



INFORME DE GESTIÓN

VIGENCIA 2020

Bogotá, enero de 2021



El futuro
es de todos

Minenergía



SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO ©

Oscar Eladio Paredes Zapata
Director General

Jhon Jairo Corredor
Secretario General

Mario Andrés Cuellar Cárdenas
Director de Geociencias Básicas

Gloria Prieto Rincón
Directora de Recursos Minerales

Humberto Andrés Fuenzalida Etcheverry
Director de Hidrocarburos

Marta Calvache Velasco
Directora de Geoamenazas

Jaime Alberto Garzón
Director (E) de Gestión de Información

Hernán Olaya Dávila
Director de Asuntos Nucleares

Hernando Camargo García
Director De Laboratorios

Rubiela González González
Jefe Oficina Asesora Jurídica

Édgar González Sanguino
Coordinador Grupo de Planeación

María Esperanza Pérez
Jefe Oficina Control Interno

CONTENIDO

1.	AMPLIACIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOCIENTÍFICO BÁSICO E INTEGRAL DEL TERRITORIO NACIONAL. (GEOCIENCIAS BÁSICAS)	4
2.	INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS Y ACTUALIZACIÓN INSTRUMENTAL DEL SISTEMA SISMOLÓGICO NACIONAL DE COLOMBIA. (GEOAMENAZAS)	36
3.	GESTIÓN INTEGRAL DEL CONOCIMIENTO GEOCIENTÍFICO DEL TERRITORIO NACIONAL PARA GARANTIZAR SU DISPONIBILIDAD. (GESTIÓN DE INFORMACIÓN)	256
4.	CARACTERIZACIÓN E INVESTIGACIÓN DE MATERIALES GEOLÓGICOS. (LABORATORIOS)	320
5.	MEJORAMIENTO, DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DE LAS APLICACIONES NUCLEARES Y RADIATIVAS. (ASUNTOS NUCLEARES)	346
6.	INVESTIGACIÓN EN RECURSOS DEL SUBSUELO Y EVALUAR SU POTENCIAL. (RECURSOS MINERALES)	388
7.	GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOCIENTÍFICO EN MATERIA DE HIDROCARBUROS. (HIDROCARBUROS)	437
8.	FORTALECIMIENTO EN LA GESTIÓN INSTITUCIONAL PARA DAR CUMPLIMIENTO A LA MISIÓN Y POLÍTICAS DE LA ENTIDAD. (SECRETARIA GENERAL)	455

1. AMPLIACIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOCIENTÍFICO BÁSICO E INTEGRAL DEL TERRITORIO NACIONAL. (GEOCIENCIAS BÁSICAS)

Introducción

El área de conocimiento de Geociencias Básicas en el marco del proyecto de Ampliación del Conocimiento Geocientífico Básico del Territorio Nacional de acuerdo con el Plan Estratégico 2014- 2023 del SGC, realiza proyectos con actividades a mediano y largo plazo, con el propósito de responder a las necesidades y requerimientos del país en cuanto a la información básica de ciencias de la Tierra.

Esta área levanta información geológica del país a través de la elaboración de la cartografía e investigación geológica y geomorfológica, de la estratigrafía, del mapa geológico, la investigación y exploración de aguas subterráneas, las investigaciones geotérmicas y de geología de volcanes, estudios geológicos especiales, en tectónica y del museo y patrimonio geológico paleontológico.

La Dirección de Geociencias Básicas tiene la obligación de llevar a cabo la administración, programación, organización, control, divulgación y evaluación de los recursos de las regalías a cargo del SGC en el marco de la ampliación del conocimiento geocientífico realizando el seguimiento a cada uno de los proyectos de inversión de orden técnico, administrativo, jurídico y de apropiación social del conocimiento en las regiones en donde se desarrollan las actividades de cada proyecto.

Con la implementación de la herramienta de gestión de proyectos Planview cada uno de los proyectos formulados cuenta con un presupuesto asignado y unas actividades específicas. En este sentido para gestionar la Ampliación del Conocimiento, permite dar cubrimiento a las distintas solicitudes y tareas de tipo transversal que deben ser desarrolladas por la Dirección de Geociencias Básicas.

Objetivos y funciones del área de conocimiento

Objetivo General

Realizar investigación científica básica para generar conocimiento geocientífico integral del territorio nacional.

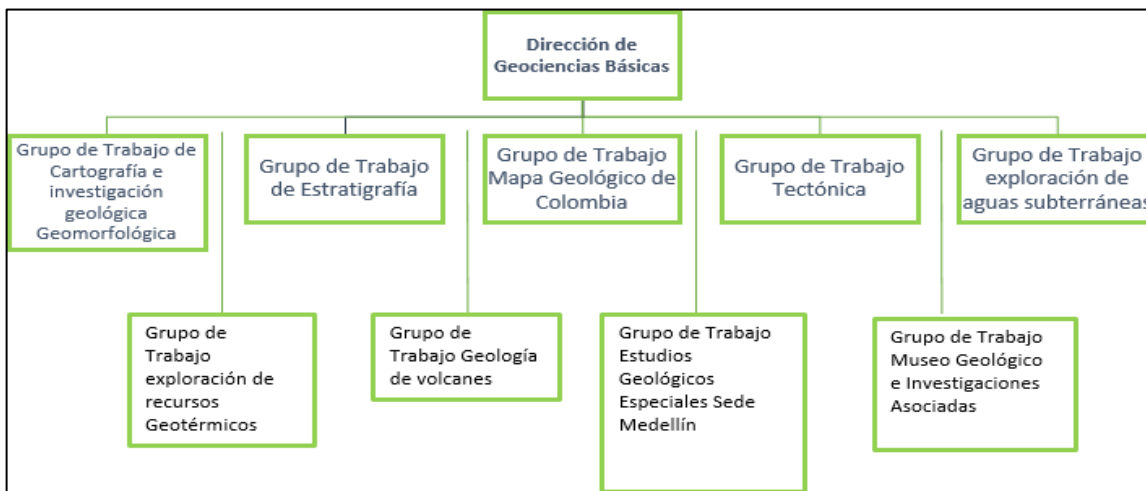
Objetivos Específicos

Generar conocimiento geocientífico integral en geología, geofísica y geoquímica, mediante estudios e investigaciones regionales y especiales para contribuir al desarrollo social y económico del país.

Obtener información geológica del país a través de la elaboración de la cartografía geológica, geofísica y geoquímica regional, investigaciones básicas y cartografía temática en estratigrafía y paleontología, tectónica, vulcanología, hidrogeología y geotermia.

Estructura Funcional

A continuación, se relacionan los grupos internos de trabajo de la Dirección de Geociencias Básicas, cuyas funciones fueron asignadas según lo establecido en los decretos 2703 y 2704 de 2013:



Fuente: Resolución D 249 de 2019

Objetivos propuestos vs. Avances de los proyectos con corte al 31 de diciembre de 2020

A continuación, se presentan avances a 31 de diciembre de 2020 de los proyectos que han sido adelantados en la vigencia 2020:

Proyecto de Gestión 1001088. Investigación Marítima, Costera e Insular

Descripción del proyecto: Aunar esfuerzos entre la DIMAR y el SGC para la caracterización y generación de conocimiento geocientífico de las zonas marinas y costeras del caribe colombiano con fines de planificación territorial, toma de decisiones y ejercicio de la soberanía Nacional.

Objetivo: Generar un documento de diagnóstico de información geocientífica existente para la zona insular (San Andrés, Providencia y Santa Catalina).

Productos y entregables:

3. Caracterizar conjuntamente el suelo, el sub-suelo marino y el borde costero, del área de estudio, a partir de la información existente y adquirida en el marco del proyecto.
4. Generar cartografía temática geocientífica de la zona de estudio, a partir de la información existente y adquirida en el marco del proyecto.
5. Densificar las redes de monitoreo geodésico de la zona de estudio. Contar con una SIG que permita almacenar, organizar, gestionar datos, información y resultados, para facilitar su consulta y la toma de decisiones en beneficio del país.
6. Realizar publicaciones y adelantar actividades de apropiación y socialización del conocimiento adquirido en el marco del proyecto.

Avances y logros: Se realizó el estudio geológico y geomorfológico mediante la interpretación de sensores remotos, obteniendo así los mapas geológico-estructurales de los sectores de Luruaco-Tubará, San Jacinto, San Antero, Puerto Escondido; se definieron los dominios estructurales y la matriz de elementos estructurales de mayor jerarquía. Se elaboraron los diagramas de correlación litológica y cronológica a partir de la información disponible de secciones estratigráficas, líneas sísmicas, pozos convencionales y slim holes. Se elaboraron los mapas geológicos, cortes conceptuales e informes técnicos del área correspondiente a las planchas 29, 30, 36, 37, 43-43BIS, 44, 50 y 51 y los mapas geomorfológicos, geomorfoestructurales y provincias del Caribe. Así mismo, se redactó el informe bioestratigráfico de la zona norte del Caribe colombiano, se elaboró la carta de pronóstico bioestratigráfico por unidades y la tabla con taxa marcadores de cada pozo. Se desarrollaron mesas técnicas de seguimiento a las actividades y avances de los convenios No. 027 de 2018 SGC-DIMAR, No. 007 de 2020 SGC-UNAL. Se realizó la supervisión de los contratos No. 430 para el mantenimiento de equipos ópticos, No. 515 de 2020 para la instalación y asistencia al entrenamiento del Software fotogramétrico TRIMBLE INPHO y de procesamiento digital de imágenes ERDAS IMAGINE en las estaciones de trabajo de la Sala de Geomática, No. 367 de 2020 para la adquisición, instalación y puesta en funcionamiento, de un equipo triocular motorizado con sistema automatizado para digitalización de láminas petrográficas - MetaSystems y el respectivo entrenamiento en puesto de trabajo para el manejo del Software y hardware, No. 207 para adquisición de equipos ópticos, está pendiente para liquidación.

Revisión técnica de las ofertas presentadas por los proveedores al proceso de adquisición de elementos 3D de la Sala de Geomática. Presentación de los resultados obtenidos por el grupo de Cartografía en el desarrollo del proyecto DIMAR-SGC. Plataforma youtube <https://www.youtube.com/watch?v=inPJmpG-xww&feature=youtu.be>.

Proyecto de Gestión ID 1001277: Geología de Rescate

Objetivo: Adquirir información cartográfica, estratigráfica y estructural sobre los proyectos nuevos y de ampliación vial y de obras civiles, con incidencia nacional y departamental, que se constituya en un insumo para el mejoramiento del conocimiento geológico del territorio colombiano.

Productos y entregables:

- Realizar levantamientos estratigráficos detallados con unidad de medida en longitud metros de columnas estratigráficas, dispuestas en los corredores viales seleccionados a diferentes escalas de detalle definidas previamente dentro del reconocimiento de cada localidad y sus condiciones técnicas en campo.
- Realizar levantamientos estratigráficos detallados con unidad de medida en longitud de kilómetros y metros de cortes geológicos, dispuestos en los corredores viales seleccionados a diferentes escalas de detalle definidas previamente dentro del reconocimiento de cada localidad y sus condiciones técnicas en campo.
- Hacer documento técnico que contengan capítulo diagnóstico y descripción de los levantamientos e interpretación geológica para cada localidad estudiada dentro del desarrollo de los levantamientos a detalle para mejorar el entendimiento del modelo de evolución geológica de Colombia, el cual ayuda a comprender los fenómenos geológicos que han ocurrido, sus posibilidades de ocurrencia a futuro y cómo pueden llegar a afectar la infraestructura del país.

Avances y logros: Se realizaron cuatro (4) informes de los corredores viales: Bolombolo-Amagá (Dpto. Antioquia). Landazuri-Cimitarra (Dpto. Santander). Salamina-San Félix (Dpto. Caldas). San Pablo-Simití (Dpto. de Santander).

