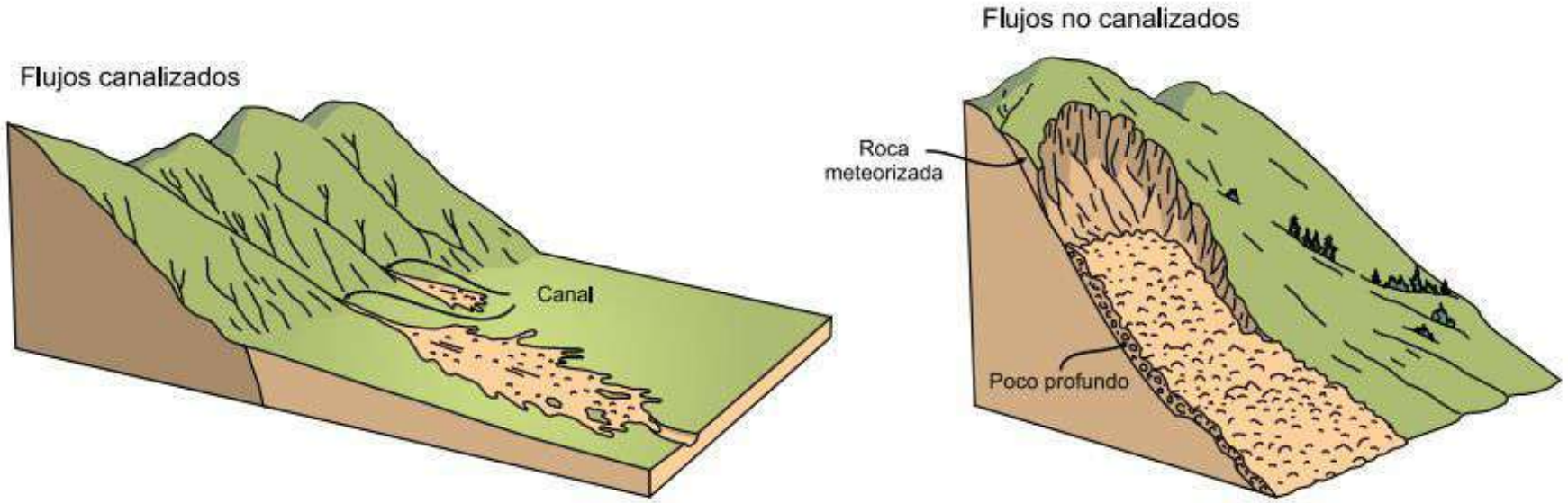


Figura 16. *Flujos canalizados y no canalizados.* Tomado de: PMA: GCA (2007).

Propagación lateral

Extensión o dilatación lateral de un suelo cohesivo o masa de roca blanda producto de la deformación interna del material (Cruden & Varnes, 1996).

Subtipo

1. Propagación lateral por bloque
2. Propagación lateral por licuación

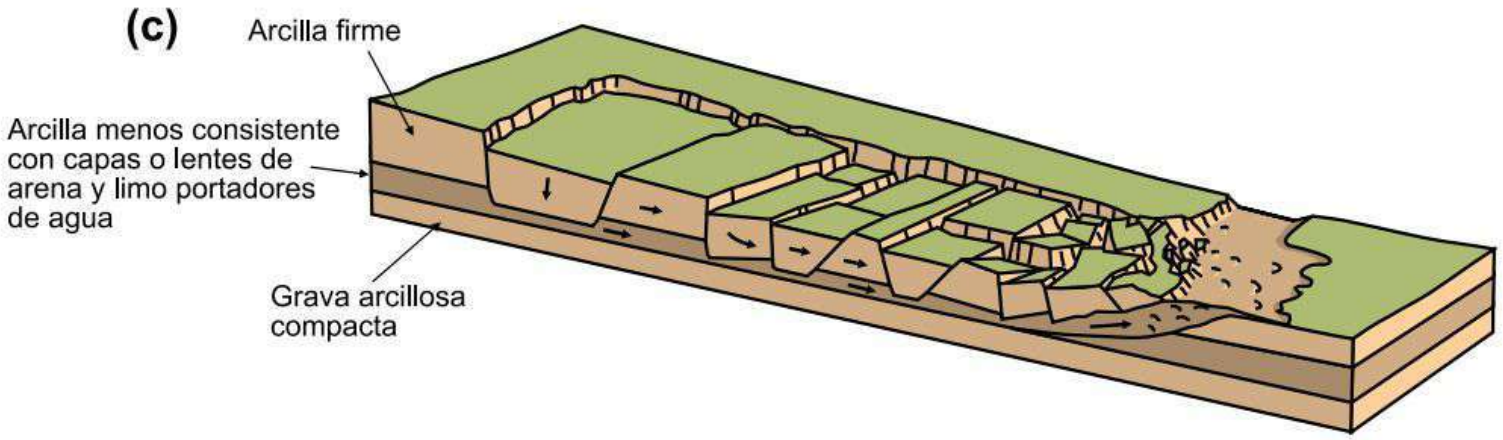


Figura 17. *Propagación lateral.* Tomado de: PMA: GCA (2007).

Creep (Reptación)

Deformación del terreno a esfuerzo constante (Cruden & Varnes, 1996). Movimientos lentos del terreno donde no se distingue una superficie de falla (PMA: GCA, 2007).

Subtipo

1. Creep estacional de suelos
2. Creep continuo de suelos
3. Solifluxión
4. Gelifluxión
5. Creep de roca

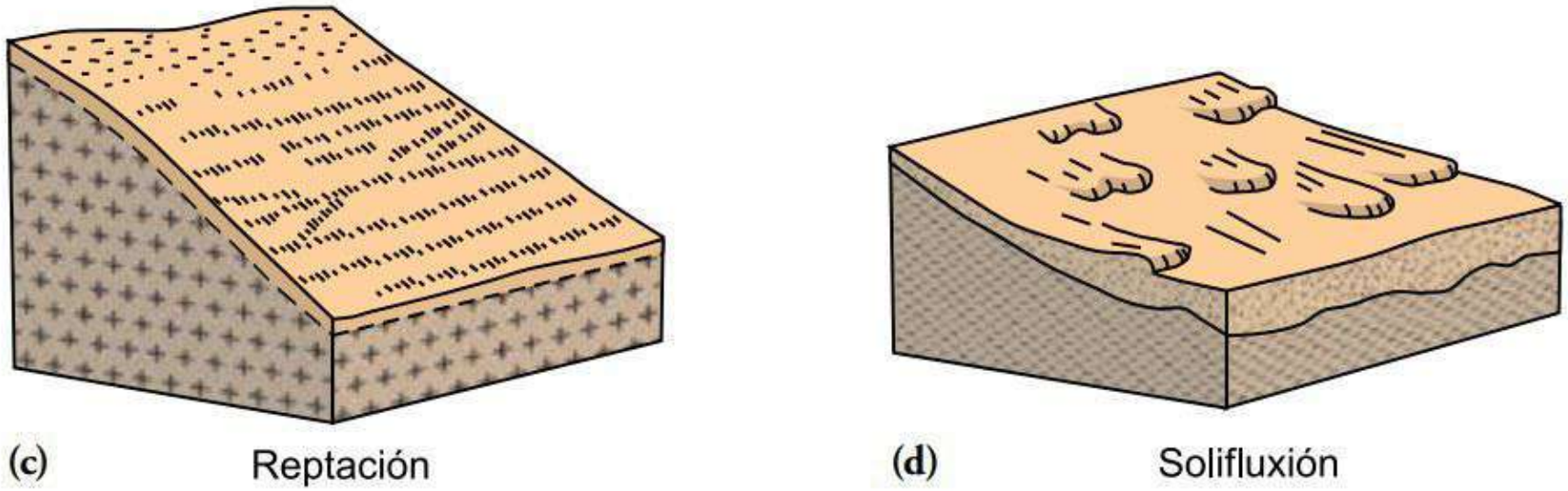


Figura 18. *c. Reptación - d. Solifluxión.* Tomado de: PMA: GCA (2007).

REFERENCIAS

Montero, J. (2017). *Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. Tomado de: https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/36

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA). (2007). *Movimientos en masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas.* Tomado de: https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf

Figuras

Rodriguez, D.S. (2019). *Zonificación de amenazas por movimientos en masa a escala 1:25 000 para el municipio de Chinchiná, Caldas*. Tomado de: https://1library.co/document/zkw6d3mz-zonificacion-amenazas-movimientos-masa-escala-municipio-chinchina-caldas.html

Forero, J.H. (2014). *Evaluación conceptual de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa al derecho de vía del gasoducto Gibraltar-Bucaramanga desde el PK60+000 al PK118+000*. Tomado de: https://www.ingeotecnia.com.co/cied/Evaluacion-conceptual-AVR-DDV-Harry-Forero.pdf

Montero, J. (2017). *Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. Tomado de: https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/36

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA). (2007). *Movimientos en masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas.* Tomado de: https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf

Tablas

Instituto Nacional de Defensa Civil de Perú (INDECI). (2011). *Manual de Estimación del Riesgo ante Movimientos en Masa en Laderas.* Tomado de: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1744/doc1744-1a.pdf

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA). (2007).*Formato modificado para inventario de movimientos en masa VS.12*. Tomado de: https://recordcenter.sgc.gov.co/B21/GmfMM51_Lorica/Documento/Nativos/Apoyo/Anexos/Anexo_B.pdf

Vídeos

Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA). (2020). *¿Qué son los movimientos en masa?*. Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=CsNRzKPacbA&t=1s

SGC. (2016). *MM Desliza Rotacional Simple.* Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=iLoNq-c6XFM

SGC. (2016). *MM Desliza Traslacional*. Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=rFOnTzmxcf8

RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Presentado por:
Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576
Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS
CAMPO III

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

01 **GENERALIDADES**

- ¿Qué son?
- Tipos de MM
- ¿Por qué se dan?
- ¿Cómo prevenirlos?
- Signos de alerta de los MM

02 **CLASIFICACIÓN**

- Sharpe (1938)
- Varnes (1978)
- Hutchinson (1988)
- Cruden & Varnes (1996)
- Hungr *et al.*, (2001)

03 **CLASIFICACIÓN DE CRUDEN & VARNES (1996)**

- Generalidades y actividad del movimiento
- Tipos de movimientos (Caída, volcamiento, deslizamiento, flujo, propagación lateral, creep)

1.Generalidades de los MM

Vídeo 1. *¿Qué son los movimientos en masa?* Tomado de: SIATA (2020).

1. Generalidades de los MM

MOVIMIENTOS EN MASA

- ¿Qué son los movimientos en masa?
- ¿Cuáles son los tipos de movimientos en masa?
- ¿Por qué ocurren los movimientos en masa?
- ¿Cómo ayudar a prevenir los movimientos en masa?
- Signos de alerta de los movimientos en masa

1. Generalidades de los MM

¿Qué son los MM?

Desplazamiento de **suelo**, **roca** y/o **tierras** ladera abajo por acción de la fuerza de **gravedad**.

Figura 1 y 2. *Deslizamientos.* Tomado de: Autores (2022).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

1. Generalidades de los MM

¿Cuáles son los tipos de MM?

Existen diversos tipos de movimientos en masa, a continuación los principales:

- Volcamiento

Figura 3. *Landslide hazard zonation mapping.* Tomado de: Novotny

- Reptación

Figura 4. *Reptación.* Tomado de: madridblogs (2008)

- Deslizamiento

- Flujos

- Caidas

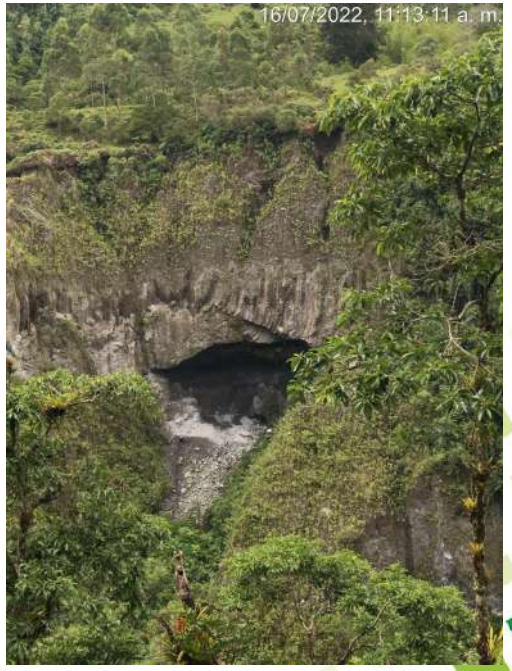


Figura 5, 6 y 7. *Movimientos en masa.* Tomado de: Autores (2022).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

1. Generalidades de los MM

¿Por qué ocurren los MM?

Las causas de la inestabilidad pueden ser **intrínsecas**, **detonantes** y **contribuyentes**

Tabla 1. *Causas del movimiento.* Modificado de: PMA:GCA (2012).

CAUSAS DEL MOVIMIENTO											
INHERENTES				CONTRIBUYENTES - DETONANTES							
					C	D		C	D		C D
Material plástico débil	☐	Material fisurado y agrietado	☐	Movimiento tectónico	☐	☐	Desembalse rápido de presas	☐	☐	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	☐ ☐
Material sensible	☐	Orientación desfav. de discontinuidades	☐	Sismo M ____ E ____ De ____ P ____	☐	☐	Erosión pata del talud por glaciares	☐	☐	Escapes de agua de tuberías	☐ ☐
Material colapsible	☐	Contraste de permeabilidad de materiales	☐	Erupción volcánica	☐	☐	Socavación pata del talud por corriente agua	☐	☐	Deforestación o ausencia de vegetación	☐ ☐
Material meteor. físicamente	☐	Contraste de rigidez de materiales	☐	Lluvias (mm) 24h ____ 48h ____ 72h ____ Mes ____	☐	☐	Socavación pata del talud por oleaje	☐	☐	Minería	☐ ☐
Material meteor. quimicamente	☐	Meteoriz. por descongelamiento/deshielo	☐	Viento	☐	☐	Socavación de margenes de ríos	☐	☐	Disposición deficiente de estériles/escombros	☐ ☐
Material fallado por corte	☐	Meteoriz. por expansión/contracción	☐	Deshielo	☐	☐	Erosión Pluvial	☐	☐	Vibración artificial (trafico, explosiones, hincado pilotes)	☐ ☐
				Avance/Retroceso de glaciales	☐	☐	Carga en la corona del talud	☐	☐	Erosión Fluvial	☐ ☐
				Rompimiento de lagos en crateres	☐	☐	Erosión subterranea (disolución, tubificación)	☐	☐		
				Rompimiento de presas	☐	☐	Irrigación	☐	☐		

NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante, I: Inherente 24h(mm): Lluvia acumulada antes del movimiento
M: Magnitud, E: Escala (ML, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (Km), P: Profundidad (Km)

Figura 8. *Enjambre de movimientos en masa.* Tomado de: Autores (2022)

Figura 9. *Ríos hambrientos de sedimento.* Tomado de: futurodelagua (2020).

Figura 10. *UNGRD: Más de 3.290 familias afectadas por la temporada de lluvias.* Tomado de: Caracolradio (2022)

1. Generalidades de los MM

¿Cómo ayudar a prevenir los movimientos en masa?

Algunas medidas que pueden ayudar a prevenir los movimientos en masa son las siguientes:

- Controlar actividades de pastoreo
- Evitar hacer cortes y excavaciones en taludes y laderas
- Abstenerse de deforestar las laderas
- Realizar un control y manejo estricto del agua
- Proteger las orillas de los cuerpos de agua
- Protección de la superficie del talud con revestimientos

Figura 11. *Troupeau à la Montagne.* Tomado de: J.J. (2006)

Figura 12. *MUROS ANCLADOS Y PANTALLAS ATIRANTADAS.* Tomado de: Ecogreen contrucciones (2008)

1. Generalidades de los MM

Vídeo 2. *Signos de alerta de los movimientos en masa.* Tomado de: SIATA (2020).

2. Clasificación de los movimientos en masa

Sharpe (1938)

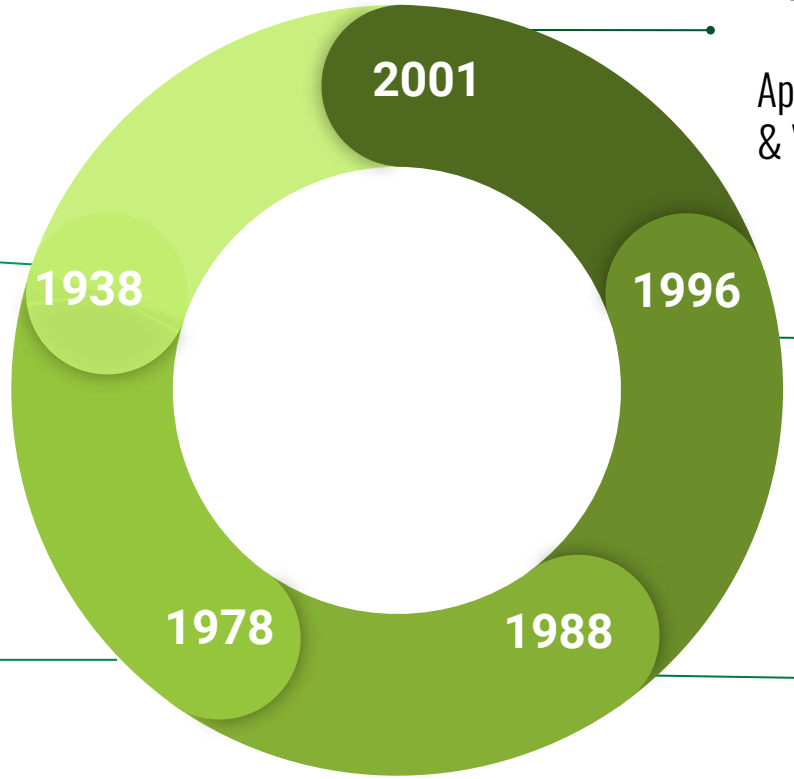
Primera clasificación sistemática de los MM conocida en América

3 tipos mayores de movimientos: Flujo, deslizamiento y subsidencia

Varnes (1978)

Define **5** tipos básicos de MM: Caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral y flujo

Propone los movimientos complejos



Hungr et al., (2001)

Relacionado con la clasificación de los movimientos de tipo flujo

Aporta a las definiciones establecidas por Cruden & Varnes (1996) y Hutchinson (1988)

Cruden & Varnes (1996)

5 tipos básicos de MM definidos por Varnes (1978) y se anexan los **creep** (reptaciones)

Considera factores como actividad, tasa de movimiento y contenido de agua

Hutchinson (1988)

Define **8** tipos básicos de MM: Rebote, creep, hundimientos profundos de laderas de montañas, deslizamientos, movimientos de detritos de tipo flujo, volcamientos, caídas y movimientos complejos

Correlación entre MM y características geológicas e hidrogeológicas que los controlan

3. Clasificación de Cruden & Varnes (1996)

1. Caída
2. Volcamiento
3. Deslizamiento
4. Propagación lateral
5. Flujo
6. Creep (reptación)

ESTADO	Situación temporal del movimiento
DISTRIBUCIÓN	Parte de la masa en movimiento con respecto a la superficie de falla
ESTILO	Relación entre movimientos contribuyentes a la inestabilidad

Tabla 2. *Actividad del movimiento.* Modificado de: PMA:GCA (2012).

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO							
EDAD				ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	
< 1 año	☐	21-30 años	☐	Activo ☐	Complejo ☐	Retrogresivo	☐
1-5 años	☐	31-40 años	☐	Reactivado ☐	Compuesto ☐	Avanzado	☐
6-10 años	☐	41-60 años	☐	Suspendido ☐	Múltiple ☐	Ensanchado	☐
11-15 años	☐	61-80 años	☐	INACTIVO	Sucesivo ☐	Confinado	☐
16-20 años	☐	> 80 años	☐	Latente ☐	Único ☐	Creciente	☐
				Abandonado ☐		Decreciente	☐
				Estabilizado ☐		Móvil	☐
				Relicto ☐			

Caída

Separación de una masa de roca o suelo desde un talud empinado,. Una vez ocurrido el desprendimiento, el material desciende a través del aire, principalmente en caída libre, rebotando o rodando (Cruden & Varnes, 1996).

Subtipo

1. Caída de rocas
2. Caída de suelos

Velocidad

Muy rápido a extremadamente rápido

Tabla 2. *Escala de velocidades de Cruden & Varnes (1996).* Tomado de: INDECI (2011).

Clases de velocidad	Descripción	Velocidad (mm/s)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido		
		5×10	5 m/s
6	Muy rápido		
		5×10	3 m/min
5	Rápido		
		5×10	1,8 m/h
4	Moderada		
		5×10	13 m/mes
3	Lenta		
		5×10^{-5}	1,6 m/año
2	Muy lenta		
		5×10^{-7}	16 mm/año
1	Extremadamente lenta		

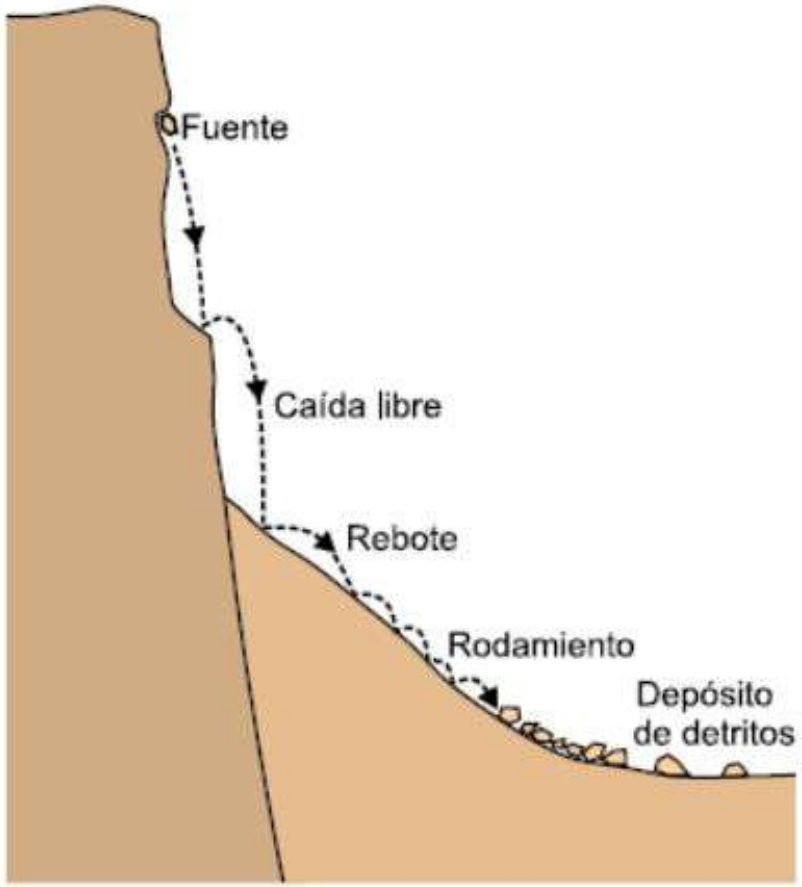


Figura 13. *Caída de rocas.* Tomado de: Forero (2014).

Volcamiento ➡

Comprende la rotación hacia delante de una masa de roca o suelo en una ladera, alrededor de un pivote o eje, por debajo del centro de gravedad de la masa que se desplaza. (Cruden & Varnes, 1996).

Subtipo

1. **Volcamiento de bloques de roca delimitados por discontinuidades preexistentes**
   1.1 Volcamiento de bloques individuales que reposan sobre una base inicialmente firme (socavada/cortada)
   1.2 Volcamiento múltiple de bloques: *Flexural, Chevron y flexural en bloque*
1. **Volcamiento de bloques aislados liberados por tensión**
2. **Volcamiento de detritos**

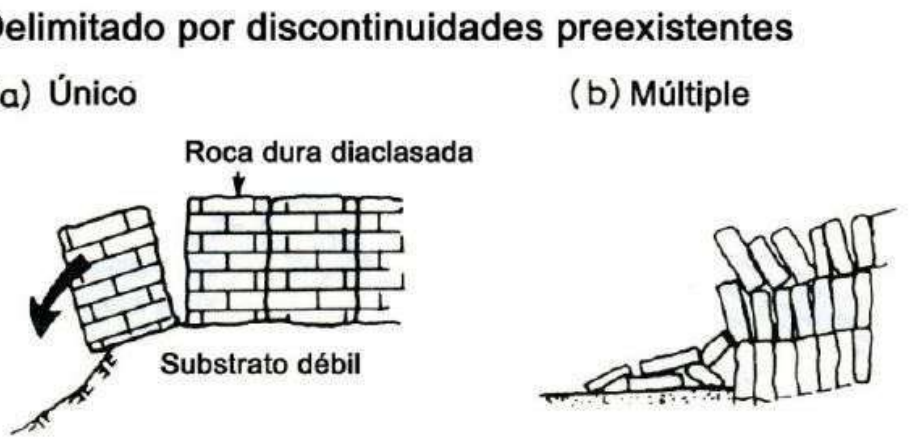


Figura 14. 1*a. Volcamiento único-1b. Volcamiento múltiple.* Montero (2017).

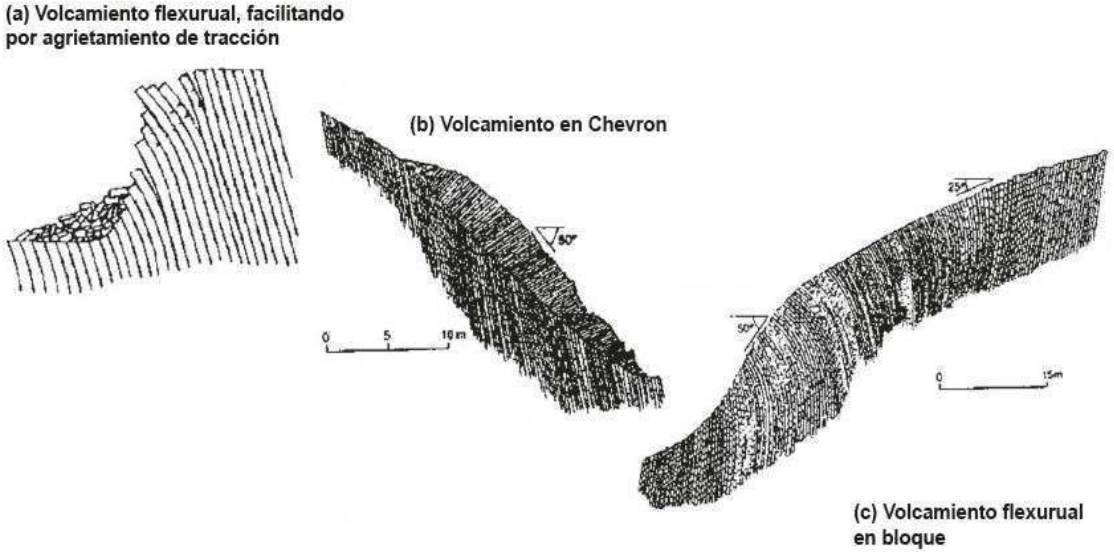
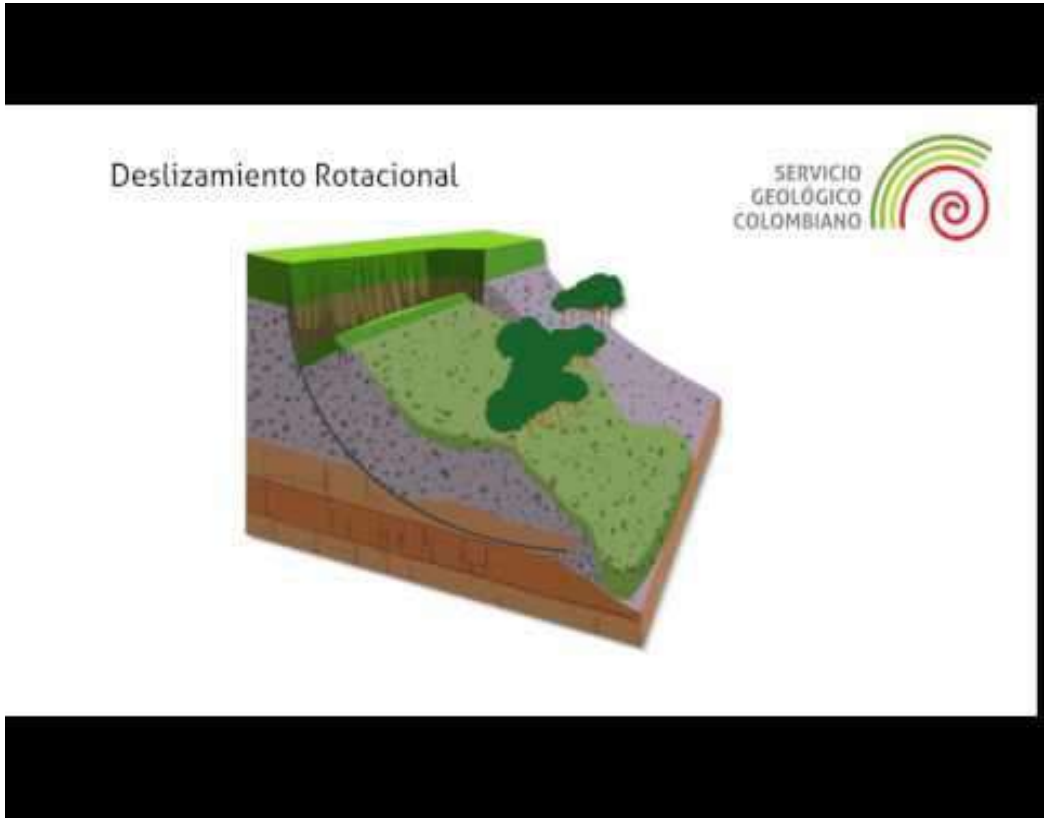


Figura 15. *Tipos de volcamientos múltiples.* Montero (2017).

Deslizamiento ➡ *Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca, (Cruden & Varnes, 1996).*

Subtipo

1. Deslizamiento rotacional
2. Deslizamiento traslacional: *Planar y de cuña*
3. Deslizamiento compuesto



Vídeo 3. *Izq. Deslizamiento rotacional- Der. Deslizamiento traslacional.* Tomado de: SGC (2016).

Flujo

Movimientos que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento (Varnes, 1978).

Subtipo

A partir de PMA: GCA (2007).

1. Flujos secos
2. Flujos de detritos
3. Crecida de detritos
4. Flujos de lodo
5. Flujos de tierra
6. Deslizamiento por flujo
7. Avalancha de detritos
8. Avalancha de rocas

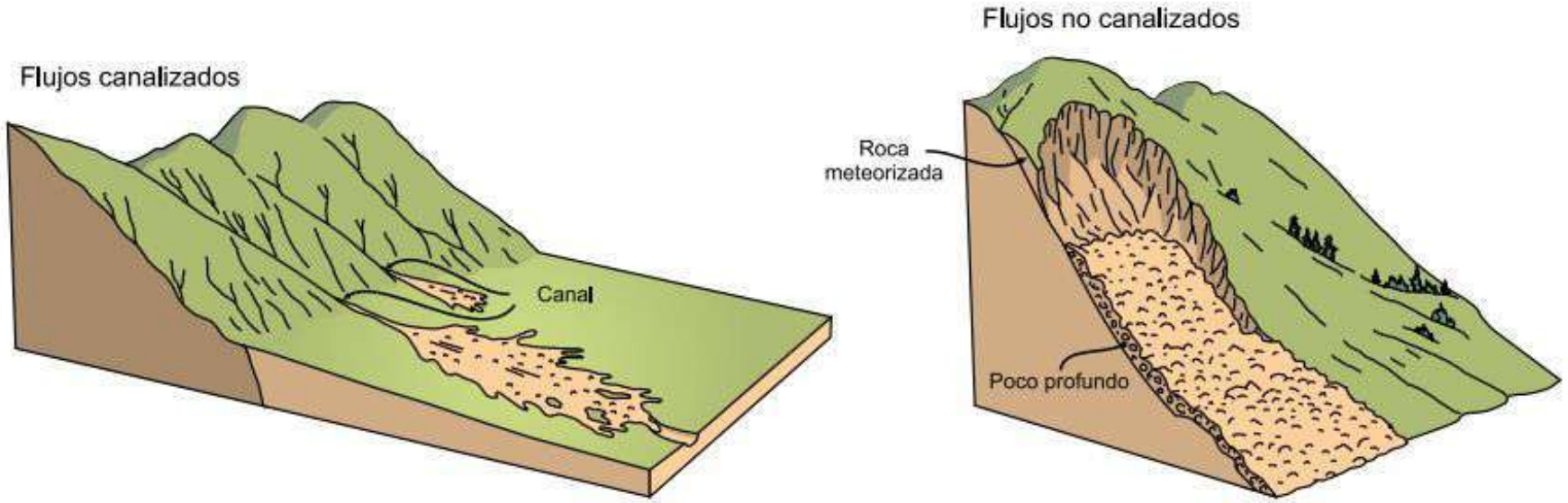


Figura 16. *Flujos canalizados y no canalizados.* Tomado de: PMA: GCA (2007).

Propagación lateral

Extensión o dilatación lateral de un suelo cohesivo o masa de roca blanda producto de la deformación interna del material (Cruden & Varnes, 1996).

Subtipo

1. Propagación lateral por bloque
2. Propagación lateral por licuación

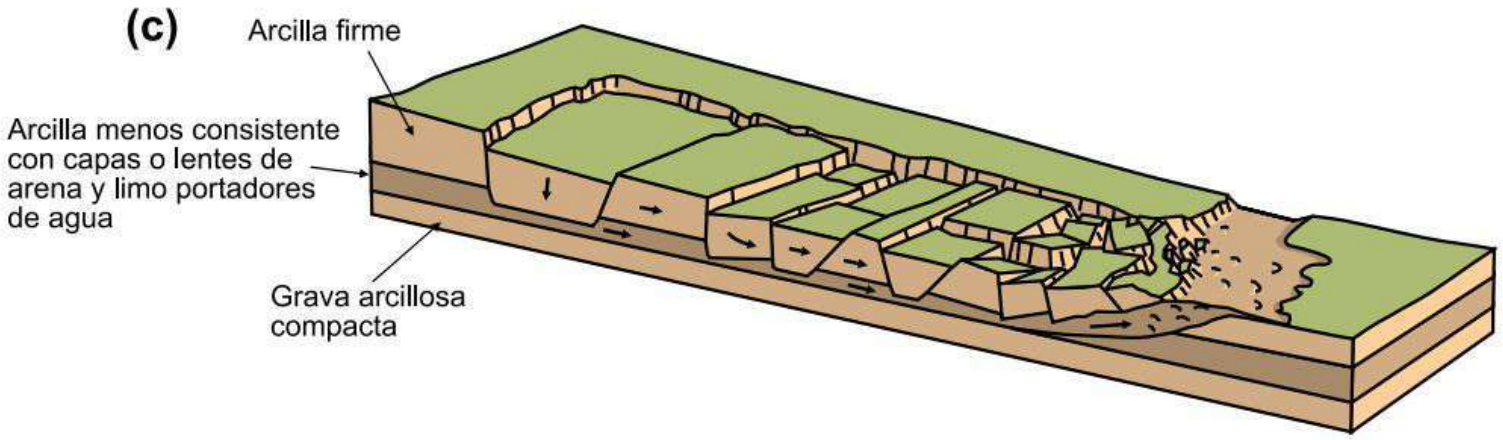


Figura 17. *Propagación lateral.* Tomado de: PMA: GCA (2007).

Creep (Reptación)

Deformación del terreno a esfuerzo constante (Cruden & Varnes, 1996). Movimientos lentos del terreno donde no se distingue una superficie de falla (PMA: GCA, 2007).

Subtipo

1. Creep estacional de suelos
2. Creep continuo de suelos
3. Solifluxión
4. Gelifluxión
5. Creep de roca

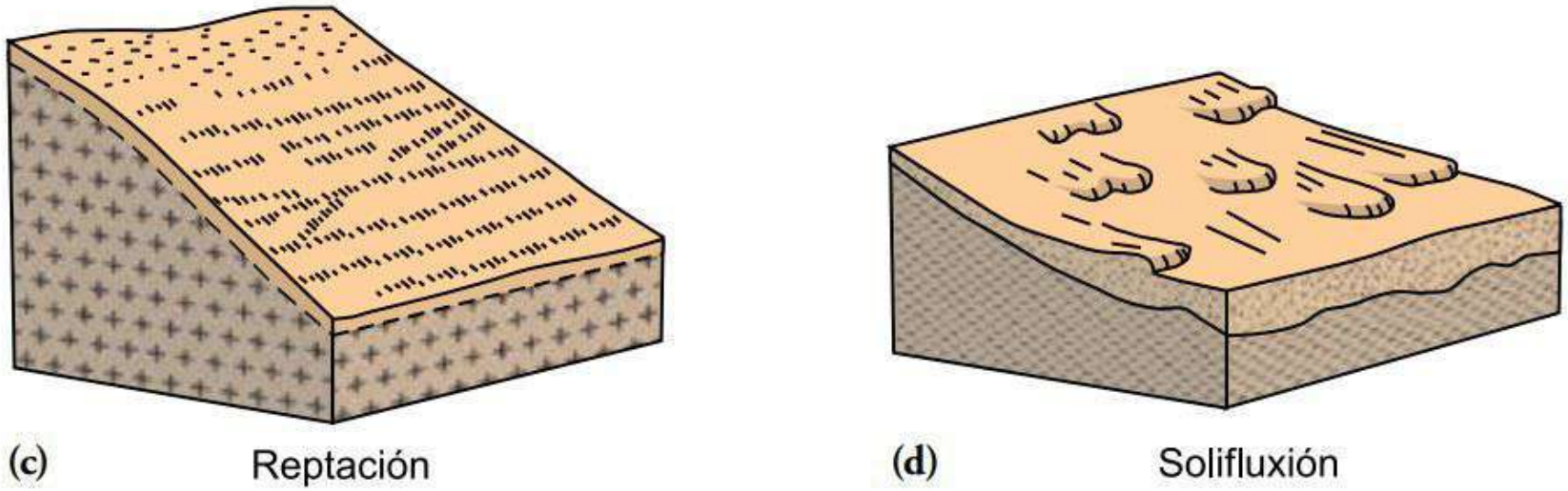


Figura 18. *c. Reptación - d. Solifluxión.* Tomado de: PMA: GCA (2007).

REFERENCIAS

Montero, J. (2017). *Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. Tomado de: https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/36

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA). (2007). *Movimientos en masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas.* Tomado de: https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf

Figuras

Rodriguez, D.S. (2019). *Zonificación de amenazas por movimientos en masa a escala 1:25 000 para el municipio de Chinchiná, Caldas*. Tomado de: https://1library.co/document/zkw6d3mz-zonificacion-amenazas-movimientos-masa-escala-municipio-chinchina-caldas.html

Forero, J.H. (2014). *Evaluación conceptual de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa al derecho de vía del gasoducto Gibraltar-Bucaramanga desde el PK60+000 al PK118+000*. Tomado de: https://www.ingeotecnia.com.co/cied/Evaluacion-conceptual-AVR-DDV-Harry-Forero.pdf

Montero, J. (2017). *Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia*. Tomado de: https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/36

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA). (2007). *Movimientos en masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas.* Tomado de: https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf

Tablas

Instituto Nacional de Defensa Civil de Perú (INDECI). (2011). *Manual de Estimación del Riesgo ante Movimientos en Masa en Laderas.* Tomado de: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1744/doc1744-1a.pdf

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA). (2007).*Formato modificado para inventario de movimientos en masa VS.12*. Tomado de: https://recordcenter.sgc.gov.co/B21/GmfMM51_Lorica/Documento/Nativos/Apoyo/Anexos/Anexo_B.pdf

Vídeos

Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA). (2020). *¿Qué son los movimientos en masa?*. Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=CsNRzKPacbA&t=1s

SGC. (2016). *MM Desliza Rotacional Simple.* Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=iLoNq-c6XFM

SGC. (2016). *MM Desliza Traslacional*. Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=rFOnTzmxcf8

Escenario MM a nivel mundial, eventos causas y magnitud de daños

Expositores:

Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547

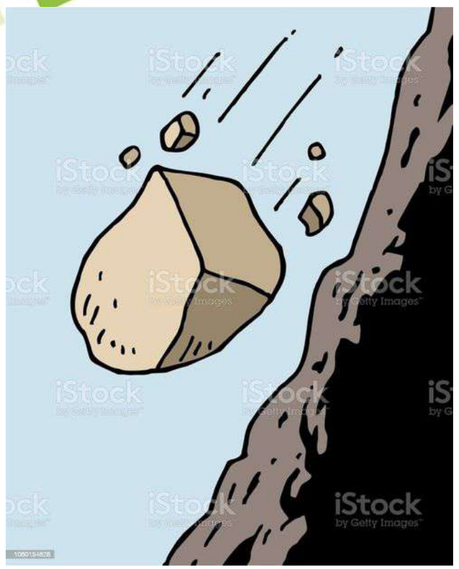
Ana Maria Quintero - 2172561

Escuela de Geología

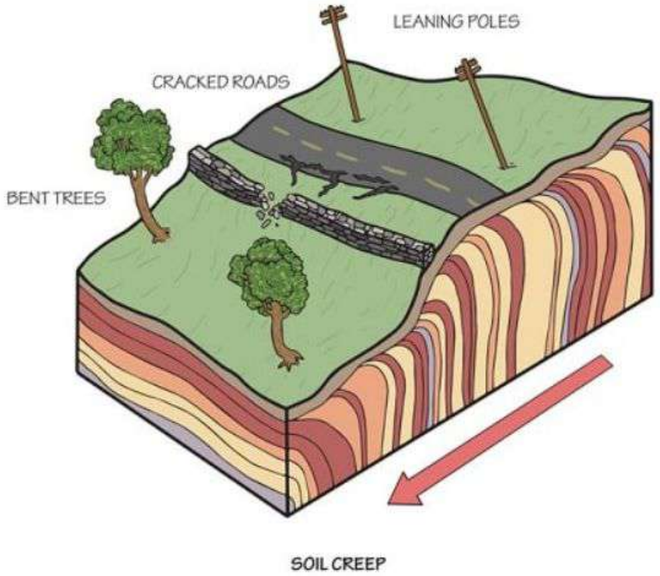
Electiva Campo 3 - 23117

GENERALIDADES

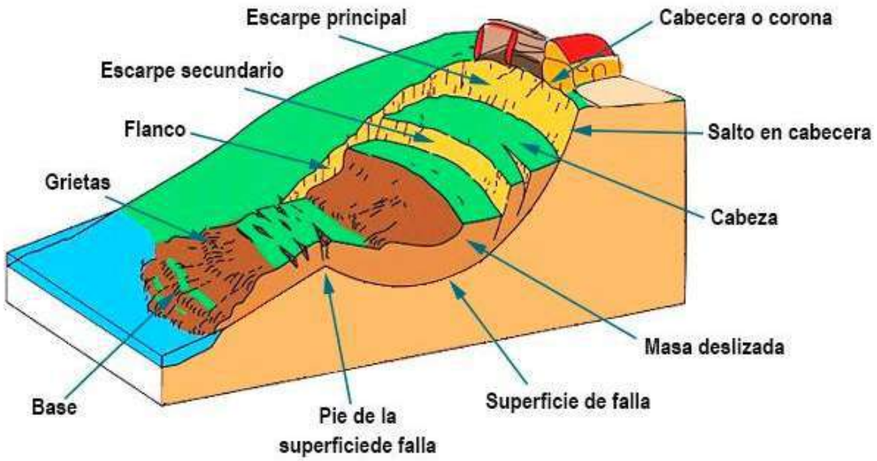
Caída



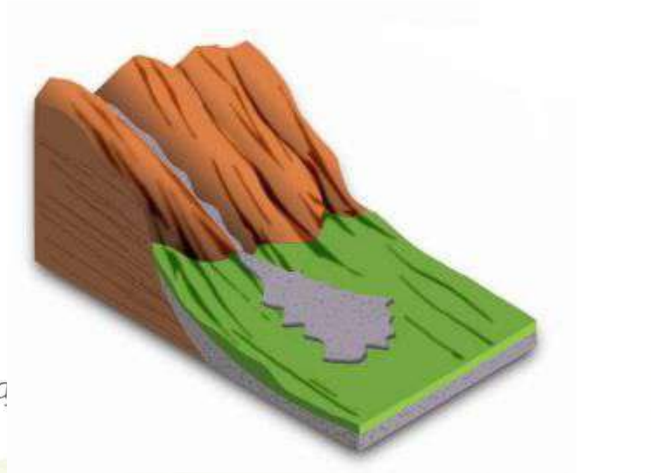
Reptación



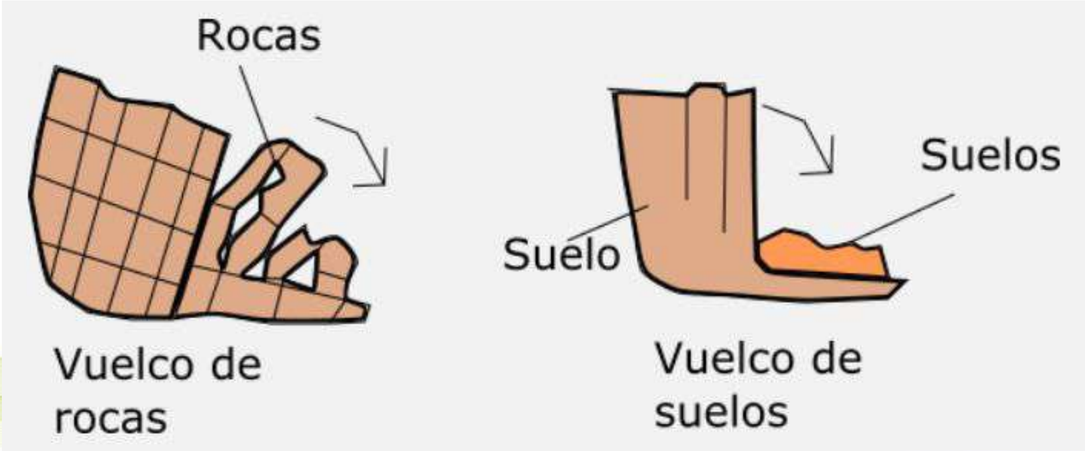
Deslizamiento



Flujo



Volcamiento



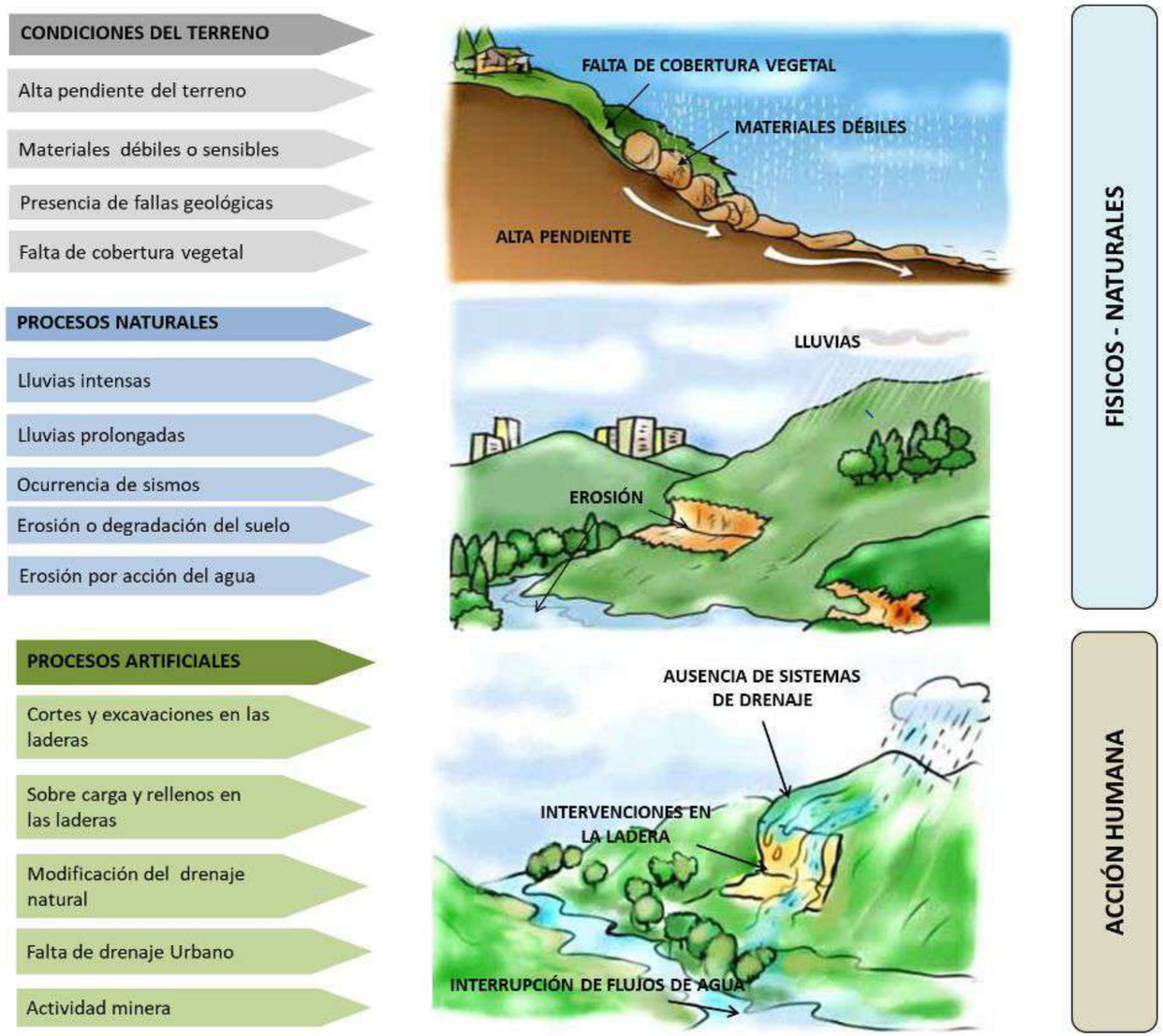
Ecosistema para el aprendiza
la investigación y la innovación

¿POR QUÉ SE GENERAN?

Ocurren cuando la resistencia al esfuerzo cortante del terreno es superada por las fuerzas actuantes.

- Se disminuye esa resistencia al esfuerzo cortante (incremento en la cantidad de agua, deforestación, entre otros).
- Se aumentan las fuerzas externas. Incremento de cargas.

Factores que propician los movimientos en masa



Tomado de: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER)

Movimientos catastróficos del siglo XX

AÑO	PAIS (ESTADO/PROVINCIA)	NOMBRE Y TIPO	PROCESO DE ACTIVACIÓN	VOLUMEN DEL MATERIAL (m3)	IMPACTO
1911	Rep. de Tadzhik	Deslizamiento de roca	Terremoto de Usoy	2,0 x 10 9	Aldea de Usoy destruida; 54 muertos; represado el río Murgab.
1919	Indonesia (Java)	Flujos de lodo volcánico	Erupción del volcán Kalut	185 km2	5.110 muertos; 104 aldeas destruidas o dañadas
1920	China (Ningxia)	Deslizamientos de tierra de Haiyuan	Terremoto de Haiyuán	-	100.000 muertos; muchos pueblos destruidos
1921	Rep. de Kazajstán	Flujo de escombros de Alma-Ata	Deshielo	-	500 muertos
1933	China (Sichuán)	Deslizamientos de Deixi	Terremoto Deixi	> 150x10 6	6.800 muertos por deslizamientos de tierra; 2.500 ahogados al fallar presa contra deslizamiento de tierra
1939	Japón (Hyogo)	Monte Rokko toboganes y flujos de lodo	Lluvia Pesada	-	505 muertos/desaparecidos; 130.000 viviendas destruidas o gravemente dañadas por movimientos de masas y/o inundaciones
1949	Rep. de Tadzhik	Deslizamiento de roca Khait	Terremoto Khait	-	12.000 - 20.000 muertos o desaparecidos; 33 pueblos destruidos
1953	Japón (Wakayama)	Deslizamientos del río Arita y flujos de escombros/lodo	Lluvia Pesada	-	460 muertos/desaparecidos; 4.772 viviendas destruidas por movimientos de masas/inundaciones
1958	Japón (Shizuoka)	Deslizamientos de Kanogawa y Flujos de lodo/escombros	Lluvia Pesada	-	1.094 muertos/desaparecidos; 19.754 viviendas destruidas o gravemente dañadas por movimientos de masas/inundaciones
1962	Perú (Áncash)	Avalancha de escombros del Nevado Huascarán	-	13 x 10 6	4.000-5.000 muertos; gran parte del pueblo de Ranrahirca destruido
1963	Italia (Friuli-venezia-Griulia)	Deslizamiento de rocas del embalse de Vaiont	-	250x10 6	2.000 muertos; ciudad de Longarone gravemente dañada
1964	Estados Unidos (Alaska)	Deslizamientos de tierra	Terremoto de Prince William Sound	-	Pérdidas economicas estimadas en 280 millones
1966	Brasil (Río de Janeiro)	Deslizamientos, avalanchas, flujos de escombros/lodo	Lluvia Pesada	-	1.700 muertos por derrumbes e inundaciones
1985	Colombia (Tolima)	Flujos de detritos del Nevado del Ruiz	Erupción del Nevado del Ruiz	-	Cuatro ciudades y pueblos destruidos; caudal en valle del río Lagunillas mató a más de 20.000 en la ciudad de Armero.
1986	Papua, Nueva Guinea (Este de Nueva Bretaña)	Avalancha de escombros de deslizamiento de Bairaman Rock	Terremoto de Bairaman	200x10 6	Pueblo de Bairaman destruido por el flujo de escombros de la presa de deslizamiento de tierra rota; la evacuación evitó víctimas; gran efecto en el paisaje local
1987	Ecuador (Napo)	Deslizamientos de Reventador	Terremotos Reventador	75-110x10 6	1.000 muertos; muchos kilómetros de oleoducto y carretera transecuatoriana destruidos
1998	Honduras, Guatemala, Nicaragua, El Salvador	Huracan Mitch	Huracan Mitch	-	Aproximadamente 10,000 personas murieron en las inundaciones y deslizamientos de tierra, que ocurrieron en toda la región.

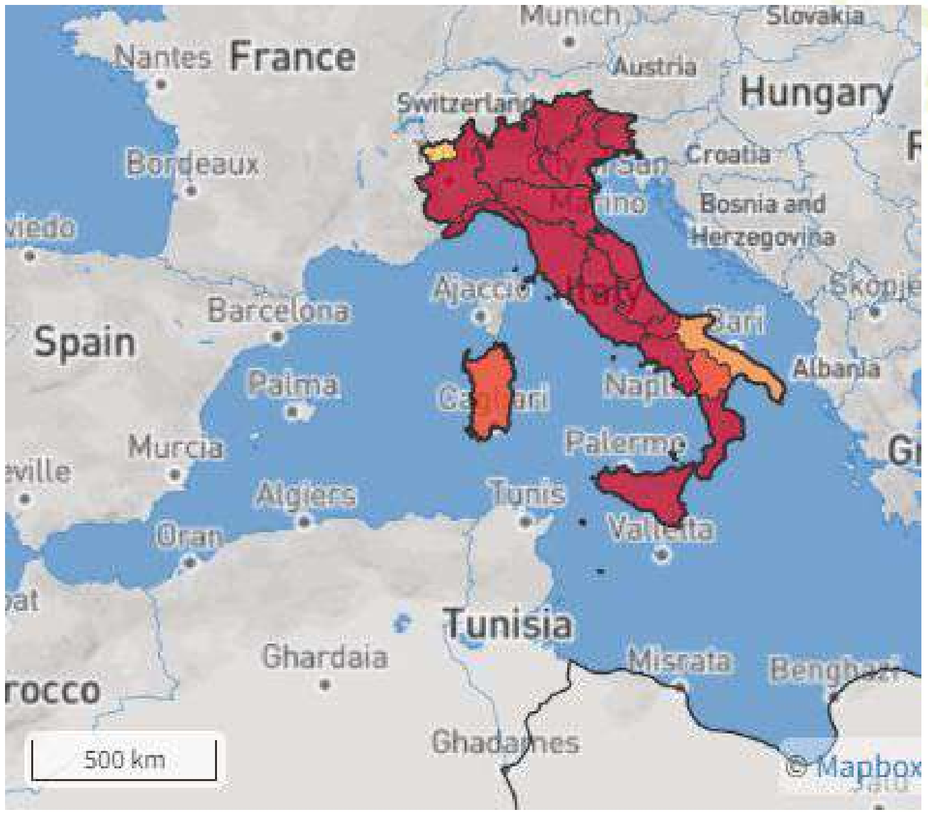
Tomado de: USGS

Universidad Industrial de Santander

ITALIA

En Italia, los deslizamientos de tierra son una grave amenaza para la población. Desde 1950 hasta 2015, ocurrieron 661 deslizamientos de tierra fatales que causaron 4105 muertes.

A nivel mundial, el cambio climático está afectando la estabilidad de las laderas de las montañas. La reducción de los glaciares, el deshielo del permafrost y la disminución de la capa de nieve primaveral empeoran las condiciones mecánicas de las rocas y los suelos.

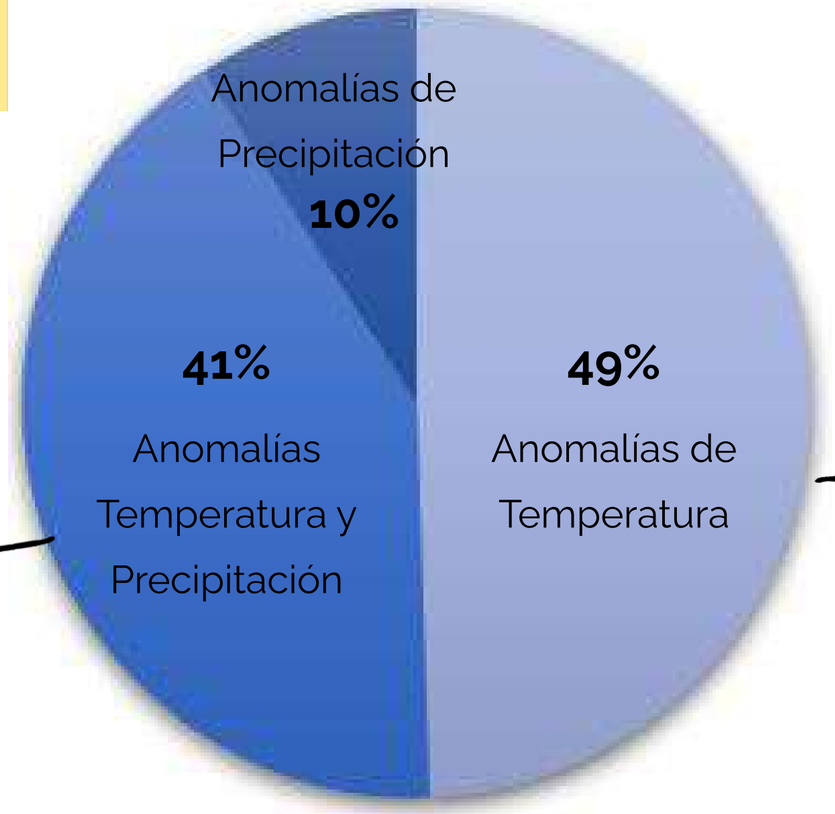


High
Low
Medium
Very low

Tomado de: Thinkhazard

ITALIA

El papel de la temperatura y la precipitación va a depender de la estación y la altitud.



Mayor relación con eventos de menor volumen

Grandes pendientes

2010 - 2016

358 Eventos

Tomado de: Climate Change Post

El papel de la precipitación disminuye y el de la temperatura aumenta desde la primavera hasta el invierno y desde las elevaciones bajas hasta las altas.

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

ITALIA. Desastre Presa Vajont (1963)

El **9 de octubre de 1963**, la combinación del tercer rellenado del depósito produjo un gigantesco deslizamiento de unos **260 millones de m3** de tierra y roca, que cayeron en el embalse, prácticamente lleno, a unos **110 km/h.**

Tomado de: Revista Antimafia Duemila

CHINA

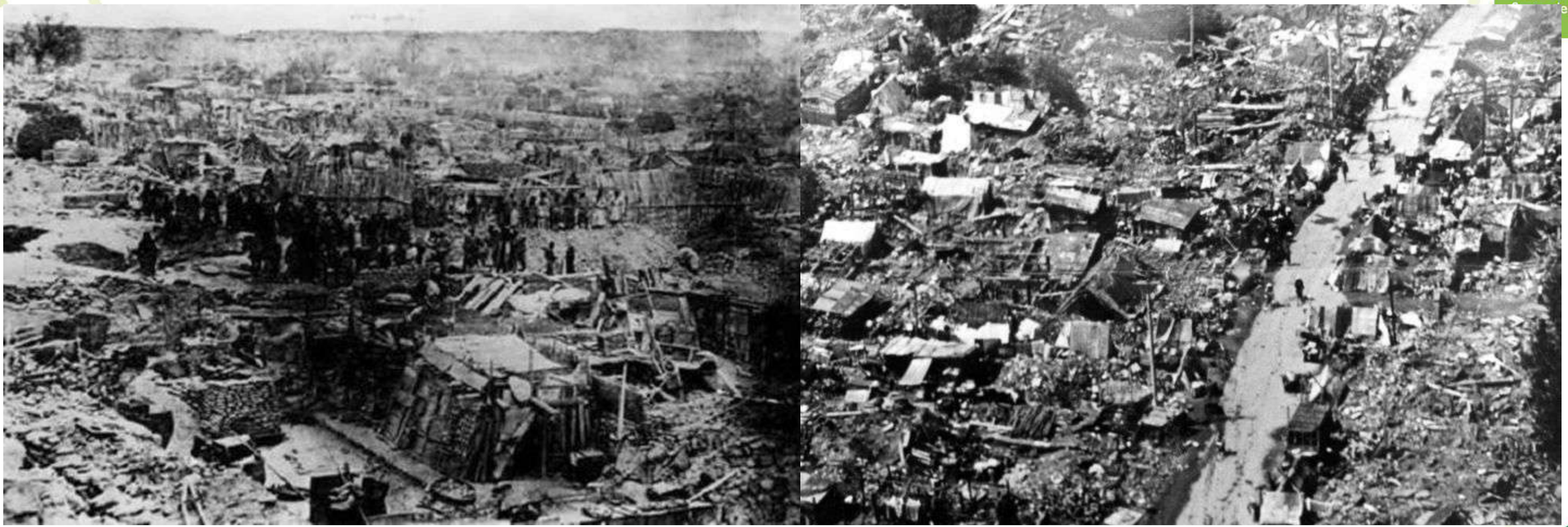
High
Low
Medium
Very low

Factores desencadentantes

- Precipitaciones (Mayo a Septiembre)
- Terremotos
- Actividad Humana

Tomado de: Thinkhazard

CHINA. Haiyuan (1920)



Tomado de: Thatsmags

7151 Deslizamientos

32.554 Muertes

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

CHINA. Sichuan (2017)

Tomado de: BBC News

4,5 millones de m3 roca desplazada.

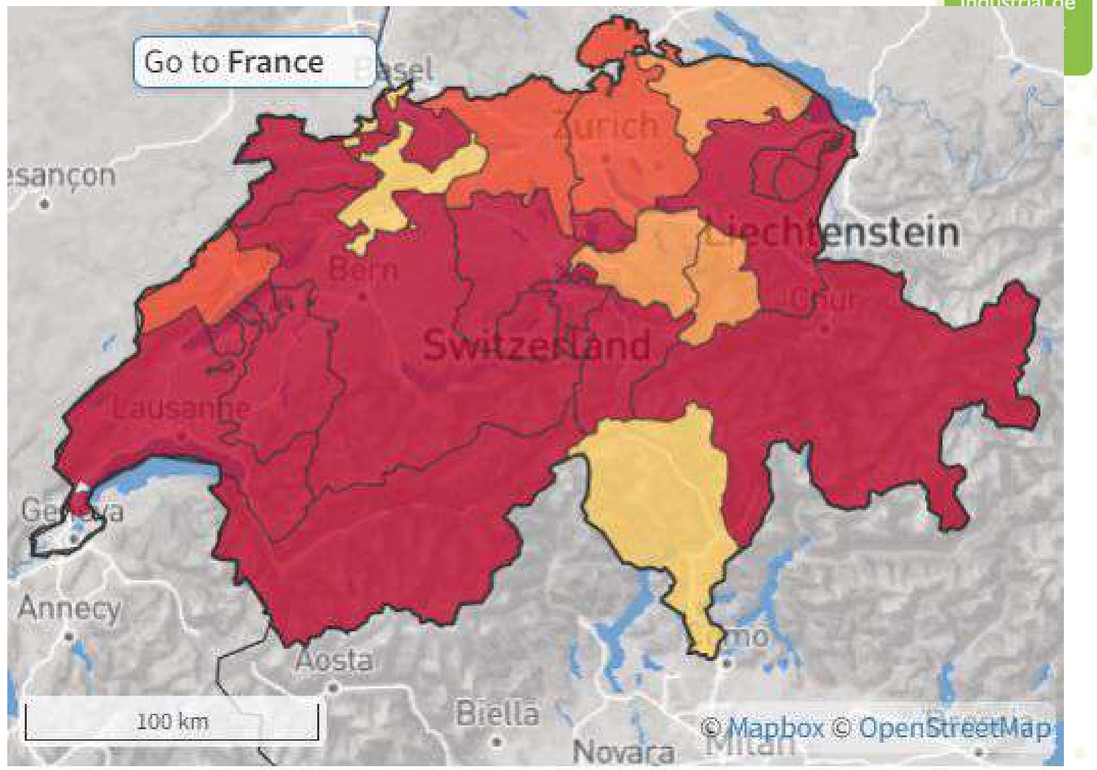
Se estimó que el deslizamiento de tierra golpeó el pueblo a aproximadamente **250 km/h**.

CHINA. Sichuan (2017)

Tomado de: BBC News

SUIZA

La ocurrencia de caída de rocas se ha observado en alta resolución y alta frecuencia en Suiza durante el período 2017-2021. Estas observaciones se realizaron a una altura en los Alpes cerca del límite inferior de ocurrencia del permafrost. Todos los principales eventos de desprendimiento de rocas observados ocurrieron en el verano, y muchos de ellos en la segunda mitad del verano y al final de la tarde. La degradación rápida del permafrost se considera un factor desencadenante de estos eventos, lo que provoca la falla progresiva de la pared de roca.



High
Low
Medium
Very low

Tomado de: Thinkhazard

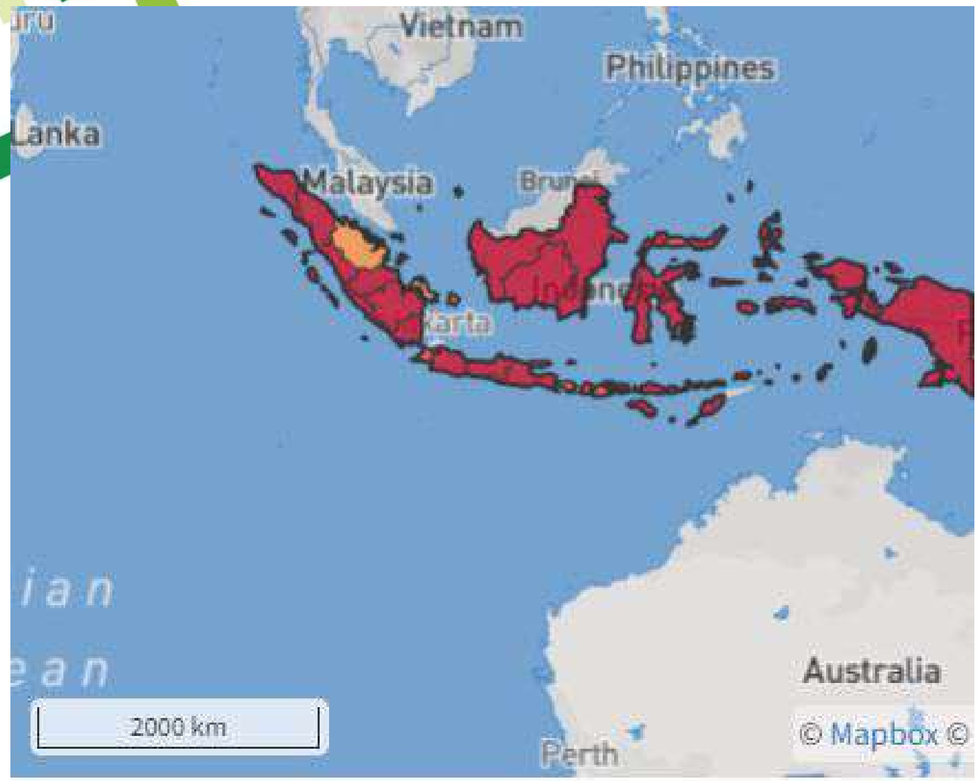
SUIZA. Randa (1991)

Tomado de: Hmong

30 millones de m3

22 y 8 respectivamente

INDONESIA



High
Low
Medium
Very low

¿Por qué ocurren tantos deslizamientos de tierra?

La respuesta es una combinación complicada de problemas derivados del cambio climático, la destrucción ambiental, la infraestructura de mala calidad y la pobreza.

Hasta el 45% de todo el suelo en Indonesia es propenso a deslizamientos de tierra. 40 millones de personas se encuentran ubicadas en zonas de "alto riesgo", principalmente en las islas de Java, Sumatra y Sulawesi.

Tomado de: Thinkhazard

INDONESIA

En 2021, se produjeron alrededor de 1,3 mil deslizamientos de tierra en Indonesia. Durante la temporada de lluvias, los deslizamientos y las inundaciones repentinas son frecuentes en todo el archipiélago indonesio.

41 killed in landslides and floods in Indonesia; dozens missing

Mud tumbled down from surrounding hills onto dozens of homes in Lamenele village shortly after midnight on Adonara island in East Nusa Tenggara province.

NBC News / 4 abr 2021

https://www.nbcnews.com/news/world/41-killed-landslides-floods-indonesia-dozens-missing-n1262997?utm_source=canva&utm_medium=iframely

BIBLIOGRAFÍA

- https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-lo-que-debes-saber-sobre-los-movimientos-en-masa/
- https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/08/14/el-desastre-del-embalse-del-vajont-italia/
- https://www.climatechangepost.com/italy/avalanches-and-landslides/
- https://www.idiger.gov.co/rmovmasa
- Xu, Y., Liu-Zeng, J., Allen, M. B., Zhang, W., & Du, P. (2020). Landslides of the 1920 Haiyuan earthquake, northern China. Landslides, 18(3), 935–953. doi:10.1007/s10346-020-01512-5
- Huang, R., & Li, W. (2011). Formation, distribution and risk control of landslides in China. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 3(2), 97–116. doi:10.3724/sp.j.1235.2011.00097
- https://hmong.es/wiki/Randa_rockslides
- https://www.climatechangepost.com/switzerland/avalanches-and-landslides/
- https://www.vice.com/en/article/ezw9kz/why-are-there-so-many-landslides-happening-recently
- https://www.asianscientist.com/2015/01/features/landslides-indonesias-worst-nightmare/
- https://blogs.agu.org/landslideblog/2014/12/15/banjarnegara-landslide/
- https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/Cepeda_et_al._2010.pdf

ESCENARIO NACIONAL PARA MOVIMIENTOS EN MASA, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.

Universidad Industrial de Santander

PRESENTADO POR :

Yessid Fernando Zabala Garces

María Valentina Rodríguez

#LaUISqueQueremos

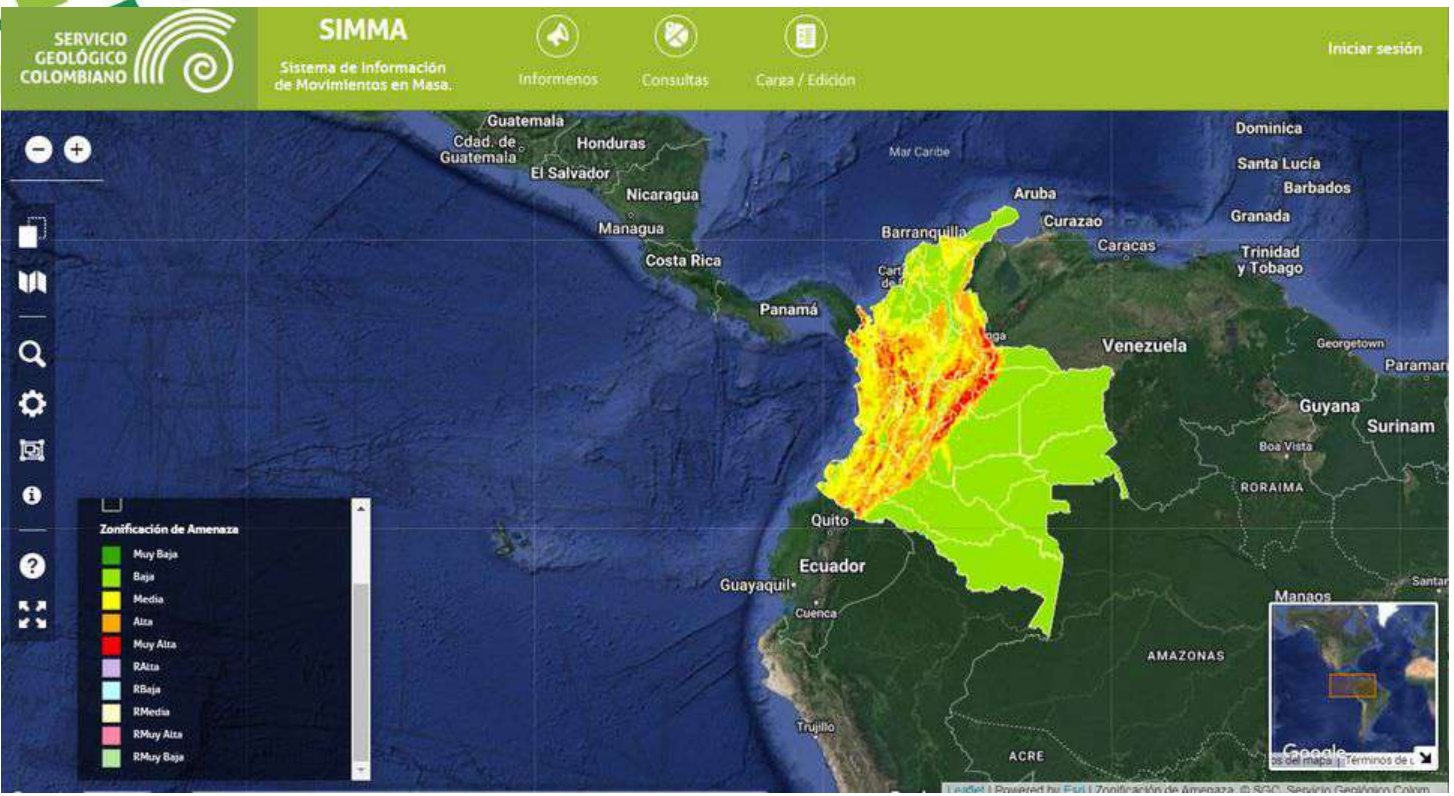
74 años 1948-2022

CONTENIDO

- Introducción
- Región Andina
- Pacífico
- Caribe

Deslizamiento de tierra,Pereira.(UNGRD,2022)

INTRODUCCIÓN



AMENAZA POR MOVIMIENTO EN MASA	POBLACIÓN EXPUESTA	% POBLACIÓN EXPUESTA
Muy Alta	494.831	1,02%
Alta	39.850.096	82,58%
Media y Baja	7.913.567	16,40%
TOTAL	48.258.494	100%

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo

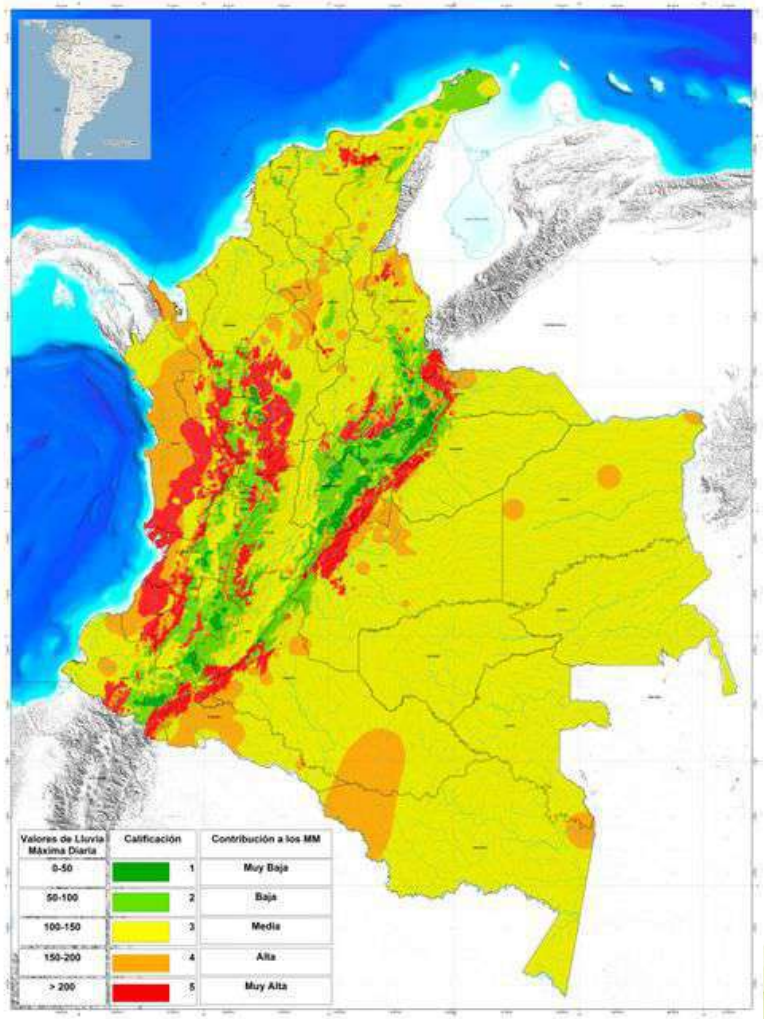
El Universal

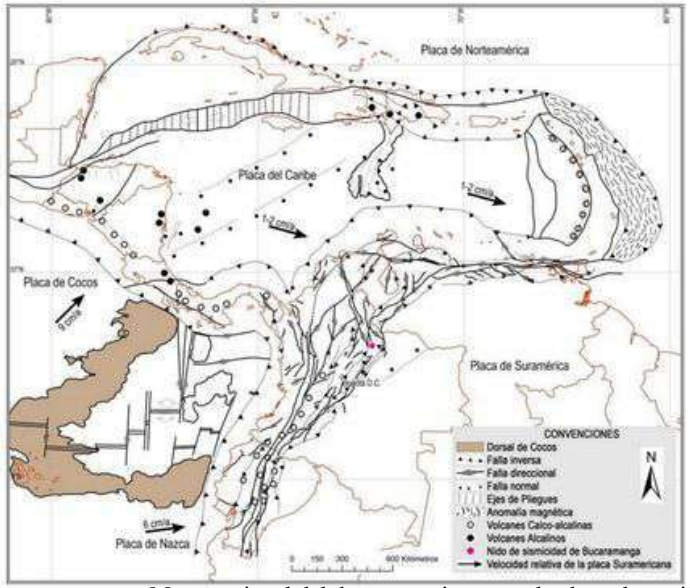
En Colombia entre los años 1921 a 2021 ocurrieron más de 12552 eventos asociados a movimientos en masa registrados en la base de datos unificada del “Consolidado Anual de Atención de Emergencias” de la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres (UNGRD) y “Desinventar” de la Corporación OSSO - Universidad EAFIT.

INTRODUCCIÓN

Detonantes en Colombia

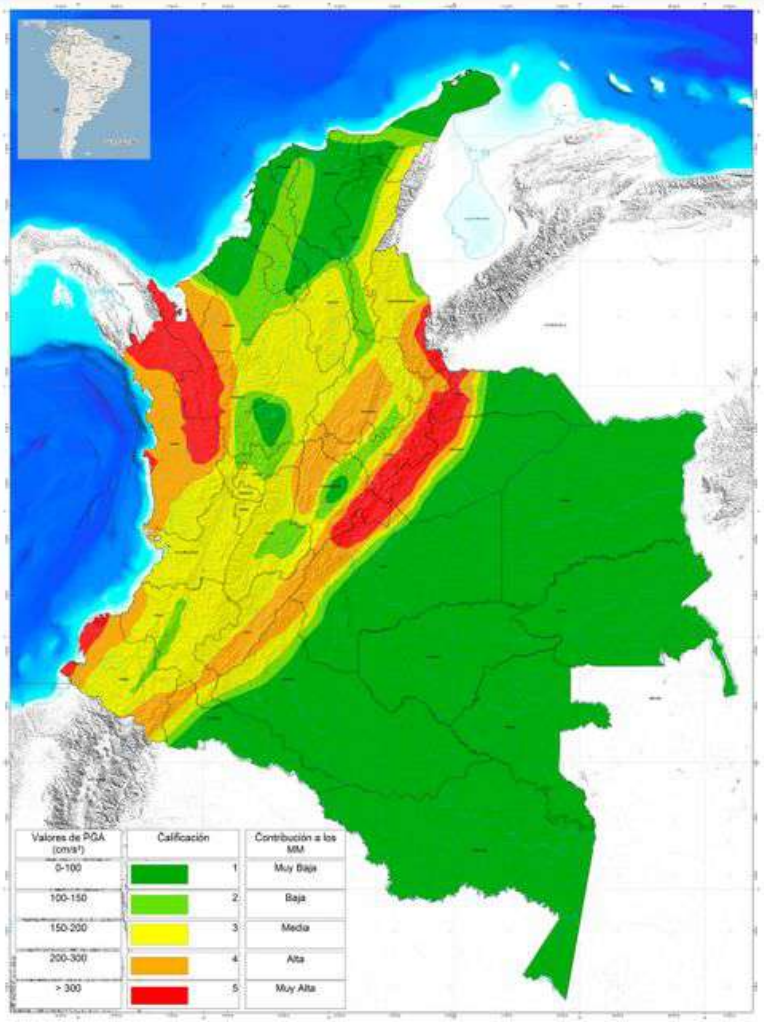
CLIMA





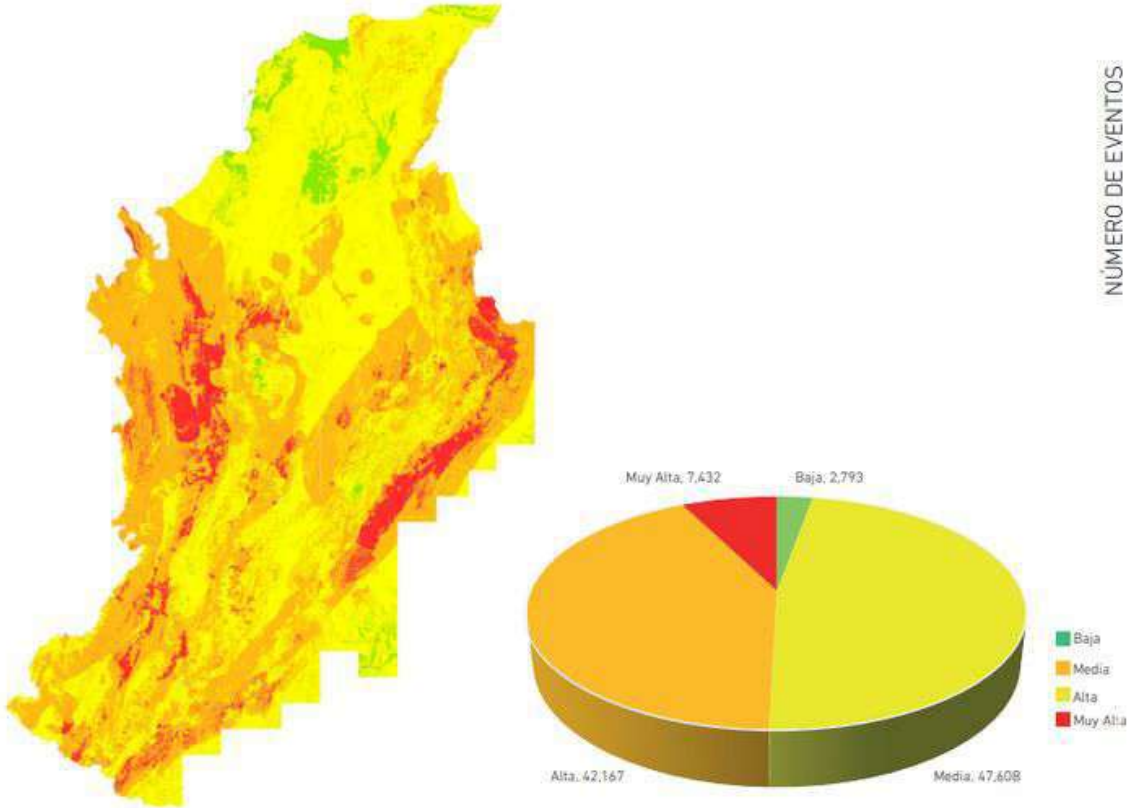
Mapa nacional del detonante sismo empleado en la zonificación de la amenaza relativa por movimientos en masa a escala 1:100.000.o

SISMOS

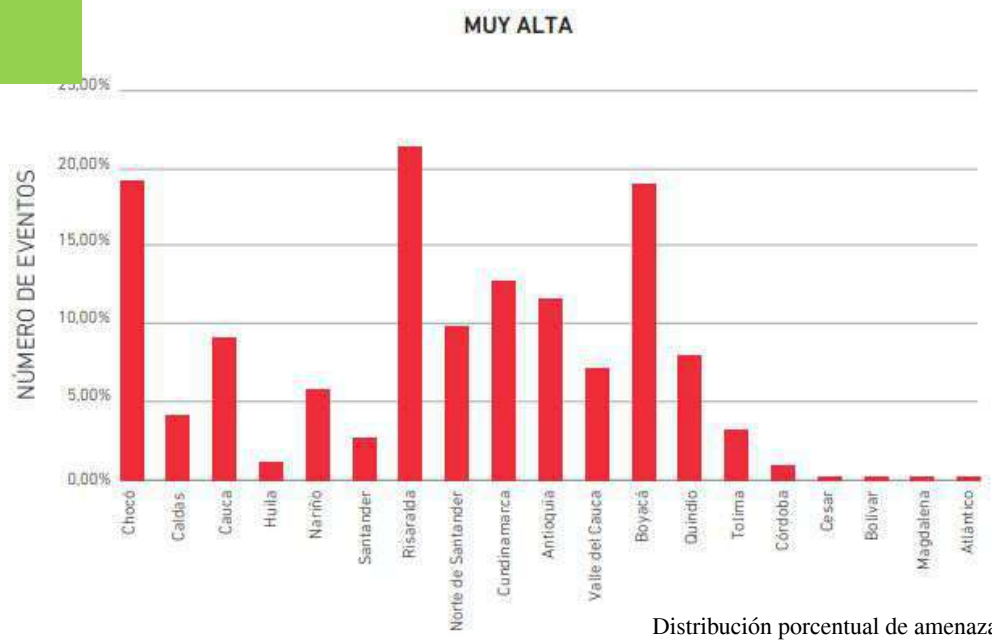


Mapa nacional del detonante climático empleado en la zonificación de la amenaza relativa por movimientos en masa a escala 1:100.000.

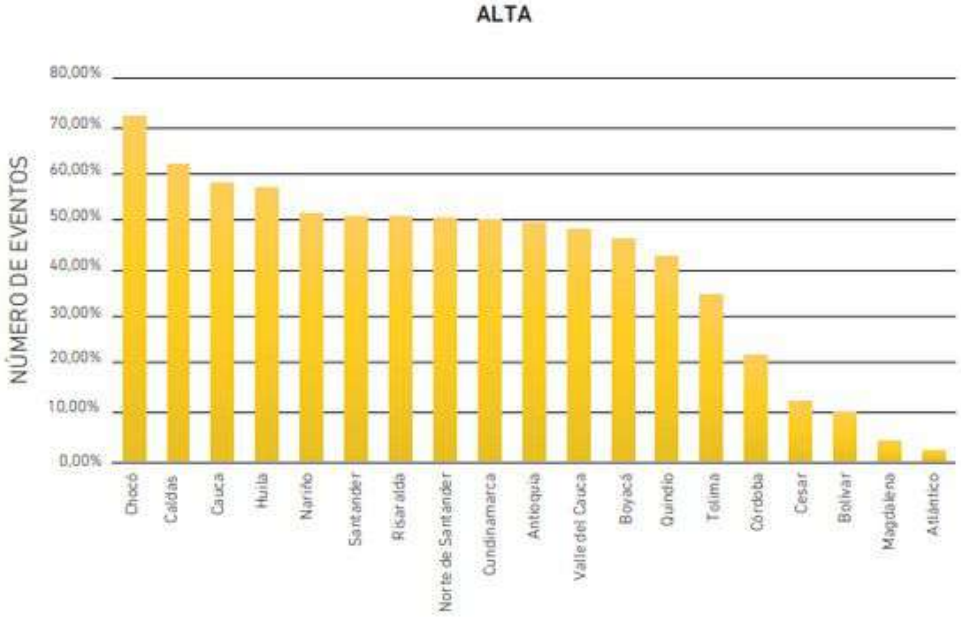
INTRODUCCIÓN



Distribución porcentual de la amenaza relativa en las áreas analizadas a escala 1:100.000.



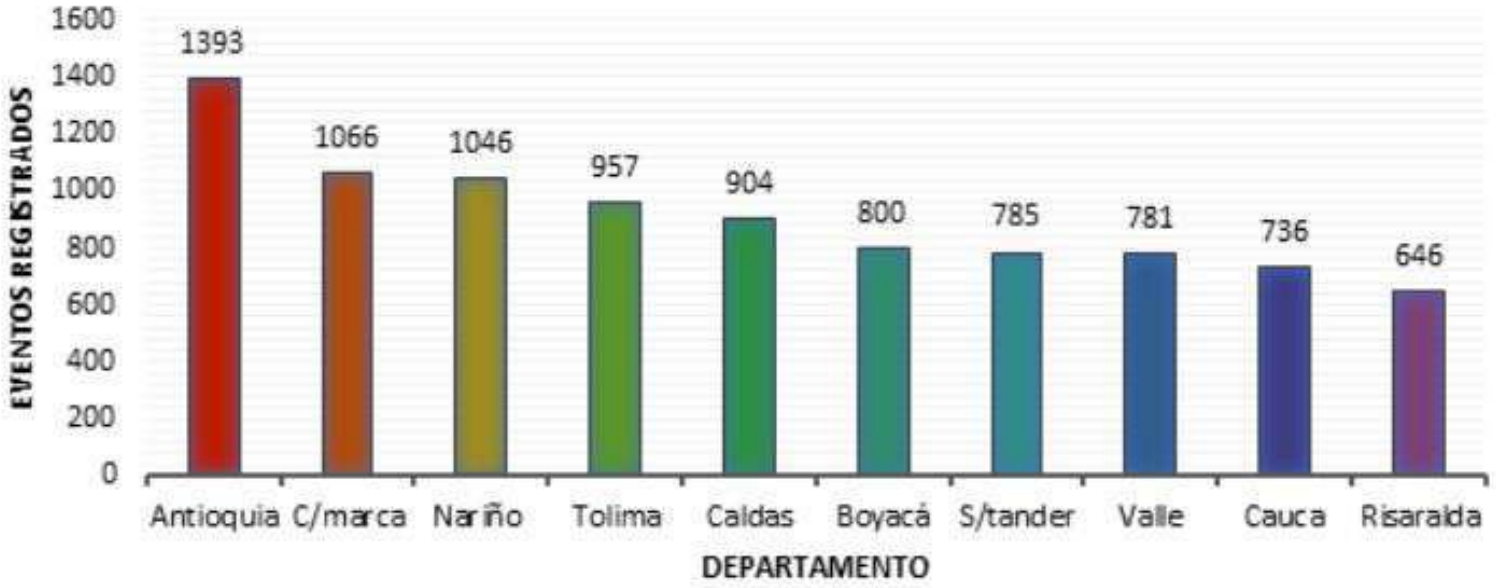
Distribución porcentual de amenaza alta y muy alta por departamento.



INTRODUCCIÓN

Afectaciones	Registros
Personas afectadas	2.851.027
Viviendas destruidas	20.852
Puentes vehiculares afectados	306
Centros de salud afectados	48
Centros educativos afectados	613

Afectaciones por movimientos en masa, fuente: base de datos unificada, atención de emergencias UNGRD – Desinventar (2020).



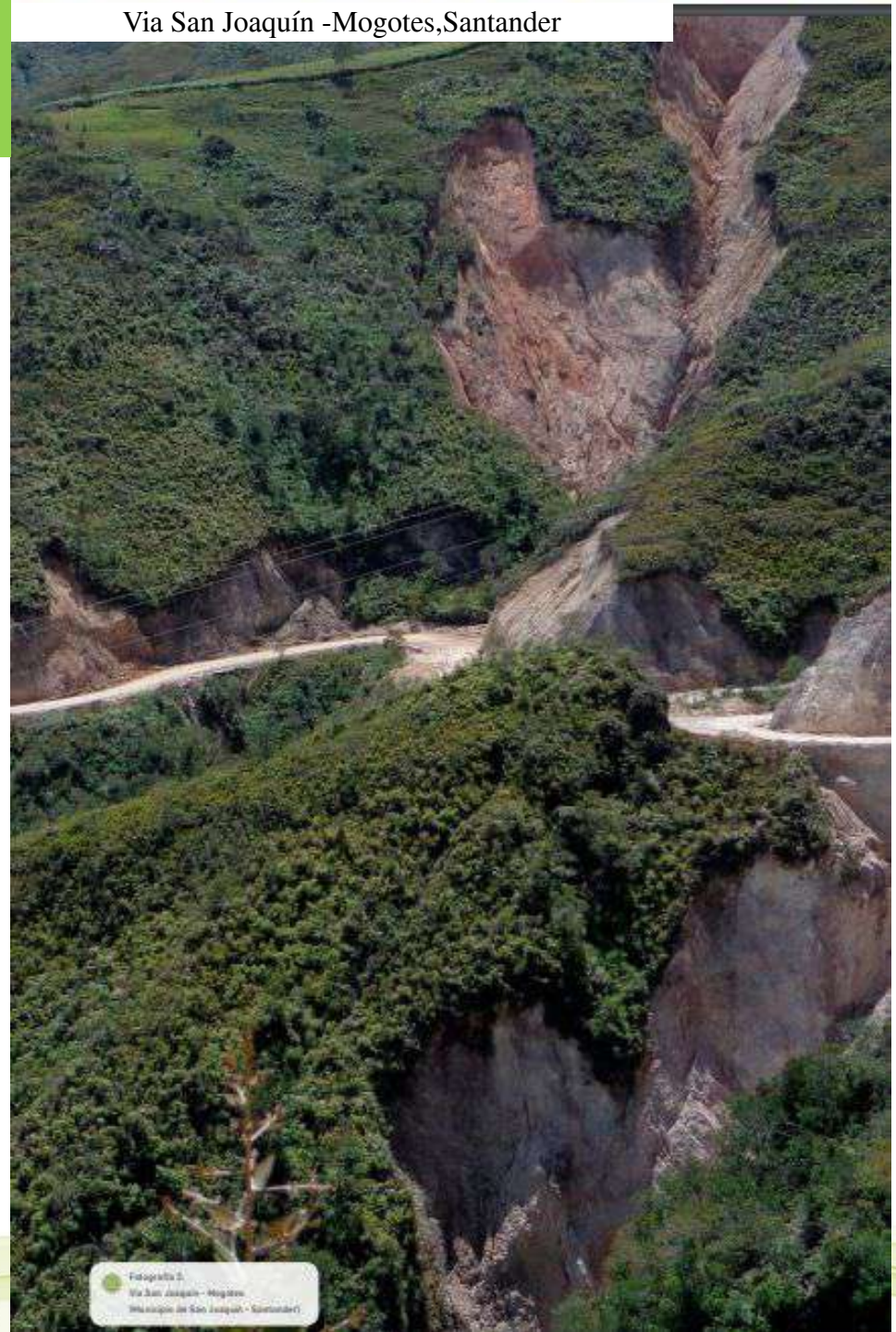
Eventos registrados: base de datos unificada, atención de emergencias UNGRD – Desinventar (2020).

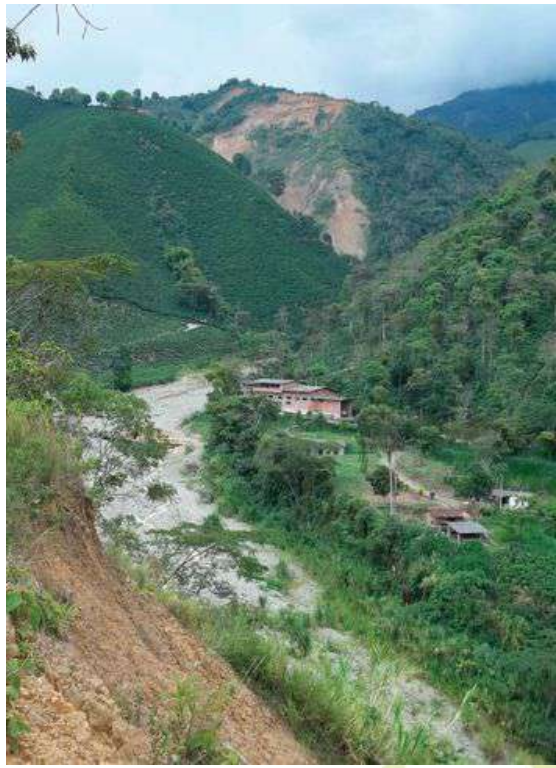
Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

INTRODUCCIÓN

Vía Cepitá – San Gil (Municipio de Aratoca - Santander)

Via San Joaquín -Mogotes,Santander





Zona rural del municipio de Mistrato

(Departamento de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Universidad Industrial de Santander

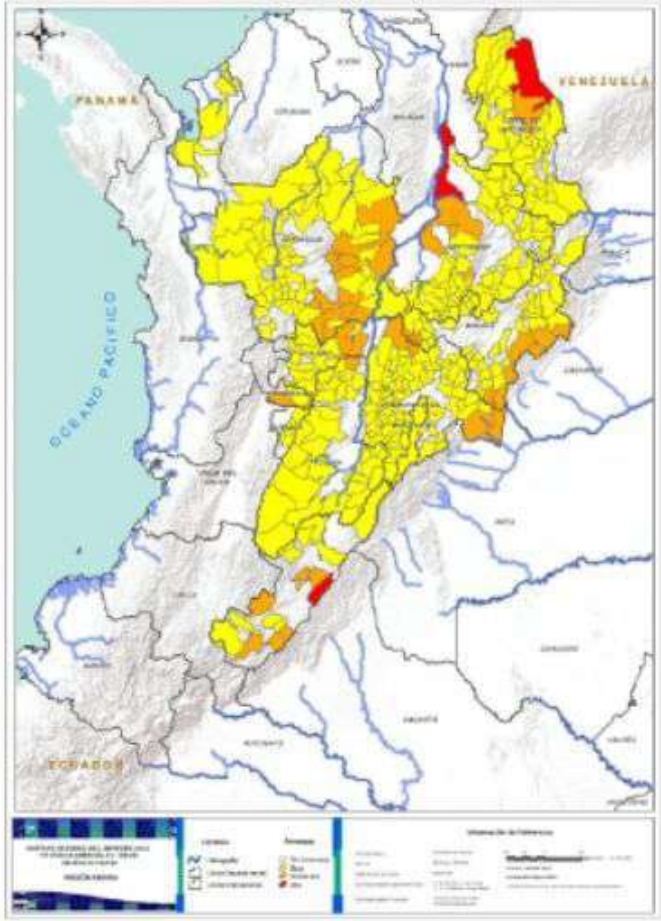
REGIÓN ANDINA

Pronóstico de amenaza por movimientos en masa, fuente: IDEAM (2021).

Pronóstico de la Amenaza por Deslizamientos de Tierra

IDEAM

REGIÓN ANDINA



Alerta	SITIOS PARA LOS CUALES SE GENERA LA ALERTA
	NORTE DE SANTANDER: Tibú. **HUILA:** Algeciras. **SANTANDER:** Puerto Wilches.
	ANTIOQUIA: Alejandría, Carmen De Viboral, Cisneros, La Unión, Nariño, Puerto Berrío, Remedios, San Francisco, San Luis, San Rafael, San Roque, Santo Domingo, Sonsón, Yolombó. **BOYACÁ:** Aquitania, La Victoria, Labranzagrande, Muzo, Páez, Pajarito, Paya, Quípama, San Luis De Gaceno, Santa María. **CALDAS:** Marquetalia, Samaná, Victoria. **CUNDINAMARCA:** Medina, Paime, Paratebueno, Yacopí. **HUILA:** Campoalegre, Guadalupe, La Plata, Pitalito, Suaza, Yaguará. **NORTE DE SANTANDER:** Sardinata. **RISARALDA:** Pereira. **SANTANDER:** Barrancabermeja, Contratación, Puerto Parra, San Vicente De Chucurí. **TOLIMA:** Mariquita.
	ANTIOQUIA: Abejorral, Abriaquí, Amagá, Amalfi, Andes, Angelópolis, Anorí, Arboletes, Argelia, Armenia, Belmira, Betulia, Briceño, Buriticá, Cáceres, Caicedo, Caldas, Campamento, Cañasgordas, Caracolí, Caramanta, Carepa, Ciudad Bolívar, Concordia, Dabeiba, Ebéjico, Fredonia, Frontino, Giraldo, Heliconia, Ituango, Maceo, Medellín, Montebello, Olaya, Puerto Nare, Puerto Triunfo, Retiro, Rionegro, Sabanalarga, Salgar, San Carlos, San Jerónimo, San Pedro De Los Milagros, Santa Bárbara, Santa Fe De Antioquia, Segovia, Sopetrán, Tarazá, Titiribí, Toledo, Turbo, Uramita, Urrao, Valdivia, Vegachí, Venecia, Vigía Del Fuerte, Yalí, Yarumal, Zaragoza. **BOYACÁ:** Almeida, Betéitiva, Boavita, Buenavista, Campohermoso, Chinavita, Chita, Chitaraque, Chivor, Coper, Corrales, Covarachía, El Espino, Gámeza, Garagoa, Guicán, La Uvita, Macanal, Maripí, Miraflores, Mongua, Moniquirá, Otanche, Pachavita, Panqueba, Pauna, Paz De Río, Pesca, Pisba, Puerto Boyacá, Rondón, Saboyá, San Eduardo, San José De Pare, San Mateo, San Pablo De Borbur, Santana, Soatá, Socha, Socotá, Sogamoso, Sotaquirá, Susacón, Tasco, Tibaná, Togüí, Tópaga, Turmequé, Úmbita, Ventaquemada. **CALDAS:** Aguadas, Chinchiná, Filadelfia, La Merced, Manizales, Manzanares, Marmato, Marulanda, Neira, Norcasia, Pácora, Pensilvania, Salamina, Supía, Villamaría.