Proyecto de Gestión ID 1000578: Estratigrafía, Paleozoico, Juratriásico, Cretácico parte central cordillera Oriental.

Objetivo: Establecer la estratigrafía física de las unidades que conforman el Grupo Quetame, Farallones, Cáqueza y Guadalupe.

Productos y entregables:

- Realizar levantamientos estratigráficos en las regiones propuestas para este proyecto para generar informes de formalización de unidades geológicas según las condiciones de campo.
- Realizar documentos técnicos de las unidades formalizadas como apoyo al conocimiento geológico de la región.
- Realizar cartografía geológica en las regiones

Avances y logros: Se elaboraron tres (3) informes de las Formaciones Buenavista, Gutiérrez, Macanal, sin petrografía y cartografía geológica de mapas geológicos (600 km²) a escala 1:50.000. se realizaron levantamientos estratigráficos, muestreos petrográficos, muestreos paleontológicos, registros de gamma-espectrometría, se avanza en la elaboración de cuatro (4) mapas a escala 1:25.000 integrados en 1:50.000.

Se hizo el **Lanzamiento Virtual Libro:** Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso. Valle Medio del Magdalena; donde se describen las secciones tipo y con dos (2) mapas geológicos (900km²). Reconocimiento de Minenergía al mejor evento digital vía streaming.

Debido a las restricciones por causa del Covid, no se ha podido salir a campo a la toma de los datos de campo. Informes sin petrografía, influye en el conocimiento estratigráfico de las unidades.

Proyecto de Gestión ID 1001298: Mapa Geológico de Colombia

Objetivo: Realizar la nueva edición del Mapa Geológico de Colombia a escala 1:1M con la información científica publicada en revistas indexadas, la obra The Geology of Colombia y la cartografía geológica publicada por el Servicio Geológico Colombiano del 1 de noviembre de 2014 hasta 31 de agosto de 2019.

Productos y entregables:

- Realizar las 26 planchas del Atlas Geológico de Colombia 2020 a escala 1:500 000.
- Realizar el Mapa Geológico de Colombia 2020 a escala 1:1 000 000.
- Realizar el Geological Map of Colombia 2020 a escala 1:1 000 000.
- Realizar una app en versión beta para visualizar y consultar el Atlas Geológico de Colombia 2020 para Android y iOS.
- Realizar la base de datos geocronológica de Colombia en ArcGIS.

Avances y logros: Se elaboraron las 26 planchas del Atlas Geológico de Colombia 2020 a escala 500K a partir de la armonización y actualización con las planchas geológicas publicadas por el SGC hasta agosto de 2019, se generó el Mapa Geológico de Colombia 2020 a escala 1M y su versión en inglés (Geological Map of Colombia 2020 a escala 1M), se actualizó la base de datos geocronológica de Colombia y se elaboraron los soportes en Excel con las dataciones de cada publicación o material complementario utilizado, se produjo la versión beta de una app de visualización del Atlas Geológico de Colombia 2020. Adicional a lo anterior, se elaboraron textos actualizados sobre la historia geológica proterozoica y paleozoica del territorio colombiano.

Debido a las limitaciones de movilidad ocasionadas en 2020 por la emergencia sanitaria

por Covid–19, no se pudo hacer la presentación del Mapa Geológico de Colombia 2020 en un evento científico internacional. Tampoco se pudieron realizar las salidas de campo planeadas para generar el informe “Colombia vista a través de los ojos de un geólogo”; sin embargo, se avanzó en la preparación de textos. Estos se utilizarán en el desarrollo de los proyectos del bienio 2021–2022.

Además, y a través de un simposio virtual gratuito de lanzamiento, el grupo de trabajo hizo entrega de la obra editorial *The Geology of Colombia*, primer libro sobre la geología del país, que cuenta con 4 volúmenes y 58 capítulos escritos por investigadores nacionales y extranjeros en representación en 12 países (tres capítulos fueron escritos por el grupo editorial más un capítulo de presentación). En el lanzamiento se ofrecieron 68 conferencias técnicas y participaron más de 5300 personas.

En diciembre de 2020 se prepararon los ejemplares para impresión y se adelantaron los requerimientos para solicitar la indexación de la obra en un índice de acceso abierto. Una entrevista en radio y cuatro artículos de periódico en *El Espectador*, *El Tiempo*, *El Nuevo Liberal* y *Semana.com* fueron publicados para promocionar *The Geology of Colombia* y resaltar el valor científico, económico y social de la publicación.

El grupo de trabajo también hizo la divulgación del Mapa Geológico de Suramérica en 9 universidades de Colombia con un total de 1500 asistentes y publicó un artículo científico en una revista categoría Q1. Se publicó un artículo en la revista *Catena*.

Proyecto de Gestión ID 1000667 Evolución geológica de la cordillera Central

Objetivo: Realizar la parte analítica (litogeoquímica y geocronología) de las muestras de roca recolectadas del túnel de La Línea (ca. 1200 núcleos), cordillera Central (ca. 200), Falla Pericos (ca. 50) y volcanes monogenéticos (ca. 20) al W–SW de Ibagué y actualizar los mapas geológicos existentes con énfasis en microtectónica del túnel de La Línea (Gómez & Madrid, 2015) y de la Falla Pericos (Gómez & Bocanegra, 1999); así como realizar la cartografía de los volcanes El Tabor, Guacharacos y Alsacia y un corte geológico detallado entre Ibagué–Calarcá a escala 1: 25 000 con énfasis en microtectónica que de luces para determinar las fases deformativas de la rocas de los complejos Quebradagrande y Cajamarca en el área de estudio en la cordillera Central.

Productos y entregables:

- Actualizar la cartografía geológica del túnel de La Línea a escala 1:10 000 y de la Falla de Pericos a escala 1:25 000 al W de la ciudad de Ibagué.
- Realizar los mapas geológicos de los volcanes Guacharacos, Alsacia y Tabor a escala 1:10 000.
- Hacer el corte geológico en la carretera entre Ibagué–Calarcá.

- Realizar un informe de evolución geológica de la cordillera Central.

Avances y logros: Se elaboró un informe de evolución geológica de la cordillera Central que integra datos de campo, petrografía, microtectónica, geoquímica y geocronología U–Pb en circones de las rocas de la zona de estudio; se preparó y publicó en la obra *The Geology of Colombia* el capítulo “Rear–Arc Small–Volume Basaltic Volcanism in Colombia: Monogenetic Volcanic Fields” (<https://doi.org/10.32685/pub.esp.38.2019.10>) con los resultados de investigación sobre volcanes monogenéticos; se preparó un artículo científico sobre la geología de la cordillera Central para sometimiento en revista científica; se elaboraron cinco mapas geológicos: Volcán Guacharacos (1:10 000), Volcán El Tabor (1:10 000), Volcán Alsacia (1:10 000), túnel de La Línea (1:10 000) y Falla de Pericos (1:25 000) y un corte geológico que detalla la geología entre Ibagué y Calarcá a escala 1:25000.

El envío de muestras para datación Ar^{40}/Ar^{39} y el análisis de dichas dataciones no se pudieron realizar debido a que el proceso de contratación para hacer las dataciones no fue exitoso. Ninguno de los laboratorios invitados presentó oferta para realizar los análisis y, por lo tanto, el proceso quedó desierto. La asesoría en termocronología (una actividad planeada al inicio del proyecto) no se realizó debido a la situación de emergencia sanitaria por Covid–19. Esta capacitación fue reemplazada por talleres de ESRI y capacitaciones con el equipo SIG del SGC que tuvo el grupo de trabajo para el uso correcto y eficiente de ArcGIS.

La entrega de algunos resultados de geocronología U–Pb se atrasó en 2020 debido al cierre del laboratorio por varios meses. Los datos que llegaron en la última semana de diciembre no alcanzaron a ser procesados e incluidos en los productos finales. No obstante, serán procesados por el equipo e incluidos en las próximas publicaciones que sobre este tema va a realizar el equipo de trabajo en 2021

Proyecto de Gestión ID 1001333 Investigaciones integrales del conocimiento geocientífico para la formulación de nuevos proyectos y apropiación social del conocimiento en geociencias básicas del territorio nacional.

Objetivo: Desarrollar la investigación integral del conocimiento geocientífico del territorio nacional.

Productos y entregables:

- Fortalecer las líneas temáticas de investigación geocientífica de la Dirección Técnica de Geociencias Básicas.
- Evaluar, integrar y consolidar el conocimiento geocientífico del territorio nacional.
- Formular y desarrollar nuevos proyectos integrales de investigación geocientífica

alineados con las políticas plasmadas en el Plan Nacional de Desarrollo.

- Aumentar la generación de conocimiento geocientífico básico del territorio nacional a escalas más detalladas.
- Favorecer la transferencia de conocimiento en las diferentes líneas temáticas de investigación geocientífica.
- Integrar la información geocientífica de las diferentes líneas temáticas para generar nuevo conocimiento que apoye a las estrategias para el desarrollo de la Nación. Diseñar y desarrollar la estrategia de apropiación social del conocimiento en Geociencias.

Avances y logros: Se determinaron los ciclos sedimentarios de segundo orden para las cuencas VMM, Llanos, Caguán – Putumayo, y del Caribe. Se definieron y seleccionaron las transectas para su interpretación. Interpretación de las secciones sísmicas cargadas. Amarre con pozos cargados. Se revisaron tablas con topes de las formaciones para definición de la continuidad de las secuencias sedimentarias. Se realizaron interpretaciones geológico-estructurales. Se realiza la flatenización (aplanamiento) a una superficie de interés (Mioceno) previamente definida en los ciclos sedimentarios. Se interpretan los eventos tectónicos en relación a las zonas productivas en secciones tectónico-estructurales.

Algunos de los pozos seleccionados no presentan la suficiente información para realizar los amarres a las secciones sísmicas (p.ej., datos de velocidad). Las respuestas a las solicitudes de información al BIP (EPIS) han tomado tiempo. La conexión de acceso remoto se hace lenta en algunos momentos del día, y a veces es inestable. La interpretación es demorada en las actuales condiciones. Los equipos de trabajo personales (portátiles) no son los más adecuados para el desarrollo de las labores de interpretación, teniendo en cuenta el tamaño de las pantallas. Es necesario hacer correcciones de ángulo en algunas estructuras debido a la dirección de las secciones sísmicas.

Proyecto de Gestión ID 1001278: Modelo Tectónico de Colombia - Mapa Nacional

Objetivo: Establecer la evolución temporal de la deformación pre, sin y post- relacionada con la orogenia Andina (35-10 Ma) para Colombia, basado en el análisis de datos de estructuras reactivadas, neoformadas y la distribución de volúmenes.

Productos y entregables:

- Realizar el Modelo Geodinámico del territorio colombiano.
- Proporcionar la evolución tectónica de Colombia.
- Suministrar la base tectónica para apoyar la toma de decisiones para el planeamiento de los programas de exploración de recursos hidrocarbúricos,

geotérmicos, hídricos y minerales.

- Definir estilos estructurales y su jerarquización en el territorio nacional.

Avances y logros: Incorporación tercera dimensión Mapa Tectónico de Colombia. Definición de ciclos sedimentarios de primer orden: Visión que relaciona los procesos de evolución continental, incluyendo aglomeración y separación de masas continentales. Integra la secuencialidad de los procesos registrados en las sucesiones sedimentarias. Secciones de correlación tectonoestratigráfica cuencas sedimentarias Llanos, Caguán-Putumayo, Valle Medio del Magdalena. Información sísmica y de pozos. Integración de ciclos sedimentarios e interpretación sísmica. Incorporación de información sísmica y de pozos. Proyectos Regionales Base de Sísmica y Pozos, Proyecto Caribe-Cuenca Colombia, Proyecto Caribe- Cuenca Urabá. Evolución Tectónica de Colombia: Análisis espacio-temporal, Mapas metamórfico y de granitoides versión 2020 (preliminares).

Se someten tres documentos a la Revista Boletín Geológico del SGC. Se presentan dos trabajos en la III Cumbre de Petróleo y Gas. Se presenta un trabajo en el Simposio The Geology of Colombia.

Nuevas solicitudes al BIP (EPIS) para complementar información sísmica y de pozos. Baja calidad de la información de sísmica y pozos antiguos. La conexión de acceso remoto se hace lenta en algunos momentos del día, y a veces es inestable. Dificultades con el ArcGis en el acceso remoto.

Proyecto de Gestión ID 1001273: Exploración de Aguas Subterráneas Acuíferos Estratégicos

Objetivo: Identificar el potencial de aguas de aguas subterráneas de sistemas acuíferos priorizados en área estratégicos del país.

Productos y entregables: Formular los modelos hidrogeológicos conceptuales de sistemas acuíferos estratégicos en el Valle Medio del Magdalena, jornadas de apropiación social del conocimiento de las aguas subterráneas, y perforaciones de pozos exploratorios de investigación en las zonas definidas.

Avances y logros: Documento Modelo Hidrogeológico Conceptual del Valle Medio del Magdalena - VMM. Planchas 108 y 119. Puerto Wilches, Barrancabermeja, Sabana de Torres y San Vicente de Chucurí. Versión 1 año 2019. Informes de perforación de los pozos de SGC Yopal 2 (Corregimiento Punto Nuevo) y SGC Yopal 3 (Corregimiento de Tilodiran), municipio de Yopal. Entrega del documento "Características hidrogeológicas de una zona localizada sobre las planchas 85-Simití y 86-Ábrego en el sur del departamento del Cesar" y de la versión preliminar del documento "características hidrogeológicas de una zona localizada sobre las planchas geológicas 40 – Bosconia, 41 – Becerril, 47 – Chiriguaná y

48 – La Jagua de Ibirico, al norte del departamento del Cesar", ambos con información existente (Mapa de localización de perfiles geoelectricos, diagrama de vallas de perfiles geoelectricos en el área al sur del Cesar, geometría de formaciones acuíferas sur del Cesar – Información EPIS, evaluación hidrogeoquímica e Isotópica para los modelos hidrogeológicos conceptuales).

Análisis de datos isotópicos obtenidos de la GNIP (Global Network of Isotopes in Precipitation) para Colombia (878 resultados de 26 estaciones en el país, con datos entre 1971 y 2018). Se logró la determinación del gradiente isotópico para Colombia y la identificación de posibles zonas de recarga de agua subterránea en el municipio Maní. Previamente, y en relación con el MHC de Maní (Casanare), se culminó el informe del análisis isotópico. Análisis y evaluación de datos hidroquímicos de muestras en el departamento de Boyacá. Evaluación de la Recarga Potencial para el Modelo Hidrogeológico Conceptual de Maní – Casanare, para el sur del Cesar, como resultado de la evaluación de recarga potencial para el Modelo Hidrogeológico Conceptual del Sur del Cesar.

Inicio de actividades y conclusión perforación de seis (6) pozos de Santa Marta, según contrato 427 de 2020 entre el SGC y Luis Antonio Luna Torres. Se cumplió con la etapa que condujo a la conformación de la lista limitada del proceso SGC CD-013-2020 (perforación de pozos en Maní. se realizó la gestión del acta de inicio y aprobación del cronograma del Contrato 711 de 2020 entre el Servicio Geológico Colombiano y la compañía Llanopozos.

Presentación de informe final de la versión preliminar del Mapa Hidrogeológico de Colombia a escala 1:2M, con el Inventario de puntos de agua (manantiales, aljibes y pozos) con georreferenciación revisada en sistema WGS, de los proyectos realizados en exploración de aguas subterráneas en el SGC y el inventario suministrado por el IDEAM. En la parte cartográfica, se realizó una clasificación preliminar de las unidades cronoestratigráficas, ajustando los polígonos con base en información bibliográfica existente en el SGC. Se describen por recopilación bibliográfica algunos sistemas acuíferos de interés para el país.

Adicionalmente, se realizó el diseño y edición del Mapa Hidrogeológico preliminar de Colombia 2020, con herramientas SIG. Se ha adelantado la generación y actualización de procedimientos, de manera preliminar, para el proyecto de aguas subterráneas; serán revisados en los primeros meses del 2021, de forma tal que se usen en las próximas salidas al campo y para socializar con otras entidades, las cuales han pedido este tipo de información como guía para sus actividades. A través de mesas de trabajo con IDEAM, MADS, apoyo técnico a MVCT, ANH (se participa en la mesa de trabajo para la reestructuración y validación de Guía Metodológica para Determinación de Zonas de Recarga – DZR, en relación con formulación y consolidación de variables geología e

incidencia tectónica, así como en pruebas para espacialización de variable incidencia tectónica; presentación del plan de trabajo al Consejo de Estado para peritazgo a estudios para proyecto El Edén (Caldas); elaboración de informe técnico por apoyo prestado al MinVivienda, para definir la alternativa de las aguas subterráneas como fuente de abastecimiento de la nueva planta desalinizadora de San Andrés).

Presentación de documento con estructura definitiva sobre la propuesta de objetos a estandarizar con sus dominios y atributos. Se ha dado respuesta a múltiples derechos de petición relacionados con aguas subterráneas.

Se adquirieron 15 equipos GNSS para captura de información georreferenciada, se realizó la revisión y validación del funcionamiento de estos, y se realizó entrenamiento al personal del grupo en el uso y manejo de estos equipos.

Proyecto de Gestión ID 1000716: Perforaciones de Gradiente Térmico En Paipa

Objetivo: Perforar agujeros con profundidad máxima de 500 m para obtener gradientes de temperatura, recuperación total de núcleos y registros físicos. Confirmar la anomalía térmica del área geotérmica. Validar el modelo geológico hasta la profundidad de perforación. Realizar investigaciones geológicas y geofísicas del subsuelo del área geotérmica a partir de muestras de núcleos y registros físicos adquiridos. Generar un nuevo insumo con información del subsuelo para actualizar el modelo geológico 3D.

Productos y entregables: Confirmar la anomalía geotérmica del área geotérmica. Validar el modelo geológico hasta la profundidad de perforación. Realizar investigaciones geológicas y geofísicas del subsuelo del área geotérmica a partir de muestras de núcleos y registros físicos adquiridos

Avances y logros: Procesos de contratación directa de dos perforaciones de gradiente térmico y conocimiento geológico y concurso de méritos abierto para la interventoría integral. Avances en la perforación del primer agujero en la vereda El Salitre-Sector San José, suroccidente del municipio de Paipa.

Proyecto de Gestión ID 1001176: Investigación Geotérmica de Colombia

Objetivo: Dar continuidad a los trabajos de geofísica y complementar el estudio geológico del área y realizar actividades de exploración en las áreas geotérmicas del Nevado del Ruiz, Paramillo de Santa Rosa y Cerro Machín.

En el marco del proyecto de Investigación Geotérmica de Colombia se realizaron avances en estudios de investigación de las áreas geotérmicas de Volcán Azufral, Paipa, San Diego, Cerro Machín, Paramillo de Santa Rosa, Nereidas – Botero Londoño (Nevado del

Ruiz) y, se realizó la selección del área geotérmica del volcán Cerro Bravo, como nueva de investigación. Por otra parte, se llevaron a cabo la Estimación de Potencial Energético enmarcada el Atlas Geotérmico de Colombia, actividades de mejoramiento de la infraestructura de investigación geotérmica y contratos de adquisición de bienes y servicios.

Área geotérmica del Volcán Azufral. Con los trabajos realizados en el año 2020, se concluyeron los trabajos proyectados para la investigación de ésta área geotérmica. Durante el 2020 se concluyeron los siguientes productos:

- Informe de Modelación geológica 3D por constreñimiento de información de la cartografía geológica con datos geofísicos de gravimetría y magnetometría.
- Informe de Geoquímica de fluidos del área geotérmica del volcán Azufral y borrador de artículo técnico.
- Informe Modelo conceptual descriptivo del área geotérmica del volcán Azufral, cuyo diagrama esquemático es presentado en figura.
- Borrador de artículo de geoquímica e isotopía de fluidos.
- Borrador de modelación magnetotelúrica 3D, con base en la modelación 3D propia del grupo de trabajo institucional.

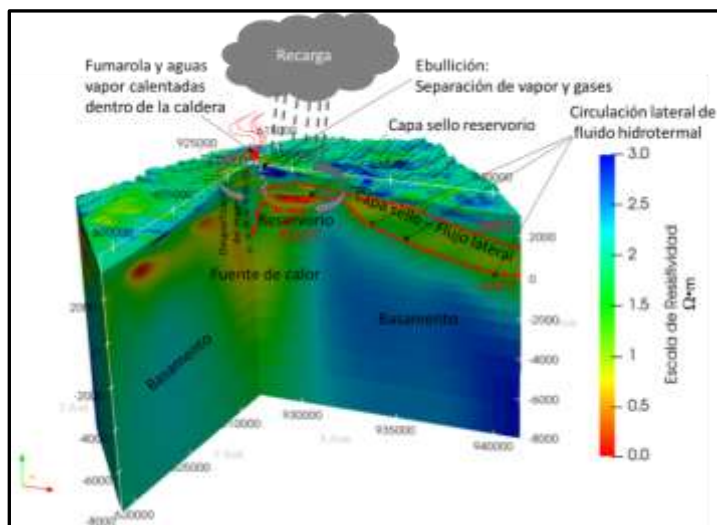


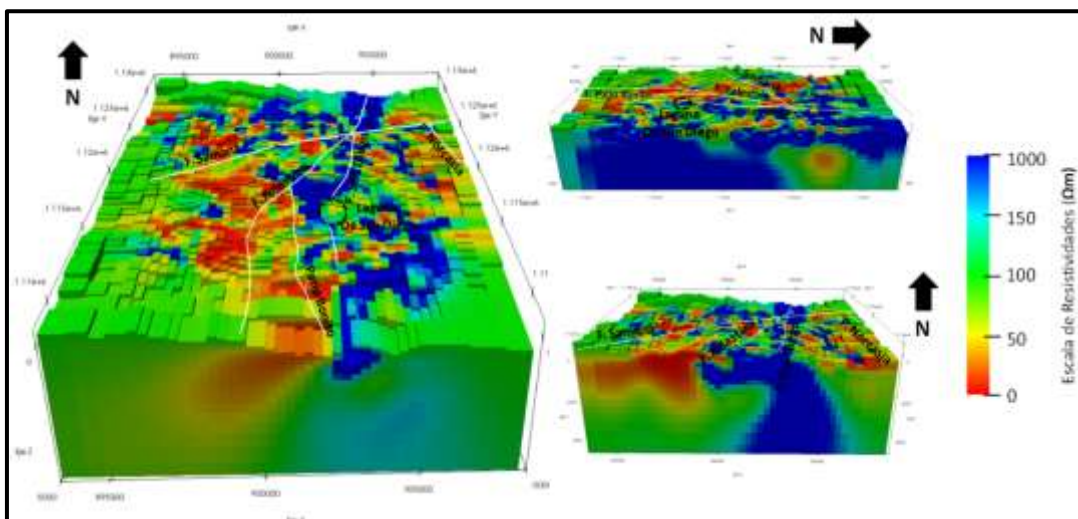
Diagrama esquemático del modelo conceptual descriptivo propuesto para el área geotérmica del volcán Azufral.

Área geotérmica de Paipa. Para el área geotérmica de Paipa en donde ya se habían concluido y oficializado todos los trabajos de investigación, se publicó el artículo del estudio magnetotelúrico a partir de la modelación 3D y se elaboró el borrador del artículo técnico sobre geoquímica de fluidos. Adicionalmente, durante el 2020, se publicó el capítulo "Paipa Geothermal System, Boyacá: Review of Exploration Studies and

Conceptual Model" en el libro The Geology of Colombia; este capítulo fue presentado en el marco del simposio de lanzamiento del libro.