Universidad Industrial de Santander

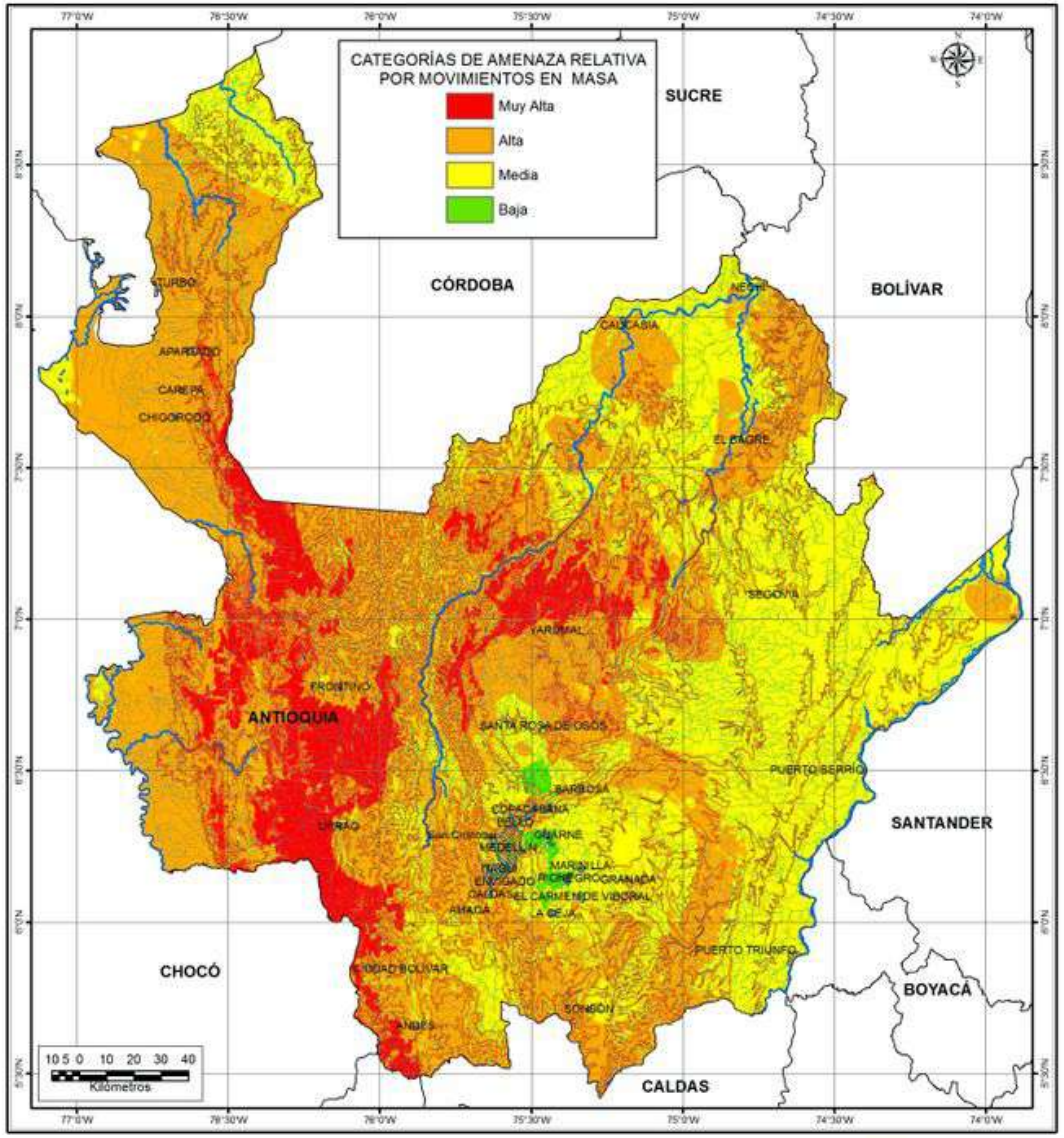
REGIÓN ANDINA

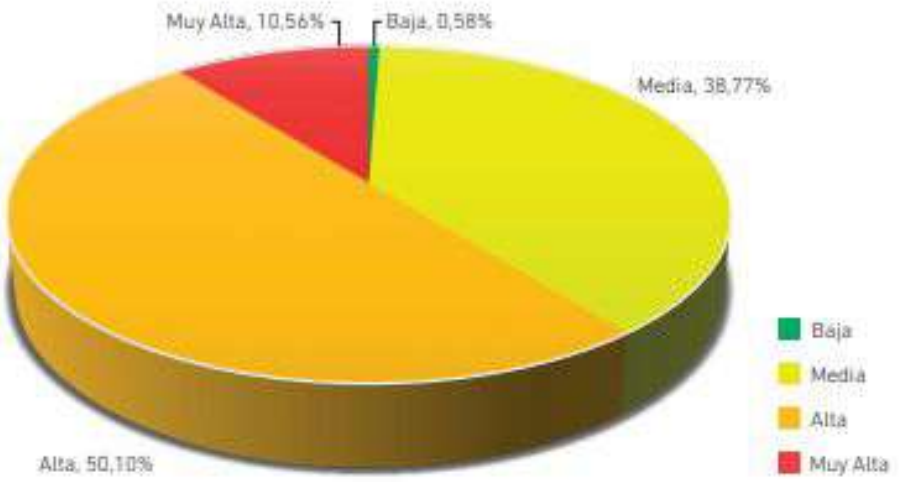
Flujos de detritos y flujos de tierra junio de 1994, Páez, Huila, Colombia.

Deslizamiento en el sector de Las Margaritas, municipio de Copacabana, Antioquia

Deslizamiento traslacional y caída de detritos, municipio de Jericó, Boyacá

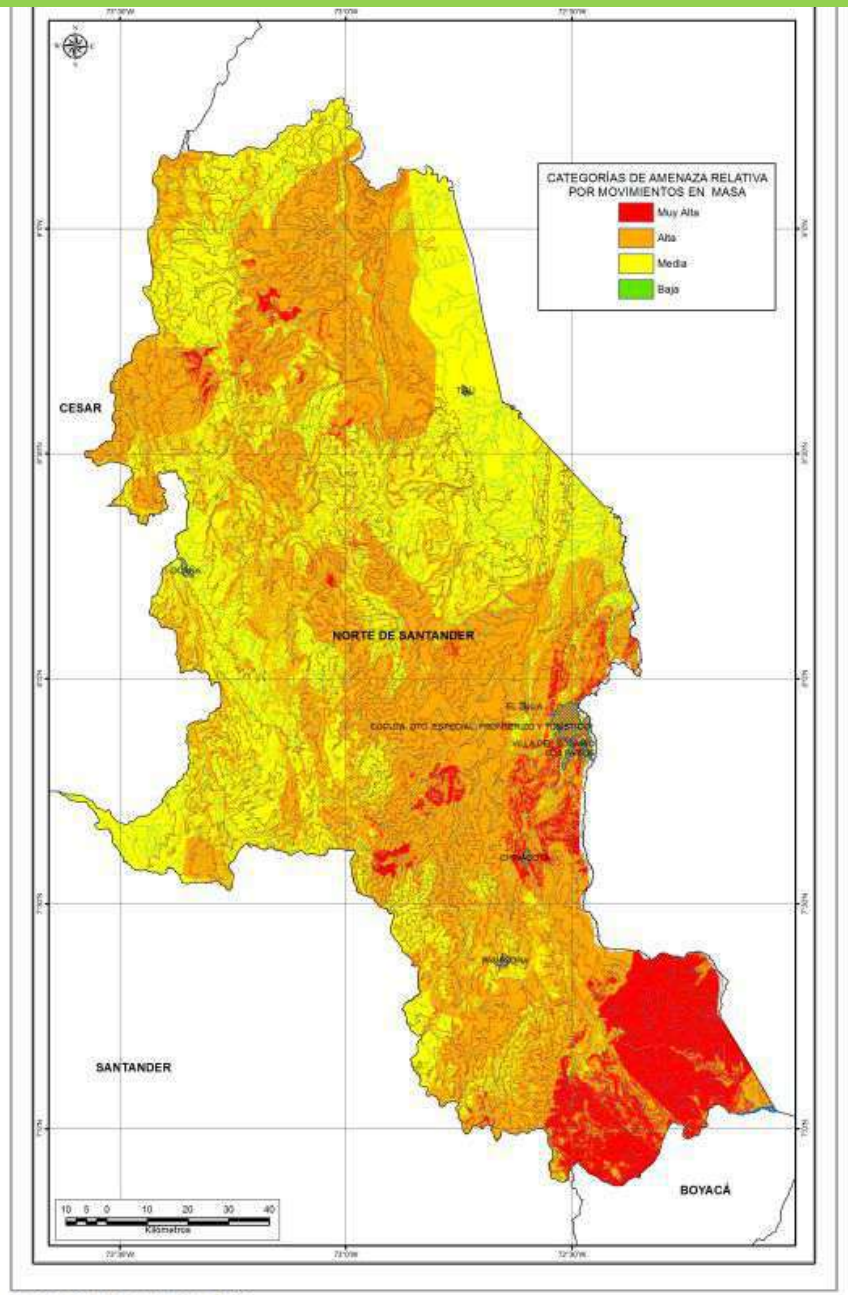
DEPARTAMENTOS CON MAYOR AMENAZA

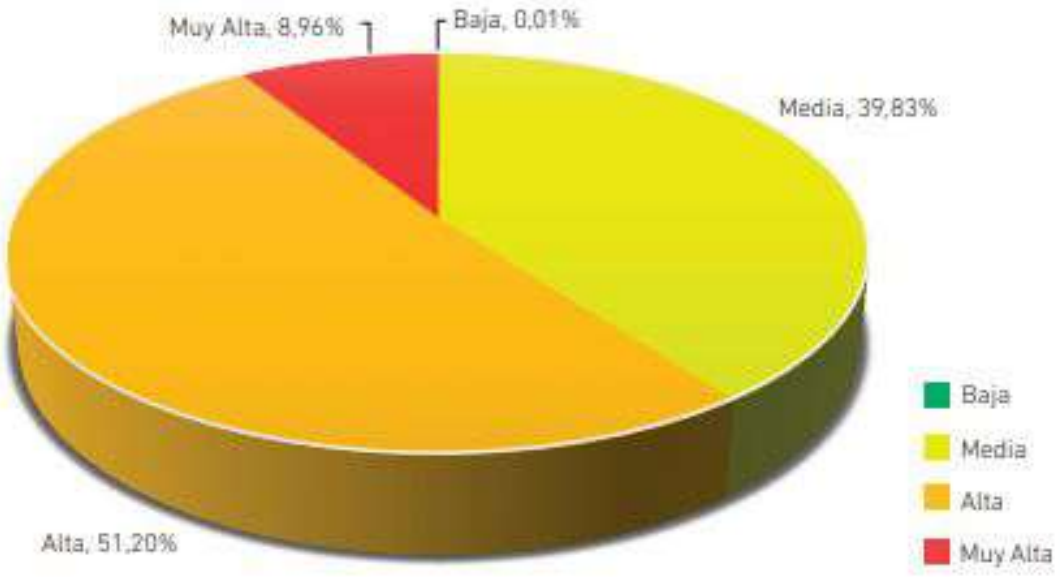




ANTIOQUÍA

DEPARTAMENTOS CON MAYOR AMENAZA





NORTE DE SANTANDER

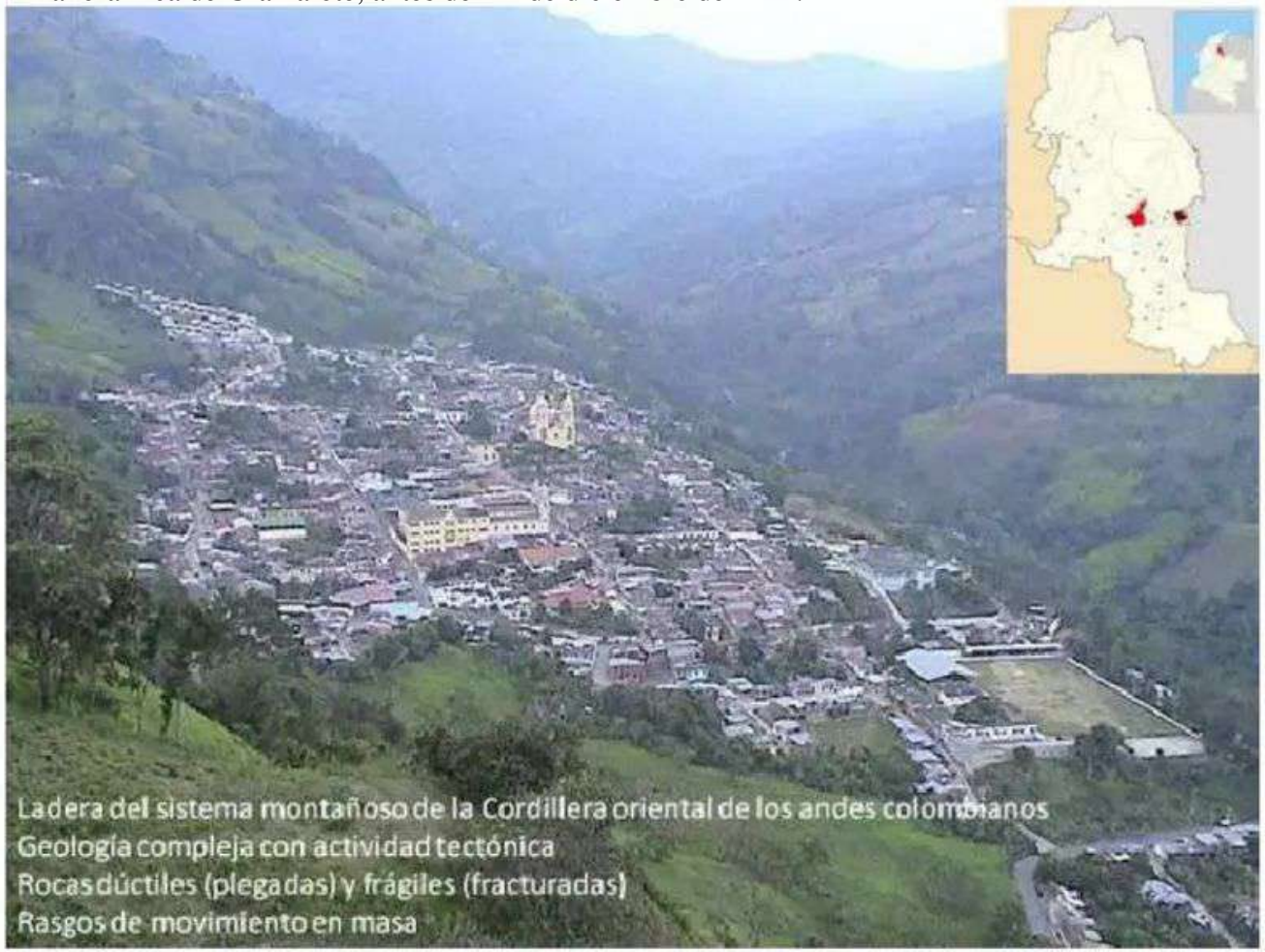
CASO GRAMALOTE

12 de Diciembre de 2010

Universidad Industrial de Santander

Flujo de detritos. Vista desde el Cerro de La Cruz. Al fondo, lapoblación de Gramalote.

FPanorámica de Gramalote, antes del 16 de diciembre de 2010.



CASO GRAMALOTE

Ruinas del casco urbano del municipio de Gramalote destruido por un movimiento en masa

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendiz la investigación y la innovación

CASO GRAMALOTE

Visión integral del Movimiento en masa, Gramalotes

Movimientos en masa, Cerros occidentales de Gramalote, Norte de Santander.

MOVIMIENTOS EN MASA, REGIO DEL PACÍFICO

TABLA DE MM

MOVIMIENTOS EN MASA EN LA REGION DEL PACIFICO		
DEPARTAMENTOS	REGISTRADOS	CLASIFICADOS
CAUCA	1280	317
CHOCO	607	60
NARIÑO	460	371
VALLE DEL CAUCA	1119	290

Universidad Industrial de Santander

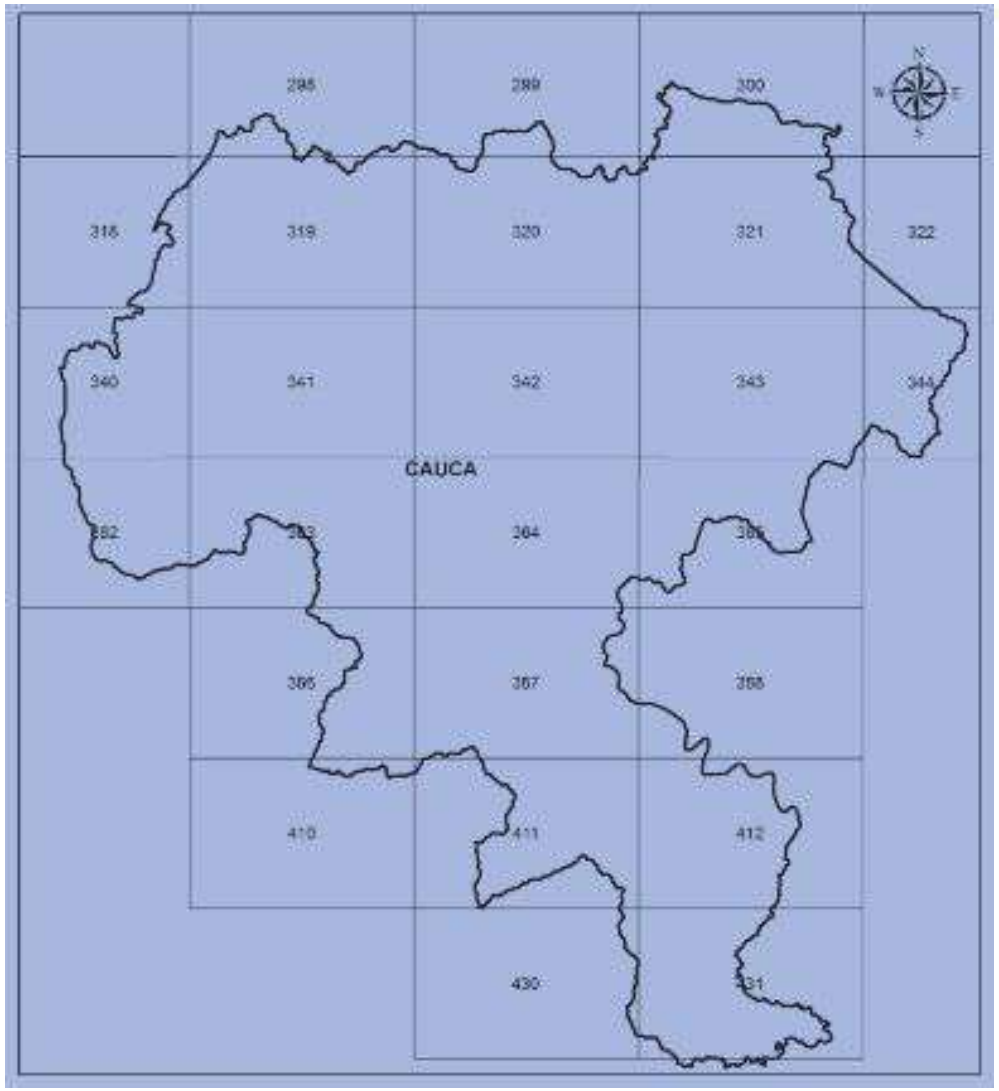
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

DEPARTAMENTO DEL CAUCA

UBICACION: En el suroccidente del país (en el macizo Colombiano

MUNICIPIOS: 42

HABITANTES: 1.404.205

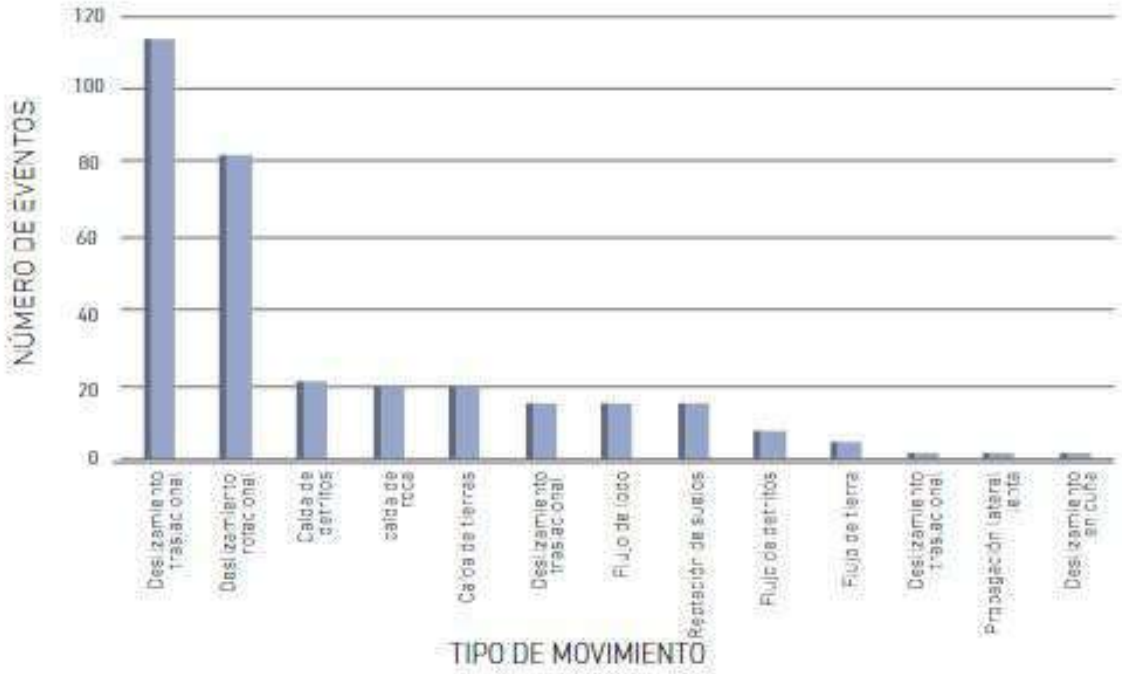


Servicio geológico colombiano (2017)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MOVIMIENTOS EN MASA HISTORICOS EN LA REGION					
FECHA	UBICACIÓN	TIPO	SUBTIPO	DAÑOS	DETONANTES
jueves, 3 de mayo de 1900	vereda los cafes	deslizamiento	rotacional	ambientales	lluvias
domingo, 28 de febrero de 1915	vereda figueroa	deslizamiento	traslacional	ambientales	lluvias
jueves, 21 de julio de 1994	via popayan-inza	flujos	detritos y tierras	270 muertes, miles de dagnificados,4000 viviendas y 100km de via	sismo 6,4 y lluvias
martes, 10 de mayo de 2016	via popayan-inza	deslizamiento	traslacional	6 vehiculos , daño de vias	lluvias



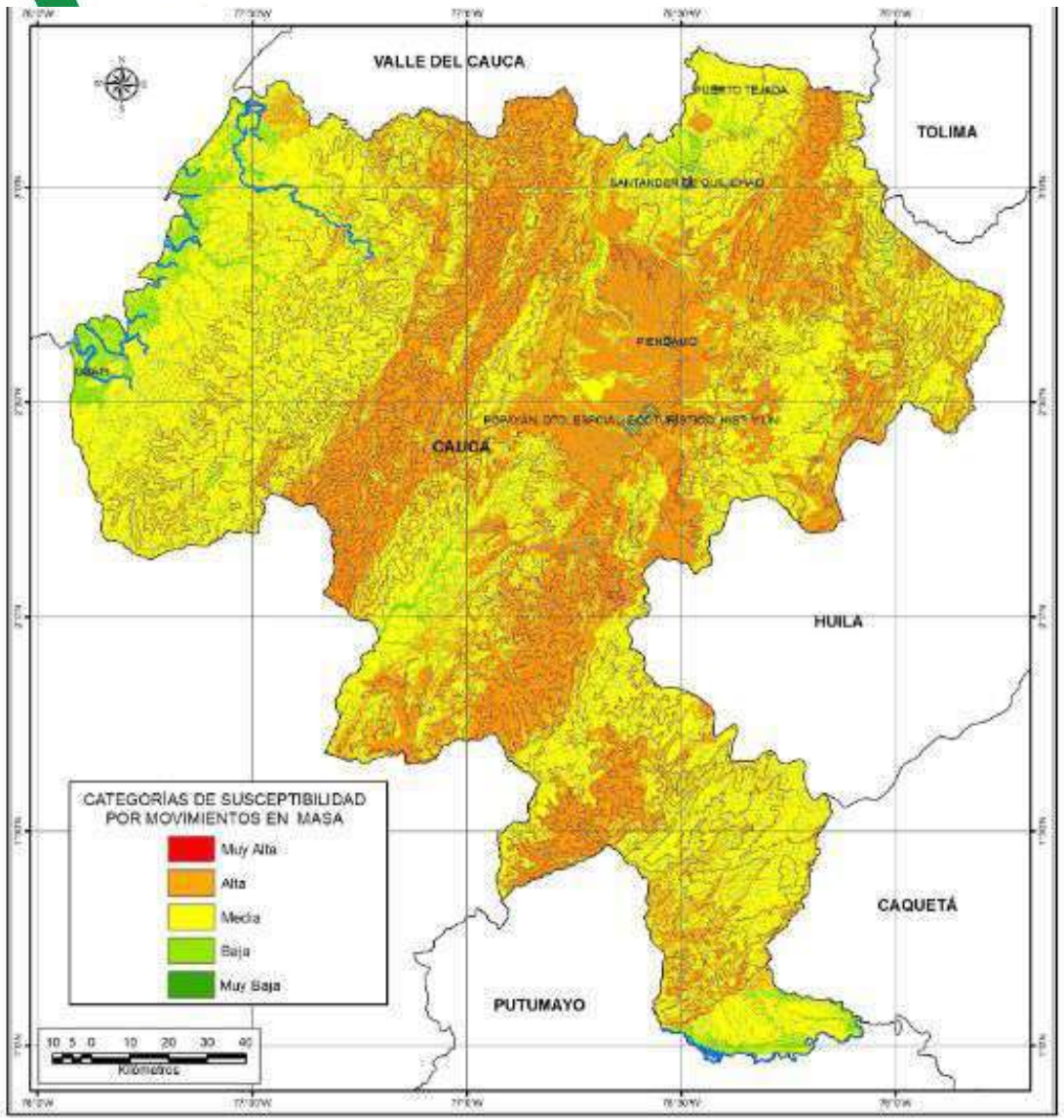
Servicio geológico colombiano (2017)

Servicio geológico colombiano (2017)

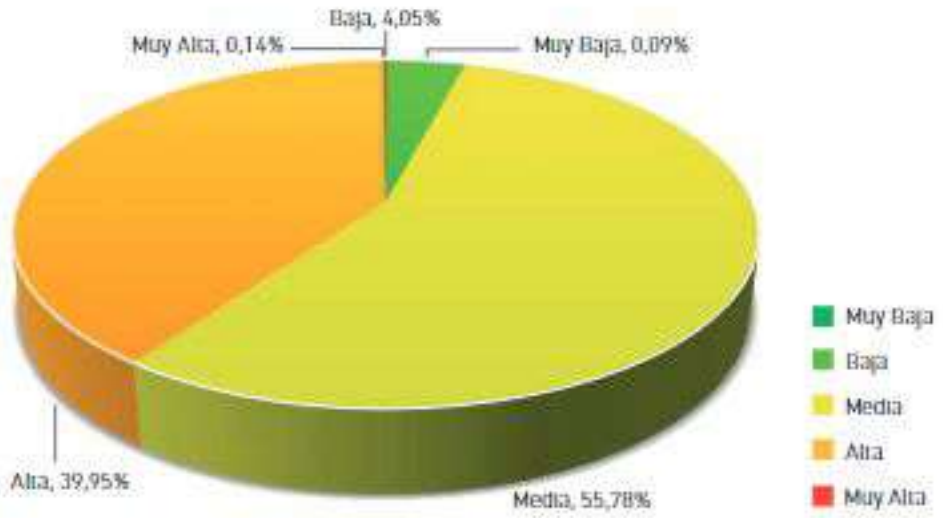
Servicio geológico colombiano (2017)

VEREDA EL CANELO (POPAYAN)

Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa del departamento de Cauca



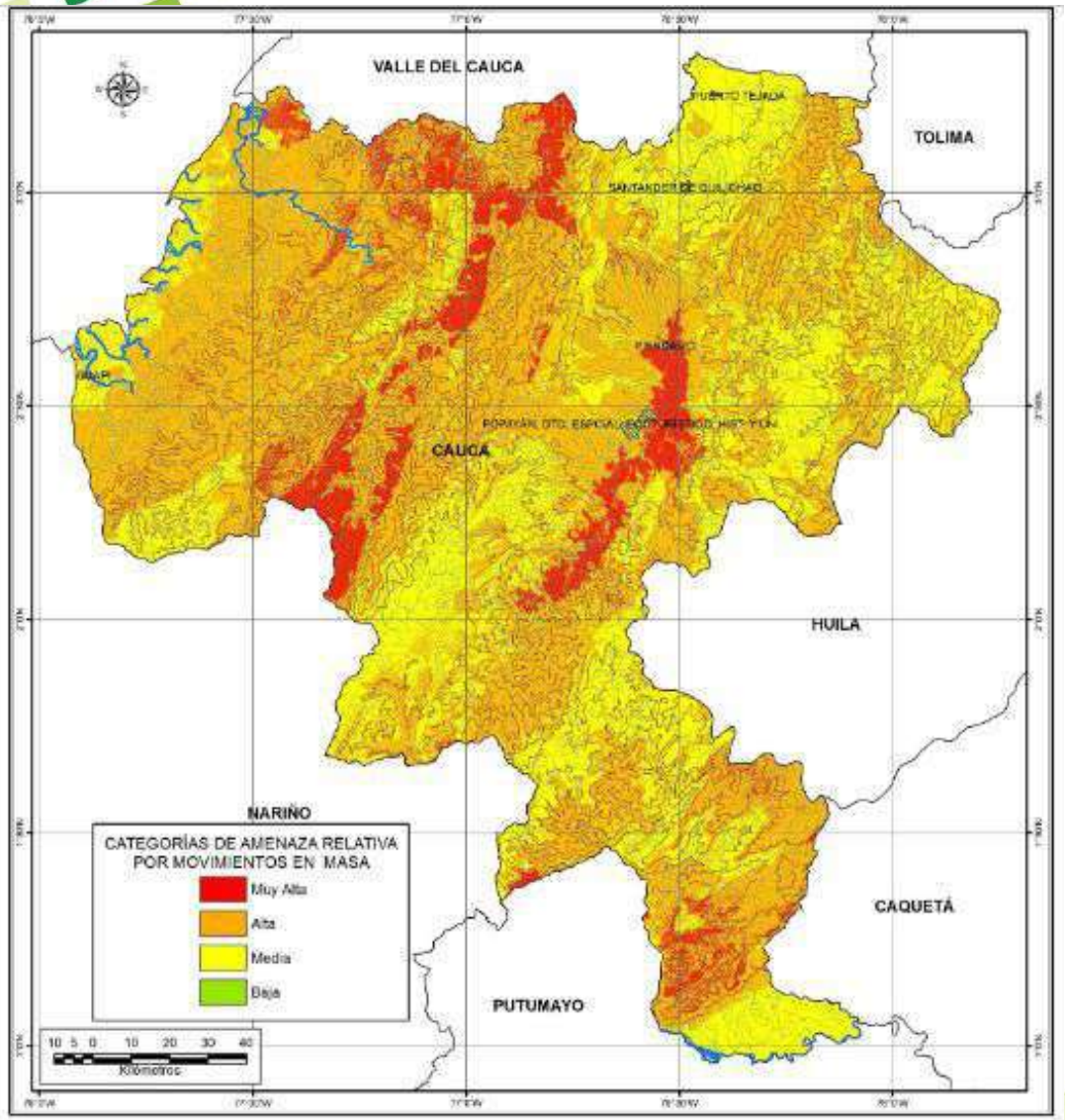
Servicio geológico colombiano (2017)



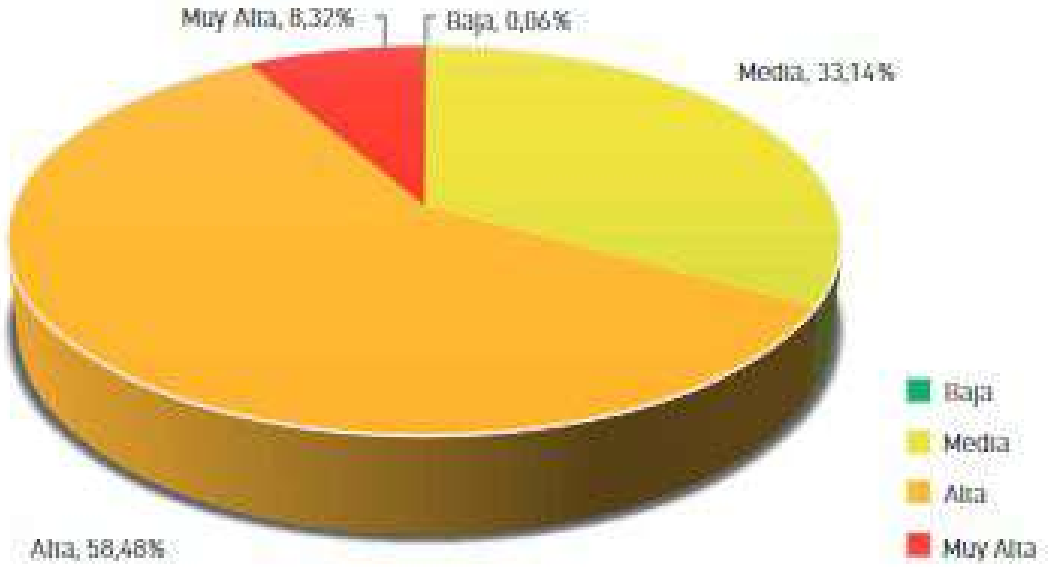
Servicio geológico colombiano (2017)

Universidad Industrial de Santander

Mapa de amenaza relativa del departamento de Cauca

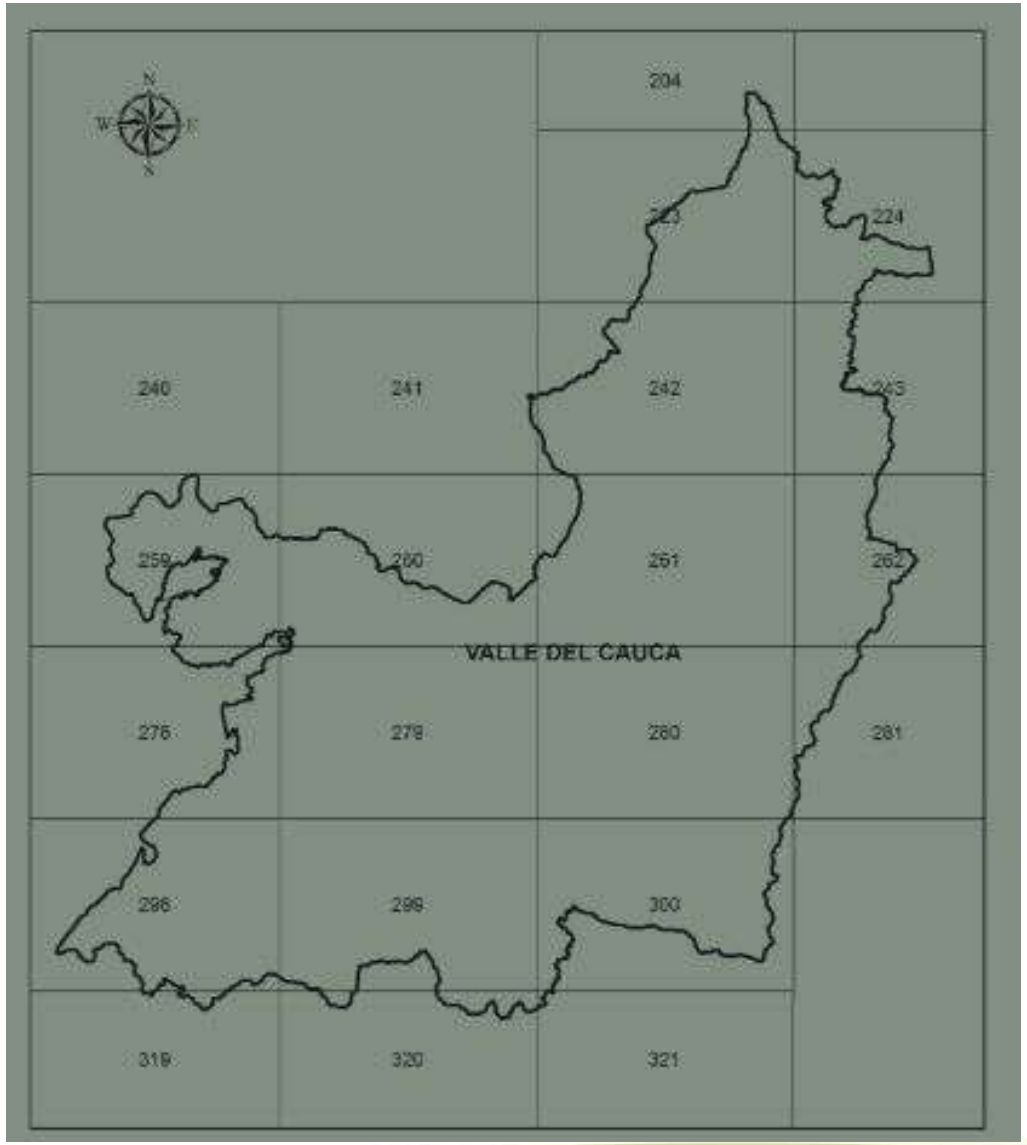


Servicio geológico colombiano (2017)



Servicio geológico colombiano (2017)

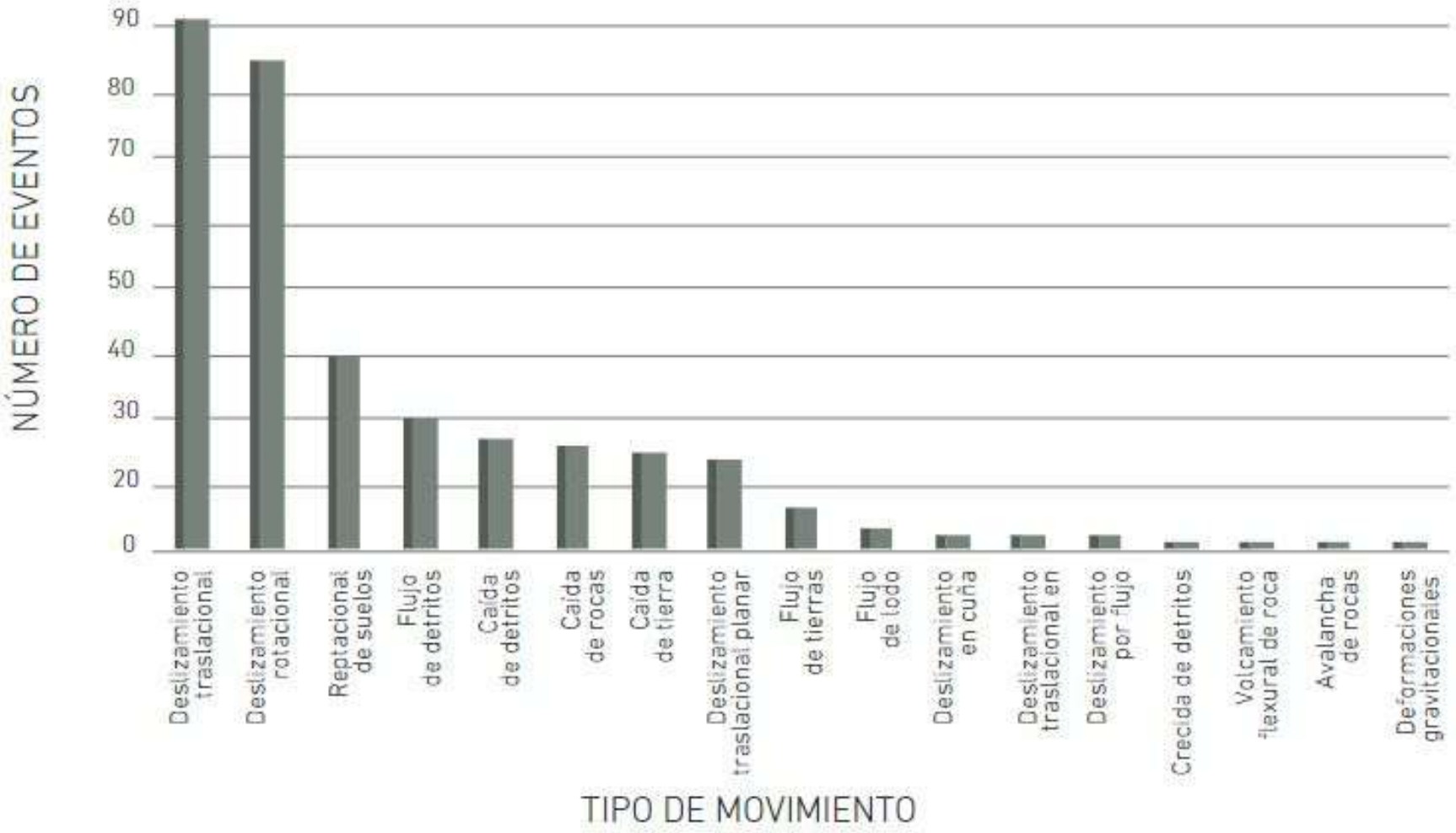
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA



Servicio geológico colombiano (2017)

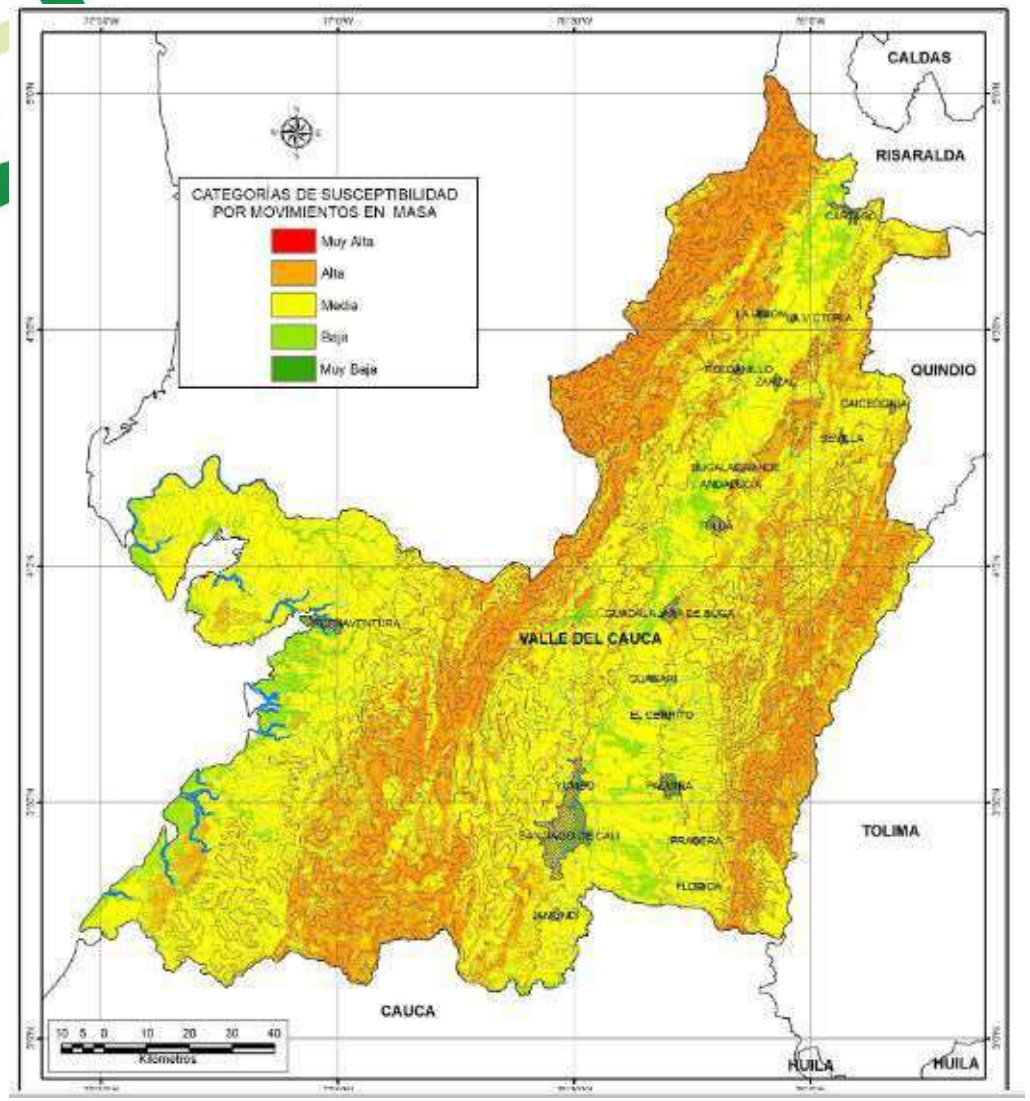
Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

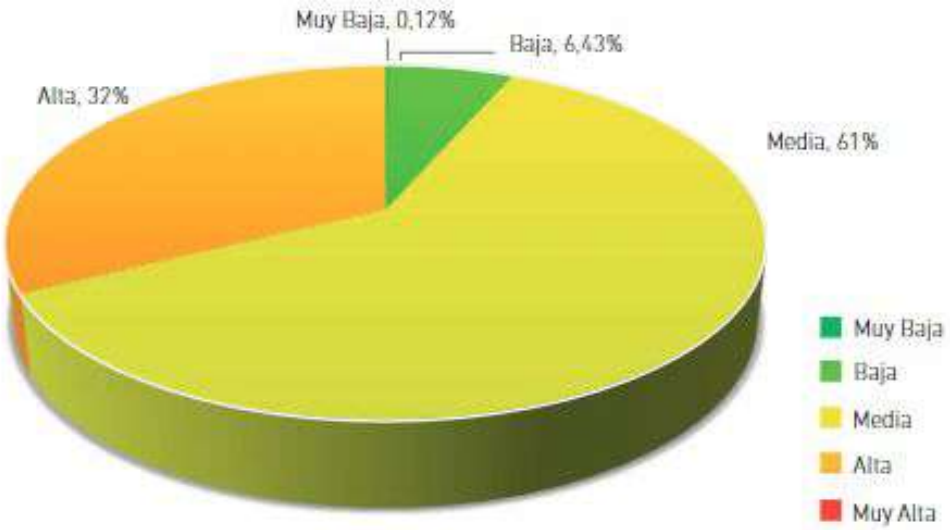


Servicio geológico colombiano (2017)

Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa del departamento del valle del Cauca



Servicio geológico colombiano (2017)



Servicio geológico colombiano (2017)

Servicio geológico colombiano (2017)

MOVIMINETO EN MASA COMPUESTO , DAGUA

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Servicio geológico colombiano (2017)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MOVIMIENTOS EN MASA, REGIO DEL CARIBE

TABLA DE MM

MOVIMIENTOS EN MASA EN LA REGION DEL CARIBE		
DEPARTAMENTOS	REGISTRADOS	CLASIFICADOS
ATLANTICO	122	57
BOLIVAR	272	89
CESAR	148	52
MAGDALENA	53	17
LA GUAJIRA	6	3
CORDOBA	40	16

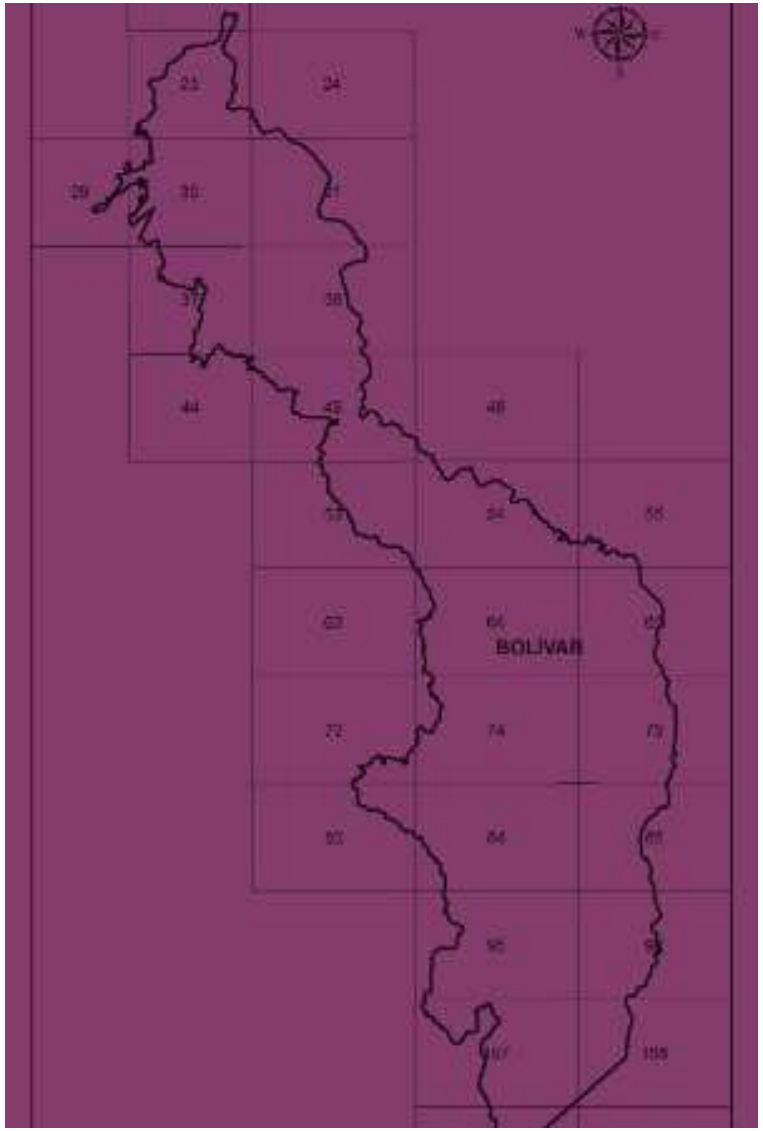
Servicio geológico colombiano (2017)

DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

UBICACION: Se encuentra en el norte del pais, en la region del caribe.

MUNICIPIOS: 48

HABITANTES: 2.146.696

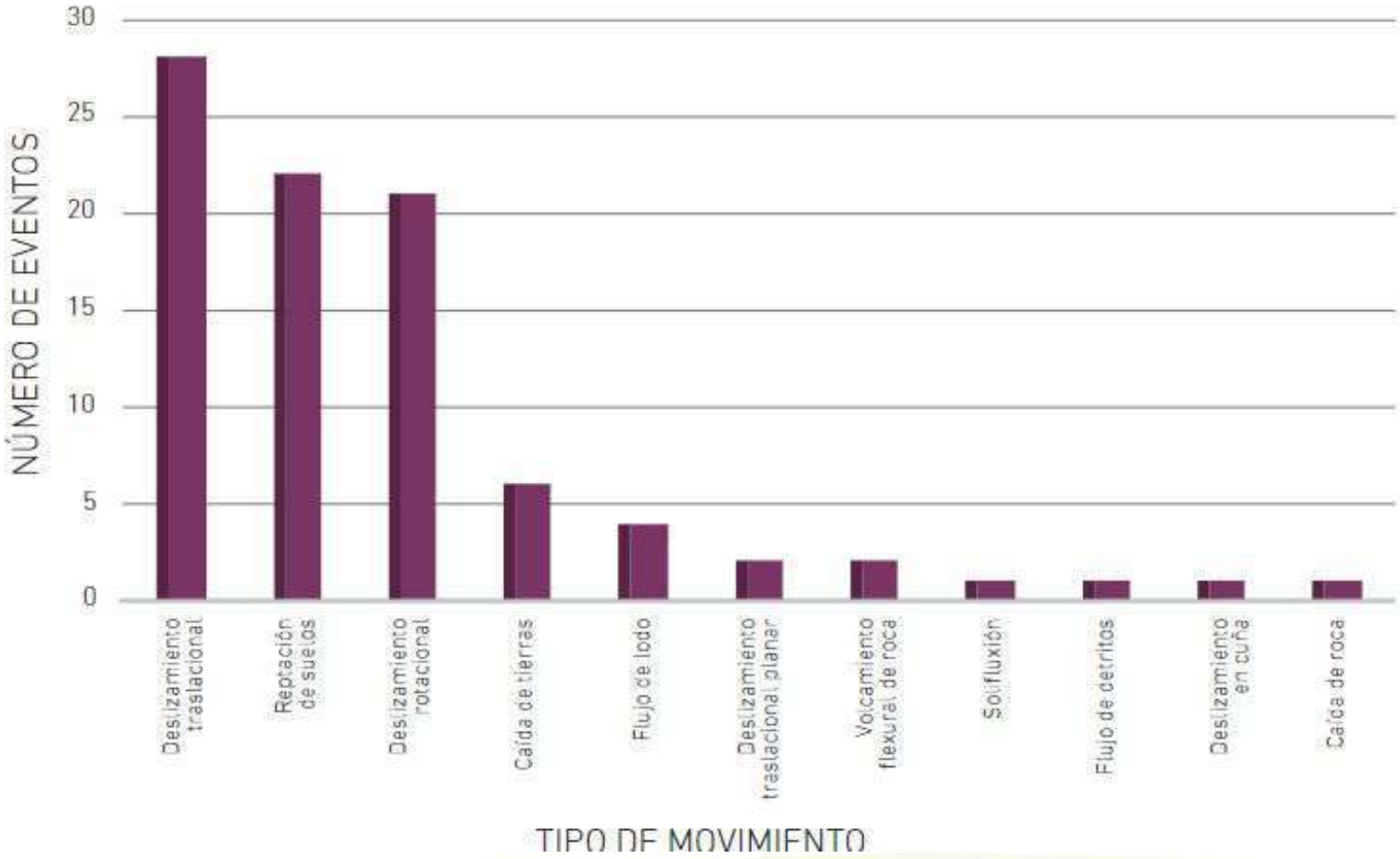


Servicio geológico colombiano (2017)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MOVIMIENTOS EN MASA HISTORICOS EN LA REGION					
FECHA	UBICACIÓN	TIPO	SUBTIPO	DAÑOS	DETONANTES
1938	Cartagena	deslizamiento	traslacional	ambientales	lluvias
2012	via guayabal	flujo	lodos	ambientales	lluvias



Servicio geológico colombiano (2017)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Servicio geológico colombiano (2017)

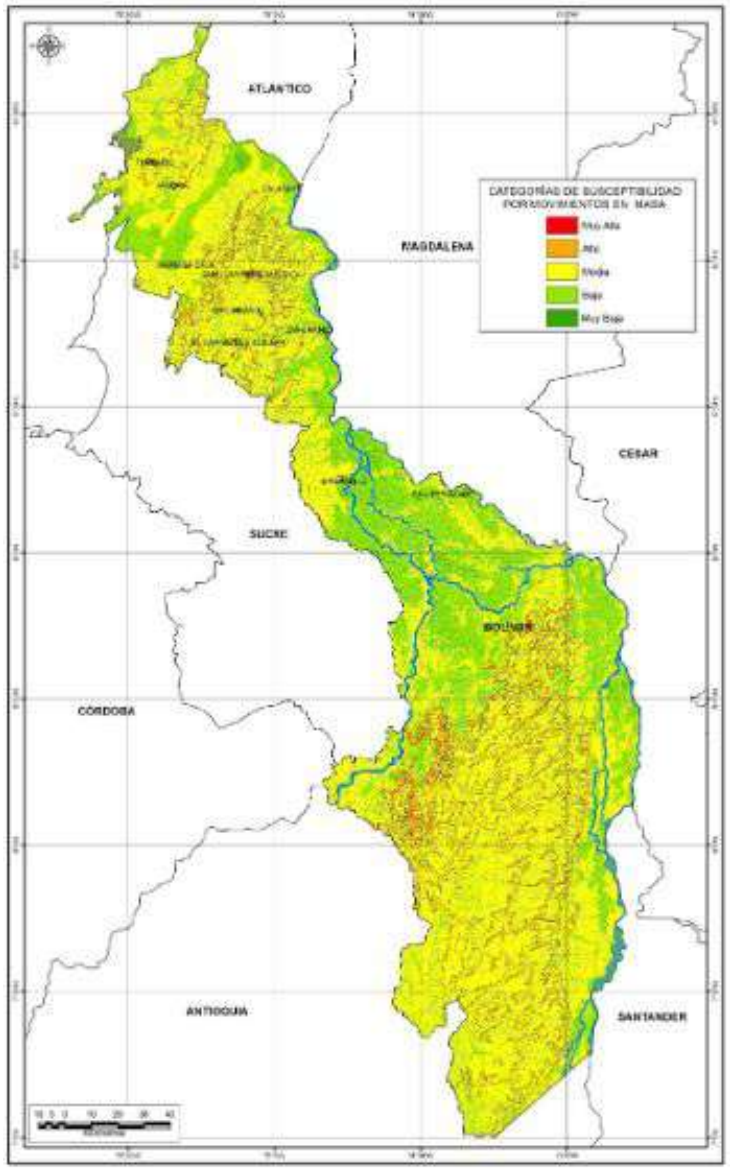
MOVIMINETO EN MASA MULTIPLE , SANTA ROSA

Servicio geológico colombiano (2017)

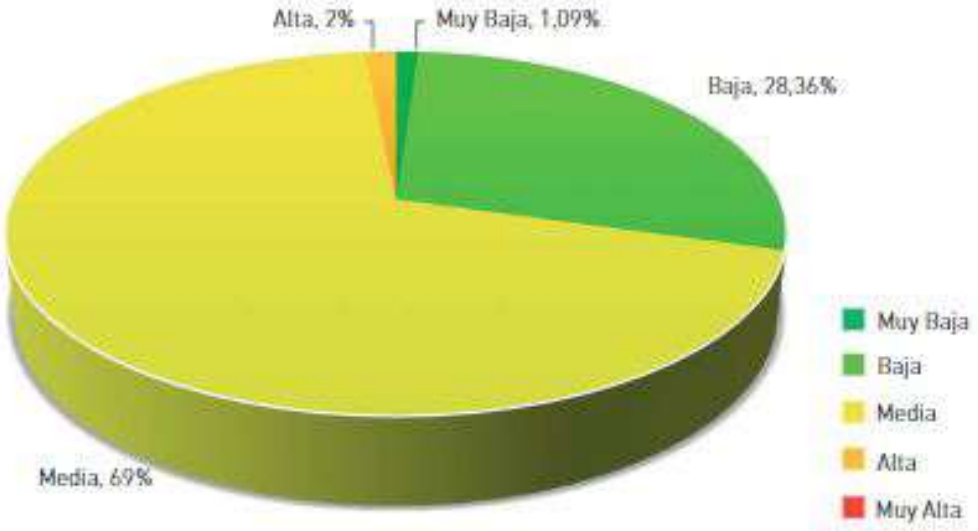
Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa del departamento de Bolivar

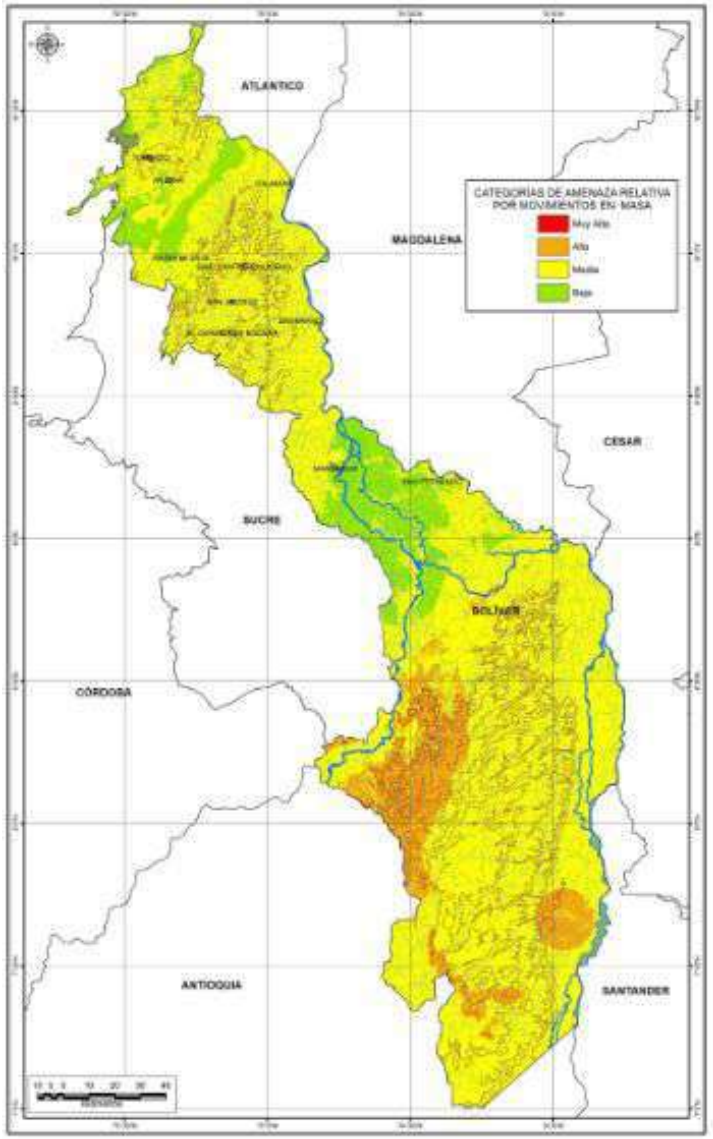


Servicio geológico colombiano (2017)

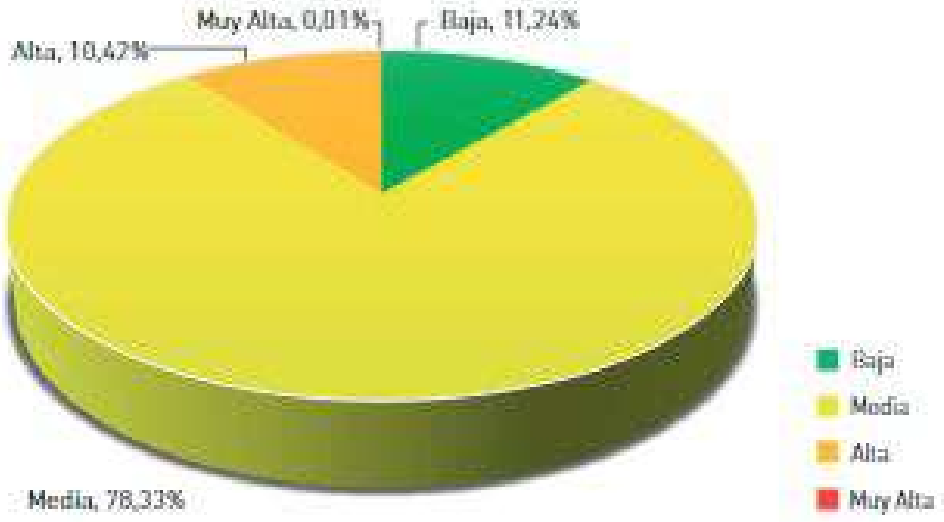


Servicio geológico colombiano (2017)

Mapa de amenaza relativa del departamento de Bolivar

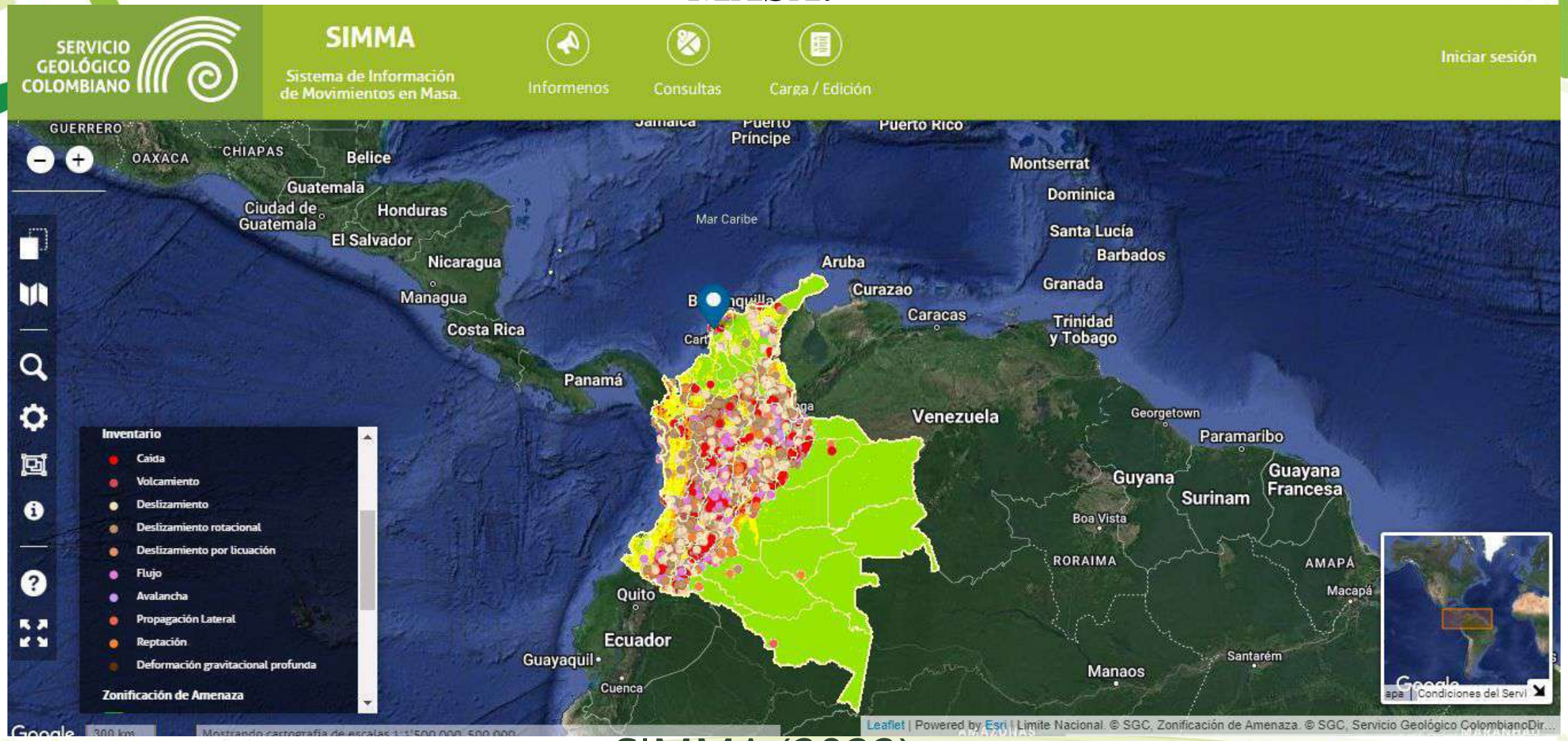


Servicio geológico colombiano (2017)



Servicio geológico colombiano (2017)

MAPA NACIONAL DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA.



SIMMA (2022)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

TABLA DE AMENAZA POR MM

Mapa de amenaza por MM

SGC

DANE 2018

> 80%

UNGRD-11.800 MM últimos

100 años.

7590 muertes

239.740 afectados

AMENAZA POR MOVIMIENTO EN MASA	POBLACIÓN EXPUESTA	% POBLACIÓN EXPUESTA
Muy Alta	494.831	1,02%
Alta	39.850.096	82,58%
Media y Baja	7.913.567	16,40%
TOTAL	48.258.494	100%

UNGRD(2020)

BIBLIOGRAFÍA

- Peña, G. L. R. & Servicio Geológico Colombiano. (2017). Las amenazas por movimientos en masa de Colombia. Servicio Geológico Colombiano.
- Riesgo por movimientos en masa en Colombia. (2020). Riesgo por movimientos en masa en Colombia. https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Riesgo-por-movimientos-en-masa-en-Colombia.aspx#:%7E:text=De%20acuerdo%20con%20datos%20de,familias%20se%20han%20visto%20afectadas
- RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA (Caracterización general, 2022)
- Servicio geológico colombiano. https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/geoamenazas/Paginas/Proyecto-Mapa-Nacional-de-Amenaza-Relativa.aspx
- Servicio geológico colombiano- Sistema de informacion de movimientos en masa. https://simma.sgc.gov.co/#/
- Unidad de gestión y riesgo de desastres. https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Riesgo-por-movimientos-en-masa-en-Colombia.aspx
- SOCIEDAD SANTANDEREANA DE GEOTECNIA. (2012, septiembre). Por qué se cayó Gramalote?

GRACIAS!!

MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Presentado por:

Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576

Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS

CAMPO III

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

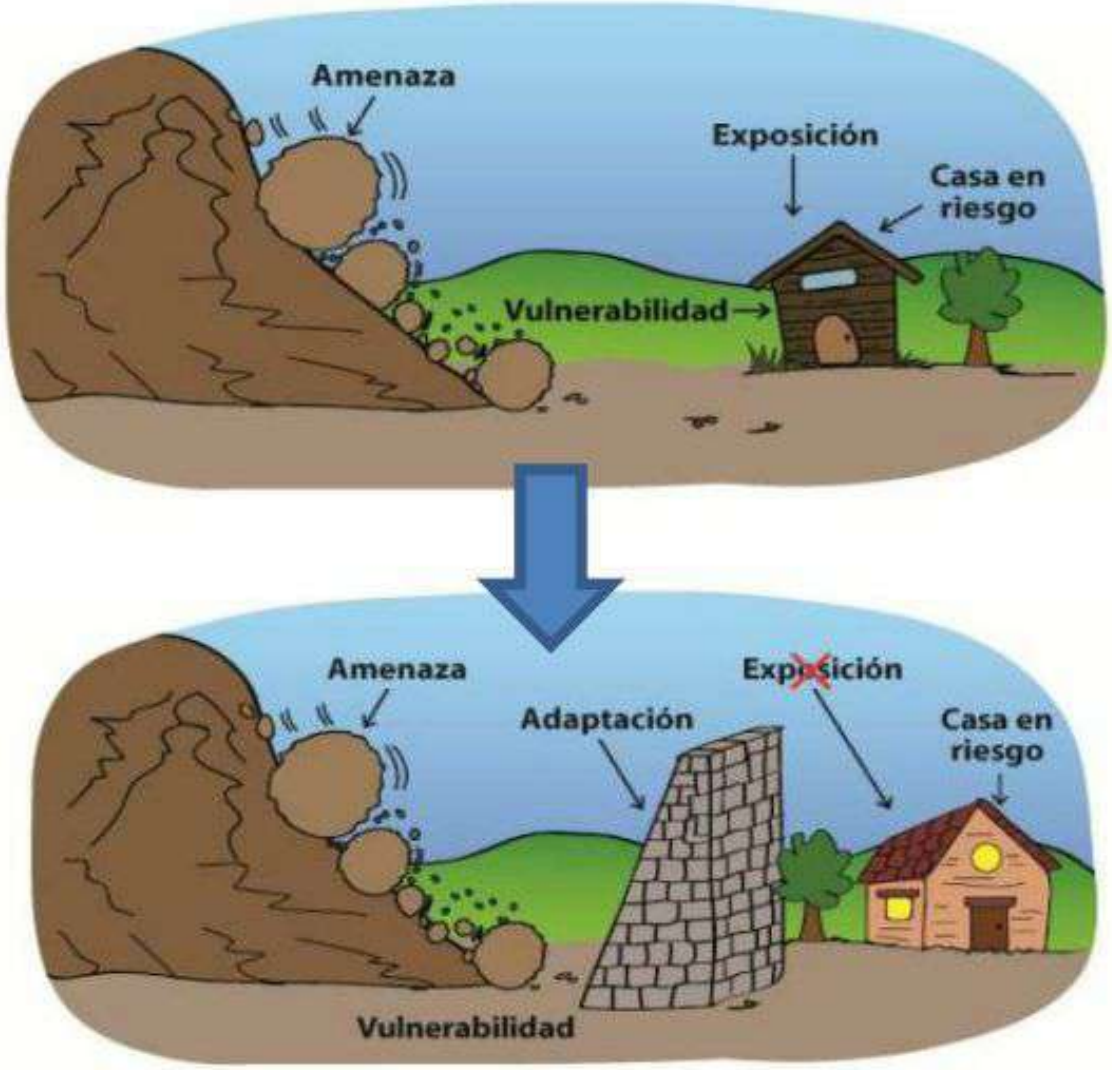


Figura 1. Tomado de: UDALSAREA (2021).

Métodos

1. Heuristico
2. Estadistico
3. Deterministico
4. Estocástico

RECOMMENDATIONS FOR THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF LANDSLIDE RISK

Corominas *et al.*, 2013

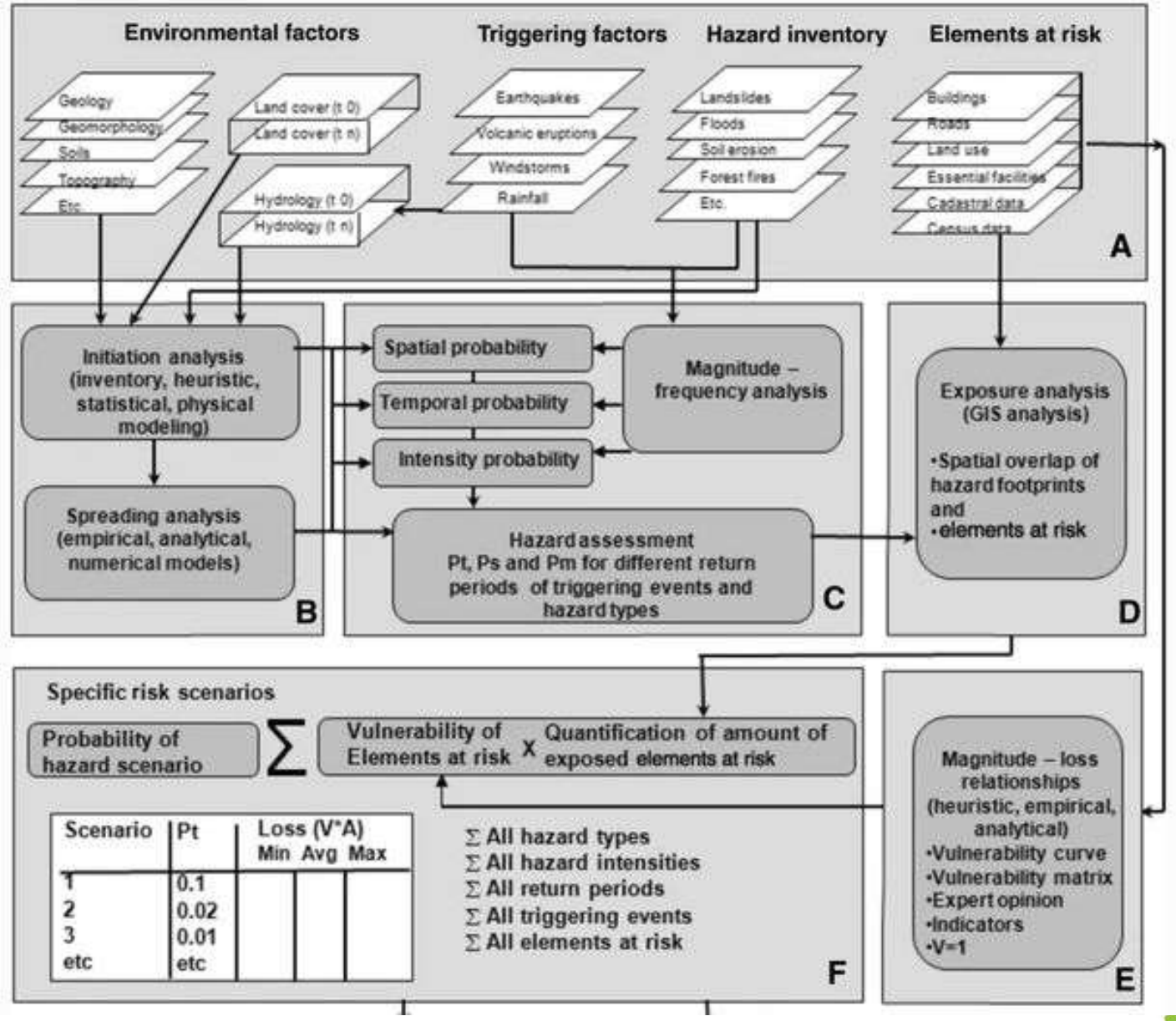


Figura 2. Diagrama de evaluación del riesgo a deslizamiento por amenazas múltiples.
Tomado de: Corominas *et al.*, (2013).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

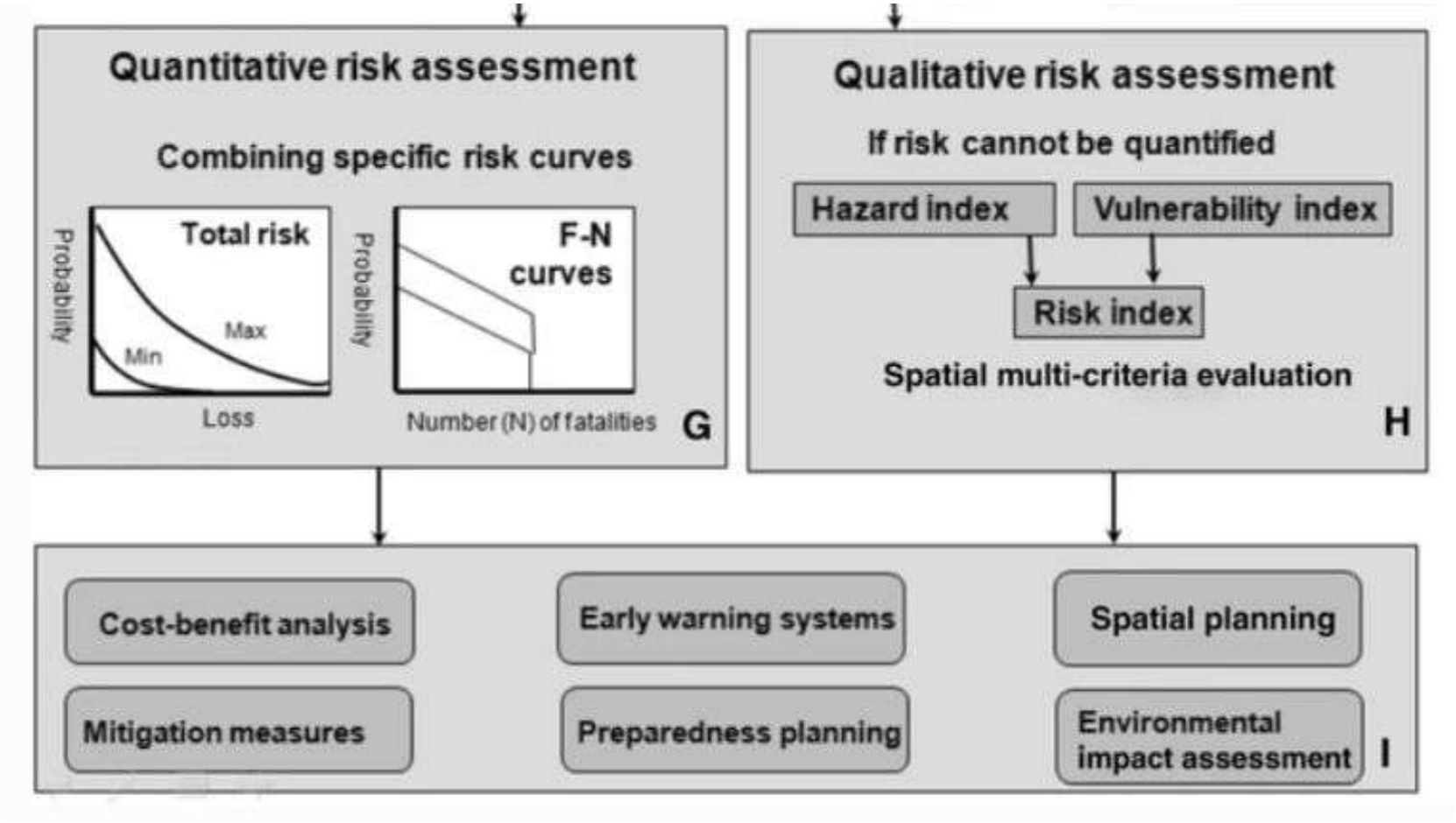
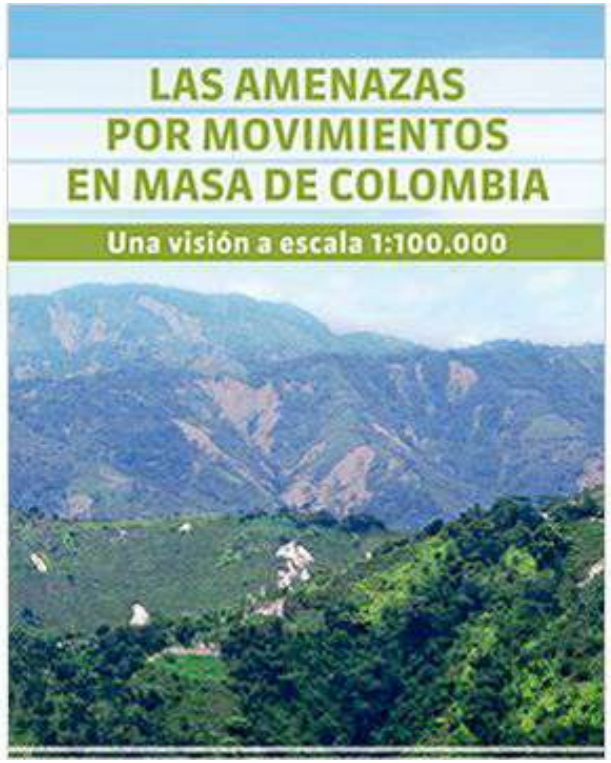


Figura 3. Diagrama de evaluación del riesgo a deslizamiento por amenazas múltiples.
Tomado de: Corominas *et al.,* (2013).

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

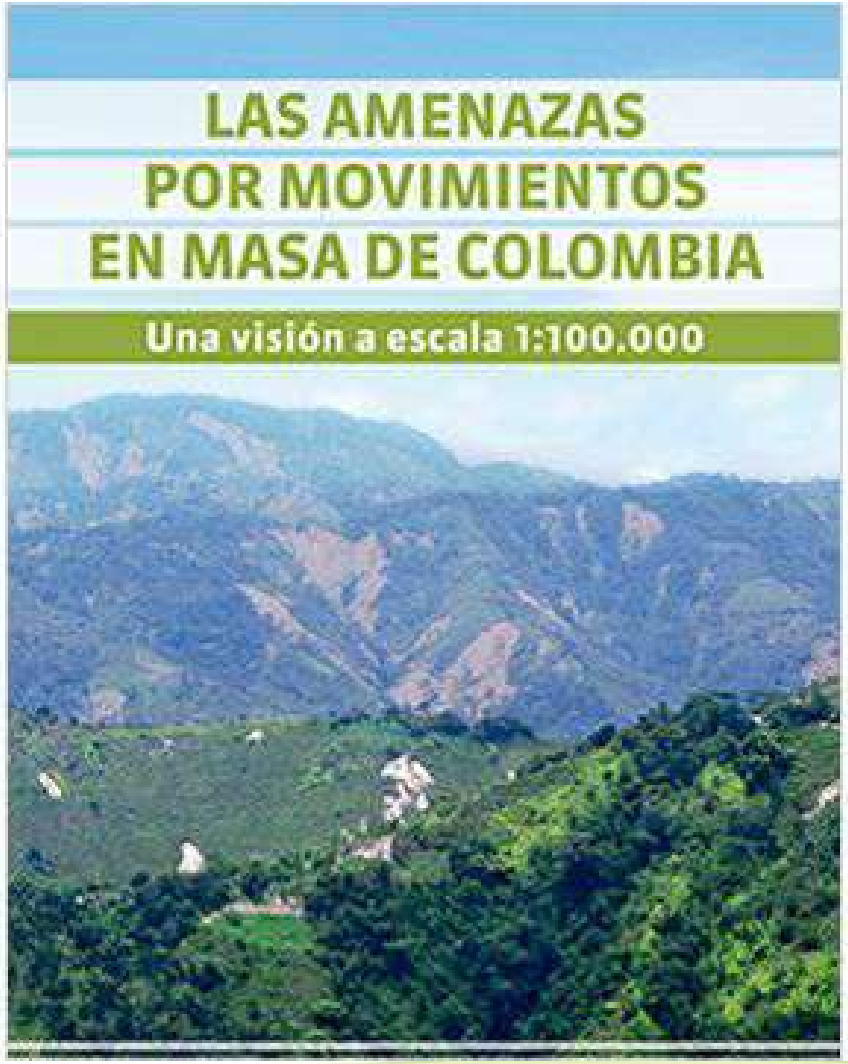


Método Heurístico

Método Estadistico

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000



Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

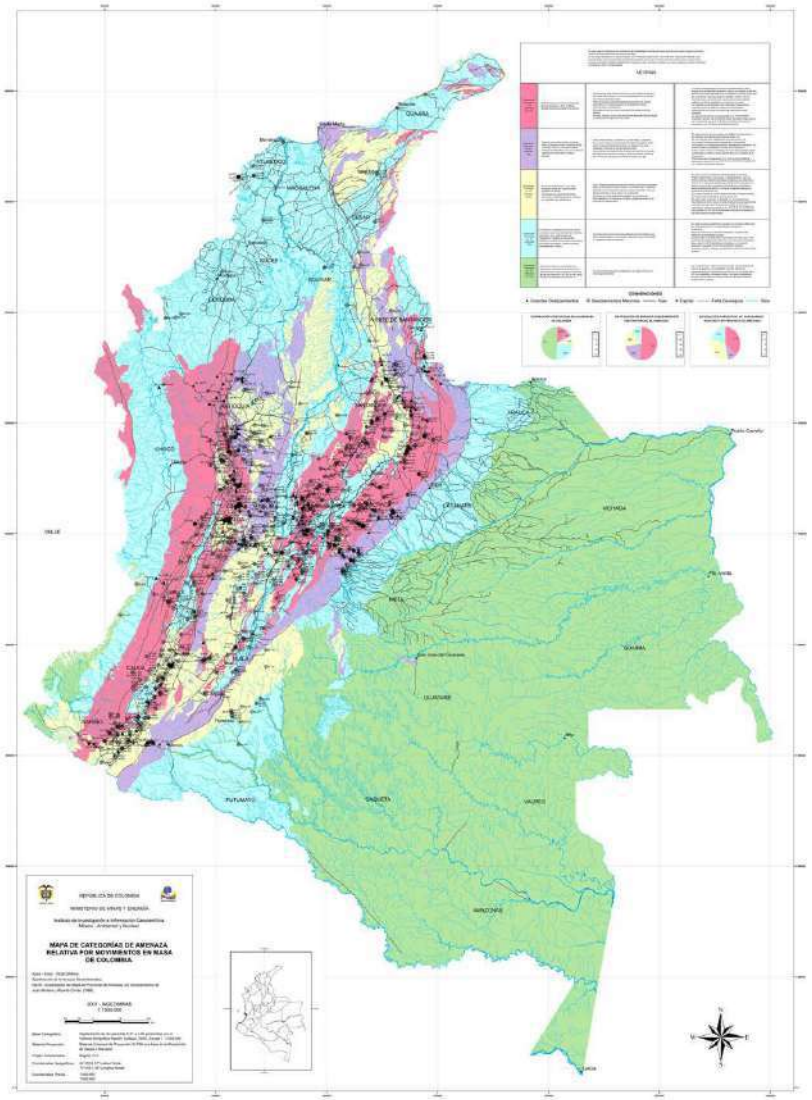


Figura 4. Mapa de categorías de amenaza relativa por movimientos en masa en Colombia, escala 1:1.500.000 (Ingeominas, 2001).

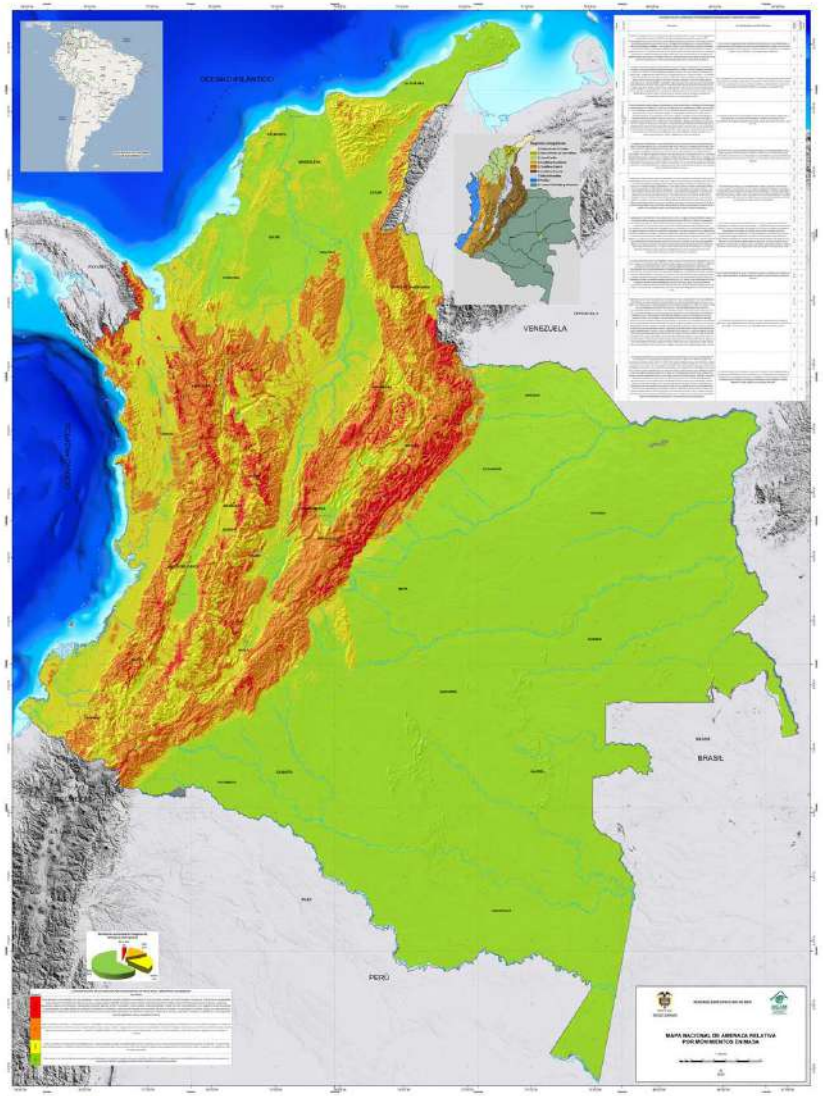


Figura 5. Mapa nacional de amenaza relativa por movimientos en masa, escala 1:500.000 (Ingeominas-Ideam, 2010)..

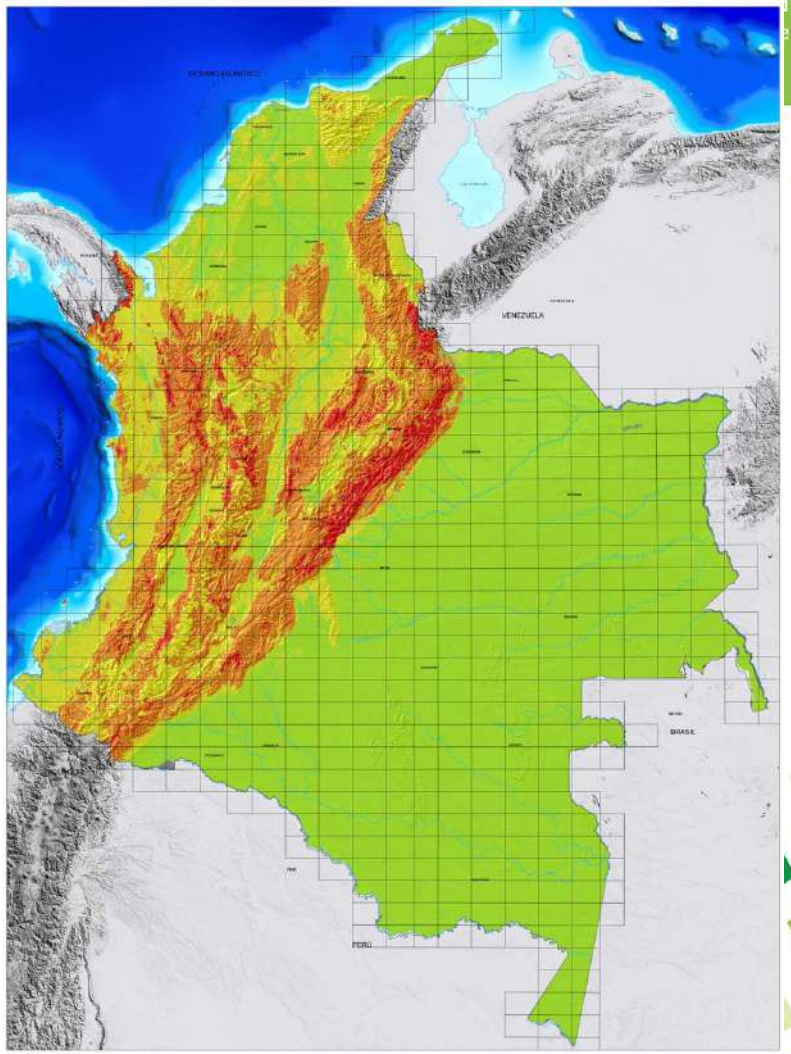


Figura 6. Distribución de las planchas IGAC escala 1:100.000 del territorio colombiano sobre el mapa nacional de amenaza por movimientos en masa escala 1:500.000.

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

Método heurístico

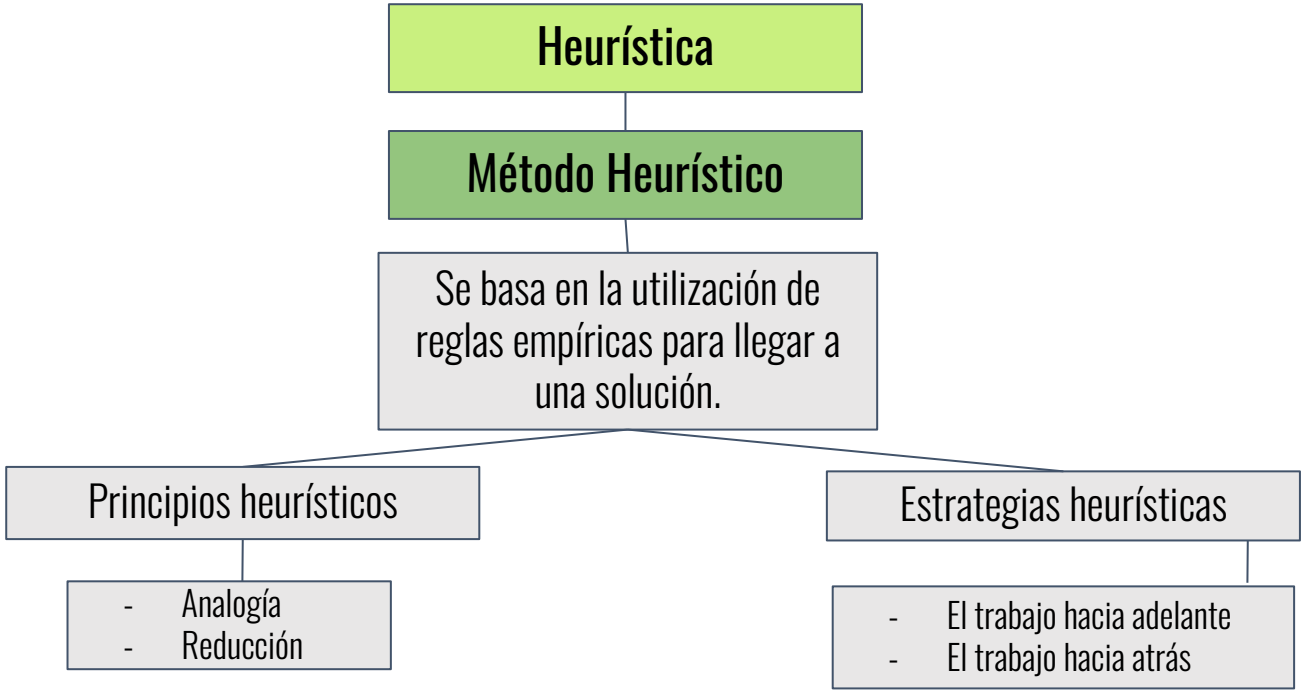


Tabla 1. *Pesos de las variables utilizadas para el cálculo de la susceptibilidad .Tomado* de: SGC (2010).

GEOMORFOLOGIA	0.36
Morfometría	0.40
Pendiente	0.40
Convexidad longitudinal	0.13
Longitud horizontal de la pendiente	0.12
Densidad de Drenaje	0.14
Índice de Relieve relativo	0.10
Forma de la cuenca	0.11
Morfogénesis	0.20
Morfodinámica	0.40
GEOLOGÍA	0.21
Litología regional	0.45
Densidad de Fracturamiento	0.55
SUELOS	0.26
Textura	0.3025
Tipo de arcilla	0.1725
Taxonomía	0.2325
Erosión actual	0.2925
COBERTURA VEGETAL	0.17

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

Método heurístico

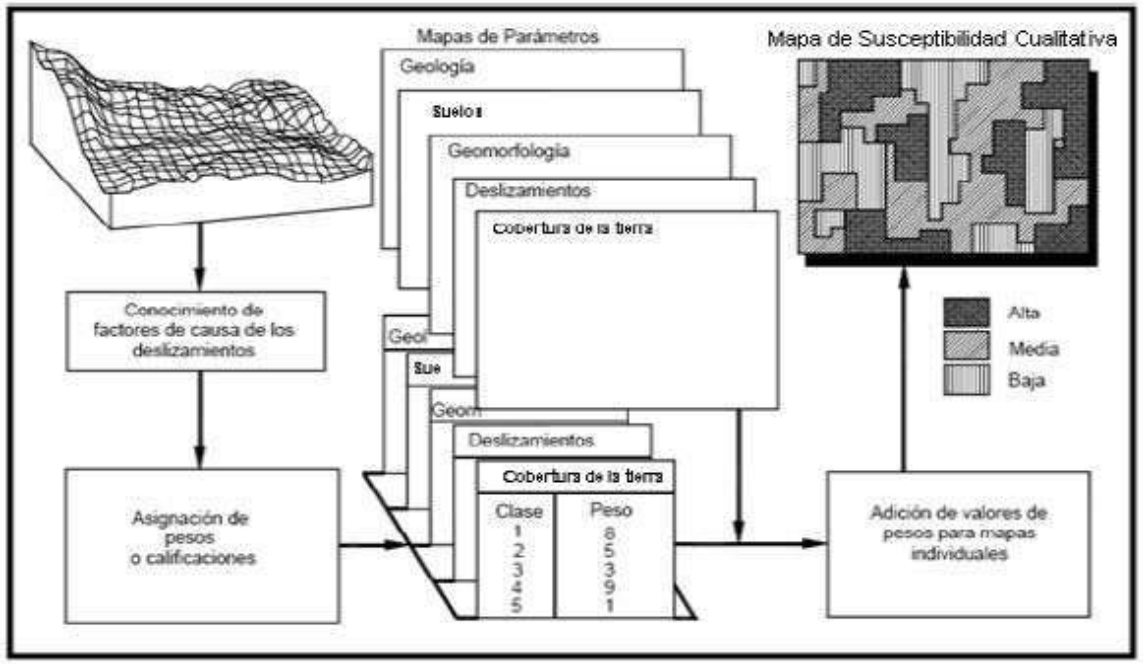


Figura 7. *Uso del Sig para el análisis Heurístico.* Tomado de: Trejos et al., (2012).

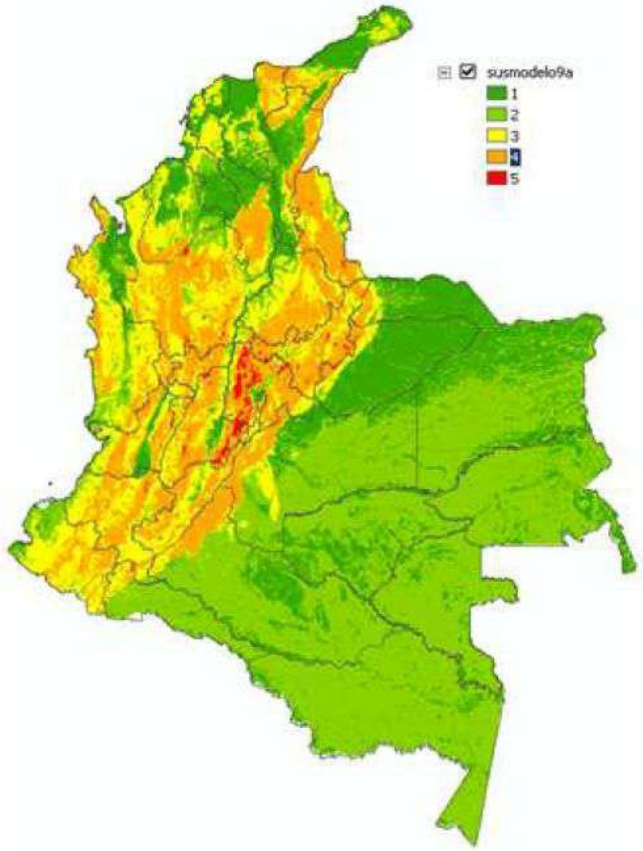


Figura 8. *Mapa de susceptibilidad 1:500000.* Tomado de: SGC (2010).

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

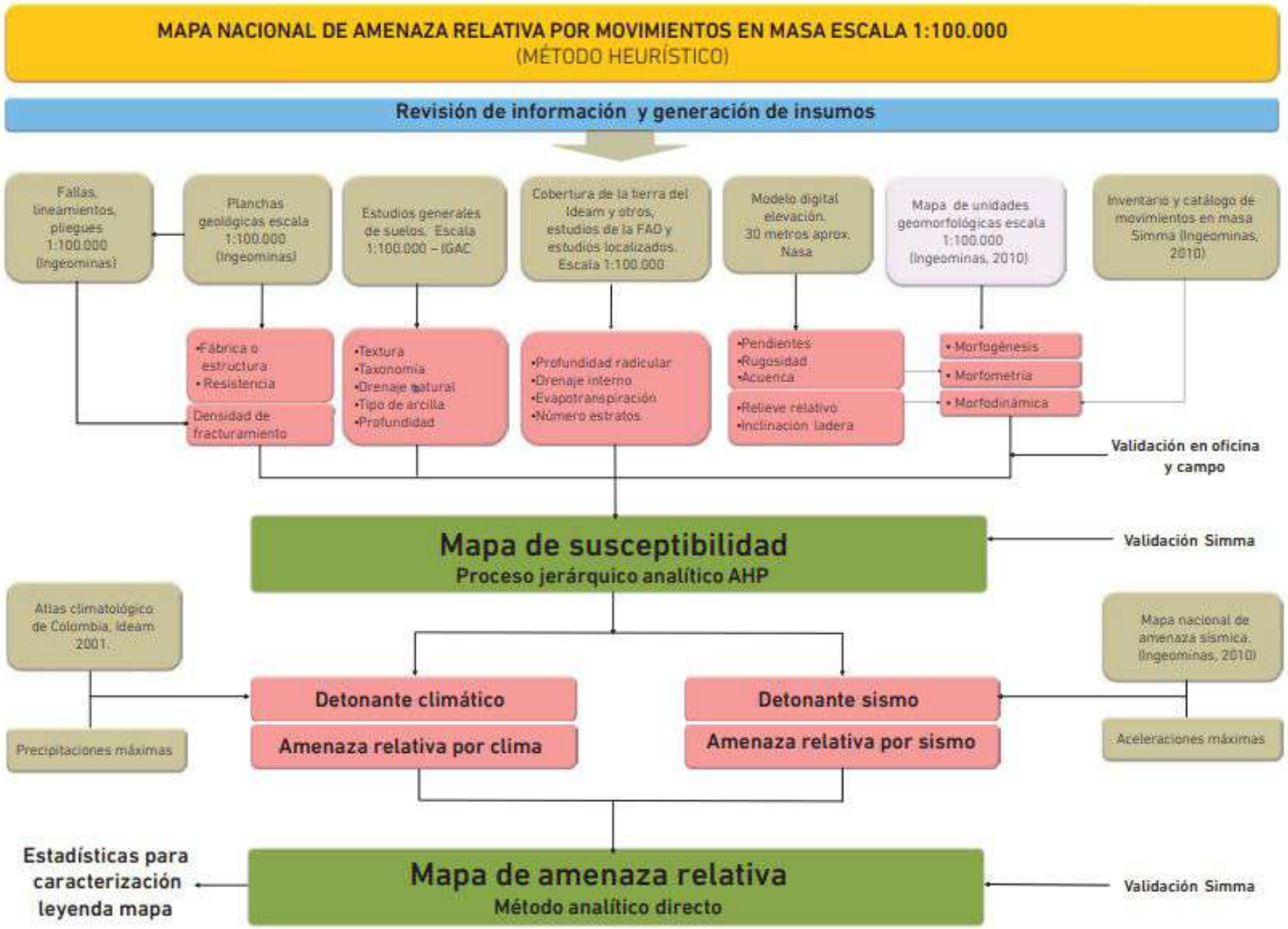


Figura 9. *Metodología de zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

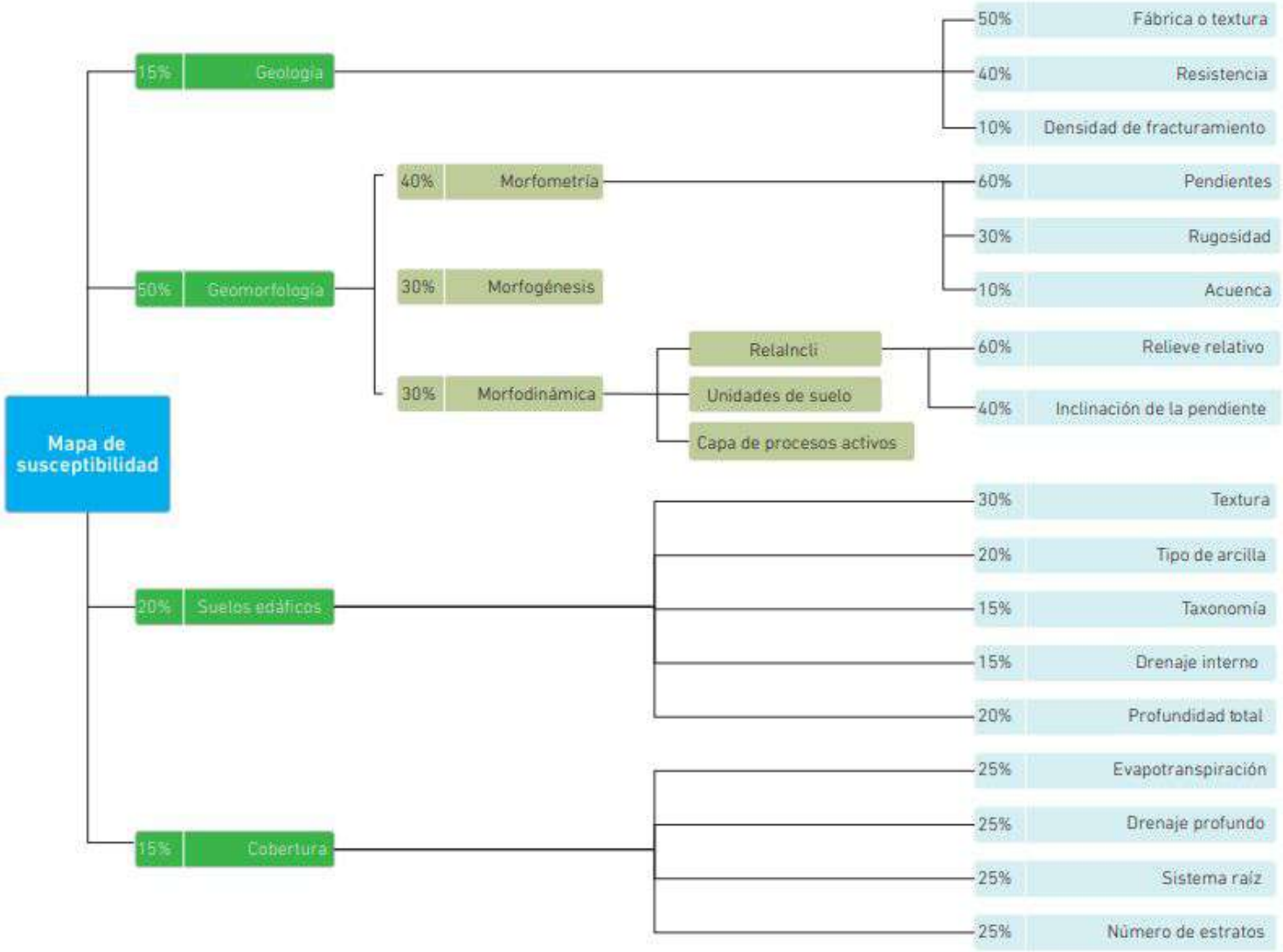


Figura 10. *Diagrama de la metodología para la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

- ## Variable Geología

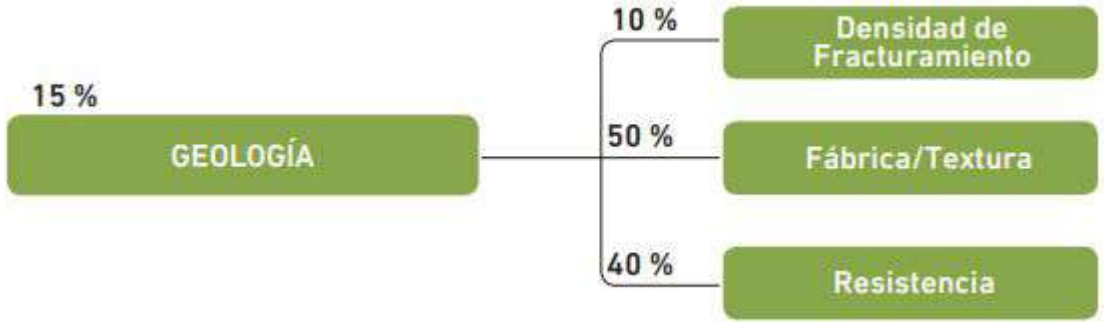


Figura 11. *Diagrama de la variable geología, atributos y porcentajes en la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:100.000.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017). .

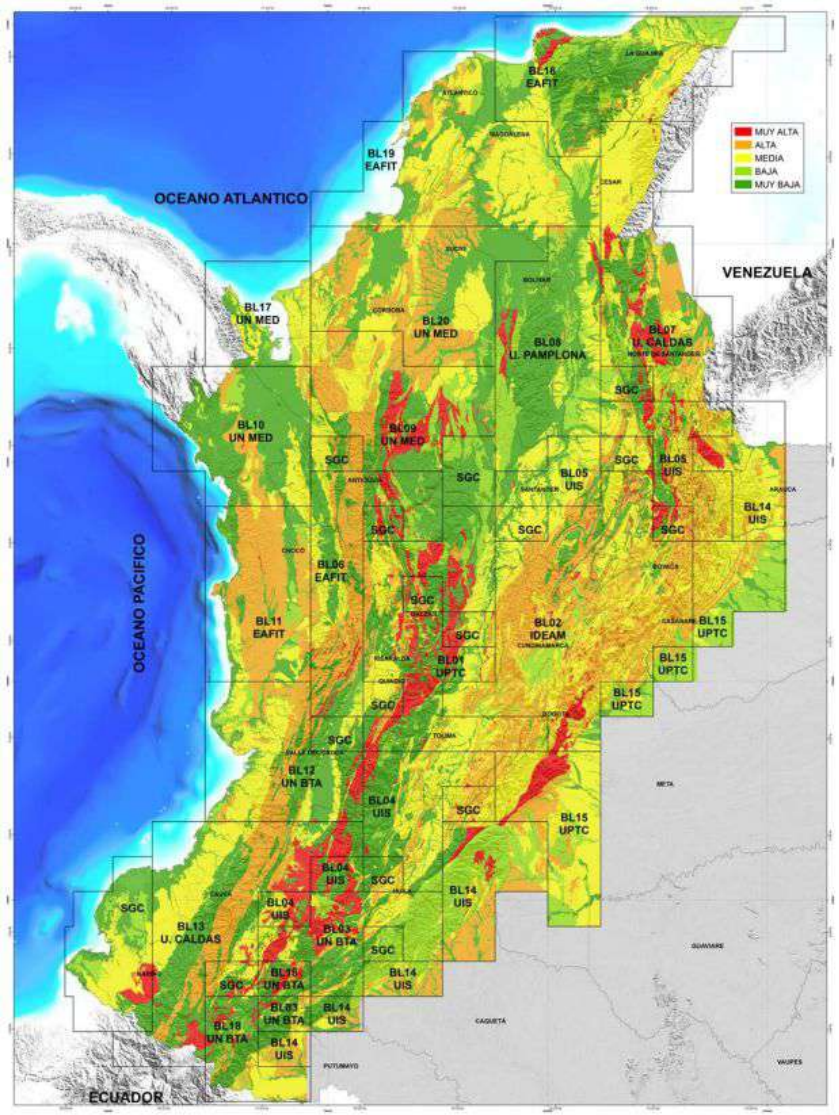


Figura 12. *Mapa nacional de susceptibilidad por la variable geología* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

- Variable Geomorfología

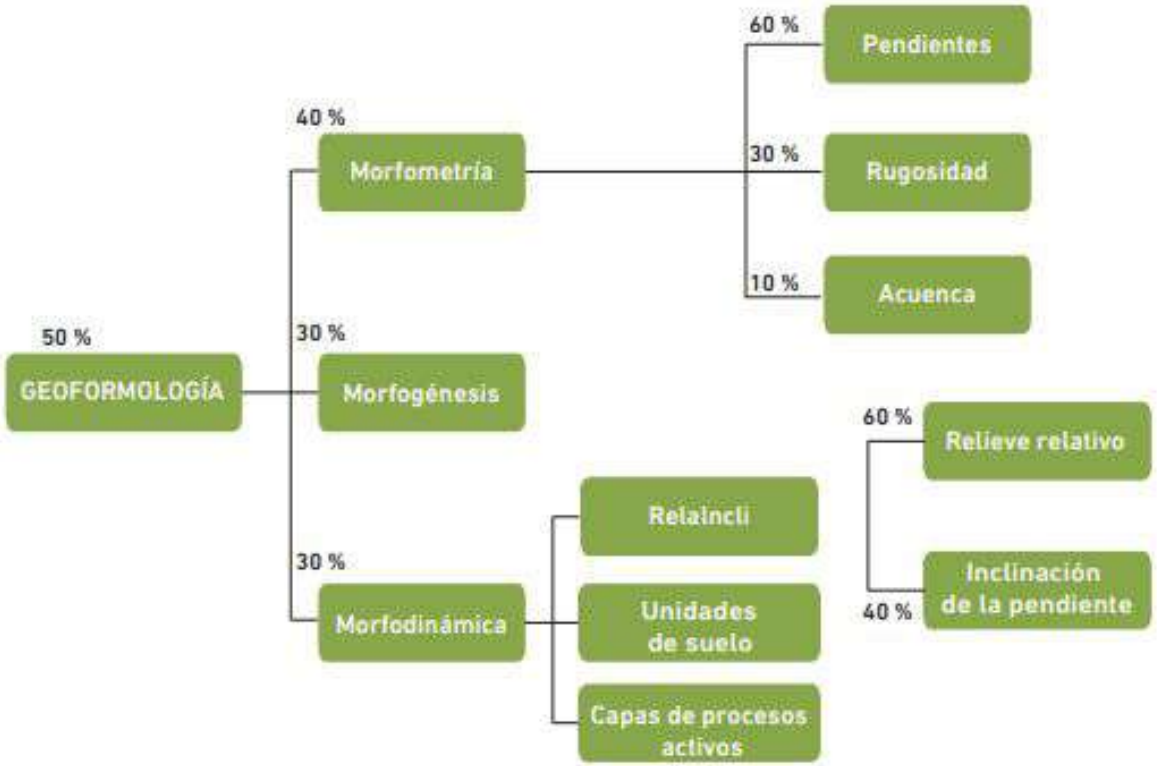


Figura 13. *Diagrama de la variable geomorfología, atributos y porcentajes en la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:100.000.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017). .

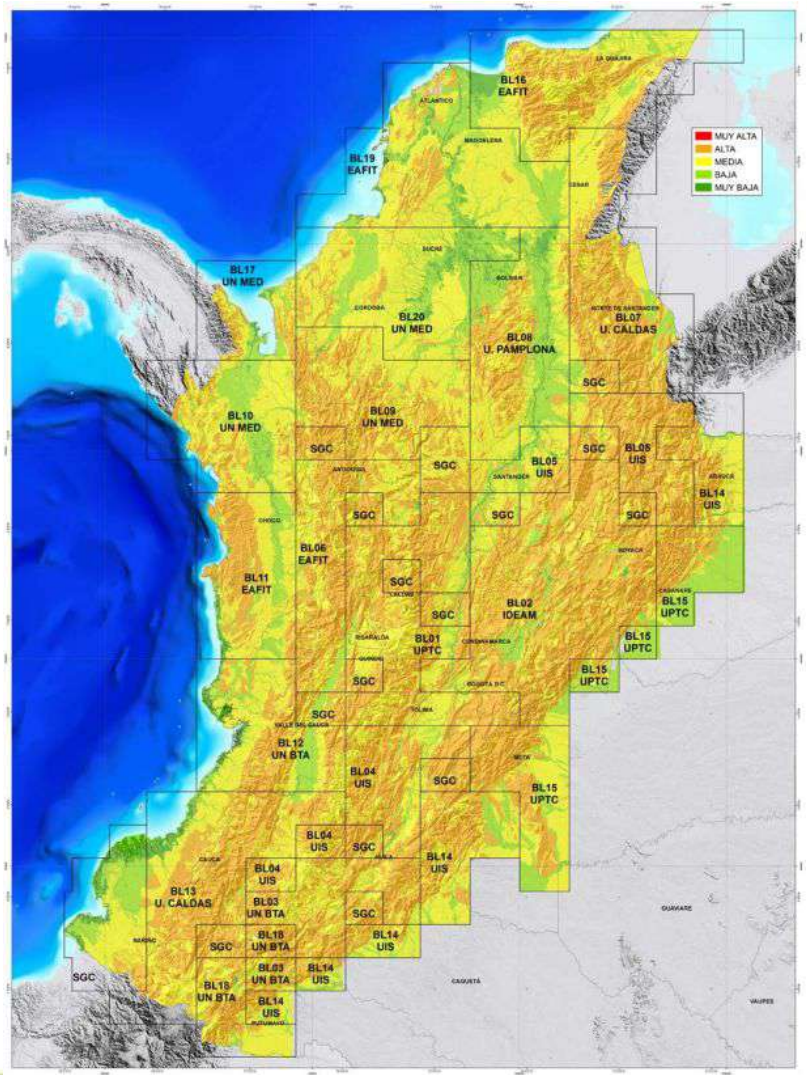


Figura 14. *Mapa nacional de susceptibilidad por la variable geomorfología.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

- ## Variable suelos edáficos

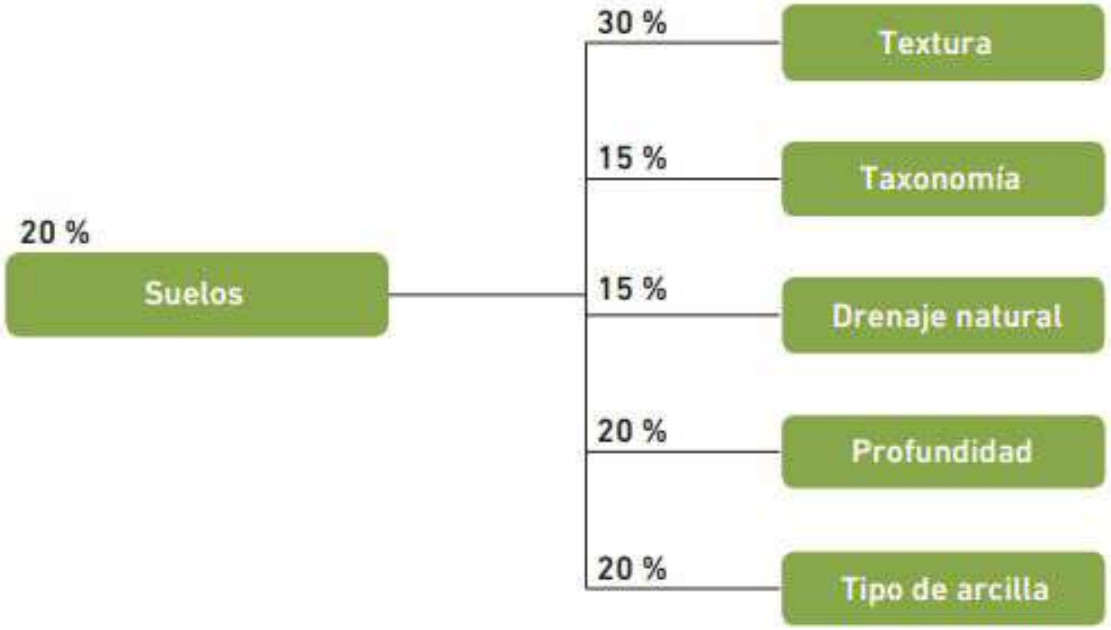


Figura 15. *Diagrama de la variable suelos edáficos, atributos y porcentajes en la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:100.000.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

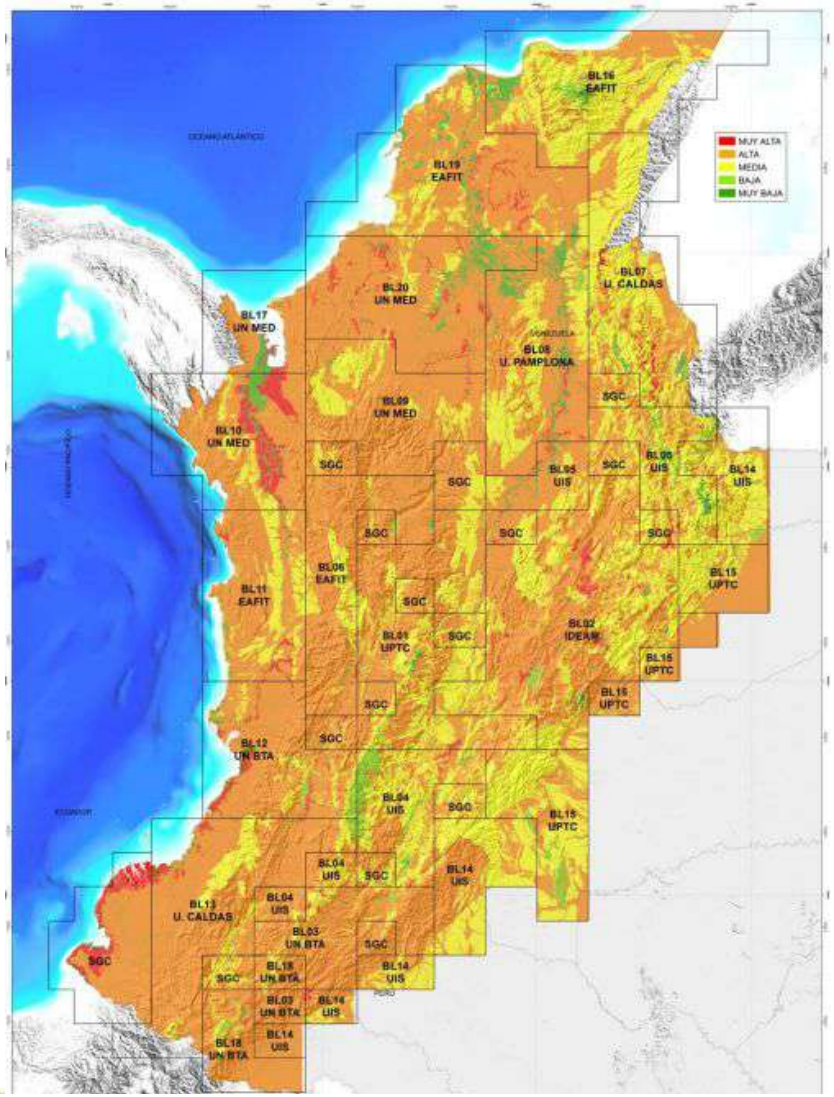


Figura 16. *Mapa nacional de susceptibilidad por la variable suelos edáficos.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

- Variable cobertura de la tierra

Figura 17. *Diagrama de la variable cobertura de la tierra, atributos y porcentajes en la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa escala 1:100.000.* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

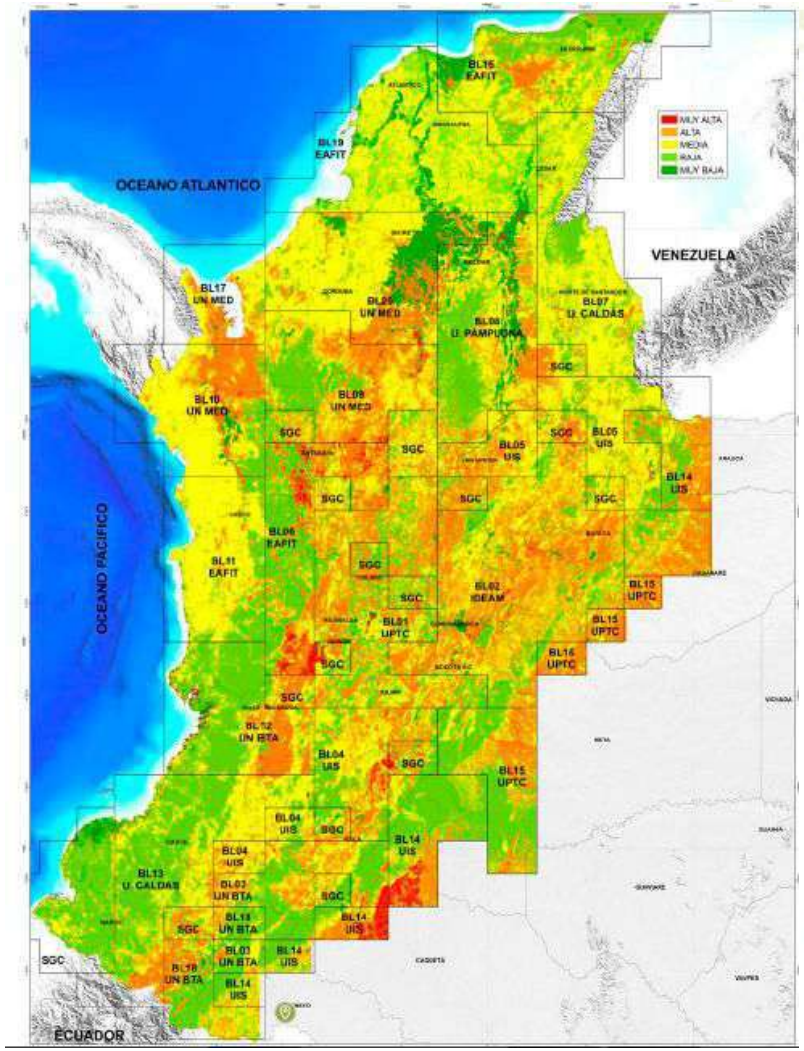


Figura 18. *Mapa nacional de susceptibilidad por la variable cobertura de la tierra* Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

Tabla 2. Tabla resumen de las diferentes ecuaciones para la generación de los mapas de susceptibilidad mapa escala 1:100.000. tomado de: Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000

Susceptibilidad de la geomorfología	0.30 * Morfogénesis 0.30 * Morfodinámica + 0.40 * Morfometría.
Susceptibilidad de la morfometría	0.60 * Pendiente + 0.30 * Rugosidad + 0.10 * Acuenca.
Susceptibilidad de la geología	0.50 * Textura + 0.40 * Resistencia + 0.10 * Densidad Fallas
Susceptibilidad de los suelos edáficos	0.30 * Textura + 0.20 * Tipo de Arcilla + 0.15 * Taxonomia + 0.15 * Drenaje Natural + 0.20 * Profundidad Total
Susceptibilidad de la cobertura de la tierra	0.25 * Evapotranspiración + 0.25 * Drenaje Profundo + 0.25 * Sistema Raíz + 0.25 * Número de Estratos
Susceptibilidad Final	0.5 * geomorfología + 0.15 * Geología + 0.20 * Suelos + 0.15 * Cobertura

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

- Detonante lluvia

Tabla 3. Calificación del detonante lluvias según su contribución a los movimientos en masa. tomado de: Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000

Valores de Lluvia Máxima Diaria (mm)	Calificación
0-50	1
50-100	2
100-150	3
150-220	4
>220	5

$$Ac = S + Fc \qquad Ec.1$$

Donde:

Ac = *Amenaza por factores climáticos*
S = *Susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa*
Fc = *Factor clima*

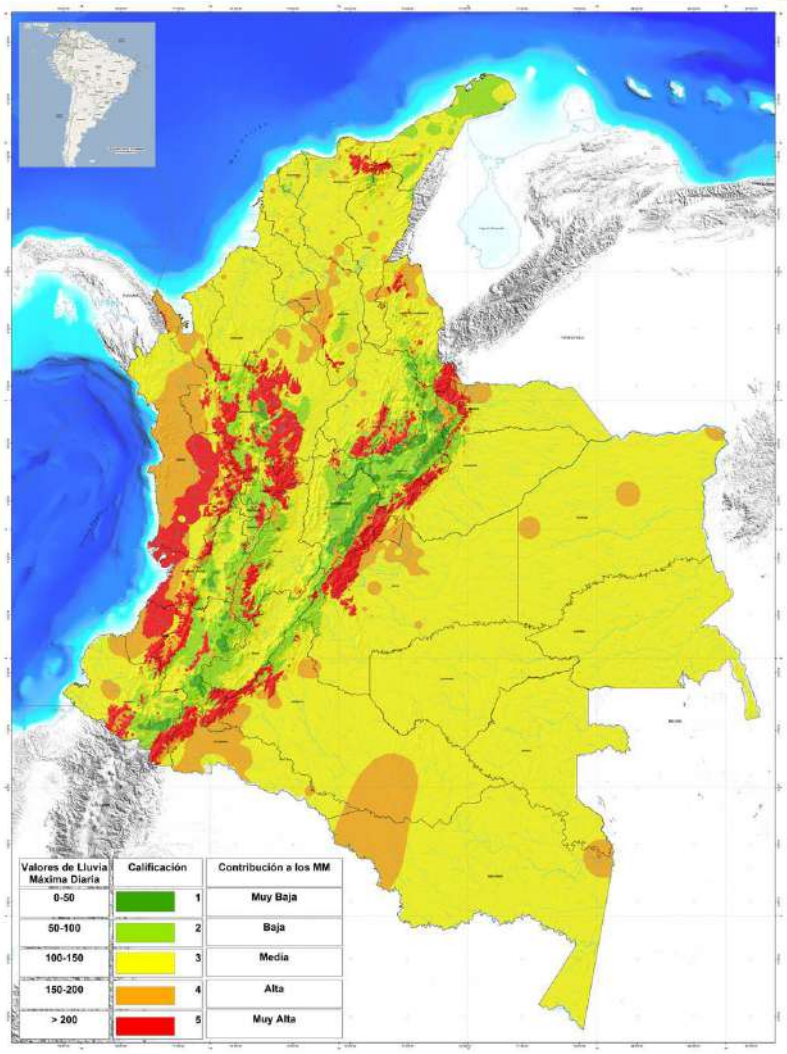


Figura 19. Mapa nacional del detonante lluvias empleado en la zonificación de la amenaza relativa por movimientos en masa a escala 1:100.000. Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

- Detonante sismos

Tabla 4. Calificación del detonante sismo según su contribución a los movimientos en masa. tomado de: Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000

Valores de PGA (cm/seg²)	Calificación
10-100	1
100-150	2
150-200	3
200-300	4
>300	5

$$As = S + Fs \qquad Ec.2$$

Donde:

As = *Amenaza por detonante sismo*
S = *Susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa*
Fs = *Factor sismo*

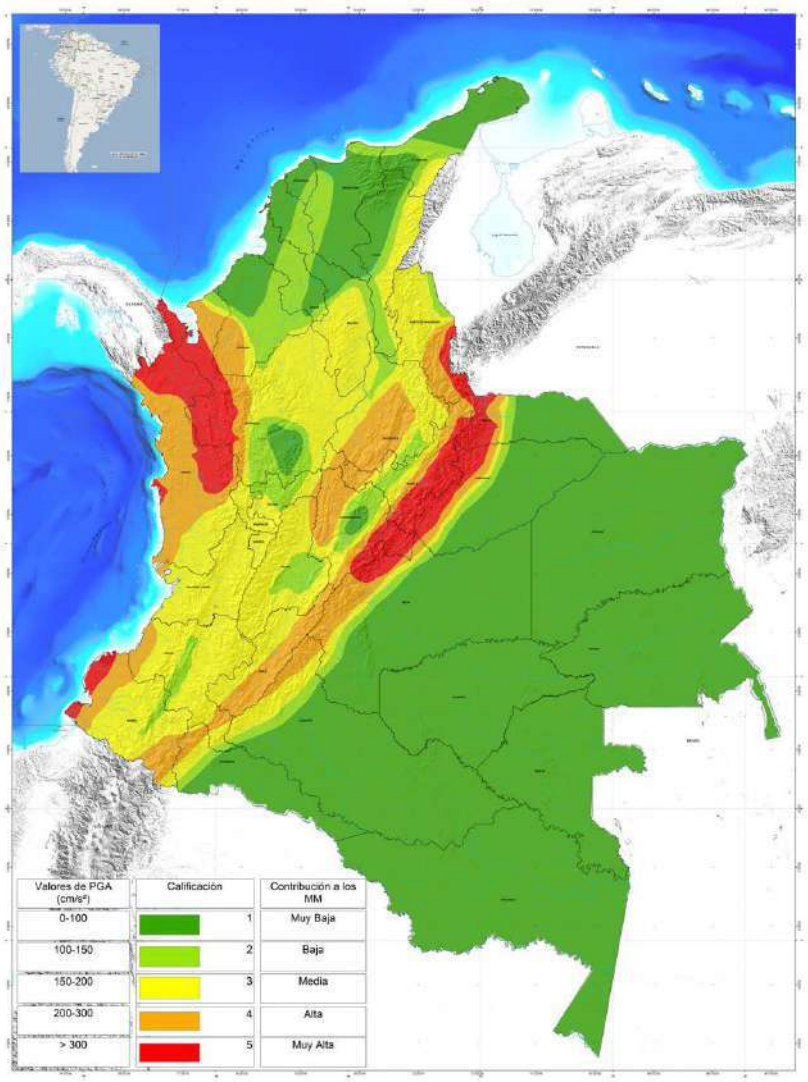


Figura 20. Mapa nacional del detonante sismo empleado en la zonificación de la amenaza relativa por movimientos en masa a escala 1:100.000. Tomado de: *Ruiz et al.,* (2017).

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Las amenazas por movimientos en masa de Colombia

Una visión a escala 1:100.000

$$A_T = Ac + As \qquad Ec.3$$

Donde:

A_T = Amenaza Total
Ac = Amenaza por detonante clima
As = Amenaza por detonante sismo

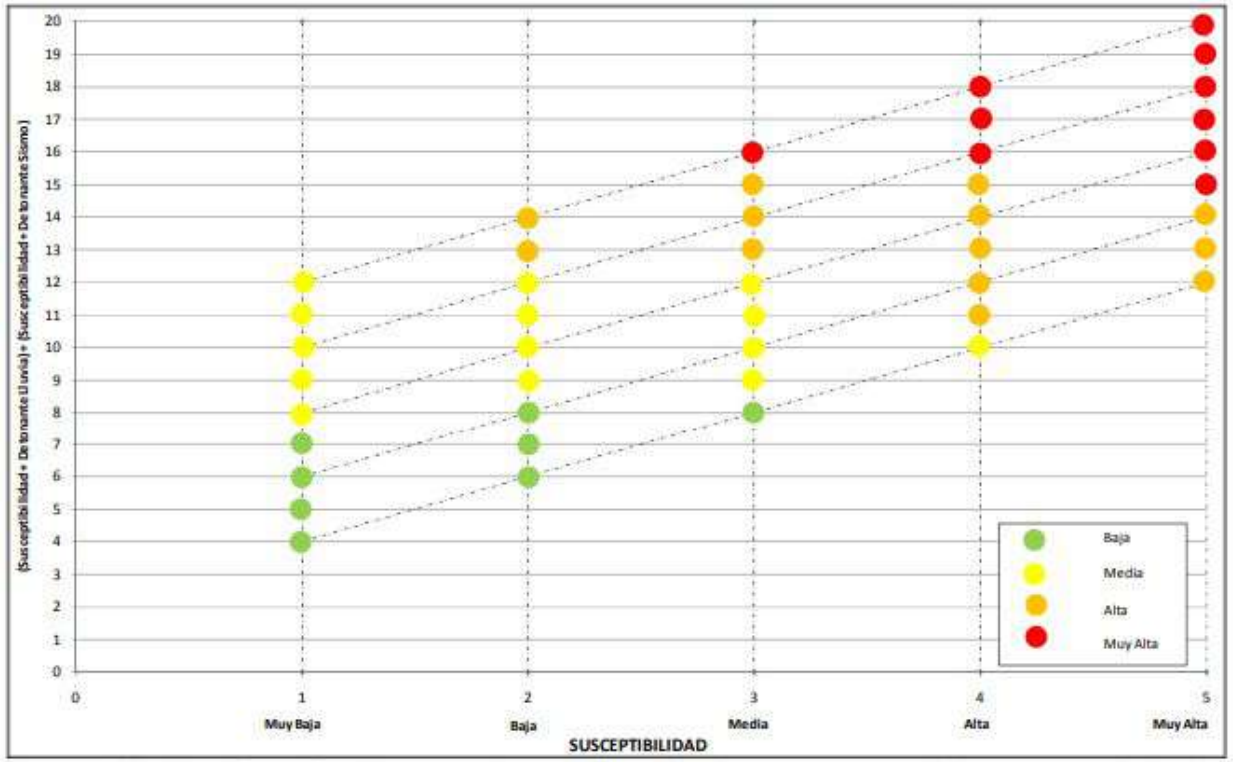


Figura 21. Clasificación del mapa de zonificación de amenaza relativa por movimientos en masa (Adaptado de: INGEOMINAS, 2009).

Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa

escala 1:25.000

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

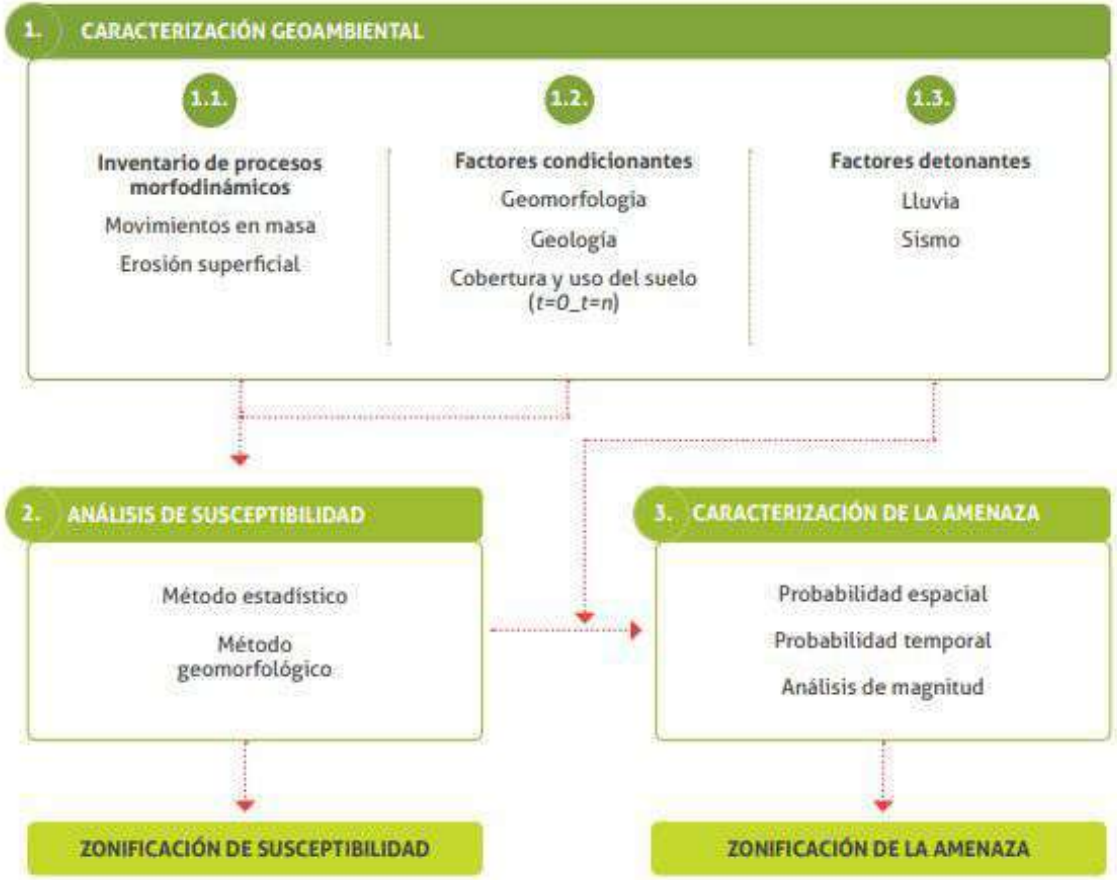


Figura 15. *Metodología para la zonificación de amenaza por movimientos en masa. Escala 1:25.000 .* Tomado de: SGC (2017).

Tabla 2. *Métodos de análisis para cada tipo de movimiento en masa.* Tomado de: SGC (2017).

TIPO	MÉTODO	ZONA DE ANÁLISIS
Deslizamientos	Estadístico bivariado (Pesos de evidencia - WofE)	Zonas de inicio y depósito
Caídas	Criterios geológicos y geomorfológicos	Zonas de inicio y depósito
Flujos	Mapeo geomorfológico	Zonas de depósito
Reptación	Identificación en el inventario	Zona de afectación directa

MÉTODO PESOS DE EVIDENCIA

w: Factor condicionante con potencialidad de deslizamientos

L: Deslizamientos	Presente	Ausente	
Presente	Npix1	Npix2	Área total deslizada
Ausente	Npix3	Npix4	Área total no deslizada
	Área total con unidad w	Área total sin unidad w	Área total del mapa

Figura 16. *Relación deslizamientos L y factor condicionante W.* Tomado de: SGC (2017).

Caracterización de la amenaza

Caracterización de la amenaza

- Probabilidad espacial
- Probabilidad temporal

Figura 17. *Categorías de amenaza a partir de las categorías de susceptibilidad.* Tomado de: SGC (2017).

Período de retorno

- Detonante lluvia
- Detonante sismo

Análisis de magnitud de amenaza

Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa. Escala 1:100.000

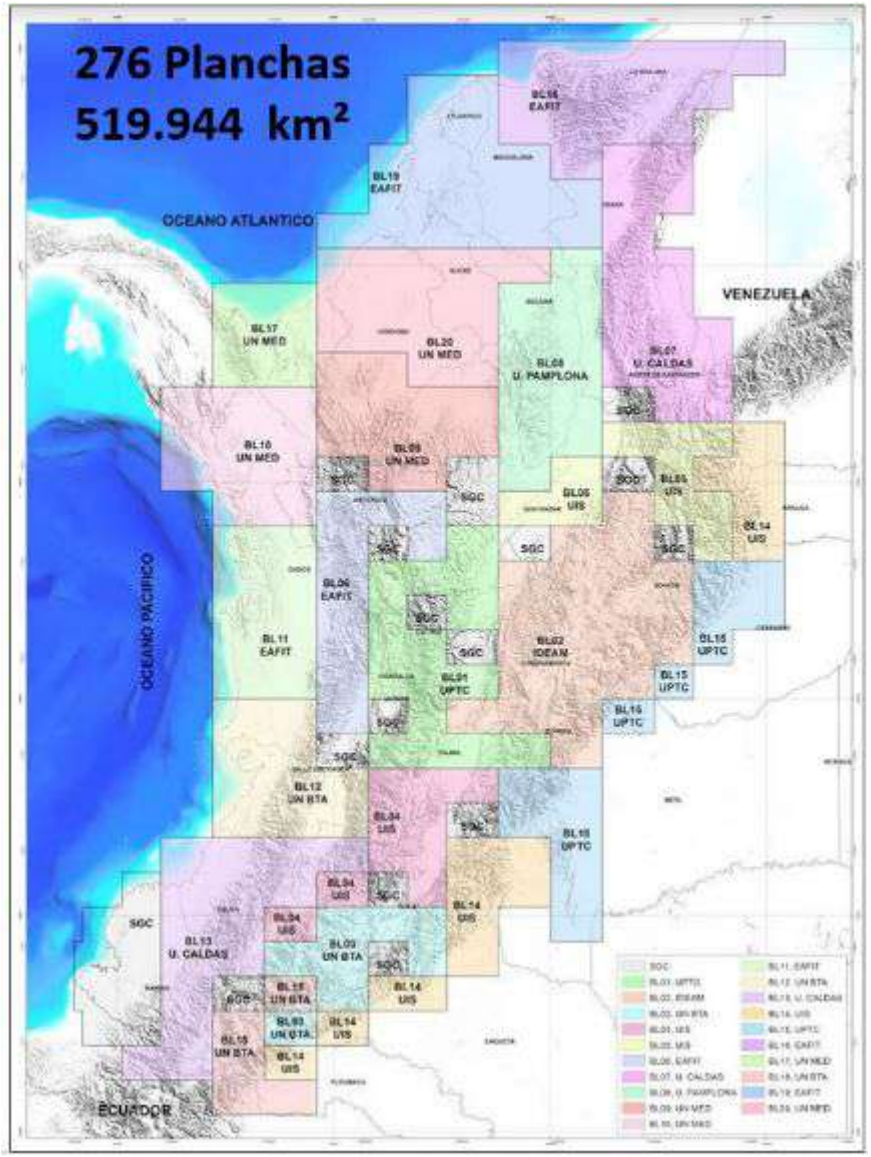


Figura 18 .*Mapa Nacional de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa. Escala 1:100.000* . Tomado de: SGC (2016).

Tomado de: SGC (2020).

REFERENCIAS

Ruiz Peña, G. L., Navarro Alarcón, S. del R., Chaparro Cordón, J. L., Gamboa Rodríguez, C. A., Ramírez Hernández, K. C., Camargo Holguín, B. L., Trejos González, G. A., & Pérez Cerón, R. (2017). *Las amenazas por movimientos en masa de Colombia, una visión a escala 1:100.000.*. Tomado de: https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/45

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000*. Tomado de: https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf

Calderón, Y; Carvajal, H y Sandoval, J. (2010). *UN ANÁLISIS CRÍTICO A LAS METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN POR MOVIMIENTOS EN MASA Y ZONIFICACIÓN DE COMPORTAMIENTOS ESPECIALES APLICADOS AL ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO*. Tomado de: https://www.researchgate.net/publication/308927384_UN_ANALISIS_CRITICO_A_LAS_METODOLOGIAS_DE_ZONIFICACION_POR_MOVIMIENTOS_EN_MASA_Y_ZONIFICACION_DE_COMPORTAMIENTOS_ESPECIALES_APLICADOS_AL_ORDENAMIENTO_DEL_TERRITORIO

Corominas, J; Van Westen, C; Frattini, P; Cascini, L; Malet, J.P; Fotopoulos, S; Catani, F; Van Den Eeckhaut, M; Mavrouli, O; Agliardi, F; Pitilakis, K; Winter, M.G; Pastor, M; Ferlisi, S; Tofani, V; Hervás, J & Smith, J.T. (2013). *Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk.* Tomado de: https://link.springer.com/article/10.1007/s10064-013-0538-8

Figuras

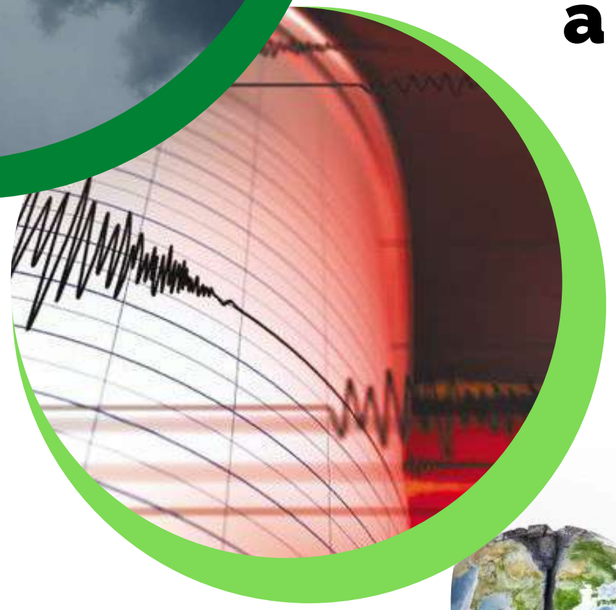
UDALSAREA (2021). *Herramientas y recursos para la gestión de los riesgos climáticos en el ámbito local.* Tomado de: https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/FF823703-3708-42CE-86F3-879AF80D0ACD/450292/EGOKI2_Jornada_8Mayo_Egoki2_Udalsarea2030.pdf

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000*. Tomado de: https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf

Trejos, G; Ruiz, G; Medina, E; Sandoval, J; Moya, H. (2012). *Guía metodológica para la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa, escala 1:100.000.*Tomado de: https://www.researchgate.net/publication/308873710_Guia_metodologica_para_la_zonificacion_de_susceptibilidad_y_amenaza_relativa_por_movimientos_en_masa_escala_1100000

Tablas

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2017). *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000*. Tomado de: https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf



¿Como afectan los factores detonantes a los movimientos en masa? (Lluvia, Sismo, Antrópico)

Expositores:

Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547

Ana Maria Quintero - 2172561

Escuela de Geología

Electiva Campo 3 - 23117

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

AGENDA

GENERALIDADES

Lluvia, Sismo, Antrópico ¿Como afectan?

Casos Estudio

Bibliografía

ESTADÍSTICAS DE AFECTACIONES EN EL PAIS POR MM (1921 - 2019)

Universidad Industrial de Santander

2.851.027
Personas afectadas

20.852
Viviendas destruidas

48
Centros de salud afectados

233
Puentes peatonales afectados

411.806
Vías afectadas

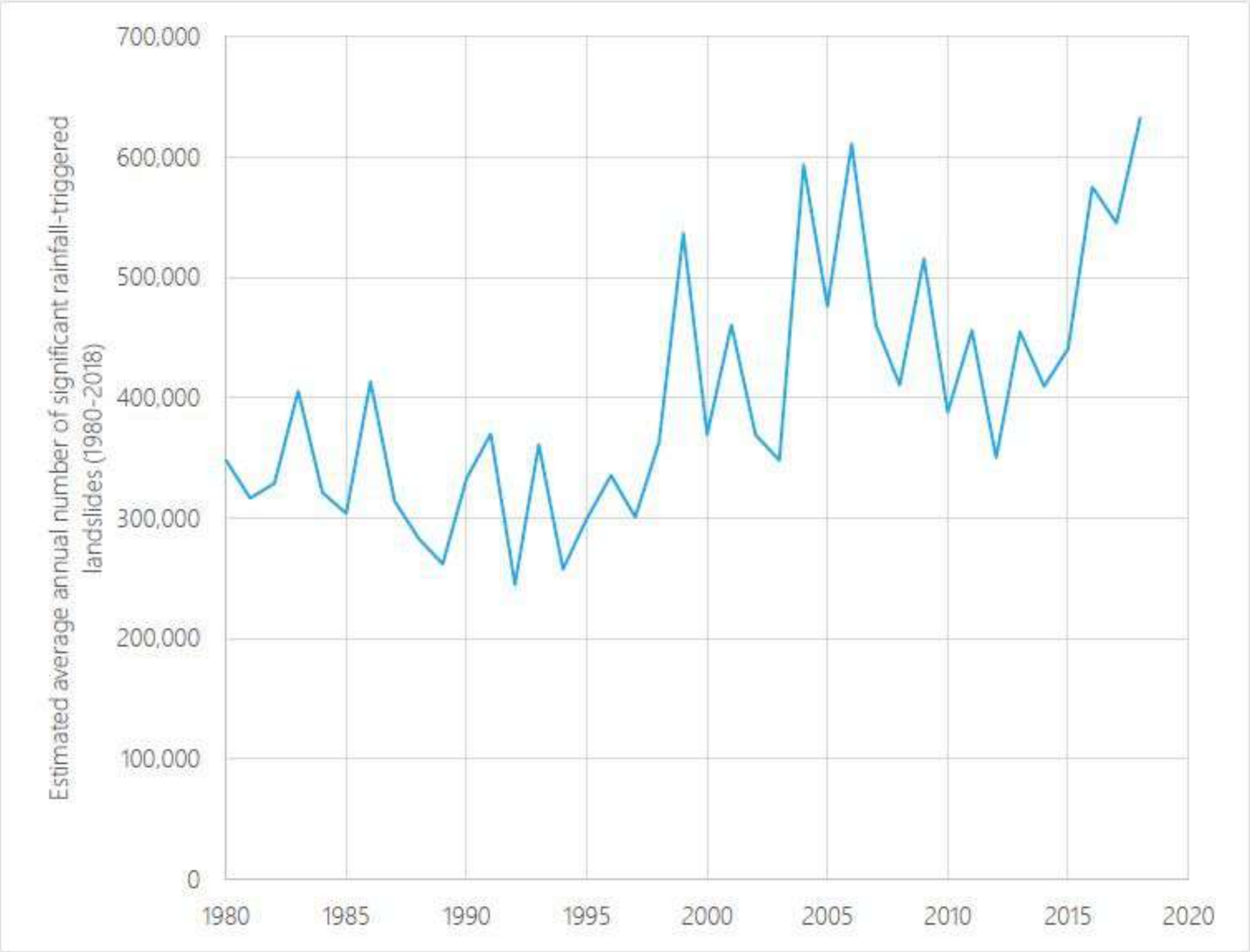
1.015
Acueductos afectados

306
Puentes vehiculares afectados

613
Centros educativos afectados

Fuente: base de datos unificada (Consolidado de Atención de Emergencias-UNGRD – Desinventar)

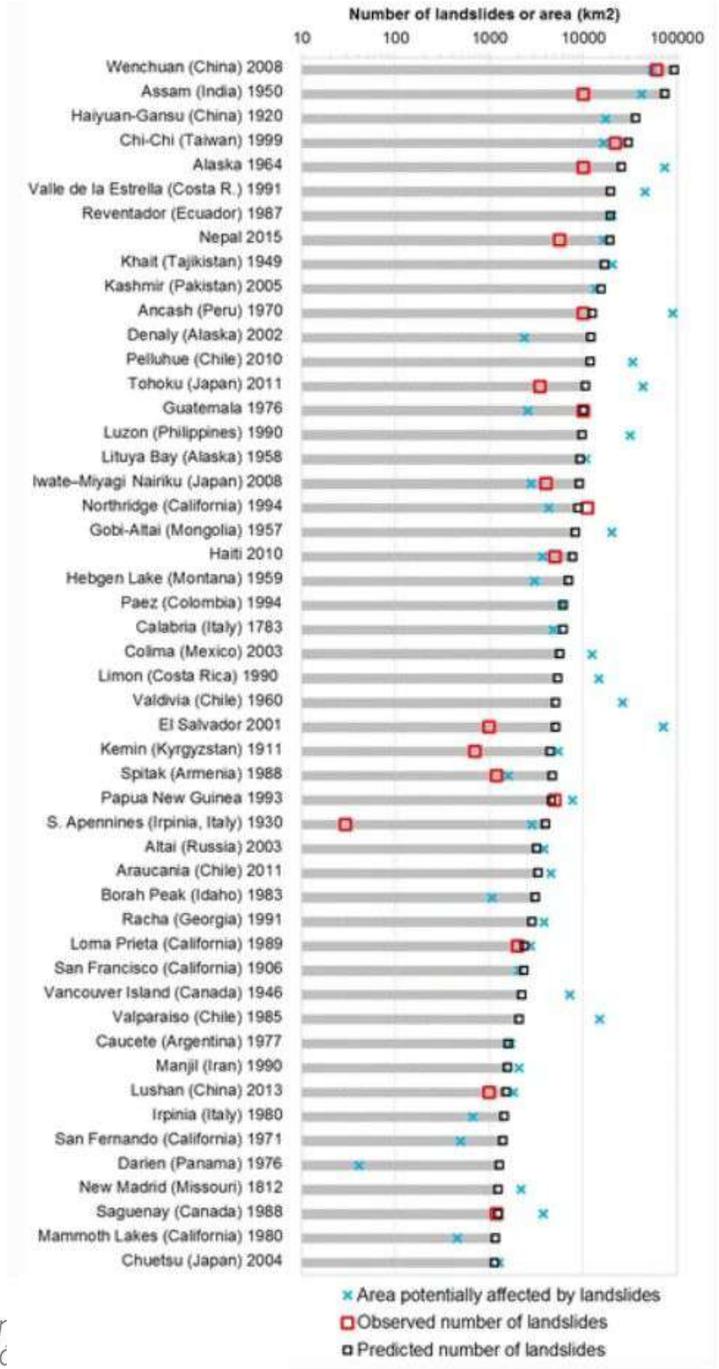
NÚMERO PROMEDIO ANUAL ESTIMADO DE MM SIGNIFICATIVOS PROVOCADOS POR LLUVIAS EN EL MUNDO (1980-2018)



Fuente: The Global Landslide Hazard Map (2020)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



NÚMERO DE MM POTENCIALES Y REALES PROVOCADOS POR TERREMOTOS Y ÁREA AFECTADA.

Fuente: Havenith HB, Torgoev A, Braun A, Schlögel R, Micu M (2016)

Universidad Industrial de Santander

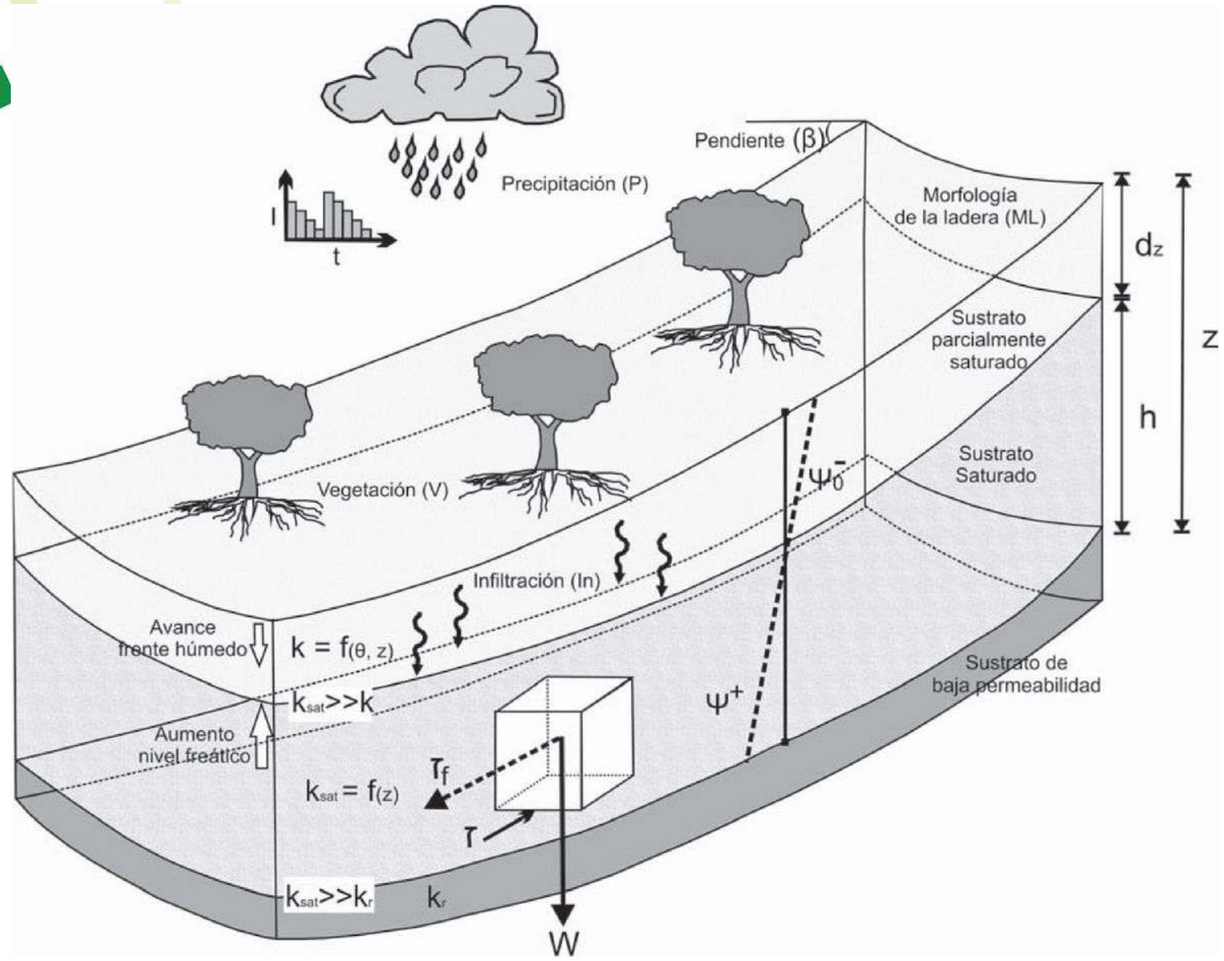
Ecosistema para el aprer
la investigación y la innovaci

PORCENTAJE DE MM DE ORIGEN ANTRÓPICO, EN RELACIÓN CON EL NÚMERO TOTAL DE DESPRENDIMIENTOS EN DIFERENTES ESTUDIOS

Location	Percentage	References
Norway (database skrednett.no)	38%	Safeland (2011)
Norway (expert opinion)	18-78%	Safeland (2011)
France	32%	
Indian Himalaya	66%	Barnard et al. (2001)
Portugal North Lisboa	20%	Zezere et al. (1999)
Seattle	80%	Schulz (2007)
Belgium (Flemish Ardennes)	Most of small landslides	Van Den Eeckaut et al. (2007)
New Zealand (Wellington Eastern Bay Plenty)	70-90%	Laws and Murray (2011)
Bern canton (Switzerland)	1.2%	Safeland (2011)

Fuente: Human-induced landslides: toward the analysis of anthropogenic changes of the slope environment (2016)

LLUVIA ¿Como afecta?



Fuente: Aristizábal E., H. Martínez & J. I. Vélez, 2010

Fuente: SIATA, 2020

Los movimientos superficiales son usualmente detonados por lluvias **cortas e intensas**, en tanto que los movimientos profundos están más relacionados con la distribución y variación de la lluvia en **periodos largos**.

LLUVIA ¿Como afecta?

Fuente: El nuevo día, 2021. Fuertes lluvias en Herveo, Tolima

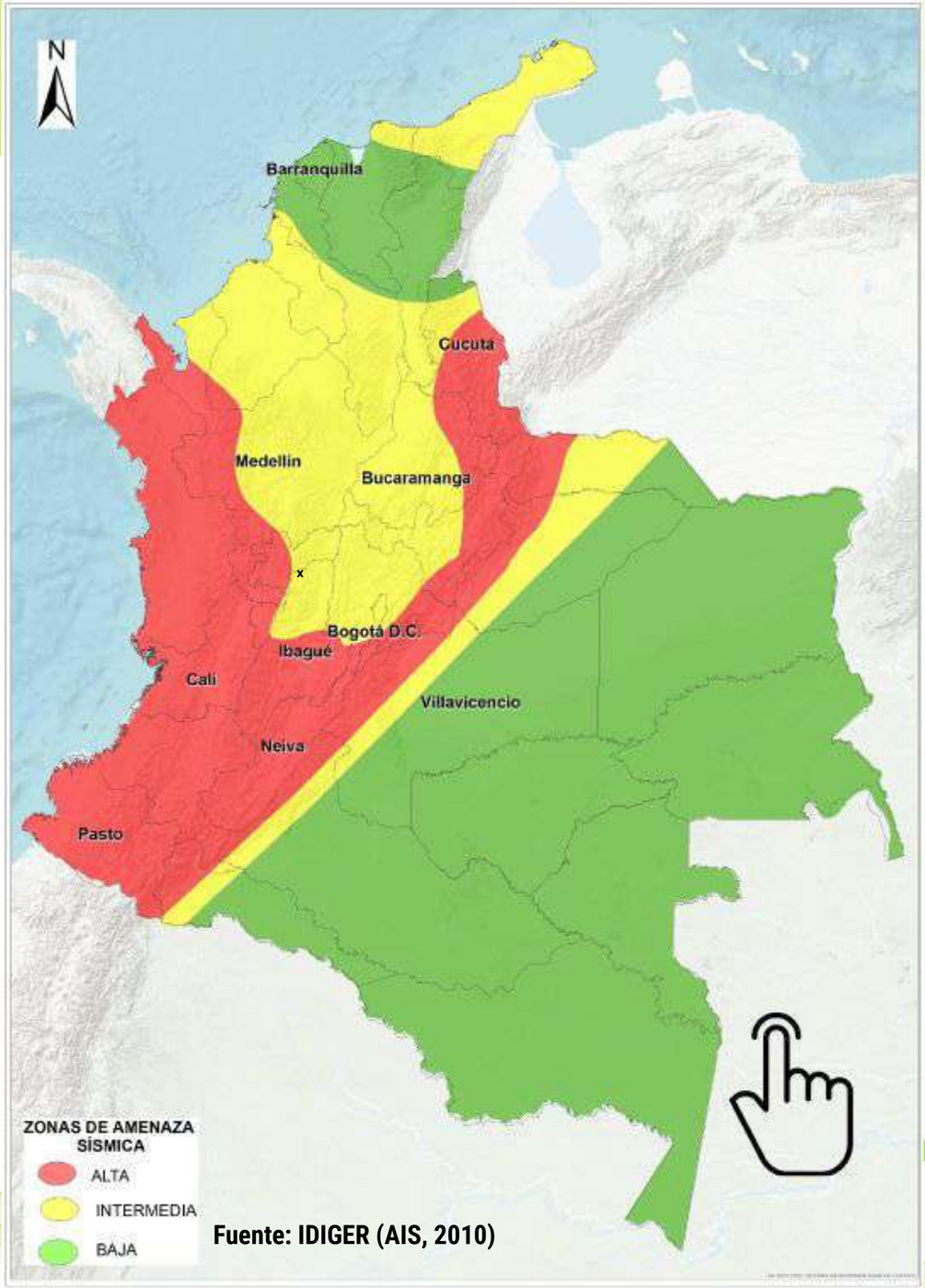
Deslizamientos traslacionales y flujos de lodo en enjambre, Colón Génova (Nariño). Fuente: UNGRD,2021

la investigación y la innovación

SISMO ¿Como afecta?

Los sismos o terremotos generan **vibraciones** que pueden afectar el **equilibrio** de las laderas y originar deslizamientos. Este movimiento vibratorio puede desencadenar una serie de efectos que dan lugar a grandes deformaciones y roturas en el terreno.

Fuente: UNGRD,2021



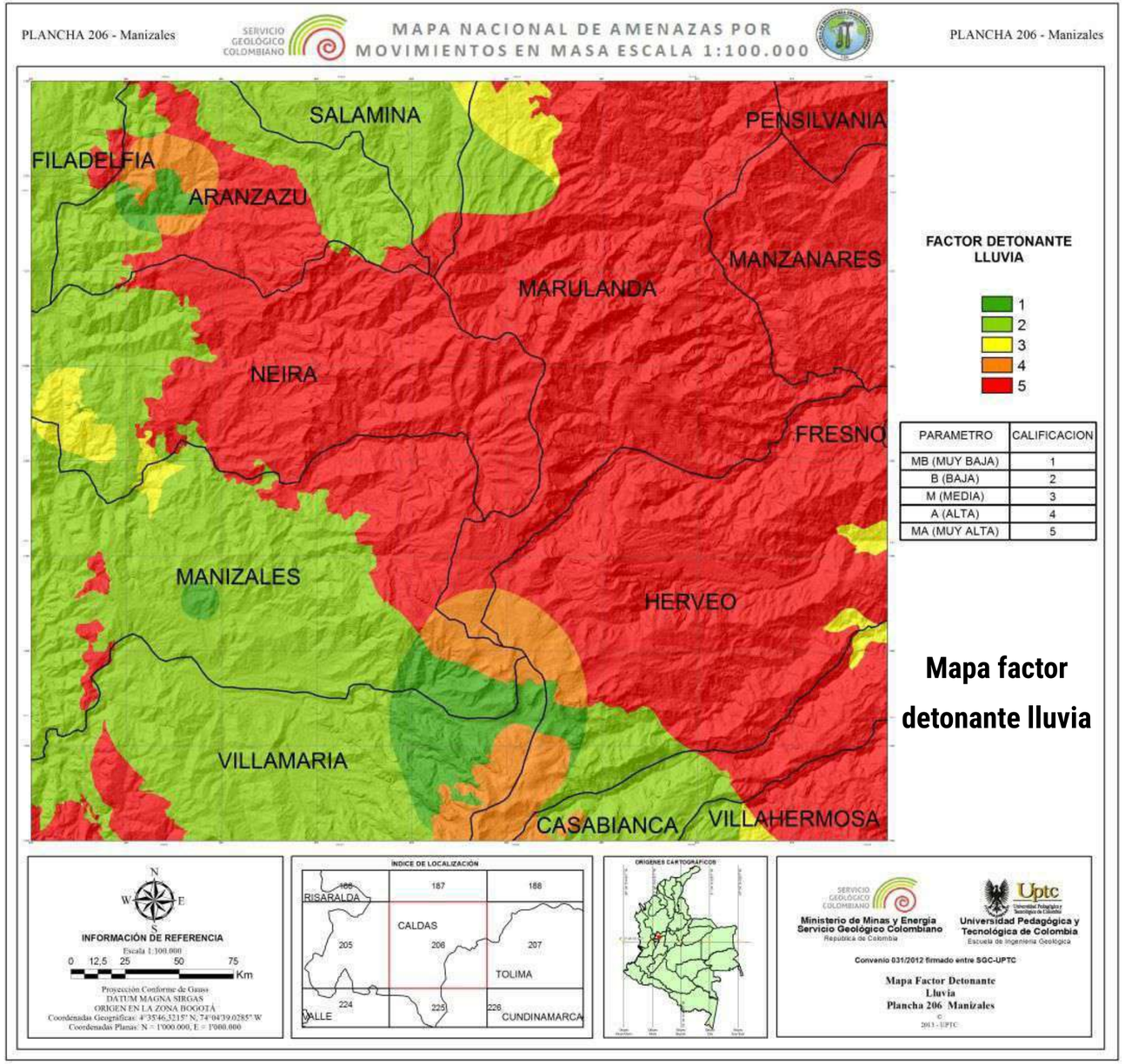
Fuente: IDIGER (AIS, 2010)

ANTRÓPICO ¿Como afecta?

Fuente: UNGRD,2021

Cambios en las condiciones naturales del talud o ladera por excavaciones, cortes no tecnificados, deforestación, sobrepesos al borde de la ladera o manejo de aguas.

CASO ESTUDIO:



Mapa factor detonante lluvia

MEMORIA EXPLICATIVA DE LA ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD Y LA AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000 PLANCHA 206 - MANIZALES

La condición de influencia muy alta del detonante climático ocupa la mayor proporción de área respecto a las demás calificaciones.

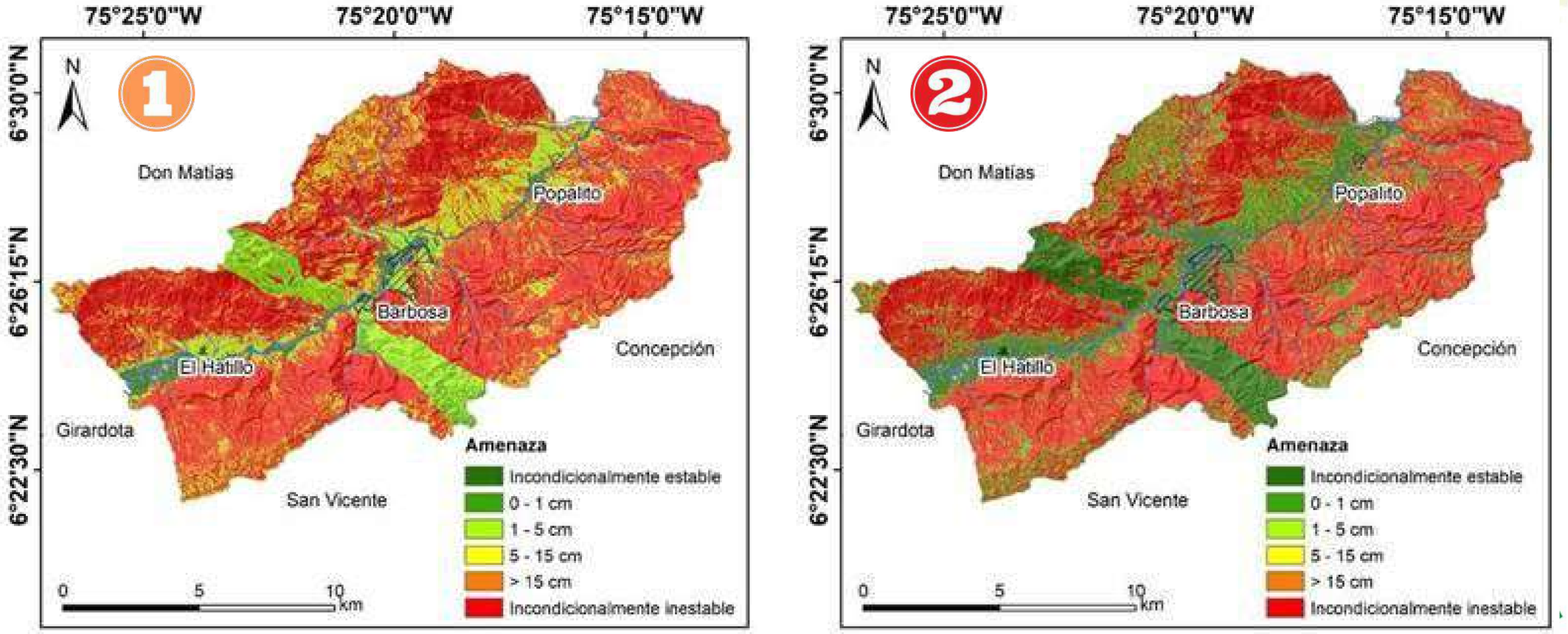
Donde las lluvias máximas diarias corresponden a un valor entre los **100 - 150 mm/día y 150 - 220 mm/día**.

Fuente: SGC, 2014

CASO ESTUDIO:

Análisis de la amenaza por movimientos en masa detonados por sismo en los Andes colombianos, caso de estudio: Barbosa (Antioquia)*

Universidad Industrial de Santander



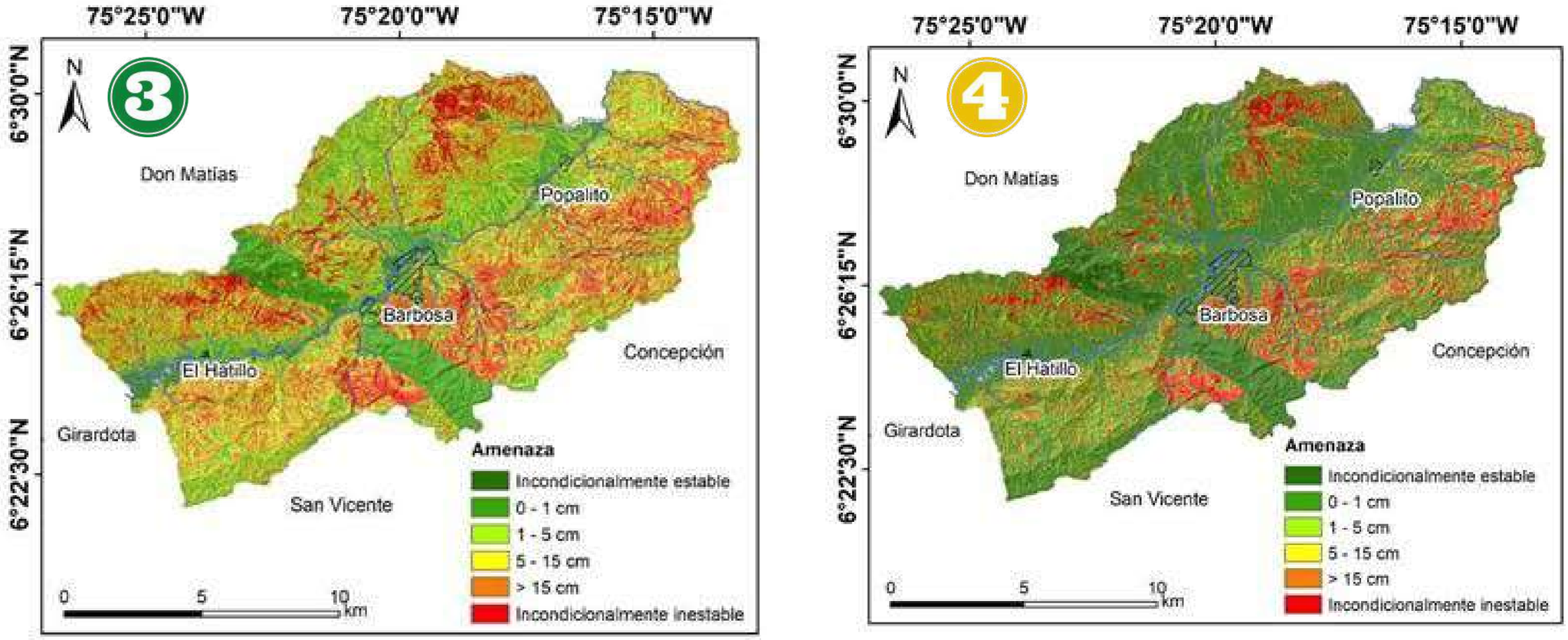
Amenaza de movimiento en masa detonado por sismos para el escenario de sismofuente cercana y condiciones saturadas (1); para el escenario de sismofuente lejana y condiciones saturadas (2)

Fuente: UMNF, 2020

CASO ESTUDIO:

Análisis de la amenaza por movimientos en masa detonados por sismo en los Andes colombianos, caso de estudio: Barbosa (Antioquia)*

Universidad Industrial de Santander



Amenaza de movimiento en masa detonado por sismos para el escenario de sismofuente cercana y condiciones secas (3); para el escenario de sismofuente lejana y condiciones secas (4)

Fuente: UMNF, 2020

CASO ESTUDIO:

Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Asociado a la actividad Minera como detonante antrópico Municipio de Soacha
Escala 1:25.000

Universidad Industrial de Santander

Procedimiento para el estudio de las etapas de minería y su incidencia en generación Movimientos en Masa, en áreas de explotación Minera

Fuente: INGEOMINAS & SGC, s.f

CASO ESTUDIO:

Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Asociado a la actividad Minera como detonante antrópico Municipio de Soacha
Escala 1:25.000

1.Mina Ladrillera Santander (Deslizamiento traslacional)

2. Mina Manuel Diaz (Deslizamiento traslacional planar)

3.Mina el cielo limites Soacha Bogotá (se producen caída de rocas y flujo de detritos)

Fuente: INGEOMINAS & SGC, s.f

REFERENCIAS

Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres Medellín (DAGRD). (s.f). Cartilla Movimientos en Masa. Medellín, Colombia. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_8/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2016/CartillaMovMasa.pdf

E. V. Aristizábal Giraldo, F. J. Gómez Cardona, E. F. García Aristizábal, y J. C. Guzmán Martínez, «Análisis de la amenaza por movimientos en masa detonados por sismo en los Andes colombianos, caso de estudio: Barbosa (Antioquia)», Cien.Ing.Neogranadina, vol. 30, n.° 2, jul. 2020.

IDIGER. (08 de 02 de 2022). Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Obtenido de Caracterización General del Escenario de Riesgo: https://www.idiger.gov.co/rmovmasa

Servicio Geológico Colombiano. (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimiento en masa escala 1:25.000. Obtenido de: https://www2.sgc.gov.co/Archivos/GM(2017).pdf

Servicio Geológico Colombiano (SGC) & Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia (UPTC), (2014). MEMORIA EXPLICATIVA DE LA ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD Y LA AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1:100.000 PLANCHA 206 - MANIZALES. Sogamoso, Colombia. pág. 31-34.

RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE AVENIDAS TORRENCIALES

Universidad Industrial de Santander

Herveo. Fuente Autores, 2022

Sofía C. Ariza Diaz
2182490

Johanna K. Rodriguez Quiroga
2182487

#LaUISqueQueremos

SEMINARIO GEOAMENAZAS- CAMPO

CONTENIDO

1.Introducción

2. Definición y tipos de AT en Colombia

3. Detonantes y factores

4. Amenaza por AT en Colombia

5. Zonas y población expuesta en Colombia

6. Impacto de las AT en Colombia

7. Detección y alerta de AT en Colombia

8. ¿Qué hacer en caso de una AT?

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Estado del arte

Fluj o

Fenómeno de transporte de sedimentos compuesto por una mezcla de material fino y grueso con una cantidad variable de agua, donde tanto las fuerzas sólidas como las fluidas influyen fuertemente (Iverson 1997; Nettleton et ál. 2005).

Procesos gravitacionales

Sedimentos/ Agua

Procesos hidrológicos undaciones súbitas (NWS 200

Slayma ker (1988)

Detona ntes

Exter

Intensos o prolongados eventos de lluvias, sismos, enjambres de avalanchas de escombros o de nieve y roturas de presas naturales

Intern

Desestabilizació n y removilización de los sedimentos del

- Flujos fluidos
- Movimientos en masa

19

Takahas hi

Ivers on 199

- Flujos gravitacionales
- Flujos de escombros
- Flujos hidrológicos

- Flujos de 2 fases
- Flujos de 1 fase

200

Anc ey

Jakob & Hungr 200

- Flujos de detritos
- Flujos hiperconcentrados
- Flujos de lodos

Definición y Clasificación de AT. Tomado de Aristizábal et al.(2020).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Tipos de flujos

Clasificación de Procesos Gravitacionales

Movimiento espacialmente continuo en el que las superficies de cizallamiento son de corta duración, están poco espaciadas y generalmente no se conservan.

- Flujo de escombro de ladera
- Flujos de escombros canalizados

Clasificación de Fenómenos tipo Inundaciones

Llegada de caudal desde aguas arriba hacia la posición del observador, que se producen de forma súbita, brusca e impetuosa, tienen en común un inicio rápido y cuencas de tamaños pequeños con pendientes relativamente pronunciadas; sin embargo, no hacen referencia a la concentración de sedimentos provenientes de las laderas

TIPOS DE FLUJOS

Clasificación de Flujos de Escombros

Diferentes autores utilizan diferentes términos como inundación súbita, flujo de escombros, inundación de escombros o torrente de escombros,

- Torrentes de flujos de escombros

Flujos no Torrenciales

- Flujos de escombros canalizados.
- El término avalancha, usado ampliamente por la comunidad, no aplica al fenómeno conocido como avenida torrencial.

Clasificación de flujos. Tomado de Aristizábal et al.(2020).

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Definición y tipos de AT

Fig 1. Flujo de detritos, Mocoa 2017. Tomada de UNGRD (2021).

Avenida Torrencial

Flujo formado por una mezcla de sedimentos y agua en diferentes proporciones, transportándose a altas velocidades a lo largo de cauces definidos.

Fig 2. Flujo de lodos, Piedecuesta 2020. Tomada de UNGRD (2021).

Flujo de detritos 1F

- Origen: Deslizamientos, caídas de roca
- Ocurren en quebradas y canales de 1 orden o 2 orden
- > 60% vol. sedimentos (Finos a bloques)
- No plástico- IP <5%

Flujo Hiperconcentrados 2F

- Estado transicional : Creciente de agua y flujo de altas [ ]
- 5%-60% vol. sedimentos
- "Flujos bifásicos"

Flujo de lodos 1F

- Alta turbulencia desde el frente hasta la cola
- > 60% vol. sedimentos (+50% < arenas)
- Drenan más lento, mayor t en estado líquido- Viajes más largos y ángulos de pendientes más bajos en el área de depósito
- Plástico- IP> 5%

Definición y tipos de AT. Tomado de SGC (2021) & UNGRD (2021).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Zonas de una AT

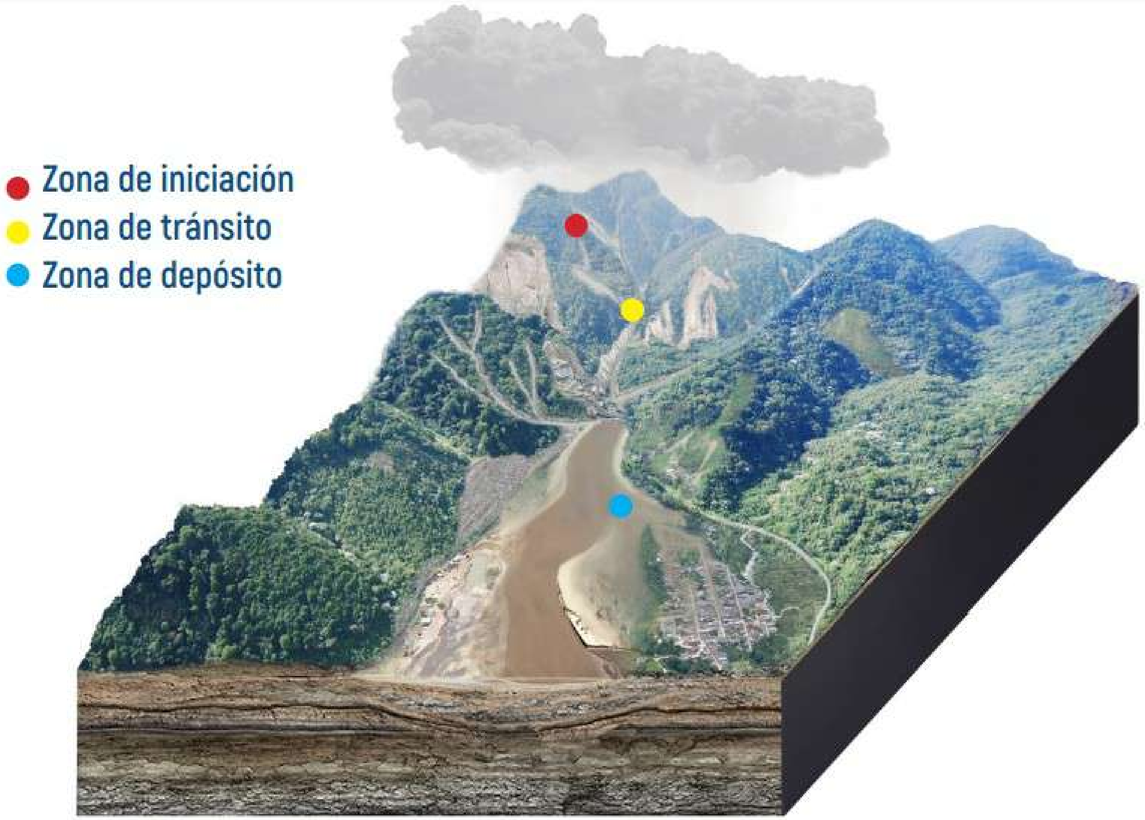


Figura 3. Zonas de una AT. Tomado de UNGRD (2021).

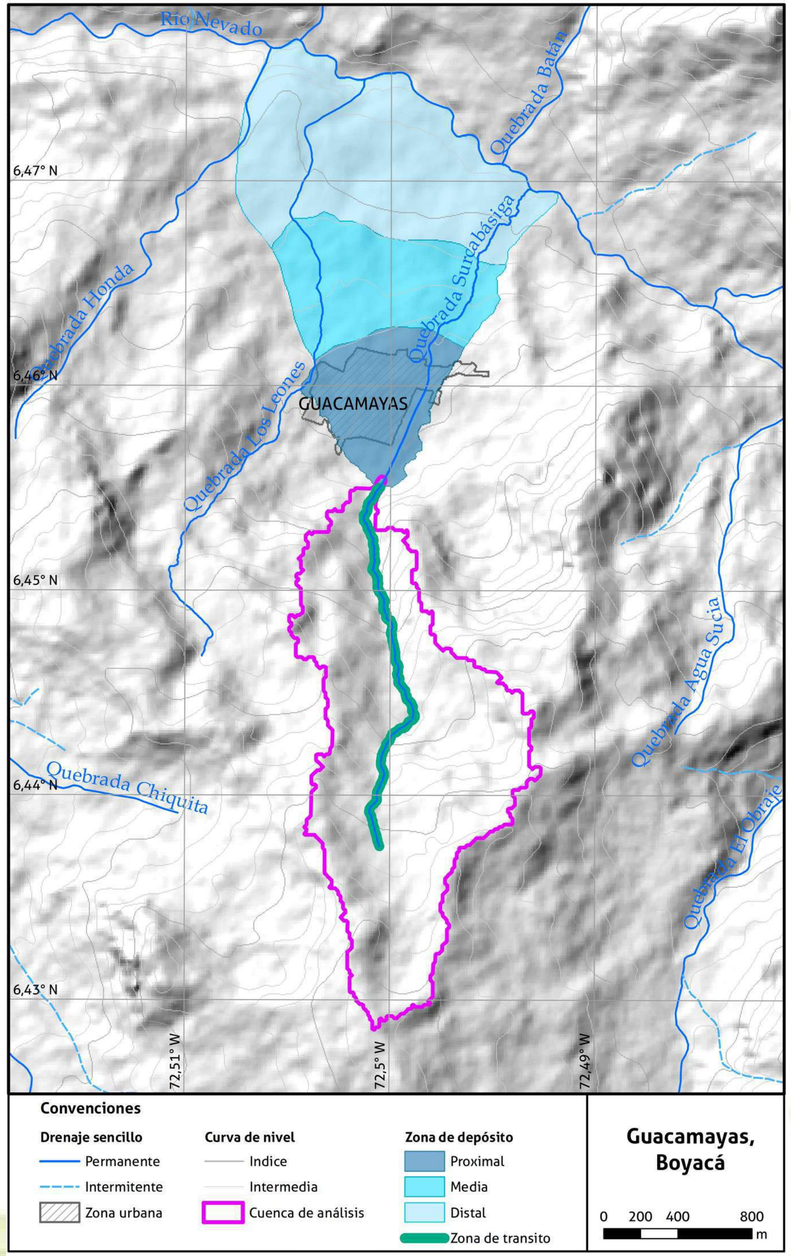


Figura 4. Zonas a identificar dentro de una cuenca y su área de deposito. Tomado de SGC (2021).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Detonantes

Lluvias frecuente

Deshielo

Altas pendientes (Cauces de montaña

Pérdida de la cobertura vegetal

Aporte de lodo, tierra, detritos, bloques, escombros, residuos sólidos domésticos, sólidos

Sismos

Rompimiento de presa

Represamiento

Causas de las AT. Tomado de IDIGER(2012).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Factores que incrementan la posibilidad de AT

Eventos fuertes de precipitación debido a variedad climática

Inadecuada explotación de materiales para construcción

Asentamiento de viviendas en zonas de manejo y preservación ambiental de los cauces

Incendios forestales que destruyen la cobertura vegetal de la cuenca e impermeabilizan el suelo

Factores que incrementan la posibilidad de AT.
Tomado de IDIGER (2012).

Estudios previos de las Avenidas Torrenciales en Colombia

1988

Primeros estudios publicados

Evento torrencial del 14 de abril de 1988 en Envigado Antioquia.

1991

Inventario histórico de Avenidas Torrenciales

La gobernación de Antioquia realiza inventario histórico de AT en Antioquia entre 1930 y 1990 según el Servicio Geológico Regional Noroccidente.

1992

Hermelin, Mejía y Velasquez

- Describe el evento del 21 de septiembre de 1990 de la quebrada La Arenosa en el municipio de San Carlos (Antioquia).
- El evento torrencial del 20 de marzo de 1991 en el río San Francisco en el departamento dé Risaralda

1995

Ministerio de minas y energía, Ingeominas y Unidad Operativa de Medellin

Presentan y describen las avenidas torrenciales del oriente antioqueño.

1996

Parra y Mejía

Presentan y describen la avenida torrencial del área de influencia del embalse de Chivor .

2005

Piedrahita y Hermelin

Describen sobre los eventos ocurridos en 1993 en el río Tapartó del municipio de Andes (Antioquia)

2005

Cadavid y Hermelin

Describen sobren los eventos ocurridos en el 2000 en el municipio de La Estrella (Antioquia).

2011

Caballero

Describe y analiza la susceptibilidad por avenidas torrenciales en el Valle de Aburrá

Estudios previos de AT en Colombia. Tomado de Aristizábal et al.(2020).

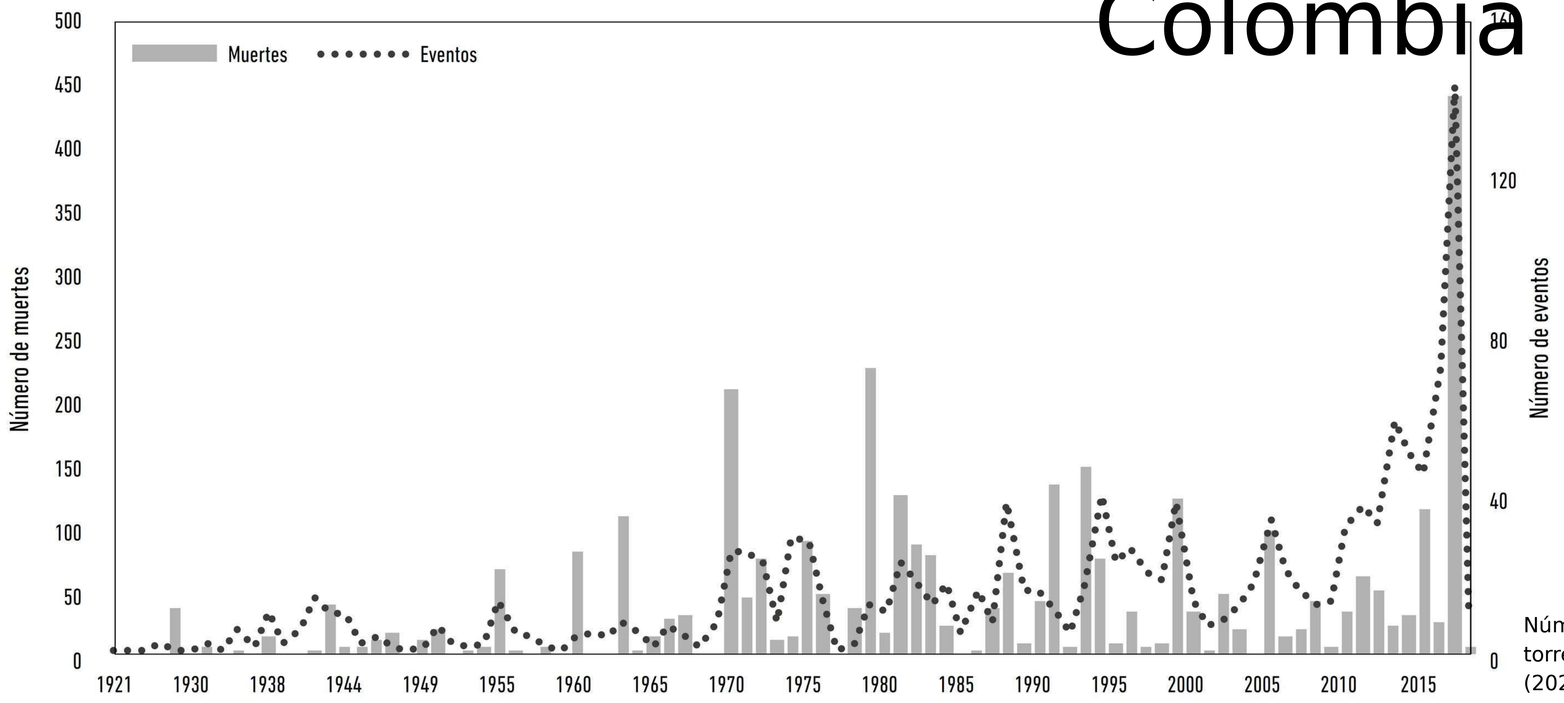
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Amenaza por Avenida Torrencial en Colombia

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Inundación publicada por el IDEAM, las avenidas torrenciales son fenómenos de respuesta rápida detonados por lluvias intensas de corta duración o por la persistencia de lluvias en las cuencas de aporte.

Figura 5. Zonas susceptibles a una AT en Colombia. Tomado de UNGRD (2021).

Zonas y Población expuesta en Colombia



Número de eventos y víctimas fatales asociadas a los eventos de avenidas torrenciales en Colombia para el periodo 1920-2018

Número de eventos y víctimas fatales asociadas a los eventos de avenidas torrenciales en Colombia para el periodo 1920-2018. Tomado de Aristizábal et al. (2020).

Región natural	Número de registros	Personas fallecidas*	Personas afectadas**	Viviendas afectadas	Viviendas destruidas
Amazonía	36	458	51.255	2.689	582
Andina	803	1.815	558.386	8.268	9.208
Caribe	126	433	176.924	6.899	2.193
Orinoquía	62	118	284.288	308	87
Pacífico	331	494	193.912	5.530	1.628
Total	**1.358**	**3.318**	**1.264.705**	**23.694**	**13.698**

Número de eventos, personas y bienes afectados para cada una de las regiones naturales de Colombia

Número de eventos, personas y bienes afectados para cada una de las regiones naturales de Colombia. Tomado de Aristizábal et al.(2020).

Zonas y Población expuesta en Colombia

No.	Departamento	afectados	Prioridad Alta	Prioridad Media	Prioridad Baja
1	Antioquia	52.998	16	14	8
2	Valle	466	13	5	10
3	Huila	44.014	10	11	9
4	Cundinamarca	23.193	7	7	6
5	Boyacá	21.627	3	9	13
6	Tolima	319.508	3	5	11
7	Cauca	46.721	6	6	5
8	Caldas	1.654	6	3	4
9	Santander	32.185	5	5	7
10	N. Santander	15.993	5	3	7
11	Nariño	11.252	2	5	6
12	Chocó	25.075	0	1	5
13	Cesar	19.807	0	2	6
14	Meta	281.145	0	0	4
15	Risaralda	32.185	0	4	7
16	Bolívar	14.771	0	0	4
17	Putumayo	41.100	1	2	3
18	Quindío	6.253	1	4	1
19	Casanare	171	0	2	2
20	Córdoba	15.222	0	0	1
21	Atlántico	5.433	0	0	0
22	Caquetá	22.230	0	3	2
23	Arauca	1.306	0	1	4
24	Magdalena	75.419	0	2	1
25	Guajira	13.371	0	0	3
26	Sucre	356	0	0	0
TOTAL		1.123.455	78	94	129

En el año 2018 la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) presentó una primera aproximación en la priorización a nivel municipal de las avenidas torrenciales, mediante un enfoque basado en la evidencia (registros de desastres por avenidas torrenciales)

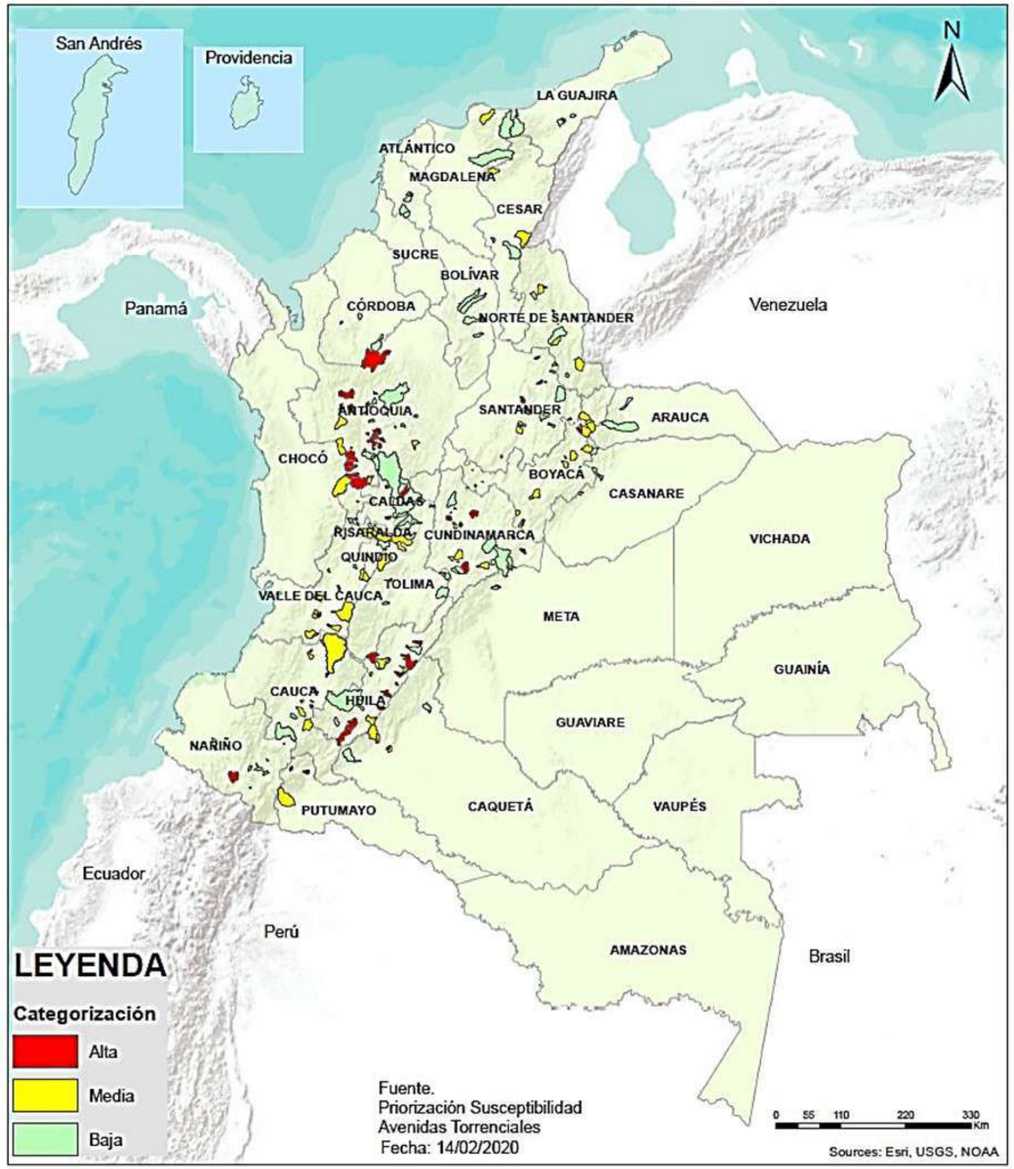


Figura 6. Análisis de la información histórica de avenidas torrenciales por departamentos en Colombia, priorización. Tomado de UNGRD (2021).

Figura 7. Priorización susceptibilidad avenidas torrenciales Tomado de UNGRD (2021).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Impacto de las Avenidas Torrenciales en Colombia

Figura 8. Número de eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos con mayor número de registros. Periodo 14 de noviembre de 1914 a 31 de diciembre de 2019 Tomado de UNGRD (2021).

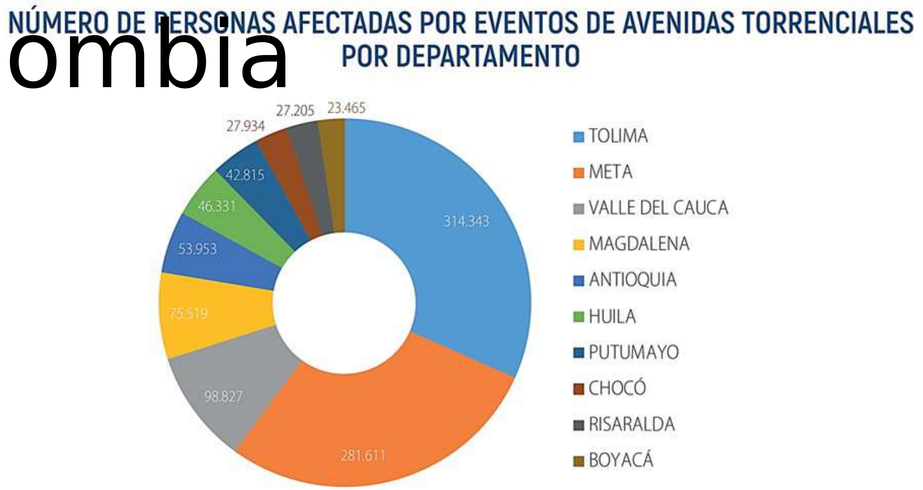


Figura 9. : Número de personas damnificadas por eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos más afectados. Periodo 14 de noviembre de 1914 a 31 de diciembre de 2019. Tomado de UNGRD (2021).