Área geotérmica de San Diego. En el área geotérmica de San Diego, específicamente en el polígono del mar de San Diego, se concluyeron los siguientes productos y entregables:

- Estudio magnetotelúrico 3D del área geotérmica de San Diego. El modelo es ilustrado en la figura siguiente.
- Revisión de informe de geofísica de campos potenciales.
- Informe de avance del Modelo geológico 3D por constreñimiento de información de la cartografía geológica con datos geofísicos de gravimetría y magnetometría.
- Informe de avance de geoquímica de fluidos del área geotérmica.
- Informe de avance de procesamiento de datos magnéticos aerotransportados.



Modelo magnetotelúrico 3D del área geotérmica de San Diego

Área geotérmica del Volcán Cerro Machín. En el área geotérmica del Cerro Machín, se elaboraron los siguientes productos y entregables:

- Informe de geología estructural y alteración hidrotermal, revisado y entregado al proceso de oficialización.
- Informe del estudio magnetotelúrico 3D, revisado por pares externos y entregado al proceso de oficialización.
- Informe revisado de geofísica de campos potenciales.

Área geotérmica del Paramillo de Santa Rosa. En el área geotérmica del Paramillo de Santa Rosa, se elaboraron los siguientes productos y entregables:

- Informe de geología estructural y alteración hidrotermal, revisado y entregado al proceso de oficialización.
- Informe de avance de geoquímica e isotopía de fluidos.
- Informe de avance de recopilación para el estudio magnetotelúrico.

Área geotérmica de Nereidas-Botero Londoño (Nevado del Ruiz). En el área geotérmica de Nereidas-Botero Londoño, se realizó la adquisición de datos de geofísica de gravimetría y magnetotelúrica. En este caso, se elaboraron los siguientes entregables:

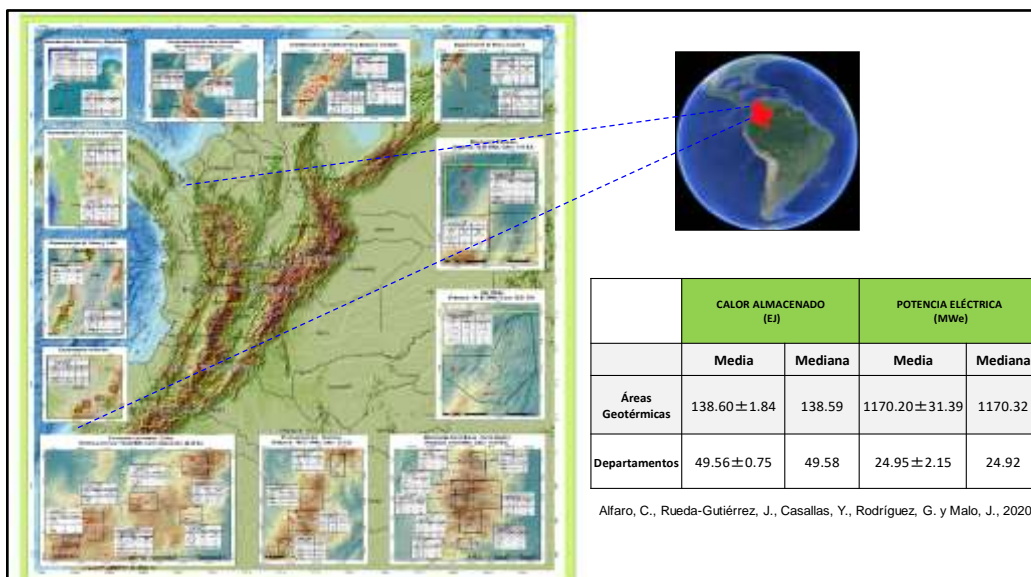
- Informe de avance de geofísica de campos potenciales
- Informe de avance del estudio magnetotelúrico

Área geotérmica del volcán Cerro Bravo. Para la selección de la nueva área de investigación, se realizaron compilaciones de información geológica, principalmente, de las áreas Sotará – Sucubún y Cerro Bravo y, se realizó un taller de discusión. En dicho taller se seleccionó como nueva área de investigación a la del Volcán Cerro Bravo. La compilación de información y la memoria del taller, corresponden a los entregables de esta actividad.

Atlas geotérmico de Colombia: Estimación del potencial energético. Durante el 2020 se implementó el método volumétrico de calor almacenado con simulación de Montecarlo, para estimación del potencial energético de los recursos geotérmicos, en 21 áreas geotérmicas definidas por el SGC, como polígonos regulares en los que se agruparon manantiales termales, posibles fuentes de calor y fallas o cruces de fallas. Los resultados de esta estimación fueron presentados en el 7º. Congreso de Geotermia para América Latina y El Caribe (GEOLAC) y en el cierre de la Mesa de Trabajo de Geotermia convocada por el Ministerio de Minas y Energía. Los productos y entregables generados en esta fase incluyen:

Informe de Estimación preliminar del potencial geotérmico de Colombia. En la figura siguiente se ilustra el mapa de áreas y se presenta el resumen de las estimaciones de calor almacenado y potencia eléctrica.

Borrador de artículo técnico Aproximación al potencial geotérmico de Colombia.



Resumen de estimación de calor almacenado y potencia eléctrica en áreas geotérmicas relacionadas con sistemas hidrotermales convectivos, definidas por el SGC.

Actividades de mejoramiento de la infraestructura de investigación geotérmica. Dentro de esta fase del proyecto, se realizaron los siguientes entregables:

- Informe de avance del proyecto piloto de sismología aplicada a la exploración geotérmica.
- Guía para modelación 3D de datos gravimétricos y magnéticos.
- Guía para la medición de radón en agua.
- Informe de revisión de información sobre mediciones de CO₂ en aire del suelo.
- Tabla e informe de avance sobre compilación de registros físicos de pozos de las cuencas sedimentarias de Llanos Orientales y Caguan Putumayo, para estimación de gradiente térmico.
- Recopilación de material de tres asesorías: sismología aplicada a la exploración geotérmica, modelación 3D de datos gravimétricos y magnéticos y metodología Play Fairway Analysis para exploración geotérmica.

Adquisición de bienes y servicios. Durante el año 2020, se suscribieron contratos para adquisición de bienes y servicios, así: un gravímetro; tres magnetómetros; un susceptímetro magnético; muestreadores de vidrio para recolección de muestras de gases; accesorios y materiales para equipos de magnetotelúrica; mantenimiento de licencia de modelación de datos magnetotelúricos 3D (ModEM) y; mantenimiento de un equipo Rad7 para medición de gas radón en aire del suelo y en agua.

Proyecto ID 1000676: Mapa geológico del Complejo Volcánico Galeras

Descripción del proyecto: Mapa geológico del Complejo Volcánico Galeras (2017-2020) – Nueva versión del mapa geológico del área de influencia del Complejo volcánico Galeras (CVG).

Objetivo: Elaborar el mapa geológico del área asociada al Complejo Volcánico Galeras (CVG) establecer su historia eruptiva.

Justificación: En Colombia se conocen actualmente alrededor de 30 estructuras volcánicas consideradas como activas (en diferentes grados), entre las cuales se encuentra el Complejo Volcánico Galeras (CVG) que es objeto de éste estudio. Los estudios e investigaciones sobre la geología de los volcanes colombianos deben enfocarse en adquirir el conocimiento básico sobre los edificios volcánicos y los procesos que los han generado; profundizar en el entendimiento de la relación del vulcanismo con la evolución tectónica del país y con la distribución de recursos minerales; aunado al análisis de las implicaciones en la evaluación de la amenaza y la gestión del riesgo. El estudio geológico de los volcanes colombianos es de gran importancia por varias razones: en primer lugar porque el estudio del vulcanismo aporta información muy valiosa sobre el interior del planeta; por otro lado, existen recursos minerales y energéticos asociados a ese fenómeno; y por último, con frecuencia hay asentamientos humanos muy cerca de los volcanes (en parte debido a la buena calidad de los suelos generados a partir de depósitos volcánicos) lo cual genera potenciales situaciones de peligro para las comunidades que allí habitan. La investigación sobre el vulcanismo es interdisciplinaria e involucra estudios geofísicos, petrológicos, geoquímicos, geocronológicos, geodinámicos, ambientales; y sirve de base para la evaluación de las amenazas de origen volcánico.

La evaluación del geopotencial positivo o negativo asociado a la actividad volcánica es una herramienta fundamental en los planes de ordenamiento territorial y en la prevención y atención de desastres. Para ello es necesario llevar a cabo las investigaciones que permitan conocer y comprender este tipo de fenómeno. Se requiere información completa sobre la geología, la geomorfología, la tipología eruptiva, la estratigrafía y la evolución magmática del volcán objeto de estudio. Todo esto nos permite establecer las características de los productos generados por el volcán, su comportamiento interno y externo, tanto en el presente como en el pasado, y con ello prever su comportamiento futuro.

Beneficios:

- Ampliación del conocimiento sobre la geología de volcanes colombianos.
- Obtención de versión actualizada del mapa geológico del CVG de acuerdo con la información detallada que sea obtenida.

- Adquisición de la información requerida y necesaria para conocer la historia eruptiva del CVG.
- Producción del mapa geológico del CVG, que es el insumo fundamental y necesario para la posterior evaluación de la amenaza volcánica asociada a este volcán activo.
- Información de insumo para futuros estudios sobre la variedad de recursos económicos (geotérmicos, yacimientos minerales, materiales de construcción, turismo, alta calidad del suelo, etc.) derivados de la actividad del CVG, que pueden ser aprovechados por la comunidad que habita en su área de influencia.

Productos y entregables:

- Mapa geológico del Complejo Volcánico Galeras
- Informe técnico correspondiente
- Geodatabase

Avances y logros: Se recibió la totalidad de los resultados definitivos de dataciones C-14 de 143 muestras de carbones, maderas y paleosuelos (por parte de la Universidad de Zúrich), a partir de lo cual se realizó la correlación de unidades y revisión de la estratigrafía del CVG. Adicionalmente, se recibió el primer lote de resultados de dataciones de Ar-Ar de 33 muestras representativas del CVG, por parte del Laboratorio de Geocronología de Argón de la Universidad Vrije de Ámsterdam.

La Dirección de Laboratorios entregó la totalidad de secciones delgadas pendientes y de los reportes de geoquímica de roca total de muestras representativas del CVG, solicitados durante 2018-2019: a) 25 secciones delgadas, y sus correspondientes testigos; b) los reportes de los valores de FeO de 77 muestras y c) los resultados de química de roca total de 36 muestras.

En cuanto al procesamiento de información se avanzó en el análisis petrográfico de las secciones delgadas del proyecto, y se terminaron de ajustar, completar y actualizar 233 formatos de análisis petrográficos. A partir de estos análisis se subdividieron las unidades litoestratigráficas según sus características texturales y mineralógicas. También se avanzó en el procesamiento de los datos geoquímicos de muestras representativas del CVG.

Se organizó la estructura de la geodatabase actualizando objetos geográficos, atributos y relaciones. Adicionalmente, se culminó el proceso de actualización y ajuste a 2020 de la información temática y alfanumérica del proyecto Galeras en la geodatabase. Con base en lo anterior se actualizó la información almacenada en el Geovisor "GEOVOLCANES.

Además, se culminó la elaboración de columnas estratigráficas simples de las estaciones en las que hay muestras con datación por C-14, y se reorganizaron las carpetas, en el repositorio asignado al grupo de trabajo dentro del servidor institucional que contienen

las fotografías de campo y las columnas estratigráficas, con base en los estándares definidos por el GGV.