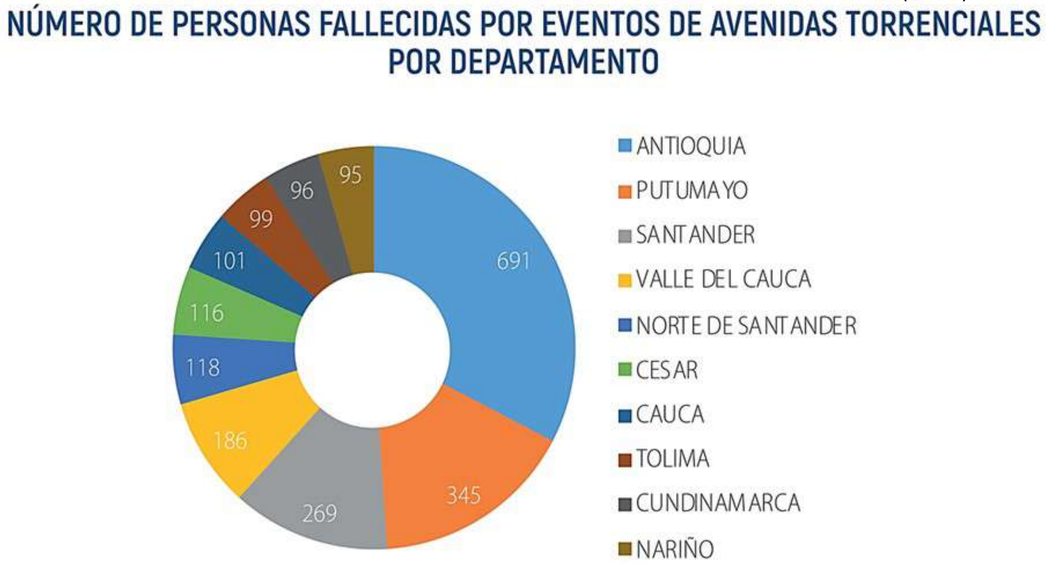
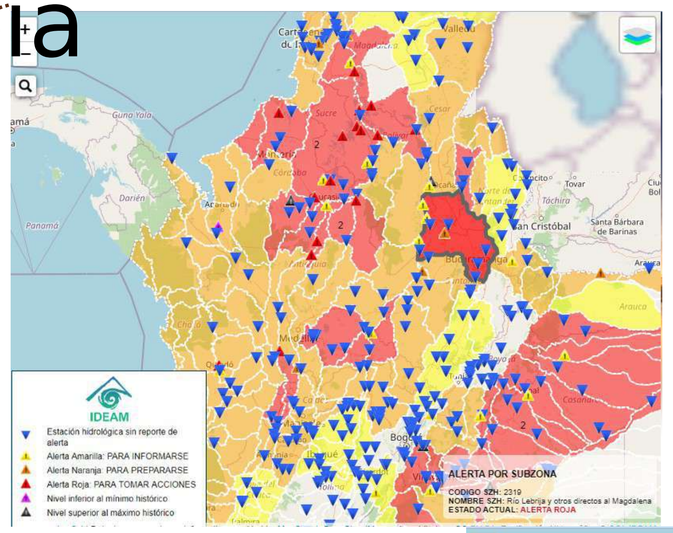


Figura 10.: Número de personas fallecidas por eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos más afectados. Periodo 14 de noviembre de 1914 a 31 de diciembre de 2019.. Tomado de UNGRD (2021).

Figura 11.: Número de viviendas averiadas por eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos más afectados. Periodo 14 de noviembre de 1914 a 31 de diciembre de 2019 Tomado de UNGRD (2021).

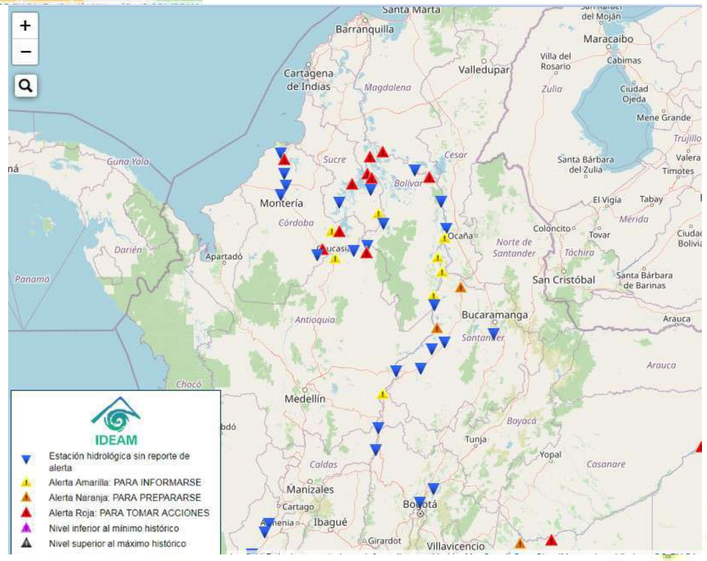
Detección y alerta de AT en Colombia

Fig 12. FEWS COLOMBIA. Tomado de IDEAM (2022).



Sistemas de alerta temprana

Pronóstico hidrológico



BOLETIN HIDROLÓGICO DIARIO

PRONÓSTICO DE LA AMENAZA DIARIA POR DESLIZAMIENTOS

Fig 13. Boletines hidrológicos diarios. Tomado de IDEAM (2022).

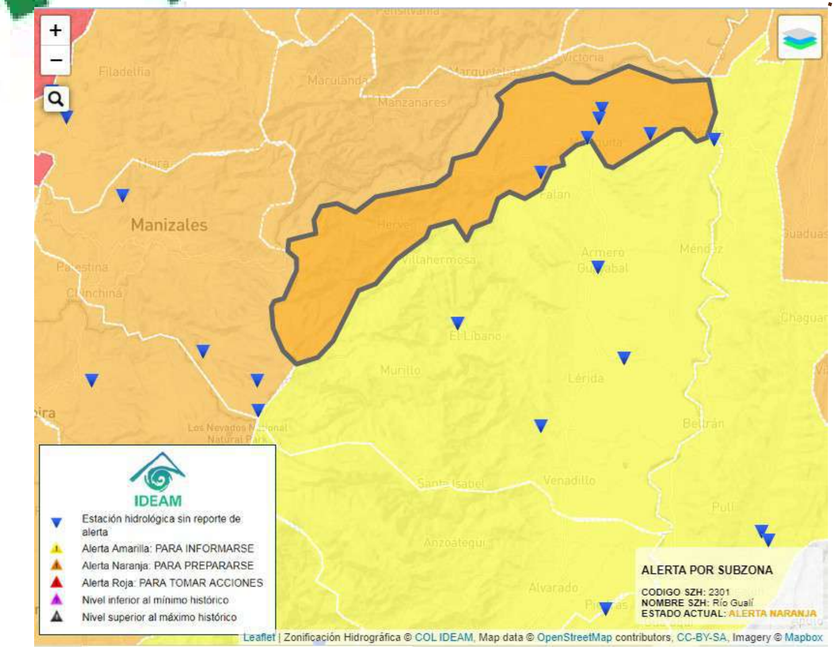


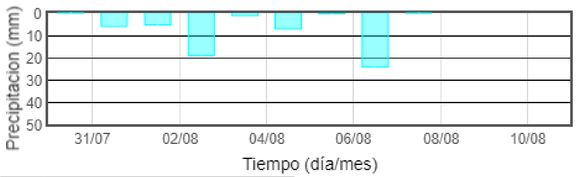
Fig 14. FEWS COLOMBIA. Tomado de IDEAM (2022).

General | Reporte | Datos | SZH

SUBZONA HIDROGRÁFICA RÍO GUALÍ [2301]

AREA HIDROGRÁFICA	MAGDALENA CAUCA
ZONA HIDROGRÁFICA	MEDIO MAGDALENA
SUBZONA HIDROGRÁFICA	RÍO GUALÍ
CODIGO	2301
AREA SUBZONA	876 KM^2
ESTADO ACTUAL	ALERTA NARANJA

Comportamiento de la Precipitación en los últimos 8 días en la subzona



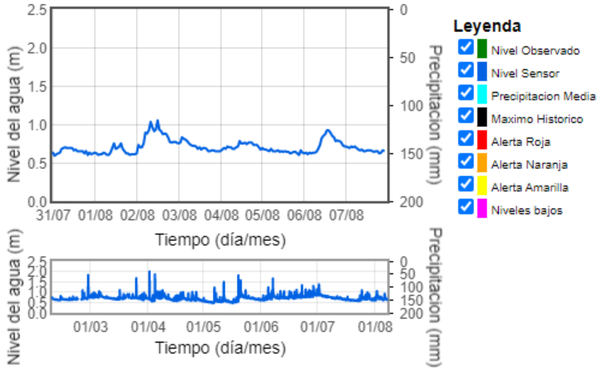
Precipitacion Observada
Precipitacion pronosticada

NOTA: La lluvia observada media en la subzona hidrográfica es resultado de la interpolación de los valores reportados en las estaciones meteorológicas y la estimación del valor promedio en el polígono de la SZH. Para mayor información: atencionalciudadano@ideam.gov.co

General | Reporte | Datos | SZH

ESTACION HIDROLOGICA DE GUALI ALERTAS HONDA [2301700089]

Seleccione la variable: Nivel Caudal

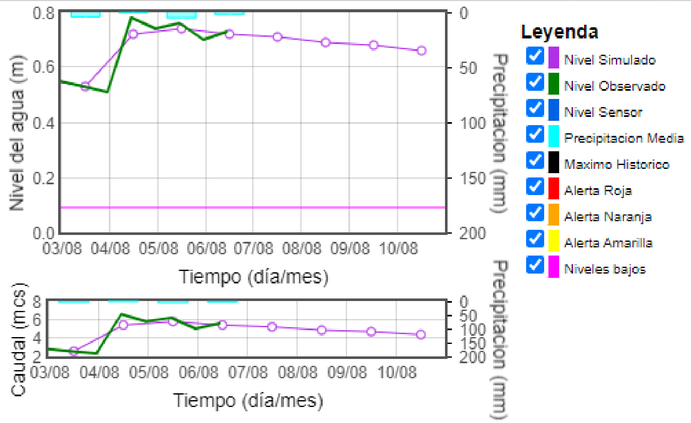


Mostrar posicion del mouse (2/8/2022 6:00, 2.69)

Seleccione el periodo: Ultima semana

General | Reporte | Datos

ESTACION HIDROLOGICA DE PALOGORDO AUTOMATICA [23197690]



Mostrar posicion del mouse (3/8/2022 17:00, 0.91)

Seleccione el periodo: Ultimos 5 dias

TABLA DE DATOS

Mostrar 5 registros por pagina Buscar:

Fecha	Nivel de agua simulado (H.sim)	Caudal simulado (Q.sim)
2022/08/11 07:00		
2022/08/10 07:00	0.66	4.36
2022/08/09 07:00	0.68	4.68
2022/08/08 07:00	0.69	4.84

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Reducción del riesgo

Figura 15. Acciones técnicas de intervención en cuerpos de agua. Tomado de IDIGER (2012).

PROSPECTIVAS

- Sistemas de alerta temprana
- Aseguramiento de infraestructura y de servicios

Fig 16. Canalización. Tomada de Yuzawa Sabo (s.f).

- Clasificación del uso del suelo
- Reubicaciones parciales

CORRECTIVAS

- Obras de reducción como presas de sedimentos
- Obras de canalización derivadas para dar mayor capacidad hidraúlica

Fig 17. Representación presa Sabo. Tomada de Yuzawa Sabo (s.f).

Figura 18. Contramedidas estructurales, presas de sabo en Fengqiu, Taiwan. Tomado de UNGRD (2022).

Medidas de reducción del riesgo. Tomado de UNGRD (s.f).

¿Que hacer en caso de una AT?

Conoce

- Las inundaciones son niveles de agua por encima de lo normal debido al desbordamiento de ríos.
- Las AT en muchos casos ocurren por prácticas humanas inadecuadas como construcción en zonas de depósito de sedimentos, taponamiento de cauces, tala y quema de árboles en zonas de la parte alta de la cuenca.,

Reduce

- Averigua si estás en zonas de ronda o protección ambiental de ríos o zonas de depósito de sedimentos
- No desvíes ni tapones cursos de agua.
- Reforesta las zonas de ronda y alta montaña de los cuerpos de agua
- Observa y vigila cambios en la ladera
- Maneja adecuadamente las aguas lluvia y negras en zonas de ladera

Prepárate

- Define rutas y sitios seguros de evacuación
- Participa en los simulacros de evacuación por avenidas torrenciales
- Conoce la estrategia de respuesta del Municipio por avenida torrencial (si no existe, exija al municipio la elaboración del mismo).
- Conoce a las personas aguas arriba que puedan avisar del nivel del agua en caso de lluvias fuertes.
- Acata las indicaciones de evacuación de las autoridades.

Actúa

- Estar pendiente de los medios de comunicación para estar informado y atienda las indicaciones y recomendaciones de las autoridades y organismos de socorro.
- No cruces ríos, zonas inundadas o puentes donde el nivel de las aguas se acerque al borde del mismo, ya que sus bases pueden estar debilitadas
- No te acerques a cables ni postes de luz

Que hacer en caso de AT. Tomado de IDIGER (2012).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLIMA 24/7. (10 de Noviembre de 2011). ¿Qué es una Avenida Torrencial? [Archivo de Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=BH-j5zaKRNY
- Ramos Cañón, A. M., Reyes Merchán, A. A., Munévar Peña, M. A., Ruiz Peña, G. L., Machuca Castellanos, S. V., Rangel Flórez, M. S., Prada Sarmiento, L. F., Cabrera, M. Ángel, Rodríguez Pineda, C. E., Escobar Castañeda, N., Quintero Ortíz, C. A., Escobar Vargas, J. A., Giraldo Osorio, J. D., Medina Orjuela, M. S., Durán Santana, L., Trujillo Osorio, D. E., Medina Ávila, D. F., Capachero Martínez, C. A., León Delgado, D., Ramírez Hernández, K. C., González Rojas, E. E., Rincón Chisino, S. L., Solarte Blandón, P. A., Castro Malaver, L. C., López Marín, C., Navarro Alarcón, S. del R., & Pérez Moreno, M. A. (Eds.). (2021). Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales. Libros del Servicio Geológico Colombiano. Recuperado a partir de https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/75
- UNGRD (2021). La avenida torrencial es real - Boletín la prevención es de todos. Vol 1 (N° 1). Recuperado a partir de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32902/BoletinAvenidasTorrenciales.pdf?sequence=32&isAllowed=y
- IDIGER (2012). Caracterización general del escenario de riesgo por avenidas torrenciales. Recuperado a partir de https://www.idiger.gov.co/riesgo-por-avenidas-torrenciales
- Corpoamazonia. (2017). Avenida torrencial en Mocoa, Putumayo [Archivo de Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=iT-Irwx9rMQ
- UNGRD (s.f). Reducción del riesgo en caso de avenidas torrenciales. Recuperado a partir de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo%20por%20avenidas%20torrenciales.pdfsequence=2&isAllowed=y
- IDEAM (2022a). FEWS COLOMBIA. Recuperado el 7 de agosto de 2022 a partir de http://www.ideam.gov.co/web/agua/fews
- IDEAM (2022b). Boletines hidrológicos diarios. Recuperado el 7 de agosto de 2022 a partir de http://www.pronosticosyalertas.gov.co/boletin-hidrologico-diario.

Para figuras

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- UNGRD (2021). Flujo de detritos, Mocoa 2017. Recuperada de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32902/BoletinAvenidasTorrenciales.pdf?sequence=32&isAllowed=y
- UNGRD (2021). Flujo de lodos, Piedecuesta 2020. Recuperada de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32902/BoletinAvenidasTorrenciales.pdf?sequence=32&isAllowed=y
- UNGRD (2021a). Zonas de una avenida torrencial. Recuperada de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32902/BoletinAvenidasTorrenciales.pdf?sequence=32&isAllowed=y
- SGC (2021). Zonas a identificar dentro de una cuenca y su área de deposito. Recuperada de https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/75
- Yuzawa Sabo (s.f). Representación presa sabo y canalización. Recuperada de http://www.hrr.mlit.go.jp/yuzawa/gaiyou/english/y-1.htm#:~:text=A%20sabo%20dam%20is%20constructed,the%20bed%20of%20a%20torrent.
- IDEAM (2022a). Visor FEWS COLOMBIA. Recuperada 7 de agosto del 2022 a partir de http://www.ideam.gov.co/web/agua/fews
- IDEAM (2022b). Boletín hidrológico diario. Recuperada 7 de agosto del 2022 a partir de http://www.pronosticosyalertas.gov.co/boletin-hidrologico-diario.

ESCENARIO A NIVEL MUNDIAL PARA AVENIDAS TORRECIALES, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.

PRESENTADO POR :

Yessid Fernando Zabala Garces

María Valentina Rodríguez

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

CONTENIDO

- INTRODUCCIÓN
- CLASIFICACIÓN
- DETONANTES
- PARTES DE UNA AVENIDA TORRENCIAL
- MITIGACIÓN
- EJEMPLOS A NIVEL MUNDIAL

INTRODUCCIÓN

VENIDA TORRENCIAL

Flujo , agua y sedimentos

altas velocidades,

causes definidos.

Salgar (Antioquia) mayo de 2015. UNGRD

CLASIFICACIÓN

Jakob & Hungr (2005)

Los movimientos en masa tipo flujo se pueden clasificar en cuatro categorías:

*flujos de detritos

*flujo de lodos

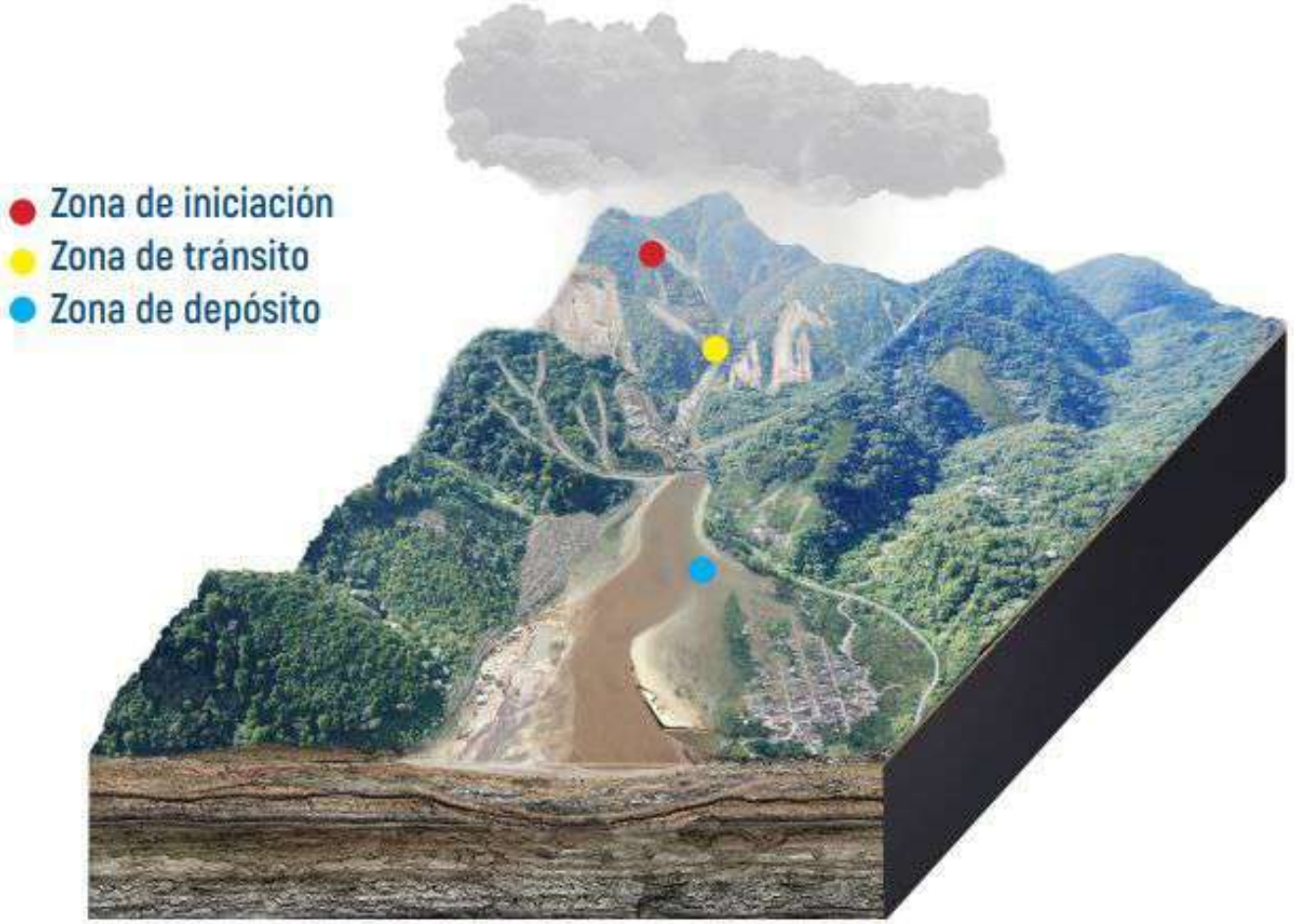
avalancha de detritos

inundaciones de detritos

Detonantes de las avenidas torrenciales:

precipitaciones intensas, sismos, MM, rotura de presas naturales o artificiales y grandes volumenes de agua por deshielo.

Partes de una avenida torrencial

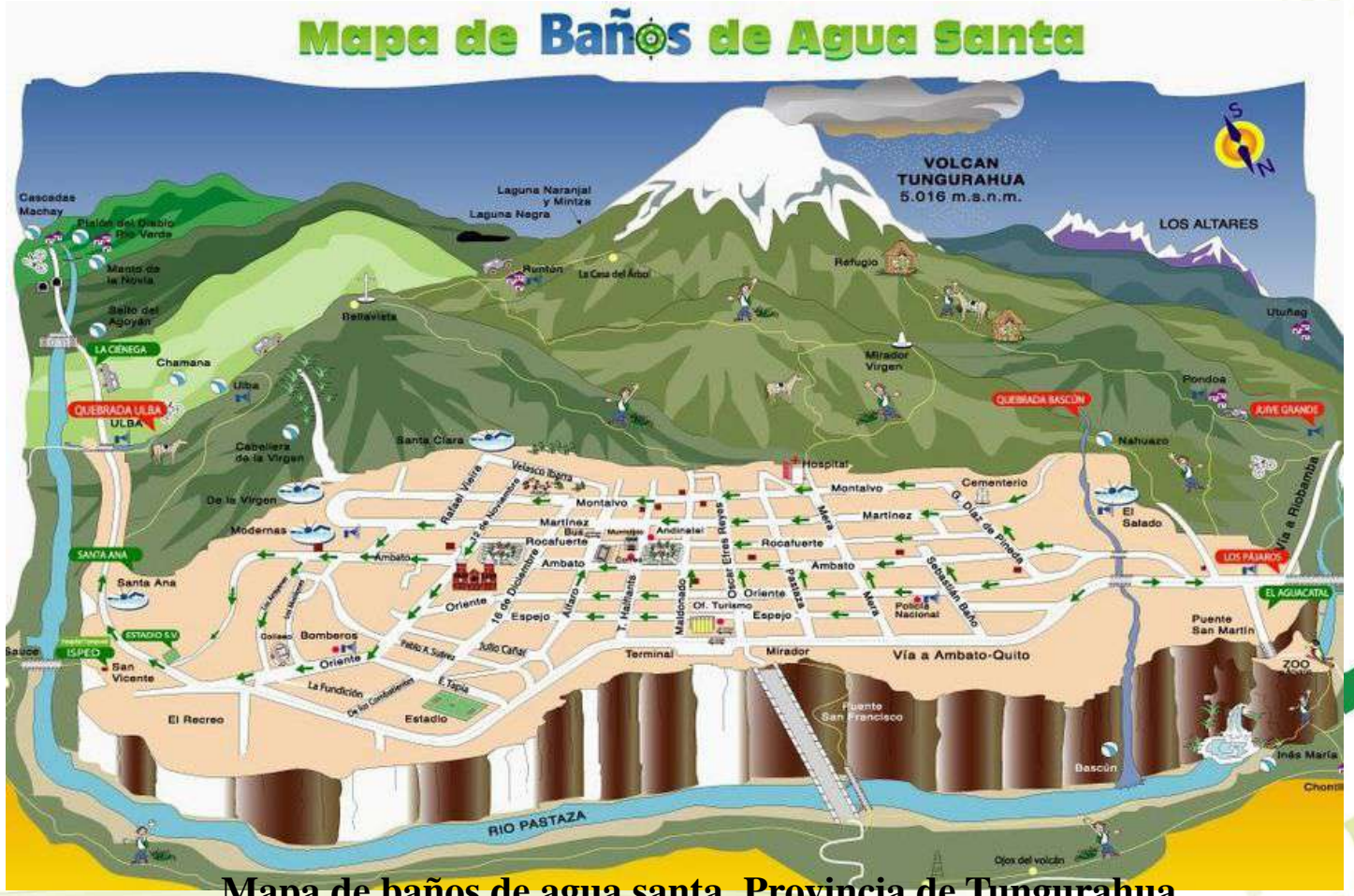


ECUADOR

Emergenica en el Bascún

22 de Agosto del 2008

Mapa Ecuador (Modificado de Google)

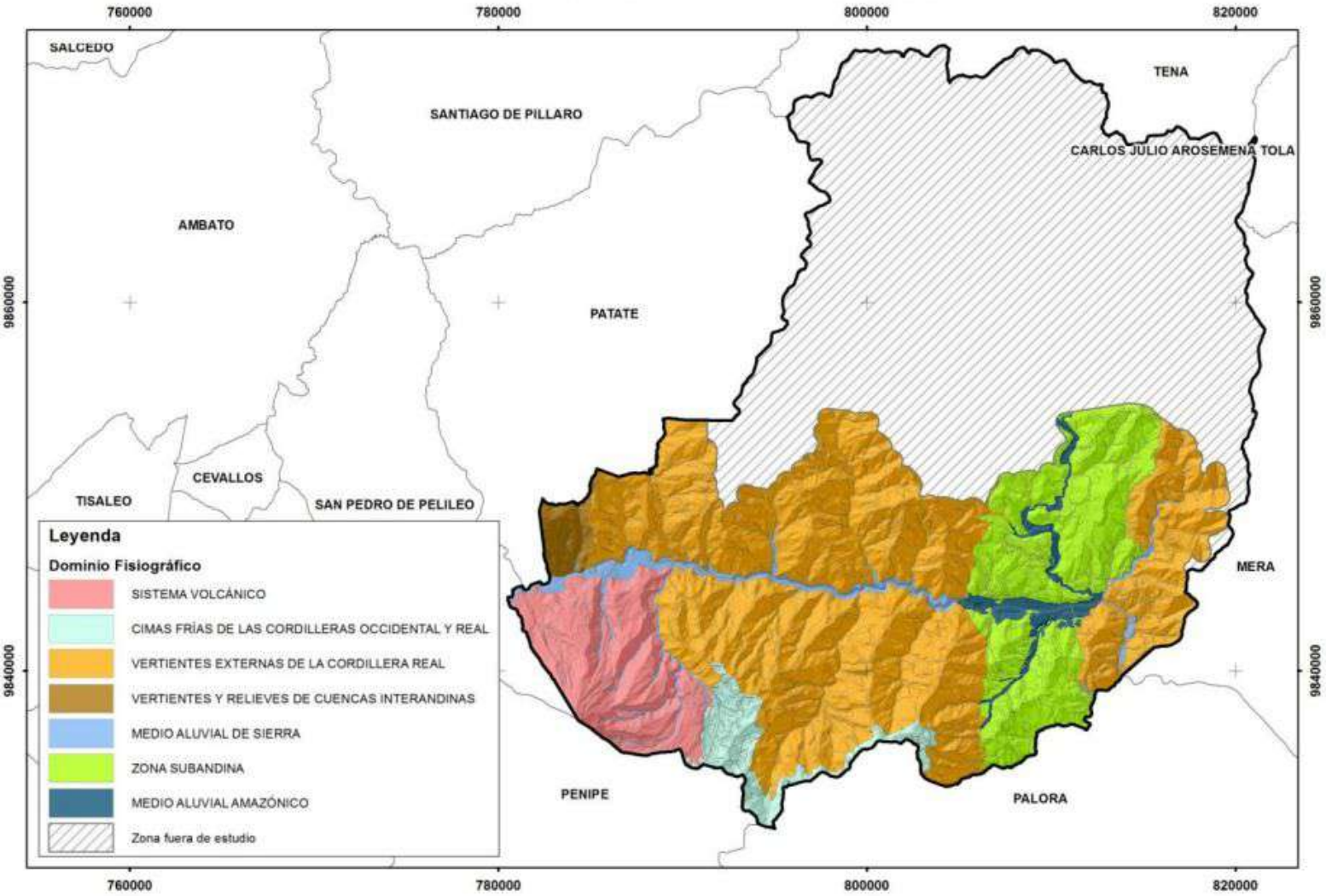


Mapa de baños de agua santa, Provincia de Tungurahua

Ecuador (Ecuador Turístico)

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

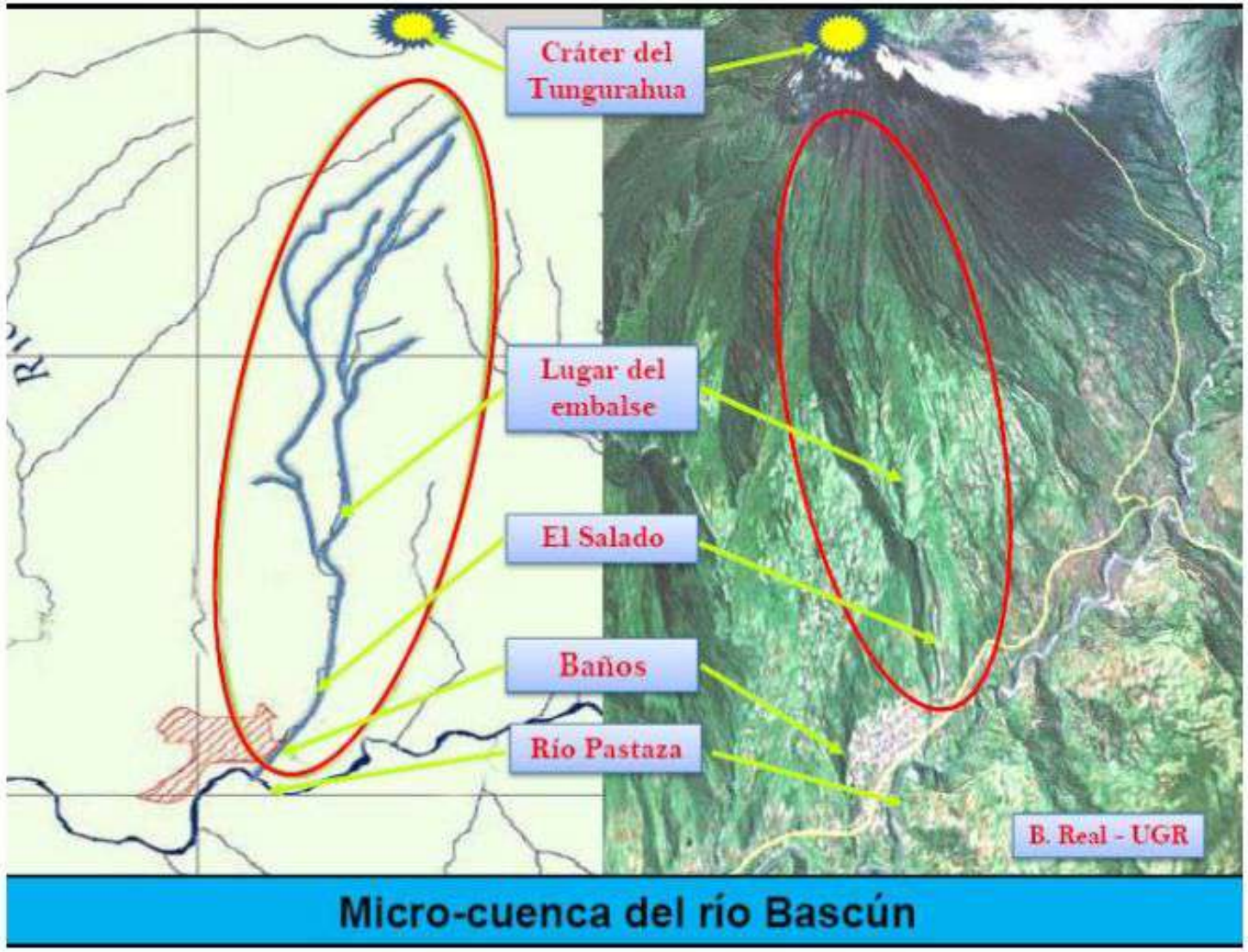
Universidad Industrial de Santander



REGIÓN	DOMINIO FISIOGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema Volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
		Paisajes de páramo con modelado periglaciar y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes y Relieves de Cuencas Interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Medio Aluvial de Sierra	Medio Aluvial de Sierra
AMAZONÍA	Zona Subandina	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Medio Aluvial Amazónico	Medio Aluvial Amazónico

Contextos morfológicos presentes en el cantón Baños de Agua Santa.(CTN)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



Contribuyentes

*Lluvias constantes

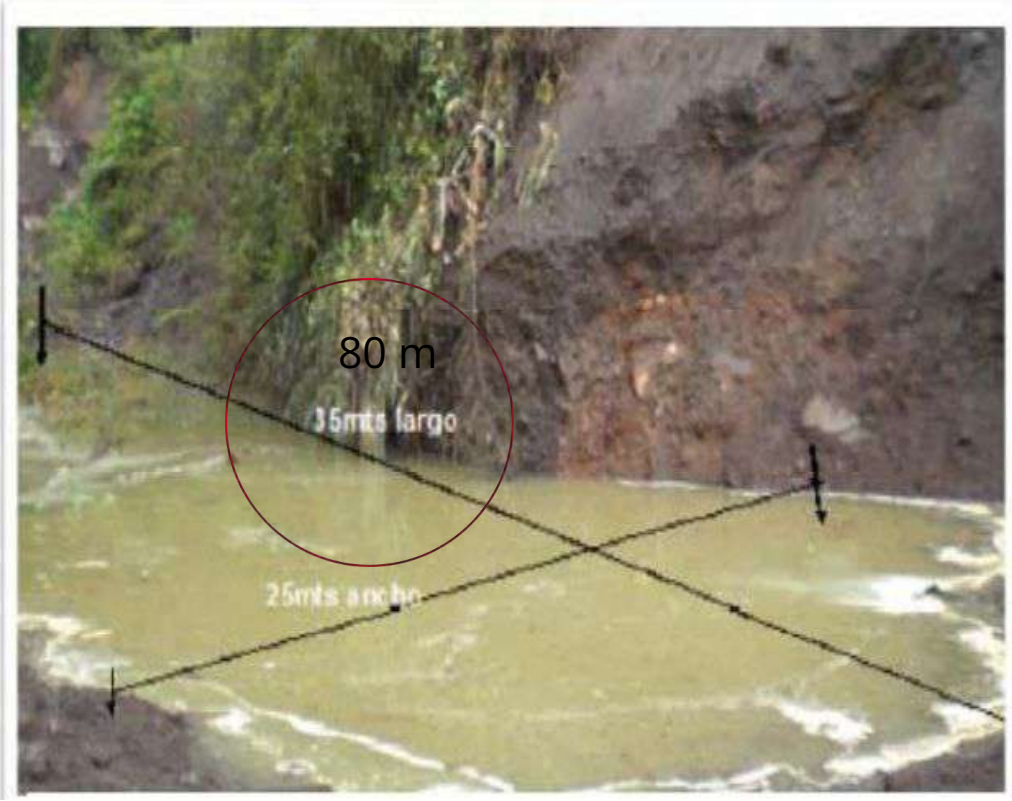
*Pendientes

*Permeabilidad

*Geología

*Mal uso de suelos

Emergencia en el Bascun Gestion de Riesgos Tungurahua Ecuador Sudamerica. (2008).



Embalse creado por el deslizamiento de tierra

Vista general de una sección del embalse tres días depúes de la avenida torrencial

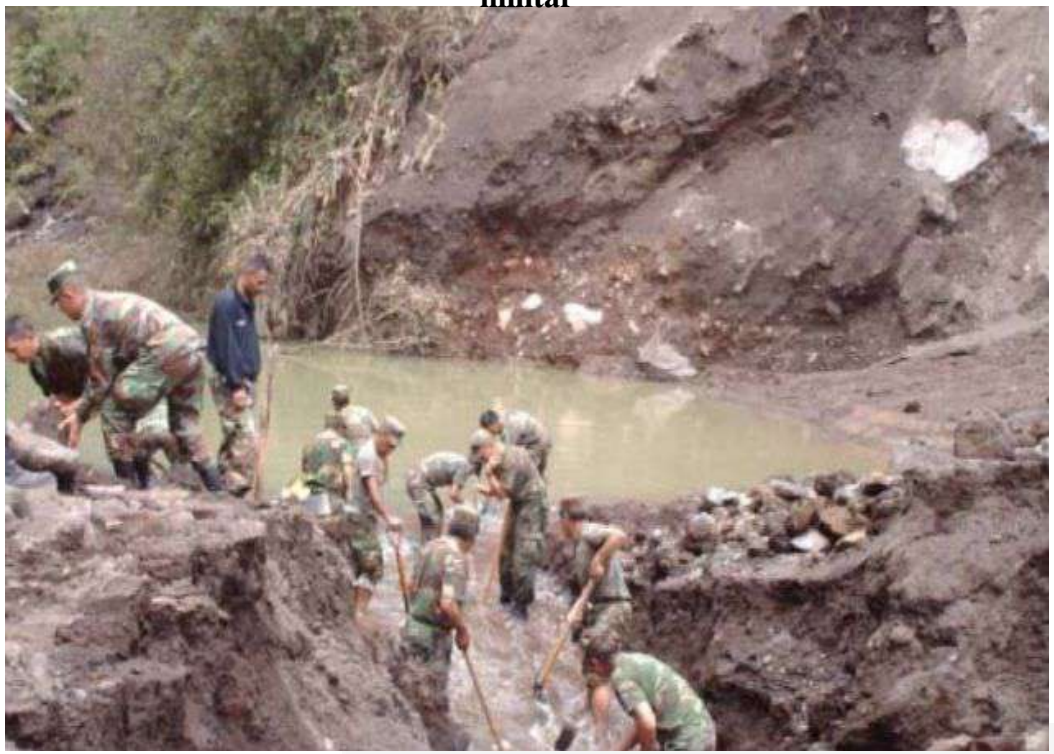
Material en el cause del río Bascún

Detonante

*Producto del desplazamiento de agua producido por un deslizamiento ocurrido directamente sobre el espejo de agua formado y que por varios días se había estado incrementando por haberse tapado su drenaje.

Emergencia en el Bascun Gestion de Riesgos Tungurahua Ecuador Sudamerica. (2008). EMERGENCIA EN EL BASCÚN

Canal construido por perosnal militar



Efectos de la erosión hídrica a causa de la avenida

- **Muerte de 2 niños**
- **Destrucción del complejo turístico conocido como El Salado**
- **Destrucción de dos casas ubicadas en el lado oriental del río y afectación de infraestructura**
- **$ 700.000**

Emergencia en el Bascun Gestion de Riesgos Tungurahua Ecuador Sudamerica. (2008). EMERGENCIA EN EL BASCÚN

AVENIDA TORRENCIAL EN LA INDIA

7 FEBRERO 2021

UBICACIÓN: distrito de Chamoli, Estado de Uttarakhand, Cordillera del Himalaya,

GOOGLE EARTH 2021

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Como sucedió?

*Se genero una avalancha (Trishul- 7120m).

*El rio Rishi Ganga creció 16.2 metros.

*El Instituto Indio de Percepción Remota (IIRS) 3 millones m3.

Daños

2 centrales hidroeléctricas

157 desaparecidas

P INTERNATIONAL 2021

ALEMANIA

Erftstadt, Alemania

Rios de la región arrasando todo tipo de escombros, Verviers, Bélgica

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Julio del 2021

Google Earth / Getty Images BBC

Bad Neuenahr-Ahrweiler

- **Más de 180 personas fallecidas**
- **Inundaciones relacionas con avenidas torrenciales**
- **Record en precipitaciones en Europa Occidental**

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

BIBLIOGRAFÍA

- BBC News Mundo. (2021, 18 julio). Más de 180 muertos y cientos de desaparecidos en las «catastróficas» inundaciones en Europa. https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-57849341
- Emergencia en el Bascun Gestion de Riesgos Tungurahua Ecuador Sudamerica. (2008). EMERGENCIA EN EL BASCÚN. https://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Vulnerabilidad/Emergencia-Bascun-Gestion-Riesgos-Tungurahua-Ecuador-Sudamerica.html
- GEOBRUGG https://www.youtube.com/watch?v=hMu9VAEGe1A&t=10s
- PINERNATIONAL (2021).https://www.elperiodico.com/es/internacional/20210207/avalancha-agua-lodo-causa-9-11503634
- RTVE.es. (2021, 18 julio). Las causas de las inundaciones en Centroeuropa. https://www.rtve.es/noticias/20210718/causas-inundaciones-centroeuropa-cambio-climatico-factor-humano/2132441.html
- UNGRD(2021).https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32902/BoletinAvenidasTorrenciales.pdf?sequence=32&isAllowed=y

Escenario de Avenidas torrenciales a nivel nacional: Eventos, causas y magnitud de daños

Universidad Industrial de Santander

Presentado por:
Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576
Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

#LaUISqueQueremos

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS
CAMPO III

74 años 1948-2022

Universidad Industrial de Santander

01 **Generalidades**

- ¿Qué son las avenidas torrenciales?
- Tipos y causas de avenidas torrenciales

02 **AT en Colombia**

- Distribución en Colombia
- Eventos históricos

03 **Eventos históricos**

- El Playón, Santander 1979
- Salgar, Antioquia 2015
- Mocoa, Putumayo 2017

GENERALIDADES

¿Qué son las Avenidas Torrenciales?

Video 1. *¿Qué son las avenidas torrenciales?*. Tomado de: Alcaldía Municipal de Tarso (2022)

GENERALIDADES

¿Qué son las Avenidas Torrenciales?

Una avenida torrencial es un flujo formado por una mezcla de sedimentos y agua en diferentes proporciones, transportándose a altas velocidades a lo largo de cauces definidos

Figura 1. *Los barrios Altos del Bosque, Los Pinos, Laureles y San Miguel de Mocoa, Putumayo.* Tomado de: EL TIEMPO (2017)

Figura 2. *Avenida torrencial en Salgar (Antioquia)* Tomado de: UNGRD (2015)

GENERALIDADES

¿Qué son las Avenidas Torrenciales?

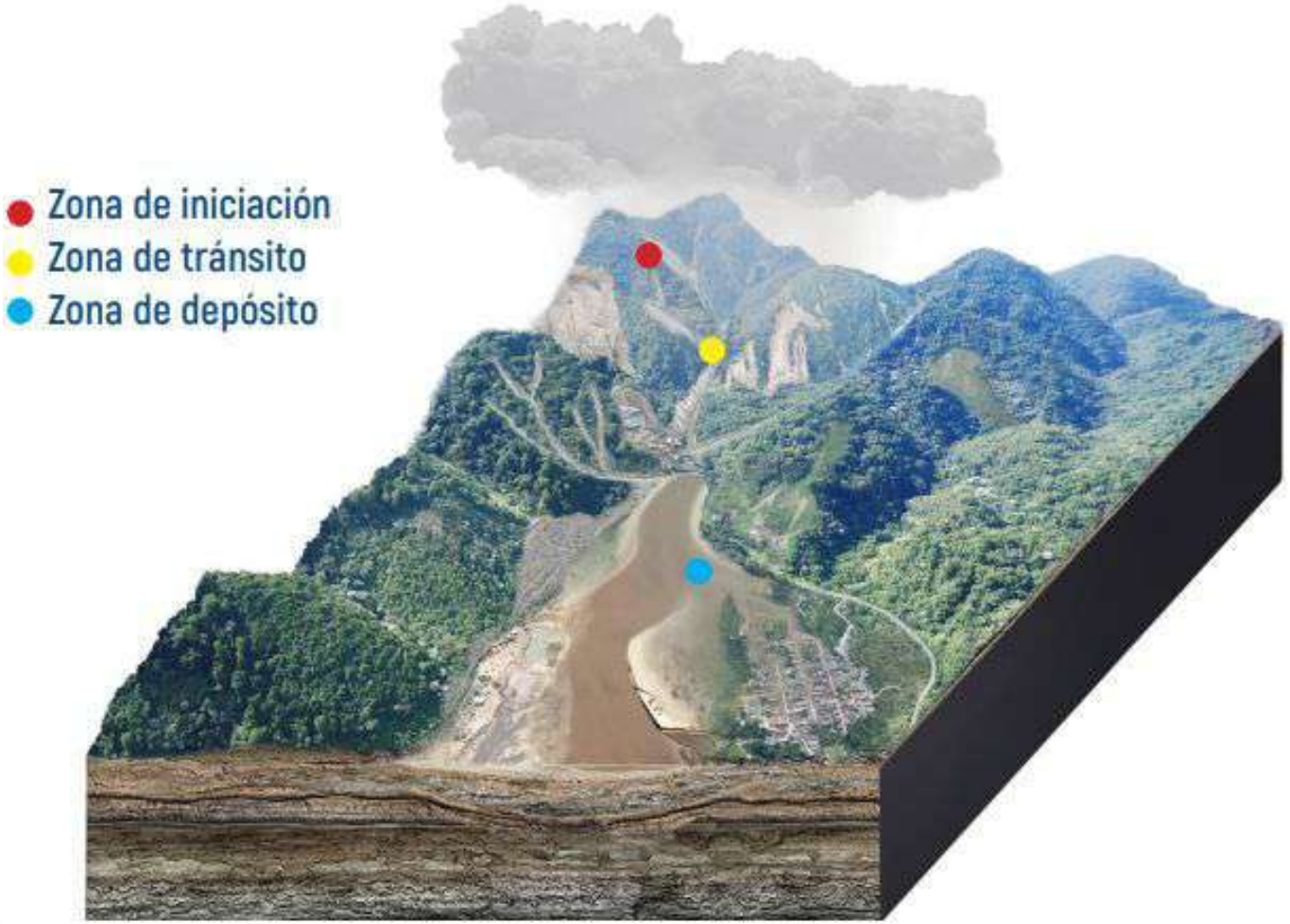


Figura 3. *Zonas de una AT.* Tomado de: UNGRD (2021)

GENERALIDADES

Tipos y causas de las Avenidas Torrenciales

CAUSAS

- Precipitaciones intensas
- Sismos
- Enjambres de movimientos en masa
- Roturas de presas naturales o artificiales
- Deshielo

TIPOS

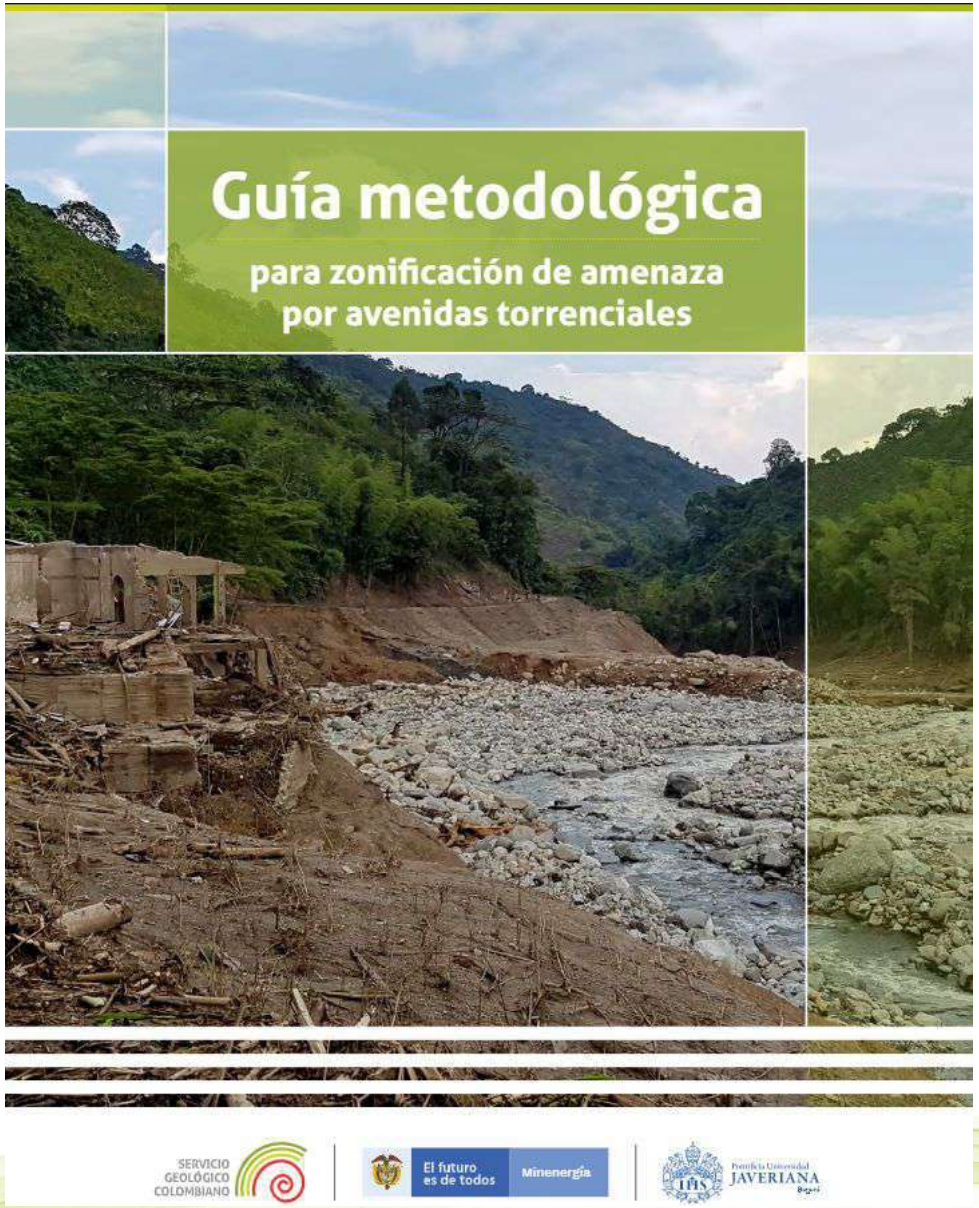
- Flujo de lodos
- Flujo de detritos Jakob & Hungr (2005)

Figura 4. *Causas de las avenidas torrenciales.* Tomado de: IDIGER (2022)

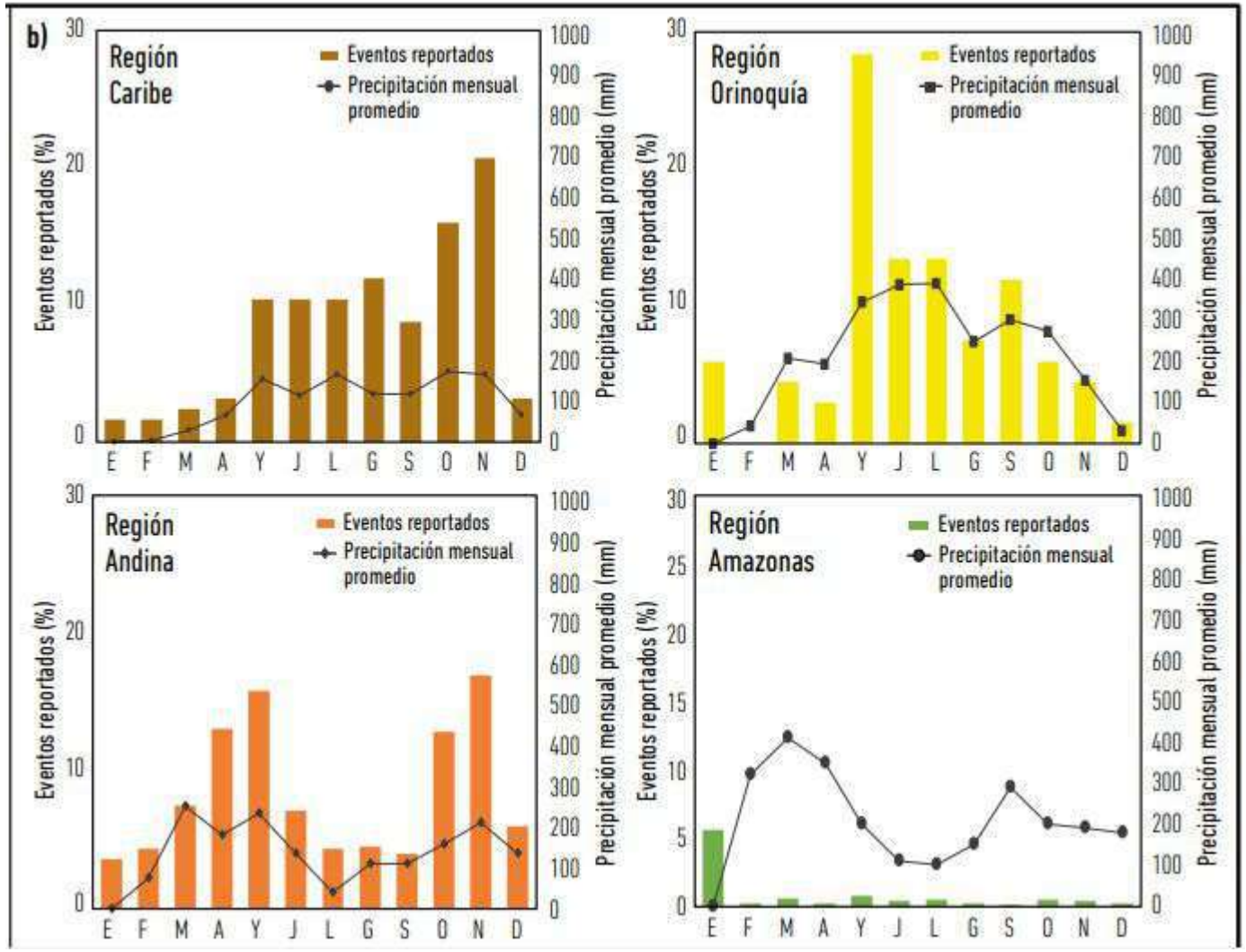
Figura 5. *Flujo de lodos en Piedecuesta (Santander)* . Tomado de: UNGRD (2020)

Figura 6. *Flujo de detritos en Mocoa (Putumayo).* Tomado de: UNGRD (2017)

GENERALIDADES



Distribución de AT en Colombia



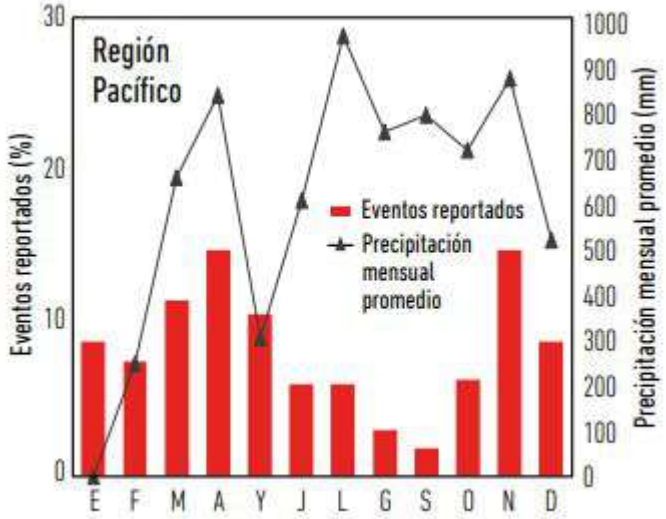


Figura 7.*Distribución intraanual de los eventos de avenida torrencial para cada región*. Tomado de: Aristizabal *et al*,. (2020)

Distribución de AT en Colombia

Figura 8. T: Zonas susceptibles a avenidas torrenciales en Colombia Tomado de: IDEAM (2010)

Distribución de AT en Colombia

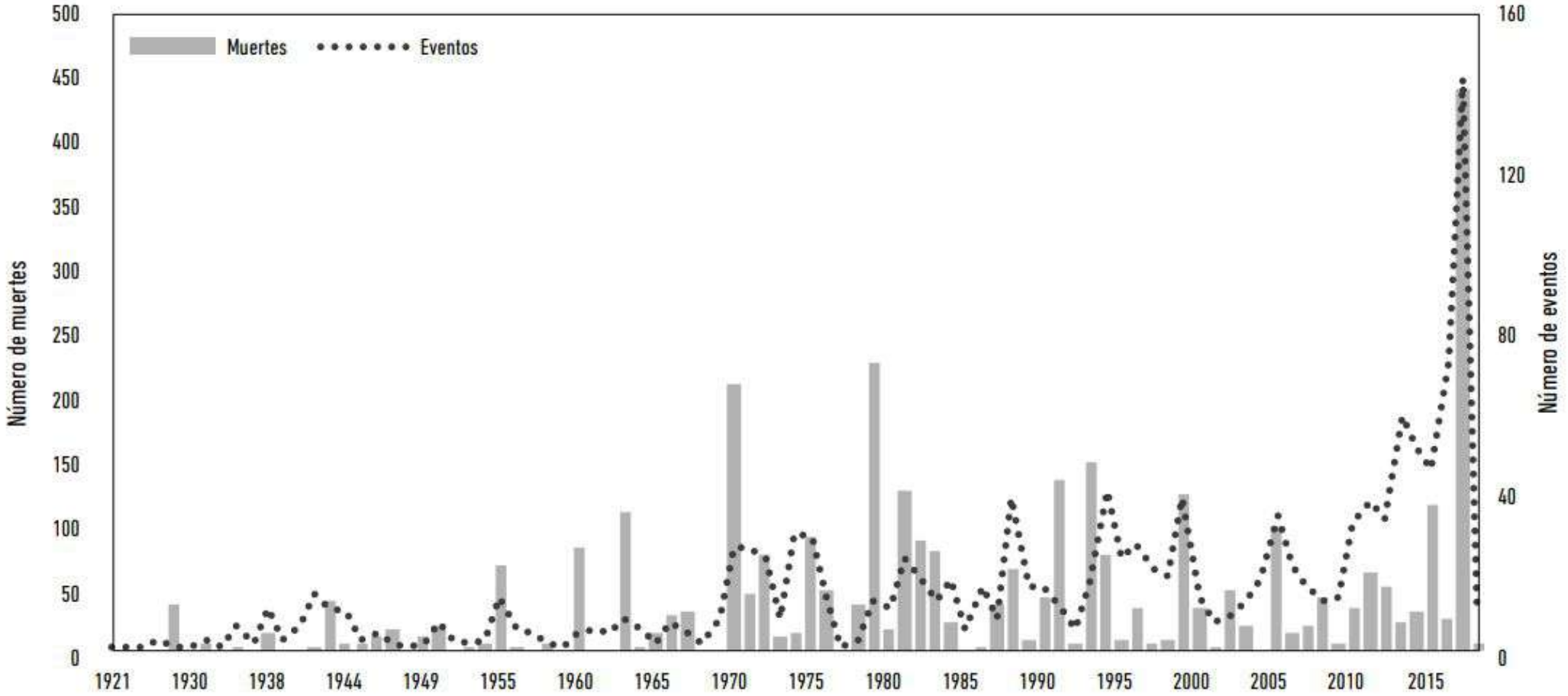


Figura 9.*Número de eventos y víctimas fatales asociadas a los eventos de avenidas torrenciales en Colombia para el periodo 1920-2018*. Tomado de: Aristizabal *et al.*, (2020)

Distribución de AT en Colombia

Figura 10. *Número de eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos con mayor número de registros* Tomado de: UNGRD (2021)

- Antioquia 217
- Valle del Cauca 174
- Cundinamarca 120
- Huila 119
- Cauca 115

En Colombia el total de personas afectadas por AT es de 1.192.397, donde 50 %
- Tolima 314.343
- Meta 281.611

Figura 11. *Número de personas damnificadas por eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos más afectados.* Tomado de: UNGRD (2021)

Distribución de AT en Colombia

Figura 12. *Número de personas fallecidas por eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos más afectados* Tomado de: UNGRD (2021)

En Colombia el total de personas fallecidas por AT es de 2.621, donde 50 %
- Antioquia 691
- Putumayo 345
- Santander 269

En Colombia el total de viviendas afectadas por AT es de 24.684, donde 35 %
- Cauca 2.473
- Chocó 2.214
- Tolima 2.064
- Córdoba 1.862

Figura 13. *Número de viviendas averiadas por eventos de avenidas torrenciales en los 10 departamentos más afectados.* Tomado de: UNGRD (2021)

Eventos históricos de AT en Colombia

Tabla 1. *Los 10 eventos de avenidas torrenciales más críticos en términos de vidas humanas registrados en Colombia.*
Tomado de: Aristizabal *et al.*, (2020)

Fecha evento(d/m/a)	Departamento/Municipio de ocurrencia	Personas fallecidas	Personas desaparecidas	Viviendas afectadas y destruidas
1/04/2017	Putumayo/Mocoa	332	77	1.200
25/11/1979	Santander/El Playón	200		500
18/05/2015	Antioquia/Salgar	93	11	309
8/05/1960	Antioquia/Salgar	80		10
10/11/1970	Cesar/Chiriguaná	60	120	30
26/04/1993	Antioquia/Andes	56		70
18/12/1993	Antioquia/Dabeiba	55	13	196
13/08/1981	Arauca/Saravena	50	41	34
15/04/1963	Boyacá/Paz de Río	50		10
25/01/1972	Norte de Santander/Labateca	50	30	14

Caso: El Playón, Santander - 1979

Fecha: 25/Noviembre/1979
Lugar: El Playón, Santander, Río Playonero
Víctimas mortales: 200
Infraestructura afectada: 500

Figura 15 **.** *Rio Playonero.* Tomado de: alcaldiaelplayon (2018)

Figura 14. *Avenida torrencial de 1979 en El Playón.*
Tomado de: Vanguardia Liberal (2020)

Caso: El Playón, Santander - 1979

- **Susceptibilidad alta/muy alta** para amenaza relativa por **movimientos en masa** escala 1:100.000

- Deslizamientos traslacionales, rotacionales y flujo de detritos

- Materiales fracturados por fallas Casitas y La Vega

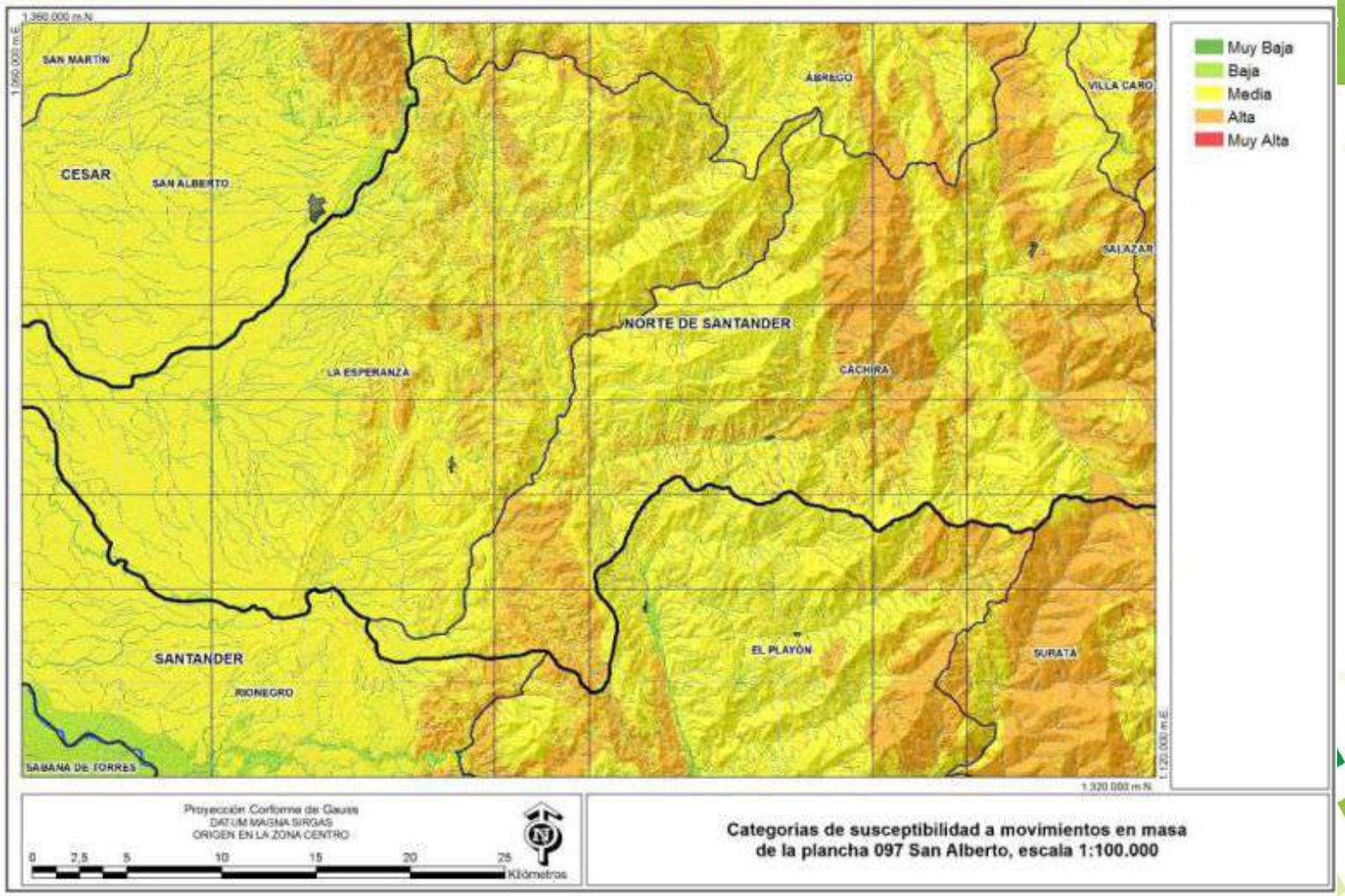


Figura 15. *Categorías de susceptibilidad a movimientos en masa de la plancha 97 - San Alberto.* Tomado de: SGC (2015)

Vídeo 2. *Avalancha en El Playón*. Tomado de: Vanguardia Liberal (2020)

Caso: Salgar, Antioquia - 2015

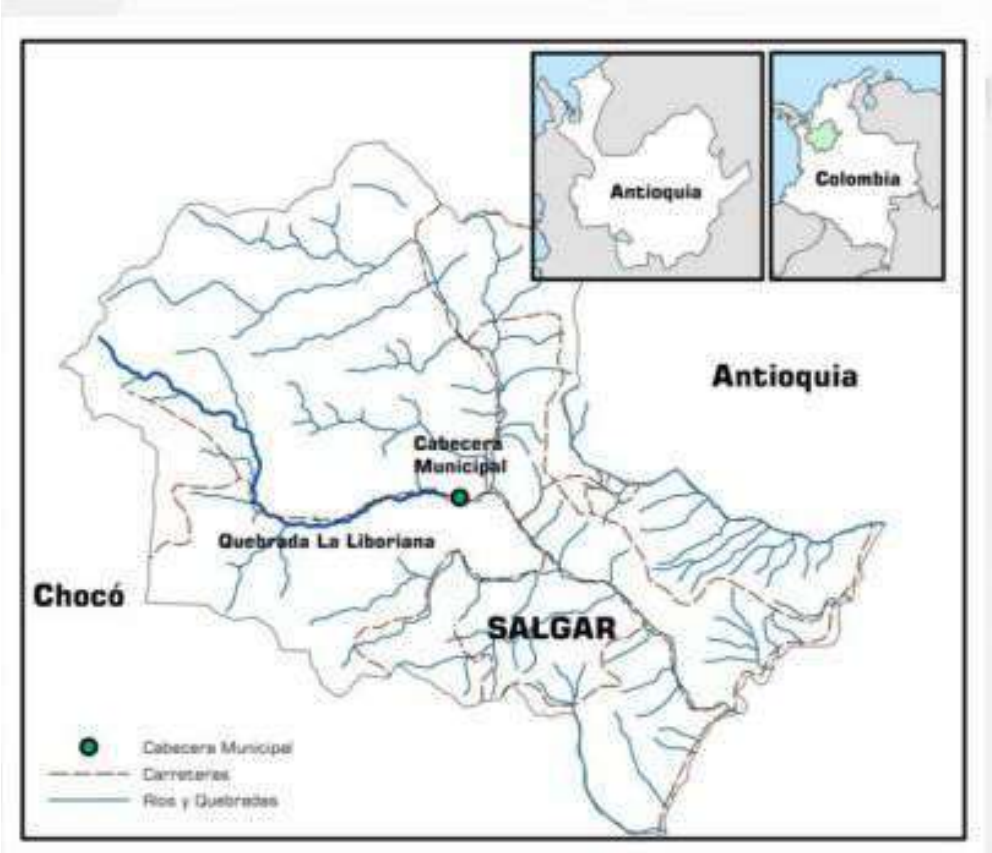


Figura 16. *Localización de la avenida torrencial de Salgar*. Tomado de: ERN (2015)

Fecha: 18/Mayo/2015
Lugar: Salgar, Antioquia
Víctimas mortales: 93
Personas desaparecidas: 11
Infraestructura afectada: 309
Causa: Desbordamiento de quebrada La Liboriana por lluvias intensas
Material transportado: Lodo, rocas y árboles

Figura 17. *Quebrada La Liboriana, Salgar, luego de la avenida torrencial*. Tomado de: El Espectador (2015)

Vídeo 3. *Atención a emergencia presentada en Salgar, Antioquia*. Tomado de: UNGRD (2015)

Caso: Mocoa, Putumayo - 2017

Figura 18. *Avenida torrencial de Mocoa 2017*. Tomado de: ElMundo.com (2017)

Fecha: 01/Abril/2017
Lugar: Mocoa, Putumayo
Víctimas mortales: 332
Personas desaparecidas: 77
Infraestructura afectada: 1200
Causa: Desbordamiento de quebradas y movimientos en masa detonados por precipitaciones intensas

Figura 19. Reactivación de flujos y deslizamientos por *avenida torrencial de Mocoa 2017*. Tomado de: MiPutumayo (2017)

Condicionantes del evento Mocoa (2017)

Universidad Industrial de Santander

ANTECEDENTES

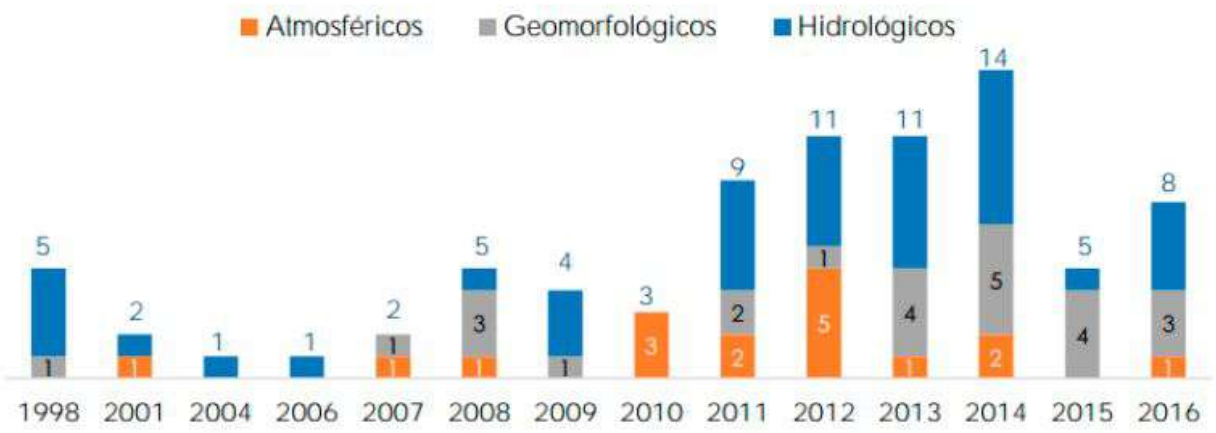


Figura 20. *Registro histórico de desastres en Mocoa, 1998-2016*. Tomado de: Palomo (2021)

LOCALIZACIÓN Y CLIMA

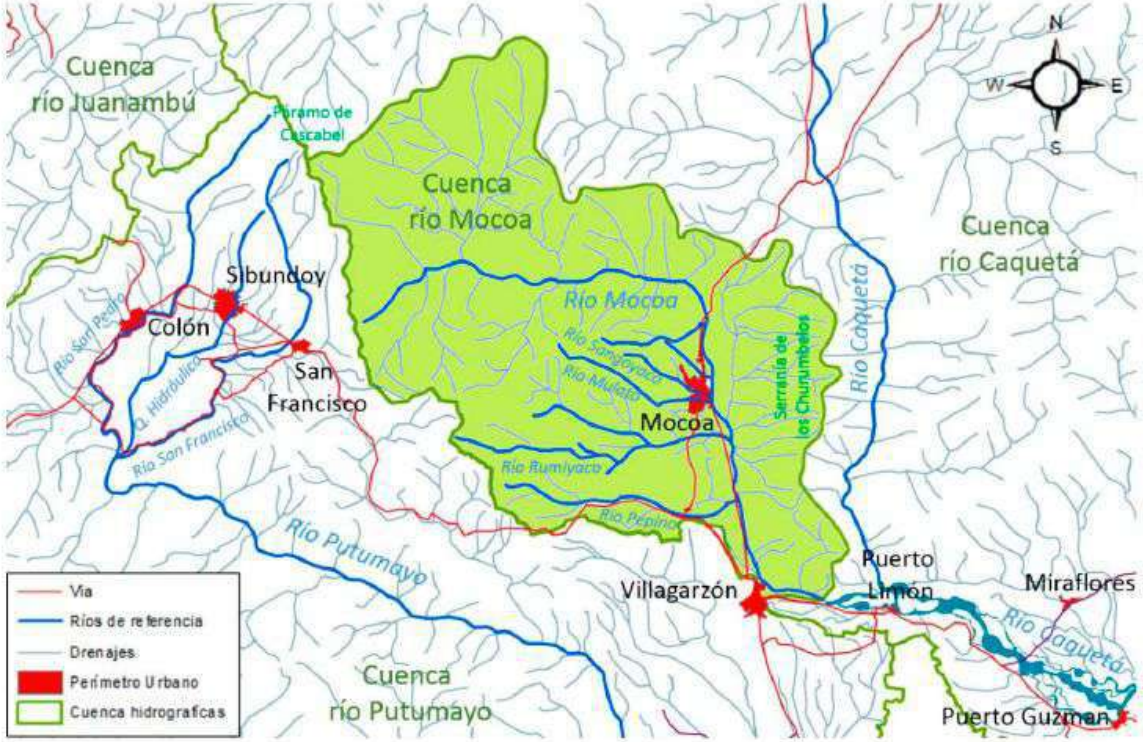


Figura 21. *Localización de la cuenca del río Mocoa*. Tomado de: Palomo (2021)

Condicionantes del evento Mocoa (2017)

Video 4. *Mocoa, explicación geológica de la tragedia del 31 de marzo de 2017*. Tomado de: SGC (2018)

Desastre e impacto

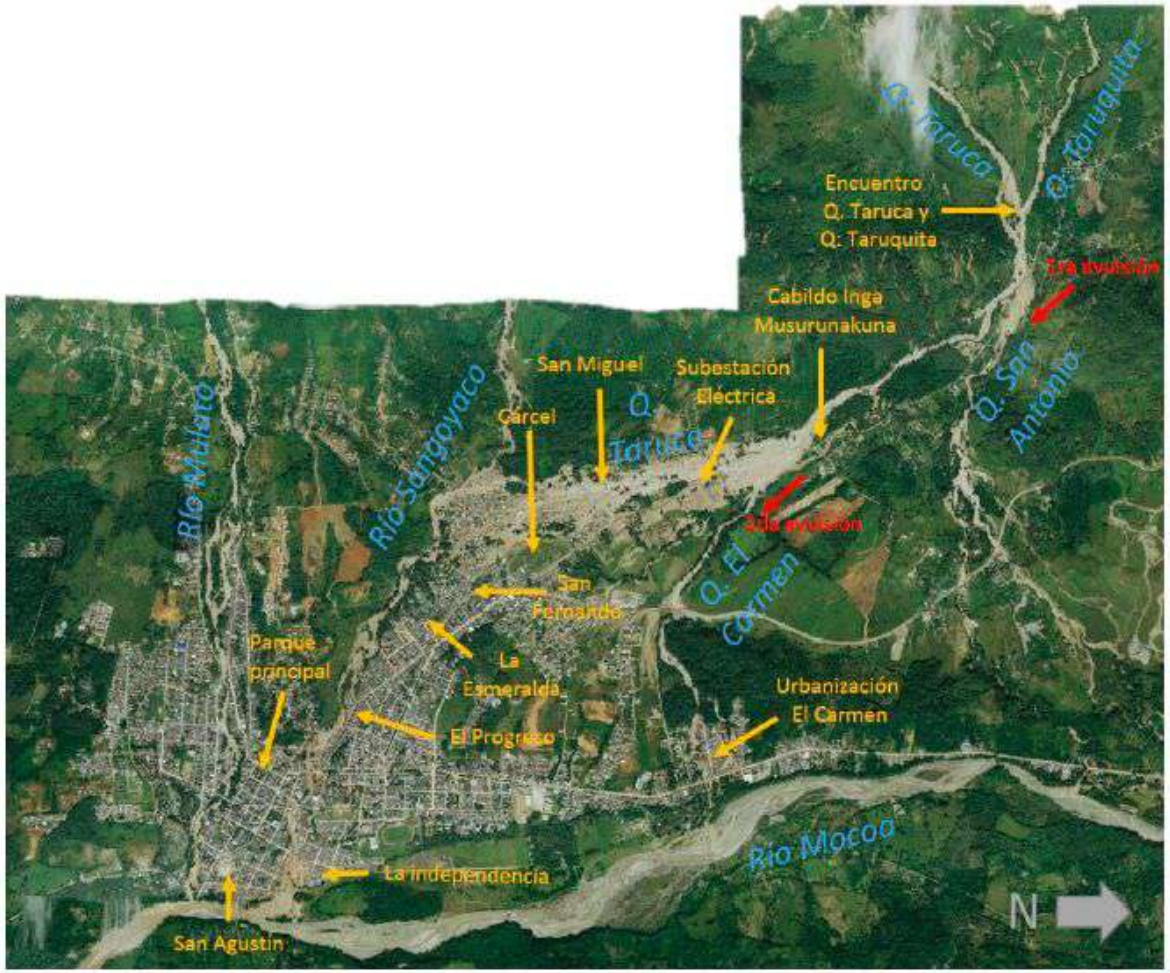


Figura 22. *Caracterización del desastre-6 de abril de 2017*. Tomado de: Palomo (2021)

Figura #. *Barrio El Progreso, Mocoa en 2018*. Tomado de: Palomo (2021)

Figura 23. *Fases del proceso posdesastre*. Tomado de: Palomo (2021)

REFERENCIAS

Aristizabal, E; Arango, M.I & García, I.K. (2020). *Definición y clasificación de las avenidas torrenciales y su impacto en los Andes colombianos.* Tomado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2020000100242#:~:text=define%20las%20avenidas%20torrenciales%20como,cauce%20desde%20las%20laderas%20adyacentes

Palomo, Y.P. (2021). *Ordenamiento territorial en Mocoa. Una nueva configuración territorial posdesastre.* Tomado de: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80315?show=full

UNGRD. (2021). L*a avenida torrencial es real - Boletín LA PREVENCIÓN ES DE TODOS.* Tomado de: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32902/BoletinAvenidasTorrenciales.pdf?sequence=32&isAllowed=y

El Espectador. (2015). *Avalancha en Salgar, otra tragedia anunciada.* Tomado de: https://blogs.elespectador.com/actualidad/el-rio/avalancha-en-salgar-otra-tragedia-anunciada

ERN. (2015). *Avenida torrencial en Salgar, Antioquia (Colombia).* Tomado de: https://www.ern.com.mx/boletines/DaniosInternacional_Avalancha_Salgar_18052015.pdf

Unidad de Investigación Periodística. (s.f). *Avenida torrencial arrasó la mitad de Salgar - Mayo 2015.* Tomado de: https://eventosnaturales.poligran.edu.co/avenida-torrencial-salgar---memoria.html

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2015). *Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 97 San Alberto, Departamentos de Santander, Norte de Santander y Cesar.* Tomado de: https://recordcenter.sgc.gov.co/B21/339_17AmeMM097_SanAlberto/Documento/Pdf/MemoAme97.pdf

Vanguardia Liberal. (2020). *La madrugada en que el río se devoró El Playón.* Tomado de: https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/la-madrugada-en-que-el-rio-se-devoro-a-el-playon-GB3065392

CORPOAMAZONIA. (2017). *LA MESA TÉCNICA AMBIENTAL AVANZA EN LA EVALUACIÓN DE LA AVENIDA FLUVIO TORRENCIAL EN MOCOA.* Tomado de: https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/893-evaluacion-amenaza-mocoa

Ortega, G. & Arias, P.A. (2016). *TRANSPORTE DE MASAS ATMOSFÉRICAS DURANTE LA AVENIDA TORRENCIAL OCURRIDA EL 18 DE MAYO DE 2015 EN SALGAR.* Tomado de: https://www.researchgate.net/publication/311817941_TRANSPORTE_DE_MASAS_ATMOSFERICAS_DURANTE_LA_AVENIDA_TORRENCIAL_OCURRIDA_EL_18_DE_MAYO_DE_2015_EN_SALGAR

REFERENCIAS

Para figuras

Aristizabal, E; Arango, M.I & García, I.K. (2020). *Definición y clasificación de las avenidas torrenciales y su impacto en los Andes colombianos.* Tomado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2020000100242#:~:text=define%20las%20avenidas%20torrenciales%20como,cauce%20desde%20las%20laderas%20adyacentes

ERN. (2015). *Avenida torrencial en Salgar, Antioquia (Colombia).* Tomado de: https://www.ern.com.mx/boletines/DaniosInternacional_Avalancha_Salgar_18052015.pdf

El Espectador (2015). *Avalancha en Salgar, otra tragedia anunciada.* Tomado de: https://blogs.elespectador.com/actualidad/el-rio/avalancha-en-salgar-otra-tragedia-anunciada

ElMundo.Com. (2017). *Mocoa: el rastro que deja la falencia en la prevención de desastres.* Tomado de: http://www.elmundo.com/noticia/Mocoael-rastro-que-deja-la-falencia-en-la-prevencion-de-desastres/349980

MiPutumayo. (2017). No fue una avalancha, fue una avenida torrencial. Tomado de: https://miputumayo.com.co/2017/04/01/no-fue-una-avalancha-fue-una-avenida-torrencial/

Palomo, Y.P. (2021). *Ordenamiento territorial en Mocoa. Una nueva configuración territorial posdesastre.* Tomado de: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80315?show=full

CORPOAMAZONIA. (2017). *LA MESA TÉCNICA AMBIENTAL AVANZA EN LA EVALUACIÓN DE LA AVENIDA FLUVIO TORRENCIAL EN MOCOA.* Tomado de: https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/893-evaluacion-amenaza-mocoa

Para vídeos

Alcaldía Municipal de Tarso. (2022). *Temporada de lluvias - Avenida torrencial.* Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=sXj9o_PQWP4

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2018). Mocoa, explicación geológica de la tragedia del 31 de marzo de 2017. Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=K2wWe-D7VqY

RTVC Noticias. (2022). *Condenan a la Nación por la tragedia de Mocoa en 2017 | RTVC Noticias.* Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=cw3LjSGkYRo&t=76s

UNGRD. (2015). *Atención a emergencia presentada en Salgar, Antioquia.* Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=TRkt6FgZTHs

Vanguardia Liberal. (2020). A*valancha en el Playón | Vanguardia.* Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=oA97Vq6JFWw

Universidad Industrial de Santander

Eco

Métodos y Metodologías para el cálculo de la amenaza por Avenida Torrencial

Universidad Industrial de Santander

Herveo. Fuente Autores, 2022

Sofía C. Ariza Diaz
2182490

Johanna K. Rodriguez Quiroga
2182487

#LaUISqueQueremos

SEMINARIO GEOAMENAZAS- CAMPO

CONTENIDO

Introducción
Inventario de AT
Método Heurístico
Método Estadístico
Método Determinístico
Método Estocástico
Método Geológico-Geomorfológico
Referencias Bibliográficas

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Introducción

Métodos de zonificación de amenaza

Estandarizado

Delimitación espacial

Empírico

uantitativ

Mapa amenaza

ualitativa

Métodos

Disponibilidad y calidad de lal información, la escala de trabajo y los resultados que se esperan

Heurístic

Determinísti

Estadístico

Estocásti

Tomado de Pinto (2017).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Inventario de AT

El método más directo para zonificar la amenaza por flujos torrenciales

Fotointerpretación

Datos del subsuelo

Registro histórico de fenómenos ocurridos

Mapa preliminar de amenaza

Delimitan espacialmente los desastres con sus características

Tomado de Pinto (2017).

Método Heurístico

Heurística

Hallar, inventar o descubrir

Encontrar la información que se necesita para aproximarse al objeto de estudio

Se basa en categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de estos en la generación de MM

Base

- Criterio profesional
- Fotointerpretación
- Trabajo de campo

Escala regional y media

Ventaja

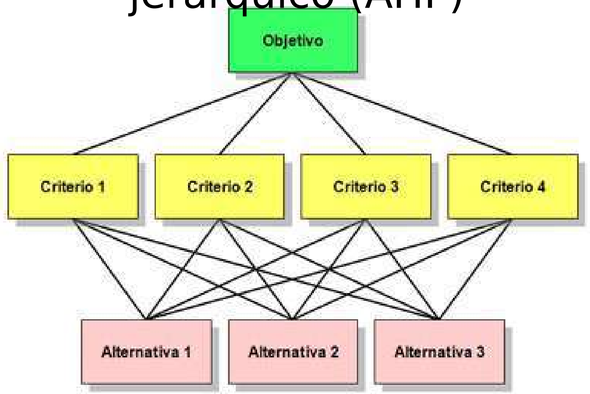
- Rápido, bajo costo

Desventaja

- Alto grado de subjetividad

Tipos

Proceso de análisis jerarquico (AHP)



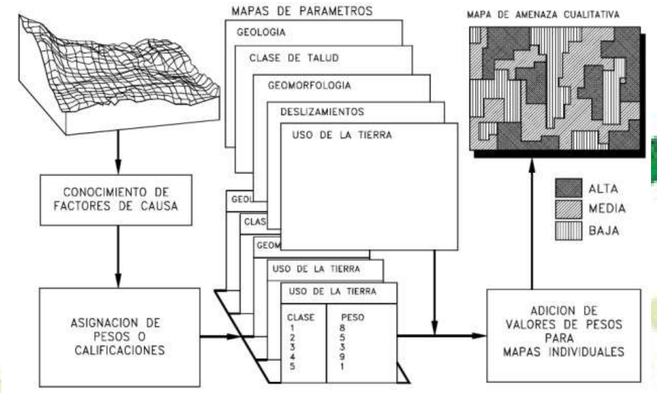
Saaty 1980. Tomado de wikipedia (2022).

Información necesaria

- SGM
- Inventario de AT
- MDT
- Pendientes
- Mapa de pendientes
- Geología
- Litología
- Drenaje
- Uso de la tierra

Tomado de Pinto

De combinación cualitativa



Tomado de Suárez (2009).

Método Estadístico

Método estadístico

Análisis que puede aplicarse a los parámetros que generan flujos torrenciales, para realizar predicciones de ocurrencia donde no ha habido. Cálculo de densidad de deslizamientos por unidad geomorfológica

Bivariado

Multivariado

Fortalezas

- Da una medida cuantitativa de los deslizamientos.
- Se pueden comparar directamente las diversas regiones
- Los mapas pueden cambiar de escala facilemnte

Debilidades

- Asume densidad de deslizamiento continua en el espacio
- No permite estimar el comportamiento futuro
- Se requiere gran cantidad de información histórica o de un evento específico.

Método estadístico Tomado de Suárez, J. (2009)

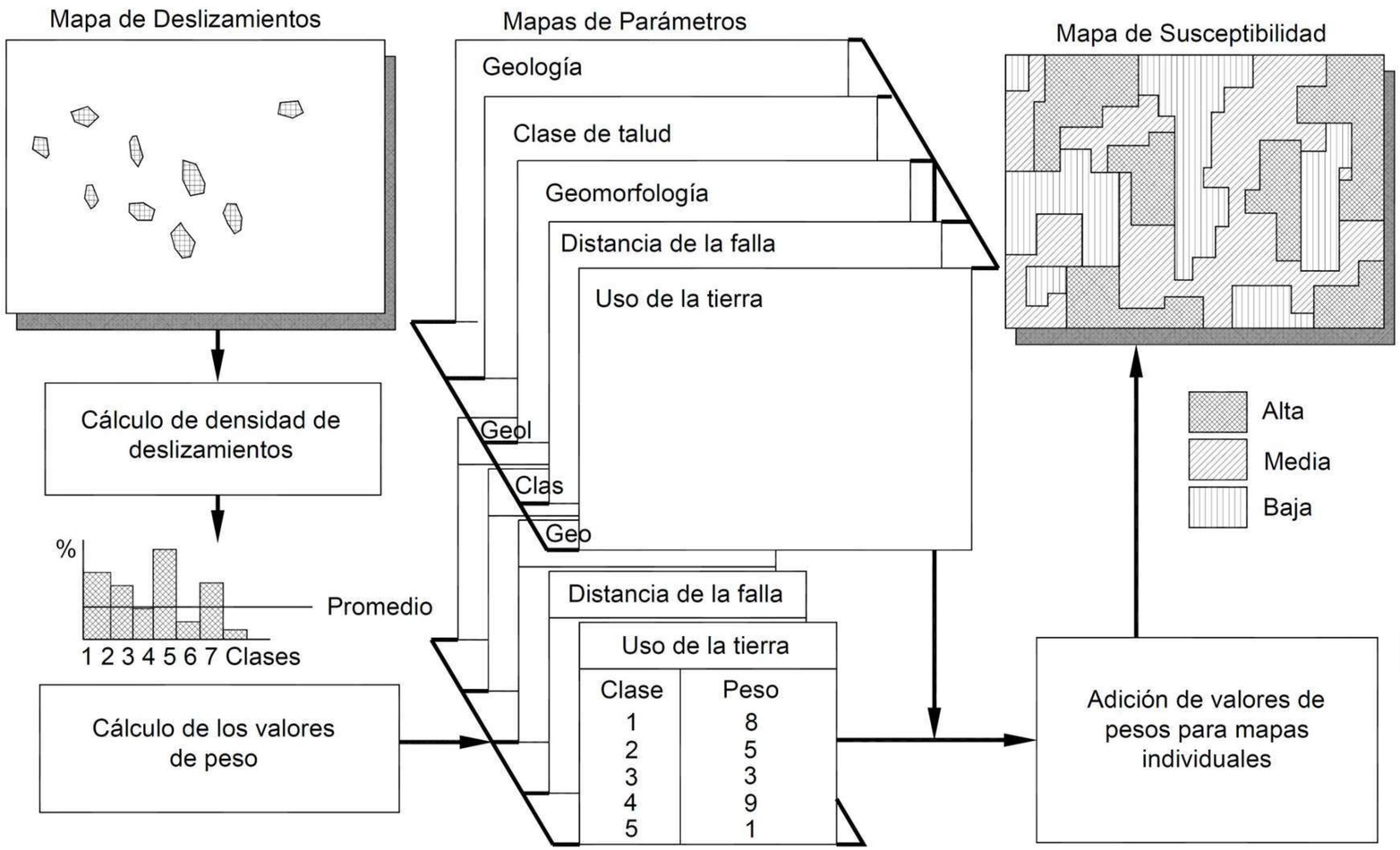
Método Estadístico

Análisis Bivariado

Cada factor de mapeo (por ejemplo pendiente, geología, uso del suelo), se combina con la distribución de los movimientos en masa en el mapa y se calculan valores ponderados de densidades de movimientos en masa para cada clase, por ejemplo clase de taludes, unidad litológica, tipo, uso del suelo, entre otros

SIG

- Clasificación de cada mapa de parámetros.
- Combinación de los mapas con el mapa de deslizamientos.
- Cálculo de los valores de peso en la tabla de atributos.
- Asignación de valores de peso a los demás parámetros.
- Clasificación de clases de amenaza en el mapa.



Método estadístico, análisis bivariado Tomado de Suárez, J. (2009)

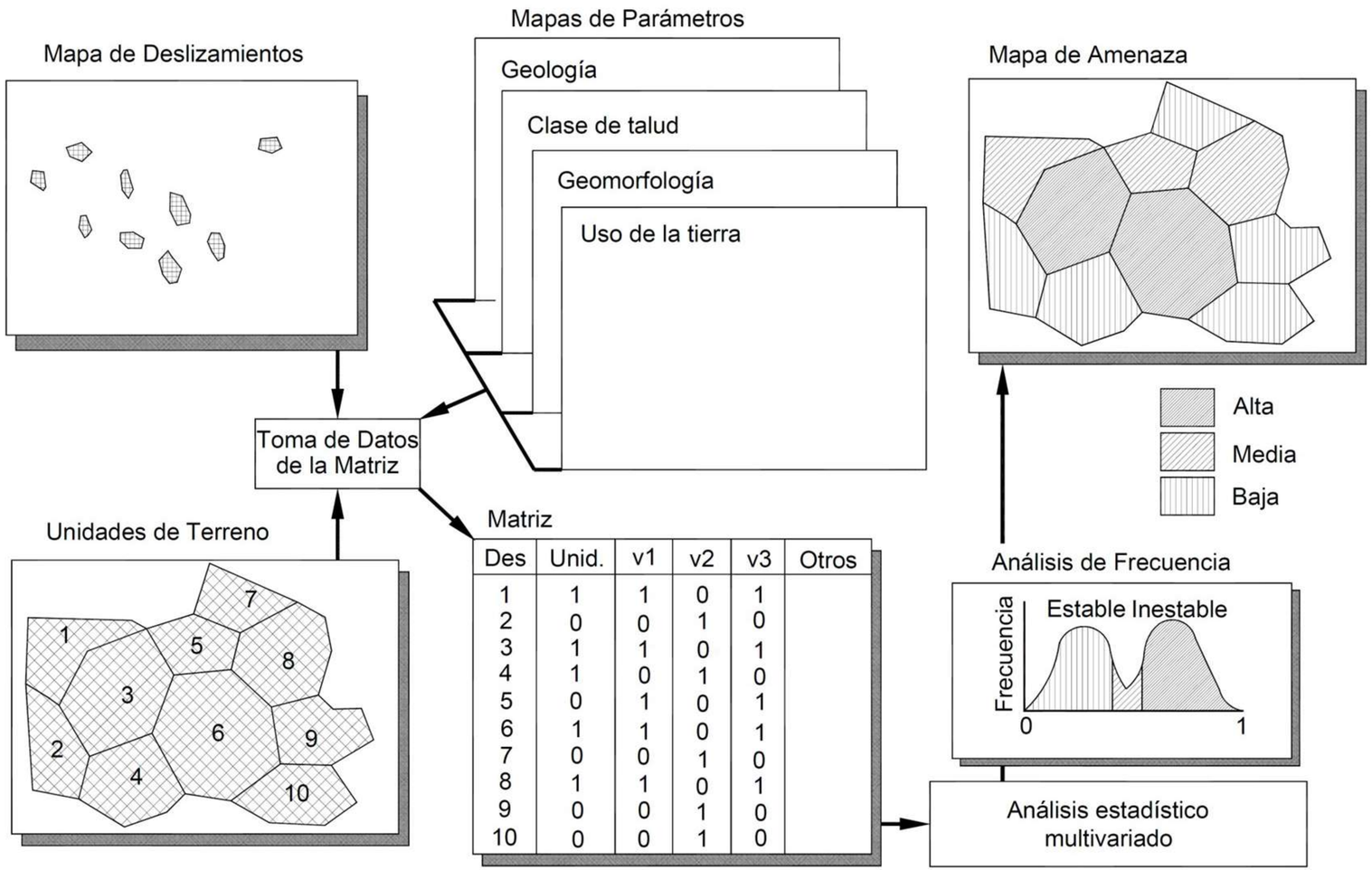
Método Estadístico

Análisis Multivariado →

Para su aplicación se muestrean los factores relevantes como una grilla o como unidades morfométricas. Para cada unidad muestreada se determina la presencia o ausencia de movimientos en masa. La matriz que resulte se analiza usando regresiones múltiples o análisis discriminantes.

SIG

- Determinación de la lista de factores. Los parámetros deben convertirse a mapas numéricos.
- Combinación del mapa de unidades de área con el mapa de movimientos y separar.
- Exportación de la matriz a un paquete de estadística para un análisis adicional.
- Importación de los resultados.
- Clasificación del mapa en clases de amenaza.



Método estadístico, análisis multivariado Tomado de Suárez, J. (2009)

Método Determinístico

Es utilizado para estudios de inestabilidad en el caso particular de taludes

Disponen de análisis geomecánicos y de estabilidad de taludes

- Espesores de capas
- Resistencia de suelo
- Pendientes de talud
- Presiones de poros
- Profundidades de las superficies potenciales de falla

Permiten hallar el alcance y la frecuencia de los desastres

Escala grande

Ventaja

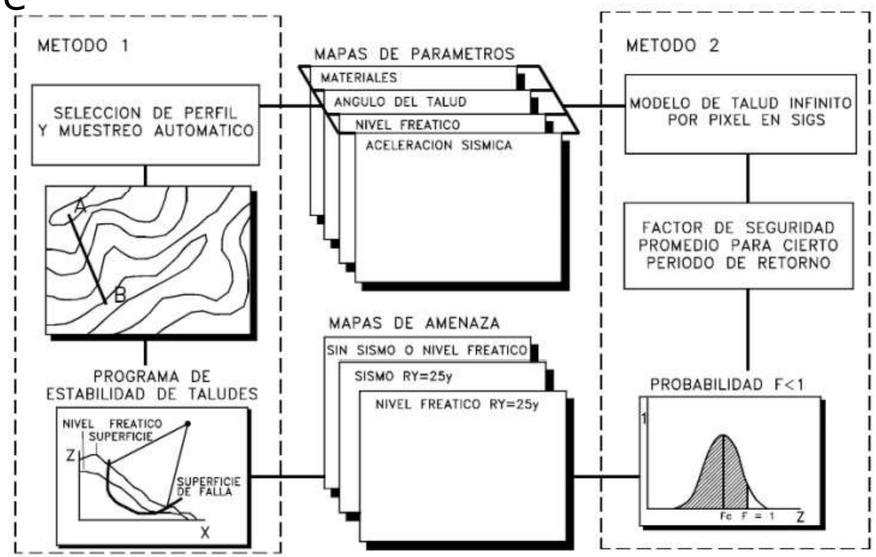
- Preciso

Desventaja

- No se puede aplicar para áreas mayores que las laderas analizadas y la zonificación no es rápida

Información necesaria

- SGM
- Inventario de AT
- MDT
- Mapa de pendientes
- Geología estructural
- Litología
- Drenaje
- Uso de la tierra



Uso de sig para análisis determinístico para obtener mapas de factor de seguridad a deslizamientos. Tomado de Turner y

Mapas

- De pendiente
- De distribucion
- De profundidad
- Caracteristicas del suelo
- Nivel freático

Tomado de Alarcón et al. (2017)

Tomado de Suárez (2009)

Método Estocástico

Modelo estocástico

- Lógica difusa (LD)
- Algoritmos difusos (AD)
- Redes Neuronales Artificiales (RNA)
- Algoritmo genético (AG)
- Colonia de Hormigas y Algoritmos Evolucionados

Un modelo es estocástico cuando al menos una variable del mismo es tomada como un dato al azar y las relaciones entre variables se toman por medio de funciones probabilísticas.