Por otra parte, con base en la revisión estratigráfica realizada se realizaron ajustes y digitalización de los polígonos de las unidades litoestratigráficas y leyenda del mapa geológico del CVG, versión 2020. De igual forma, se realizó el filtrado de la información estructural para ajustes a fallas y lineamientos geológicos y se elaboró el mapa geomorfológico del CVG teniendo en cuenta los estándares del SGC, para lo cual se realizó la caracterización y descripción de las unidades geomorfológicas con los elementos que las caracterizan. Con base en los avances, resultados y discusiones de la geología, geomorfología, geocronología, petrografía y estructural se culminó la actualización de los capítulos del informe técnico “Geología y estratigrafía del Complejo volcánico Galeras” versión de avance 2020 y sus respectivos anexos.

Retos: Adelantar el análisis petrográfico debido a que la sala de microscopios de petrografía del SGC estuvo cerrada, pero cumpliendo con protocolos de bioseguridad, se pudo continuar con la actividad.

Se realizó prórroga por cuatro meses (hasta febrero de 2021) del contrato para las dataciones Ar-Ar, con el Laboratorio de Geocronología de Argón de la Universidad Vrije de Ámsterdam, debido a retrasos generados por causa de la emergencia del COVID-19 (cierre del laboratorio y del reactor nuclear de Oregón, USA). Aunque durante el último trimestre del 2020 la Dirección de Laboratorios hizo entrega de los resultados de los análisis de laboratorio que estaban pendientes (litogeoquímica y secciones delgadas), la entrega tardía de estos resultados generó un retraso acumulado en la actividad de análisis y procesamiento de la información.

Proyecto ID 1001386: Investigación metodológica para la elaboración del estándar en cartografía geológica en ambientes volcánicos.

Descripción del Proyecto: Este proyecto es una nueva iniciativa del Grupo de trabajo Geología de Volcanes (GGV) del Servicio Geológico Colombiano (SGC), en la que se han integrado de manera orgánica dos propósitos con los que busca dar respuesta a dos de las necesidades que desde tiempo atrás se han venido planteando: 1) Generar y validar estándares para la presentación de la información que produce el GGV, y que pueda ser útil para otros grupos de trabajo dentro y fuera del SGC. 2) Dar a conocer, divulgar y/o publicar, en escenarios más amplios, los resultados de los proyectos que lleva a cabo el GGV del SGC.

Objetivo: Elaborar una guía metodológica de estándares para cartografía geológica en áreas volcánicas y para levantamiento estratigráfico de depósitos de origen volcánico. Fomentar la apropiación social del conocimiento mediante la difusión de los productos y resultados obtenidos por el GGV, a través de publicaciones científicas o de divulgación.

Justificación: En el ámbito de la geología de volcanes colombianos, en lo que va del siglo XXI, en el SGC se han logrado significativos avances, en cuanto al desarrollo del levantamiento y cartográfica de los productos derivados de la actividad de algunos de estos volcanes (Doña Juana, Sotará, Nevado del Ruiz, Paramillo de Santa Rosa y más recientemente Galeras), como resultado se han obtenido los respectivos mapas geológicos, con características diversas, y que finalmente han sido el insumo fundamental para los posteriores trabajos de elaboración de mapas de amenaza volcánica (Nevado del Ruiz y Sotará) y los estudios sobre el potencial geotérmico de las zonas de interés (Nevado del Ruiz y Paramillo de Santa Rosa). Ha sido precisamente en este contexto que se ha venido planteando la necesidad de elaborar una guía metodológica, institucional, de estándares, integrada y unificada, para la cartografía geológica en áreas volcánicas y para el levantamiento estratigráfico de los depósitos de origen volcánico. Como respuesta a esto, en 2017 el Grupo de Geología de Volcanes (GGV) inició el proyecto para elaborar una propuesta de estándares para presentación de mapas geológicos de zonas volcánicas, en la cual se definen los símbolos de puntos, líneas y polígonos sólidos y de patrones, para cartografía de unidades de origen volcánico; con el fin de generar una metodología unificada a nivel nacional, que permita representar con claridad las características de la historia eruptiva ya sea de un volcán o una región volcánica, a diferentes escalas, que a su vez permita establecer correlaciones espacio-temporales más objetivas entre las diversas zonas volcánicas del país. En esta propuesta de estandarización se presentan los procedimientos y especificaciones técnicas que se deben desarrollar e implementar para el uso y manejo adecuado de la información de los mapas geológicos de volcanes, de acuerdo a la normatividad del SGC y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE). Subsecuentemente, durante el desarrollo de dicho proyecto se estableció la necesidad de preparar y/o actualizar otro tipo de estándares, complementarios a los de cartografía, necesarios para la adquisición, almacenamiento y/o presentación de los resultados de los trabajos de campo (columnas estratigráficas, registro fotográfico e inventario de muestras) y de análisis en laboratorio (granulométricos/composicionales, petrográficos y litogeoquímicos) llevados a cabo por el GGV. Para algunos de estos procedimientos ya se tiene material o documentos previos (formatos, guías, instructivos, etc.) que deben ser revisados y actualizados, o incluso ya existen algunas nuevas propuestas preliminares que, al igual que la propuesta de estándares para cartografía geológica de volcanes colombianos, deben ser sometidas a validación por lo menos dentro del SGC. Así mismo, se ha planteado de manera recurrente y constante la necesidad e importancia de hacer una mayor y más amplia difusión de los resultados obtenidos por los grupos de trabajo del SGC, concretamente en este caso del GGV, a través de publicaciones científicas o de divulgación; como respuesta además al compromiso institucional de fomentar la apropiación social del conocimiento, con lo que se logra al mismo tiempo retribuir al país por la inversión que se hace en los proyectos de investigación que desarrolla el SGC, con los que se busca así contribuir al desarrollo económico y social del país, a través de la investigación, en Geociencias básicas, aplicada al conocimiento del subsuelo, del potencial de sus

recursos, a la evaluación y monitoreo de amenazas de origen geológico, y la gestión integral del conocimiento geocientífico entre otras.

Beneficios:

- Producir una guía metodológica de estándares, institucional, unificada e integrada, para la presentación de la cartografía geológica y el levantamiento estratigráfico en áreas volcánicas de Colombia, a diferentes escalas, y para la representación de la correspondiente historia eruptiva; de tal forma que dicha guía deberá quedar a disposición tanto de usuarios internos como externos del SGC, lo que finalmente facilitará la comunicación y entendimiento entre diferentes usuarios y entidades.
- Elaborar propuestas de estándares para la adquisición, almacenamiento y presentación de la información obtenida en campo y en laboratorios, durante el desarrollo de las labores de cartografía geológica y levantamiento estratigráfico en volcanes colombianos, redundará en el mejoramiento de las prácticas de obtención, almacenamiento, procesamiento, conservación y divulgación de los resultados de las investigaciones geocientíficas desarrolladas por el Grupo de Geología de Volcanes (GGV), las cuales forman parte del patrimonio institucional.
- Lograr expandir el espectro de difusión y divulgación de los resultados y productos generados por el GGV, hacia ámbitos más amplios, tanto nacional como internacionalmente, lo que a su vez incidirá en el impacto hacia la comunidad y la reputación del SGC ante instancias y entidades homologas o afines en el país o en el exterior.
- Conseguir que la comunidad de volcanólogos colombianos utilice las propuestas, presentadas por el GGV, para cartografía y levantamiento estratigráfico en zonas volcánicas facilitará la comunicación y el entendimiento entre los mismos, de tal forma que la simbología y la terminología estandarizadas conlleven a interpretaciones y lecturas equivalentes e inequívocas, tanto entre generadores de la información como entre los usuarios de la misma.
- Contribuir a la generación y ampliación del conocimiento geocientífico, integral, del territorio nacional; especialmente, en el avance del conocimiento volcanológico que sirva como base para futuros estudios de evaluación de las amenazas volcánicas y del potencial geotérmico y de otros recursos, y en la gestión integral del riesgo, el ordenamiento territorial y la planificación del desarrollo.

Productos y entregables:

- Guías de estándares para cartografía geológica en áreas volcánicas y para levantamiento estratigráfico de depósitos de origen volcánico.
- Manuscritos de publicaciones académicas y de divulgación, así como instructivos para la elaboración de análisis de campo y laboratorio.
- Dos (2) propuestas editoriales ilustradas, una sobre volcanes colombianos y otra

sobre petrografía de muestras representativas de volcanes colombianos.

Avances y logros: Tal como se había programado, este proyecto se terminó y llegó a buen fin, a 31 de diciembre del 2020.

En cuanto a las guías de estándares, se entregó al Comité Editorial del SGC el documento “Estándares geográficos para geología de volcanes colombianos” versión 2020, para su publicación y se finalizó la nueva versión del “Instructivo para la digitalización de columnas estratigráficas en ambientes volcánicos”, con sus respectivos anexos; y con base en este documento, se terminó de preparar y ajustar un nuevo manuscrito titulado “Proposal for digital graphic logs in volcanic areas”.

Con relación a los manuscritos, planteados desde inicios del proyecto, se publicó el artículo "Guidelines for digital geological maps of Pliocene-Holocene composite volcanoes: A contribution from Colombia", en el Journal of South American Earth Sciences (doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103110>), y se culminó la revisión y ajustes, por parte de autores del GGV y de los autores externos a la entidad, del manuscrito “Characterization of recent pyroclastic density currents at the Galeras Volcano (Colombia): Contribution to the hazard assessment”, el cual fue sometido para publicación al Journal of Volcanology and Geothermal Research.

Se elaboraron dos documentos de propuestas editoriales sobre "Los volcanes de Colombia" y el “Atlas petrográfico de volcanes colombianos”.

Además, se finalizó la propuesta para la modificación de los formatos de análisis petrográficos de rocas volcánicas y de rocas volcanoclásticas.

Adicionalmente, se realizó la revisión final de tres capítulos publicados en el libro “The Geology of Colombia” y su respectiva presentación en el simposio “The Geology of Colombia: La historia geológica del territorio colombiano” en noviembre del 2020.

Retos: A pesar de que una de las funcionarias, pasó a otro grupo de trabajo en febrero de 2020, lo que inicialmente y durante un tiempo repercutió en la realización de algunas de las actividades, sumado a retrasos menores durante el periodo de cuarentena debido a dificultades de acceso a las carpetas y archivos que se encuentran en los repositorios del servidor institucional; finalmente se logró terminar el proyecto.

Proyecto ID 1000702: Modelamiento petrogenético volcán Doña Juana

Descripción del Proyecto: Modelamiento petrogenético del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ) y determinación de condiciones físicos-químicas de sus erupciones (2017-2021).

Objetivo: Elaborar el modelamiento petrogenético del sistema de bombeo magmático del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ), con base en la investigación de la geoquímica de sus productos y la determinación de condiciones fisicoquímicas que hayan controlado sus erupciones. Adicionalmente se busca contribuir con la apropiación social del conocimiento geológico sobre el volcán Doña Juana. Se tiene proyectado el logro de estos objetivos en el marco de un convenio especial de cooperación que se espera celebrar con la Universidad de Los Andes, a varios bienios.

Justificación: El Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ), objeto de este estudio, es una de las estructuras volcánicas de Colombia que han sido reportadas como activas (Servicio Geológico Colombiano, 2013). El SGC ha elaborado dos trabajos geológicos en el CVDJ, uno entre 2007-08 y otro entre 2015-16. En el primero se pudieron identificar muchos depósitos volcánicos y unidades eruptiva y se realizó la primera versión del mapa e historia geológica de este complejo, llevada a cabo por el SGC. Durante el segundo proyecto, “Modelo evolutivo del Complejo Volcánico Doña Juana: integración de los análisis de litofacies, geocronología y petrología”, llevado a cabo por el Grupo de Geología de Volcanes, de la Dirección de Geociencias Básicas del SGC, se obtuvo un avance significativo en el conocimiento sobre la historia eruptiva de dicho volcán, con apoyo de petrografía, geoquímica, geocronología y más trabajo de campo, el cual ha quedado plasmado en un informe que actualmente está en fase de revisión final antes de proceder a su oficialización. La calidad de algunos de los resultados obtenidos merece su envío a una revista indexada, para contar con el aval nacional e internacional del gremio vulcanológico y geológico sobre el manejo e interpretación de los datos. Además, a partir de los resultados, se abrieron nuevas preguntas y posibilidades de investigación, que podrían abarcarse dentro del marco de un convenio especial de cooperación con el Departamento de Geociencias de la Universidad de Los Andes, y que se podrían presentar como contribuciones, desde Colombia, a la generación de conocimiento global sobre geología de volcanes y complejos volcánicos andinos. Con el fin de aunar esfuerzos para comprender mejor el funcionamiento del CVDJ y publicar los resultados en revistas indexadas, de alto factor de impacto, a nivel internacional, se proponen frentes de investigación (cartografía, modelamiento petrogenético y definición de controles físico-químicos en erupciones), cuyos resultados se propondrán como artículos con coautorías compartidas entre ambas instituciones.

Beneficios:

- Ampliación del conocimiento sobre la geología de volcanes colombianos.
- Divulgación del mapa geológico del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ).
- Generación del modelo petrogenético del CVDJ.
- Obtención de información preliminar sobre algunos de los controles físico-químicos de erupciones representativas del CVDJ.

Productos y entregables: Manuscrito de artículo, para revista indexada, sobre el modelamiento petrogenético del CVDJ.

Avances y logros: Se terminó la sistematización, el procesamiento y la interpretación preliminar de los datos de geoquímica (elementos mayores y elementos traza) de roca total de muestras representativas del CVDJ.

Se terminó el análisis petrográfico de las muestras representativas del CVDJ.

Se avanzó en la sistematización y la organización de los resultados obtenidos del análisis químico de minerales (feldespatos, anfíboles, piroxenos y óxidos, hechos en la microsonda electrónica de la Universidad Complutense de Madrid (España), sobre secciones delgadas pulidas de las muestras representativas del CVDJ.

Se avanzó en el procesamiento de algunos de los resultados del análisis químico de minerales obtenidos, con microsonda electrónica, hasta el momento.

Se elaboró el reporte de avance en la interpretación de datos geoquímicos de roca total de las muestras representativas del CVDJ.

Para compensar el efecto acumulado del retraso en algunas actividades de este proyecto, se ha adelantado una nueva actividad que consiste en la preparación y revisión de dos nuevos manuscritos, para revista indexada, derivados de una tarea que fue completada previamente: "Decoding effusive/explosive transitions in the Holocene to Recent activity of Doña Juana dacitic volcano (Colombia)" y "Structurally controlled volcanic edifices within a strike-slip tectonics in the Northern Andes: Doña Juana Volcanic Complex study case".

Retos: El avance del proyecto se ha visto afectado por el efecto acumulado del retraso en algunas de las actividades, debido a diversas circunstancias ajenas a la voluntad de los participantes (nacionales e internacionales, entre ellas la problemática asociada a la contingencia relacionada con la crisis del COVID-19

Proyecto ID 1000754: Caracterización del vulcanismo del NE de Caldas

Descripción: Caracterización del vulcanismo del NE de Caldas y su relación con el vulcanismo activo del segmento norte de la cordillera Central. Caracterizar el vulcanismo, del NE del departamento de Caldas, desplazado del eje de la cordillera Central, mediante la identificación de productos asociados, edad distribución.

Objetivo: El estudio geológico - petrológico integrado propuesto para el vulcanismo en el segmento volcánico Norte de la Cordillera Central, dará claves importantes sobre el

estilo eruptivo, origen y la evolución temporal del magmatismo en el ZVNA. Conocer si los volcanes identificados presentan actividad reciente que indiquen que puedan tener erupciones en el futuro.

Productos y entregables:

1. Generar conocimiento sobre vulcanismo monogenético y transicional en el territorio.
2. Complementar el conocimiento de la evolución geológica del territorio.
3. Vulcanismo del NE de Caldas su relación en el contexto del vulcanismo en el país.

Avances y logros: Se completó la cartografía de domos y depósitos del Complejo Volcánico de Guadalupe mediante la integración de información obtenida en levantamientos en campo, imágenes remotas de alta resolución y resultados de análisis de componentes, petrológicos y geoquímicos. Se identificaron tres posibles estructuras de emisión volcánica en el área de Guadalupe, dos de ellas a verificar en campo (Figura siguiente). La obtención de resultados de dataciones permitió la actualización de la tefroestratigrafía. Se actualizó el modelo estructural con información de sensores remotos y datos de campo.

En la interpretación de información y datos, incluyendo dataciones y petrografía recientemente obtenidas, se ve la necesidad de hacer unas revisiones puntuales en campo para la redacción final del Informe del Complejo de Domos de Guadalupe.

La dificultad que representa el trabajo virtual, sin el acceso a herramientas como microscopios, estereoscopios y reuniones presenciales con el grupo de trabajo, ralentiza una eficaz interpretación y consolidación de resultados. Adicionalmente, el limitado acceso a microscopios petrográficos por las medidas de contingencia sanitarias decretadas por el gobierno nacional, ha retrasado la entrega de resultado de análisis de secciones delgadas de muestras del Complejo Volcánico de Guadalupe.

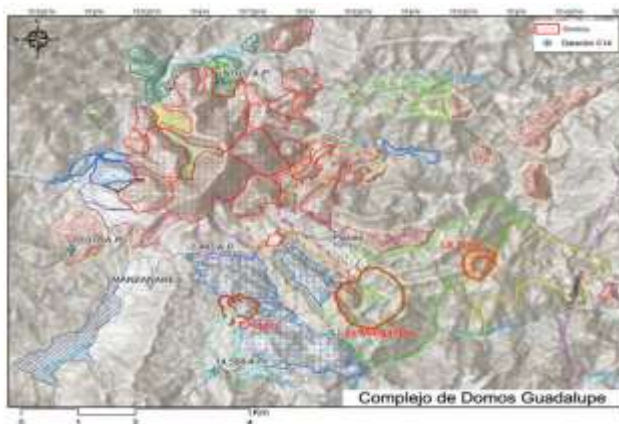


Figura. Complejo de domos Guadalupe y otras estructuras asociadas

Proyecto de Gestión ID 1000768. Cartografía del borde occidental de la Plancha 146 – Medellín Occidental a escala 1:50.000

Objetivo: Cartografiar el borde occidental de la plancha 166 Jericó a una escala 1:50.000 y describir en un informe final las características de las unidades geológicas y estructuras en el área de estudio.

Productos y entregables:

- Realizar la cartografía geológica de las planchas 166-I y 166-III a escala 1:50.000 de acuerdo con los estándares establecidos por el Servicio Geológico Colombiano.
- Hacer la memoria final explicativa de acuerdo con los estándares establecidos por el Servicio Geológico Colombiano

Logros: Se oficializó el informe con anexos y se hizo el cierre en la plataforma Plan View

Proyecto de Gestión ID 1001016: Cartografía del Borde Occidental de la plancha 166, escala 1:50.000

Objetivo: Cartografiar el borde occidental de la plancha 166 Jericó a una escala 1:50.000 y describir en un informe final las características de las unidades geológicas y estructuras en el área de estudio.

Productos y entregables:

1. Realizar la cartografía geológica de las planchas 166-I y 166-III a escala 1:50.000 de acuerdo con los estándares establecidos por el Servicio Geológico Colombiano.
2. Hacer la memoria explicativa final de acuerdo con los estándares establecidos por el SGC.

Avances y logros: Análisis petrográfico de todas las secciones delgadas entregadas. Elaboración de cartografía geológica preliminar a partir de análisis de estudios anteriores, fotogeología, campo y análisis de laboratorio disponibles a la fecha y su respectivo mapa digital. Descripción de las unidades geológicas del capítulo de estratigrafía hasta la sección de petrografía. Informe final avance en un 90%.

No se han recibido los resultados del laboratorio de Geocronología y Litogeoquímica y están pendientes la entrega de las secciones delgadas de la última comisión hecha en el 2019. No se ha podido ejecutar la última comisión programada.

Proyecto de Gestión ID 1001274: Ortoneises de la Cordillera Central

Objetivo: Realizar el estudio y caracterización petrográfica, litogeoquímica, química mineral y geocronología de los ortoneises de la Cordillera Central desde los límites con el vecino país del Ecuador hasta el norte de la Cordillera Central en Antioquia.

Productos y entregables: Realizar el estudio petrográfico, geoquímico y geocronológico de 10 ortoneises, hacer el muestreo geológico a 10 ortoneises.

Avances y logros: Elaboración de los catálogos estratigráficos: Neis Horizontes, Granito gnéisico de Palmitas, Neis de Abejorral, Neis del Alto de Minas, Neis de Río Verde, Neis de Samaná, Neis de Naranjales, Neis de Padua, Neis de Manizales y San Félix, Neis de Chinchiná, elaboración de mapas, se terminó de corregir los contactos de los Neises y Anfibolitas de Tierradentro y se digitaliza la versión actualizada de la plancha 226. Entrega de resultados por laboratorios No se ha recibido ningún resultado de los laboratorios de las muestras enviadas hasta la fecha. Se suspendieron las comisiones del año.

Proyecto de Gestión ID 1001286: Estrategias de geoconservación en el territorio

Objetivo: Desarrollar conocimiento sobre el patrimonio geológico y paleontológico del país por medio de investigaciones que permitan el reconocimiento, puesta en valor y desarrollo de metodologías y procedimientos que deriven en su conservación y apropiación social y por lo tanto la implementación del sistema de gestión integral del Patrimonio Geológico y Paleontológico de la nación establecido mediante el Decreto 1353 del 31 de 2018.

Productos y entregables:

1. Definir la metodología para la identificación de los lugares de interés geológico, a partir de criterios representativos de la historia geológica de Colombia.
2. Definir un protocolo de levantamiento de la información para el inventario de patrimonio geológico y paleontológico mueble e inmueble.
3. Desarrollar y evaluar las metodologías de valoración del patrimonio geológico y paleontológico mueble e inmueble.
4. Definir las bases conceptuales y lineamientos para el establecimiento de Planes de Manejo y Protección para patrimonio geológico paleontológico mueble e inmueble.
5. Implementar una geodatabase para captura, almacenamiento y visualización de la información del INGEP.

6. Desarrollar los marcos de referencia, categorización y procedimientos para la declaratoria de bienes de interés geológico y paleontológico inmueble y declaratoria de Zonas de Protección Patrimonial Geológica y Paleontológica.

7. Caracterización científica y patrimonial del Lagerstätte del Cretácico Inferior de la Provincia del Alto Ricaurte como caso de estudio en la implementación de estas metodologías.

Avances y logros: Guías metodológicas de identificación y valoración mueble en inmueble. La producción de las rutas metodológicas que nos permitirán identificar el patrimonio geológico y paleontológico a partir de procesos sistemáticos y transparentes que permitan la interacción con la ciudadanía, también incluye los procesos a seguir para reconocer la importancia de los sitios o colecciones identificadas a nivel nacional de acuerdo con el grado de conocimiento existente que a su vez promueva su estudio y de esta manera su conservación. Así realizamos la implementación del Decreto 1353/2018.

Lineamientos para la declaratoria de las zonas de protección, construcción y diseño de los marcos de referencia a utilizar para analizar integralmente un yacimiento paleontológico del sur del Alto Ricaurte de relevancia internacional y proponerlos como una Zona de Protección Patrimonial Paleontológica, con el propósito de resaltar y divulgar su valor geocientífico, así como la relación de este yacimiento paleontológico con su entorno social y cultural en una de las regiones más turísticas de Colombia.

Documento de investigación del Alto Ricaurte, Publicación del artículo científico Plesiosaurs, Palaeoenvironments, and the Paja Formation Lagerstätte of Central Colombia: An Overview.