Método estocástico. Tomado de Suárez, J. (2009)

Método Geológico-Geomorfológico

CAMPO	APLICACIÓN
1 Configuración de las formas del relieve	Condicionante de las AT en aspectos morfodinámicos
2 Disposición cartográfica de las formas y depósitos fluviales	Cartografía de la peligrosidad por AT
3 La constitución geológica y geomorfológica	Como fuente de conocimiento de la carga sólida transportada y/o transportable por una corriente fluvial durante una avenida
4 La constitución litológica del sustrato y las formaciones superficiales	Como referencia para la estimación de las abstracciones iniciales en el proceso
5 El funcionamiento hidrogeológico de las aguas subterráneas	Como desencadenante de inundaciones por ascenso de la superficie freática
6 Análisis y cartografía de otros fenómenos geológicos asociados a la inundación	

Método geológico-geomorfológico. Tomado de Díez Herrero, A; Laín Huerta, L; Llorente, M (2008)

Morfología Fluvial

Morfometría

Escala regional

Cuenca hidrográfica

Red hidrográfica

Insumos

- MDE
- Precipitacion
- Cobertura del suelo
- MDT

PARÁMETRO	FÓRMULA
ÁREA DE LA CUENCA	$A(Km^2)$
PERÍMETRO DE LA CUENCA	$P(Km)$
ORDEN DE LAS CORRIENTES	U Rango jerárquico
NÚMERO DE CORRIENTES	$N_u = N_1 + N_2 + \ldots + Nu$
LONGITUD CORRIENTES	$L_u = L_1 + L_2 + \ldots + L_2$ (Km)
LONGITUD CAUCE PRINCIPAL	$Lc(Km)$
RAZÓN DE BIFURCACIÓN	$R_b = N_u/N_u + 1$
FRECUENCIA DE CORRIENTES	$F_s = N_u/A$
LONGITUD DE LA CUENCA	$Lb(Km)$
RAZÓN DE ELONGACIÓN	$1{,}128 * \sqrt{A/Lb}$
FACTOR DE FORMA	$F_f = A/Lb2$
RELACIÓN DE CIRCULARIDAD	$R_c = 4\pi * (A/P_2)$
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	$C_c = 0{,}2812 * (P/A0{,}5)$
DENSIDAD DE DRENAJE	$D_d = L_u/A(Km/Km^2)$
RELIEVE DE LA SUBCUENCA	$B_h = H_{MAX} - H_{min}$ donde H es la Altura (Km)
ALTURA MEDIA DE LA CUENCA	$Hm(Km)$
PENDIENTE DE LA CUENCA S_w	% A PARTIR DEL DEM
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	$T_c = (0{,}02 * L_c 0{,}77 * S_c - 0{,}385$ (horas)
PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL S_c	PERFIL CAUCE
COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD	$C_t = N_1/A$

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Método Geológico-Geomorfológico

DESENCADENAMI

Morfometría

- Estimación de la pendiente y acumulación de flujomdesde el MDT
- Aplicación de formulaciones empíricas e índices topográficos

→ Identificación de procesos a lo largo de los cauces

→ Delimitación de áreas propensas a inundación

→ Evaluación básica y cualitativa de la amenaza

DESARROLLO

Geomorfología

- Identificación y caracterización de depósitos
- Cartografía de detalle en el canal, bancos y llanuras

→ Análisis geomorfológico a escala de tramo → Zonificación detallada de la amenaza

- Definición de morfometría y red de drenaje de la cuenca
- Delimitación de unidades, elementos y procesos geomorfológicos

→ Análisis geomorfológico a escala de cuenca → Zonificación detallada de la amenaza

Modificado de METODOLOGÍAS INTEGRADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES: CUENCA VENERO CLARO (ÁVILA-ESPAÑA)

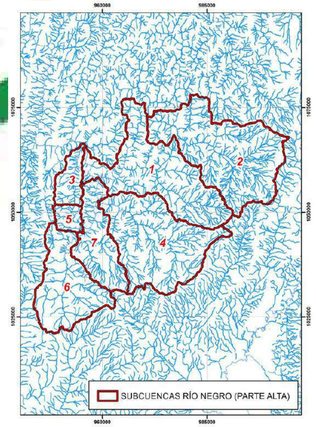
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Universidad Industrial de Santander

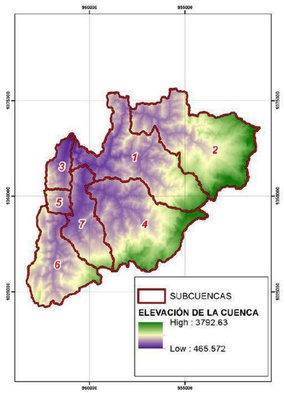
Método Geológico-Geomorfológico

Evaluación de Área de Amenaza

Caso Río Negro



Morfometría

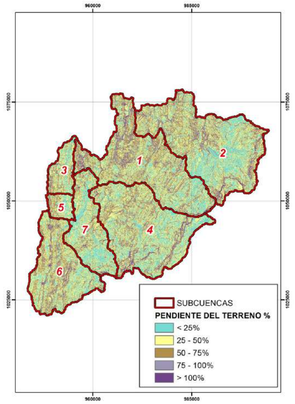


MDE

COBERTURA	AREA (Km^2)
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	2.93
Tejido urbano discontinuo	10.05
Cultivos transitorios	2.48
Cultivos permanentes	210.46
Pastos	684.98
Áreas agrícolas heterogéneas	625.02
Bosques	173.42
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	218.64
Aguas continentales	5.12

Cobertura

Pendiente del terreno %	CLASE
<25 %	1
25 - 50 %	2
50 - 75 %	3
75 - 100 %	4
>100 %	5



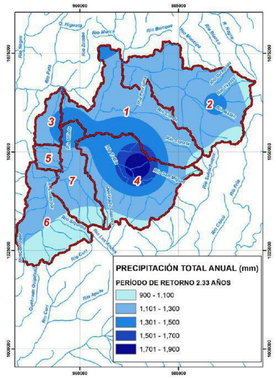
Pendientes

Clasificación de amenza por parámetros morfométicos

PARÁMETRO MORFOMÉTRICO	CATEGORIAS 1 (MUY BAJA)	2 (BAJA)	3 (MODERADA)	4 (ALTA)	5 (MUY ALTA)
Densidad de Drenaje Dd	<1.0	1.01 - 1.20	1.21 - 1.50	1.51 - 1.80	>1.81
Razón de Bifurcación Rb	<3.0	3.01 - 3.20	3.21 - 3.80	3.81 - 4.00	>4.01
Frecuencia de las corrientes Fs	<1.0	1.01 - 1.20	1.21 - 1.80	1.81 - 2.00	>2.01
Razón de Elongación Re	<0.6	0.61 - 0.81	0.81 - 1.00		
Factor de froma Ff	<0.22	0.22 - 0.40	0.41 - 0.60	0.60 - 1.20	>1.20
Coeficiente de Compacidad Cc	>1.6	1.35 - 1.59	1.25 - 1.34	1.15 - 1.24	1.00 - 1.14
Coeficiente de torrencialidad Ct	<1.0	1.01 - 1.20	1.21 - 1.50	1.51 - 1.80	>1.81

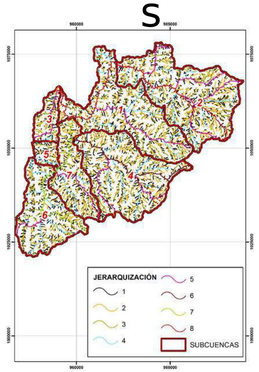
Indicador de amenaza de crecidas torrenciales con base en tiempo de concentración

Tiempo de concentración (horas)	IACTC	CLASE
>2 horas	>2 Horas	1
1.5 - 1.0 horas	1.5 - 2.0 hora	2
1.0 - 1.5 horas	1.0 - 1.5 horas	3
0.5 - 1.0 horas	0.5 - 1.0 horas	4
<0.5 horas	<0.5 horas	5



Precipitaciones

Precipitación total anual (mm) Periodo de retorno 2.3 años	CLASE
900 - 1100 mm	1
1101 - 1300 mm	2
1301 - 1500 mm	3
1501 - 1700 mm	4
1701 - 1900 mm	5



Orden de drenaje

Humedad del terreno

Pendiente

Grado de exposición

Índice de amenaza de flujos torrenciales de fase sólida en laderas (IAFSL),

Índice de amenaza de flujos torrenciales en fase sólida, en laderas IAFSL	CLASE
0 a 1	Muy Baja
1 a 2	Baja
2 a 3	Moderada
3 a 4	Alta
4 a 5	Muy Alta

GRADO AMENAZA	Amenaza por avenidas torrenciales
0 - 10	Muy Baja
11 - 20	Baja
21 - 30	Moderada
31 - 40	Alta
41 - 50	Muy Alta

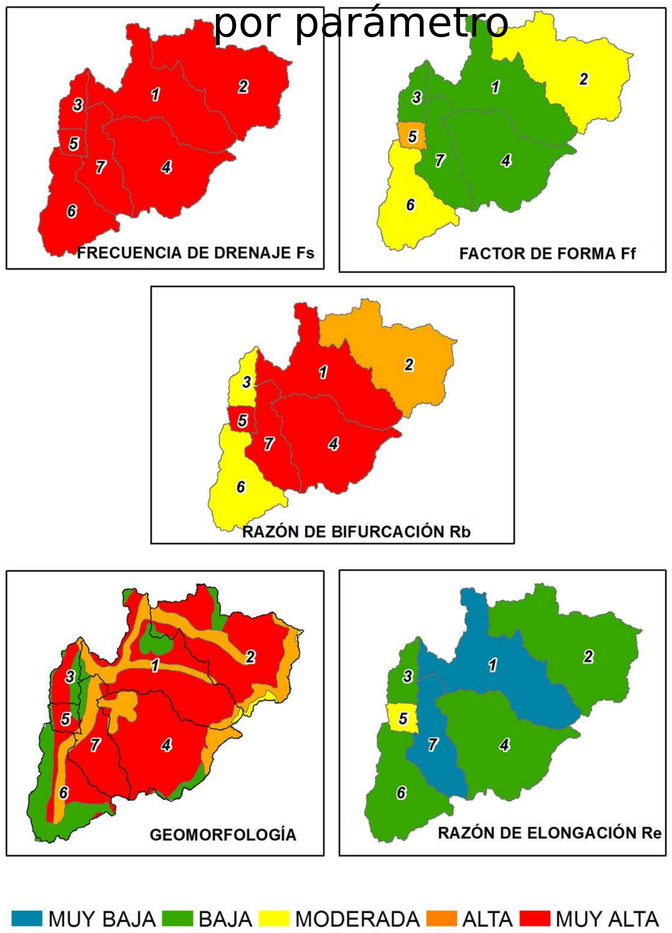
Grado de amenaza por AT

Tomado de Días, V. (2019)

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

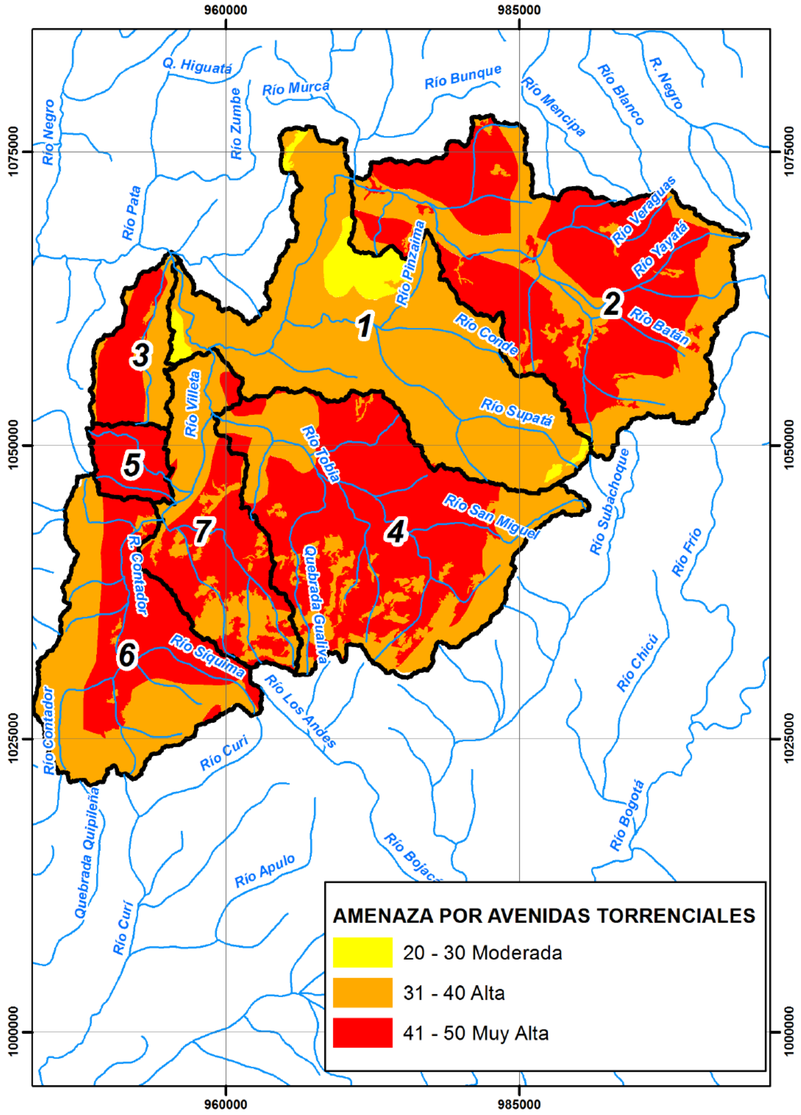
Resultados

Clasificación de amenaza por parámetro



GRADO AMENAZA	Amenaza por avenidas torrenciales	ÁREA (Km^2)	% ÁREA
0 - 10	Muy Baja	0	0
11 - 20	Baja	0	0
21 - 30	Moderada	59	3 %
31 - 40	Alta	983	51 %
41 - 50	Muy Alta	891	46 %

Tomado de Días, V. (2019)



Amenaza por AT para la cuenca alta del Río Negro

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, N., Calderón, P., Quintero, L. (2017). Metodología para la evaluación de amenaza por eventos de avenida torrencial a escala 1:2000. (Trabajo de pregrado). Universidad la Gran Colombia, Bogotá. https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5547/Metodologia%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20amenaza%20por%20eventos%20de%20avenida%20torrencial%20a%20escala.pdf?sequence=1

- Díez Herrero, A; Laín Huerta, L; Llorente, M (2008). Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. IGME. Madrid.

- Díaz, V. (2019) DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES, MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA EFECTUAR LA AMENAZA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO NEGRO, DEPARTAMENTO CUNDINAMARCA, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

- Pinto Bautista, M. D. (2017). Definición del estado del arte de las metodologías de evaluación de amenaza por avenidas torrenciales en algunos países de la zona intertropical. (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso. http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2240

- Suárez, J. (2009). Deslizamientos: Análisis Geotécnico. Bucaramanga: UIS.

PROGRAMAS

CÁLCULO DE LAS CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

Expositores:

Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547

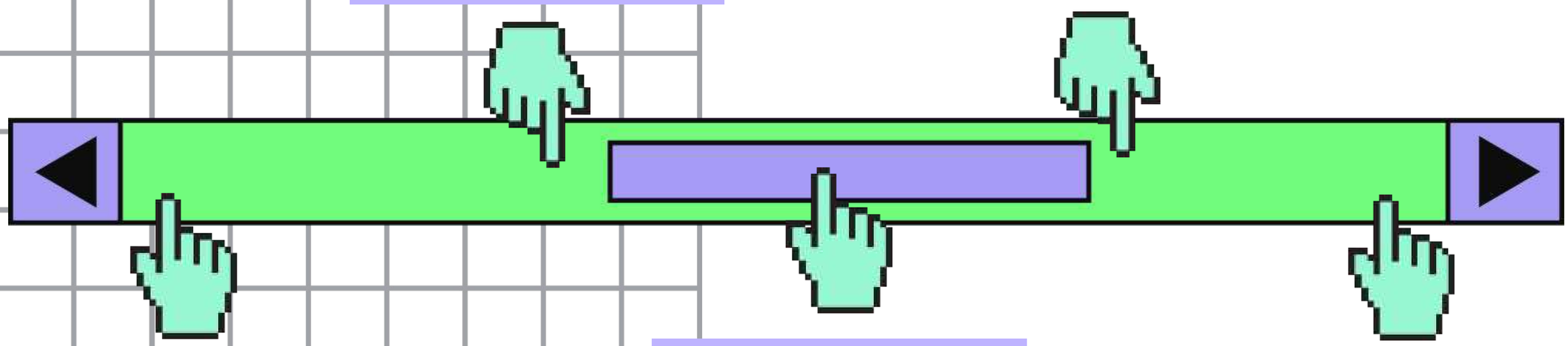
Ana Maria Quintero - 2172561

Escuela de Geología

Electiva Campo 3 - 23117

74 años 1948-2022

CONTENIDO



PROGRAMAS

P. HIDRÁULICA

GENERALIDADES

P. HIDROLOGÍA

ARTICULO EJEMPLO

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

GENERALIDADES

Fuente: Bluecinante, 2022

GENERALIDADES

Los modelos hidrológicos e hidráulicos han permitido grandes avances en los estudios de las **cuencas hidrográficas**

Fuente: Felipe's Productions, 2017

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

GENERALIDADES

Metodología de un Estudio Hidrológico-Hidráulico:

- Obtención de la cerrada de cuencas.
- Determinación de características físicas y fisiográficas de la cuenca. .
- Determinación de caudales mediante método racional.
- Comprobación de caudales mediante métodos empíricos
- Realización de la modelización hidráulica de los cauces objeto de estudio (HEC-RAS).
- Elaboración de los planos del estudio (situación, cuenca, perfil longitudinal con lámina de agua, perfil transversal, entre otros).

PROGRAMAS

CalCol

CalOv

AMP

Hidroesta

HCanales

IBER

HEC-RAS

HEC-HMS

CHAC

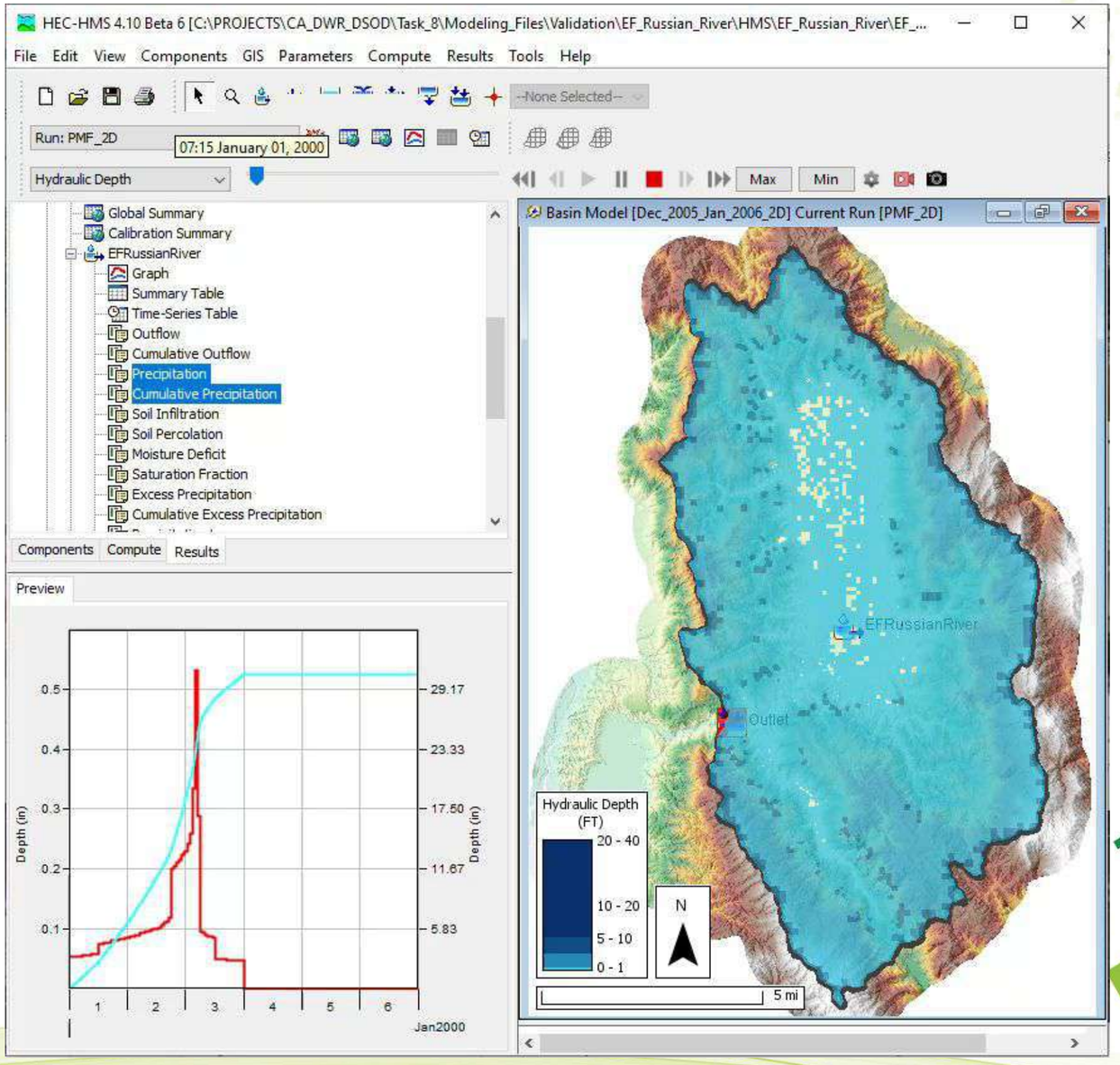
Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

P. HIDROLOGÍA

HEC - HMS

El Sistema de modelado hidrológico (HEC-HMS) está diseñado para **simular los procesos hidrológicos** completos de los sistemas de **cuencas hidrográficas dendríticas**.



Fuente: Bartles M., 2022

P. HIDROLOGÍA

Análisis Hidrológico

Procedimientos

Análisis Complementarias

Infiltración de eventos
Hidrogramas unitarios
Enrutamiento hidrológico

Optimización del modelo
Previsión del caudal
Reducción del área de profundidad
La evaluación de la incertidumbre del modelo
La erosión
Transporte de sedimentos

La contabilidad de la evapotranspiración
El deshielo
La humedad del suelo.

LINK DESCARGA

https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/

Sobre Boletines Software Publicaciones Capacitación Visitantes Enlaces Contacto

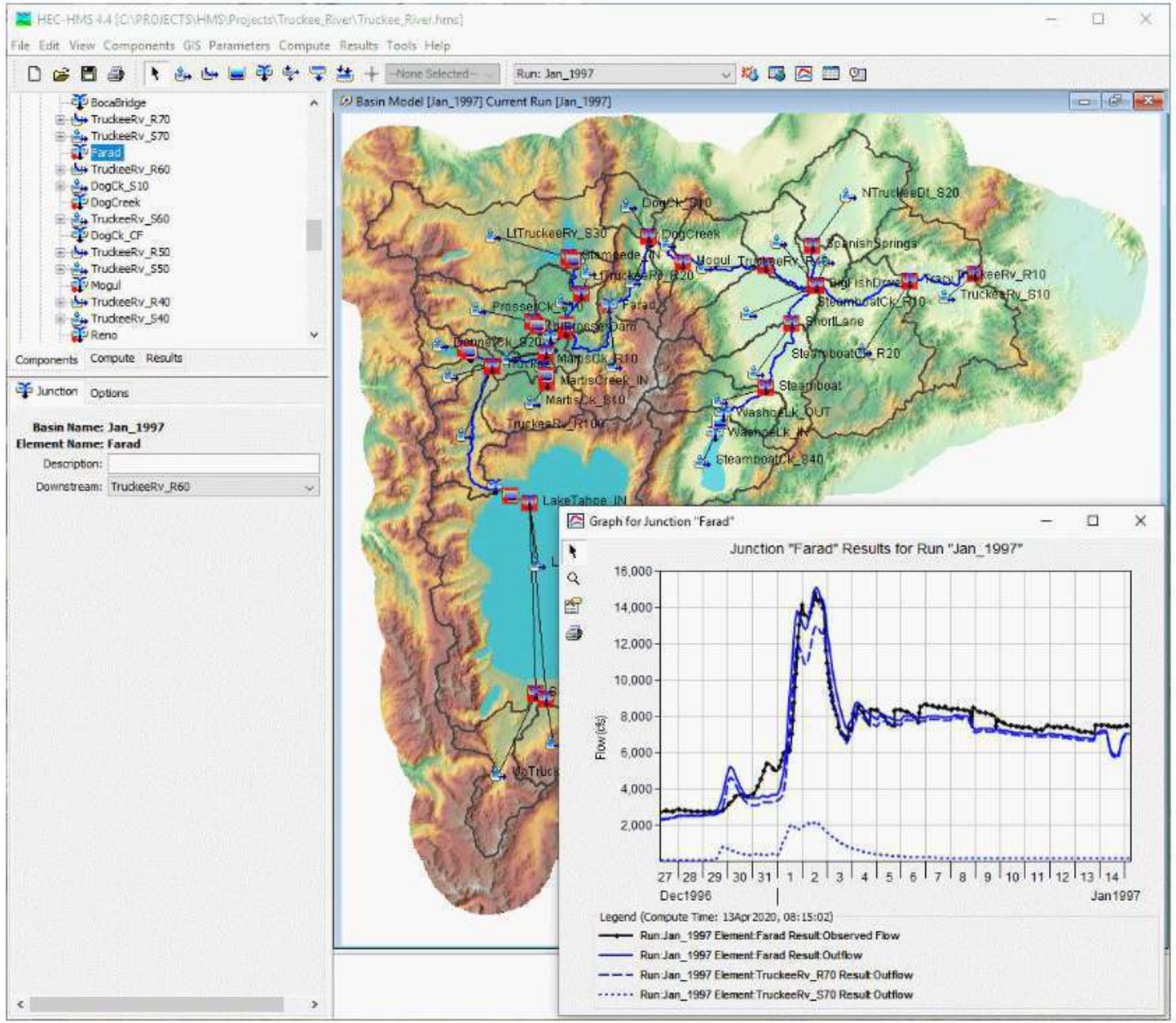
Buscar HEC

Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. Centro de Ingeniería Hidrológica

INICIO > SOFTWARE > HEC-HMS

HEC-HMS

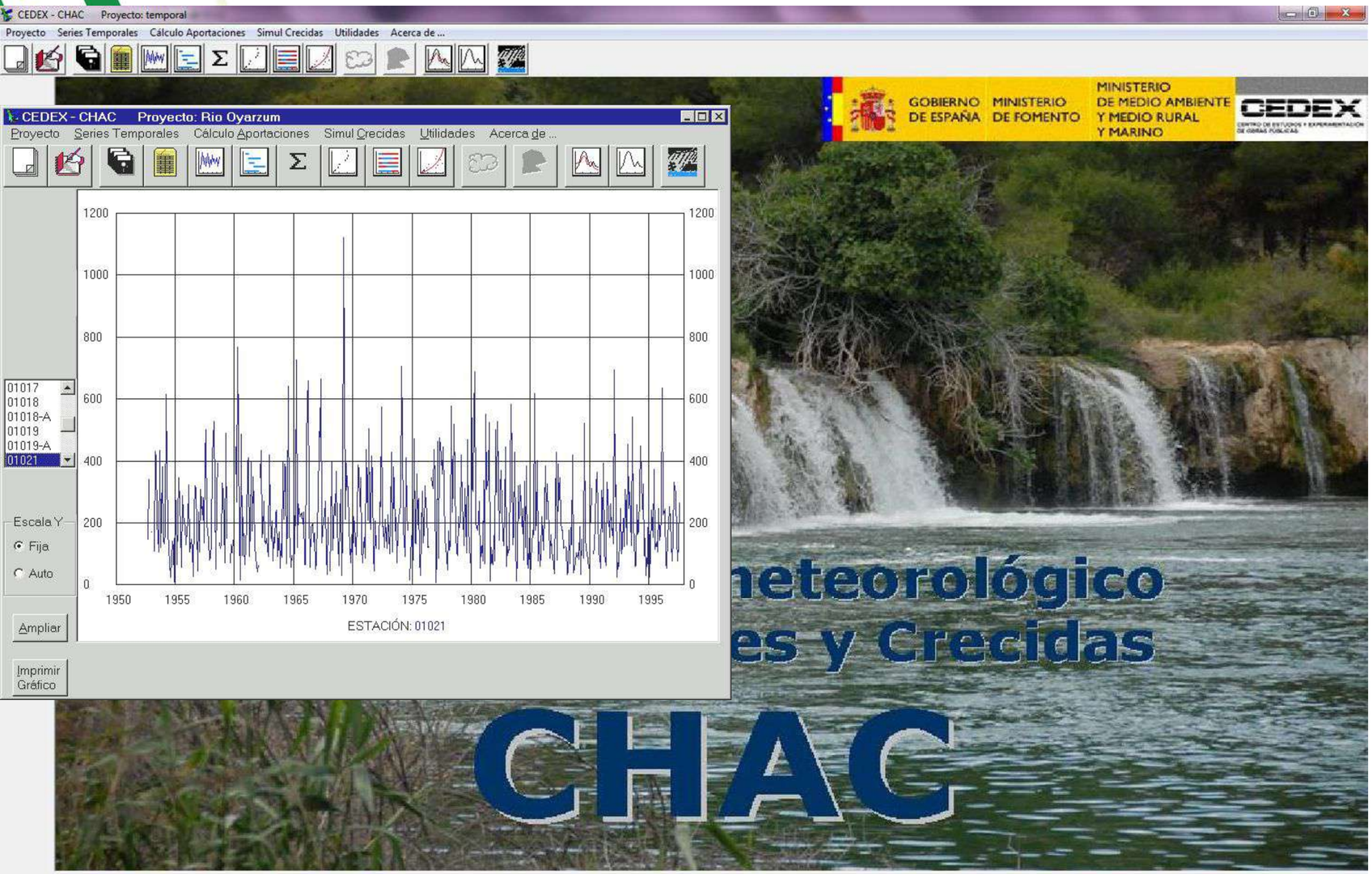
- HEC-HMS
- Características
- Descargas
- Documentación
- Material de entrenamiento
- Problemas conocidos
- Informe de error
- Sugerencias
- Lista de correo
- Política de soporte



Fuente: US Army Corps of Engineers

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

P. HIDROLOGÍA



Fuente: Interfaz y Ventana de dibujo de series temporales. CEDEX, 2013

Chac.exe

CHAC

Universidad Industrial de Santander

Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas

Permite el manejo de series temporales, la evaluación de recursos hídricos y la estimación de caudales máximos mediante el método racional

P. HIDROLOGÍA

TEMÁTICAS

HIDROLOGÍA

- Caracterización hidrológica a nivel de cuenca y subcuencas
- Estimación de la oferta hídrica superficial total y disponible mensual y anual, a nivel de cuenca y subcuenca
- Elaboración de balances hidrológicos a nivel de cuenca y subcuenca

CLIMA

- Inventario y caracterización climática

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

LINK DESCARGA

https://ceh.cedex.es/chac/

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA | VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO | MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO | CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS | AGENDA 2030

INICIO | ORGANIZACIÓN | ANUARIO AFOROS | DOCUMENTACIÓN | EL EDIFICIO | CONTACTO

CHAC (CÁLCULO HIDROMETEOROLÓGICO DE APORTACIONES Y CRECIDAS).

La aplicación CHAC ha sido desarrollada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX con el fin de proporcionar una herramienta útil para el desarrollo de trabajos hidrológicos. Esta aplicación es de libre distribución.

Se trata de una aplicación desarrollada en Visual Basic para MS WINDOWS, con subrutinas de cálculo en Fortran 77, de fácil manejo a través de una interfaz gráfica.

- **Descargar versión 5.07 BETA (septiembre 2021).**
- **Esta versión incluye manual en la instalación en formato PDF. Descargar manual aquí.**
- **Vea aquí cómo instalar el programa.**
- **Vea aquí preguntas frecuentes sobre CHAC.**

El CEDEX no se hace responsable del uso que se dé a este programa y no admite responsabilidad alguna por los resultados que se obtengan del mismo ni de daños directos o indirectos como consecuencia de la aplicación práctica de dichos resultados.

Para aclaraciones y sugerencias mandar un e-mail a:

ceh_comunicacion@cedex.es

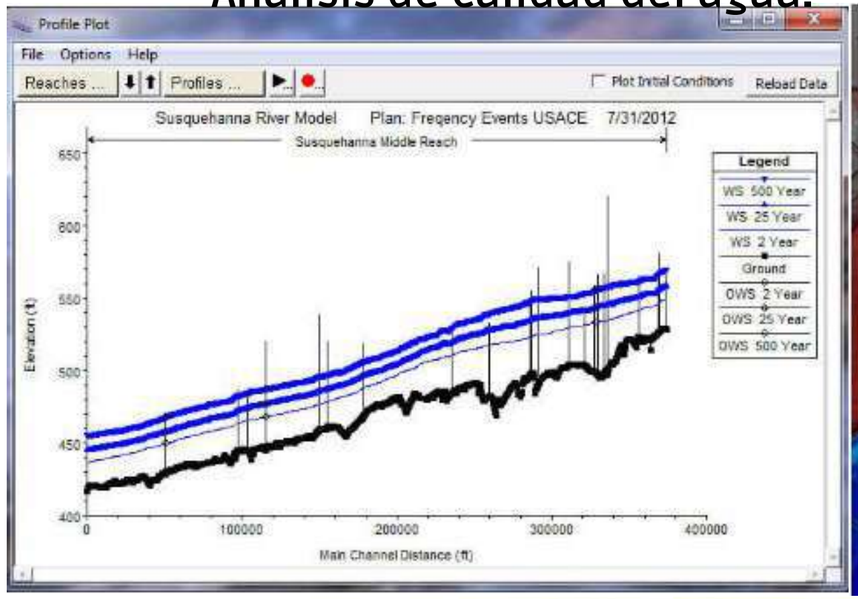
Fuente: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)

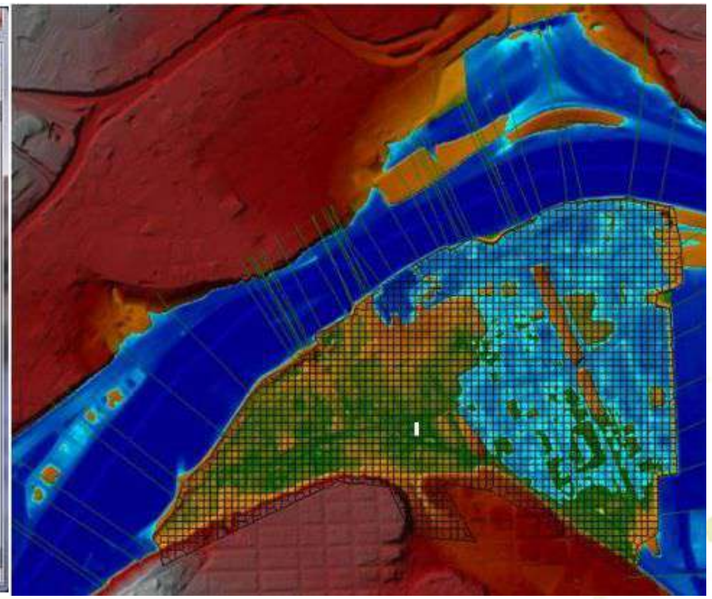
P. HIDRÁULICA

HEC-RAS

HEC-RAS está diseñado para realizar cálculos hidráulicos unidimensionales y bidimensionales para una red completa de canales naturales y construidos.

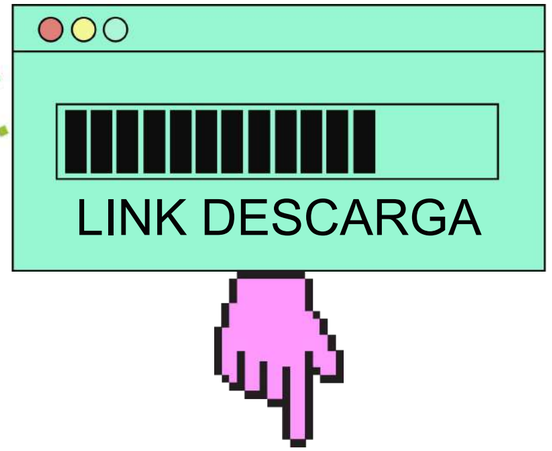
- Perfiles de superficie de agua de flujo constante.
- Simulación de flujo inestable en una y dos dimensiones.
- Transporte de sedimentos / Cálculos de límites móviles.
- Análisis de calidad del agua.





Fuente: Hydrologic Engineering System

P. HIDRÁULICA



https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/download.aspx

Sobre | Boletines | Software | Publicaciones | Capacitación | Visitantes | Enlaces | Contacto | Buscar HEC

Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. Centro de Ingeniería Hidrológica

INICIO > SOFTWARE > HEC-RAS > DESCARGAR

HEC-RAS

- HEC-RAS
- Características
- Descargas
- Documentación
- Problemas conocidos
- Informe de error
- Sugerencias
- Manifestación
- Patrocinadores
- Colaboradores
- Política de soporte

HEC-RAS ha sido desarrollado para el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. (USACE). Sin embargo, el software desarrollado en el Centro de Ingeniería Hidrológica se pone a disposición del público siempre que sea apropiado. El uso no está restringido y las personas ajenas a USACE pueden usar el programa sin cargo. HEC no proporcionará asistencia al usuario o soporte para este software a usuarios que no sean de USACE. La descarga de este software indica la plena aceptación de su responsabilidad en el uso de este programa. Consulte la política de distribución para obtener más detalles.

HEC-RAS 6.2 Windows:

Este paquete de instalación incluye HEC-RAS 6.2 y documentación.

Sitio de descarga principal:
Descargue el paquete de configuración y la documentación de HEC-RAS 6.2 (201 MB) [Notas de la versión]

Sitio alternativo de descarga:
Descargue el paquete de configuración y la documentación de HEC-RAS 6.2 (201 MB) [Notas de la versión]

Sistemas operativos compatibles:
Windows 10 de 64 bits

Versiones archivadas:

HEC-RAS 6.2 Proyectos de ejemplo:

Este archivo contiene todos los proyectos de ejemplo de HEC-RAS.

Descargar proyectos de ejemplo HEC-RAS 6.2 (417 MB)

Fuente: Hydrologic Engineering System

ARTÍCULO

Análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del Río Frío, municipios de Ciénaga y zona bananera, departamento del Magdalena.

Caracterización de la zona de estudio

Visita de campo a los tramos del cauce del río Frío para lograr identificar ciertas condiciones hidrológicas e hidráulicas importantes a la hora de ejecutar las modelaciones respectivas

Caracterización y modelación hidrológica

Estimación y cálculo de las precipitaciones de diseño por el método de **Curvas IDF** para obtener los **hietogramas** de precipitación.

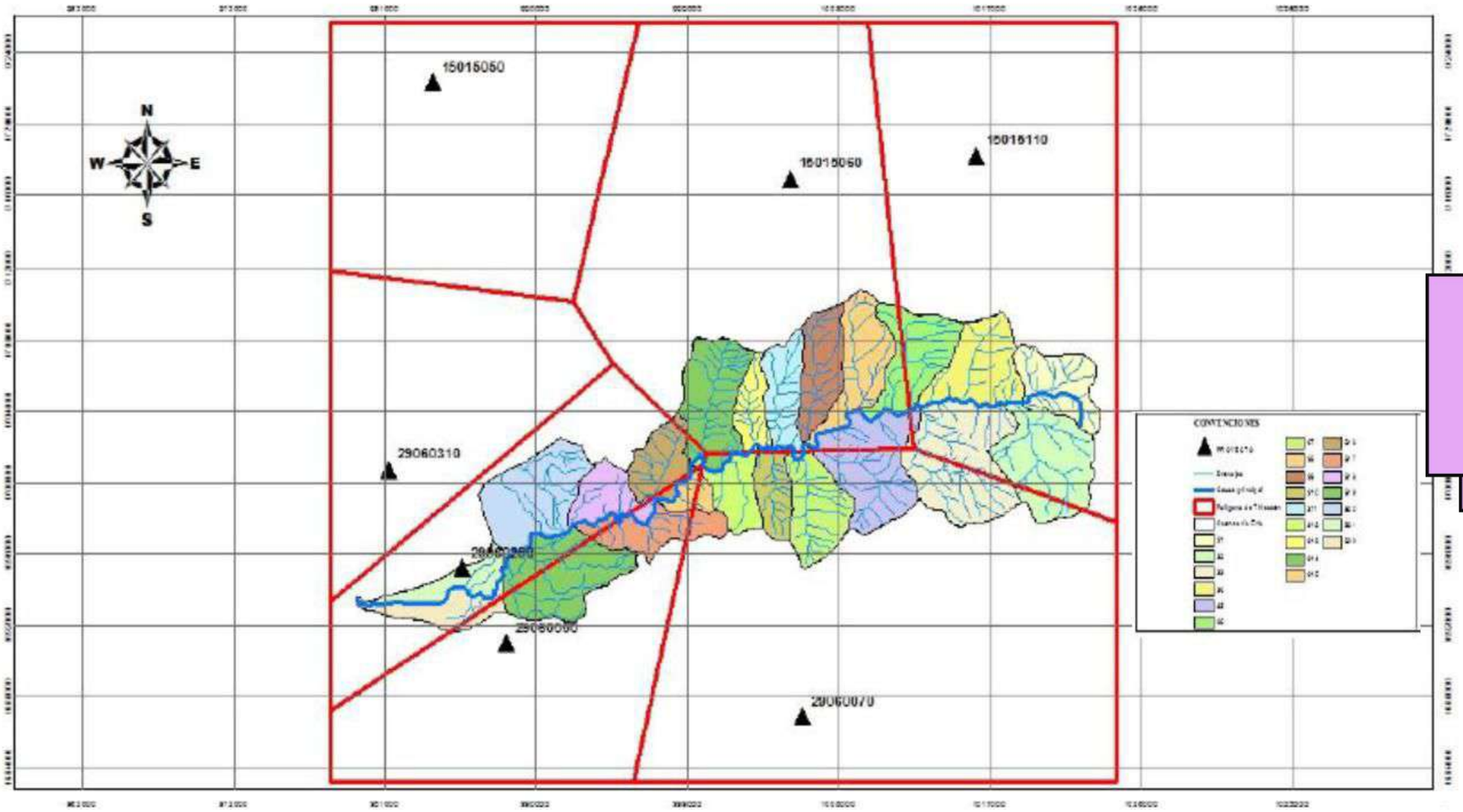
Evaluación de los tránsitos a lo largo del cauce principal, tomando la **batimetría** suministrada por CORPAMAG.

Caracterización y modelación hidráulica

Información batimétrica del río Frío y curva de granulometría, la longitud del cauce aguas abajo, los bordes de las secciones. **(modelación del régimen de flujo permanente).**

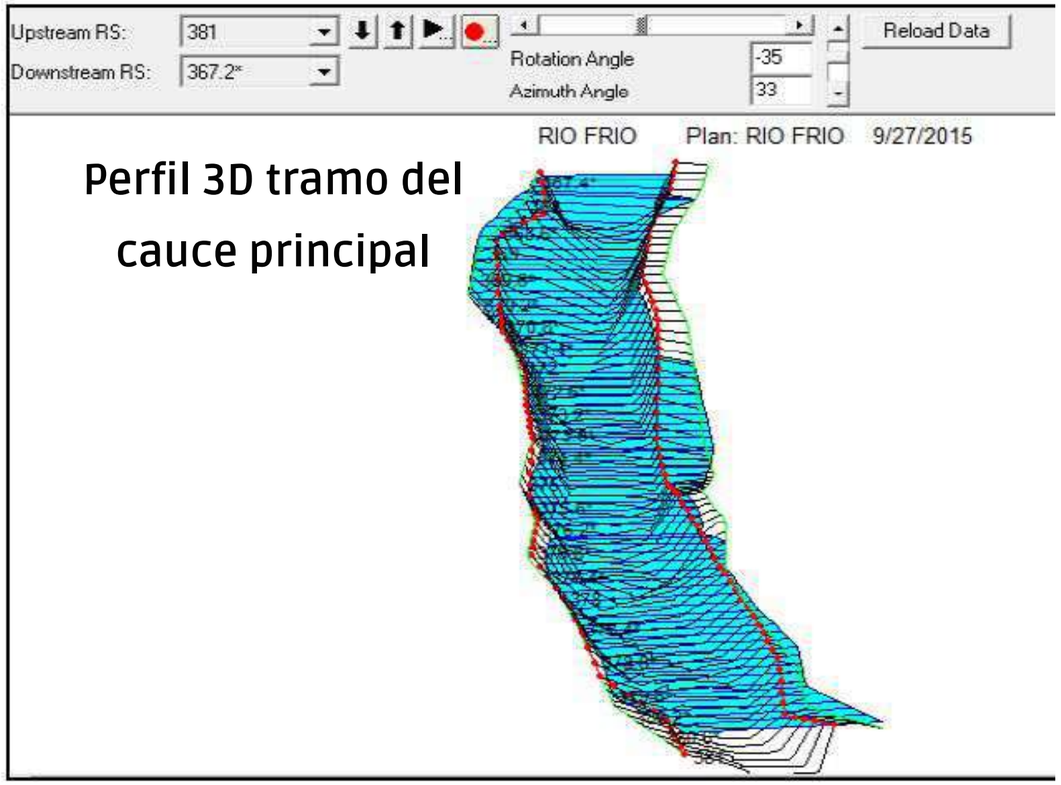
Determinación de los aportes de sedimentos que el río Frío hace a la Ciénaga Grande de Santa Marta a través del módulo de sedimentos que HEC RAS.

ARTÍCULO

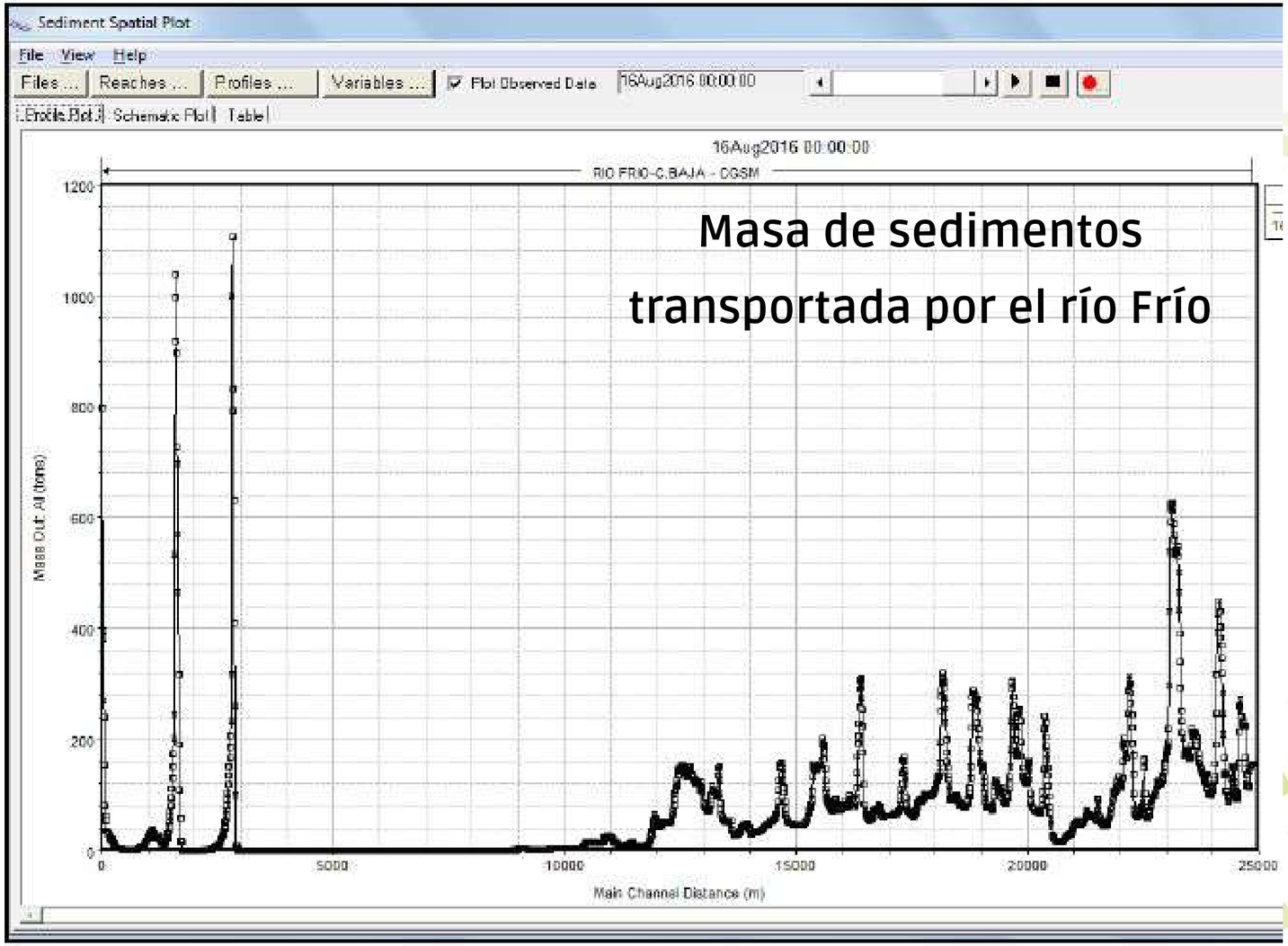


Polígonos de Thiessen de la cuenca del río Frío (Distribución de la precipitación)

Fuente: Moreno A., Pachecho J., 2017



Perfil 3D tramo del cauce principal



Masa de sedimentos transportada por el río Frío

Fuente: Moreno A., Pachecho J., 2017

Principales inconvenientes de carácter hidráulico e hidrológico, se deben principalmente a la **configuración geométrica de la batimetría** del río y al desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas que han generado cambios en el uso del suelo, modificando los números de curva y aumentando la escorrentía hacia los afluentes y finalmente hacia el río principal.

BIBLIOGRÁFIA

Ramos Moreno, A., & Pacheco Fontalvo, J. A. (2017). Análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del Río Frío, municipios de Ciénaga y Zona Bananera, departamento del Magdalena. Revista Logos Ciencia & Tecnología, vol. 9, núm. 1, pp. 156-178.

US Army Corps of Engineers, Centro de Ingeniería Hidrológica. (https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/)

Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX), septiembre de 2021. (https://ceh.cedex.es/chac/)

Bartles, M., (2022). Two-Dimensional Flow Enhancements and Applications within HEC-HMS. Congreso Mundial de Medio Ambiente y Recursos Hídricos 2022. Tomado de: https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/training.aspx

Retrospección en conceptos de Tsunamis.

Presentado por: Katherin Basto - 2172980
Sara Moyano - 2151142

Escuela de Geología
Seminario Geoamenazas - 23117

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

ÍNDICE

Definición y Generación 1

Como se miden? - Escalas 2

Monitoreo - Equipos 3

Clasificación 4

Señales de la naturaleza 5

Impacto sobre la costa 6

Tsunamis en el pasado 7

Prevención - Sistemas de alerta 8

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

DEFINICIÓN Y GENERACIÓN

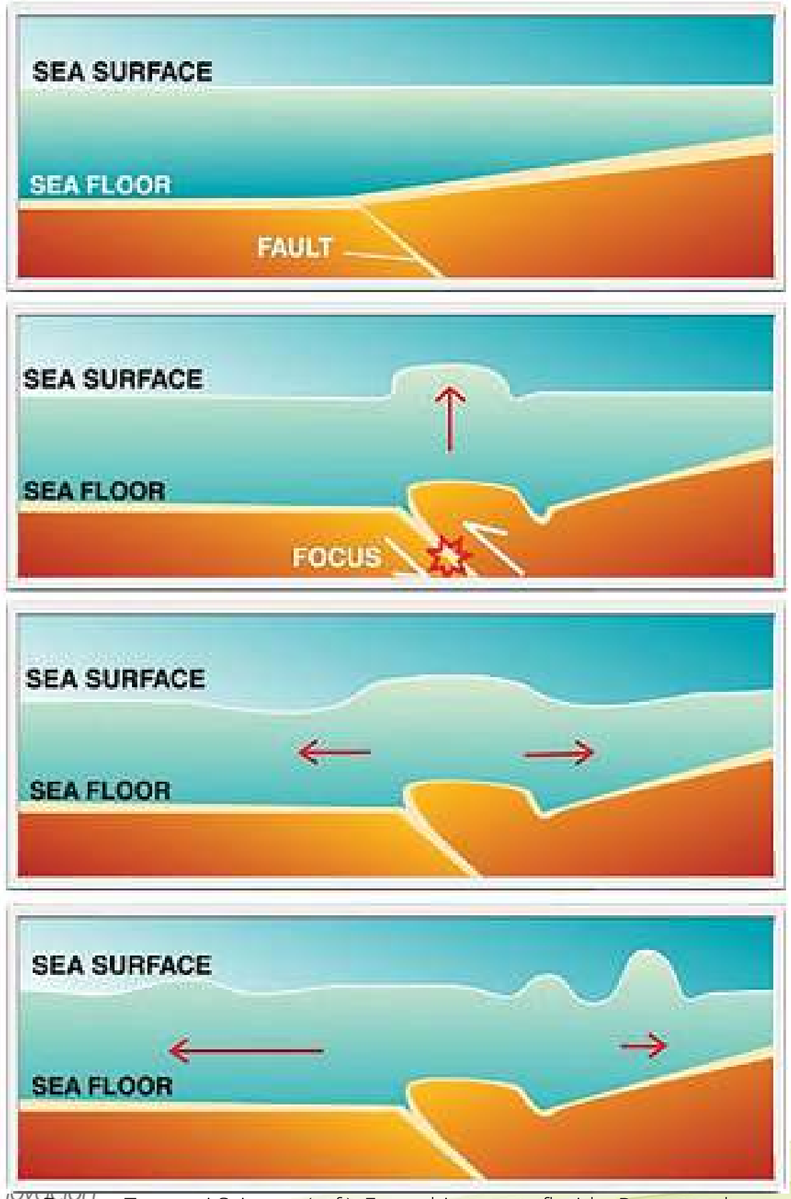
Las causas más comunes de tsunamis son los terremotos y deslizamientos. La siguiente imagen presenta cómo un terremoto puede generar un tsunami.

1. Un tsunami se genera cuando ocurre una ruptura abrupta en una falla geológica submarina y se desplaza la columna de agua hacia arriba con mucha fuerza.
2. Se generan olas en el océano que viajan en todas direcciones con una rapidez de hasta 600 mph.
3. Cuando las olas entran en aguas poco profundas, se comprimen, su velocidad disminuye y aumentan en altura (amontonamiento).
4. La altura de las olas aumenta y las corrientes del agua se intensifican, convirtiéndose en una amenaza para la vida y la propiedad.

Fuente: Formación | EcoExploratorio: Museo de Ciencias de Puerto Rico. (s. f.). Ecoexploratorio. Recuperado 15 de agosto de 2022,

DEFINICIÓN Y GENERACIÓN

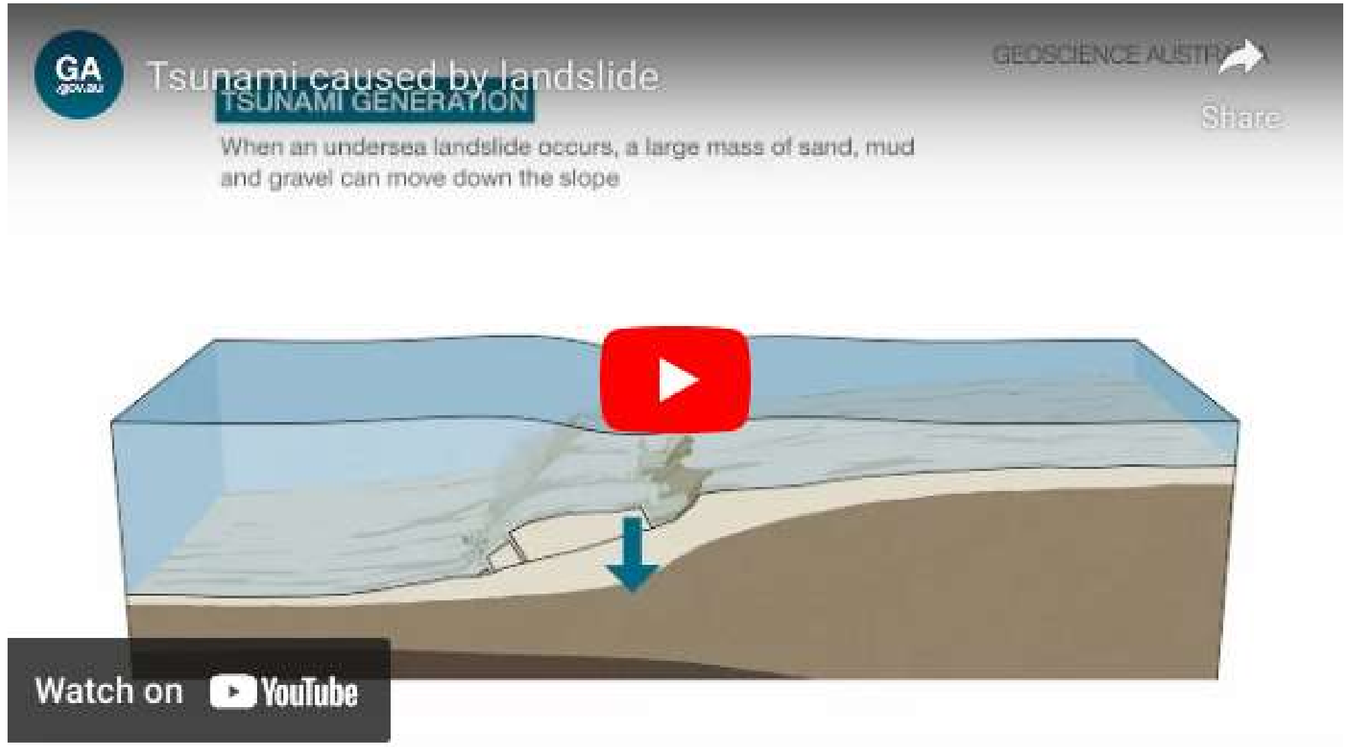
Tsunamis causados por terremotos o grandes sismos

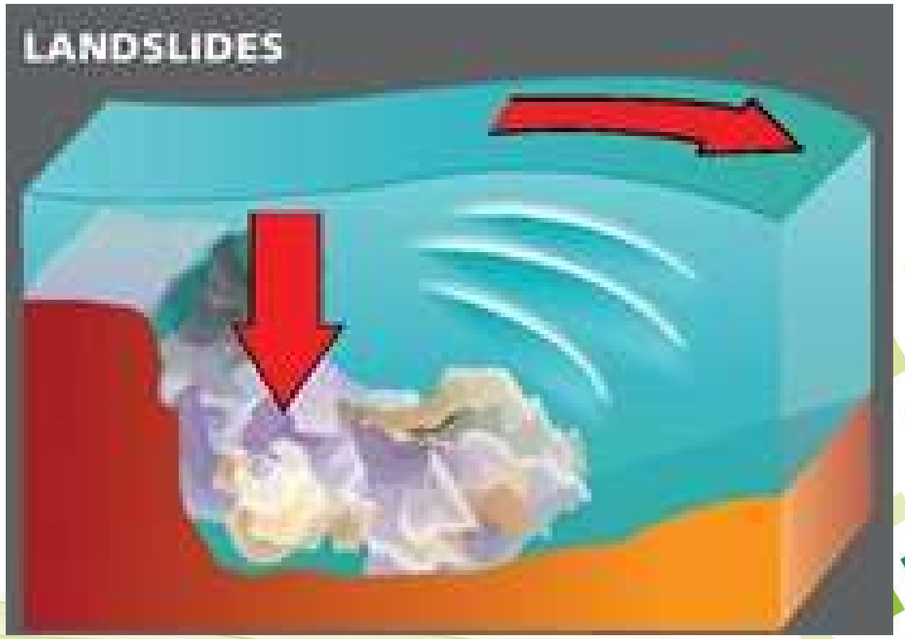


Fuente: Tsunami Science. (s. f.). Escambia county florida. Recuperado 14 de agosto de 2022,

Ecosistema para la investigación y la innovación

Tsunamis causados por deslizamientos marinos

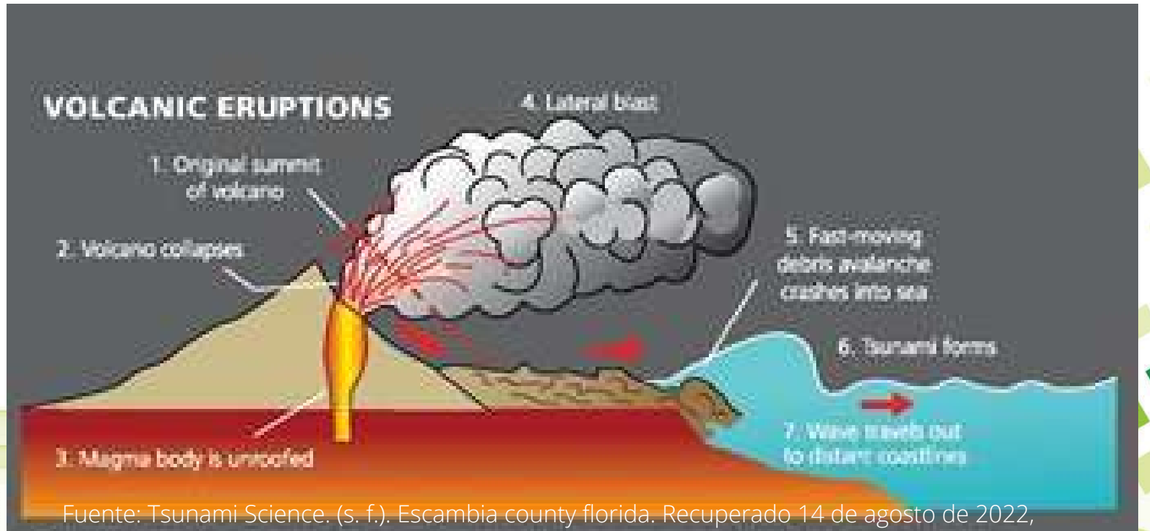




Fuente: Tsunami Science. (s. f.). Escambia county florida. Recuperado 14 de agosto de 2022,

DEFINICIÓN Y GENERACIÓN

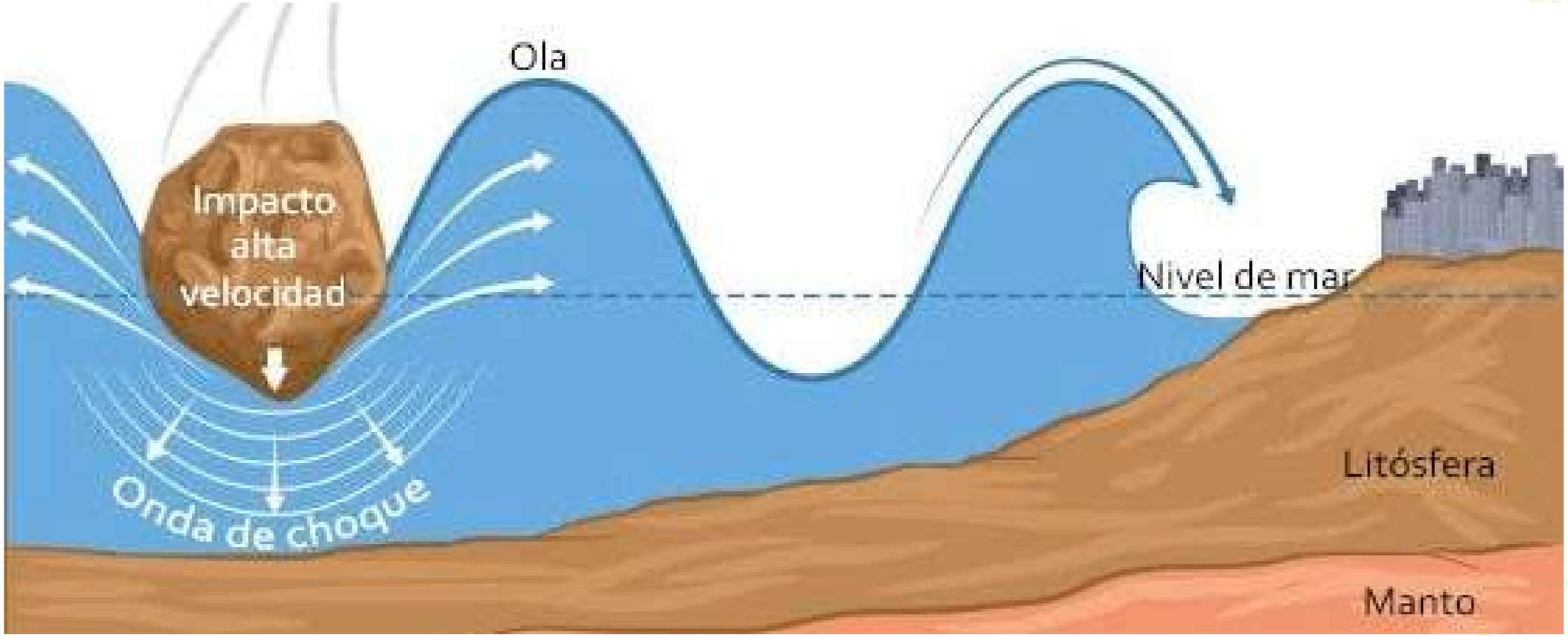
Tsunamis causados por erupciones volcánicas



Fuente: Tsunami Science. (s. f.). Escambia county florida. Recuperado 14 de agosto de 2022,

DEFINICIÓN Y GENERACIÓN

Tsunamis causados por meteoritos



Fuente: Castro, M. (2021, 23 abril). Tsunami. Lifeder. https://www.lifeder.com/tsunami/

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

COMO SE MIDEN?

ESCALAS

GRADO DE TSUNAMI	ALTURA DE LA OLA	DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS
1	1 – 2 mts	No produce daños
1	2 – 5 mts	Casas inundadas y botes destruidos son arrastrados
2	5 – 10 mts	Hombres, barcos y casas son barridos
3	10 – 20 mts	Daños extendidos a lo largo de 400 km de la costa
4	> 30 mts	Daños extendidos sobre más de 500 km a lo largo de la línea costera

Escala de Magnitud de Inamura. Fuente: Atlas Regional de Amenazas Naturales en América Central

I	**Muy suave**. La onda es tan débil que sólo es perceptible en los registros de los mareógrafos.
II	**Suave**. Las ondas son percibidas por aquellos que viven a lo largo de la costa y están familiarizados con el mar. Normalmente se percibe en zonas muy planas.
III	**Ligeramente fuerte**. Generalmente es percibido. Inundación de costas en pendientes suaves. Embarcaciones deportivas pequeñas son arrastradas a la costa. Daños leves en estructuras de material ligero situadas cerca de las costas. En estuarios, se invierten los flujos de los ríos hacia arriba.
IV	**Fuerte**. Inundación de la costa hasta determinada profundidad. Daños de erosión en rellenos construidos por el hombre. Terraplenes y diques dañado. Las estructuras de material ligero cercanas a la costa son dañadas. Las estructuras costeras sólidas sufren daños menores. Pequeños veleros y pequeños buques son derivados tierra adentro o mar afuera. Costas cubiertas con desechos flotantes.
V	**Muy fuerte**. Inundación general de la costa hasta determinada profundidad. Los muros de muelles y estructuras sólidas cercanas al mar son dañadas. Las estructuras de mar ligero son destruidas. Severa erosión de tierras cultivadas y la costa cubierta con desechos de artículos flotantes y animales marinos. Con excepción de grandes barcos, todo tipo de embarcación es llevada tierra adentro o hacia el mar. Grandes ascensos de agua en ríos estuarinos. Instalaciones portuarias resultan dañadas. Las personas se ahogan. Olas acompañadas de fuerte rugido.
VI	**Desastroso**. Destrucción parcial o completa de estructuras artificiales a determinada distancia de la costa. Grandes inundaciones costeras. Buques grandes severamente dañados. Árboles arrancados de raíz o rotos. Muchas víctimas.

Escala de intensidad Sieberg-Ambrayses (1962). Fuente: Construida a partir de Intergovernmental Oceanographic Commision (2008)

Universidad Industrial de Santander

COMO SE MIDEN?

ESCALAS

GRADO DE TSUNAMI	ENERGÍA (ERGIOS)	RUN - UP (m)
5	25.6×10^{23}	> 32
4.5	12.8×10^{23}	24 - 32
4	6.4×10^{23}	16 - 24
3.5	3.2×10^{23}	12 - 16
3	1.6×10^{23}	8 - 12
2.5	0.8×10^{23}	6 - 8
2	0.4×10^{23}	4 - 6
1.5	0.2×10^{23}	3 - 4
1	0.1×10^{23}	2 - 3
0.5	0.05×10^{23}	1.5 - 2
0	0.025×10^{23}	1 - 1.5
-0.5	0.0125×10^{23}	0.75 - 1
-1	0.006×10^{23}	0.50 - 0.75
-1.5	0.003×10^{23}	0.30 - 0.50
-2	0.0015×10^{23}	< 0.30

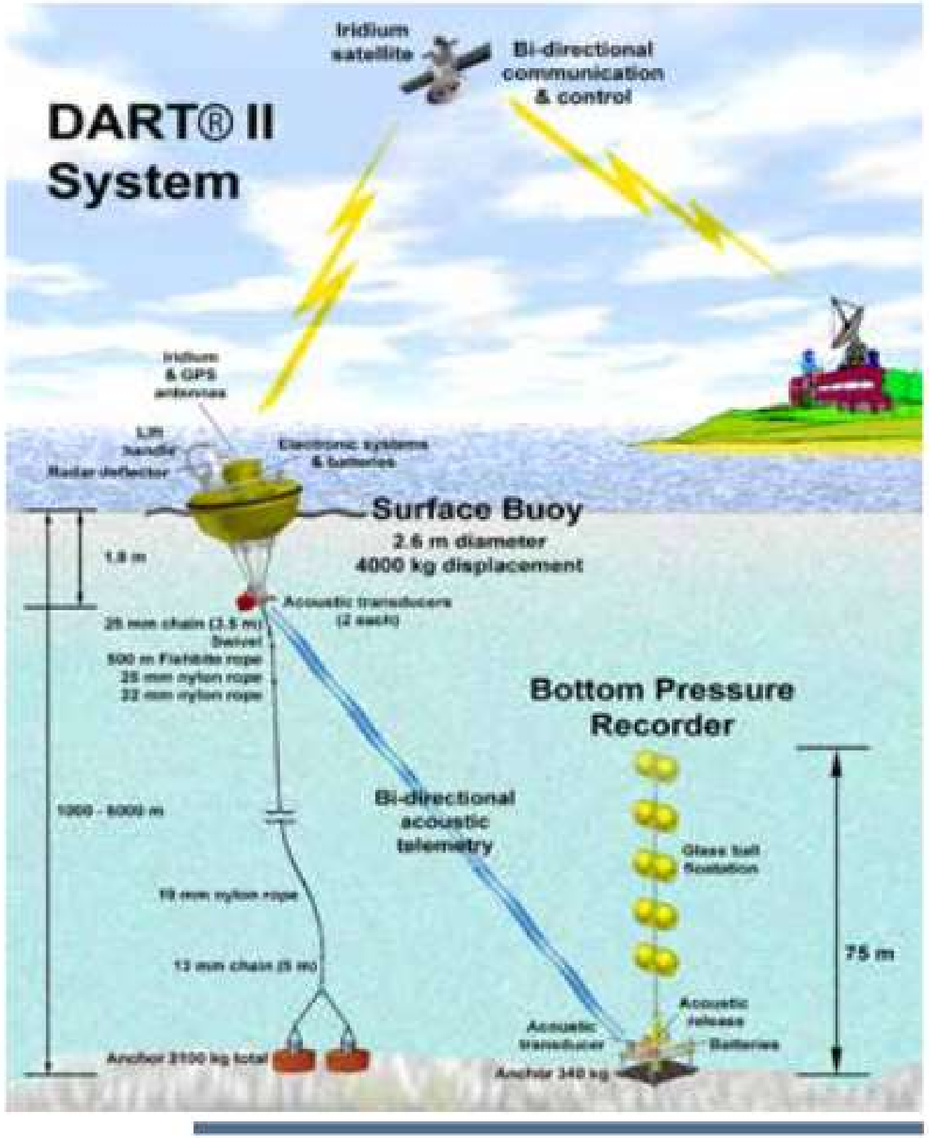
Tabla 5. Escala de Magnitud de Iida. Fuente: Tomada de Castro (2000).

GRADO DE TSUNAMI	ALTURA DE LA OLA H (m)	COTA MÁXIMA DE INUNDACIÓN (Run-up)	DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS
0	1 - 2	1 - 1.5	No produce daños
1	2 - 5	2 - 3	Casas inundadas y botes destruidos son arrastrados
2	5 - 10	4 - 6	Hombres, barcos y casas son barridos
3	10 - 20	8 - 12	Daños extendidos a lo largo de 400 km de la costa
4	> 30	16 - 24	Daños extendidos sobre más de 500 km a lo largo de la línea costera

Escala de Magnitud Imamura-Iida. Fuente: Tomada de Castro (2000).

MONITOREO - EQUIPOS

ESTACIÓN DEL NIVEL DEL MAR

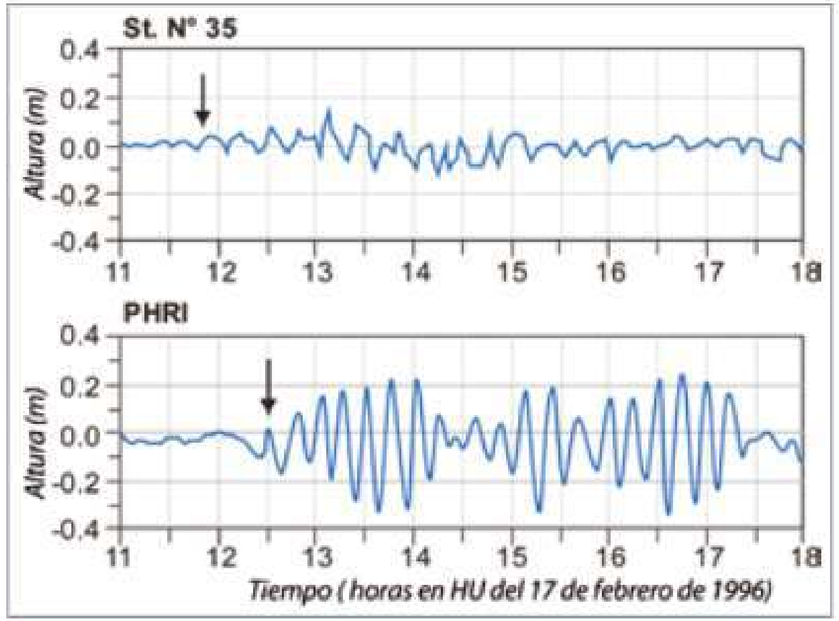


DART II. Cortesía de la NOAA.

Fuente: UNESCO. (2019). Glosario de tsunamis, 2019. Unesco, Biblioteca digital. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000188226_spa

MONITOREO - EQUIPOS

MAREOGRAMA



Mareogramas de las señales de tsunami medidas por un sensor submarino localizado a 50 km de la bahía de Tokio a una profundidad de 50 m (arriba) y otro sensor localizado en la costa (abajo). El tsunami es detectado por el sensor submarino aproximadamente 40 minutos antes de que sus ondas arriben a la costa (flechas). El sensor de presión submarino conectado por cable fue desarrollado por el Instituto de Investigaciones Portuarias de Japón y usado por el JMA.

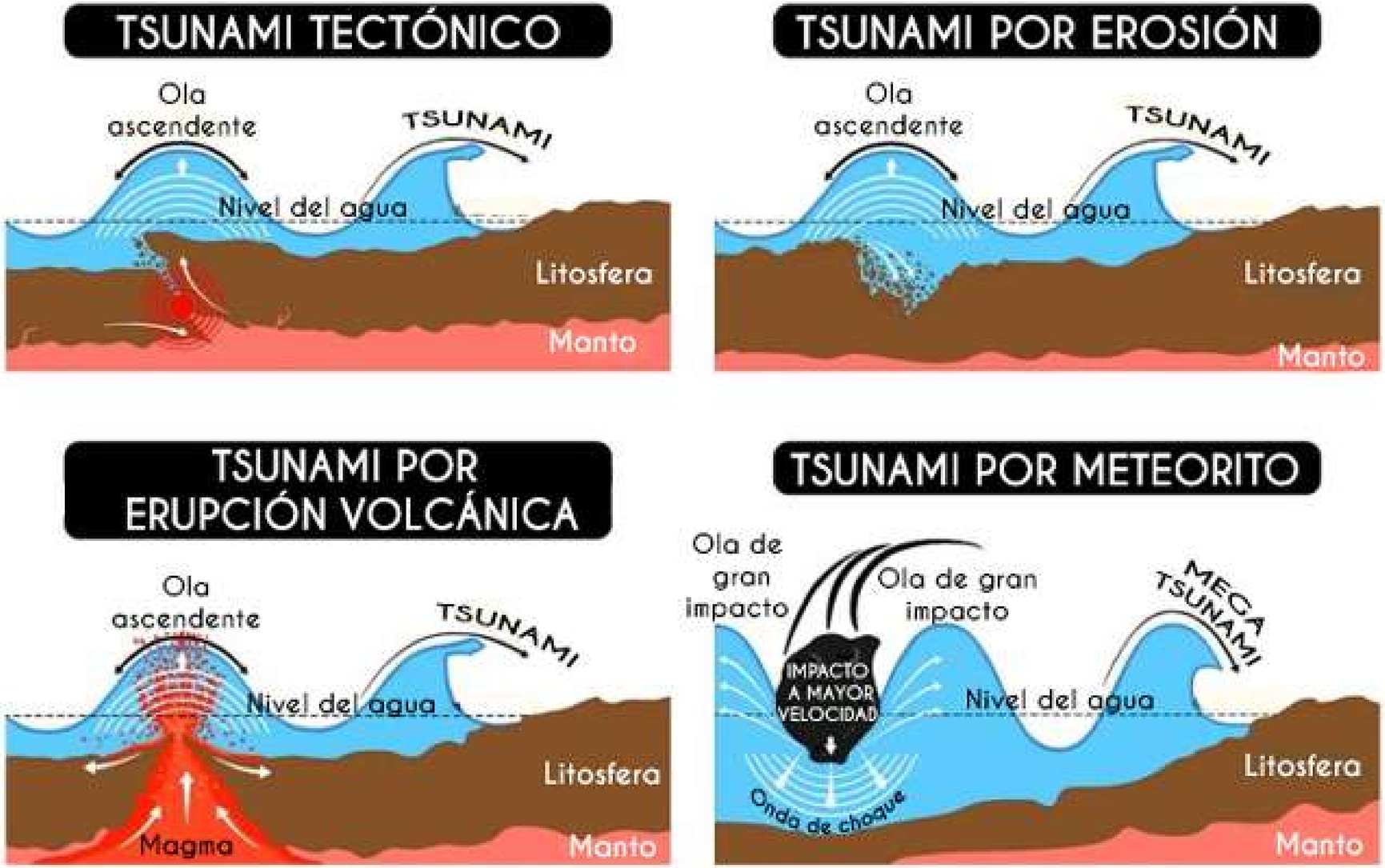
MEDIDOR DE OLA GEORREFERENCIADO

Sistema de boya georreferencial para la vigilancia de olas y tsunamis introducido por el MLIT en 15 sitios alrededor de Japón.

Fuente: UNESCO. (2019). Glosario de tsunamis, 2019. Unesco, Biblioteca digital. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000188226_spa

CLASIFICACIÓN

según las causas que los provocan



Fuente: Castro, M. (2021, 23 abril). Tsunami. Lifeder. https://www.lifeder.com/tsunami/

CLASIFICACIÓN

Dependiendo de la distancia

Tsunami local

100 km o menos de 1 hora de la costa

Teletsunamis

distancias mayores a 1000 Km atravesando océanos enteros. tardar más de 3 horas en llegar.

Tsunami regional

100 km hasta los 1000 km entre 1-3 horas desde el momento de ser generado.

Megatsunami

supera los cientos de metros de altura

fiordo de Taan, en Alaska, en 2015.

Otras clasificaciones

Paleotsunamis

HA OCURRIDO ANTES DE LA EXISTENCIA DE UN REGISTRO HISTÓRICO O PARA EL CUAL NO EXISTEN OBSERVACIONES ESCRITAS

TSUNAMI METEOROLÓGICO

GENERADO POR PERTURBACIONES METEOROLÓGICAS O ATMOSFÉRICAS

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

SEÑALES DE LA NATURALEZA

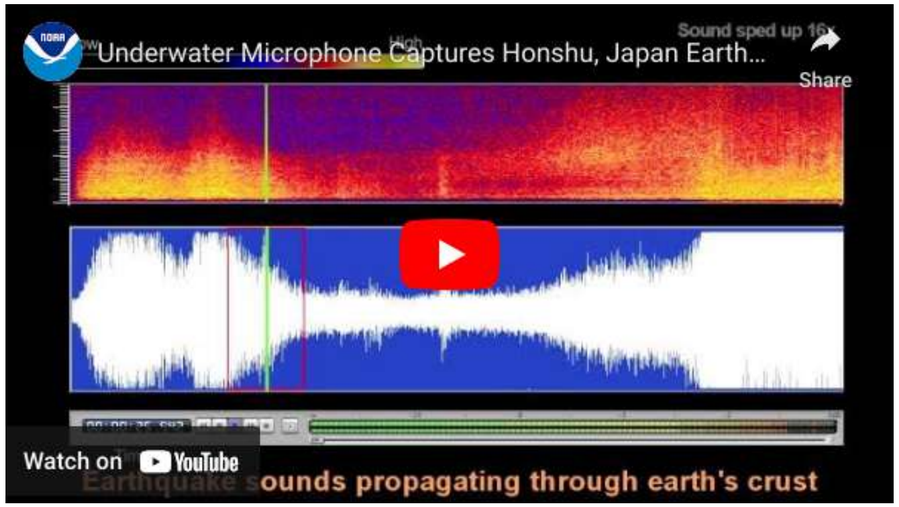
Terremoto

Fuente: NatGeo, 2010

Cambios en el nivel del mar

Fuente: Xataca, 2021

Sonido



IMPACTO SOBRE LA COSTA

Factores

Fuente: La Opinion, 2022:

Fuente: DW, 2018

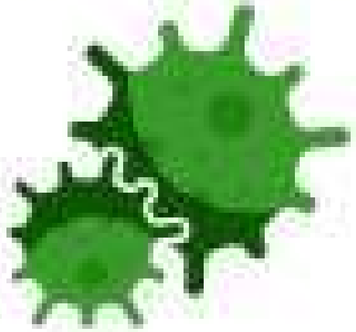
Fuente: El País, 2011

IMPACTO SOBRE LA COSTA

Daños

Muertos y heridos

Enfermedades epidérmicas



Infraestructura

Barcos

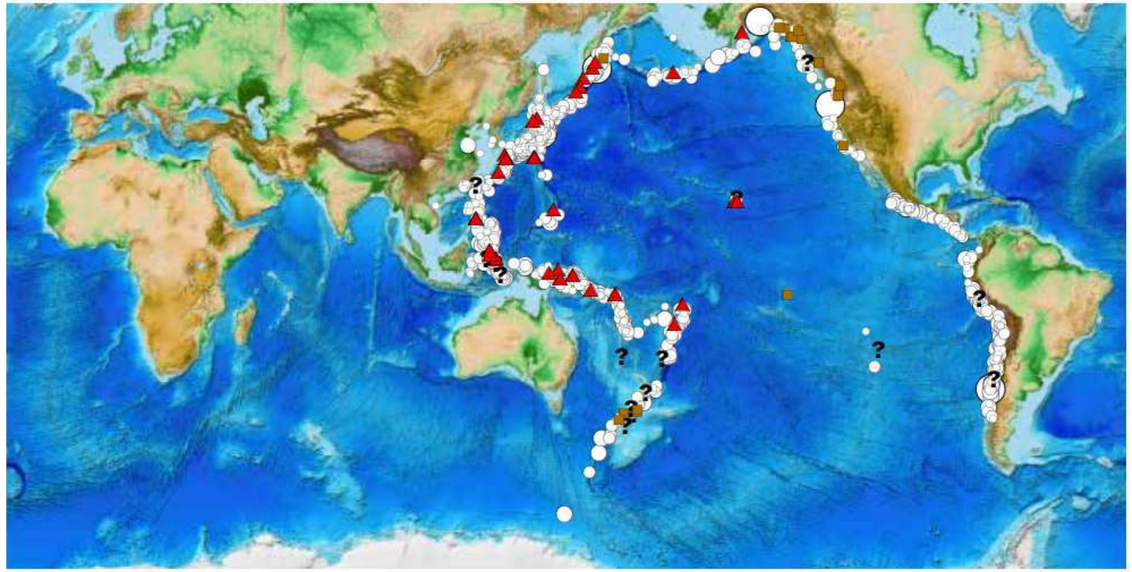
Contaminación ambiental

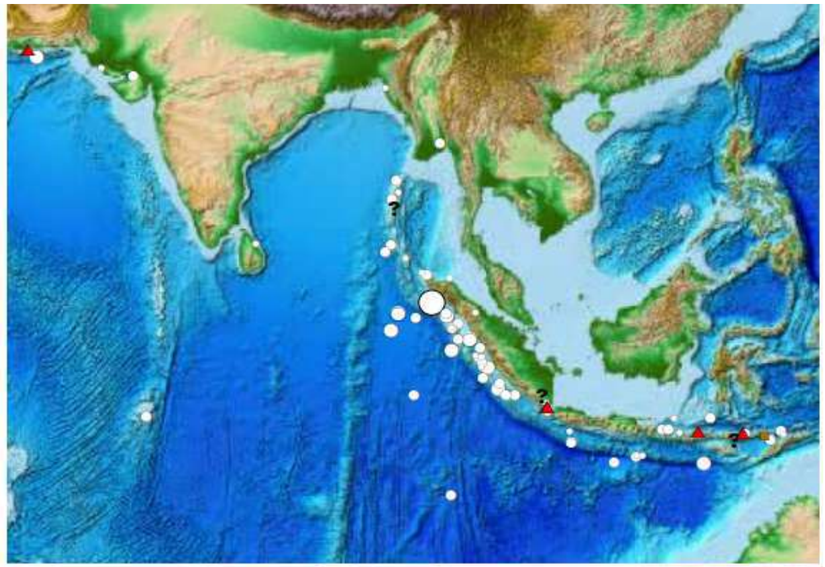
Efectos

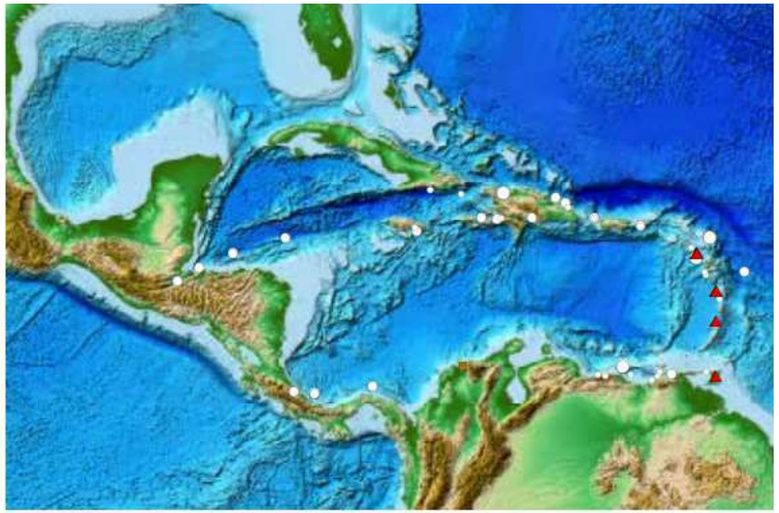
- Durante los últimos 3.600 años, se han producido 252 tsunamis que han provocado más de 540.000 muertes.
- La peor catástrofe de la historia tuvo lugar el 26 de diciembre de 2004 en Sumatra (Indonesia).
- El último gran tsunami transoceánico ocurrió el 11 de marzo de 2011 en Japón con un resultado de más de 18.000 muertos en Japón y 2 personas en el campo lejano.

Localización fuentes de tsunamis

HISTORIA







Deslizamiento de tierras

Erupción volcánica

? Origen desconocido

El tamaño del círculo está directamente relacionado con la magnitud del sismo

Fuente: NEIC/ Sistema Mundial de Datos Geofísicos.

HISTORIA

Datos históricos

Tsunamis que causaron muertes a más de 1.000 km de la fuente según los registros existentes						
Fecha				Nº estimado de muertos o desaparecidos		
Día	Mes	Año	Ubicación de la fuente	Locales	Lejanos	Localidades lejanas con víctimas
27	1	1700	Zona de subducción de Cascadia (EE. UU.)		2	Japón
1	11	1755	Lisboa (Portugal)	50 000	3	Brasil
7	11	1837	Sur de Chile	0	16	EE. UU. (Hawái)
13	8	1868	Norte de Chile**	*25 000	7	Nueva Zelandia, Samoa, sur de Chile
10	5	1877	Norte de Chile	277	2 005	Fiji, Japón, Perú, EE. UU. (Hawái)
27	8	1883	Krakatoa (Indonesia)	34 417	1	Sri Lanka
15	1	1899	Papua Nueva Guinea	0	Cientos	Islas Carolinas, Islas Salomón
9	8	1901	Islas de la Lealtad (Nueva Caledonia)	0	Varios	Islas Santa Cruz
3	2	1923	Kamchatka (Federación de Rusia)	2	1	EE. UU. (Hawái)
27	11	1945	Costa de Makrán (Pakistán)	*4 000	15	India
1	4	1946	Isla de Unimak (Alaska, EE.UU.)	5	162	Islas Marquesas, Perú, EE. UU. (California, Hawái)
9	3	1957	Islas Andreanof (Alaska, EE.UU.)	0	2	EE. UU. (Hawái, muertas indirectas por un accidente de avión durante un ejercicio de reconocimiento del tsunami)
22	5	1960	Centro de Chile	2 000	226	Japón, Filipinas, EE. UU. (California, Hawái)
28	3	1964	Prince William Sound (Alaska, EE.UU.)	106	18	EE. UU. (California, Oregón)
26	12	2004	Banda Aceh (Indonesia)***	*175 827	52 072	Bangladesh, India, Kenya, Madagascar, Maldivas, Myanmar, Seychelles, Somalia, Sudáfrica, Sri Lanka, Tanzanía, Yemen
28	3	2005	Sumatra (Indonesia)	0	10	Sri Lanka (muertes durante la evacuación)
11	3	2011	Tohoku (Japón)	*18 432	2	Indonesia, EE. UU. (California)
28	10	2012	Haida Gwaii (Canadá)	0	1	EE. UU. (Hawái, muerte durante la evacuación)

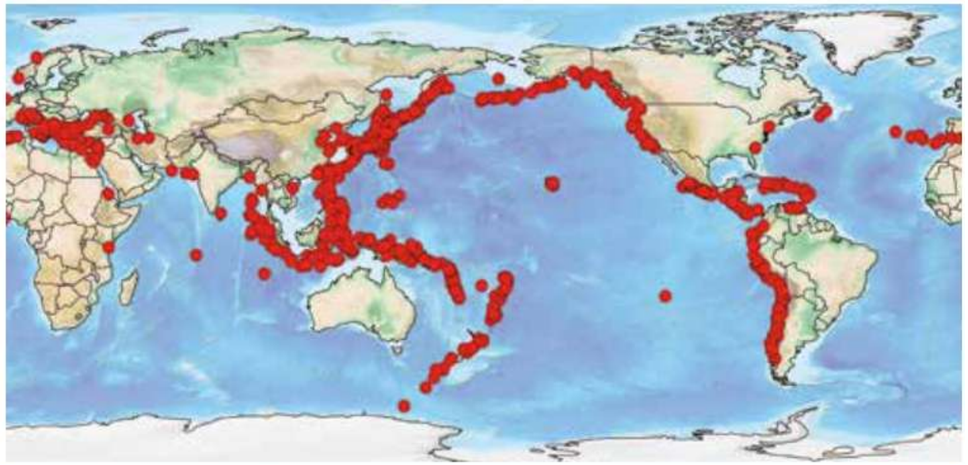
* Puede incluir víctimas por el terremoto ** Muertes locales y regionales en Chile y el Perú *** Muertes locales y regionales en Indonesia, Malasia y Tailandia

Fuente: UNESCO, 2019

Universidad Industrial de Santander

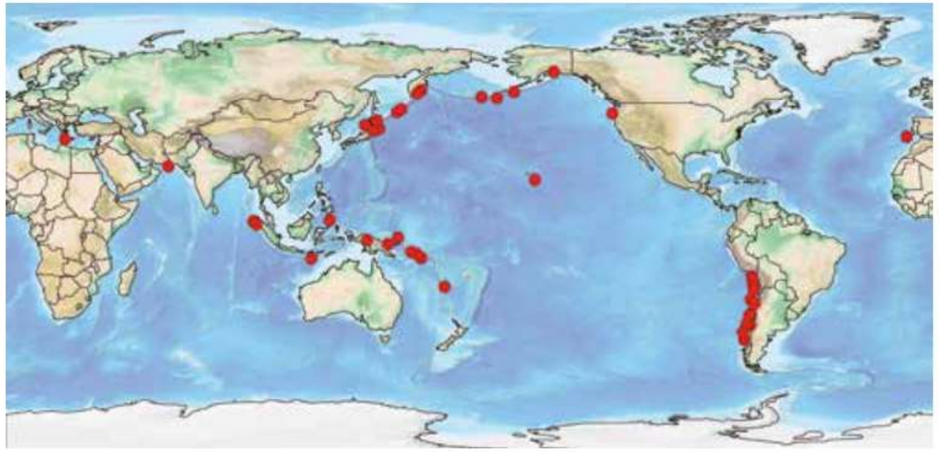
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

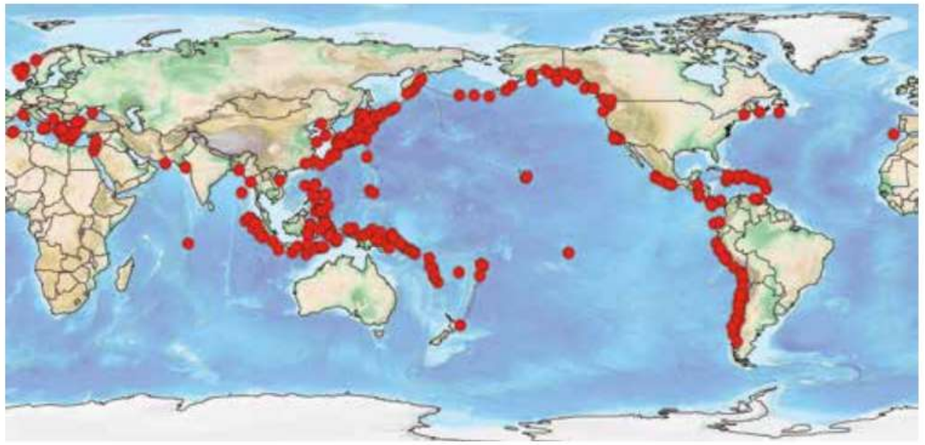
HISTORIA



Epicentros de todos los terremotos tsunamigénicos

Localización de terremotos, erupciones volcánicas y deslizamientos





Teletsunamis originados por terremotos o erupciones volcánicas

Fuente: NEIC/ Sistema Mundial de Datos Geofísicos.

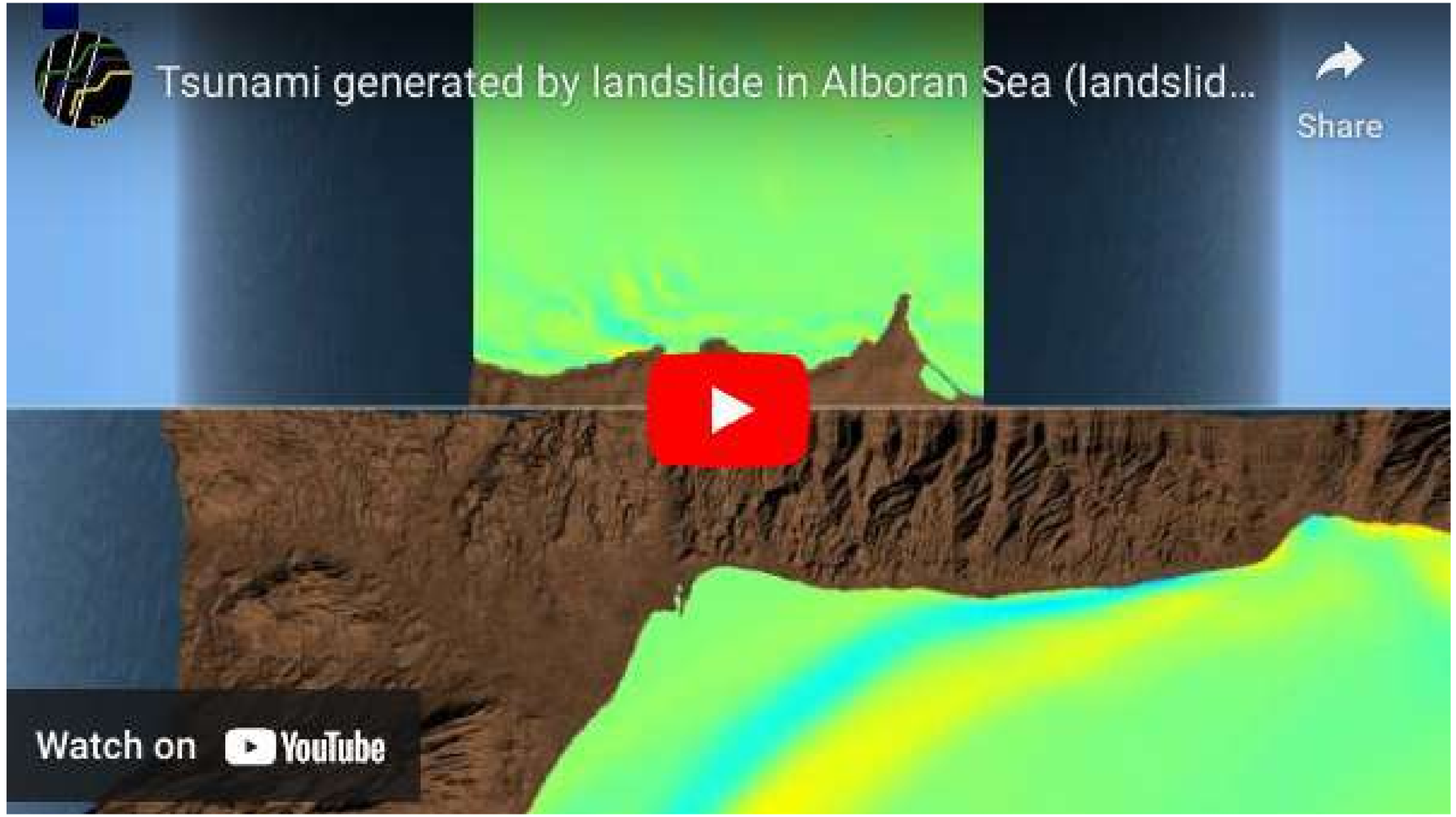
PREVENCIÓN

Componentes del sistema de alerta

1. Sistemas de observación
2. Modelos para pronosticar el impacto de los tsunamis
3. Mensajería oportuna y precisa
4. Servicios de apoyo en la toma de decisiones durante los eventos para mejorar la respuesta comunitaria
5. Actividades de preparación y mitigación para asegurar la respuesta adecuada del público a la amenaza de un tsunami y reducir o eliminar impactos potenciales.

PREVENCIÓN

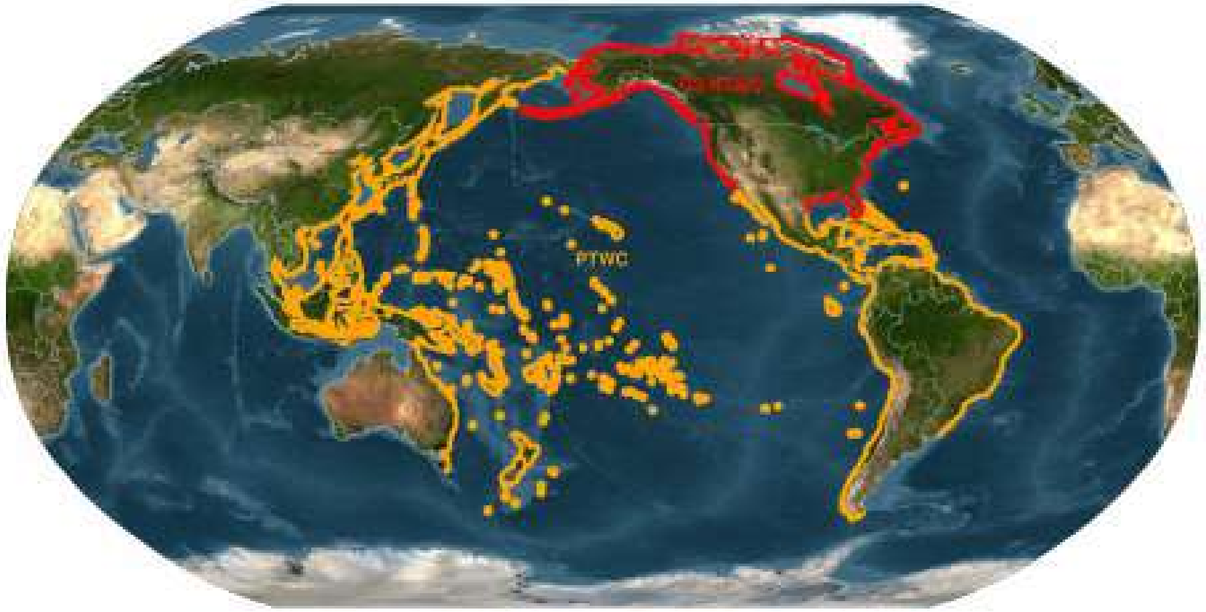
Modelo de deslizamiento submarino



PREVENCIÓN

Emisión de mensajes de tsunamis

El Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico (PTWC)



Áreas de cobertura de los dos centros de alerta de tsunamis de NOAA: Centro Nacional de Alerta de Tsunamis (rojo) y Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico (amarillo)

El Centro Nacional de Alerta de Tsunamis de los Estados Unidos (NTWC)

Preparación

PREVENCIÓN

Señal de zona de peligro de tsunami en Washington (Estados Unidos de América).

Señal que muestra una ruta de evacuación en caso de tsunami (Chile)

Señales de evacuación de edificios y de zonas seguras en Japón aprobadas por la ISO (2008).

Señal de peligro de tsunami aprobada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en 2008.

PREVENCIÓN

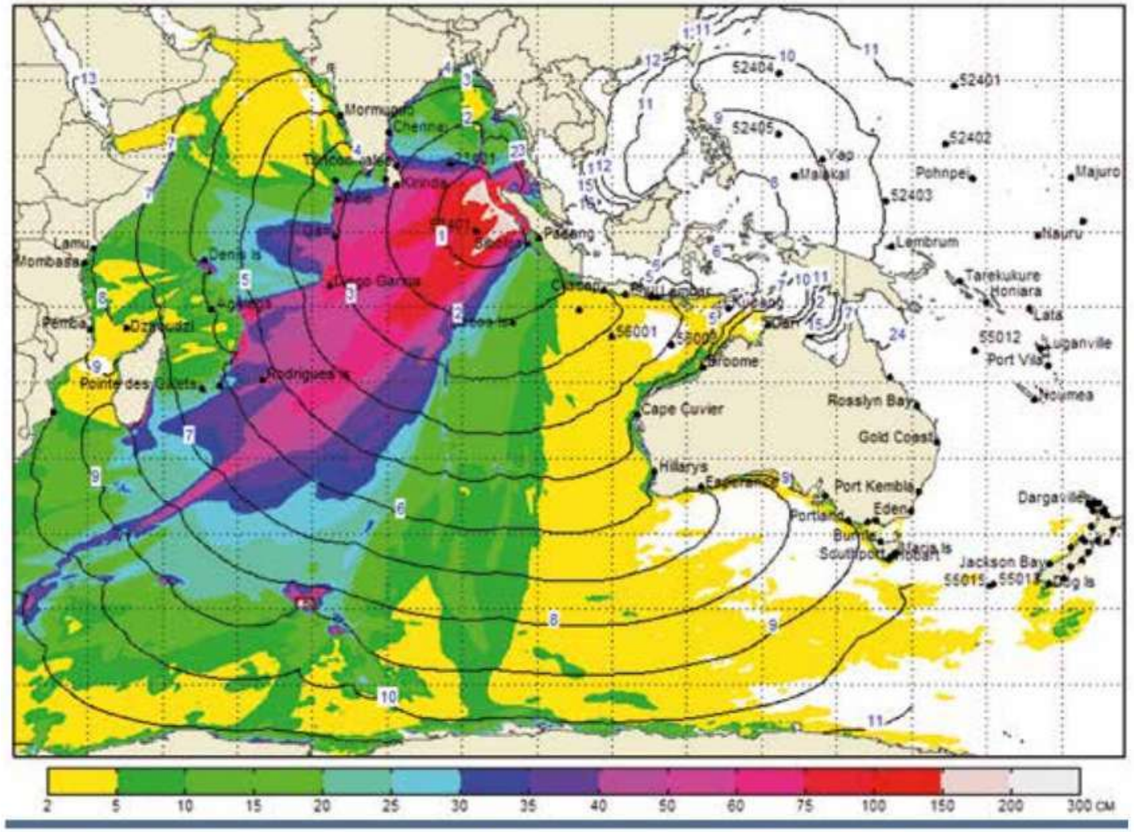
Rompeolas

Esclusa usada como protección contra las ondas de tsunami en la isla de Okushiri (Japón). La compuerta comienza a cerrarse automáticamente unos segundos después de que el movimiento telúrico active los sensores sísmicos. Fotografía por cortesía del ITIC.

Barrera de contención, con escaleras como ruta de evacuación, usada para proteger un pueblo costero contra la inundación por tsunami en Japón. Fotografía por cortesía de la Oficina de Ríos, Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte de Japón.

PREVENCIÓN

Mapa de predicción de amenaza



Mapa de predicción de amenaza de tsunami para Australia realizado por el RTSP del IOTWS que fue generado el 26 de diciembre de 2004 por un terremoto de magnitud 9.1 en el océano Índico en Sumatra (Indonesia). Esta predicción hubiera sido emitida, si hubiera habido centros de alerta internacionales en funcionamiento en 2004. Los puntos situados en las costas corresponden a la amplitud esperada en la costa. Las bandas de colores muestran la dirección de la propagación de la energía del tsunami y las amplitudes máximas mar adentro. Los contornos (en blanco) muestran el tiempo de viaje esperado del tsunami en intervalos de una hora. Cortesía del Centro Conjunto de Alerta contra los Tsunamis de Australia.

BIBLIOGRAFÍA

AFP. (2019, 27 mayo). Científicos griegos crean escala de medida de tsunamis. ABC Color. https://www.abc.com.py/ciencia/cientificos-griegos-crean-escala-de-medida-de-tsunamis-554283.html

Castro, M. (2021, 23 abril). Tsunami. Lifeder. https://www.lifeder.com/tsunami/

Maldonado, Y. (2020, 31 julio). ▷ Tsunamis ¿Qué son? Causas, Consecuencias, Características. GEOLOGIAWEB. https://geologiaweb.com/riesgos-naturales/tsunamis/#Que_es_un_tsunami

NOAA. (2017, junio). Programa de Tsunamis de la NOAA. https://www.weather.gov/media/safety/NOAATsunamiProgramSingleSP.pdf

Tsunami Science. (s. f.). Escambia county florida. Recuperado 14 de agosto de 2022, de https://myescambia.com/our-services/public-safety/beready/natural-disasters/tsunami

UNESCO. (2014). Tsunamis las grandes olas. *UNESCO*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148609_spa/PDF/148609spa.pdf.multi

UNESCO. (2019). Glosario de Tsunamis. *UNESCO*. Colección técnica, 85.