Retos: Aplicación del proceso diseñado en casos de estudio, lograr la declaratoria de la región del Sur del Alto Ricaurte, caracterizar geoquímicamente la secuencia sedimentaria de las Arcillolitas Abigarradas de la Formación paja en la región del Alto Ricaurte.

Proyecto de Gestión 1001495. Modernización de los servicios del Museo geológico e investigaciones asociadas a nivel nacional

Avances y logros: Documentos de lineamientos técnicos. El documento de “Bases conceptuales y metodológicas para el registro, inventario y catalogación de colecciones geológicas y paleontológicas”, que permitan la articulación del material existente en el Museo Geológico Nacional con un marco conceptual que establezca los parámetros del levantamiento de inventario, registro y catalogación de colecciones, buscando así la normalización en el uso de la terminología relacionada con la documentación de colecciones geológicas y paleontológicas. El documento de bases conceptuales y metodológicas para los planes de manejo de colecciones geológicas, se ha definido el

objetivo y las líneas base de lo que se propone conformar como el Plan de Acción para el Manejo de Colecciones Geológicas y Paleontológicas de Colombia, teniendo en cuenta la relación de dichos planes con aquellos requeridos para las zonas de protección contempladas en el Decreto 1353 de 2018.

Servicios de geoconservación al patrimonio geológico mueble e inmueble. Posicionamiento como ente rector del patrimonio geológico y paleontológico: Comisión Intersectorial del Patrimonio Mundial - Decreto 1464 de 2016. Convenio de Cooperación 2990-1/17 para prevenir y contrarrestar el tráfico ilícito de Bienes Culturales. Comité Colombiano de Geoparques ad hoc 2019. Consejo Nacional de Patrimonio Cultural, Decreto 2358 de 2019.

Retos: para ver su aplicabilidad a nivel nacional y lograr la declaratoria de la región del Sur del Alto Ricaurte. Desarrollo las figuras de Patrimonio Mundial y Geoparques de la UNESCO: Iniciativa Geoparques Volcán del Ruíz, Cañón del Chicamocha, Zanquenzipa, “El Chambú – La Cocha”, así como Patrimonio Mundial de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Proyecto de Gestión id 1001307: Investigaciones geológicas y paleontológicas del territorio nacional.

Objetivo: Realizar investigaciones a partir de las colecciones geológicas y paleontológicas del SGC para promover la generación de conocimiento geocientífico a partir de la divulgación científica mediante diferentes estrategias para la promoción y protección del patrimonio geológico y paleontológico.

Productos y entregables:

1. Establecer diferentes lineamientos que permitan la organización, identificación y protección de las colecciones del museo.
2. Gestionar el patrimonio geológico y paleontológico para la protección e investigación, así como la aplicación de buenas prácticas de conservación.
3. Apropiar el patrimonio geológico y paleontológico para la generación de conocimiento geocientífico.
4. Establecer escenarios geocientíficos que estimulen la interacción con conocimientos geológicos y paleontológicos.

Avances y logros: Políticas de manejo de colecciones. Las políticas son un instrumento que guía los procesos de desarrollo de en él se encuentran integrados los objetivos de la institución y las necesidades informativas de los usuarios. Las políticas establecen las

directrices que permitan un uso racional del presupuesto y los programas a llevar a cabo en los procesos del desarrollo de colecciones e investigación posicionando al SGC como referente a nivel nacional a través del fomento de las mejores prácticas en museología y dará la línea base para el manejo de las colecciones geológicas a nivel nacional.

Documento de estrategias educativas y divulgativas, la enseñanza y transmisión de conocimiento son unas de las labores más importantes de los museos, en este producto demostramos como inclusive desde la virtualidad podemos dar alcance a los públicos de manera estrecha por medio de la realización de talleres y juegos mediante plataformas electrónicas e inspirar a los más pequeños por las ciencias naturales. Realizamos los talleres sobre la amenaza geológica y los volcanes. Fue aceptado por el Comité Editorial del SGC y está en procesos de revisión de pares.

Retos: Su implementación y alcance a nivel nacional. Reconocer más y diversas estrategias de transmisión del conocimiento desde los museos.

Fortalecimiento de la capacidad institucional en la adquisición de equipos de alta tecnología dirección de geociencias básicas

La Dirección de Geociencias Básicas con el fin de fortalecer la capacidad investigativa del SGC, para ofrecer, procesar e integrar la información con tecnologías innovadoras, ampliar la oferta de técnicas analíticas integradas a la ejecución de los proyectos, consolidar y organizar la información en los repositorios, mejorar el conocimiento del subsuelo del territorio nacional, realizar modelos geodinámicos, integrar la información gravimétrica con la interpretación de la información base para la elaboración de los mapas geológicos, de estructuras mayores y de estructuras neoformadas, decidió adquirir equipos de investigación de alta tecnología, que están a la vanguardia a nivel mundial.

Los beneficios en esta adquisición permitirán garantizar que a mediano plazo: se mejore el tiempo de ejecución de los proyectos, se disminuya los costos de ejecución de los proyectos debido a la, entrega oportuna de los resultados, se mejore la calidad de la interpretación que estaría acorde a los estándares de investigación internacionales, se mejore la calidad de los productos institucionales en el sentido que los datos de estas investigaciones serán de alta confiabilidad, se pueda generar publicaciones indexadas en revistas de alto nivel científico y alto impacto internacional.

EQUIPOS	APLICACIONES	COSTOS \$
Microscopio motorizado y automatizados digitalización petrográficas	trioocular y sistemas para láminas. Permitirá tener imágenes de secciones delgadas completas para el análisis de la misma, en las cuales se pueda evaluar la micro textura y la estructura de las rocas o características relevantes en estudios micropaleontológicos, mejorar la clasificación de las muestras analizadas. Adquisición de imágenes de alta resolución, con gran número de funciones básicas como visualización, realce, medición y documentación para una base de datos de colecciones petrográficas y bioestratigráficas.	1.457.816.640
Sistema ICP-MS (espectrómetro de masas con plasma de acoplamiento inductivo).	Equipo para la preparación de muestras en análisis litogeoquímicos.	1.737.436.485
Equipos de microscopía óptica	Identificar y trabajar con minerales y rocas Clasificación y descripción de rocas, mediante su caracterización de las propiedades texturales y composicionales.	1.041.476.606
Microsonda electrónica de emisión de campo. Espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo - ICP-M y equipos complementarios	Realizar análisis para conocer la composición química de las fases minerales que componen las rocas. Identificación o confirmación de fases minerales desconocidas o de difícil determinación por otros métodos (petrografía), petrogénesis de rocas, composición mineralógica, etc.	5.249.500.000
Equipos de magnetotelúrica PHOENIX MTU-5C	Refinar la interpretación sísmica y la identificación de controles de entrapamiento de fluidos. Obtener mapas y perfiles de resistividad de alta resolución	857.204.940
Tres (3) Gravímetros Terrestres CG-6 AUTOGRAV DE MARCA SCINTREX	Toma de datos gravimétricos	1.750.014.000

EQUIPOS	APLICACIONES	COSTOS \$
Diez (10) equipos medidores de propiedades físicas (Susceptibilidad Magnética, Conductividad eléctrica y densidad)	Permite detectar las discontinuidades existentes en el subsuelo que generan anomalías locales del campo magnético, inclusive si estas se encuentran bajo otros cuerpos, por este motivo la aplicación de este método a estas frecuencias de operación, puede ser aplicado para la localización de zonas mineralizadas, mide la densidad de una muestra de roca pesándola en el agua y en el aire.	150.416.000
Magnetómetros de precisión de protones.	Para los grupos de Evaluación y Monitoreo de actividad volcánica y Exploración de Recursos Geotérmicos. Fortalece las capacidades del SGC para la realización de modelos geodinámicos.	82.000.000
Fluxímetro portátil para la medición de gases difusos como el dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y sulfuro de hidrogeno (H ₂ S) en suelo,	Generación de conocimiento geocientífico sobre sistemas geotérmicos, evaluación de zonas distensivas de la corteza por fallamiento activo y para la caracterización integral de manantiales termales.	165.158.200
(2) licencias Petrel Geophysics Core (1) licencia de Studio Manager para SQL server. Licencias de Oasis Montaj y de la herramienta VOXI earth modelling de Geosoft y de (03) extensiones para tres licencias existentes.	Renovación y mantenimiento (soporte y actualizaciones. Gestionar el conocimiento geológico para promover su uso con propósitos de ciencia y tecnología e innovación.	1.229.667.961
Software de fotogrametría y procesamiento digital de imágenes	Sala Geomática fundamentada en la implementación y aplicación de modernas tecnologías geoespaciales, mejoramientos de mapas, modelos e informes mediante el análisis y gestión de la información.	414.523.243

EQUIPOS	APLICACIONES	COSTOS \$
Licencias de AutoCAD y de la Suite Adobe tales como, Adobe Acrobat Pro DC, Adobe Illustrator CC, Adobe Creative Cloud y Adobe Stock,	Fortalecimiento de la capacidad institucional	191.870.531
Equipos tecnológicos y periféricos	Apoyar la divulgación del conocimiento Geocientífico del Servicio Geológico Colombiano	712.692.433
(1) escáner láser 3D de FARO Focus S 150, GPS, GLONASS, brújula, altímetro y barómetro integrados. Cámara integrada de 165 megapíxeles con HDR	Digitalización de alta calidad y a gran escala de material fósil, yacimientos y sitios que hagan parte del patrimonio geológico y paleontológico del País, tendiente a cumplir con los objetivos del Grupo de trabajo Museo Geológico e Investigaciones Asociadas del SGC.	408.900.590

2. INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS Y ACTUALIZACIÓN INSTRUMENTAL DEL SISTEMA SISMOLÓGICO NACIONAL DE COLOMBIA. (GEOAMENAZAS)

Introducción

EL objetivo de la Dirección de Geoamenazas es generar conocimiento geocientífico, mediante la investigación, evaluación y monitoreo de los procesos que originan amenazas de origen geológico, que apoye el ordenamiento del territorio (POT y Ambiental), acciones de gestión del riesgo, planes de desarrollo de infraestructura y desarrollo del país.

Uno de los problemas del país es el insuficiente conocimiento del territorio (especialmente del subsuelo), que conduce a la inadecuada toma de decisiones, precario ordenamiento del territorio, incrementando la vulnerabilidad de las comunidades frente a fenómenos naturales, comprometiendo a veces la vida de las personas, los medios de vida, infraestructura y el desarrollo del país.

La Dirección Técnica trabaja en temas relacionados a la investigación, evaluación de amenazas y monitoreo de actividad sísmica, volcánica y deformación de la corteza terrestre. En la evaluación de las amenazas de origen geológico, principalmente investiga las amenazas relacionadas a movimientos en masa, sísmica y volcánica. En la investigación y seguimiento a la actividad sísmica, volcánica y deformación de la corteza terrestre, el Servicio Geológico Colombiano ha implementado la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC), la Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia (RNAC), las Subredes Sismológicas, los Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos de Manizales, Popayán y Pasto y Red Nacional de Estaciones GNSS – Geored.

La Dirección de Geoamenazas formuló el Macroproyecto “Investigación Monitoreo Y Evaluación De Amenazas Geológicas Del Territorio Nacional, cuyo objetivo general es: Fortalecer la investigación, monitoreo y evaluación de amenazas de origen geológico a nivel nacional, cuyos objetivos específicos son: Fortalecer la generación de nuevo conocimiento de los procesos que generan amenazas geológicas y Mejorar las condiciones técnicas, tecnológicas y operacionales para la recolección y análisis de datos. Para lograr estos objetivos específicos se formulan proyecto y actividades de gestión donde se focalizan las acciones para lograr productos específicos.