ESCENARIO TSUNAMIS A NIVEL MUNDIAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUDES DE DAÑOS.

PRESENTADO POR :

Yessid Fernando Zabala Garces

María Valentina Rodríguez

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

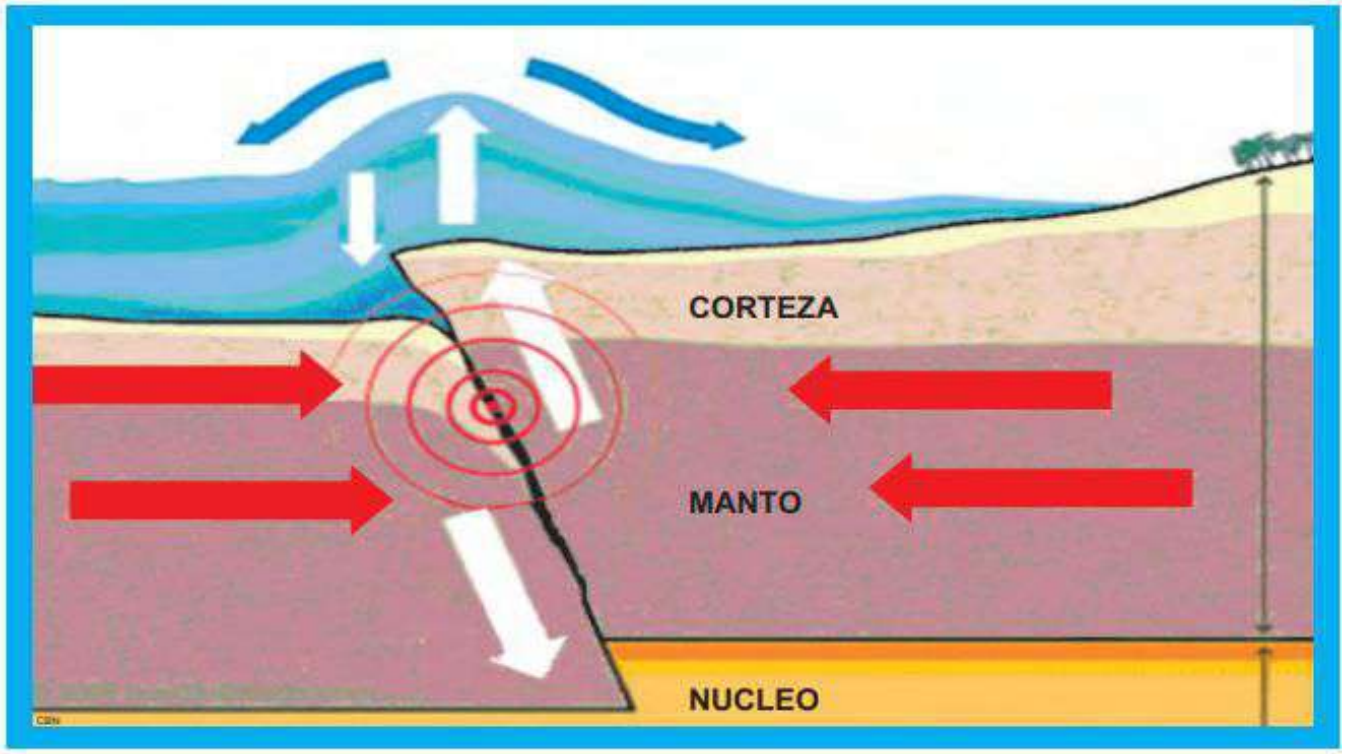
CONTENIDO

- Generalidades
- Perú
- Alaska
- Indonesia

INTRODUCCIÓN

TSUNAMI ("Ola en el puerto"): Son olas generadas por el desplazamiento vertical de una columna de agua. Este desplazamiento puede deberse a la actividad sísmica, al vulcanismo explosivo, a un deslizamiento de tierra por encima o por debajo del agua o el impacto de un asteroide. [Bryant, 2008]

INTRODUCCIÓN



PREPARACIÓN ANTE DESASTRE SÍSMICO Y/O TSUNAMI Y RECUPERACIÓN TEMPRANA EN LIMA Y CALLAO. (s. f.).

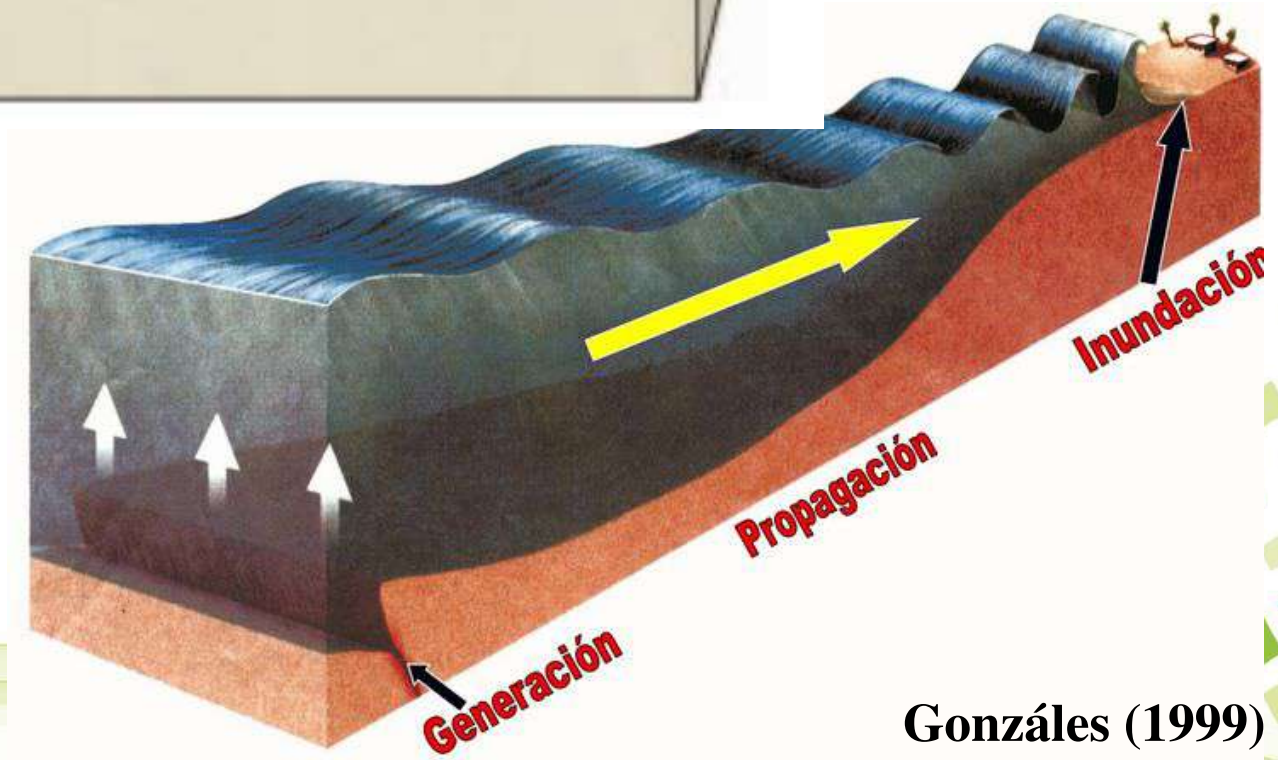
Origen cercano

Origen lejano

es un riesgo para las zonas costeras

INTRODUCCIÓN

Tarbuck, E. & Lutgens, F., 2001: Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física



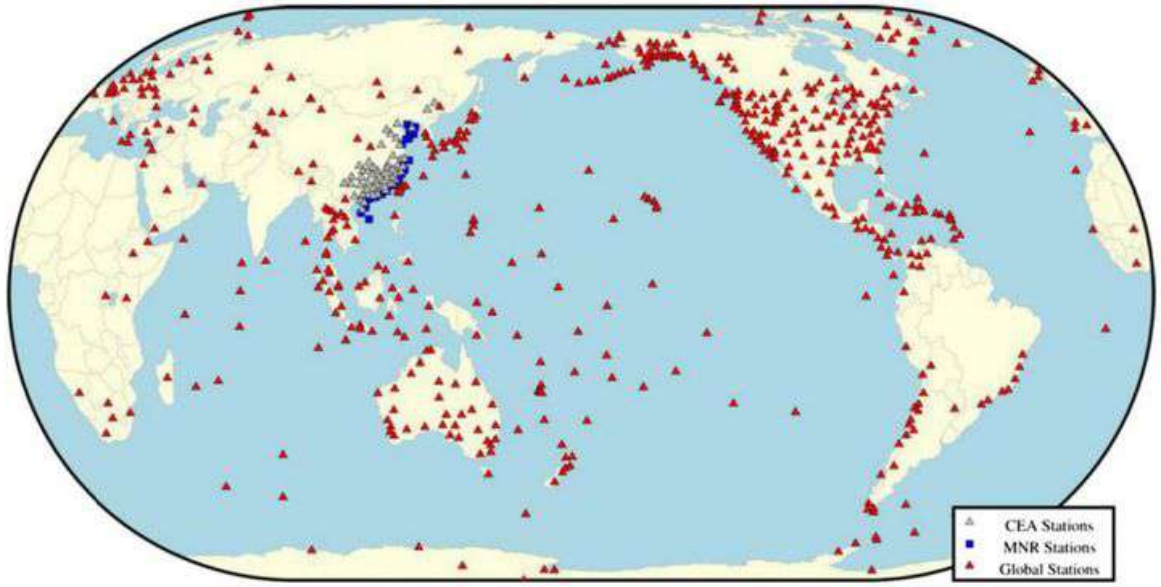
Gonzáles (1999)

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

INTRODUCCIÓN

TSUNAMI	AÑO	ALTURA (METROS)
LITUYA BAY, ALASKA	1958	524 (Fritz et al., 2001)
NICARAGUA	1992	9,5 (Gonzalez, 1999)
OKUSHIRI, JAPÓN	1993	31 (Gonzalez, 1999)
SUMATRA, INDONESIA	2004	35 (Tsuji et al., 2005)
HONSHU, JAPÓN	2011	38 (Kyodo News, 2011)

Geólogo Mario Fernández Arces. (s. f.). TSUNAMIS.

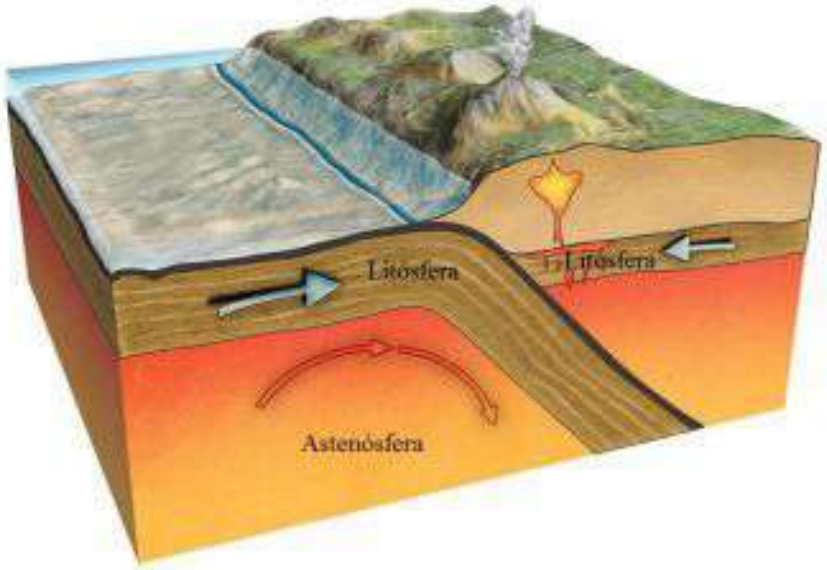


Xu, Z., Liang, S., Abd Rahman, M. N. B., Li, H., & Shi, J. (2021). Historical earthquakes, tsunamis and real-time earthquake monitoring for tsunami advisory in the South China Sea region. Natural Hazards

TSUNAMI EN PERU

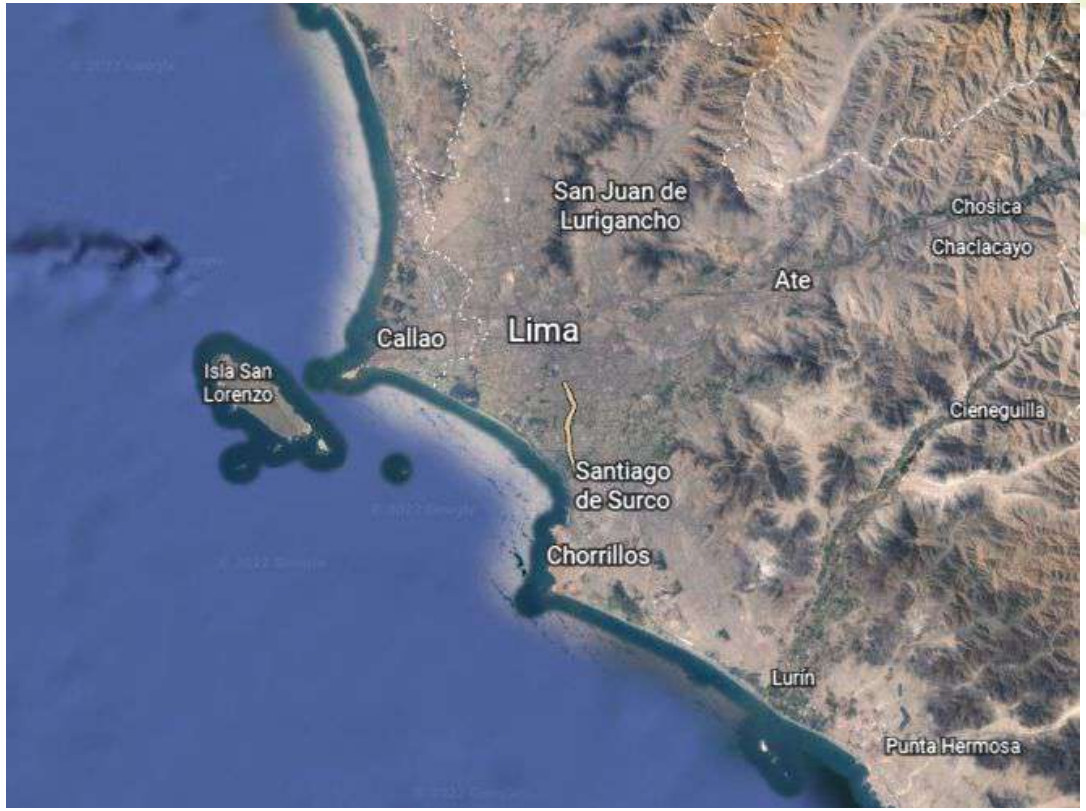
28 DE OCTUBRE DE 1746

UBICACION: Callao, en la costa central de peru.



Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya



Google earth 2022

Placa de Nazca.

Placa Sudamericana.

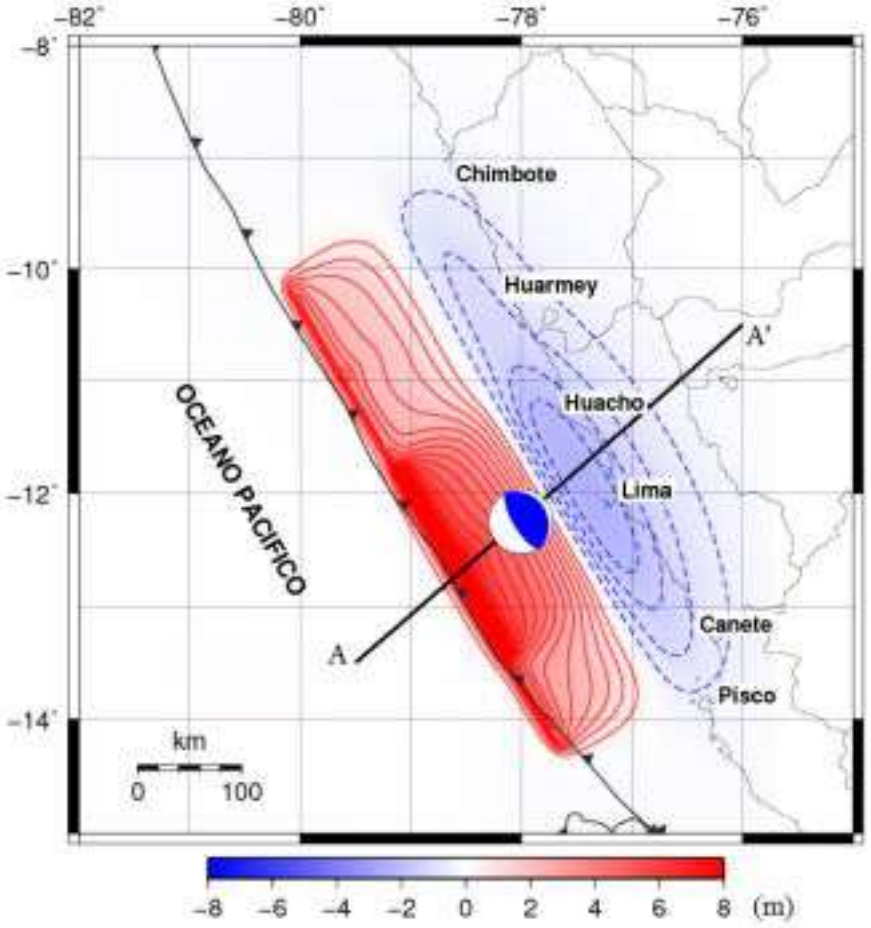
Sismo.

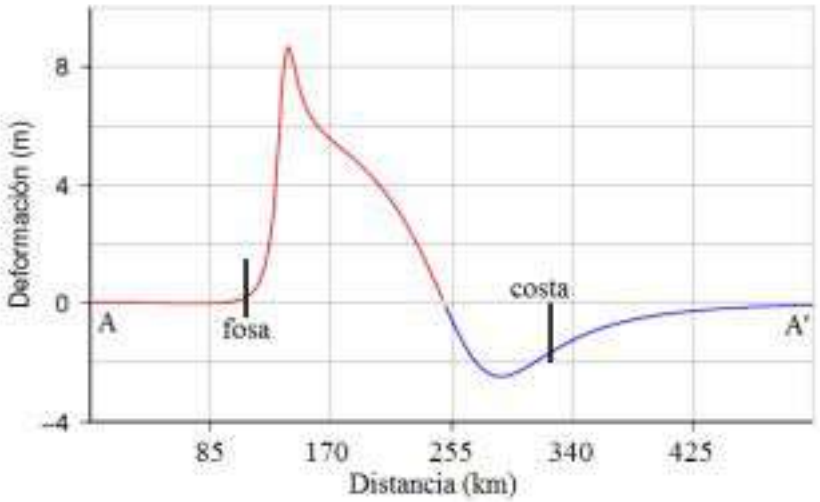
9.0--> Olas 10-15m de altura.

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Universidad Industrial de Santander

Deformación vertical cosísmica inicial para una fuente de 9.0 Mw





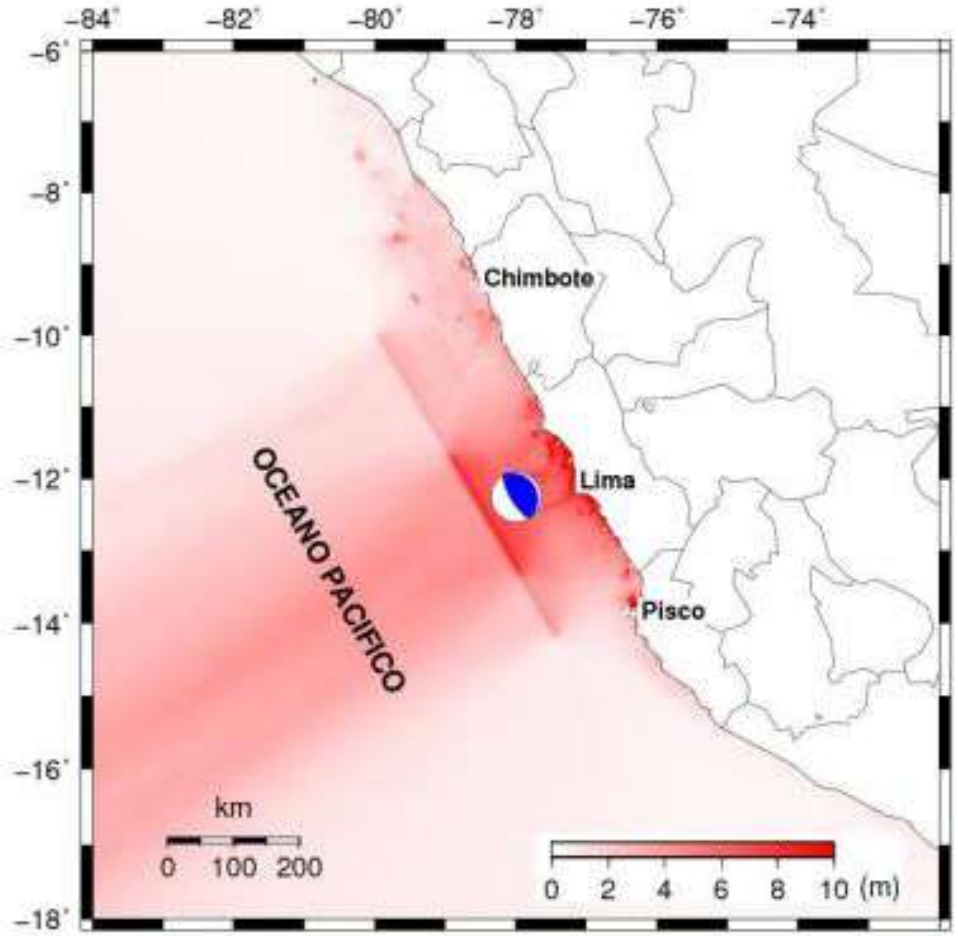
Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Mapa de las máximas amplitudes de las olas.



Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Resultados de la simulación para el modelo numérico no-linea

Localidad	M ≈ 9.0 Mw	
	Ta (min)	H_{max} (m)
Ancón	25	15
Ventanilla	24	14
Callao Puerto	23	10
Villa	18	14
Lurín	20	15
Pucusana	18	13

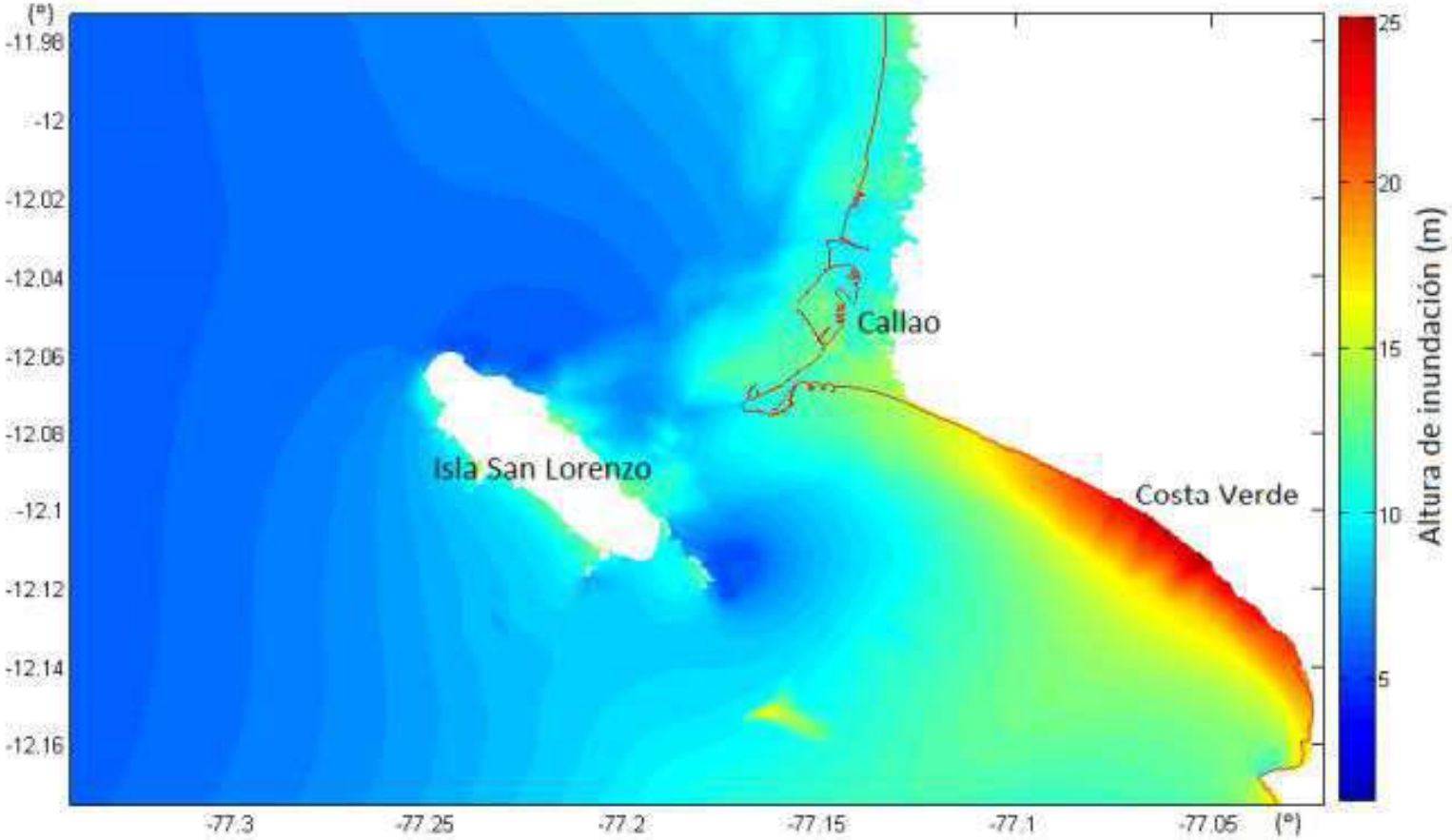
Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Mapa de inundación para la zona de Callao - Costa Verde (9.0 Mw).



Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Imagen satelital para la zona de La Punta y parte oeste del Callao.

Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Máxima distancia horizontal y altura de inundación para el Tsunami de Callao de 1746.

Localidad	Máxima distancia de inundación	Máxima altura de inundación
Ventanilla	3.3 km	25 m
Callao Puerto	1.8 km	14 m
Villa Chorrillos	2.5 km	12 m
Lurín	3.2 km	20 m

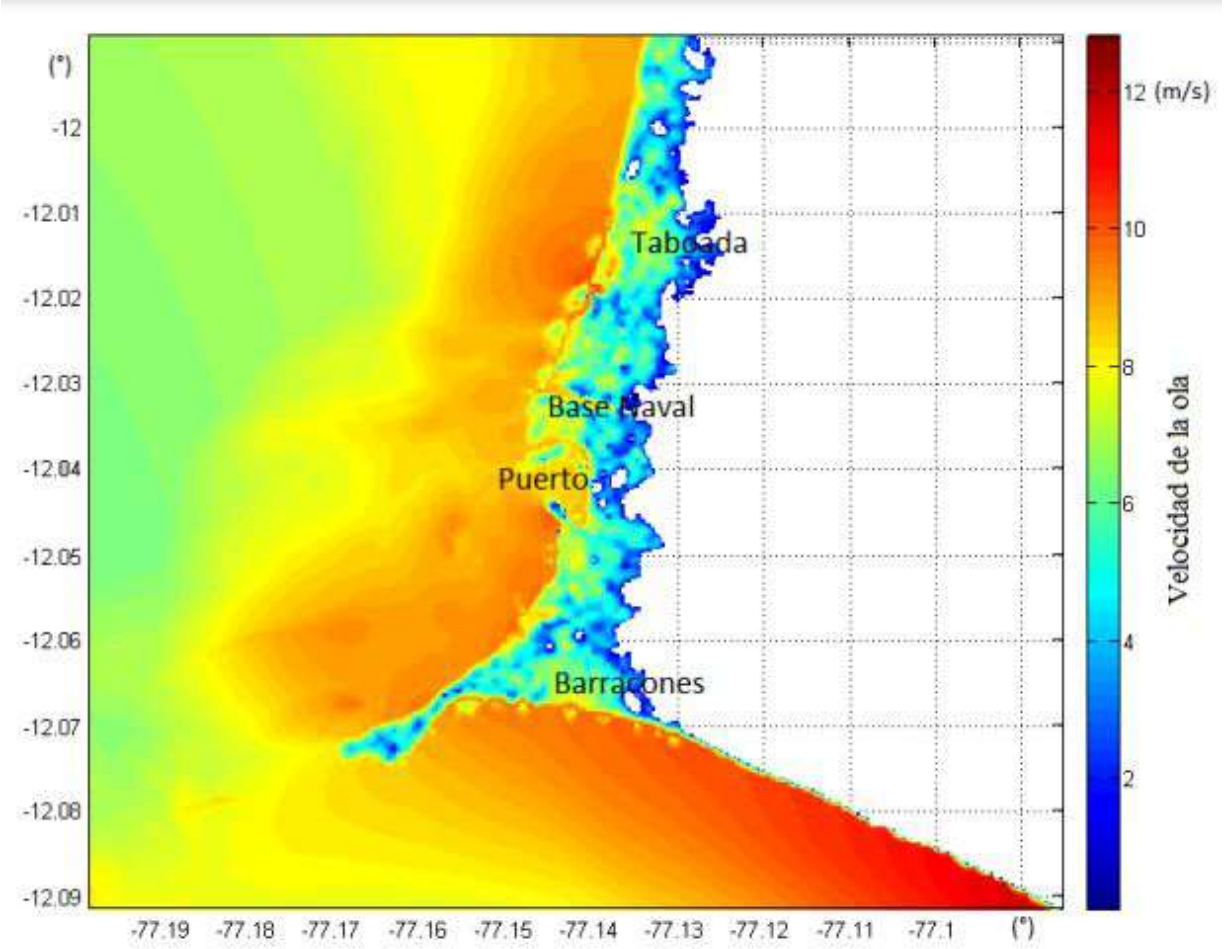
Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Mapa de microzonificación por magnitud de velocidad



Tesis el maremoto notable de 1746 (2015)

Autor: César Omar Jiménez Tintaya

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

DAÑOS

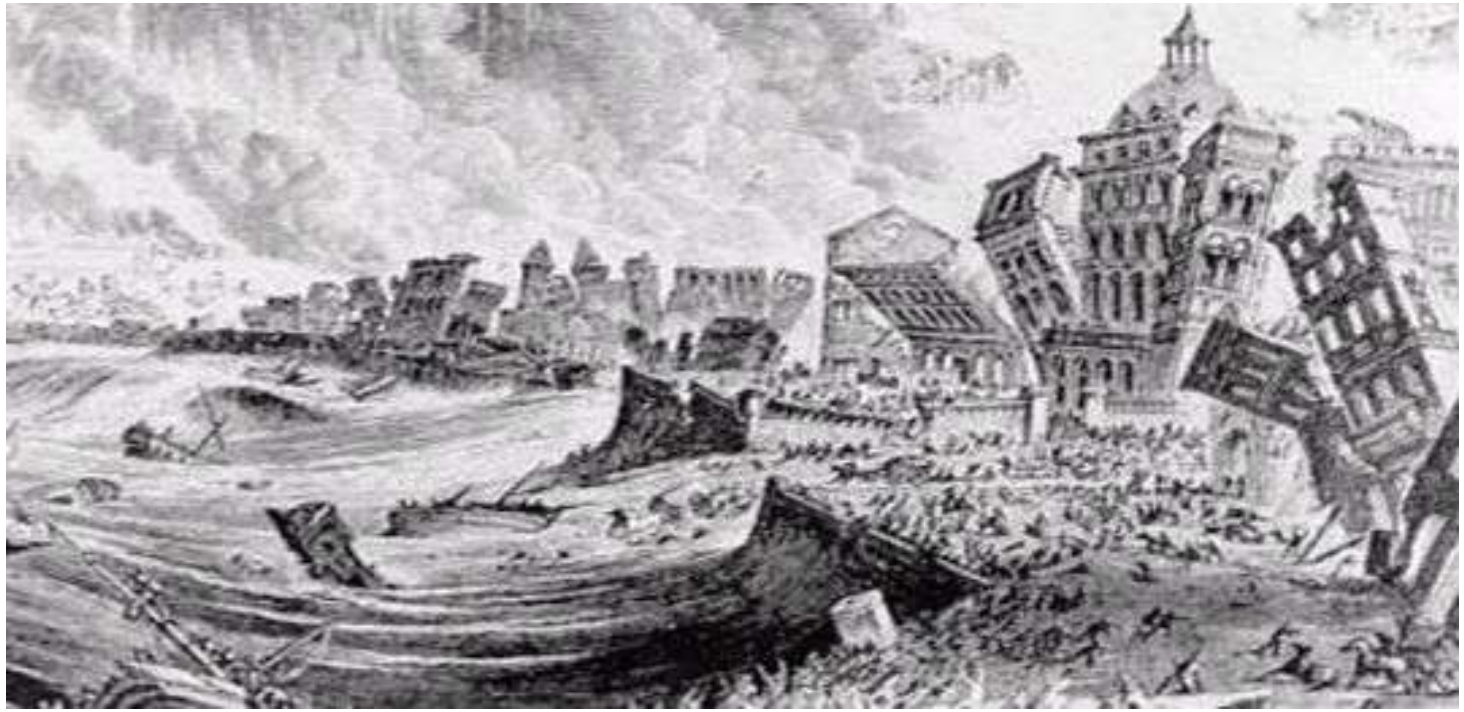
4800 muertes .

200 sobrevivientes.

19 barcos hundidos.

4 tierra adentro.

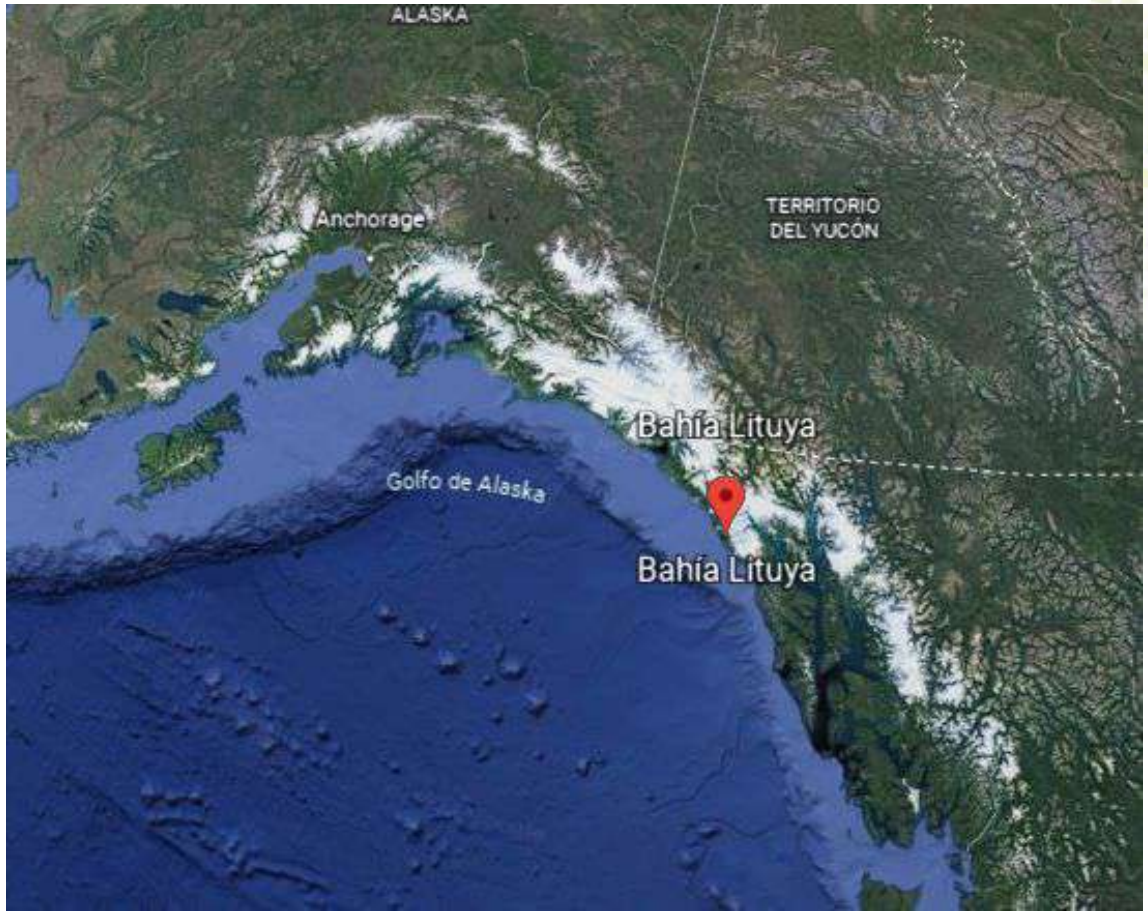
retroceso del mar.



MEGATSUNAMI DE ALASKA, 1958

UBICACION: bahía de Lituya (ALASKA)

Google earth 2022



Google earth 2022

Cómo ocurrió?

9 de julio de 1958.

sismo 8.3.

Falla de Fairweather.

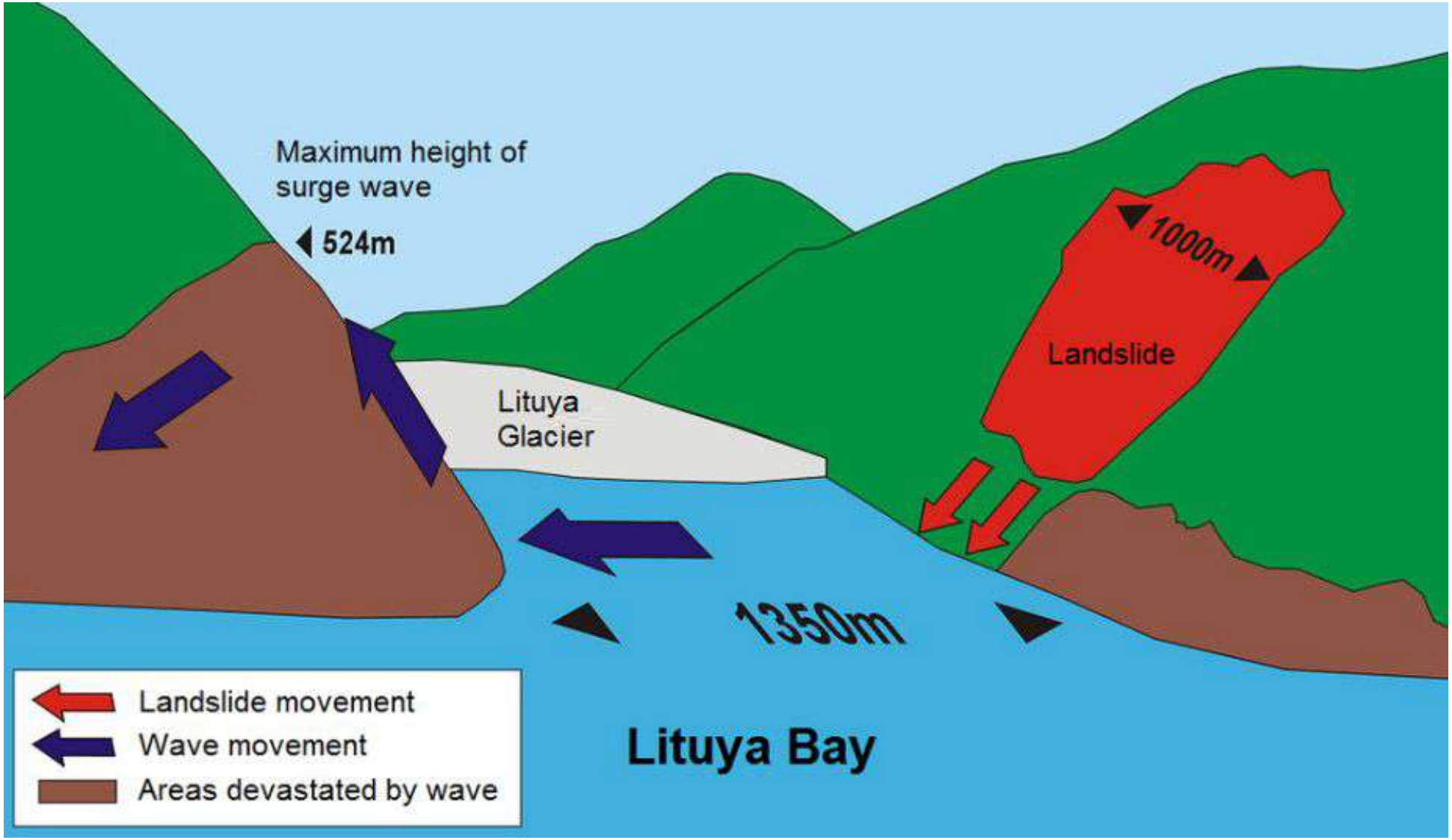
30 millones de metros cúbicos.

Ola 524m.

vista al mar,2020

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

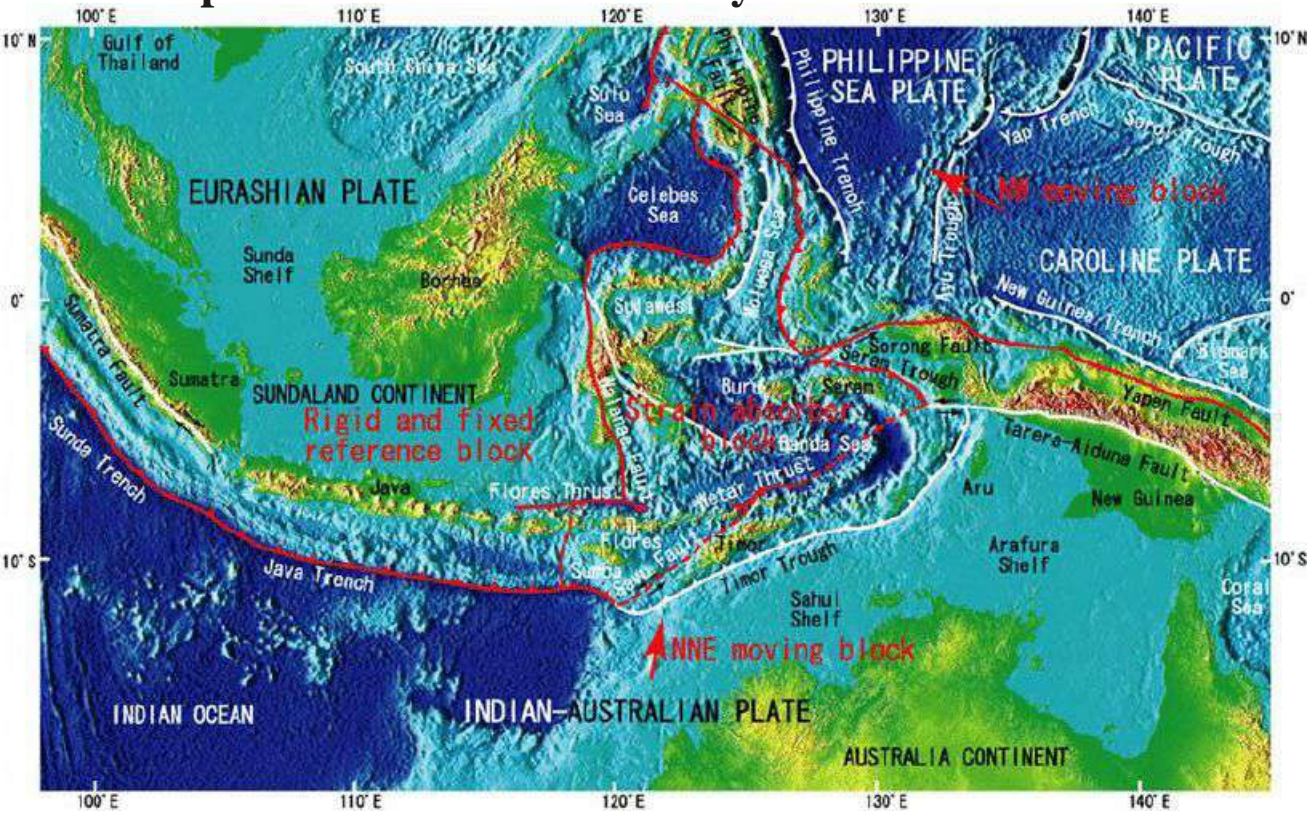


Wikimedia Commons, 2009

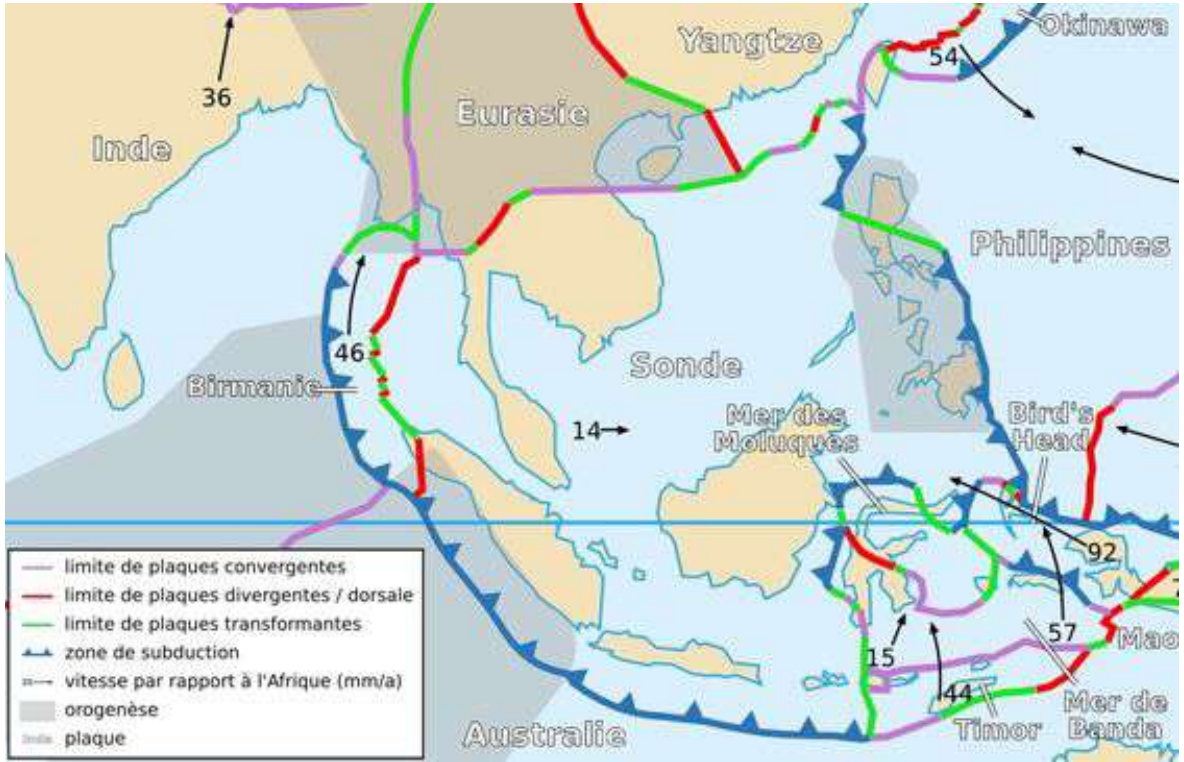
Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

INDONESIA

Mapa tectónico de Indonesia y sus alrededores.

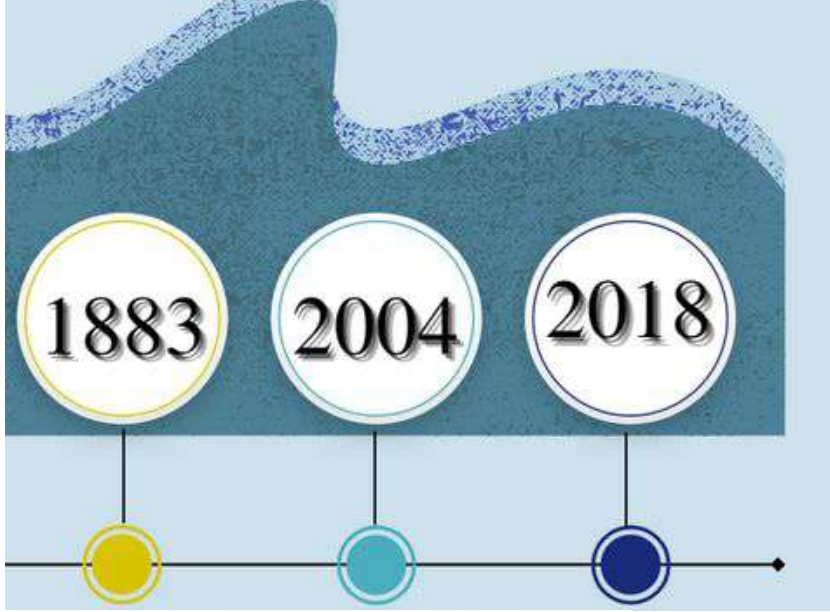


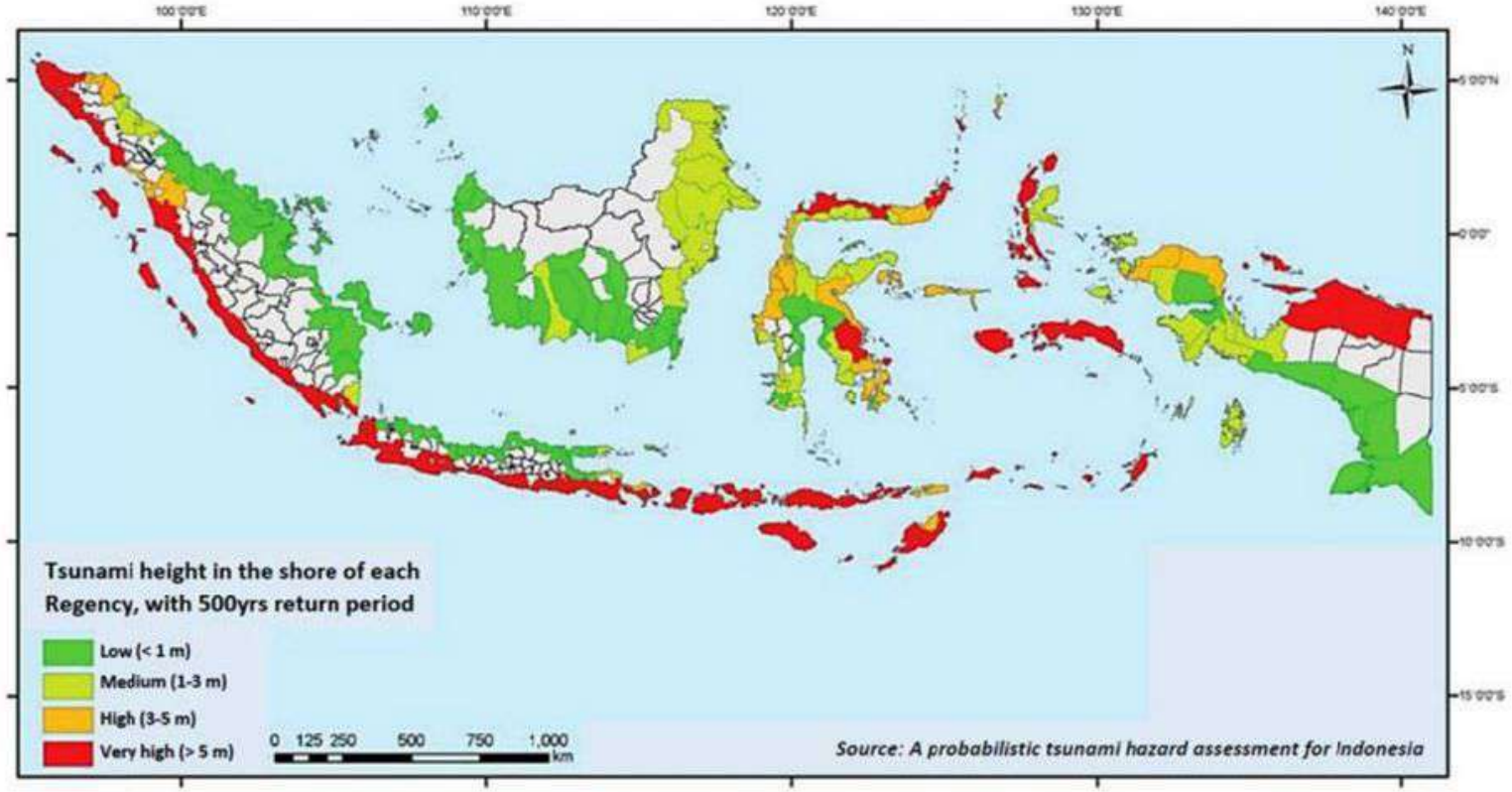
Mapa tectónico de Indonesia y sus alrededores.

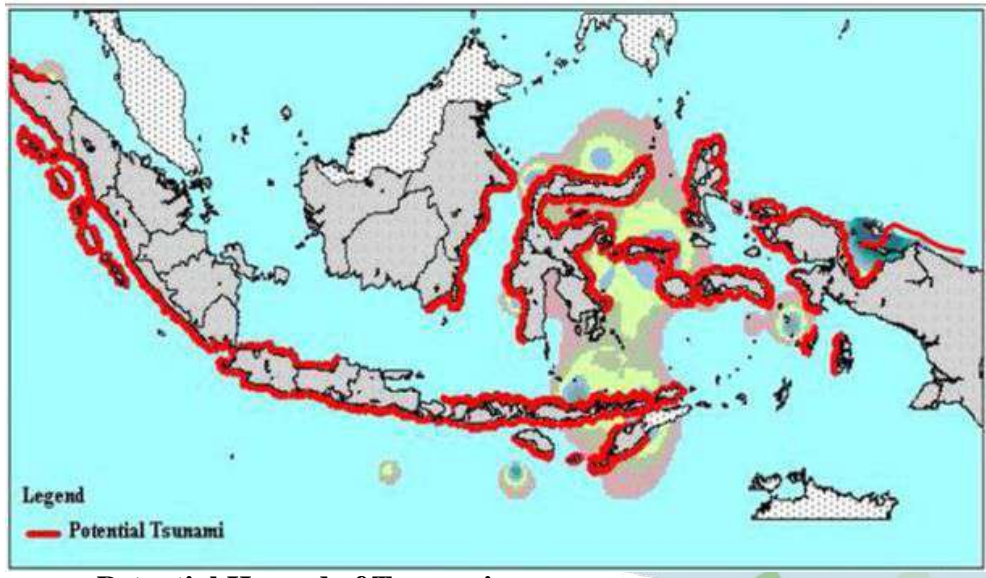


Indonesia es el tercer país del mundo con mayor exposición a de tsunamis en el mundo, con un estimado de 5,5 millones de personas en riesgo de tsunami una vez cada 500 años (UNISDR, 2013; Lovholt et al., 2014).

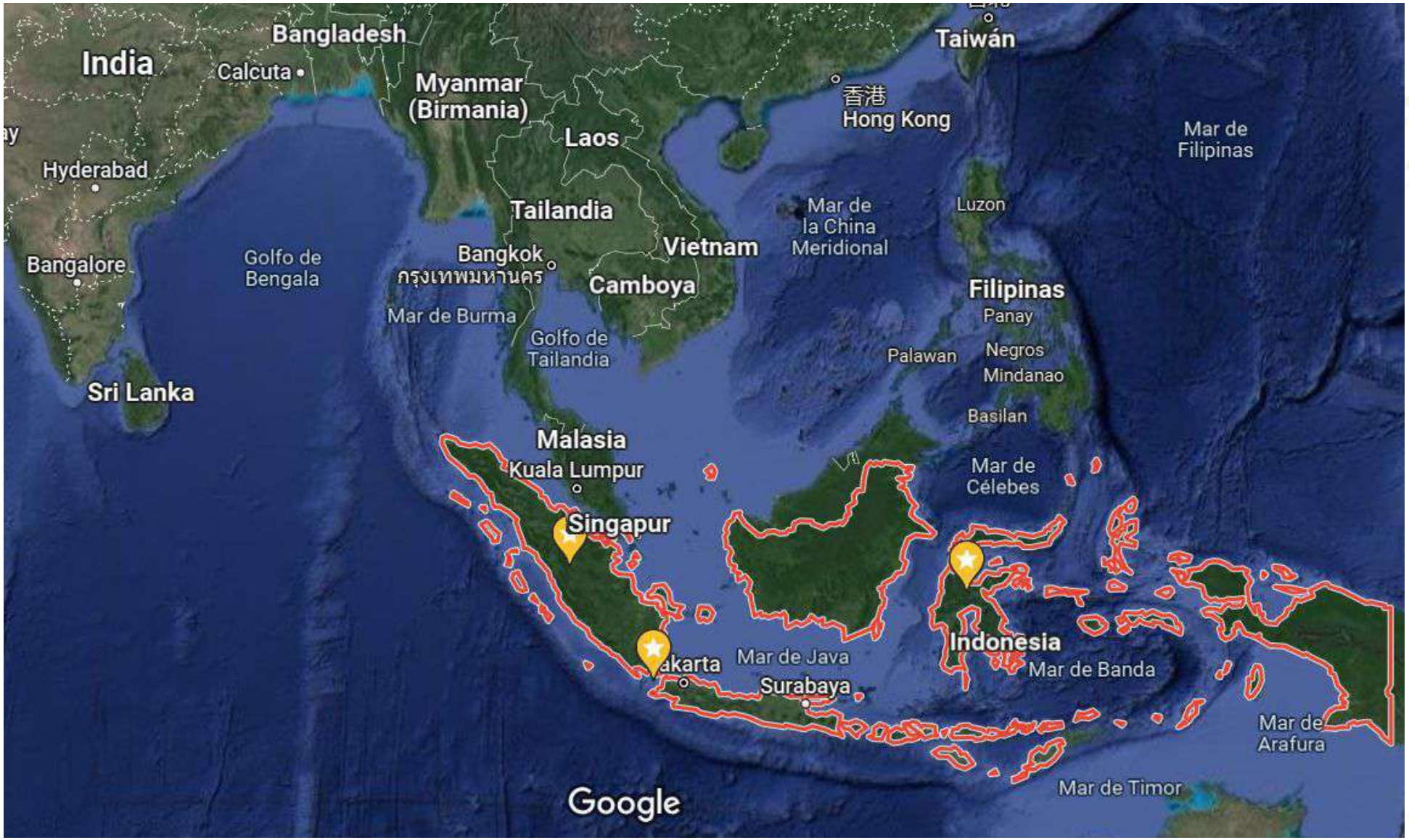
TSUNAMIS EN INDONESIA





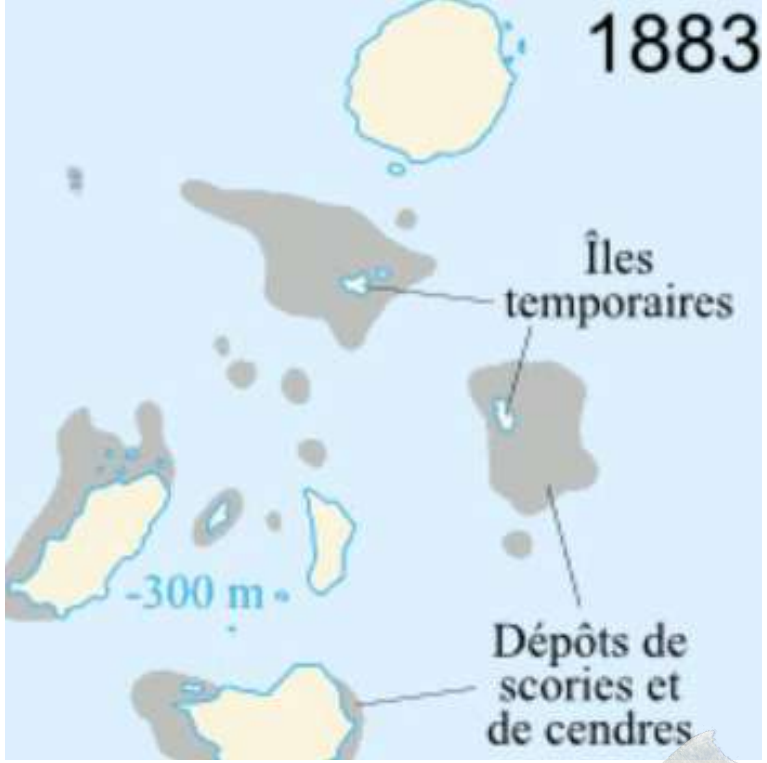


Potential Hazard of Tsunami Disaster in Indonesia [BNPB, 2012]


India
Bangladesh
Calcuta
Myanmar
(Birmania)
Laos
Taiwán
香港
Hong Kong
Mar de
Filipinas
Hyderabad
Tailandia
Mar de
la China
Meridional
Luzon
Bangalore
Golfo de
Bengala
Bangkok
กรุงเทพมหานคร
Vietnam
Camboya
Filipinas
Panay
Mar de Burma
Golfo de
Tailandia
Palawan
Negros
Mindanao
Sri Lanka
Basilan
Malasia
Kuala Lumpur
Mar de
Célebes
Singapur
Indonesia
Mar de Java
Mar de Banda
Surabaya
Mar de
Arafura
Mar de Timor
Google

1883

VOLCÁN KRAKATAU



- **Fecha**: 27 de Agosto de 1883
- **Origen:** Erupción Volcánica
- **Victimas:** 36.483
- **Desplazamiento y distancia :**

40 Km de distanica

Los flujos piroclásticos sobre el agua viajaron a 300 km/h

Tsunami en Anak Krakatau, Indonesia 2018 (Wikipedia)

- **Diciembre del 2018**
- **Origen:** Erupción Volcánica de Anak Krakatau
- **Victimas:** 435 peronas

Anak Krakatau

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

2018

Tsunami en Anak Krakatau, Indonesia 2018

Isla de Sumatra

Mezquita de Teunom en el distrito de Aceh Jaya, en la costa noroccidental de la isla de Sumatra, una de las zonas más próximas al epicentro del seísmo.

- **26 de Diciembre del 2004**
- **Origen:** Terremoto de 9,1
- **Victimas:** 300.000 personas murieron y 2,5 millones afectados
- **Desplazamiento y distancia :**

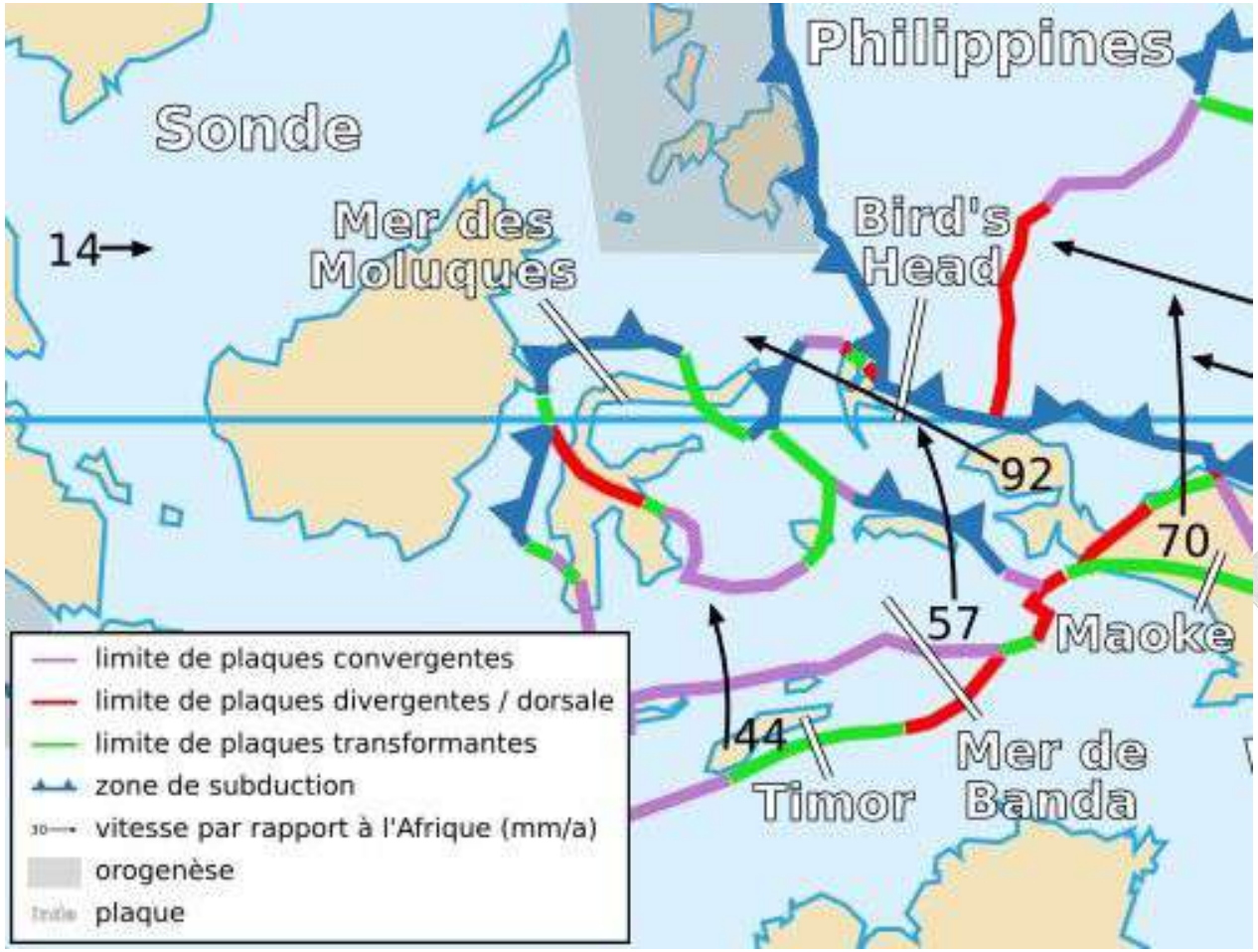
1,700 km - India y Sri Lanka

850 km - Oceano Indico a 600 km/h

2004

Becca Skinner, National Geographic. (2017, 6 abril). El tsunami de Indonesia. National Geographic.

2018



Isla de Célebes

- **28 de Septiembre del 2018**
- **Origen:** Terremoto de 7,5
- **Victimas:** Casi 1000 muertes
- Olas hasta de 11 m llegando a 468 m tierra adentro

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

BIBLIOGRAFÍA

- Becca Skinner, National Geographic. (2017, 6 abril). El tsunami de Indonesia. National Geographic. https://www.nationalgeographic.es/photography/2017/03/el-tsunami-de-indonesia?image=9226.600x450
- Colaboradores de Wikipedia. (2022, 7 febrero). Krakatoa. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Krakatoa
- Mardiatno, D., Malawani, M. N., Wacono, D., & Annisa, D. N. (2017). Review on Tsunami Risk Reduction in Indonesia Based on Coastal and Settlement Typology. Indonesian Journal of Geography, 49(2), 186. https://doi.org/10.22146/ijg.28406
- PREPARACIÓN ANTE DESASTRE SÍSMICO Y/O TSUNAMI Y RECUPERACIÓN TEMPRANA EN LIMA Y CALLAO. (. f.).
- Tarbuck, E. & Lutgens, F., 2001: Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física
- Tsunamis en Indonesia. (2016). DatosMundial.com. https://www.datosmundial.com/asia/indonesia/tsunamis.php

BIBLIOGRAFÍA

- Xu, Z., Liang, S., Abd Rahman, M. N. B., Li, H., & Shi, J. (2021). Historical earthquakes, tsunamis and real-time earthquake monitoring for tsunami advisory in the South China Sea region. Natural Hazards, 107(1), 771–793. https://doi.org/10.1007/s11069-021-04605-z
- Tesis el maremoto notable de 1746 (2015),https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/articulos/Jimenez-El%20Maremoto%20Notable%20de%201746%20Tesis%20UPG.pdf
- Wikimedia Commons, (2009) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lituya_Bay_overview.jpg
- xataka, (2021) :https://www.xataka.com/ecologia-y-naturaleza/terremoto-que-provoco-ola-grande-que-se-tiene-registro.

Escenario tsunamis a nivel nacional, eventos, causas y magnitud de daños.

Presentado por: Katherin Basto - 2172980
Sara Moyano - 2151142

Escuela de Geología
Seminario Geoamenazas - 23117

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Programa

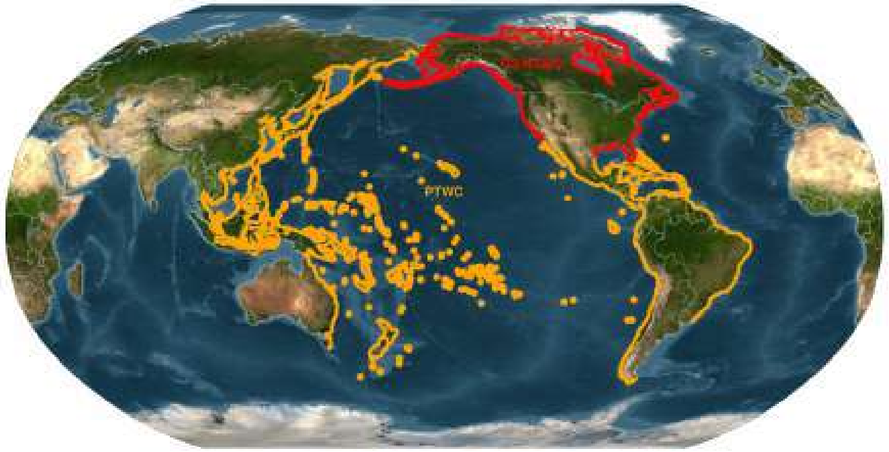
- Registro histórico de tsunamis en Colombia
- Tsunami de 1906
- Tsunami de 1979
- ¿Estamos preparados ante un tsunami?

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Registro histórico

NOAA - Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica



Áreas de cobertura de los dos centros de alerta de tsunamis de NOAA: Centro Nacional de Alerta de Tsunamis (rojo) y Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico (amarillo)

Fuente: NOAA, 2022

- NOAA brinda información sobre más de 2400 tsunamis desde el 2100 a. C.
- Océanos Atlántico, Índico y Pacífico; y los mares Mediterráneo y Caribe
- Colombia registra 8 eventos de tsunamis

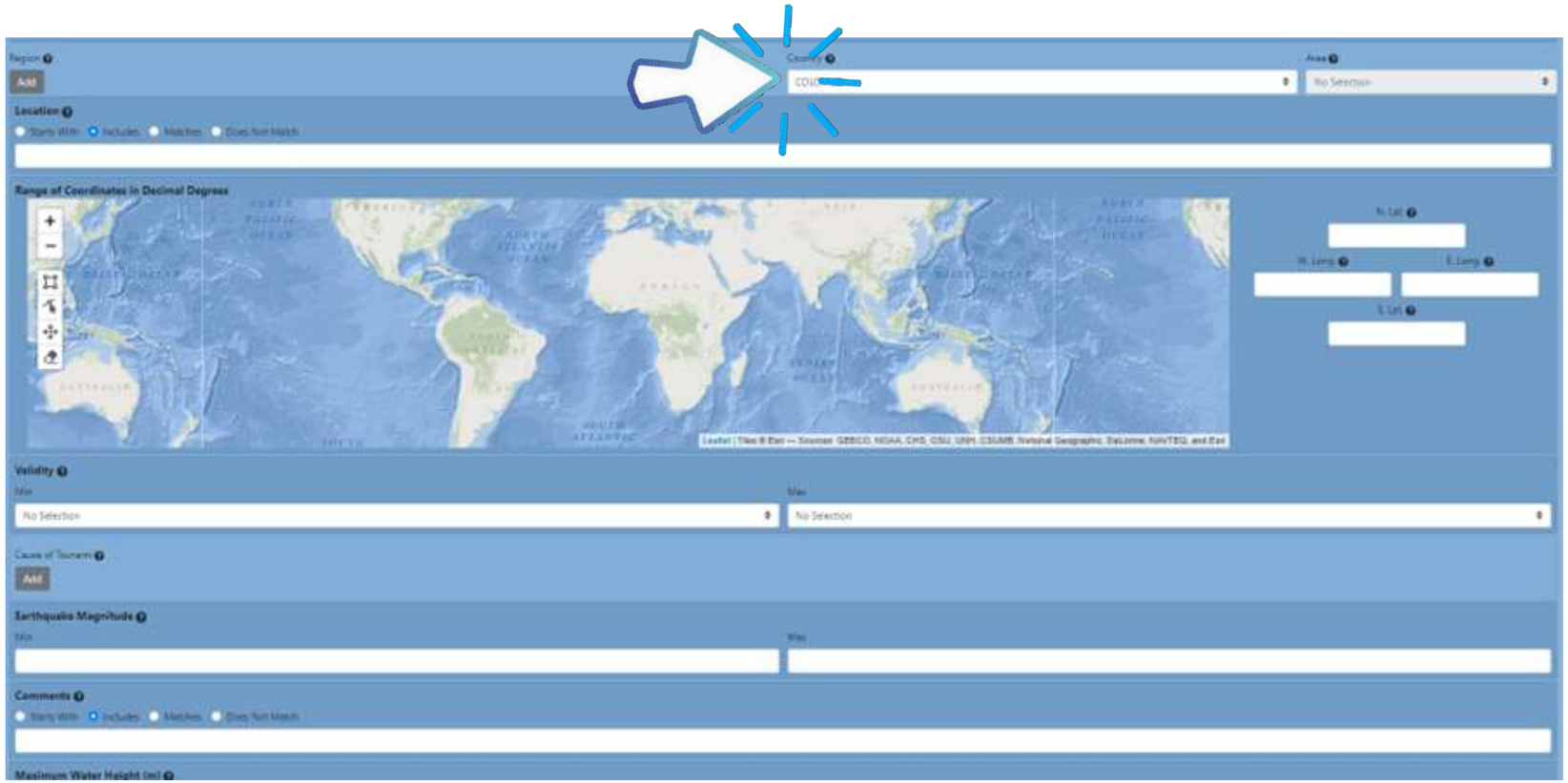
Registro histórico

NOAA - Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica

Fuente: NOAA, 2022

Registro histórico

NOAA - Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica



Fuente: NOAA, 2022

Registro histórico

NOAA - Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica

Year	Mo	Dy	Hr	Mn	Sec	Tsunami Event Validity	Tsunami Cause Code	Eq Depth Magnitude	Vol	More Info	Deposits	Country	Location Name	Latitude	Longitude	Maximum Water Height (m)	Number of Runups	Tsunami Magnitude (Abe)	Tsunami Magnitude (Iida)	Tsunami Intensity	Deaths	Death Description	Missing	Missing Description	Injuries
1825	2	26				1	1	8.2				COLOMBIA	SANTA MARTA	11.100	-74.100		1								
1877	10	11				2	1					COLOMBIA	BUENAVENTURA	3.880	-77.080		2								
1904	1	20	14	52	8	1	1	7.9				COLOMBIA	OFF THE COAST PANAMA-COLOMBIA	7.000	-79.000		1								
1906	2	21				3	1					COLOMBIA	BUENAVENTURA	3.900	-77.033		6								
1942	5	22	10	20	36	1	1	7.8				COLOMBIA	COLOMBIA	4.600	-74.500	1	1			1					
1961	6	16	10	31	57.3	0	2	6.5				COLOMBIA	NORTHEASTERN	8.900	-73.400		1								
1979	12	12	7	59	5.6	4	1	8.1			1	COLOMBIA	COLOMBIA: OFF SHORE PACIFIC OCEAN	1.555	-79.276	6	24		2.3	2.5	600	3			20000
2017	7	19	12	30	0	4	8					COLOMBIA	OFF THE COAST NEAR SANTA MARTA	11.000	-74.300	8	1								

Fuente: NOAA, 2022

Registro histórico

COLOMBIA

Fuente: Datos mundial, 2022

Primer tsunami

1825/02/26

Causa: terremoto

Magnitud: 6.3

Localización: Santa Marta

Fuente: Wikipedia, 2015

Registro histórico

Segundo tsunami

1877/10/11
Causa: Terremoto
Localización: Buenaventura

Fuente: Wikipedia, 2016

Tercer tsunami

1904/01/20
Hora 14:52
Causa: Terremoto
Magnitud: 7.9
Localización: Fuera de la costa
Panamá Colombia

Fuente: Wikipedia, 2014

Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Registro histórico

Fuente: Wikipedia, 2016

Cuarto tsunami

1906/02/21
Causa: Terremoto
Localización: Buenaventura

Quinto tsunami

1942/05/22
Hora 10:30
Causa: Terremoto
Magnitud: 5.8
Localización: Buenaventura
Altura maxima agua: 1 m
Intensidad: 1

Registro histórico

Sexto tsunami

1961/06/16

Hora: 10:31

Causa: Terremoto cuestionable

Magnitud: 6.5

Localización: NE Colombia

Lago Maracaibo

Fuente: Wikipedia, 2008

Registro histórico

Fuente: Wikipedia, 2014

Septimo tsunami

1979/12/12
Hora 7:59
Causa: Terremoto
Magnitud: 8.1
Localización: costa afuera, océano pacífico
Altura máxima agua: 6 m
Magnitud tsunami: 2.3
Intensidad: 2.5
Muertos: 600

Registro histórico

Fuente: Wikipedia, 2015

Octavo tsunami

2017/07/19
Hora 12:50
Causa: Deslizamiento de tierra
Localización: Fuera de la costa cerca a Santa Marta
Altura máxima agua: 8 m

TSUNAMI 1906

Fuente: Cívica, 2022

Datos

- 31 de enero de 1906
- Hora 10:36
- Magnitud: 8.8
- Localización: Océano Pacífico entre Colombia y Ecuador
- Altura máxima del agua: 2 - 5 metros
- Afectación: costa Pacífica comprendida entre el Bajo Baudó (Chocó) y Esmeraldas en el Ecuador
- El tsunami viajó por la cuenca del Pacífico y fue registrado en lugares como Hawái, Nueva Zelanda y Japón

TSUNAMI 1906

Datos

Fuente: Wikipedia, 2008

- 600 víctimas
- Daños: Nariño y Cauca (Colombia) y en Esmeraldas (Ecuador)
- El sismo ocasionó graves efectos en la naturaleza como agrietamientos, levantamiento y hundimiento del suelo, licuación y deslizamientos.
- Epicentro: provincia de Esmeralda
- Causa: subducción

TSUNAMI 1906

TSUNAMI 1979

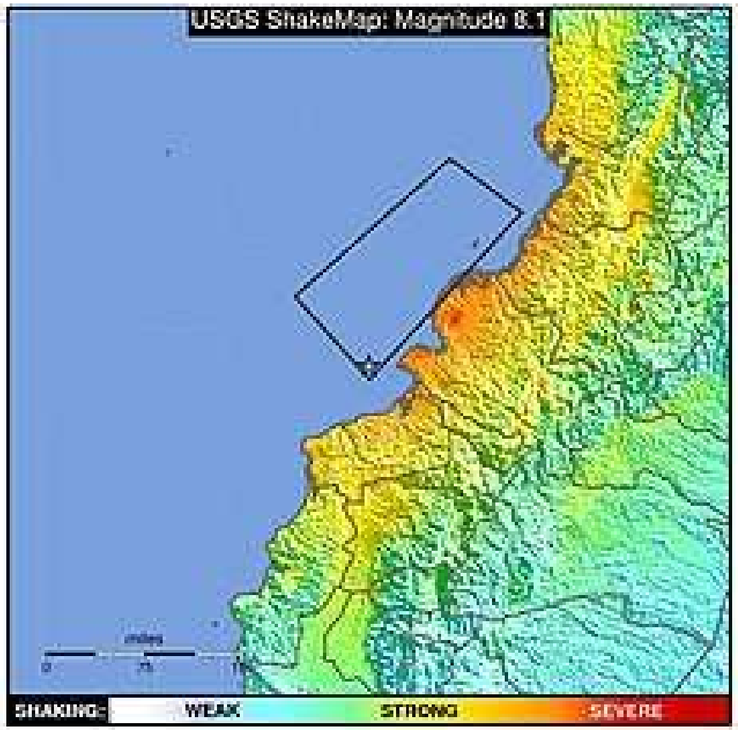
miércoles 12 de diciembre de 1979, a las 2:59 a.m

Epicentro: Océano Pacífico, a 75 kilómetros de la costa de Tumaco.

profundidad superficial

Afectó: Nariño y Cauca, especialmente la zona comprendida entre Guapí y San Juan de la Costa.

tres violentas olas con una altura mayor a 3 m, las cuales arrastraron a su paso personas, animales, viviendas y enseres



8,1 en potencia de Magnitud de Momento (M_W)

Universidad Industrial de Santander

TSUNAMI 1979

- ✔ Tumaco: 38 muertos, 400 heridos, 1280 casas destruidas.
- ✔ EL Charco: 43 muertos, 300 heridos, todas las casas destruidas
- ✔ San Juan: 161 muertos, todas las casas destruidas (268)
- ✔ Mosquera: 12 muertos, 28 heridos, 20% de las casas destruidas
- ✔ Salahonda: 1 muerto.

En total se habla de 259 muertos, 798 heridos y 95 desaparecidos. Otros informes hablan de 450 muertos y más de mil personas heridas, dos mil casas averiadas y tres mil destruidas

Fuente: Tsunami damage at Tumaco (photo by G. Pararas-Carayannis)

TSUNAMI 1979

El terremoto del siglo

El mar se tragó a la gente

Informe especial de EL PAIS sobre la catástrofe nacional que azotó las regiones costeras del Cauca y Nariño el pasado miércoles.

Dramático relato de los sobrevivientes.

* "Vivos, sí...¿Y ahora qué?".
* "Hay que sacarle jugo a la vida".
* "Ya no quiero regresar a Tumaco".
* Bastaron tres segundos. Recuento del terremoto, en base a declaraciones de los habitantes de la zona afectada.
* El mar se tragó a la gente.
* Hambruna en El Charco.
* Cali, epicentro de la ayuda.
* Sale barco con 100 toneladas de víveres.
* Solidaridad sin límites de los caleños. Abarrotados los 13 puestos de colecta.
* "Ahora sí se acuerdan de nosotros...". Declaraciones de

Fuente: Casa Editorial El País Cali. (2012, 12 diciembre). Imágenes: terremoto que azotó a Tumaco el 12 de diciembre de 1979.

TSUNAMI 1979

Fuente: Conmemoración Tsunami 1979- Youtube

¿Estamos preparados para un tsunami?

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Dimar
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana

Universidad Industrial de Santander

Sistema Nacional de Detección y Alerta por Tsunami-SNDAT

IDEAM
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

UNGRD
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Corporación OSSO

(INGEOMINAS):magnitud, duración y ubicación
(IDEAM): nivel del mar
(DIMAR-CCCP): modelaciones matemáticas, el tiempo calculado de llegada de la ola y de su altitud.

→ **Corporación OSSO consulta con la CCO y posteriormente informa a la Dirección de Gestión del Riesgo**

→ **la Dirección de Gestión del Riesgo, emita la Alerta o Alarma a los Comités Regionales de Prevención y Atención de Desastres (CREPAD) y los Comités Locales para la Prevención y Atención de Desastres (CLOPAD)**

→ **Preparar la población para la evacuación.**

¿Estamos preparados para un tsunami?

Fuente: Mapa interactivo Tsunamis en Colombia (s. f.). datos@sndat.com (recuperado 15 de agosto de 2022)

PROTOCOLO NACIONAL SNDAT

- Proveer al SNGRD de un instrumento que le permita coordinar las acciones, unificar la información y emitir alertas frente a eventos sísmicos con potencial de generar un tsunami (evento tsunamigénico) que afecte las costas colombianas.
- Establecer las responsabilidades de las entidades en caso de un evento sísmico con potencial tsunamigénico.
- Definir las acciones a desarrollar por parte de cada entidad en el marco del SNDAT.
- Definir medios, herramientas, lenguaje e información a comunicar ante un evento.

"Consolidemos nuestro país marítimo"

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

BIBLIOGRAFÍA

Casa Editorial El País Cali. (2012, 12 diciembre). Imágenes: terremoto que azotó a Tumaco el 12 de diciembre de 1979. elpais.com.co. https://www.elpais.com.co/multimedia/fotos/imagenes-terremoto-que-azoto-a-tumaco-el-12-de-diciembre-de-1979.html

¿ Estamos preparados ante un tsunami? (2022, 13 agosto). Direccion General Maritima. https://www.dimar.mil.co/node/2099

División de Litorales y Áreas Marinas - DILEM. (s. f.). [OSSO] - Sistema Nacional de Detección y Alerta de Tsunami, SNDAT. Corporacion OSSO. Recuperado 15 de agosto de 2022, de https://www.osso.org.co/tsunami/

Tsunamis en Colombia. (s. f.). DatosMundial.com. Recuperado 15 de agosto de 2022, de https://www.datosmundial.com/america/colombia/tsunamis.php

Comité técnico nacional de lerta por tsunami. (s. f.). Comision Colombiana del Oceano. Recuperado 15 de agosto de 2022, de https://cco.gov.co/comite-tecnico-nacional-de-alerta-por-tsunami.html

colaboradores de Wikipedia. (2022, 29 marzo). Terremoto de Colombia de 1979. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Colombia_de_1979

Casa Editorial El País Cali. (2012, 12 diciembre). Imágenes: terremoto que azotó a Tumaco el 12 de diciembre de 1979. elpais.com.co. https://www.elpais.com.co/multimedia/fotos/imagenes-terremoto-que-azoto-a-tumaco-el-12-de-diciembre-de-1979.html

MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR TSUNAMIS

Expositores

Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547

Ana Maria Quintero - 2172561

Escuela de Geología

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

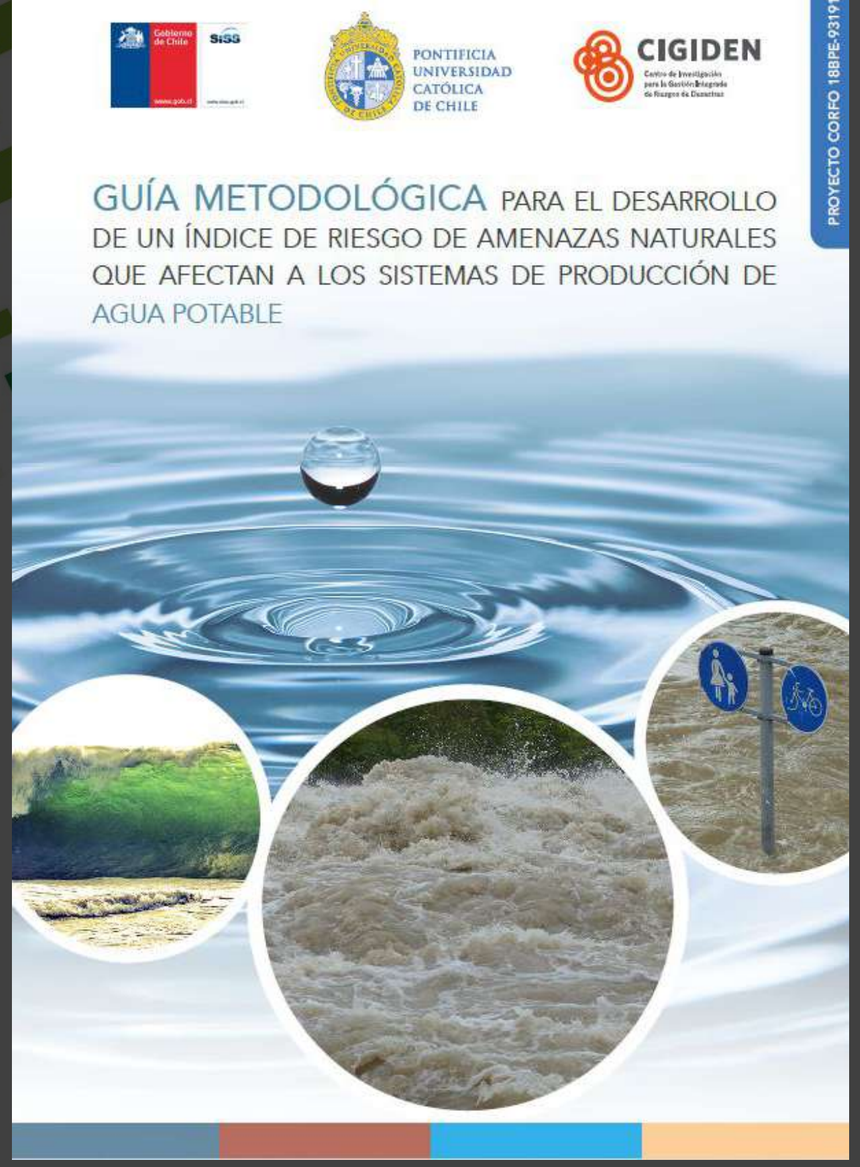
74 años 1948-2022

CONTENIDO

01 Guías Metodológicas

Proyecto Corfo (Chile)
Proyecto SATREPS Tsunami (JICA)
Metodología de modelación probabilista de riesgos naturales (ERN)

02 Articulo (Pacífico Colombiano)



Esquema general de la estimación de amenaza de tsunami

En esta metodología se consideran únicamente las condiciones tectónicas

Proceso de tsunamis y las incertidumbres asociadas en el caso de un modelo confiable de evaluación probabilística de la amenaza de tsunamis

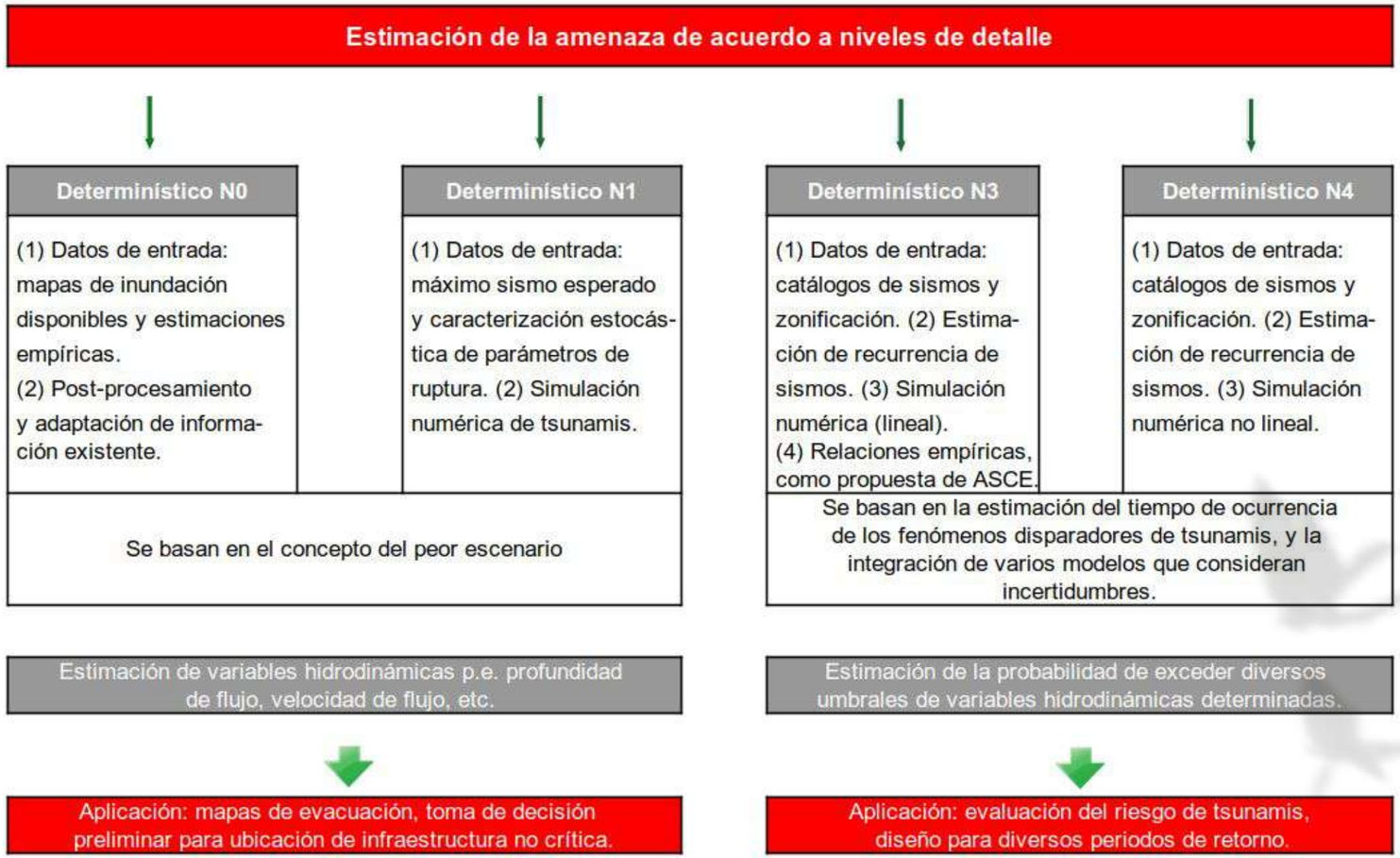
I. Generación	II. Propagación	III. Inundación
Caracterización de la fuente	Modelo numérico de propagación	Curvas y mapas de amenaza
Relaciones de recurrencia y generación de catálogo de sismos sintéticos	Modelos numéricos con esquema lineal (propa-gación) y no-lineal (inundación)	Integración de variables hidrodinámicas. Estimación de periodos de retorno mostrados como mapas de inundación.

Estimación de recurrencia de sismos → Selección de escenarios de terremoto en base a frecuencia → **Curvas de amenaza:** Cálculo de cotas de inundación asociadas a probabilidades anuales de ocurrencia

Fuente: Barbera Perez., S. (2021). Proyecto CORFO

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

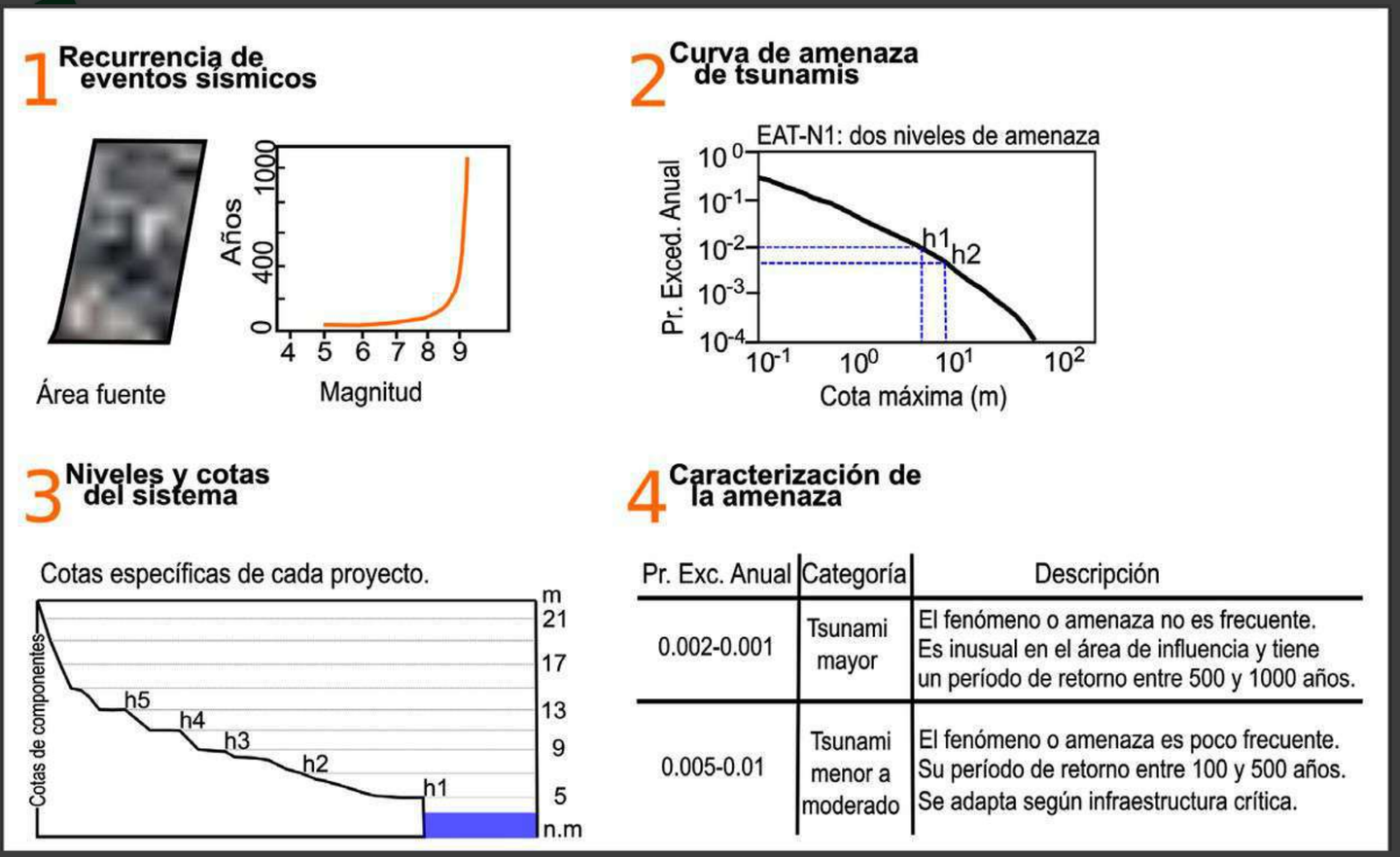


Fuente: Barbera Perez., S. (2021). Proyecto CORFO

En resumen, para llegar a un modelo confiable de evaluación probabilística de la amenaza de tsunamis (PTHA) se debe incorporar incertidumbres en cada uno de los procesos. Estas incertidumbres son los parámetros sísmicos y los modelos de recurrencia de los fenómenos que disparan tsunamis.

N0 - Método Determinista N1- Método Empírico N3-4 - Método computacional o numérico N4 - Método Probabilístico

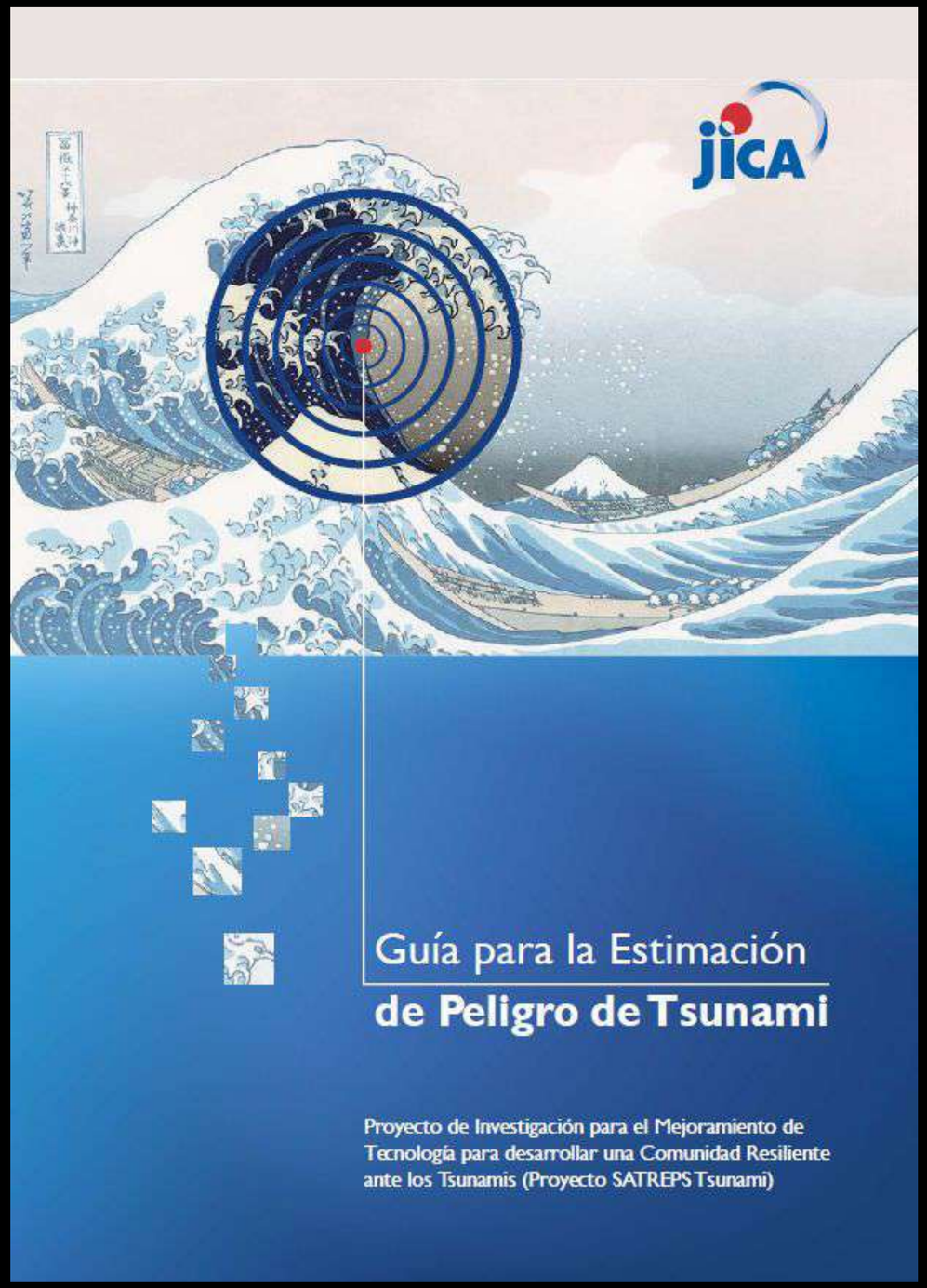
FASES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y CURVAS DE AMENAZA DE SISMOS Y TSUNAMIS



Pr. Exc. Anual	Categoría	Descripción
0.002-0.001	Tsunami mayor	El fenómeno o amenaza no es frecuente. Es inusual en el área de influencia y tiene un período de retorno entre 500 y 1000 años.
0.005-0.01	Tsunami menor a moderado	El fenómeno o amenaza es poco frecuente. Su período de retorno entre 100 y 500 años. Se adapta según infraestructura crítica.

Fuente: Barbera Perez., S. (2021). Proyecto CORFO

1. Evaluar la recurrencia de sismos. Esta información se utiliza para generar un catálogo sintético de escenarios.
2. A partir de los escenarios sísmicos definidos, se utiliza un modelo numérico para simular los tsunamis.
3. Se integran los resultados de las simulaciones numéricas en puntos de interés o cota de inundación correspondiente a la obra en estudio (curva de amenaza).
4. Se determinan las variables de tsunamis (altura o profundidad de inundación, hi) para distintas probabilidades de excedencia anual (Pi).
5. Finalmente, se utilizan los niveles (indicadores de amenaza) para caracterizar la amenaza de tsunamis.



El proceso para determinar la inundación potencial por tsunami se puede separar en tres etapas principales:

I) Trabajo Previo y Recolección de Antecedentes Topobatimétricos.

II) Determinación del Evento Tsunamigénico.

III) Modelado Numérico y Postproceso

RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES

Extensión dominio de calculo

↓

- Determinación fuentes tsunamigénicas
- Dominio extenso (costa local)

Fuentes de información

- General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)
- Cartas Náuticas
- Planos de Borde Costero
- Estandarización de datos batimétricos

DETERMINACIÓN DE EVENTOS

- Alcances y Zona de interés

  Escala Regional, Local y Especifica
- Información Histórica (NGDC y NOAA)
- Caracterización de las fuentes sísmicas
- Fuente Histórica Sismica (NGDC y USGS)
- Determinación de la distribución de la deformación vertical del fondo marino, y la deformación de la superficie libre del mar que da origen al tsunami.

  - Magnitud del momento
  - Deslizamiento medio
  - Modulo de corte
  - Dimensiones de la ruptura
  - Dimensiones de la ruptura
  - Angulo de deslizamiento

MODELADO NUMÉRICO Y POSTPROCESO

ESTIMACIÓN DE LA INUNDACIÓN POR TSUNAMI

Se fundamenta de un esquema de modelado numérico que considera dos etapas principales. En primer lugar, la estimación de la perturbación inicial de la superficie libre del océano producto de alguna fuente tsunamigénica. Luego, se considera el proceso de propagación del tsunami desde su origen hacia las costas y el proceso de inundación, obteniéndose una estimación de las características hidrodinámicas del fenómeno en la zona en estudio.

- Corrección de la topobatimetría por deformación cosísmica y nivel de marea de referencia del evento
- Corrección por Marea Astronómica
- Corrección por Deformaciones Cosísmicas
- Coeficiente de Rugosidad

El proceso para determinar la inundación potencial por tsunami se puede separar en tres etapas principales:

I) Trabajo Previo y Recolección de Antecedentes Topobatimétricos.

II) Determinación del Evento Tsunamigénico.

III) Modelado Numérico y Postproceso

RECOLECCIÓN DE ANTECEDENTES

Extensión dominio de calculo

↓

- Determinación fuentes tsunamigénicas
- Dominio extenso (costa local)

Fuentes de información

- General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)
- Cartas Náuticas
- Planos de Borde Costero
- Estandarización de datos batimétricos

DETERMINACIÓN DE EVENTOS

- Alcances y Zona de interés
  Escala Regional, Local y Especifica
- Información Histórica (NGDC y NOAA)
- Caracterización de las fuentes sísmicas
- Fuente Histórica (NGDC y USGC)
- Determinación de la distribución de la deformación vertical del fondo marino, y la deformación de la superficie libre del mar que da origen al tsunami.

→

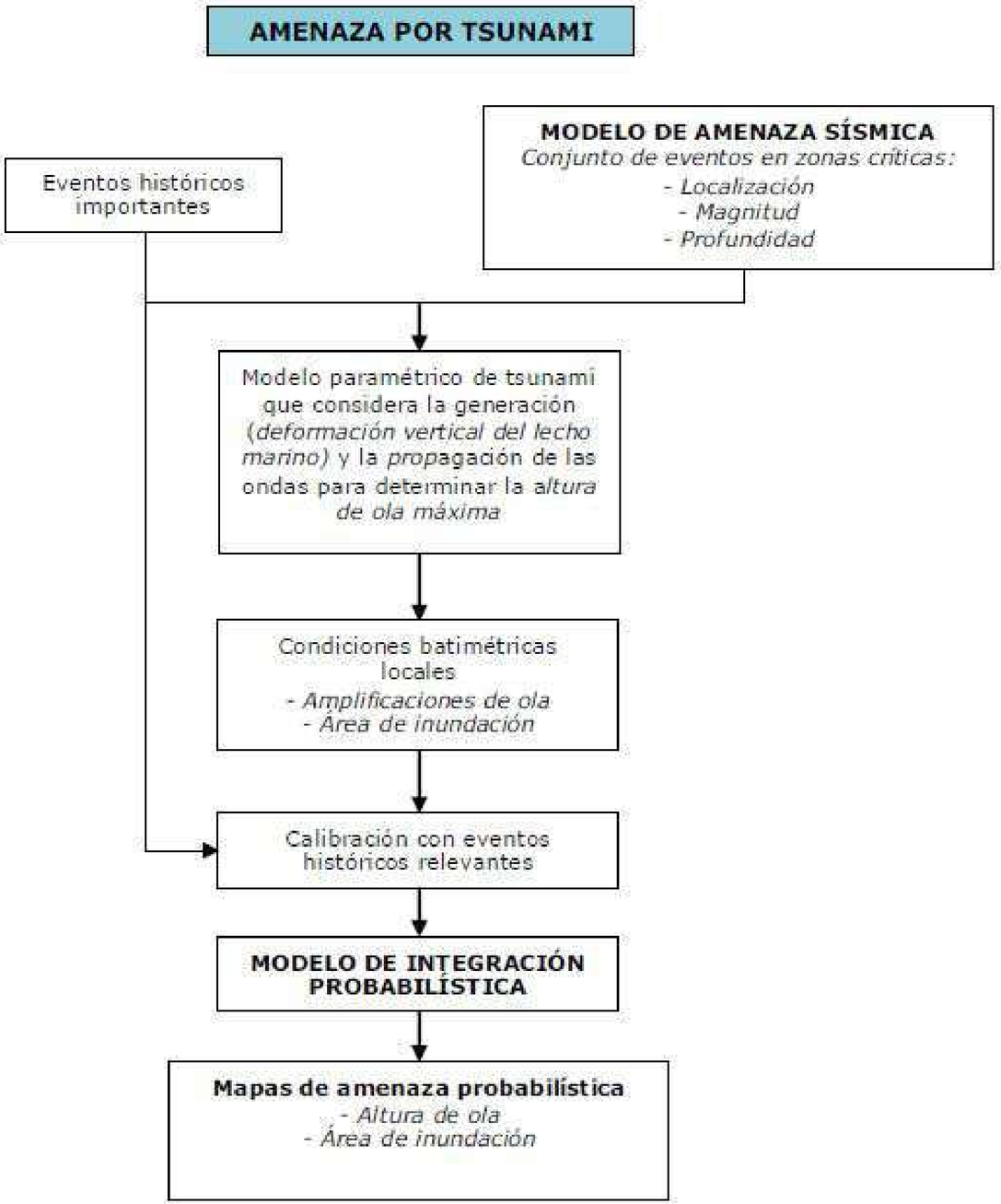
- Magnitud del momento
- Deslizamiento medio
- Modulo de corte
- Dimensiones de la ruptura
- Dimensiones de la ruptura
- Angulo de deslizamiento

CAPRA
Probabilistic Risk Assessment Initiative

TOMO I
METODOLOGÍA DE MODELACIÓN PROBABILISTA DE RIESGOS NATURALES

INFORME TÉCNICO ERN-CAPRA-T1-3
MODELOS DE EVALUACIÓN DE AMENAZAS NATURALES Y SELECCIÓN

CEPREDENAC
ISDR
IDB
GFDRR
World Bank LAC
opportunities for all



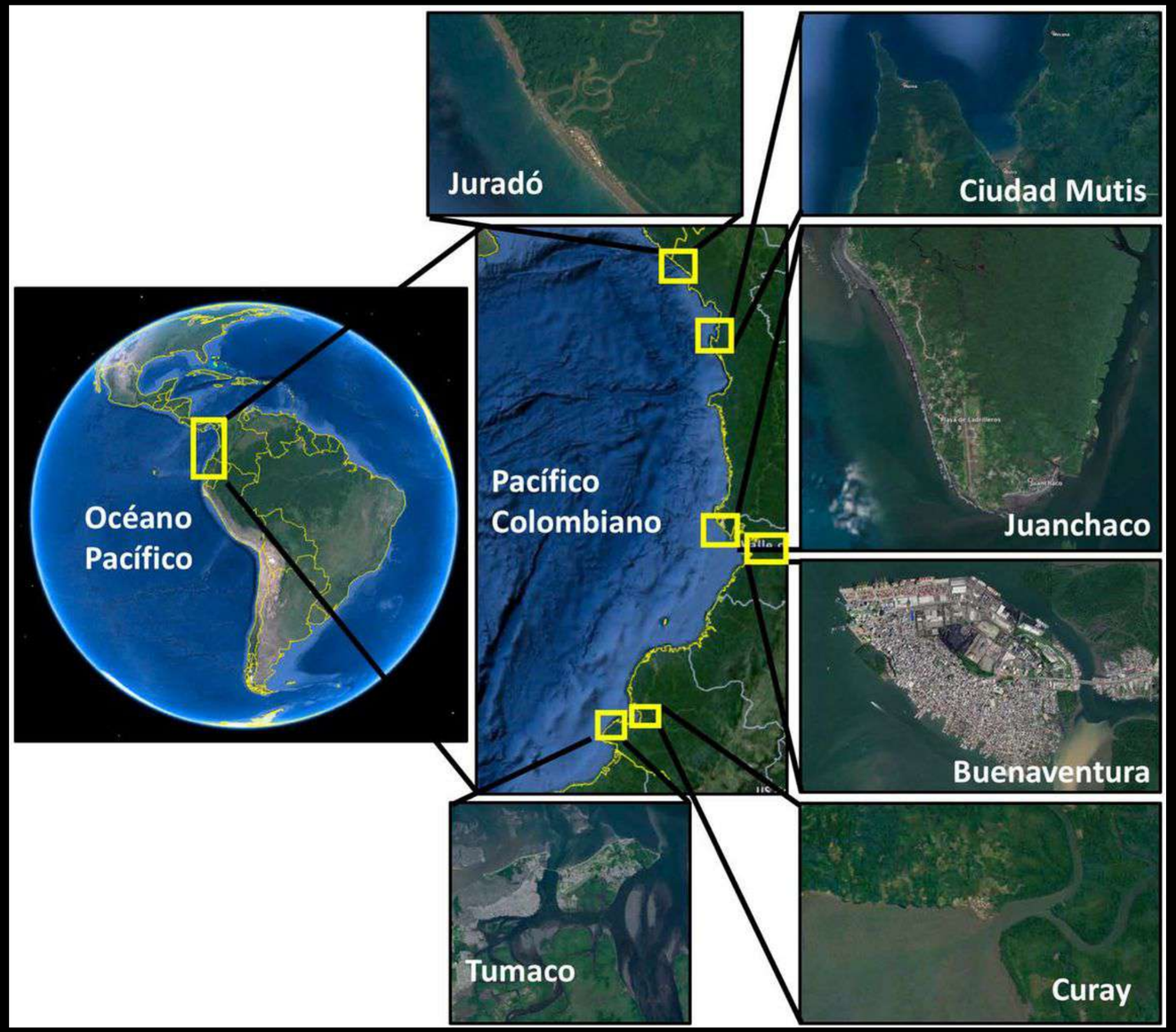
Universidad Industrial de Santander

METODOLOGÍA

La evaluación de la amenaza se fundamentó en la aplicación del método determinista a partir de modelación numérica de escenarios de tsunami.

- Busqueda Bibliográfica
- Dominios de Cálculo
- Definición de escenario sísmico
- Nivel de marea
- Propagación e inundación (TUNAMI-N2)

Evaluación de la amenaza por tsunami en poblaciones del sur, centro y norte del litoral Pacífico colombiano



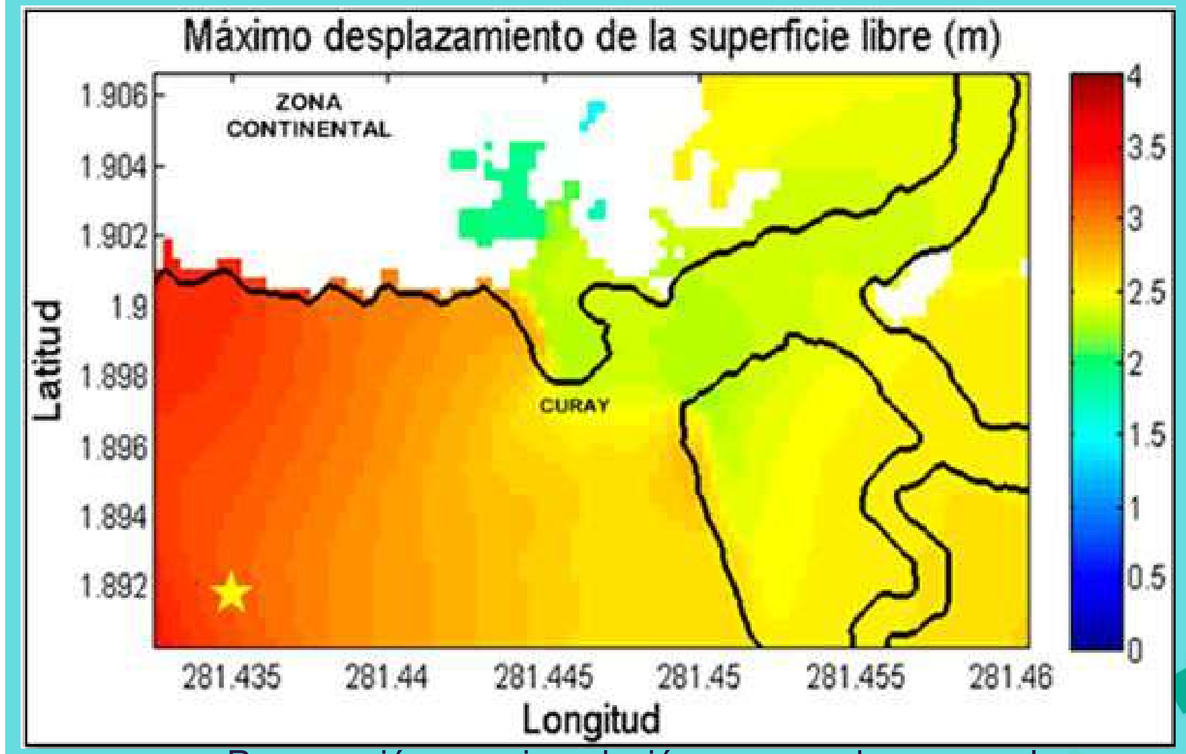
Fuente: Guerrero, A. M.; Sánchez Escobar, R. E. (2019).

Escenario sísmico precursor de tsunami en la zona de subducción

Fuente	Epicentro	Magnitud (Mw)	Profundidad (Km)	Área de ruptura (Km²)	Strike (°)	Dip	Rake	Deslizamiento (m)
Zona de Subducción	1.88N -79.25W	8.8	10	581 x 116	31	25	129	8.06

Mareograma sintético para el peor escenario creíble, zona de subducción, en la población de Curay

(2.72 m.s.n.m Nivel marea alta)



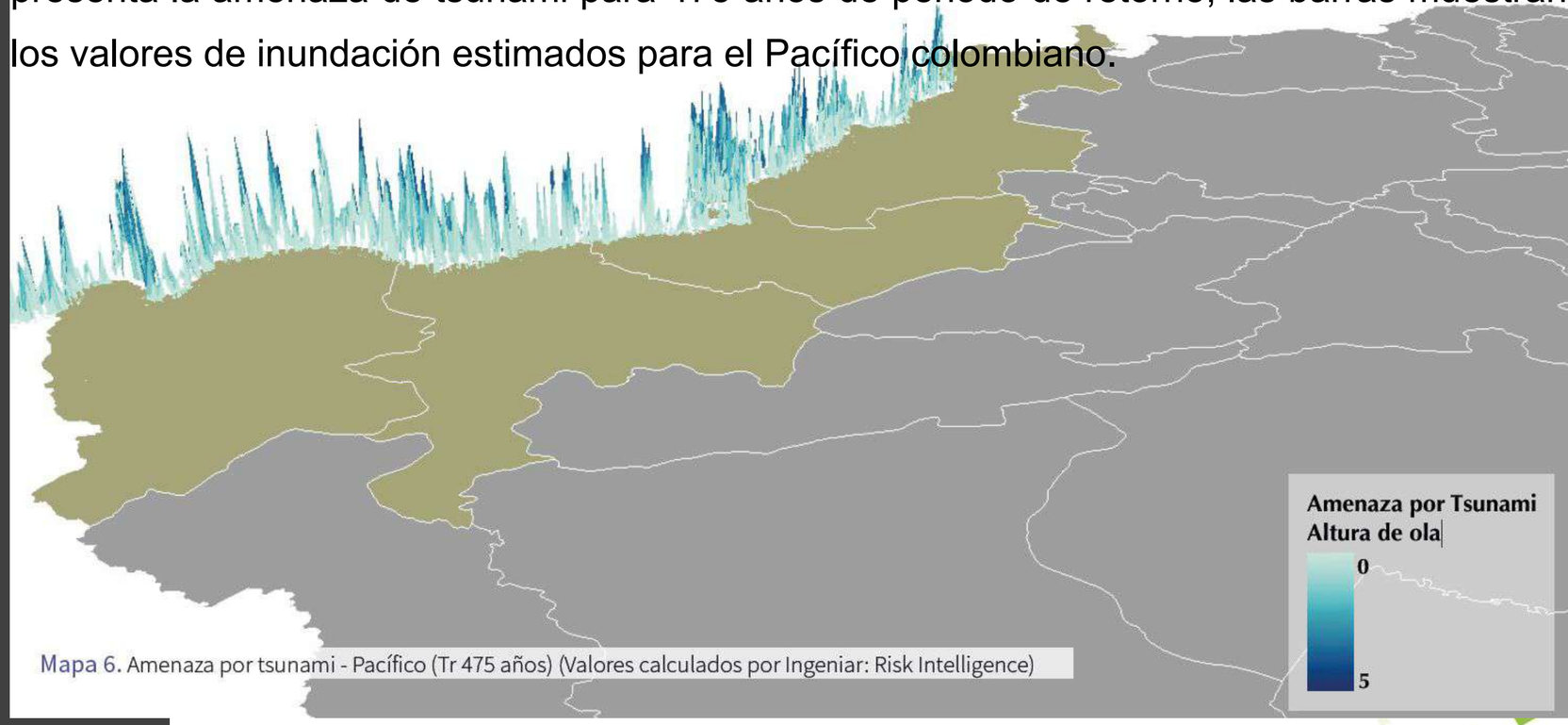
Propagación e inundación generada por el escenario sísmico zona de subducción de mayor afectación en el casco urbano de Curay

Fuente: Guerrero, A. M.; Sánchez Escobar, R. E. (2019).

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

AMENAZA POR TSUNAMI – PACÍFICO

Para la evaluación de riesgo, la amenaza se representa como un mapa que contiene la distribución geográfica de una medida de intensidad representativa del fenómeno, allí se presenta la amenaza de tsunami para 475 años de periodo de retorno; las barras muestran los valores de inundación estimados para el Pacífico colombiano.



Mapa 6. Amenaza por tsunami - Pacífico (Tr 475 años) (Valores calculados por Ingeniar: Risk Intelligence)

Fuente: UNGRD, 2019.

BIBLIOGRÁFIA

Barbera Perez., S. (2021). GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE UN ÍNDICE DE RIESGO DE AMENAZAS NATURALES QUE AFECTAN A LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE. Proyecto CORFO 18BPE-93191 “Metodología para la evaluación del riesgo en infraestructura de producción de agua potable frente a amenazas de origen natural”. Chile. pg. 11-16.

Estupiñan Obando, J. C., s.f. TERREMOTO-TSUNAMI EN EL PACIFICO COLOMBIANO 2. [Video de Youtube] Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=SJrATelYSt0

Guerrero, A. M.; Sánchez Escobar, R. E. (2019). Evaluación de la amenaza por tsunami en poblaciones del sur, centro y norte del litoral Pacífico colombiano). Bol. Cient. CIOH; 38(2):15-40. ISSN impreso 0120-0542 e ISSN en línea 2215-9045. DOI: 10.26640/22159045.2019.524

Marulando Fraume, M. C. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD),(2019). Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes. Ingeniar: Risk Intelligence. Bogotá D.C, Colombia. pg. 32-38.

Metodología de modelación probabilista de riesgos naturales. Informe técnico ern-capra-t1-3 modelos de evaluación de amenazas naturales y selección. Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales- América Latina - Consultores en Riesgos y Desastres (3 julio de 2012). Obtenido de: https://ecapra.org/sites/default/files/documents/ERN-CAPRA-R6-T1-3%20-%20Modelos%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Amenazas.pdf

RETROSPECCIÓN EN CONCEPTOS DE INCENDIOS FORESTALES

Presentado por:
Ana Gabriela Gonzalez Yaruro - 2180576
Andrés Felipe Padilla Gutiérrez - 2181963

SEMINARIO DE GEOAMENAZAS
CAMPO III

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años 1948-2022

01 **GENERALIDADES**

- ¿Qué son los IF?
- Triángulo del fuego
- ¿Por qué se dan?
- ¿Cómo prevenirlos?

02 **CLASIFICACIÓN**

- Según el elemento combustible
- Según su distribución

03 **ESCALAS Y SISTEMAS DE MEDICIÓN**

- Sistema Estadounidense
- Índice de peligro de propagación de Incendios forestales (Rodríguez y Moretti)

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- ¿Qué son los Incendios Forestales?

Vídeo 1. *¿Qué son los incendios forestales?* Tomado de: CNTV Infantil (2020).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- ¿Qué son los Incendios Forestales?

"Fuego que se extiende libremente sin control ni límites preestablecidos, destruyendo vegetación viva o muerta en terrenos de aptitud preferiblemente forestal o que sin serlo están destinados a actividades forestales y en áreas de importancia ambiental." (Minambiente, 2000).

Imagen 1. *Colombia – Proyecto de Ley sobre prevención de incendios forestales.* Tomado de: DiarioJurídico (2019).

Imagen 2. Tomado de: El Heraldo (2020).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- Triángulo de Fuego

Simboliza los elementos necesarios para que se produzca la combustión. El fuego es calor y luz producidos por la combustión. La combustión, a su vez, se produce por la combinación de tres elementos: un combustible, el oxígeno del aire y una fuente de calor inicial.

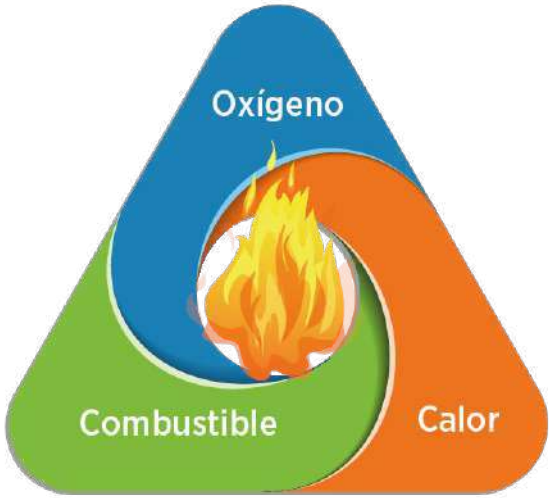


Imagen 3. *Triángulo de fuego* Tomado de: IDIGER (2020).

Combustión

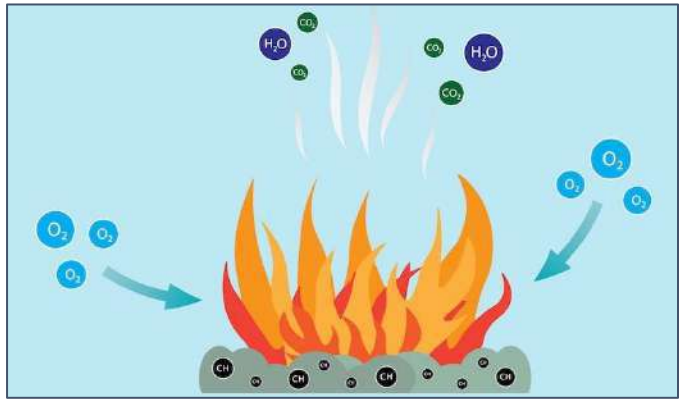
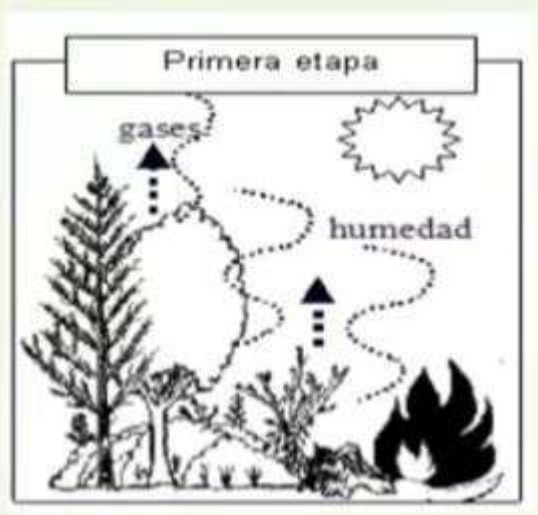


Imagen 4. Combustión. Tomado de: concepto (2020).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- Etapas de la combustión

Precalentamiento



Ignición

Fase sólida

Imagen 5. Etapas de la combustión Tomado de: CONAF (2021).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- Tetraedro del fuego

Cuando un combustible comienza arder en forma sostenida, esta reacción química produce calor que retroalimenta el combustible, aumentando la generación de gases y vapores.

Imagen 6. *Tetraedro del fuego* Tomado de: IDIGER (2020).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- Mecanismos de transmisión de calor

Conducción

Radiación

Convección

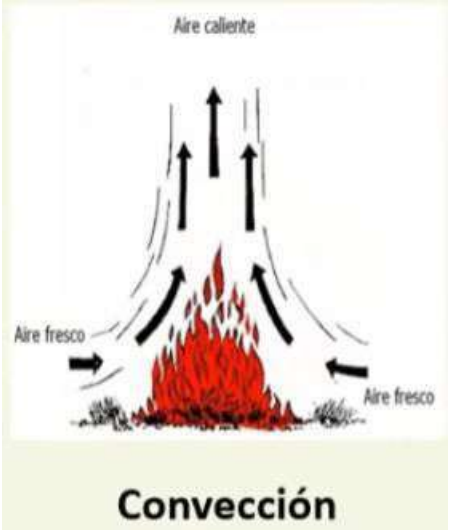


Imagen 7. *Mecanismos de transmisión de calor.* Tomado de: CONAF (2021).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- Pavesas

Transporte de las pavesas

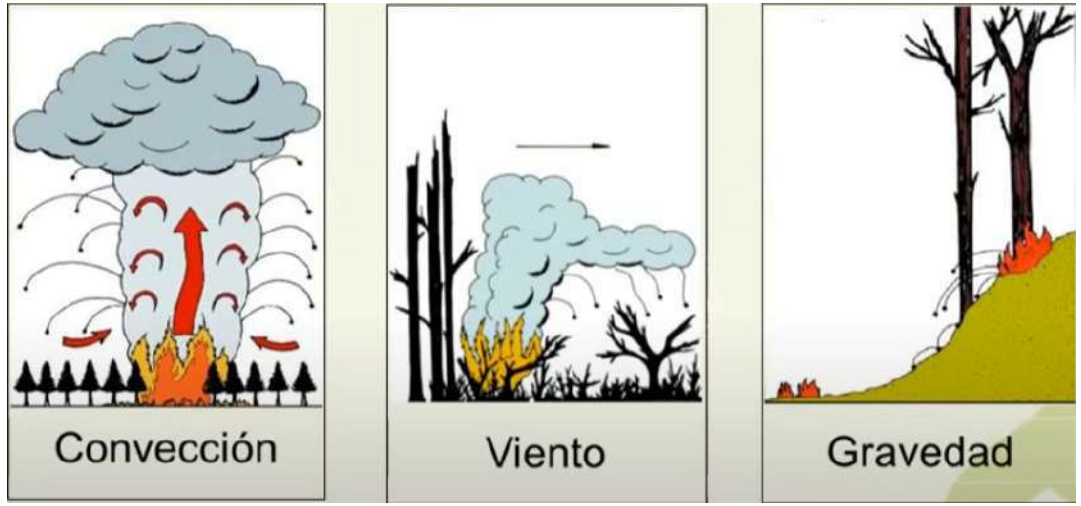


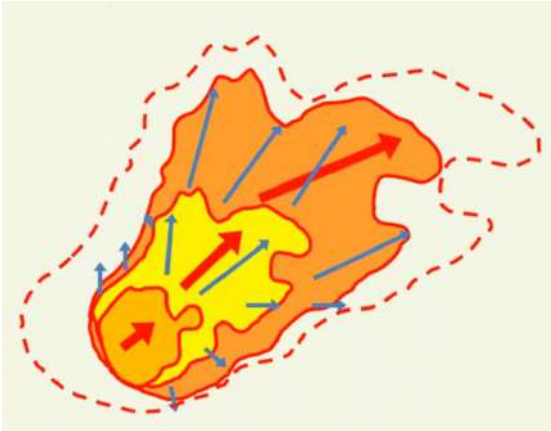
Imagen 8. Pavesas. Tomado de: CONAF (2021).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

- Comportamiento del fuego

Manifestaciones físicas y mecánicas durante un incendio

Velocidad de propagación



Intensidad calórica

Columna de convección

Llama

Imagen 9,10,11,12. *Comportamiento del fuego.* Tomado de: CONAF (2021).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

¿Por qué se producen?

Causas naturales

Tomado de: Canal Extremadura (2022).

Causas antrópicas

Tomado de: Red Ambiental (2022).

1.Generalidades de los Incendios Forestales

Daños

Tabla 1. Tipos de daños esperados por incendios forestales. Modificado de: UNGRD (2022).

Daños por incendios forestales	**Directos**	• Destrucción de ecosistemas (degradación de suelos y mortalidad de animales y vegetación) • Daños en las propiedades públicas y privadas • Personas heridas y víctimas mortales
	Indirectos	• Alteración en las sucesiones ecológicas (migración de especies) • Contaminación de fuentes hídricas • Desplazamiento de personas

1.Generalidades de los Incendios Forestales

¿Cómo prevenirlos?

Tomado de: SINAE (2020).

2. Clasificación de los incendios forestales

Según el elemento combustible

CLASE A	**Material combustible** (madera, cartón, papel, neumático, etc)
CLASE B	**Líquidos inflamables** (Gasolina, queroseno, etc)
CLASE C	**Gases inflamables** (etanol, propano, butano, metano, etc)
CLASE D	**Metales inflamables** (aluminio en polvo, lana de acero, magnesio, etc)

CLASE E

Fuegos eléctricos

Tomado de: Revista Seguridad 360 (2022)

2. Clasificación de los incendios forestales

Según su distribución

SUPERFICIALES

Tomado de: Caracol Radio (2016)

SUBTERRÁNEOS

Tomado de: Río Fm (2022)

DE COPA

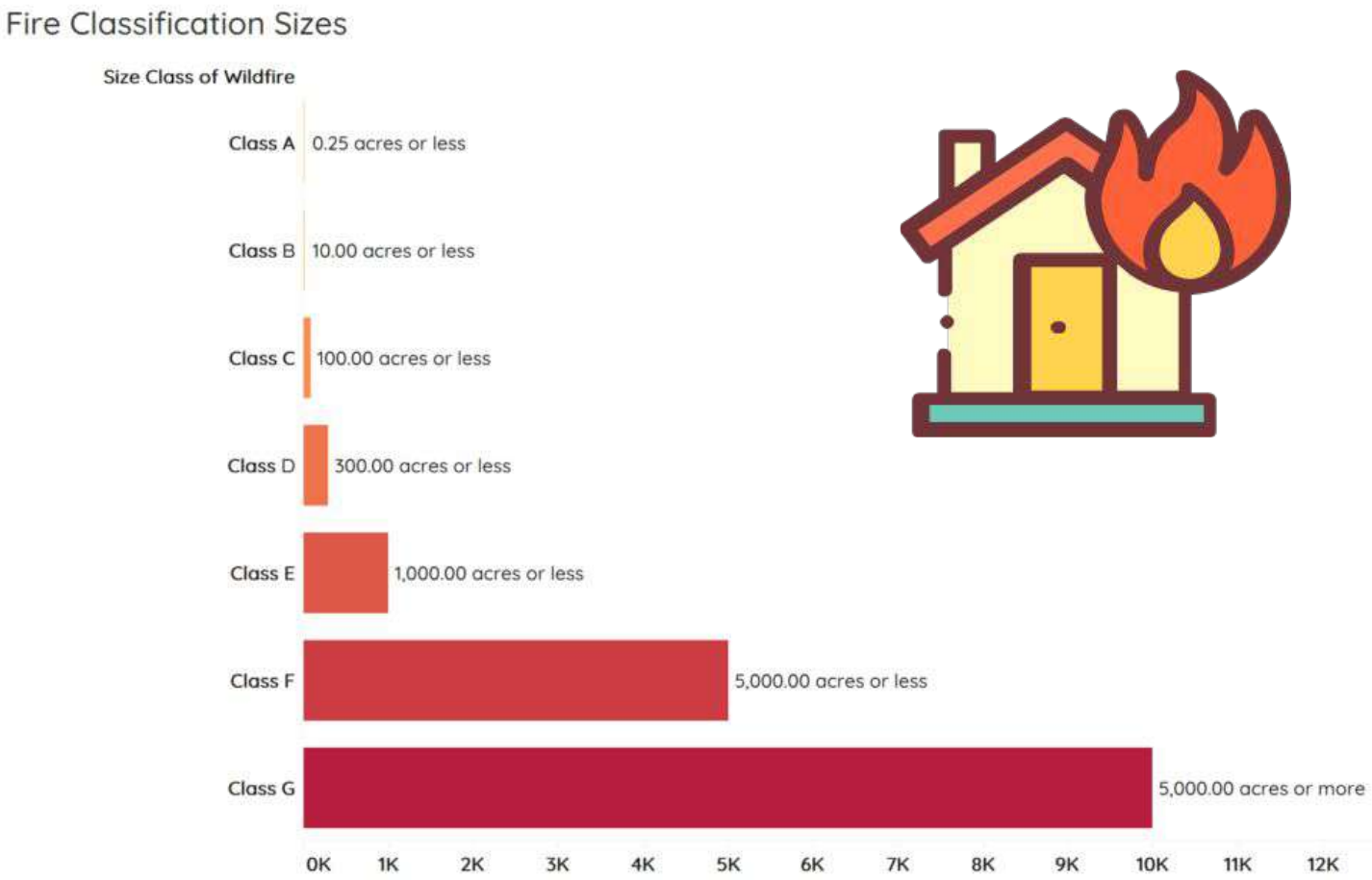
Tomado de: Forestal Maderero (2018)

3. Escalas y sistemas de evaluación de riesgo

Sistema Estadounidense

Medidos según:

- Intensidad del fuego
- Afectación del área quemada



Tomado de: Creative Crisis Leadership (2021)

Índice de peligro de propagación de Incendios forestales (Rodríguez y Moretti)

Tabla 2. Grado de propagación de incendios forestales. Modificado de: Dentoni y Muñoz (2012).

0 - 24	Leve
25 - 49	Moderado
50 -74	Alto
75 - 100	Extremo

REFERENCIAS

IDIGER. (2022). Caracterización General del Escenario de Riesgo por Incendio Forestal. Tomado de: https://www.idiger.gov.co/rincendiof#:~:text=Los%20incendios%20forestales%20son%20un,del%20a%C3%ADre%20y%20el%20paisaje.
ISASTUR. (2010). *Incendios 1. Clasificación de los fuegos y métodos de extinción.* Tomado de: https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/1/1_6_1.htm#:~:text=Clase%20E%3A,con%20agentes%20extintores%20no%20conductores.
UNGRD. (2022). *Riesgo por incendio forestal (caracterización general).* Tomado de: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/36815/Riesgo%20por%20incendio%20forestal.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Figuras
Canal Extremadura. (2022). *Los rayos latentes, una amenaza "silenciosa" para los bosques.* Tomado de: http://www.canalextremadura.es/noticias/meteocuriosidades/los-rayos-latente-una-amenaza-silenciosa-para-los-bosques
Caracol Radio (2016). *Controlan incendios forestales en el parque natural 'Las Hermosas' en Tolima.* Tomado de: https://caracol.com.co/emisora/2016/01/29/ibague/1454072236_266777.html
Creative Crisis Leadership. (2021). *How are wildfires measured?*. Tomado de: https://www.creativecrisisleadership.org/2021/12/13/how-are-wildfires-measured/
Forestal Maderero. (2018). *Inflamabilidad de las plantas e incendios forestales.* Tomado de: https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/inflamabilidad-las-plantas-e-incendios-forestales.html
Red Ambiental. (2022). *¿Eres partidario de la quema de basura? ¡Descubre sus terribles efectos para el planeta!.* Tomado de: https://horacioguerra.com/quema-de-basura/
Revista Seguridad360. (2022). *Tipos de fuegos y cómo combatirlos.* Tomado de: https://revistaseguridad360.com/destacados/tipos-de-fuegos-2/
Rio Fm. (2022). *LA TIERRA ARDE POR DENTRO EN GUAYMALLÉN: LA EXPLICACIÓN DEL FENÓMENO QUE YA TOMÓ 11 HECTÁREAS.* Tomado de: https://riofmcarmensa.com/la-tierra-arde-por-dentro-en-guaymallen-la-explicacion-del-fenomeno-que-ya-tomo-11-hectareas/

ESCENARIOS POR INCENDIOS A NIVEL MUNDIAL, EVENTOS, CAUSAS Y MAGNITUD DE DAÑOS.

Presentado por: **Katherin Basto - 2172980**
Sara Moyano - 2151142

Escuela de Geología
Seminario Geoamenazas - 23117

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

74 años
1948-2022

CONTENIDO

1 IMPACTO DE INCENDIOS A NIVEL GLOBAL

2 ESCENARIO MUNDIAL

3 POLÍTICA CONTRA LAS LLAMAS

4 WORLDVIEW-NASA

5 UNA SOLA SALUD

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

IMPACTO DE INCENDIOS A NIVEL GLOBAL

Universidad Industrial de Santander

- Desde el año 2001 la temperatura media del planeta no ha dejado de crecer.
- Los 20 años más cálidos han sucedido en los últimos años.
- La década 2010-2019 fue la más caliente desde que hay registros (1880)
- 2019 el año más caliente en Europa
- El mes de enero de 2020 fue el más cálido en el mundo y durante el mes de febrero se alcanzaron temperaturas récord en zonas como la Antártida, donde por primera vez se superó la barrera de los 20ºC

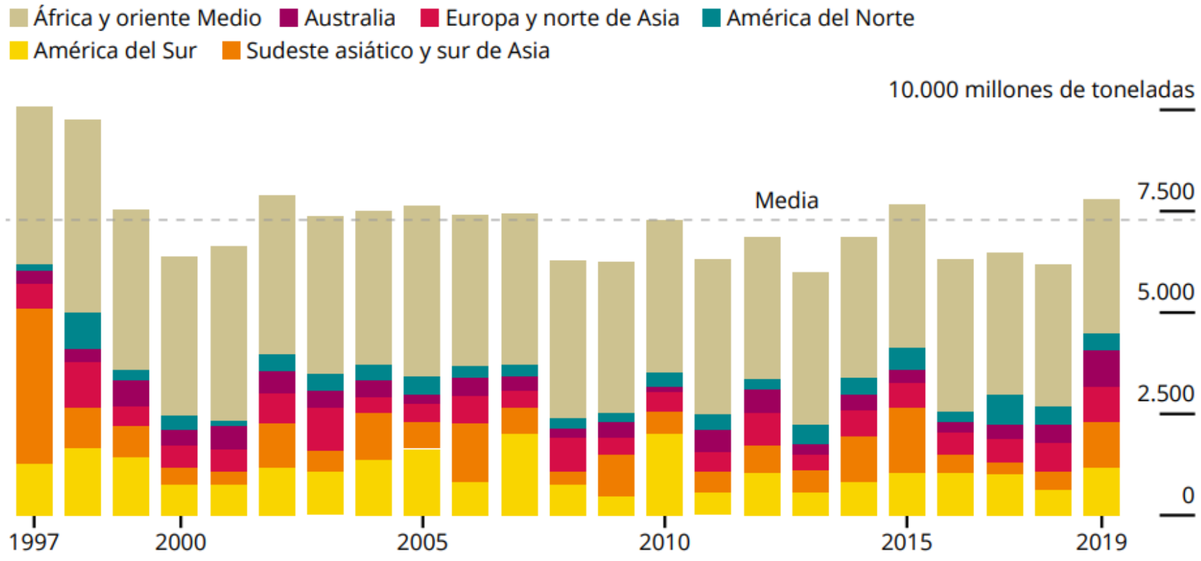
IMPACTO DE INCENDIOS A NIVEL GLOBAL

Universidad Industrial de Santander

Región	Superficie quemada (mill. de hectáreas)	Emisiones de CO_2 (mill. de toneladas)
Ártico	5,5	182
Rusia	15,9	700
Amazonia brasileña	5,9	969
Bolivia	5	Sin datos
Australia	12	410
Indonesia	1,64	708
África	300	Sin datos

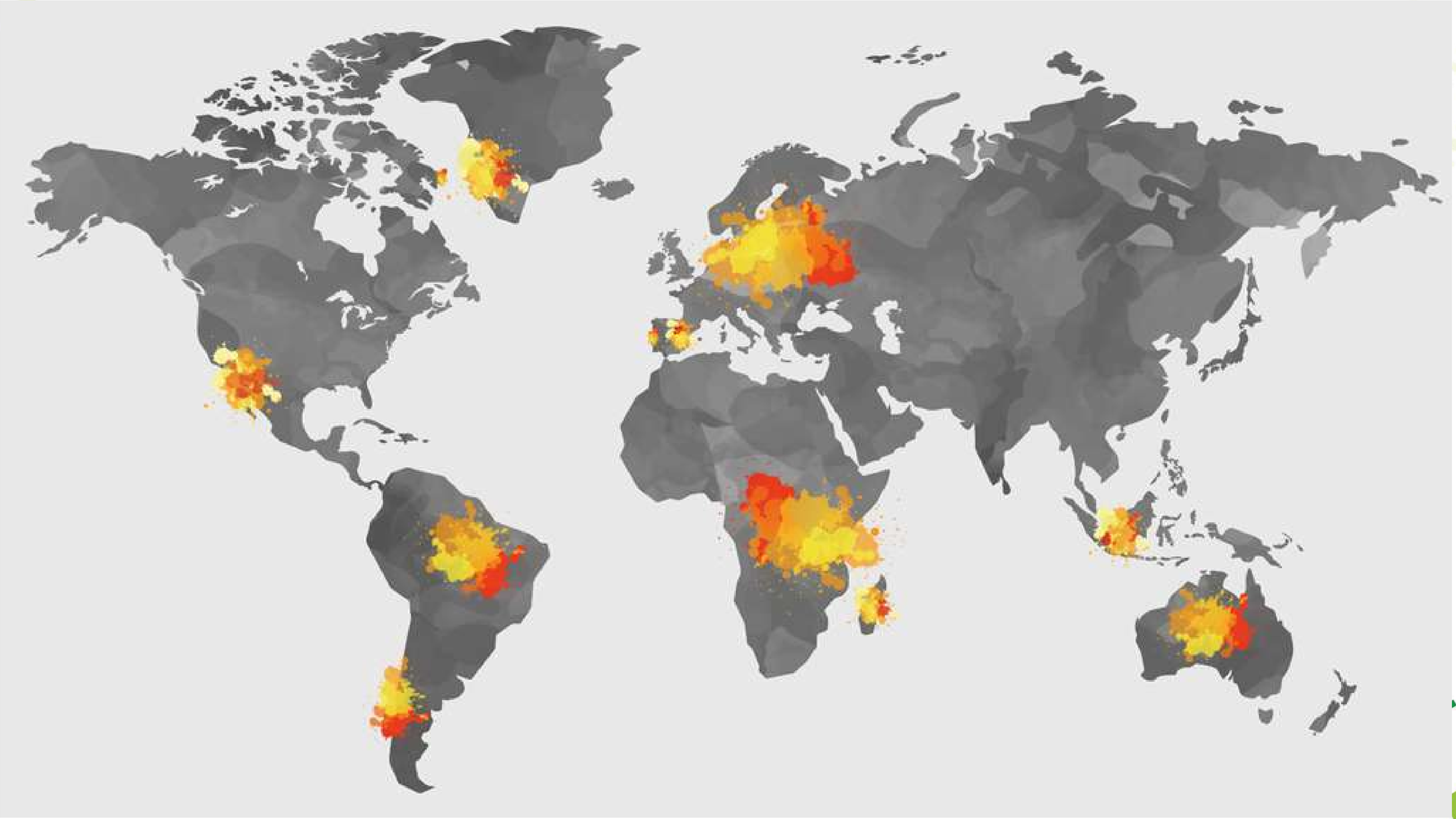
Fuente: Copernicus Atmosphere Monitoring Service/ECMWF y Global Fire Emissions Database.

Evolución de las emisiones de dióxido de carbono debido a incendios forestales entre 1997-2019



Fuente: Global Fire Emissions Database

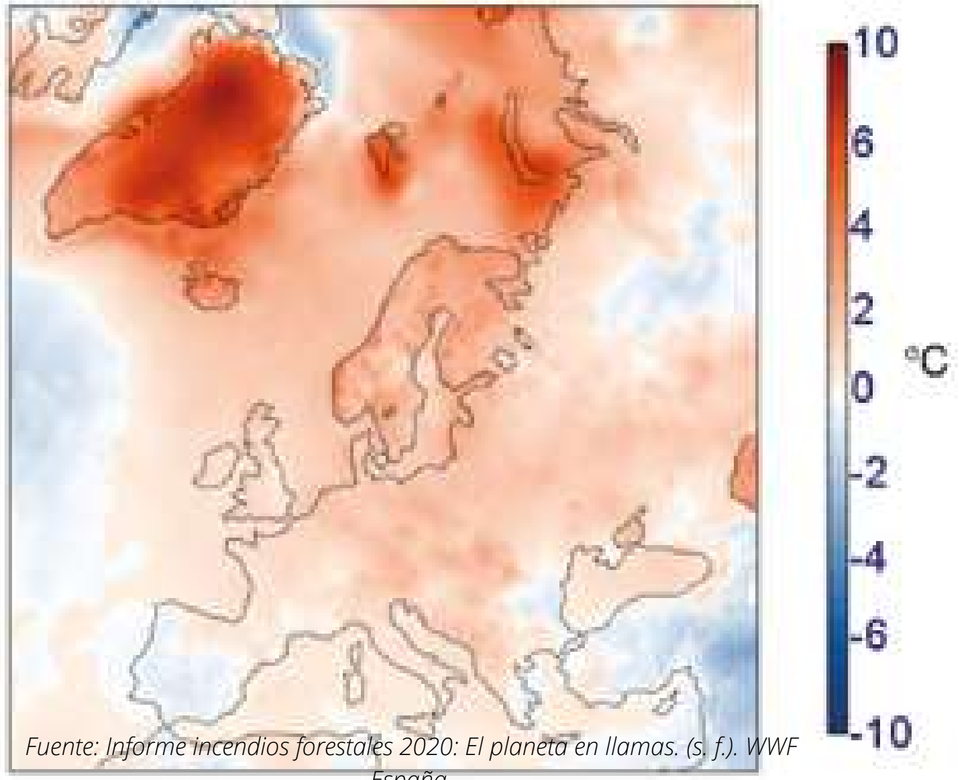
Un estudio de la Comisión Europea asegura que en 2080 Europa registrará 100.000 muertes al año relacionadas con el cambio climático, el doble que en la actualidad, debido a olas de calor, riadas, tormentas o incendios.



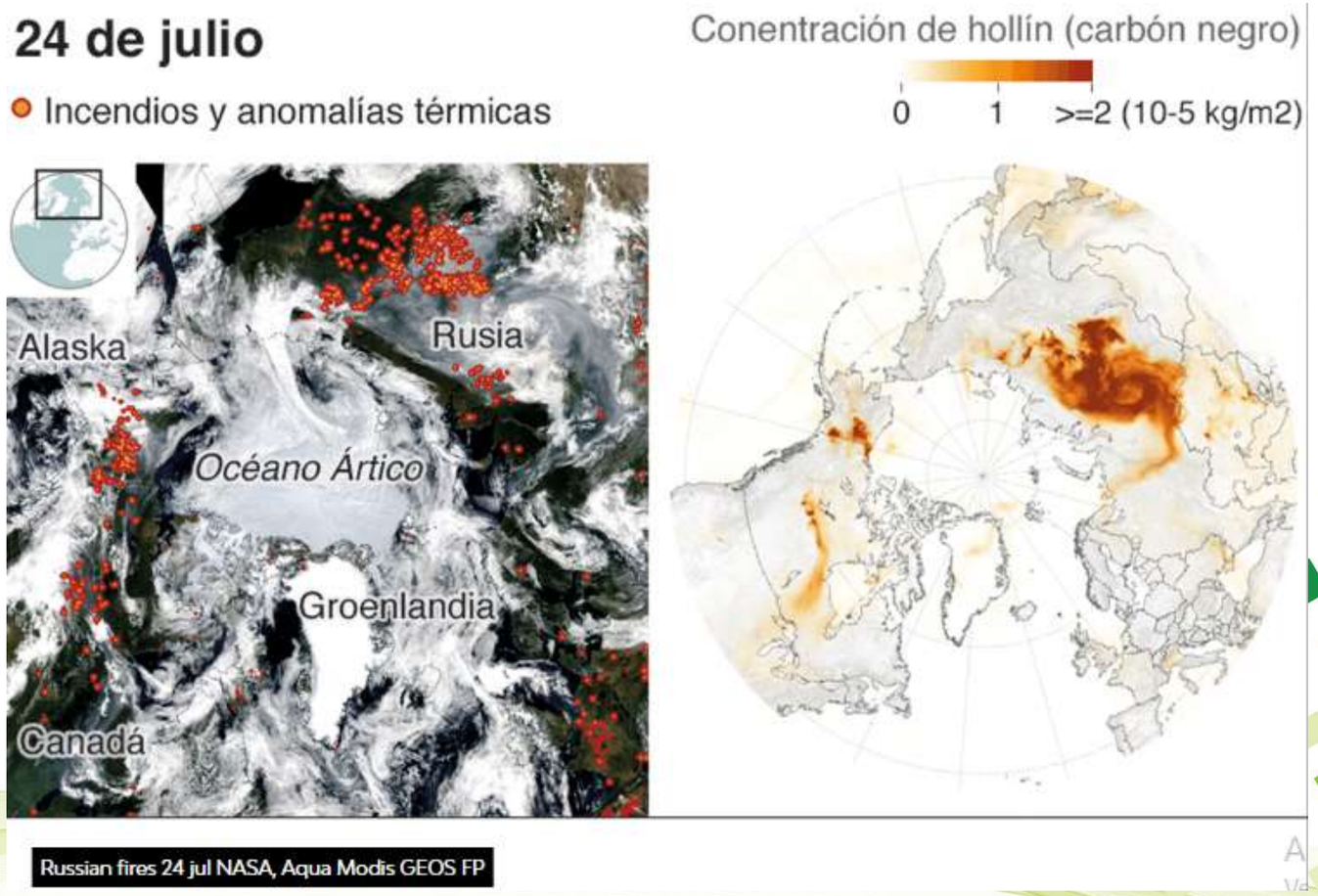
Fuente: Informe incendios forestales 2020: El planeta en llamas. (s. f.). WWF España.

CIRCULO POLAR ÁRTICO

- El Ártico se está calentando dos veces más rápido que el resto del planeta. El mes de **julio de 2019** fue el mes más cálido jamás registrado.
- En verano de 2019 ardieron **5,5 millones de hectáreas.**
- Países afectados: **Rusia, Alaska, Groenlandia y Canadá.**
- **182 millones de toneladas de CO2** emitidas a la atmósfera.



Fuente: Informe incendios forestales 2020: El planeta en llamas. (s. f.). WWF España.

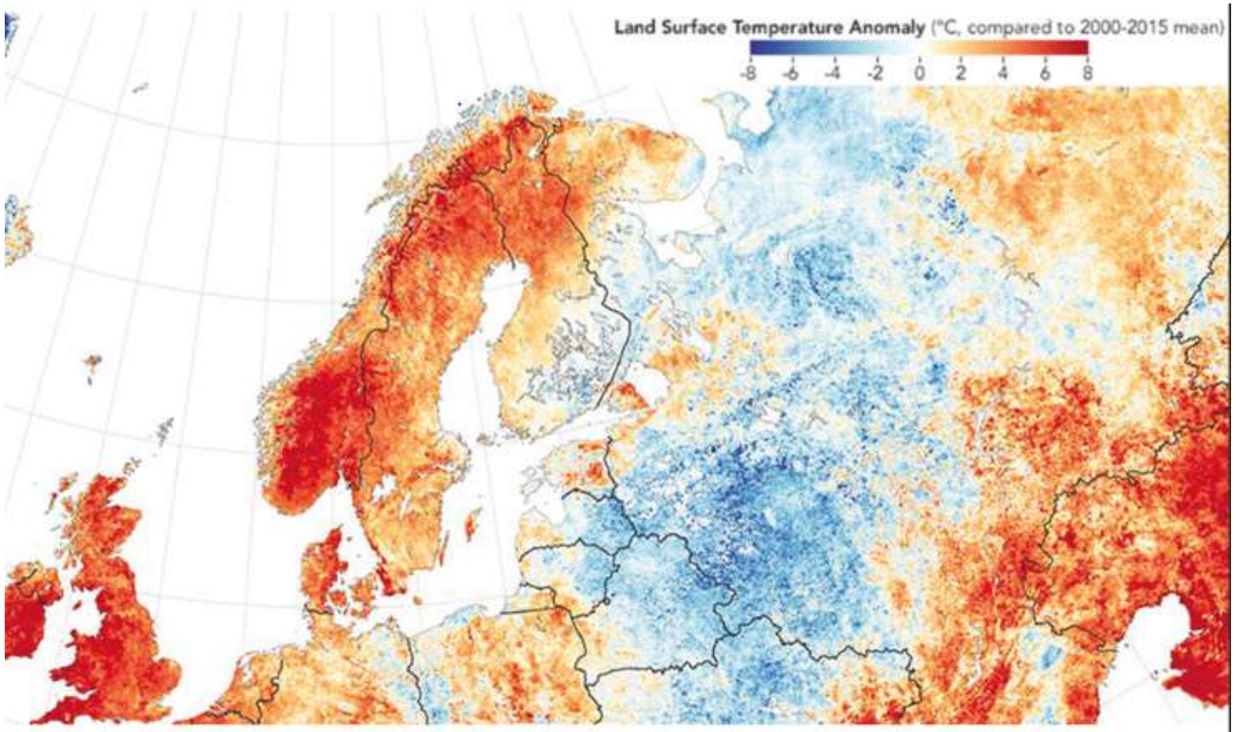


AUSTRALIA

- Se estima que más de **1.200 millones de animales** resultaron heridos o muertos.
- En otoño e invierno de 2019 y 2020 ardieron más de **12 millones de hectáreas.**
- Sus bosques ardieron en tormentas de fuego de **más de 1.000ºC**
- El Gobierno australiano niega el vínculo de estos incendios con el cambio climático. La política energética de Australia está basada en el carbón.

NORTE Y CENTRO DE EUROPA

- Países afectados: Reino Unido, Irlanda, Finlandia, Letonia, Alemania, Polonia, Suecia o Noruega.
- El verano de 2019 hubo un +40% de incendios en la Unión Europea.
- En 2018, Suecia fue el segundo país con mayor superficie quemada de Europa (solo por detrás de Portugal) y en Reino Unido la superficie forestal afectada fue un 40% superior a la española.
- En marzo de 2019 el número de incendios superaba ya la media de todo un año durante la última década, con muchos incendios en regiones montañosas y fuegos críticos en el delta del Danubio.



Anomalías de temperatura superficial del suelo entre el 1 y el 15 de julio de 2018. Datos procesados a partir del satélite TERRA (sensor MODIS) de la NASA.

Fuente: Ecoavant. (2022, 1 julio). El régimen de incendios del continente europeo ha experimentado un cambio sin precedentes.

AMAZONÍA

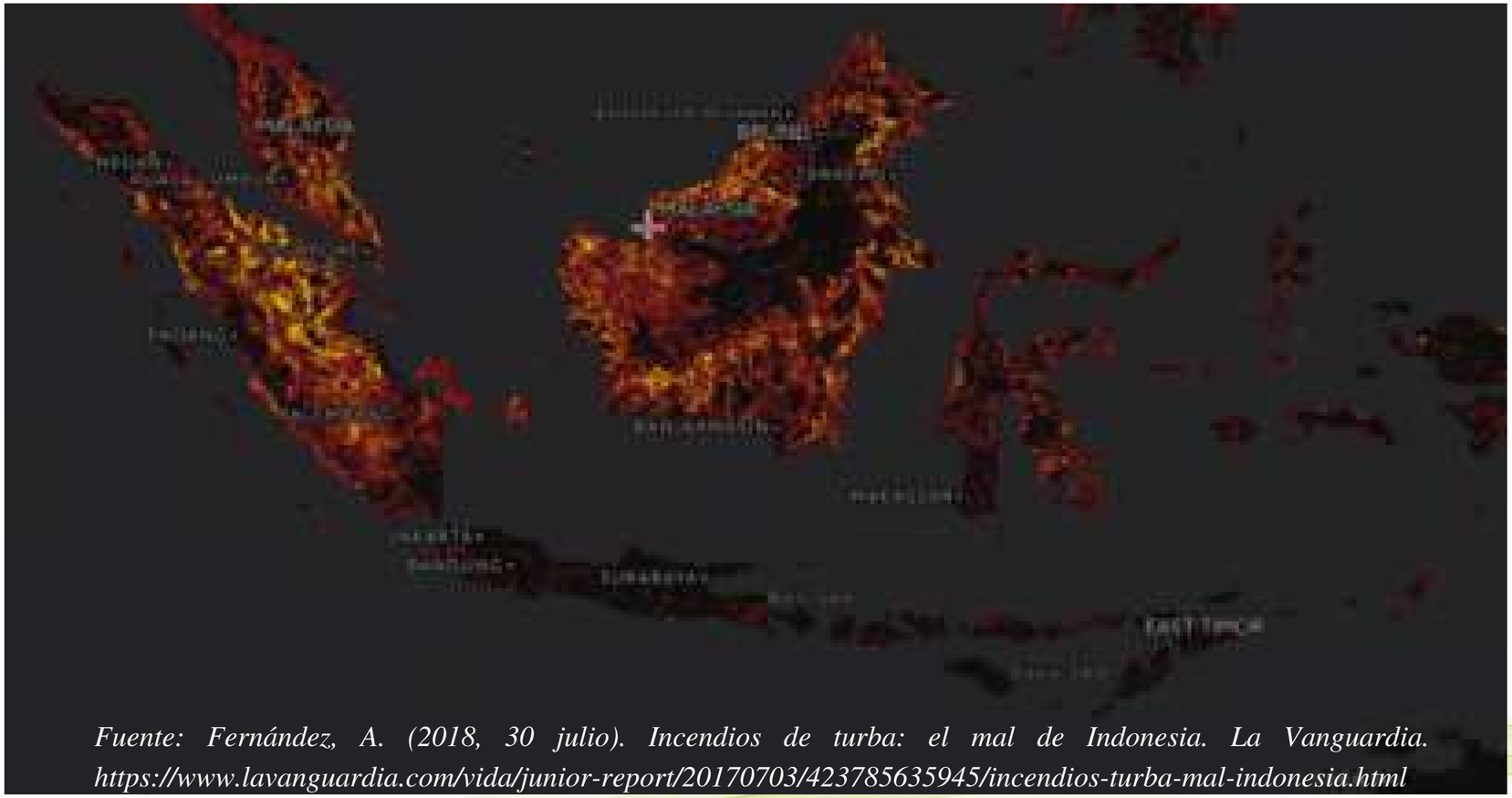
- Zonas afectadas en **Brasil, Bolivia y el Chaco paraguayo.**
- **En Brasil**, entre enero y septiembre de 2019 los incendios devoraron casi **5,9 millones de hectáreas** y en **Bolivia** más de **5 millones de hectáreas.**
- La deforestación. El **31% de los incendios** producidos en la Amazonia brasileña hasta agosto de 2019 tuvieron lugar en áreas que en julio de 2018 eran **bosques.**
- Actualmente, algo **más del 18% de la selva amazónica original ha sido destruida.**
- LLegará el momento en que dejará de comportarse como un ecosistema tropical y ocurrirá cuando la **deforestación** sea de entre el **20% y el 25%**, podría suceder en unos **20 años**.

AmazonFires PortoVelho RO 24-08-2019 (c) Michael Dantas WWF-Brasil

Incendio Amazonas Bolivia ©Kaninde Agosto 2019

INDONESIA

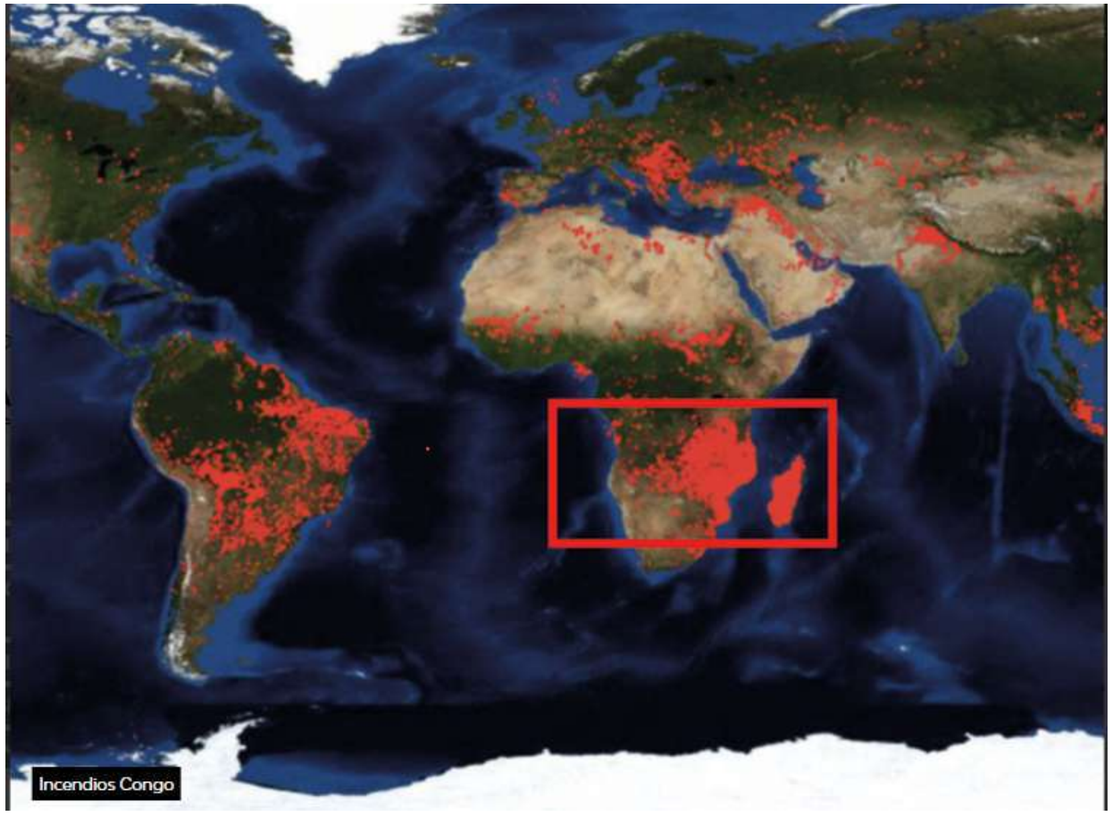
- **El 99% de sus fuegos** tiene origen humano y están vinculados a procesos de **deforestación y conversión** para la expansión de las plantaciones de aceite de palma, papel y pasta de celulosa.
- Hasta mediados de septiembre de 2019, los incendios arrasaron más de **1,64 millones de hectáreas** (Cerca de 3,5 millones de hectáreas ya se quemaron entre 2015 y 2018)
- **708 millones de toneladas de CO2**, aproximadamente, se emitieron a la atmósfera.



Fuente: Fernández, A. (2018, 30 julio). Incendios de turba: el mal de Indonesia. La Vanguardia. https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20170703/423785635945/incendios-turba-mal-indonesia.html

Fuente: Informe incendios forestales 2020: El planeta en llamas. (s. f.). WWF España.

AFRICA CENTRAL



- La agencia espacial estadounidense lo define como un “continente en llamas”. **Concentra el 70% de los focos de incendio del mundo.**
- **La razón:** el uso de técnicas agrícolas y pastorales ancestrales (principalmente en las sabanas y en los campos de pequeños agricultores)
- **El 10%** de los incendios se escapan de control y son los responsables del **90%** de la superficie que arde.
- **Este porcentaje aumentará** debido al cambio climático y las fuertes sequías de la región, que están secando el bosque tropical.
- Estos incendios contribuyen de forma indirecta a la **sequía del corazón de África**.

CALIFORNIA

NASA In December 2017, thick smoke streamed from several fires burning in southern California.

- Los **más mortales y destructivos** sucedieron entre **2017 y 2018**, con decenas de fallecidos, cientos de desaparecidos y miles de estructuras convertidas en cenizas.
- En **2019** se declaró el estado de emergencia debido a que las llamas causaron evacuaciones masivas, de más de **200.000 personas**, y consumieron cerca de **100.000 hectáreas.**
- Cambio climático, incursión humana, incremento de los costos de los dispositivos de extinción
- Los incendios son un 500% más grandes de lo que serían sin los efectos del cambio climático

CHILE

- En 2017 vivió su peor temporada de incendios, ardieron 86.000 hectáreas, más del 3% de la superficie forestal del país (la media es 0,5%).
- En 2019 se duplicó el número de incendios respecto a 2018: ardieron 65.000 hectáreas debido a las altas temperaturas y el prolongado déficit hídrico
- La zona central del país sufre desde hace una década la peor sequía de la historia.
- Entre 1985 y 2009 la temporada de grandes incendios se extendía entre noviembre y abril y en el período 2010-2018 esa ventana se ha extendido desde octubre a finales de mayo

ESPAÑA

- El **95%** de los incendios en España siguen teniendo causa humana
- Entre **2010 y 2019** el número de siniestros se redujo en un **36%** respecto a la década anterior
- **El 53% de los siniestros son intencionados**, lo que da idea de la existencia de graves conflictos sociales y económicos.
- **El verano de 2019**, el incendio de Valleseco (Gran Canaria), obligó a evacuar a **10.000 personas** y devoró cerca de **10.000 hectáreas**, el **6,5%** de la superficie de la isla.

PORTUGAL

- Portugal es el **primer país de Europa** y el **cuarto del mundo** que más masa boscosa ha perdido en lo que va de siglo XXI.
- El **3%** de su superficie forestal arde cada año (frente al 0,4% de España).
- **17.000 siniestros** de media al año
- Se queman unas **120.000 hectáreas al año** (un 20% más que en España, a pesar de tener un 80% menos de superficie forestal).

POLÍTICAS CONTRA LAS LLAMAS

Universidad Industrial de Santander

- Las políticas buscan priorizar en avanzados dispositivos de extinción, ignorando los efectos del calentamiento global y la acumulación de combustibles a escala de paisaje.

- Recursos, personal capacitado, operativos de protección civil

- Inversión en prevención

1. Reducir la siniestralidad
2. Promover y poner en valor paisajes más resistentes al fuego y mejor adaptados al cambio climático.
3. Minimizar el riesgo para humanos e infraestructuras.

- Aprender a convivir con los incendios

- Restaurar también es prevenir

Los superincendios son imposibles de apagar. Ninguna cantidad de inversión en extinción evitará los eventos extremos. La prevención es la única herramienta efectiva.

POLÍTICAS CONTRA LAS LLAMAS

- **A ESCALA GLOBAL**

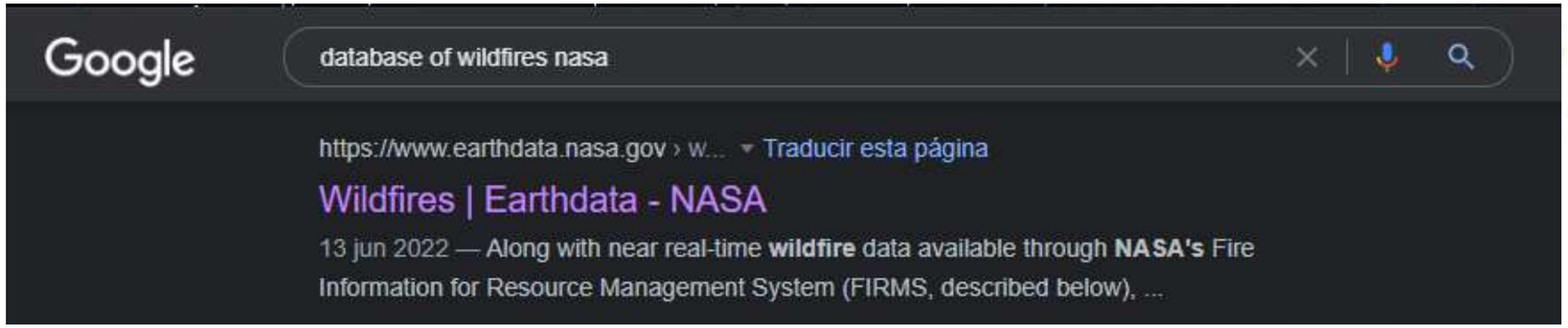
1. Transición energética hacia un modelo más limpio, eficiente y renovable.
2. Deforestación cero
3. Normativa que evite la deforestación
4. Ética empresarial
5. Promover una transicion agroecologica hacia sistemas alimentarios sostenible

- **A ESCALA LOCAL**

1. Reducir la alta siniestralidad y acabar con la impunidad
2. Reducir la inflamabilidad del paisaje
3. Restauracion post-incendio que evite riesgos futuros
4. Politicas publicas de estimulo al sector forestal
5. Mejorar las capacidades de proteccion civil

WORLDVIEW- NASA

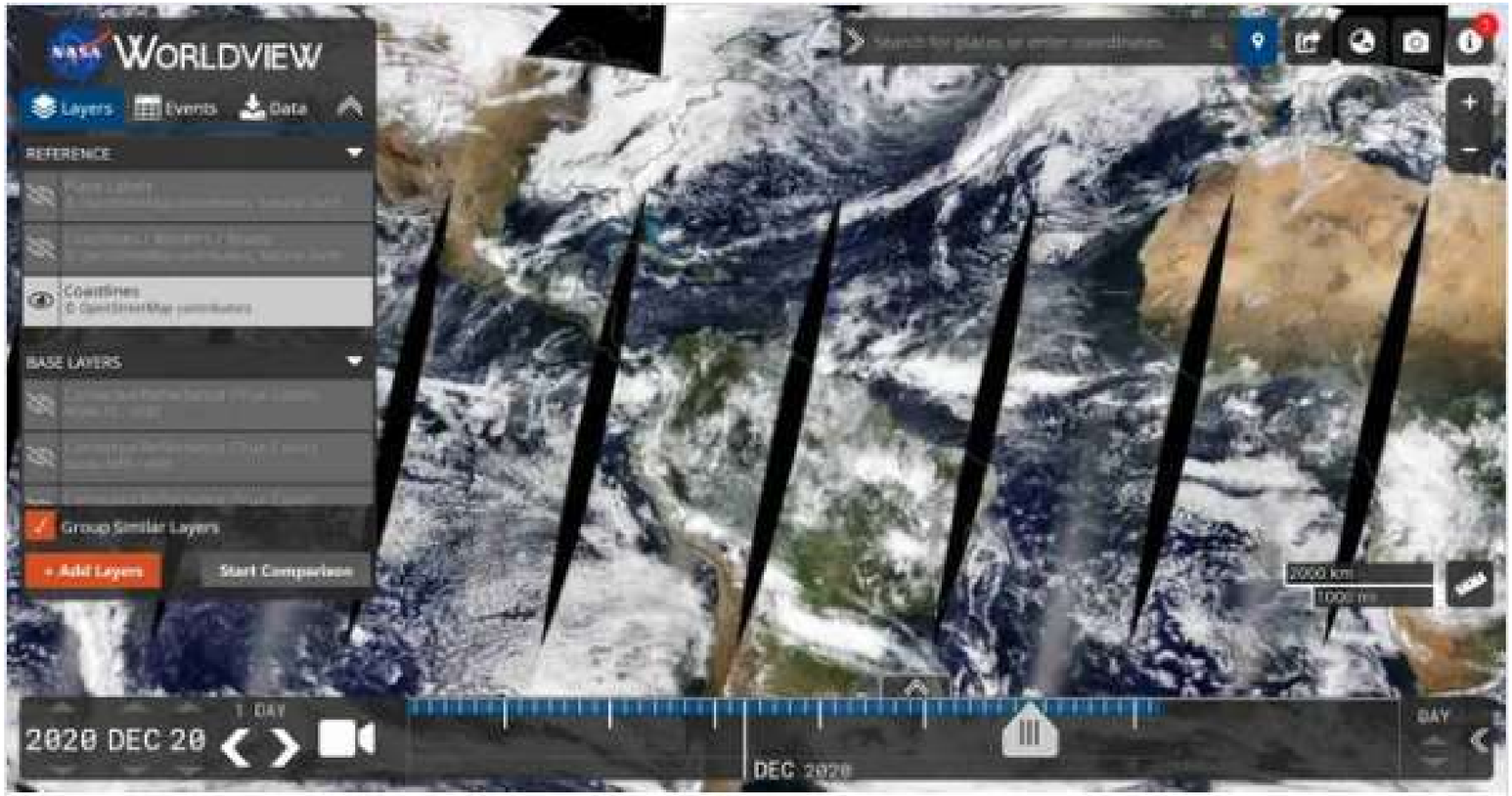
1.



2.

3.

WORLDVIEW- NASA



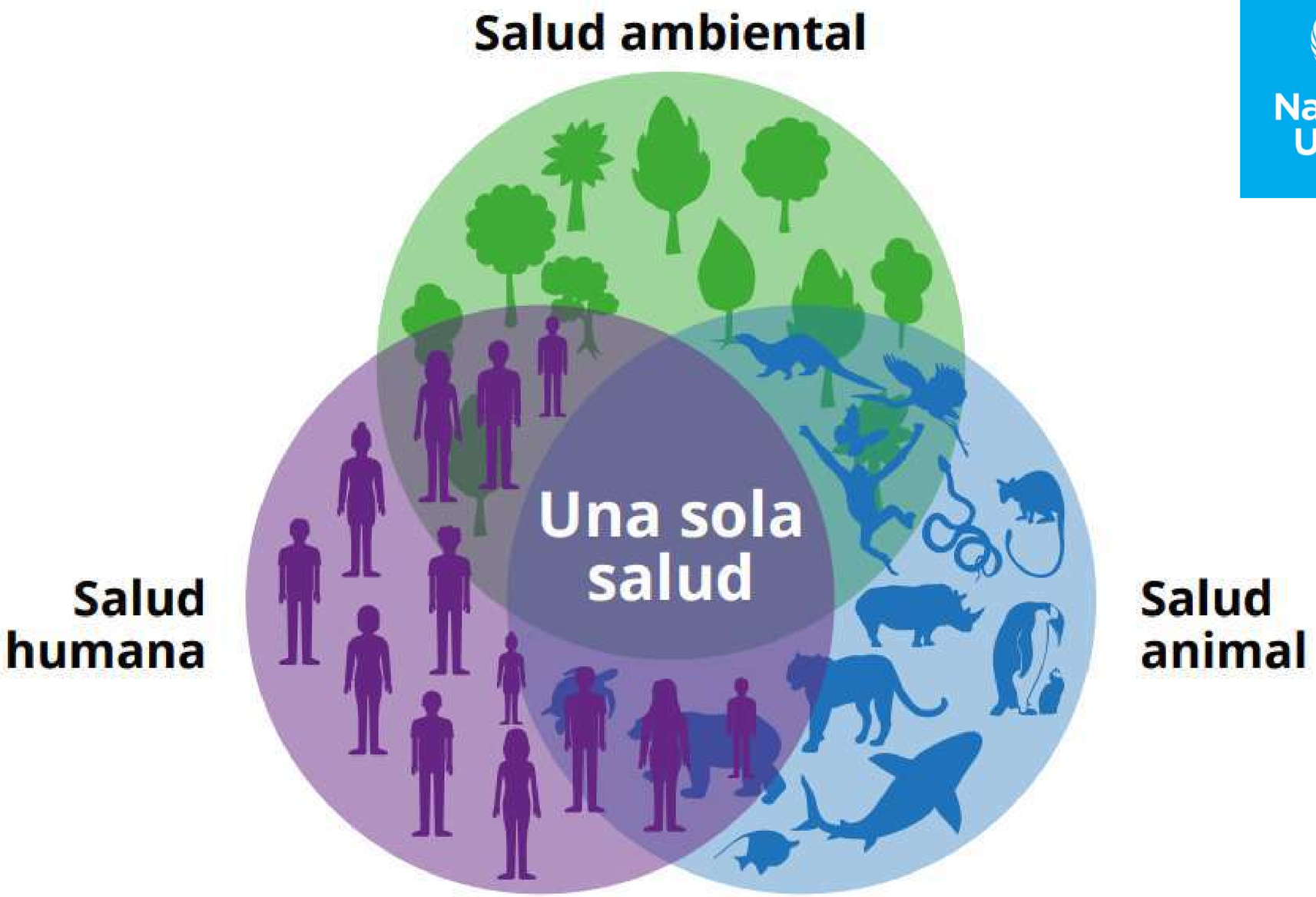
Explore Your Dynamic Planet

The NASA Worldview app provides a satellite's perspective of the planet as it looks today and as it has in the past through daily satellite images. Worldview is part of NASA's Earth Observing System Data and...

Worldview

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación


Salud ambiental
Salud humana
Una sola salud
Salud animal

BIBLIOGRAFÍA

Informe incendios forestales 2020: El planeta en llamas. (s. f.). WWF España. Recuperado 22 de agosto de 2022, de https://www.wwf.es/?54921/Informe-incendios-forestales-2020-El-planeta-en-llamas#

Rodríguez, H. (2020, 13 enero). Los incendios de Australia en números. www.nationalgeographic.com.es. https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/incendios-australia-numeros_15102

BBC News Mundo. (2019, 25 septiembre). Incendios en el Amazonas: ¿qué pasó con las llamas que arrasaban las selvas en Brasil, Bolivia y Paraguay? https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-49811380

Ecoavant. (2022, 1 julio). El régimen de incendios del continente europeo ha experimentado un cambio sin precedentes.https://www.ecoavant.com/medio-ambiente/regimen-incendios-continente-europeo-ha-experimentado-cambio_8682_102.html.

Fernández, A. (2018, 30 julio). Incendios de turba: el mal de Indonesia. La Vanguardia. https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20170703/423785635945/incendios-turba-mal-indonesia.html

Escenario por incendios a nivel nacional, evento, causas y magnitud de daños.

Universidad Industrial de Santander

Amazonas. Infoamazonía, 2019

Sofía C. Ariza Diaz
2182490

Johanna K. Rodriguez Quiroga
2182487

#LaUISqueQueremos

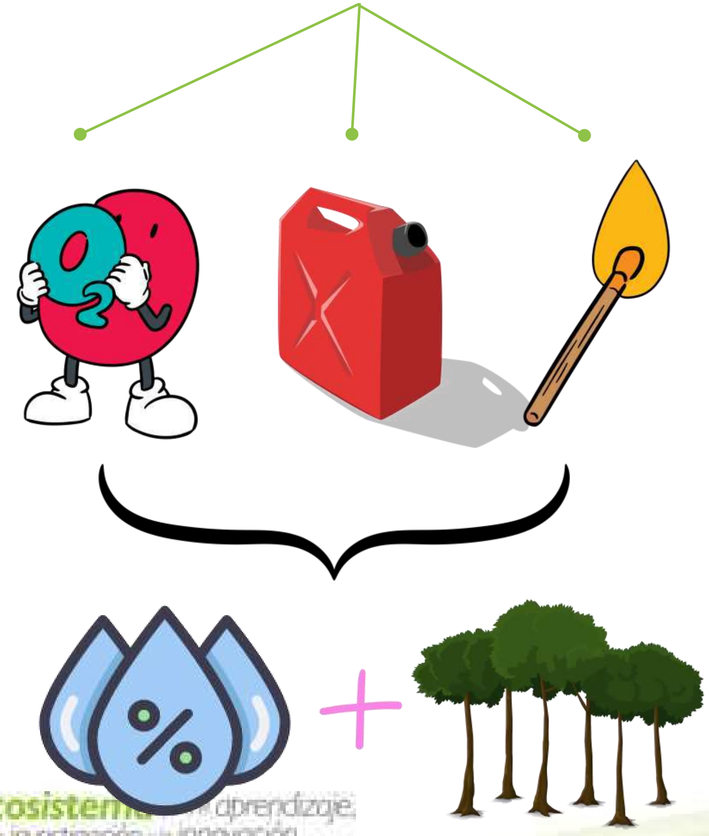
SEMINARIO GEOAMENAZAS- CAMPO III

CONTENIDO

- Introducción
- Escenario de Incendios en Colombia
- Entidades Encargadas en Colombia
- Catálogo e Inventario de Incendios en Colombia
- Gestión del Riesgo por Incendios en Colombia
- Recomendaciones a la Comunidad
- Bibliografía

Introducción

Factores



Impacto

Ecosistemas

Independientes

Áreas muy secas

Áreas muy frías

Dependientes

Plantas pirófitas

Acumulación de la biomasa

Tomado de UNGRD (2021).

Efectos

Cambios en el suelo

Cobertura vegetal

Ciclo Hidrológico

Escenario de Incendios en Colombia

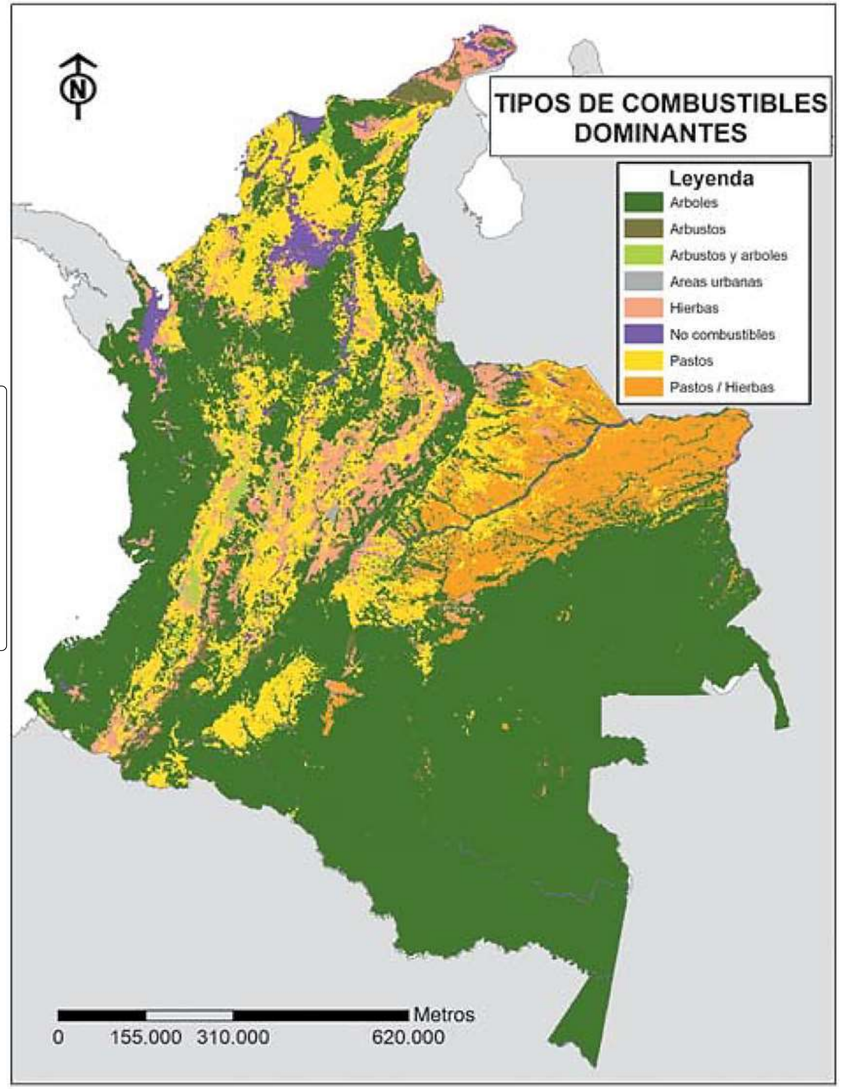
2016

72.416 ha - Deforestación

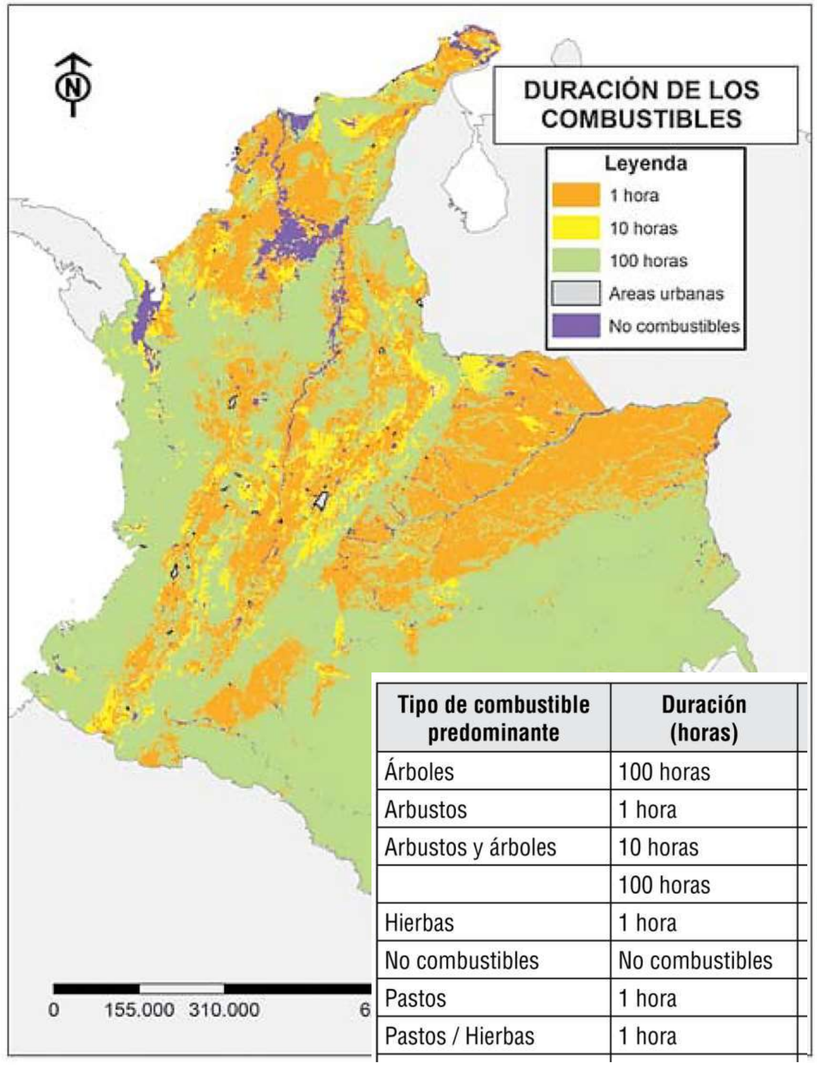
La alta diversidad biológica, la sostenibilidad de los recursos agua y suelo, así como algunas actividades humanas se ven afectadas en Colombia de forma notoria por los incendios.

- Periodos secos prolongados
- Preparación de terrenos agrícolas
- Tormentas eléctricas secas
- Incendios de alta montaña
- Ampliación de frontera agrícola
- Fenómeno del Niño

IDEAM. (2018)



Tipos de Combustibles dominantes

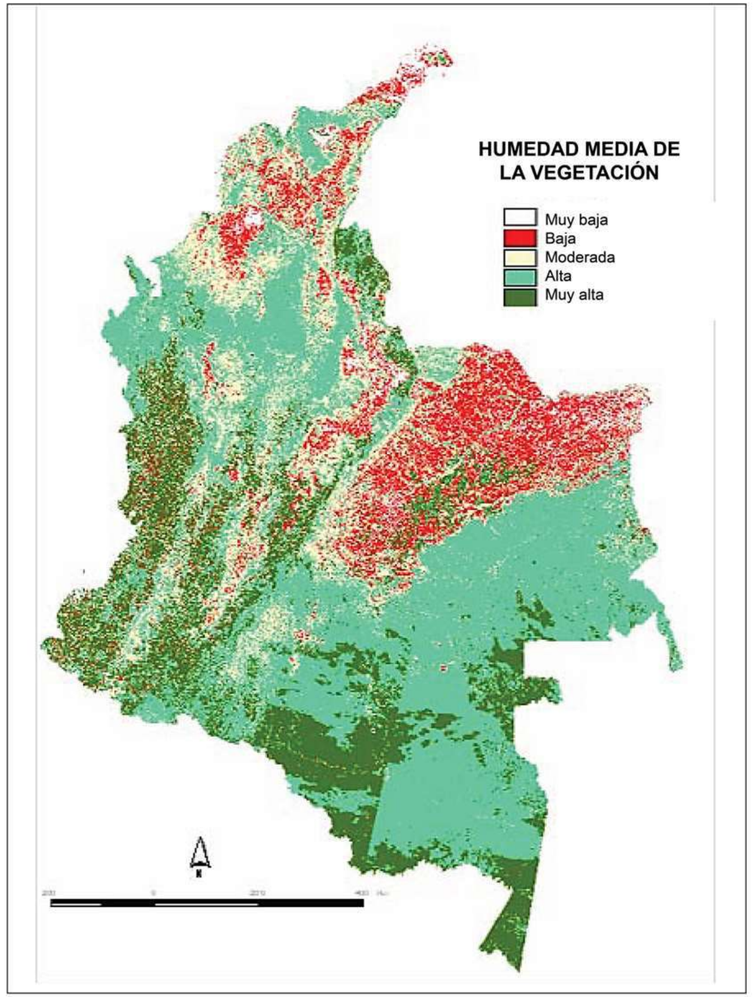


Tipo de combustible predominante	Duración (horas)
Árboles	100 horas
Arbustos	1 hora
Arbustos y árboles	10 horas
	100 horas
Hierbas	1 hora
No combustibles	No combustibles
Pastos	1 hora
Pastos / Hierbas	1 hora

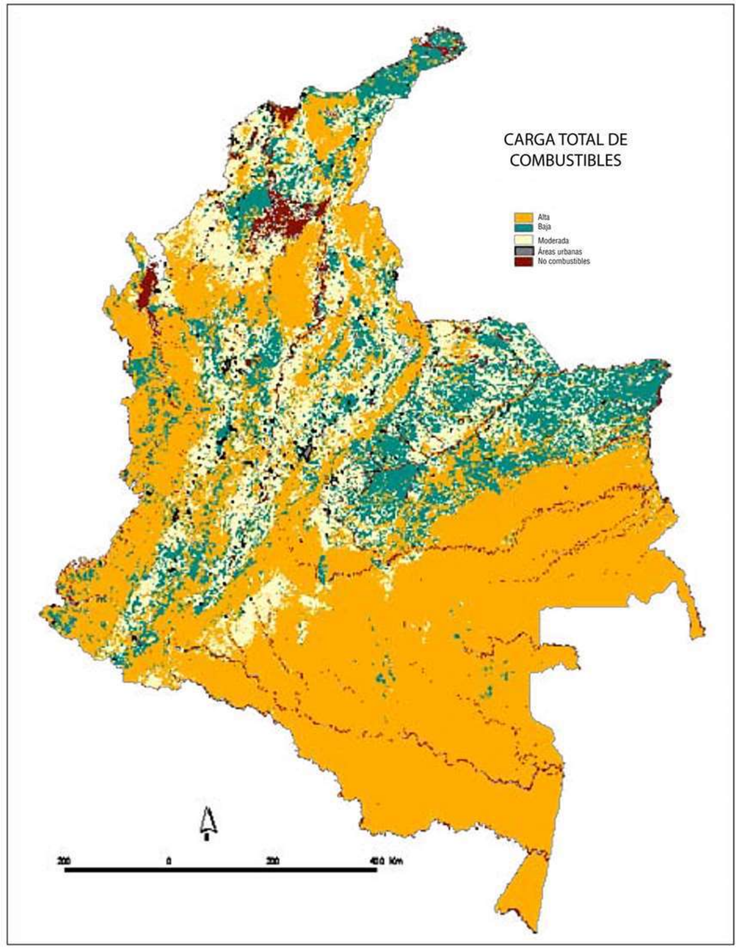
Duración de los combustibles

Parra, A. C. . (2011)

Escenario de Incendios en Colombia

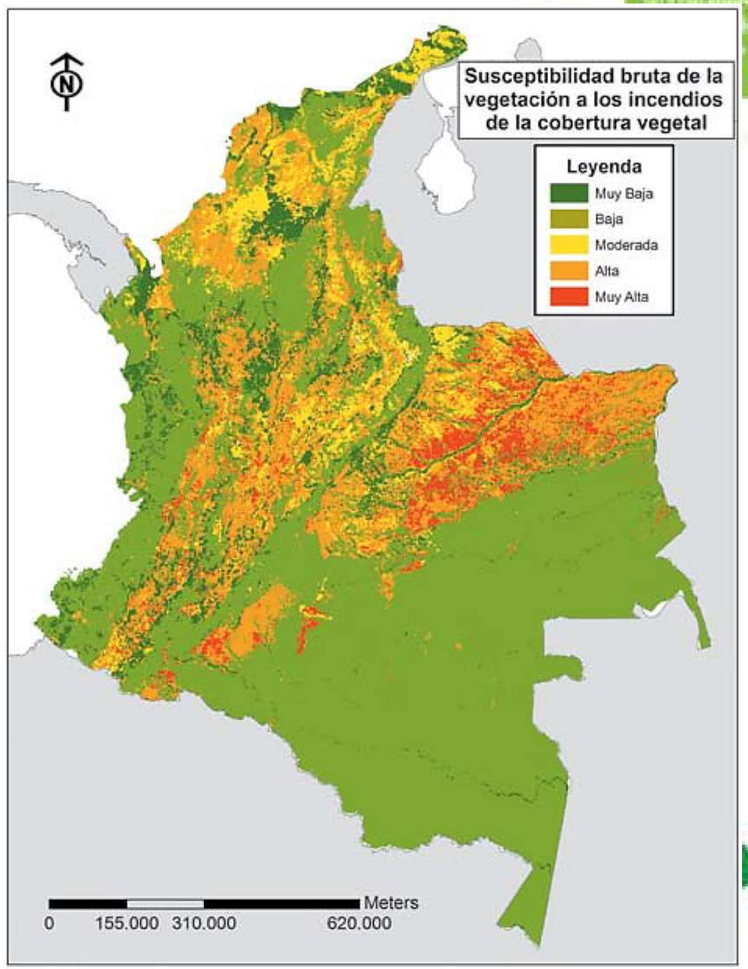


Humedad media de la Vegetación
Parra, A. C.
(2011)



Carga total de combustibles

Parra, A. C. (2011)



Susceptibilidad bruta de la vegetación a los incendios de la cobertura vegetal

Parra, A. C. (2011)

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Entidades encargadas

El campo es de todos — Minagricultura

El medio ambiente es de todos — Minambiente

El futuro es de todos — Cancillería de Colombia

UNGRD — Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres — Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

asocars

IDEAM

Bomberos Colombia

Cruz Roja Colombiana

Defensa Civil Colombiana — Listos en paz o emergencia

Sic itur ad astra

República de Colombia — Policía Nacional — Dios y Patria

Nivel Territorial

Nivel Operativo

Nivel Nacional

Tomada de UNGRD (2021)

Catálogo e Inventario de Incendios en Colombia

Consolidado
anual de atención de emergencias de la UNGRD

UNGRD. (2021)

DESCRIPCION Y UBICACIÓN										
FECHA	DEPTO	MUNICIPIO	EVENTO	MUERTOS	HERIDOS	DESAPA.	PERSONAS	FAMILIAS	VIV.DESTRU.	VIV.AVER.
1-ene-02	CAUCA	LA VEGA	DESLIZAMIENTO				155	31		
1-ene-02	CAUCA	EL TAMBO	VENDAVAL				355	71		71
1-ene-02	CAUCA	GUAPI	VARIOS							
1-ene-02	SUCRE	SAN BENITO ABAD/SUCRE	INUNDACION				2,100	400		17
1-ene-02	CHOCO	MEDIO SAN JUAN	INUNDACION				2,760	552		
3-ene-02	CAUCA	ARGELIA	INUNDACION				150	30		
3-ene-02	CUNDINAMARCA	BOGOTA	INCENDIO FORESTAL							
3-ene-02	CUNDINAMARCA	FUQUENE	INCENDIO FORESTAL							
4-ene-02	CAUCA	EL TAMBO	VENDAVAL				540	108		108
4-ene-02	BOYACA	DUITAMA	INCENDIO FORESTAL							
4-ene-02	CUNDINAMARCA	CUCUNUBA	INCENDIO							

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx

UNGRD. (2021)

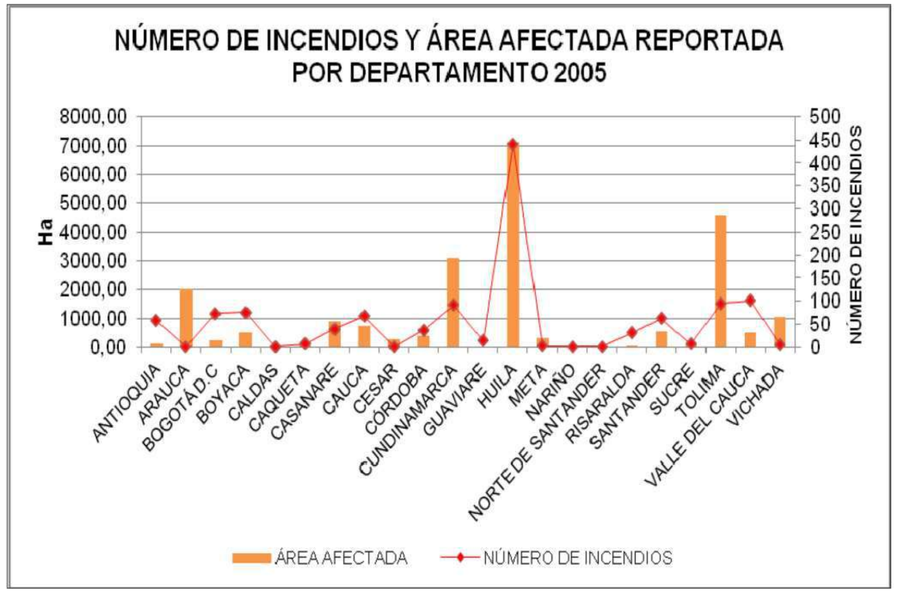
Consolidado
anual de atención de incendios e incendios de cobertura vegetal del año 2021

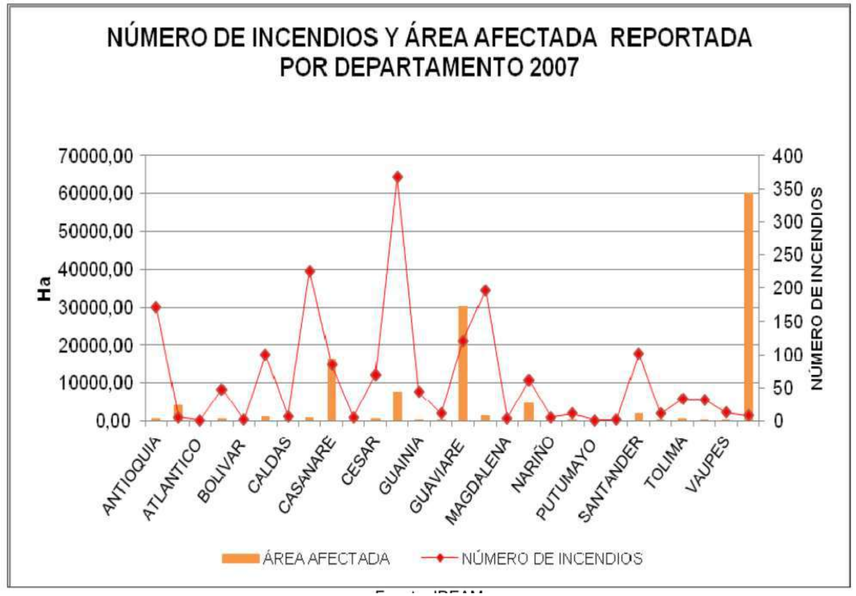
DESCRIPCION Y UBICACIÓN				SEGUIMIENTO Y CONTROL A LA EMERGENCIA
FECHA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	EVENTO	COMENTARIOS
6/01/2021	CUNDINAMARCA	RICAURTE	INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL	CDGRD CUNDINAMARCA INFORMA MUNICIPIO RICAURTE EVENTO INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL 06/01/2021 AFECTACIÓN 1 HECTÁREA E VEGETACIÓN NATIVA ACCIONES ATENDIERON BOMBEROS SAN ANTONIO DEL TEQUENDAMA 3 UNIDADES Y 1 MAQUINA. ESTADO LIQUIDADO - 20
9/01/2021	CUNDINAMARCA	SUBACHOQUE	INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL	DELEGACIÓN BOMBEROS CUNDINAMARCA INFORMA QUE, EN MUNICIPIO: LA PRADERA, VEREDA LA UNIÓN, ENTRADA 3. SE PRESENTÓ UN INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL EL DÍA 9 DE ENERO. PENDIENTE EVALUACIÓN DEL ÁREA. ATENDIÓ PERSONAL DE BOMBEROS SUBACHOQUE, CON APOYO
8/01/2021	CUNDINAMARCA	TENJO	INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL	DCC INFORMA QUE, EN TENJO, CUNDINAMARCA. VEREDA CHURUBACO ALTO. SE PRESENTÓ UN INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL EL DÍA 8 DE ENERO. DEJANDO AFECTACIÓN EN 2 HECTÁREAS DE VEGETACIÓN MIXTA Y FAUNA LOCAL. APOYÓ PERSONAL DE BOMBEROS Y UNIDADES DE LA DCC.
10/01/2021	CESAR	BOSCONIA	INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL	CDGRD CESAR INFORMA QUE, EN BOSCONIA, VEREDA LOMA COLORADA. SE PRESENTA UN INCENDIO DE COBERTURA VEGETAL DESDE LA TARDE DEL 10 DE ENERO. DEJANDO AFECTACIÓN EN 20 HECTÁREAS DE VEGETACIÓN MIXTA Y FAUNA LOCAL HASTA EL MOMENTO. NO SE REPORTAN LESIONADOS. DESDE LA TARDE DEL 10 DE ENERO EL PERSONAL DE BOMBEROS BOSCONIA CON APOYO LOGÍSTICO DEL CMGRD REALIZA ATENCIÓN DEL EVENTO, DEJANDO AL MOMENTO CONTROL SOBRE GRAN PARTE DEL MISMO. A LA HORA SE TRATAN DE LIQUIDAR ALGUNOS FOCOS ACTIVOS. SE

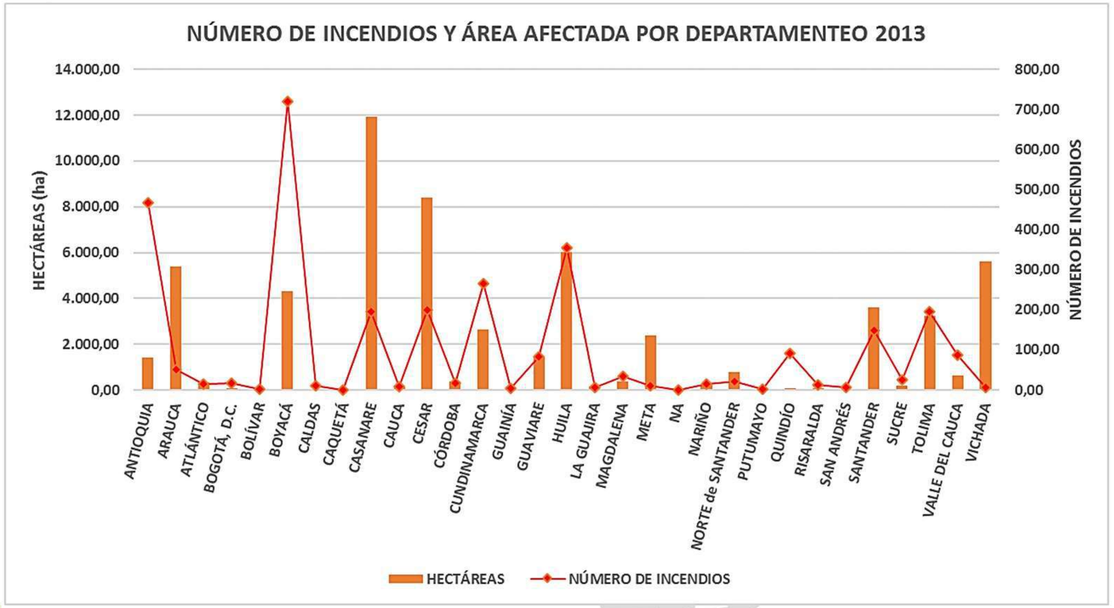
TD REPORTE | REPORTE DE EMERGENCIAS | TD CASOS ESPE | CASOS ESPECIALES | SISMO SIN AFECTACIÓN ...

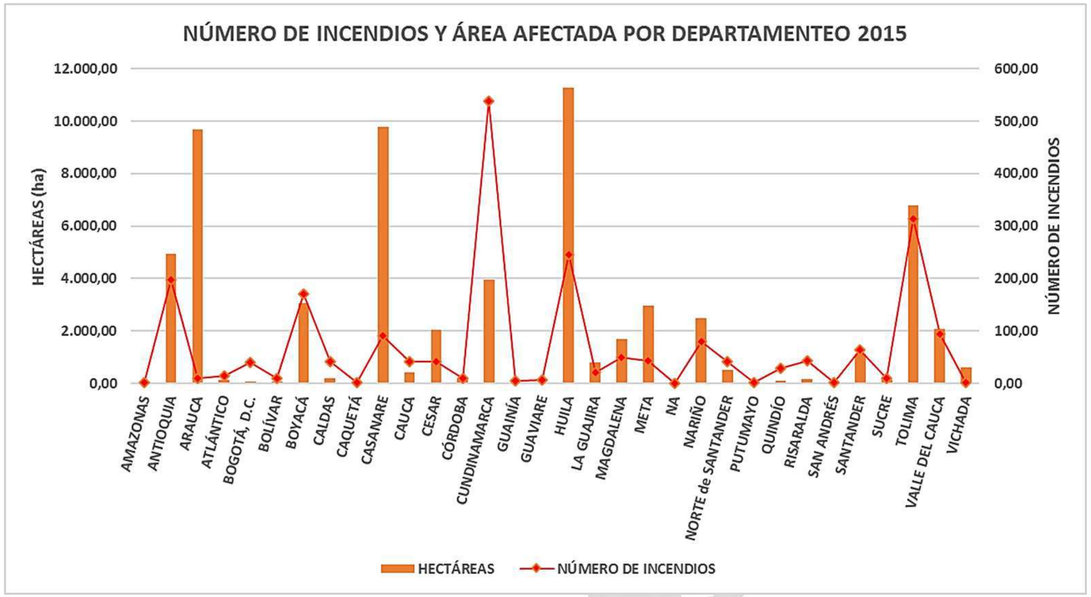
UNGRD. (2021)

Estadísticas sobre Incendios







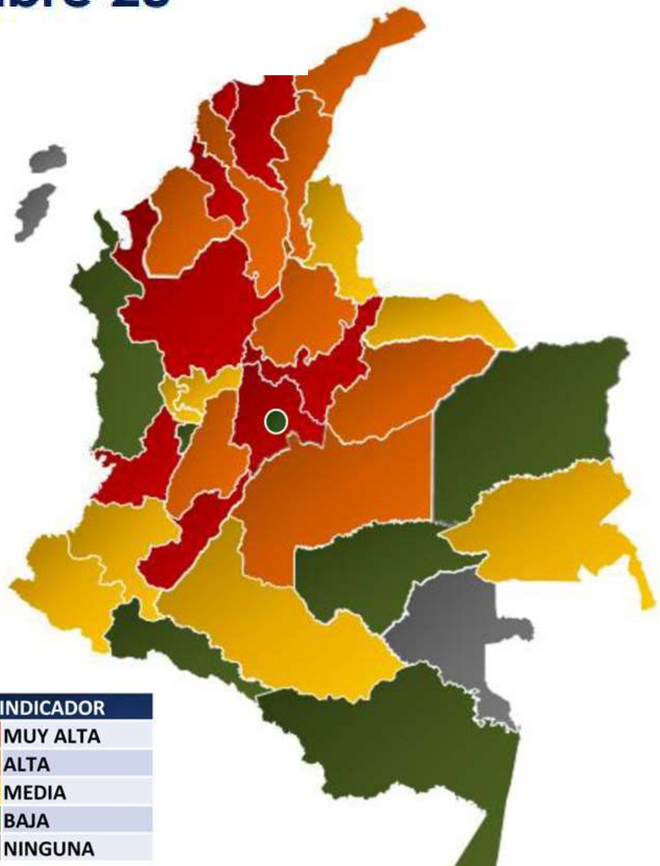


IDEAM. (2013)

DIRECCIÓN NACIONAL DE BOMBEROS DE COLOMBIA.

Estadísticas sobre icendios

REPORTE DE INCENDIOS DE COBERTURA VEGETAL 2020
Enero 01 – Diciembre 28



INCENDIOS – ATENDIDOS
POR DEPARTAMENTO - 2020

DEPARTAMENTO	EVENTOS
ANTIOQUIA	749
SUCRE	532
ATLÁNTICO	474
VALLE DEL CAUCA	472
MAGDALENA	442
CUNDINAMARCA	418
HUILA	400
BOYACÁ	396
CASANARE	394
CÓRDOBA	360
META	329
TOLIMA	320
LA GUAJIRA	305
SANTANDER	282
CESAR	275
BOLÍVAR	261
NARIÑO	232
NORTE DE SANTANDER	212
CAUCA	201
CALDAS	131
ARAUCA	108
GUAINIA	59
RISARALDA	54
CAQUETÁ	49
QUINDÍO	14
PUTUMAYO	14
GUAVIARE	09
BOGOTÁ D.C	08
AMAZONAS	08
CHOCÓ	01
VICHADA	01
VAUPES	0
SAN ANDRES Y PROVIDENCIA	0

ATENCION A LAS EMERGENCIAS	TOTAL
TOTAL EVENTOS	7.510
DEPARTAMENTOS AFECTADOS	30
MUNICIPIOS AFECTADOS	562
UNIDADES DE BOMBEROS MOVILIZADAS	38.920
VEHÍCULOS MOVILIZADOS	9.772

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DNBC DIRECCIÓN NACIONAL BOMBEROS COLOMBIA

El futuro es de todos — Mininterior

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

CONDICIONES PROBABILIDAD FENÓMENO “ÉL NIÑO”

IDEAM – MINISTERIO DE AMBIENTE (NOVIEMBRE 20-2020).

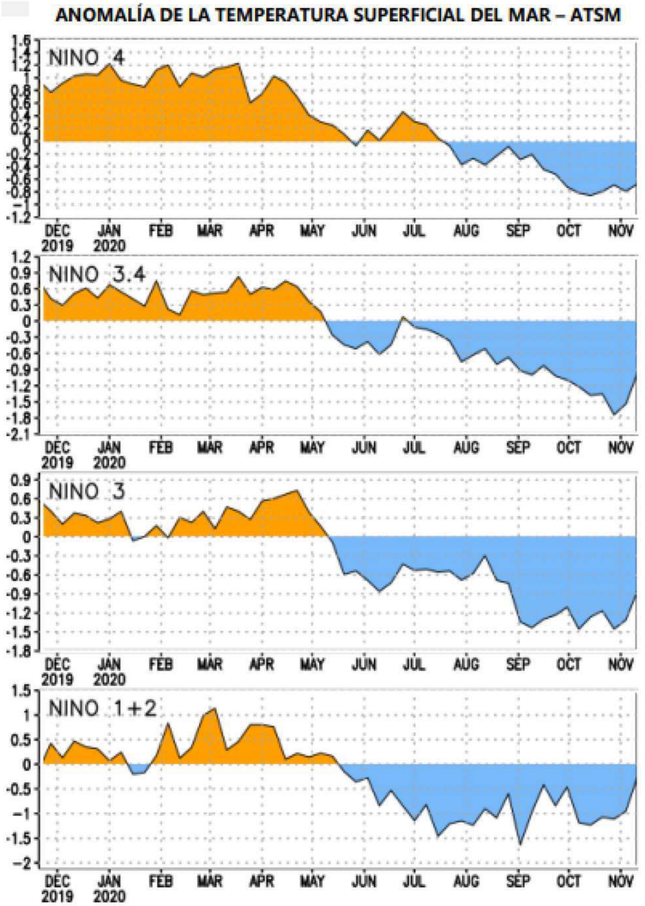
CONDICIONES DEL PACÍFICO TROPICAL.

Océano Superficial.

Durante el último mes, persistió el enfriamiento de las aguas superficiales en la cuenca ecuatorial del océano Pacífico. Los indicadores semanales registraron generalmente anomalías por debajo del promedio en las 4 regiones de seguimiento. En la región (EN 3.4) se observaron las temperaturas superficiales más frías.

Las anomalías en las regiones de seguimiento a El Niño - franja ecuatorial - fluctuaron entre -0.3°C y -1.7°C. Según el reporte de la NOAA (16 de noviembre de 2020), las anomalías durante la última semana se registraron así

OCEANO SUPERFICIAL	
Niño 4	-0.7° C
Niño 3.4	-1.0° C
Niño 3	-0.9° C
Niño 1+2	-0.3° C
La región de seguimiento al fenómeno El Niño (EN 3.4) ubicada en la cuenca central del Pacífico fluctuó con anomalías entre -1.0°C y -1.7°C.	
***Normal / Neutral -0.5°C – 0.5°C**	



Durante El Niño Se observan anomalías del oeste desde el centro hacia el oriente de la cuenca.
Durante La Niña Se fortalecen las anomalías del este desde el centro hacia el oriente de la cuenca.

Indicadores de “El Niño”

MEIv2: índice Multivariado del Ciclo El Niño - Oscilación del Sur. Basado en:
1. Presión del Nivel del Mar.
2. Temperatura Superficial del Mar.
3. Componente Zonal de Viento (este-oeste).
4. Componente Meridional del Viento (norte-sur).
5. Radiación de Onda Larga.

MEIv2
https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/

AÑO	DE	EF	FM	MA	AM	MJ	JJ	JA	AS	SO	ON	ND
2010	0.9	1.3	1.3	0.5	-0.2	-1.3	-2.4	-2.4	-2.3	-2.2	-2	-1.9
2011	-1.8	-1.6	-1.8	-1.7	-1.3	-1.1	-0.9	-0.9	-1.2	-1.4	-1.2	-1.2
2012	-1.1	-0.7	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	0.3	-0.1	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
2013	0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-1.2	-0.8	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.5	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	0	0.3	0.2	-0.1	0.1	0.3	0.3
2015	0.2	0.1	0.1	0.4	1	1.9	1.7	1.9	2.2	2.1	1.9	1.9
2016	1.9	1.8	1.3	1.3	1.3	0.4	-0.5	-0.3	-0.3	-0.6	-0.5	-0.3
2017	-0.4	-0.4	-0.6	-0.2	0.2	-0.3	-0.7	-0.8	-0.8	-0.6	-0.6	-0.7
2018	-0.8	-0.7	-0.8	-1.3	-0.9	-0.5	-0.2	0.4	0.5	0.4	0.3	0.1
2019	0.1	0.5	0.8	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.4
2020	0.3	0.3	0.2	-0.1	-0.2	-0.7	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2		

ONI – ERSST.v5 Indicador El Niño. Basado en:
1. Temperatura Superficial del Mar.

ONI - ERSST.v5
https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
2010	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6
2011	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1
2012	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0	-0.2
2013	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0	0.2	0.4	0.6	0.7
2015	0.6	0.6	0.6	0.8	1	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6
2016	2.5	2.2	1.7	1	0.5	0	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.1	-0.4	-0.7	-0.9	-1
2018	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.7	0.9	0.8
2019	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.5	0.5
2020	0.5	0.6	0.5	0.3	0.0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.9			

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Gestión del Riesgo

1. Autoridad recibe aviso de incendio forestal
2. Verficación de la información
3. Activación y movilización de recursos
4. Reconocimiento y evaluación
5. Reporte final

Cada uno de los niveles (Municipal, Departamental, Nacional) asume su rol de coordinación en su respectiva jurisdicción, realizando de acuerdo con la necesidad, las solicitudes de apoyo al nivel inmediatamente superior, siempre y cuando sus capacidades sean superadas y en cumplimiento de los principios que establece la Ley 1523 de 2012.

Tomada de Minambiente (2021)

Versión preliminar

Recomendaciones a la Comunidad

Universidad Industrial de Santander

CONOCER

¡Las normas!
En caso de realizar quemas solicite los permisos a las autoridades competentes. Consulte (Res. 532/2005)
¡Evite sanciones!

Las épocas de escasez de lluvias, estas son las más propensas a presentar incendios de cobertura vegetal.

Las alertas tempranas, emitidas por las autoridades, las cuales le ayudan a planificar mejor y prevenir incendios forestales en la comunidad y sus alrededores.

¡Las zonas expuestas!
Son las áreas más propensas a incendios forestales.

¡Números de emergencias!
Tenga siempre a la mano el número entidades de emergencia. Y reporte.

REDUCIR

Cumpla con las restricciones de acceso a zonas forestales protegidas

¡Fogatas!
Evite realizar fogatas y quemas no controladas.

No arroje cigarrillos y fósforos

No use pólvora.

Si realiza actividades al aire libre, asegúrese de recoger las basuras originadas

Denuncie ante la policía a los pirómanos. (código penal-Ley 599 del 2000) (Art.350 penas entre 2 y 10 años de prisión).

Ante cualquier situación de emergencia reporte de inmediato.

Identifique los puntos seguros de su municipio, y permanezca allí hasta que las autoridades indiquen que es seguro salir.

Aléjese del fuego, si el fuego es denso y dificulta su respiración, cubra su boca con un pañuelo seco. Salga del área lo más rápido posible.

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IDEAM. (2013). ESTADISTICAS SOBRE INCENDIOS - IDEAM. http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/estadisticas-incendios
- UNGRD. (2021). Consolidado Atención de Emergencias. Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo de Desastres. http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx
- UNGRD. (2020). Causas, efectos y perspectivas de los incendios forestales en Colombia. Bogotá: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/32748/Causas_IncendiosForestales_Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IDEAM. (2018). INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL. IDEAM- ECOSISTEMAS. http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/incendios-cobertura-vegetal#:%7E:text=Los%20incendios%20de%20la%20cobertura,%C3%A1reas%20de%20plantaciones%20forestales%2C%20con
- Parra, A. C. (Ed.). (2011). Incendios de la Cobertura Vegetal de Colombia (Tomo I ed., Vol. 1). Universidad Autónoma de Occidente.
- Minambiente (2021). COMO ORIENTAR LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR INCENDIOS FORESTALES A NIVEL MUNICIPAL . Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Como-orientar-la-gestion-del-riesgo-de-desastres-por-incendios-forestales-a-nivel-municipal.pdf

MÉTODOS Y METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES

Expositores

Karen Lisbeth Castillo Vasquez - 2172547

Ana Maria Quintero - 2172561

Escuela de Geología

Electiva Campo 3 - 23117

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

CONTENIDO

- Metodología MADS, Centro Nacional de Prevención
- Metodología (IDEAM)
- Procesamiento del cálculo
- Proceso del Modelamiento

METODOLOGÍA MADS

Integralidad, física, climática, cultural, institucional, de recursos naturales, recursos financieros

Diseño de estrategia para evitar los eventos

Indicadores municipales de gestión del riesgo en incendios forestales

Personal, equipos, presupuesto y una coordinación definida

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012

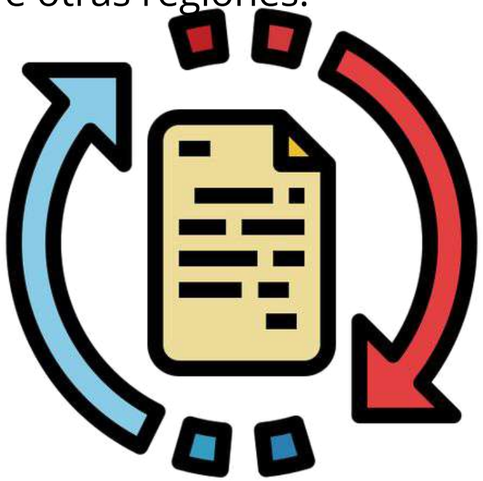
METODOLOGÍA CENTRO NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN

Porcentaje de área vegetal sobre total.	Connotación	Color
> 98%	Muy alto	ROJO
90% a 98%	Alto	NARANJA
88% a 89%	Medio Alto	AMARILLO
< 79%	Medio	GRIS

Tipo forestal dominante.	Connotación	Color
+50% Bosque Nativo.	Más Bosque nativo.	Verde oscuro.
+50% Rastrojos.	Más rastrojos.	Verde claro.
+50% Praderas naturales.	Más praderas naturales.	Gris oscuro.
Vegetación mixta.	Mixto.	Gris claro.

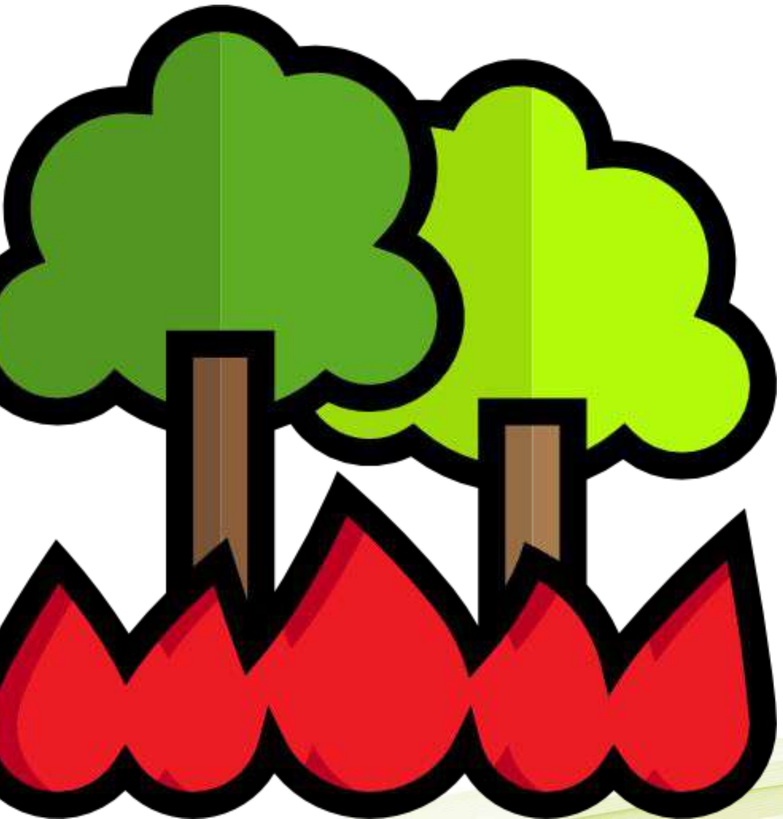
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2014

La metodología está diseñada para aplicarla en Sistema de Parques Nacionales con Parques Nacionales Naturales, Santuarios de Fauna y Flora, Reservas Nacionales Naturales y Áreas Naturales Únicas, reservas forestales, reservas forestales protectoras, reservas forestales regionales, privadas y reservas y resguardos indígenas, entre otras regiones.



METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO POR COLORES

Metodología cualitativa puede ser utilizada en organizaciones, empresas, industrias e instalaciones de todo tipo, como un primer acercamiento que permitirá establecer si debido a las amenazas o a la posible magnitud de las consecuencias.



AMENAZA	INTERNO	EXTERNO	DESCRIPCIÓN DE LA AMENAZA	CALIFICACIÓN	COLOR
Movimientos Sísmicos	☐	☒	Estudio de microzonificación sísmica en Bogotá	Probable	
Inundaciones	☐	☒	Se genera encharcamiento ya que el agua se devuelve por los sifones afectando el área de almacenamiento	Inminente	
Eventos Atmosféricos	☐	☐			
Incendios	☐	☐		Probable	
Explosión	☐	☐			
Fenómeno de remoción en masa	☐	☐			

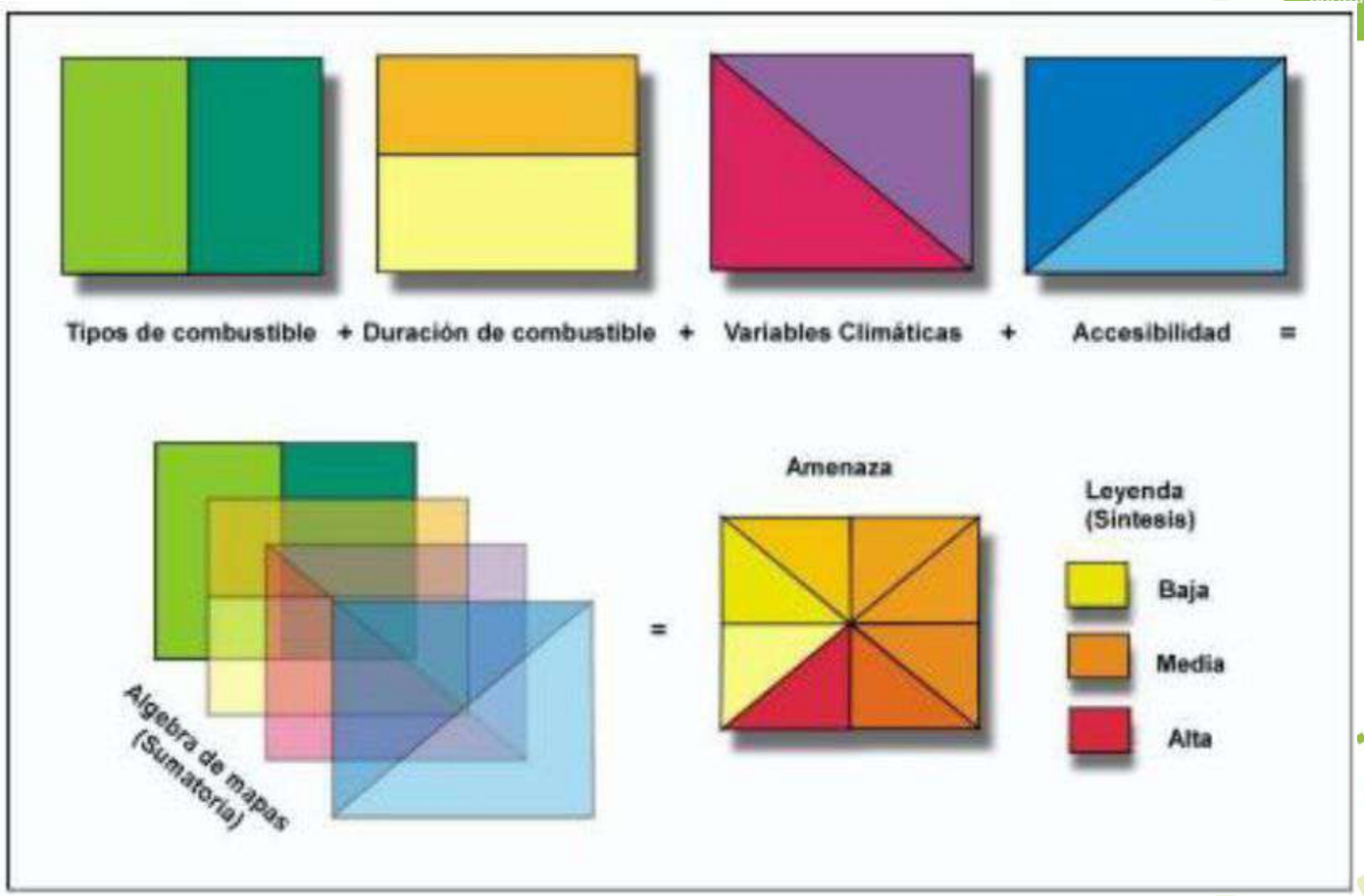
EVENTO	COMPORTAMIENTO	COLOR ASIGNADO
Posible	Es aquel fenómeno que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá.	Verde
Probable	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos científicos para creer que sucederá.	Amarillo
Inminente	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir.	Rojo

POSIBLE: NUNCA HA SUCEDIDO Color Verde.
PROBABLE: YA HA OCURRIDO Color Amarillo.
INMINENTE: EVIDENTE, DETECTABLE Color Rojo.

Fuente: Fondo Prevención y Atención de Emergencias., 2014

METODOLOGÍA IPIF

Evaluación Multicriterio, la cual se aplica para obtener resultados que muestren una herramienta que permita a quienes atienden los incendios forestales, contar con información indispensable para determinar las causas que inciden en su inicio y que podrá ser aplicada en aspectos preventivos y de atención a la emergencia.



Fuente: Ingcormap Ltda. Ingeniería y Consultorías., 2008

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

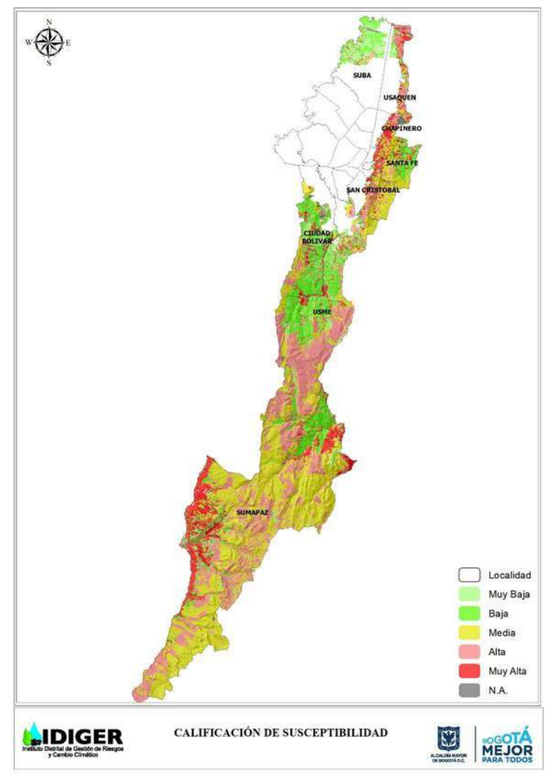
Universidad Industrial de Santander

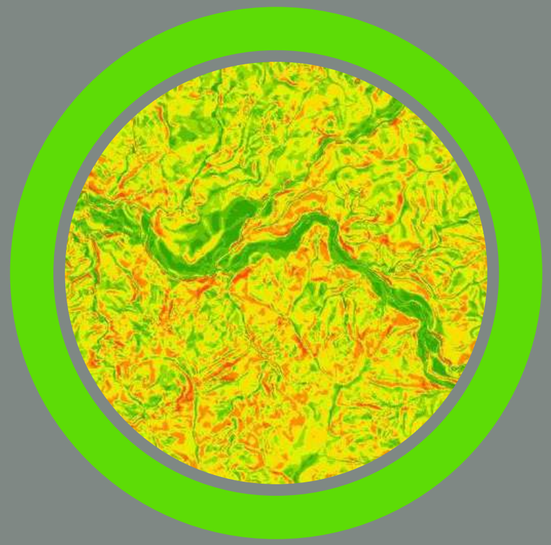
INTEGRACIÓN DE FACTORES

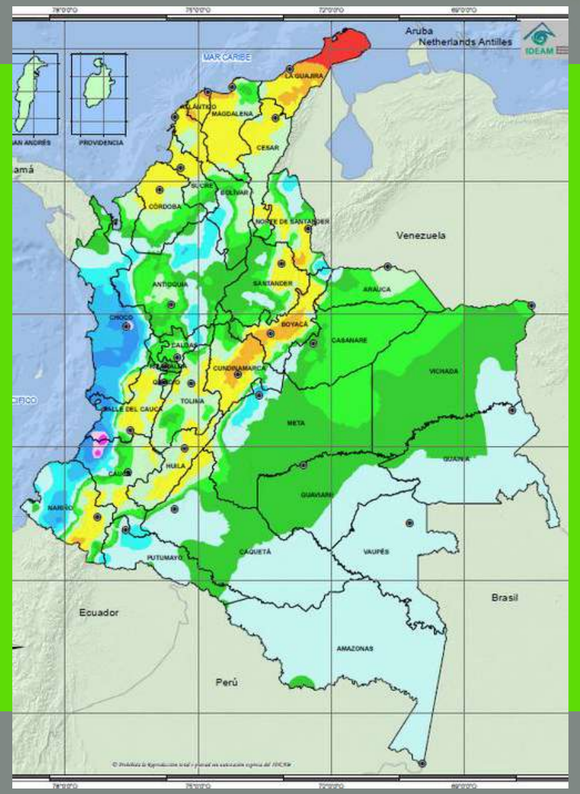
La evaluación de la amenaza se realiza a partir de la zonificación y calificación de los siguientes factores propios del territorio, los cuales le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios.

Fuente: IDEAM, 2011

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA







1 Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

- Tipo de combustible vegetal predominante por bioma y ecosistema
- Duración del tipo de combustible dominante
- Carga total de combustibles

3 Factor del relieve

- La propagación del fuego aumenta con el ángulo que ofrece la superficie

2 Factores climáticos

- La mayor influencia en la generación y propagación de incendios forestales, son la temperatura media multianual y la precipitación media multianual

Fuente: IDIGER (2019), IDEAM (2014)

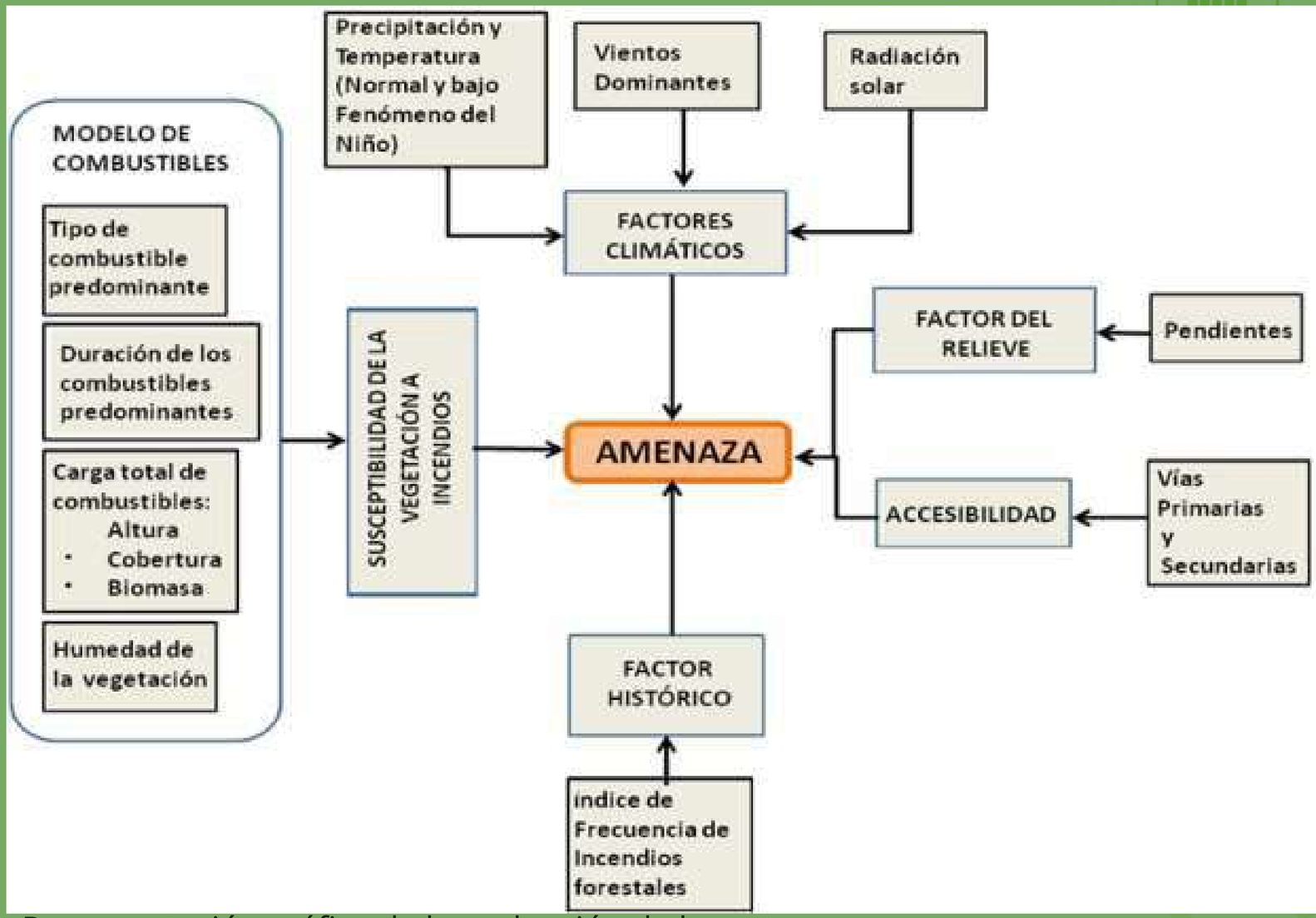
Universidad Industrial de Santander
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Factor histórico 4

$$Fi = \frac{1}{a}\sum_{1}^{a} ni$$

Fi : Frecuencia de incendio
a : Número de años
ni : Número de incendios de cada año

Accesibilidad 5



Representación gráfica de la evaluación de la amenaza.

Fuente: IDEAM, 2011

PROCESAMIENTO

1 Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

Paso 1. Generación del mapa de tipo de combustibles

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Árbustos
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.1.4. Bosque de galeria y ripario	Árboles
3.1.1. Bosque denso	Árboles
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.2.2. Arbustal	Arbustos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas
2.4.1. Mosaico de cultivos	Hierbas
2.3.3. Pastos enmalezados	Pastos
2.3.1. Pastos limpios	Pastos
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
3.2.1. Herbazal	Hierbas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

TIPO DE COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Árboles	BAJA	2
Árboles y arbustos	MODERADA	3
Arbustos	ALTA	4
Hierbas	ALTA	4
Pastos / hierbas	MUY ALTA	5
Pastos	MUY ALTA	5
No combustiblesl	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1

Paso 2. Generación del mapa de duración de combustibles

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	10 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.1.4. Bosque de galeria y ripario	100 horas
3.1.1. Bosque denso	100 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.2.2. Arbustal	100 horas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
2.4.1. Mosaico de cultivos	10 horas
2.3.3. Pastos enmalezados	1 hora
2.3.1. Pastos limpios	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
3.2.1. Herbazal	10 horas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

DURACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1
100 horas (Predominio de árboles)	BAJA	2
10 horas (Predominio de arbustos y hierbas)	MODERADA	3
1 hora (Predominio de pastos)	ALTA	4

Fuente: IDEAM, 2011

PROCESAMIENTO

1 Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

Universidad Industrial de Santander

Paso 3. Generación del mapa de carga de combustibles

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	CARGA TOTAL (BIOMASA) DE COMBUSTIBLES
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Moderada (50-100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.4. Bosque de galeria y ripario	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.1. Bosque denso	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.2.2. Arbustal	Muy alta (más de 100 ton/ha)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.1. Mosaico de cultivos	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.3. Pastos enmalezados	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.1. Pastos limpios	Baja (1-50 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
3.2.1. Herbazal	Baja (1-50 ton/ha)
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha)	MUY BAJA	1
Baja (1-50 Ton/Ha)	BAJA	2
Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	MODERADA	3
Muy Alta (más de 100 Ton/Ha)	ALTA	4

Fuente: IDEAM, 2011

Paso 4. Generación del mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios

se procede a la realización del producto entre cada uno de ellos (álgebra de mapas)

SUSC= CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct)

Donde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)
CAL(tc): Calificación por tipo de combustible
CAL(dc): Calificación de la duración de los combustibles
CAL(ct): Calificación de la carga total de combustibles

PROCESAMIENTO

2 Factores climáticos
3 Factor del relieve
4 Factor histórico

Universidad Industrial de Santander

Paso 5. Incorporación de variables climáticas como factores fundamentales de la amenaza

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Árido (0-500)	MUY BAJA	1
Pluvial (>7000)	MUY BAJA	1
Muy húmedo (3000-7000)	MODERADA	2
Húmedo (2000-3000)	MODERADA	3
Seco (1000-2000)	ALTA	4
Muy seco (500-1000)	MUY ALTA	5

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Nival (<1.5)	MUY BAJA	1
Extremadamente frío (1.5 - 6)	MUY BAJA	1
Muy frío (6 – 12)	MODERADA	2
Frío (12 – 18)	MODERADA	3
Templado (18 – 24)	ALTA	4
Cálido (>24)	MUY ALTA	5

Fuente: IDEAM, 2011

Paso 6. Incorporación de información de pendientes en la evaluación de la amenaza

PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 7 %	MUY BAJA	1
7 – 12 %	BAJA	1
12 – 25 %	MODERADA	2
25 – 75 %	ALTA	3
> 75 %	MUY ALTA	4

Paso 7. Incorporación de información de carácter histórico sobre los incendios forestales en la evaluación de la amenaza

$$Ci = \frac{1}{a} \sum_{1}^{a} \frac{\sum_{1}^{a} Cnic}{ni}$$

Ci : Índice de causalidad
C : Causa específica de cada incendio
nic: Número de incendios por cada causa por cada año.

PROCESAMIENTO 5 Accesibilidad

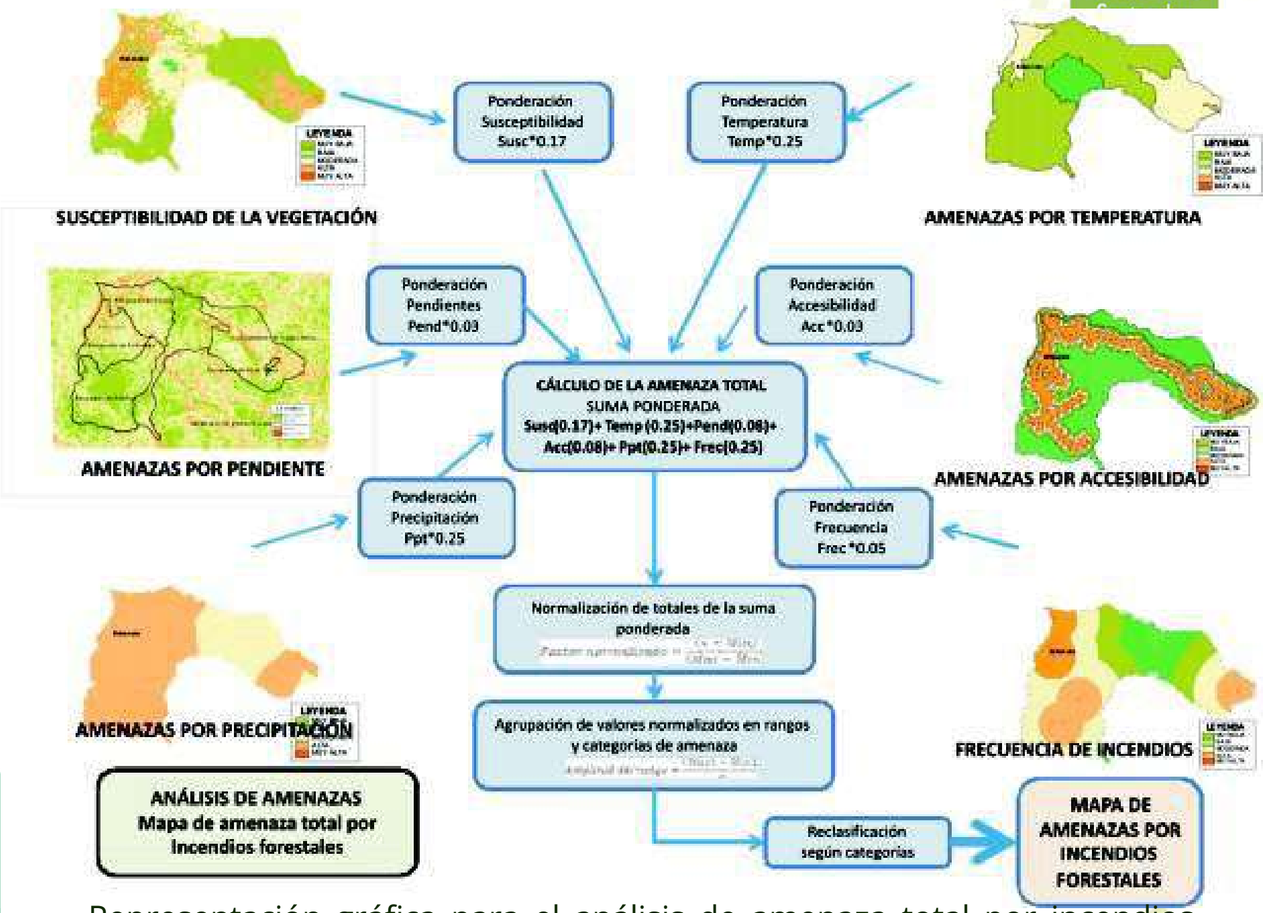
Paso 8. Análisis y evaluación de la accesibilidad

DISTANCIA A LA VÍA (GROSOR DEL BUFFER en m)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 500	MUY ALTA	5
500 – 1000	ALTA	4
1000 – 1500	MODERADA	3
1500 – 2000	BAJA	2
Más de 2000	MUY BAJA	1

Paso 9. Generación del mapa de amenaza por incendios forestales

Con la información generada durante los pasos 1 al 8 mediante procesos de algebra de mapas se
genera una suma ponderada la cual equivale a la amenaza total por incendios forestales.

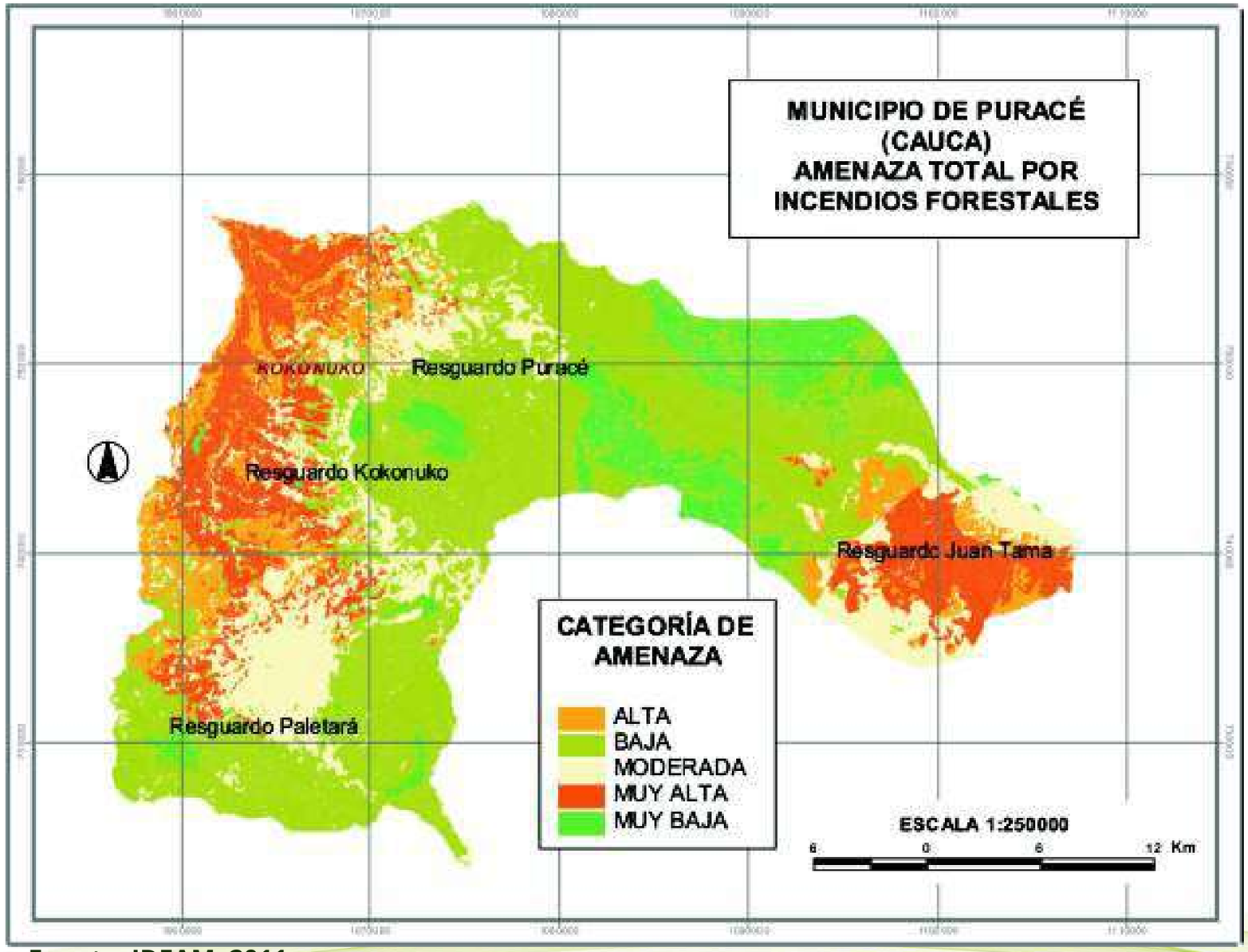
Amenaza = susceptibilidad de la vegetación X (0.17) + precipitación X (0,25) + temperatura X (0,25) + pendientes X (0,03) + frecuencia X (0.05) + accesibilidad x (0,03)



Representación gráfica para el análisis de amenaza total por incendios forestales.
Fuente: IDEAM, 2011

PROCESAMIENTO

Mapa de amenaza total para incendios (municipio de Puracé)

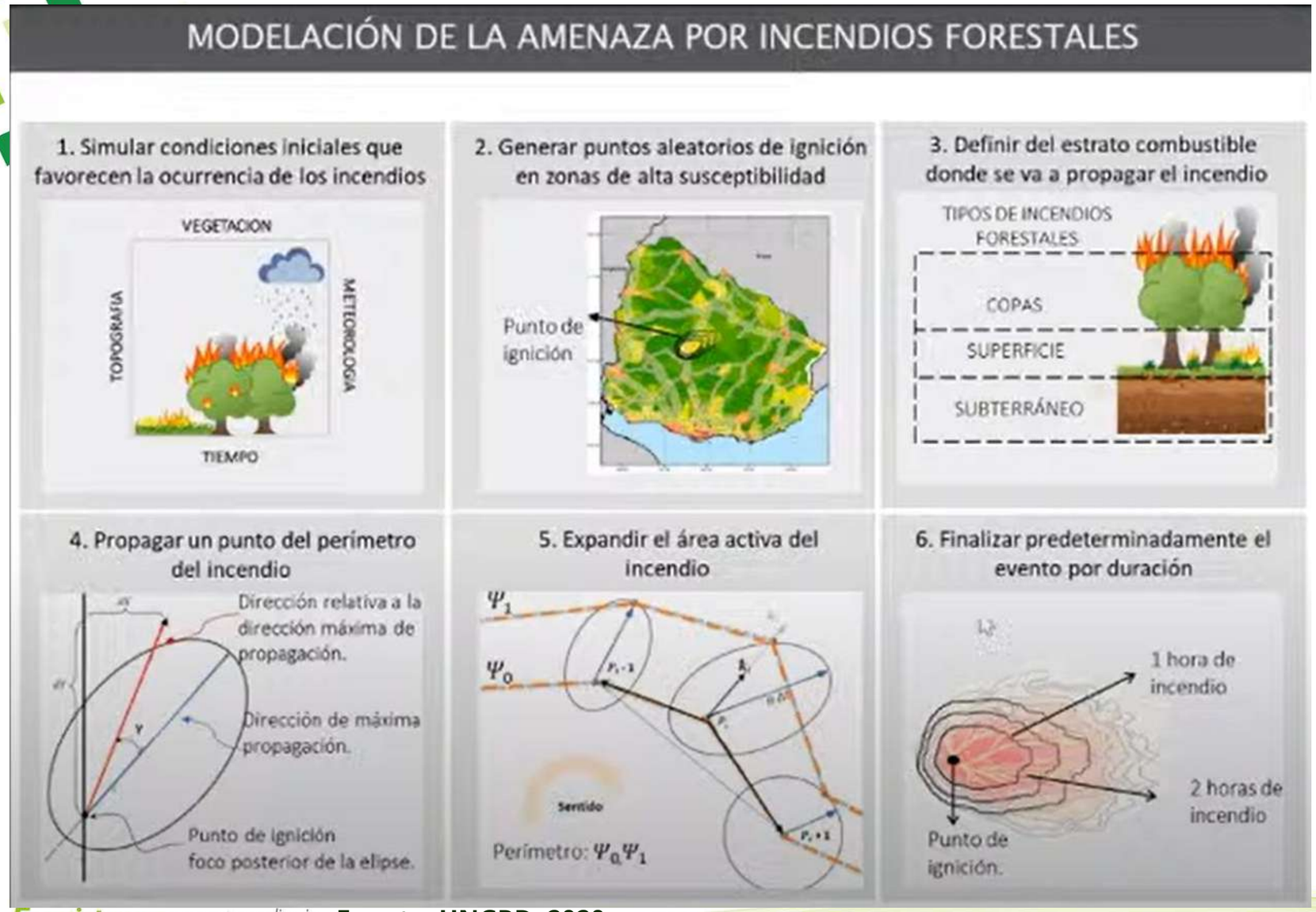


Fuente: IDEAM, 2011

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

MODELAMIENTO



Datos de Entrada

Topografía

Cobertura Vegetal

Meteorología

Datos de Salida

Modelo del comportamiento del fuego: Ignición, propagación y extinción.

Fuente: UNGRD, 2020

BIBLIOGRAFÍA

IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C., 2011. 109 pag.

Torres Becerra C.E, IDIGER (2019). INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN LA REVISIÓN ORDINARIA Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ D.C. Documento Técnico de Soporte, amenaza por incendios forestales. Vol 7, pag 31.

UNGRD Gestión del Riesgo de Desastres (2020). El Planeta Pide la Palabra, Foro: "Incendios de cobertura vegetal, lo que usted debe saber" [Video de Youtube] Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=QWEXzQaYt9s

Paira Cerriza S., 2016. Elaboración de una propuesta metedólogica para identificación de amenaza por incendio forestal, con caracterización de una zona piloto en el municipio de soacha. Universidad Distrital Fransisco Jose de Caldas. Bogota D.C

OTRAS AMENAZAS DE TIPO CLIMATICO

Universidad Industrial de Santander

PRESENTADO POR :

Yessid Fernando Zabala Garces

María Valentina Rodríguez

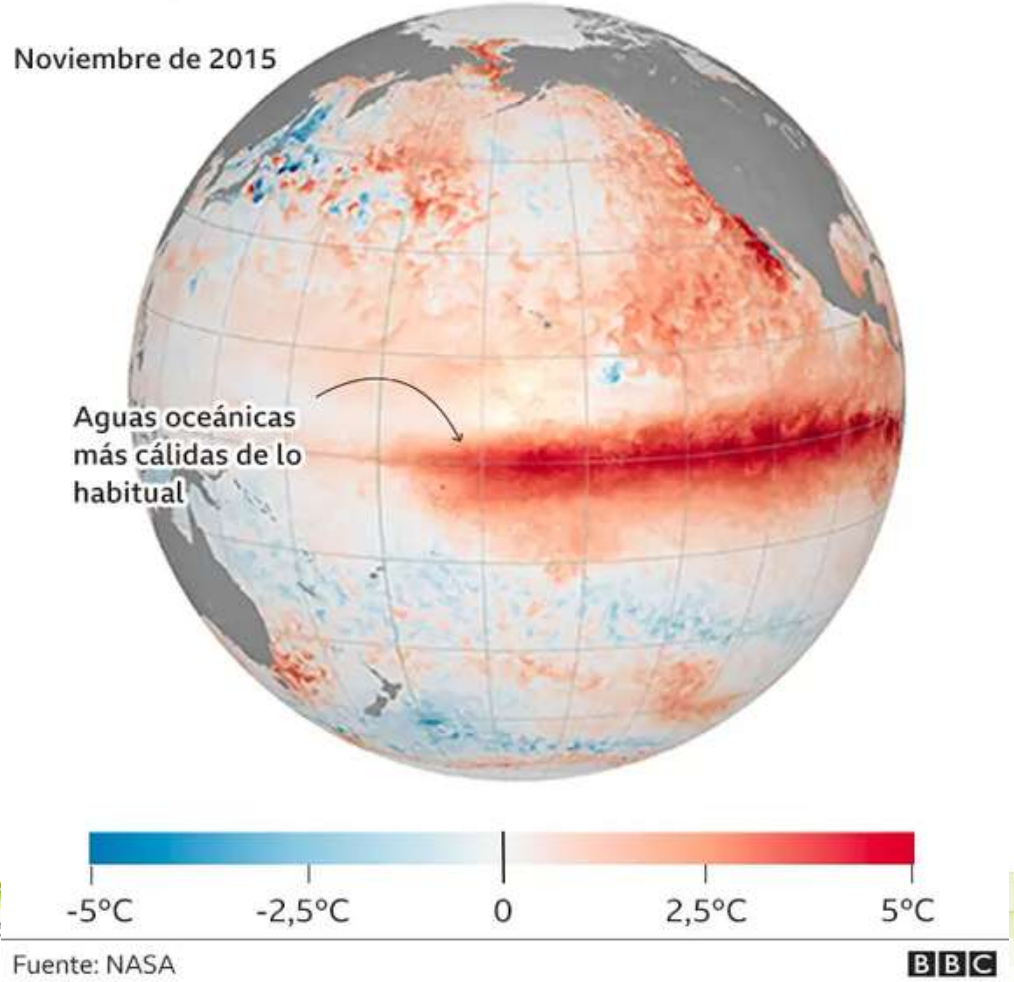
#LaUISqueQueremos

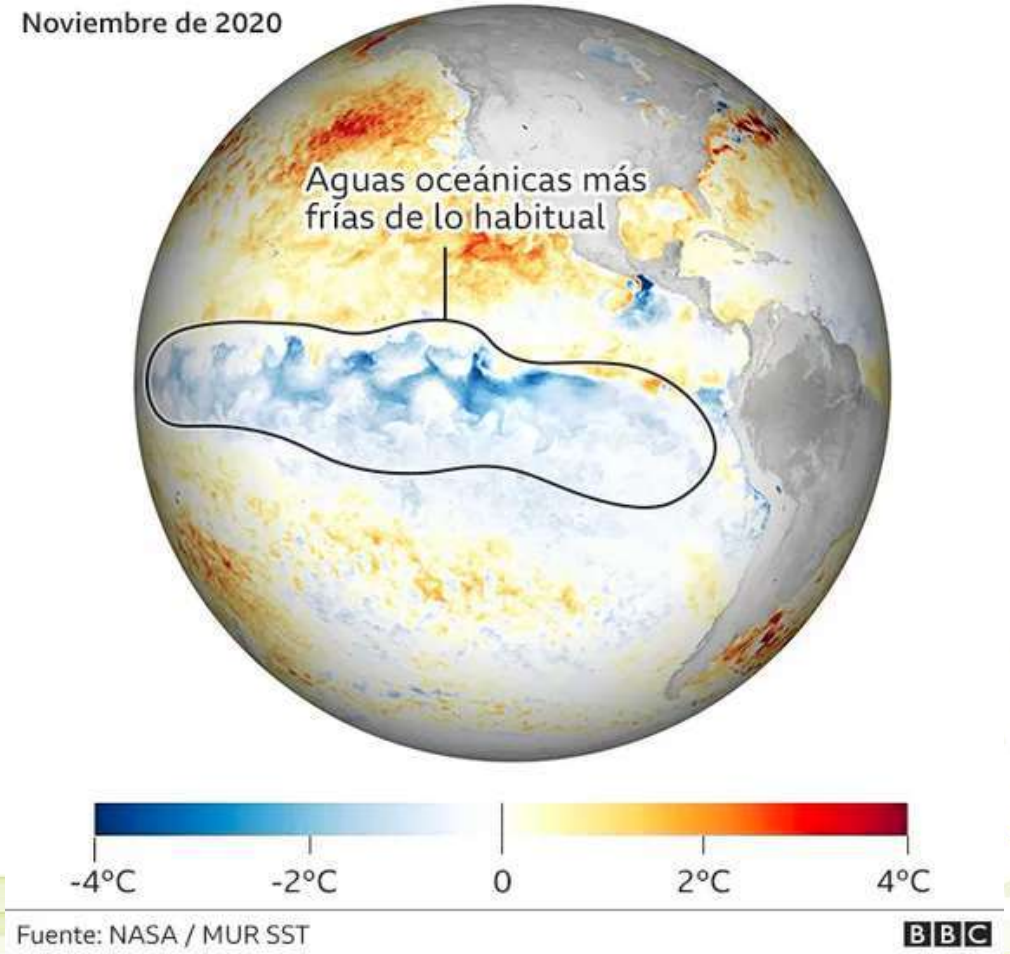
74 años 1948-2022

CONTENIDO

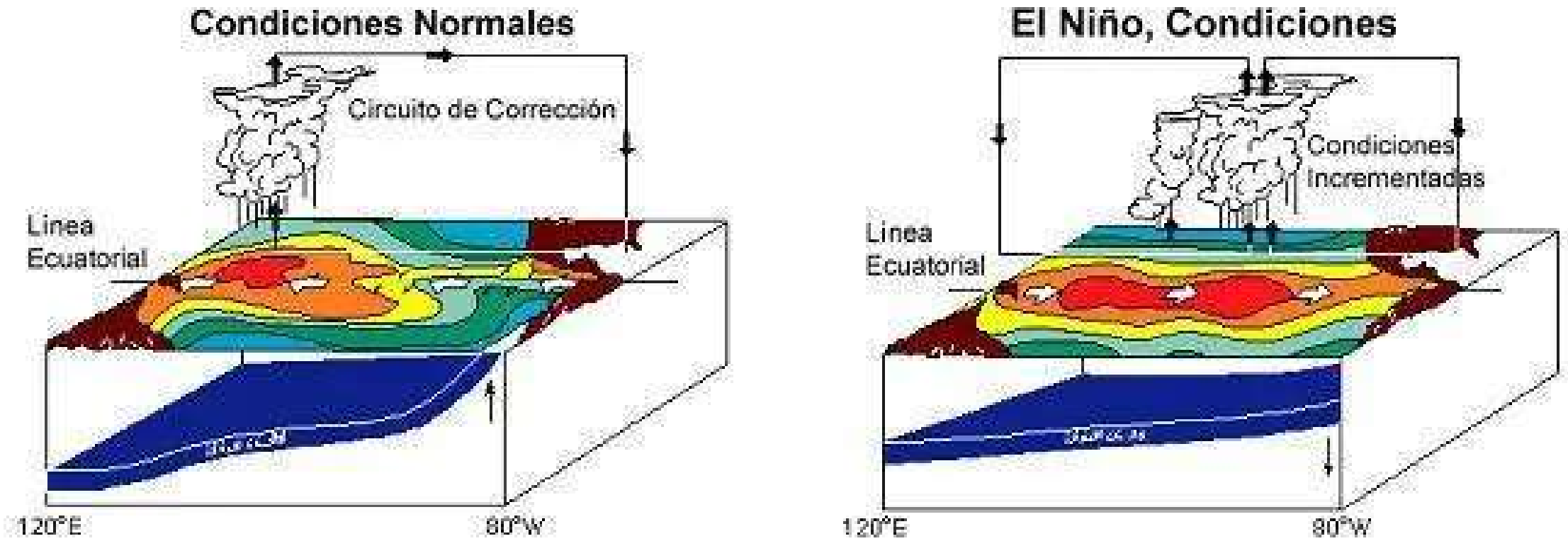
- Fenómeno ENOS
- Olas de Calor
- Tormentas Eléctricas
- Desecación
- Tormentas de arena
- Tornados

FENÓMENO ENOS





FENÓMENO ENOS



Representación esquemática de las condiciones océano atmosféricas del Pacífico tropical, durante los períodos normales y de ocurrencia de los fenómenos El Niño. Tomado de NOAA/PMEL/TAO Project, USA.

FENÓMENO ENOS

Figura No. 1

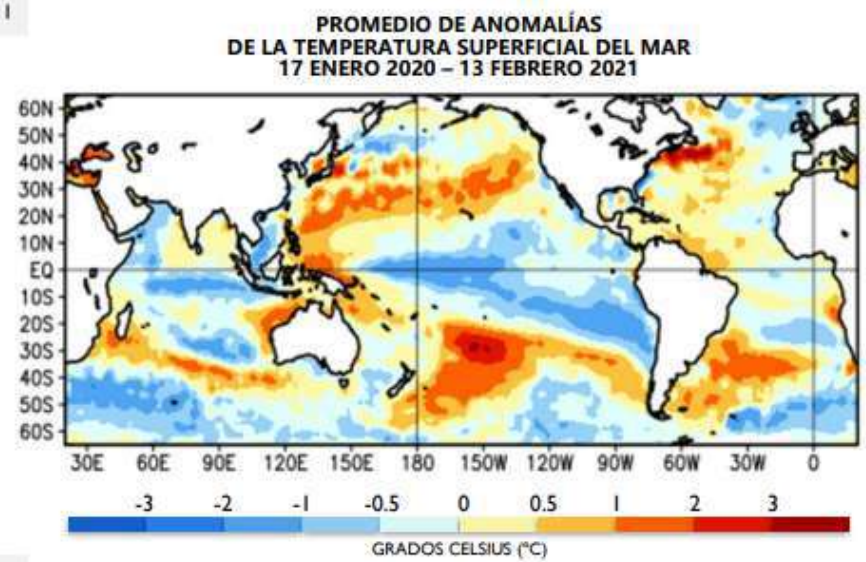
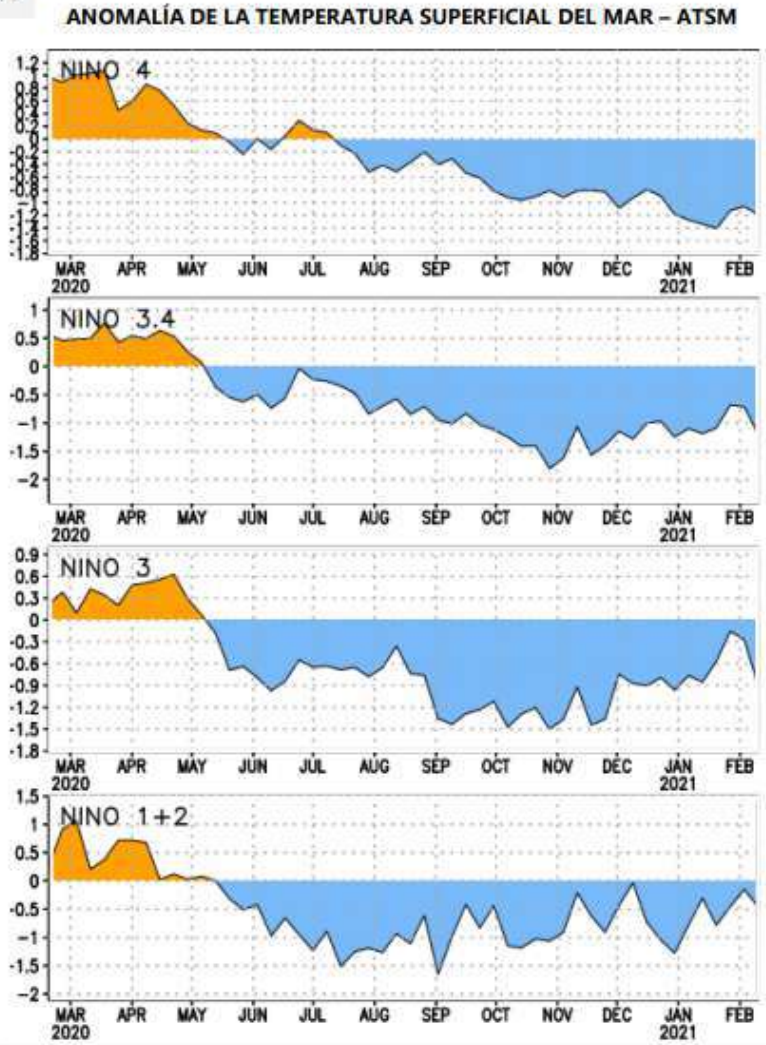


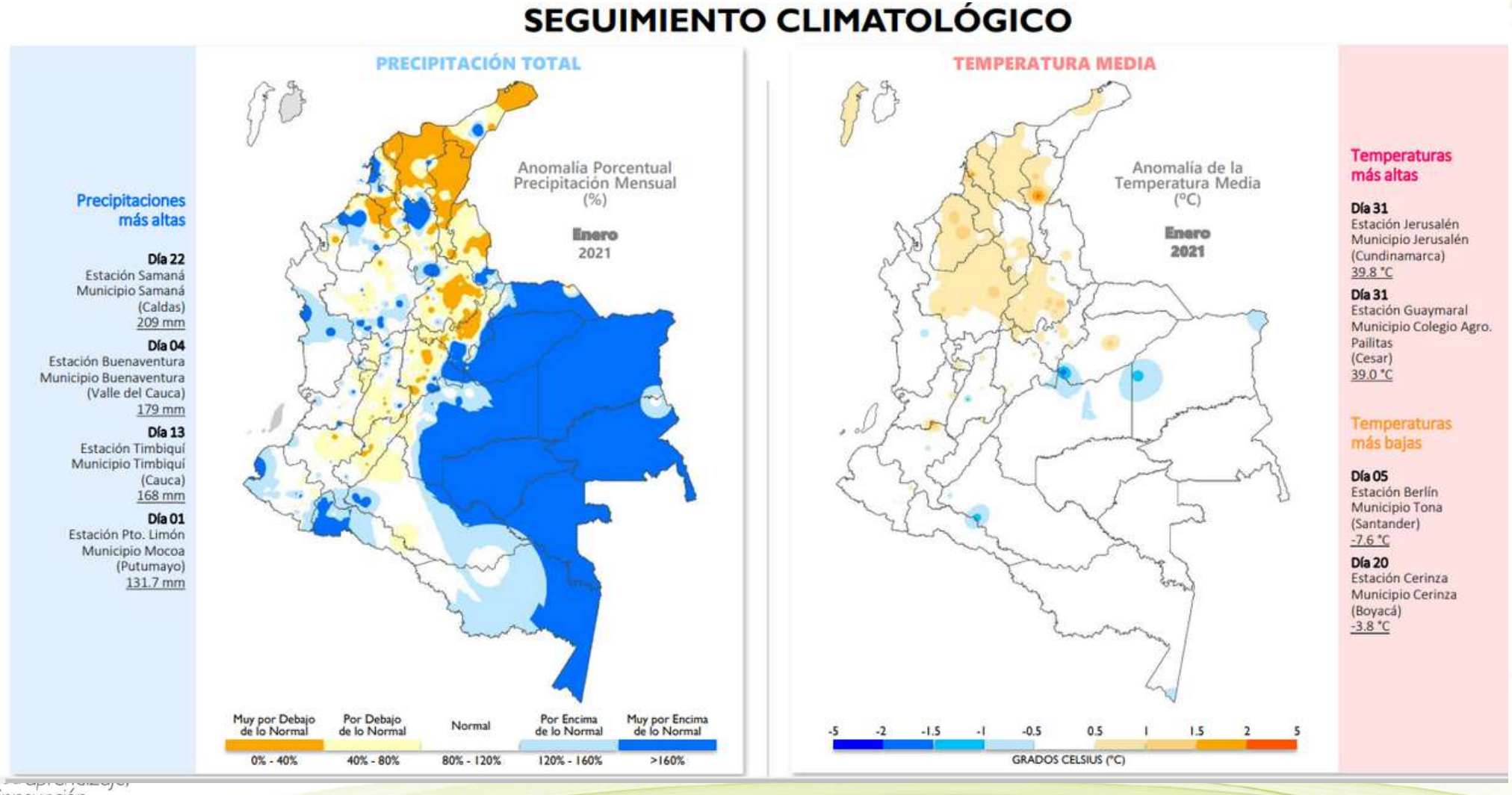
Figura No. 2

Figura No. 3



IDEAM (2020)

FENÓMENO ENOS



IDEAM (2020)

MONITOREO

IDEAM

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDEAM
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

OMM
Organización Meteorológica Mundial

NOAA
Administración Atmosférica y Oceánica de los Estados Unidos

IRI
Instituto Internacional de Investigación para Clima y Sociedad

BOM
Oficina de Meteorología de Australia

CIIFEN
Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño

JMA
Agencia Meteorológica del Japón

Universidad Industrial de Santander

CONSECUENCIAS

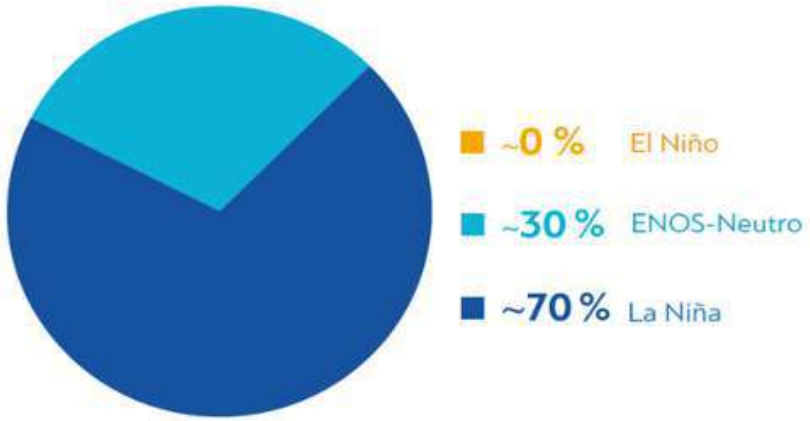
*Exceso de precipitación *Sequías

*Impactos en la actividad agrícola

Probabilidad de ocurrencia ENOS

- Las condiciones típicas de La Niña que se dieron en septiembre de 2020 se han mantenido hasta mediados de mayo de 2022, aunque en el primer trimestre de 2022 la intensidad de La Niña fue relativamente más débil.
- Desde marzo de 2022, los componentes oceánicos del actual episodio de La Niña se han ido fortaleciendo gradualmente, y han estado acoplados a componentes atmosféricos extremadamente intensos que se han mantenido hasta mediados de mayo de 2022.
- Según los modelos climáticos y las evaluaciones de los expertos, hay una probabilidad del orden del 70 % de que persistan las condiciones de La Niña durante el período de junio a agosto de 2022, mientras que la probabilidad de que vuelvan a instaurarse unas condiciones neutras con respecto al ENOS se cifra en un 30 %.
- La probabilidad de que el actual episodio de La Niña se mantenga hasta más allá de mediados de 2022 se sitúa en torno al 50-60 %.

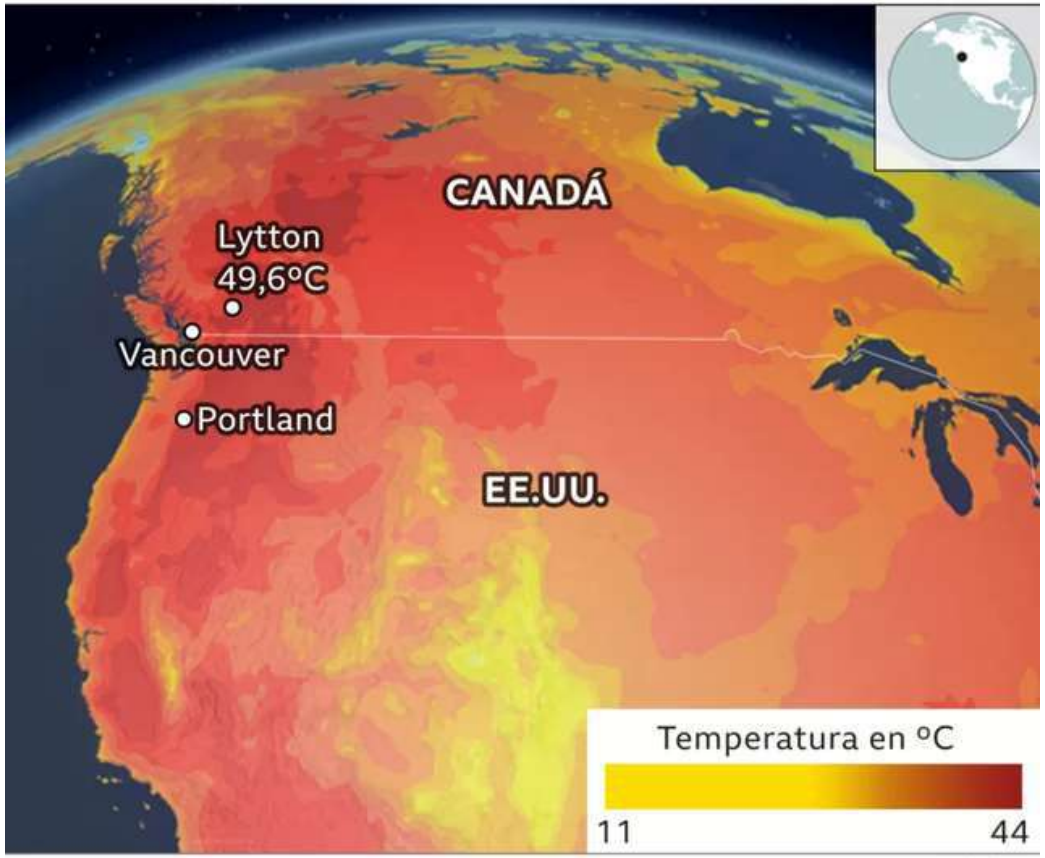
DE JUNIO A AGOSTO DE 2022



Predicciones a Largo Plazo de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)

OLAS DE CALOR

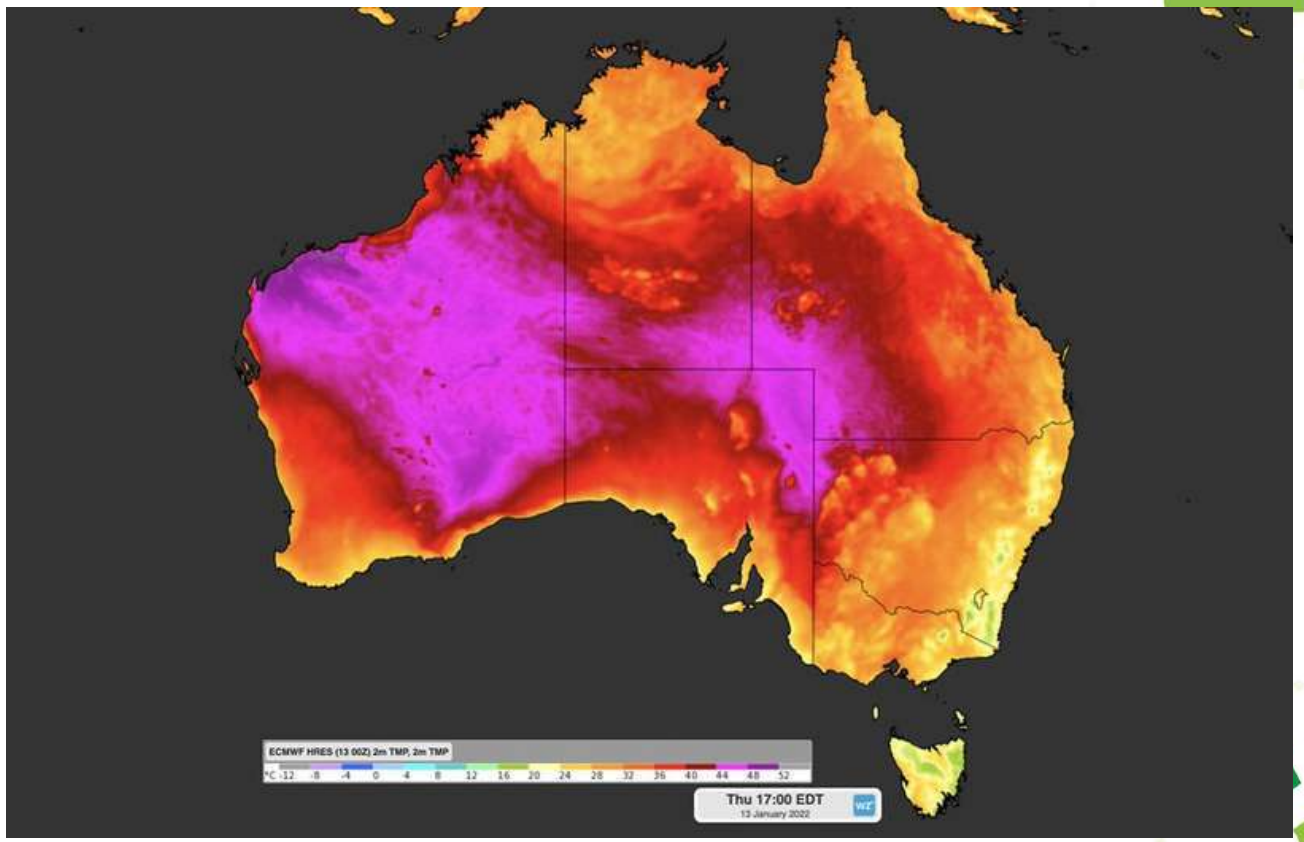
Las temperaturas en Canadá y el noroeste de EE.UU. alcanzaron niveles récord el 29 de junio



Fuente: BBC Weather

BBC

2021



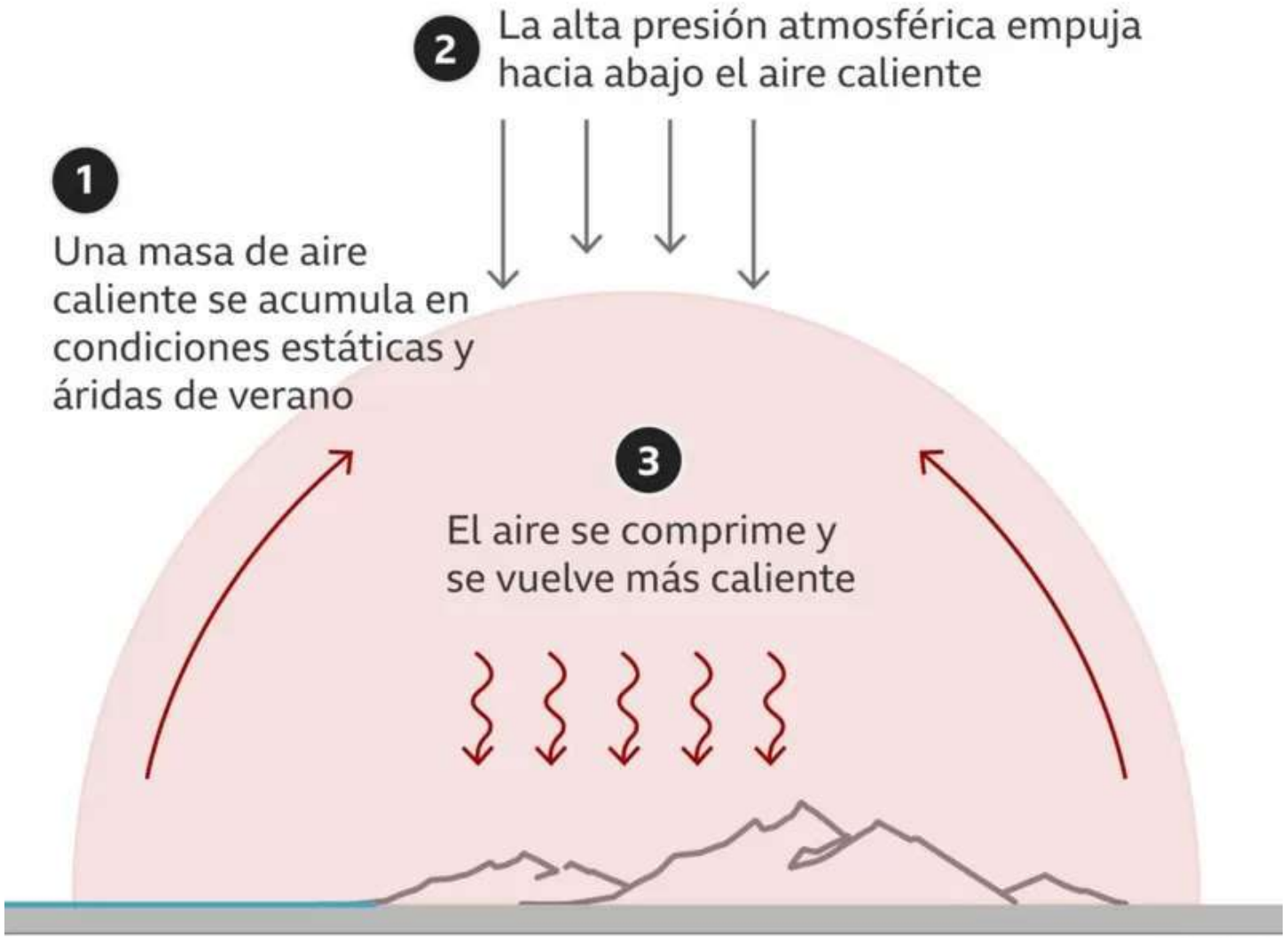
2022

La temperatura supera la media habitual de la zona

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendi la investigación y la innovación

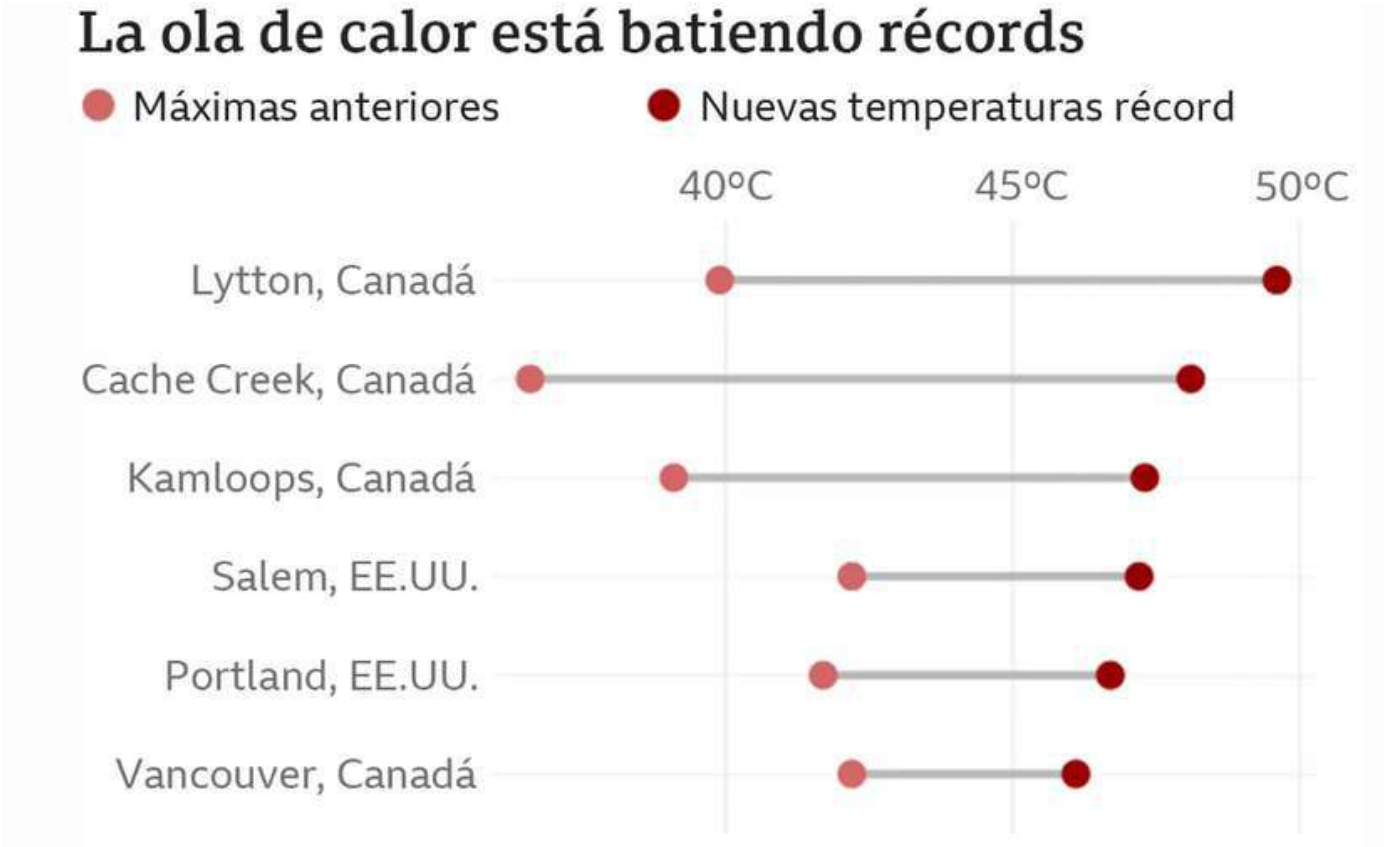
Cómo se forma un domo de calor



Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE.UU. (NOAA) BBC

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



2021 (Servicio metereológico de Canadá y EE.UU)

EFECTOS

*Incendios forestales * Estado de shock *Deshidratación *Muerte a causa de enfermedades cardiovasculares y respiratorias crónicas

*Muerte de animales

*Perdidas de cultivos

Centro de enfriamiento (EE.UU)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

PREVENCIÓN

Busque ayuda médica si experimenta síntomas de mareo por calor

Monitorear actualizaciones del clima para saber cuándo se esperan olas de calor

Beba mucha agua, incluso si no tiene sed

Evite el deporte y el ejercicio intenso durante las horas pico del día

Chequee que su familia, amigos y vecinos estén bien

No deje niños ni animales en vehículos estacionados

TORMENTAS ELECTRICAS

TORMENTAS ELECTRICAS

Fenómeno Meteorológico

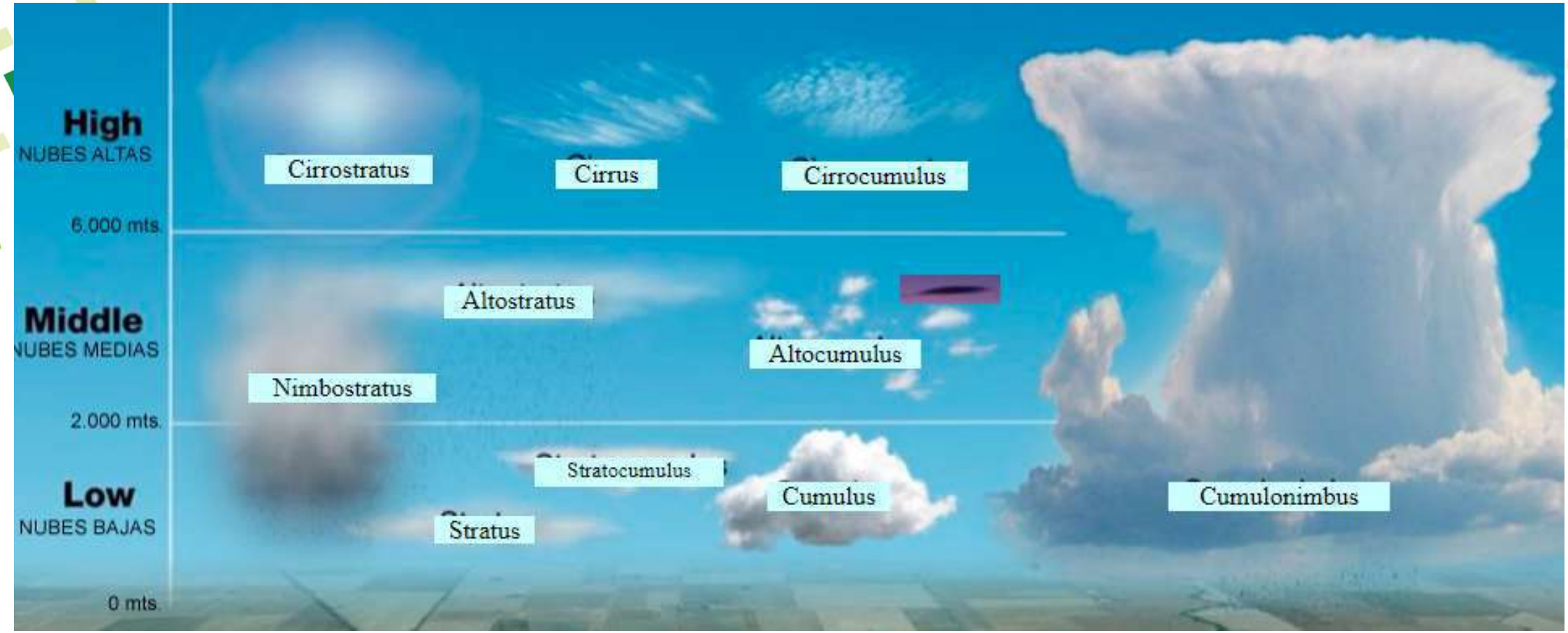
Nube: comulonimbus desarrollo vertical.

Origen: aire cálido rodeado de aire frio.

WIKIMEDIA COMMONS (2007), AUSTRALIA.

Universidad Industrial de Santander

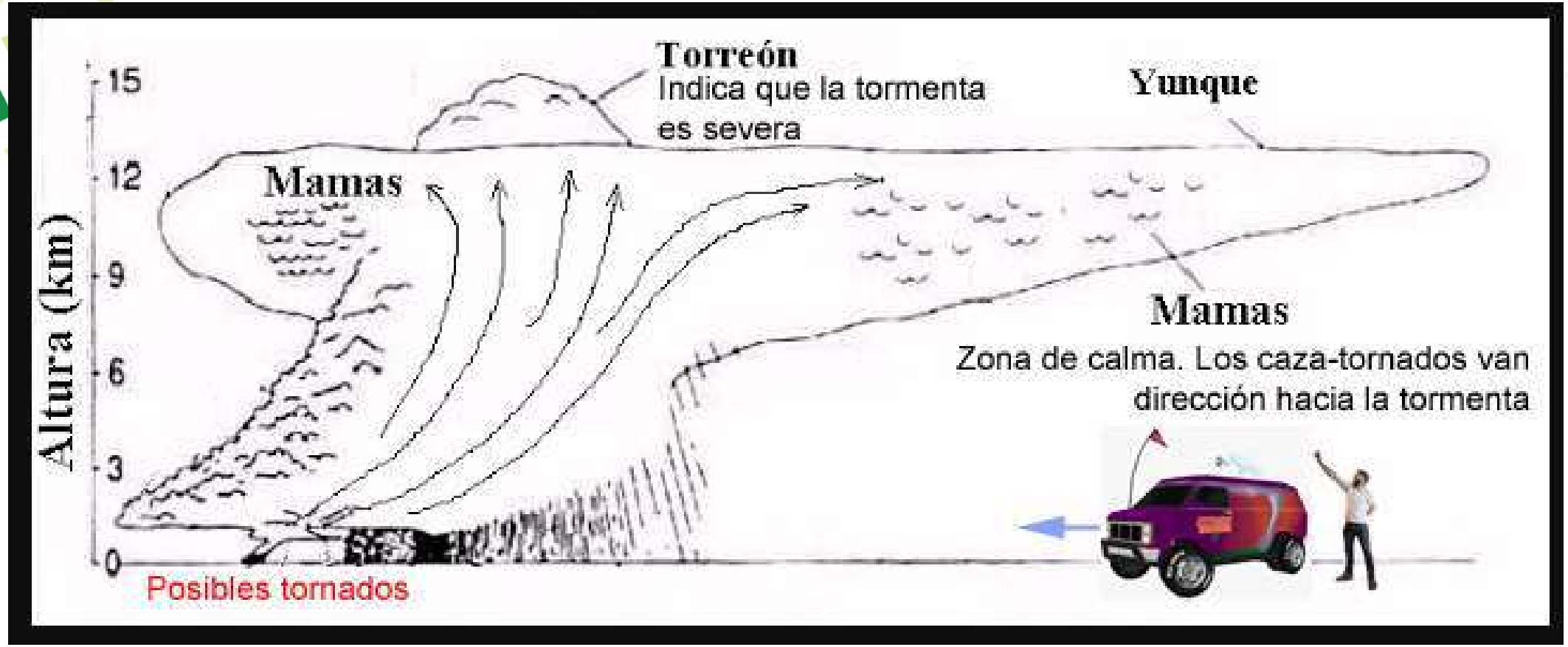
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación



Australiana Government (2016)

2km - 20km

-10 y -20°C



Australiana Government (2016)

Agua sube - Granizo baja

Bulletin of the American meteorology society (2016)

DESECACIÓN

Grietas poligonales

Arcillosos

Contraen

Criterio paleo-ambiental

Hannes Grobe (2007)

Ambientes Continentales:

Lagos

Canales abandonados

Llanuras de inundación

Ambientes Transicionales:

Llanura Mareal

Lago Malui en Africa, El comercio (2018)

(a) Evapotranspiración, *Karkheh, Irán.*

(b) Sin arqueo, Grietas en la confluencia de los ríos Mamore y Grande. *Bolivia.*

(c) Arqueo leve.

(d) Arqueo pronunciado, *Utah, USA.*

Tesis de Héctor Ulises Levatti (2015)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

(e) Arqueo muy pronunciado, *Desierto de California*

(f) Arqueo extremo, *USA*.

(a) Grietas en mezquita del *Valle de la Muerte*. Grietas primarias, secundarias y terciarias.

(b) Grietas en Lodo de Depuradora de *Kos, Grecia*.

Tesis de Héctor Ulises Levatti (2015)

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

TORMENTAS DE ARENA

Que es? y porque se generan?

Grandes nubes de arena, polvo u otros materiales

0-1000 micrómetros de grosor.

4.5km en la atmosfera.

Atmosfera inestable por frentes helados o calentamiento en la corteza.

Julia Máxima Uriarte (2020)

Universidad Industrial de Santander

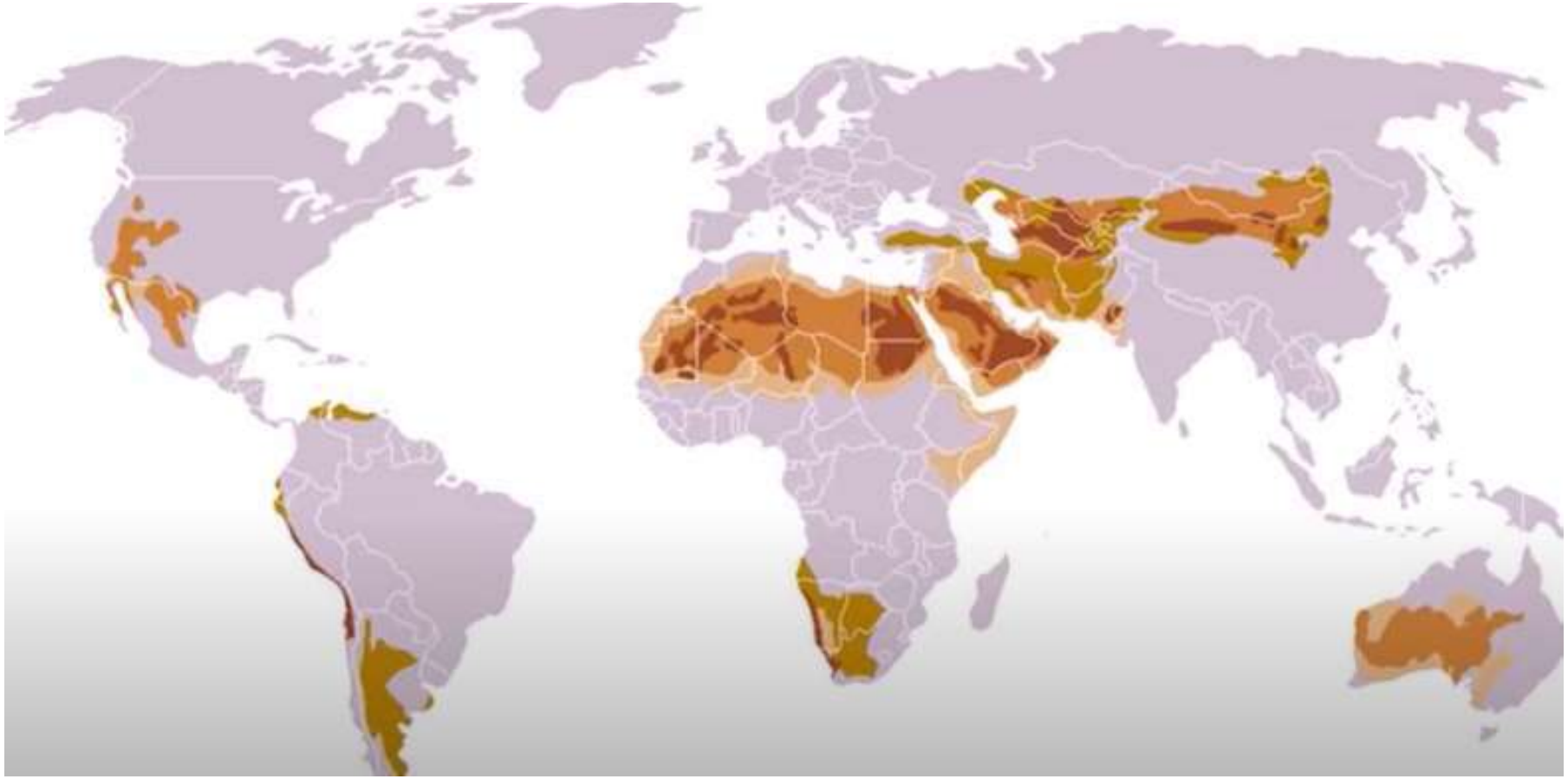
Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

Afectaciones

Julia Máxima Uriarte (2020)

0 visibilidad , dañan la agricultura , lluvias sucias o de barro , trae microbios , afecta la tecnología (paneles solares).

Cualquier lugar árido en el mundo es susceptible de sufrir una tormenta de arena.



Julia Máxima Uriarte (2020)

Polvo del Sahara: el fenómeno detrás de la densa nube ...
Share
Climate change • Climate change
refers to long-term shifts in...
Polvo del Sahara
podría empeorar
Watch on YouTube

TORNADOS

HURACÁN: Atlántico Norte , Caribe, Pacífico Nororiental y Golfo de México.

TIFONES Pacifico Noroccidental y océano Indico

CICLÓN: Región suroriental del océano indico o en el Pacífico Suroeste

Vientos que provienen de una tormenta que pueden originarse sobre aguas tropicales , alcanzan los 241 km por hora .Tiene un centro de baja presión ,bandas de lluvia de espiral y fuertes vientos .

- Duraciones de días o incluso semanas
- Predecibles
- Áreas extensas (100 km hasta mas 2.000 km)

TORNADO

Torbellino violento que se extiende desde las nubes hasta la superficie, alcanzan los 400 km por hora , parte de mezcla entre masas de aire a diferentes temperaturas y corrientes de aire y corrientes de aire ascendentes .

- Radios pequeños
- Se considera un fenómeno impredecible
- Consecuencia de Huracanes
- Cubre áreas pequas (300 m hasta 3 km)
- Duraciones cortas

*Tornare (Girar).*Potentes columnas de aire giratorio que se extienden del suelo a las nubes .

https://www.nationalgeographic.es

CÓMO SE FORMAN ?

Se generan a partir de tormentas eléctricas o como resultado de huracanes .

CLASIFICACIÓN

SUPERCELULAR

- A partir de las tormentas más intensas.

Supercélula próximo al aeropuerto de Alicante, 2020 / Javier Pérez

NO SUPERCELULAR

Tormentas más leves y pequeñas

CORRIENTES

Universidad Industrial de Santander

Ecosistema para el aprendizaje, la investigación y la innovación

CICLO DE VIDA DE UN TORNADO

Universidad Industrial de Santander

FORMACIÓN

Se originan.

MADUREZ

Crece hasta su máximo tamaño en minutos o una hora, desatando su energía y produciendo la mayor cantidad de desastres de su existencia, antes de que empiece a interrumpirse el flujo de aire caliente y se desestabilice el ciclo.

DISIPACIÓN

En la etapa final del tornado, este se hace delgado como una cuerda, antes de perder todavía más energía y disiparse.

ESCALA

FUJITA MEJORADA (ESCALA EF)

EF5	>323 KM/H DAÑOS MASIVOS
EF4	266-322 KM/H DAÑOS DEVASTADORES
EF3	218-265 KM/H DAÑOS GRAVES
EF2	178-217 KM/H DAÑOS CONSIDERABLES
EF1	138-177 KM/H DAÑOS MODERADOS
EF0	105-137 KM/H DAÑOS LEVES

DAÑOS

- Personas, coches y edificios enteros lanzados por el aire
- Lesiones graves.
- Muertes causadas por el golpe con escombros voladores.
- Destrozos en la agricultura.
- Viviendas destruidas.

COLOMBIA

Tornado Soledad ,Atlantico -Junio 20 2010

BIBLIOGRAFÍA

- Australian Governmet (2016) https://media.bom.gov.au/social/blog/895/whats-that-cloud/?cid=002fb06
- ABC Ciencias (2016). https://www.abc.es/ciencia/abci-estos-lugares-mundo-donde-mas-probable-caiga-rayo-201612292107_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- BBC News Mundo. (2021, 8 diciembre). En qué se diferencian El Niño y La Niña, los fenómenos cíclicos que pueden alterar el clima de todo el mundo. https://www.bbc.com/mundo/noticias-59475688
- Características (2022), https://www.caracteristicas.co/tormenta-de-arena/
- El comercio (2018) https://elcomercio.pe/mundo/lago-chilwa-seca-cambio-climatico-malaui-fotos-noticia-nndc-581895-noticia/
- El Niño/La Niña Hoy. (2022, 10 junio). Organización Meteorológica Mundial. https://public.wmo.int/es/el-ni%C3%B1ola-ni%C3%B1a-hoy
- OMM (2022), https://public.wmo.int/es/nuestro-mandato/esferas-de-inter%C3%A9s/medio-ambiente/tormentas-de-arena-y-polvo
- BBC News Mundo. (2022, 20 julio). Qué es un domo de calor, el fenómeno que causa temperaturas extremas como las que se están registrando en Europa. https://www.bbc.com/mundo/noticias-62242165
- RPP(2020) https://rpp.pe/tecnologia/mas-tecnologia/nasa-imagenes-muestran-residuos-de-la-tormenta-de-arena-del-sahara-llegando-a-ciudades-de-america-noticia-1274773?ref=rpp
- SEGUIMIENTO AL CICLO ENOS El Niño – Oscilación del Sur. (s. f.)
- Tesis de Héctor Ulises Levatti (2015) https://upcommons.upc.edu/handle/2117/95696

GRACIAS!!