Proyecto ID 1000889 - Gestión de Actividades de Geoamenazas

Se realizan actividades de gestión técnica, administrativa y operativa para lograr los objetivos de los proyectos que adelanta la Dirección de Geoamenazas. Durante la mayor

parte del año 2020, las medidas tomadas por el Gobierno Nacional para evitar la expansión de la Covid-19, influyeron en el desarrollo de varios de los proyectos a cargo de esta Dirección.

Las principales actividades en el 2020 se resumen a continuación:

Con la dirección del Ministerio de Minas y Energía - MME, el SGC participa en la preparación de lineamientos de los Proyectos Piloto de Investigación Integral - PPII, sobre Yacimientos No Convencionales - YNC de hidrocarburos con la utilización de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal - FH-PH. La Dirección de Geoamenazas ha trabajado en temas relacionados con sismicidad en el marco de la Comisión Intersectorial de Acompañamiento Técnico y Científico y los Subcomités Intersectoriales Técnicos y Científicos (Subcomité Intersectorial Técnico y Científico de Sismicidad, Hidrogeología y Normatividad Técnica), en el Documento metodológico para evaluación de los PPII y en el Centro de transparencia que forma parte del seguimiento de los PPII. Igualmente se ha participado en la articulación de temas de sismicidad con las instituciones relacionadas con las Mesas Territoriales de Diálogo y Seguimiento.

Con el Ministerio de Minas y Energía – MME, se ha trabajado en seguimiento y coordinación de los compromisos del Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres – PNGRD y análisis y definición de posibles proyectos intersectoriales en gestión de riesgo de desastres y participación en la formulación de Política Pública Sectorial de Gestión de Riesgo de Desastres 2020-2050: en mesas de trabajo sectorial para la Gestión del Riesgo de Desastres en el sector de minas y energía donde se está trabajando con enfoque de tres temáticas: Hidrocarburos, Minería y Energía.

Interacción con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT en el tema de movimientos en masa, donde se busca potencializar el impacto de los proyectos realizados por el SGC y el sector de Minas y Energía, como son los trabajos del Mapa 1:25.000 y de estudios básicos del MVCT. Es así como se definieron municipios para aumentar el conocimiento y la prevención para la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, en el 2020, esta relación está enfocada principalmente, en avanzar en el conocimiento de escenarios de riesgos actuales y futuros para orientar la toma de decisiones en la planeación del desarrollo, asegurar la corresponsabilidad territorial y sectorial en la reducción del riesgo de desastres y la adaptación a la variabilidad y al cambio climático.

Con Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS y la Agencia Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, ha habido una interacción para el proyecto Hidroeléctrico Hidroituango. Trabajo de apoyo en la formulación y análisis del componente ambiental de los PPII Participación en la preparación de los Diálogos Territoriales a los que se refiere

el decreto 328 de 2020, el Ministerio de Minas y Energía (de la mano con el Sector Ambiente) adelantará una serie de reuniones informativas con organizaciones sociales alrededor del componente ambiental de los PPII.

En el marco del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, del Comité de Conocimiento se definen prioridades de necesidades de investigación y conocimiento a partir de las realidades de los territorios en el país. El Servicio Geológico Colombiano participa de acuerdo a la Ley 1523 en el Comité Nacional de Conocimiento de Riesgo de Desastres, en la Comisión Técnica Nacional Asesora para el Conocimiento del Riesgo de Desastres y la Comisión Nacional Asesora para la Investigación en Gestión del Riesgo.

Apoyo a la Agencia de Renovación del Territorio – ART, encargada de implementar el Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial - PDET, el cual tiene como objetivo lograr la transformación estructural y relacionamiento equitativo entre el campo y la ciudad; gerenciando los procesos para la transformación de los territorios priorizados mediante la articulación entre la Nación y el territorio y el fortalecimiento de las capacidades de los actores en las subregiones, en la articulación de acciones para poder materializar los ETCRS (Espacios Territoriales de desmovilizados de las FARC), la Mesa de Tierras y Ambiental del Sur de Córdoba para soluciones de vivienda, en temas de "Estudios de riesgos y amenazas"

Coordinación en el desarrollo del Proyecto para la Aplicación de las Tecnologías más avanzadas para el Fortalecimiento de la Investigación y Respuesta a Eventos de la Actividad Sísmica, Volcánica y Tsunami, y el Mejoramiento de la Gestión del Riesgo en la República de Colombia, Proyecto SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development, en español Asociación de Investigación Científica y Tecnológica para un Desarrollo Sostenible, la cual es una iniciativa de ciencia y tecnología que promueve la investigación conjunta entre Japón y países en desarrollo, haciendo uso de la ciencia y tecnología. El Programa SATREPS es una iniciativa en colaboración entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA, la Agencia Japonesa de Ciencia y Tecnología – JST, por Colombia participa el Servicio Geológico Colombiano como coordinador del proyecto, La Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD, Dirección General Marítima - DIMAR, Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático – IDIGER, Universidad Nacional y Universidad de los Andes.

Participación en la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistente del gobierno Nacional, para la interpretación y aplicación de las normas sobre construcciones sismo resistentes, en esta comisión el Servicio Geológico Colombiano representa la visión de Ciencias de la Tierra, entre sus funciones está el atender y absolver las consultas que formulen acerca de las normas sismo resistentes,

dirigir y supervigilar las investigaciones que se lleven a cabo sobre aspectos relacionados con la Ley 400 de 1997.

Evaluación de Amenazas por Movimientos en Masa

Proyecto 1000636 - Elaboración de guías metodológicas- guía metodológica para evaluación de amenaza por avenidas torrenciales

En el marco del convenio con la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) para elaboración de la guía metodológica, cuyo objeto es “Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para generar la guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales, alineada con la normatividad vigente y que la generación de este conocimiento geocientífico pueda ser incorporado en los procesos de ordenamiento territorial”, se generó el documento metodológico base, para las dos escalas de trabajo 1:25.000 y 1:2.000. Para obtener dicha propuesta metodológica, se tomó como base proyectos ejecutados por el SGC a diferentes escalas, como son el municipio de Mocoa (Putumayo) y la cuenca de la quebrada La Negra en Útica (Cundinamarca).



Dicha propuesta metodológica fue construida con el apoyo del trabajo técnico participativo soportado en tres talleres, en el primero desarrollado el día 17 de febrero

de 2020, se presentó el esquema general trazado para la elaboración del documento metodológico, donde se redefinió el alcance de la guía y clasificación de los usuarios de la misma. El segundo taller de tres jornadas se realizó con el apoyo de expertos nacionales e internacionales, quienes hicieron sus aportes, los cuales se tuvieron en cuenta para la versión final del documento metodológico. Este encuentro se realizó en dos jornadas virtuales, los días 26 y 27 de agosto teniendo en cuenta la diferencia horaria con Europa. El día 28 de agosto se realizó un taller participativo abierto a entidades, agremiaciones y universidades, de quienes también se recibió retroalimentación y observaciones. El 22 de diciembre se realizó el último taller participativo abierto a entidades, agremiaciones y universidades, donde se presentó el documento metodológico base y se intercambió con los participantes sobre las dudas e inquietudes de la metodología.

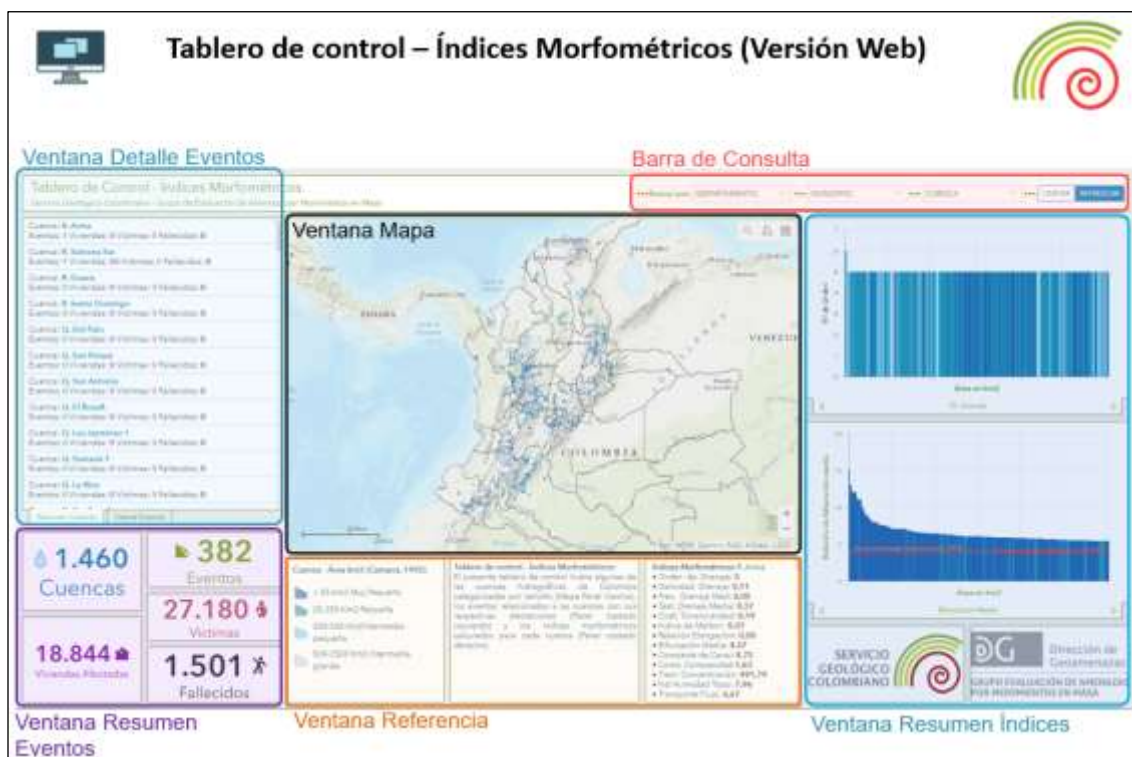


Figura 1. Imágenes de los diferentes talleres realizados

En el periodo de ejecución del convenio, además de los aportes técnicos participativos obtenidos en los talleres, el grupo de profesionales del SGC asignado al proyecto tuvo interacción permanente con el grupo de profesionales de la PUJ, la cual se dio a través de mesas de trabajo temáticas y generales, donde se discutieron todos los aspectos metodológicos del documento, como resultado de todo este trabajo interdisciplinario se generaron documentos como: marco teórico, estado del conocimiento, sistema base de información, esquema metodológico, modelo conceptual, modelo matemático,

aplicativos y calibración de escenarios, síntesis de resultados, piloto de aplicación Quebrada Surcabásiga – Guacamayas (Boyacá) y documento metodológico final.

En el desarrollo del análisis temático se encontró la necesidad de implementar un aplicativo SIG que permitiera integrar, analizar e interpretar la información morfométrica de caracterización de las cuencas a nivel nacional con apoyo de la plataforma de ArcGis Online, a través del cálculo de los índices morfométricos indicadores de torrencialidad, logrando al final de año incorporar un total de 1.416 cuencas.



En relación con las cuencas piloto, se recibió y aprobó la cartografía básica de la cuenca de la quebrada Surcabásiga del municipio de Guacamayas (Boyacá) la cual se utilizó en la fotointerpretación y campañas de campo donde se dio aplicación a la metodología para zonificación de amenazas por avenidas torrenciales. Además, se realizaron visitas de reconocimiento y caracterización de las avenidas torrenciales presentadas en los municipios de Floridablanca, Piedecuesta en el departamento de Santander y Chaparral en el Tolima.



Figura 2. Imágenes de los trabajos de campo en las diferentes cuencas

Proyecto 1000963 – Zonificación detallada de amenaza y riesgo por movimientos en masa. – Evaluación de amenaza por movimientos en masa del casco urbano de San Eduardo, Boyacá y caracterización del área inestable contigua, escala 1:2.000

Durante el primer semestre se ejecutaron los 300 m de perforación y se iniciaron las lecturas de la instrumentación instalada, igualmente se llevaron las muestras a los laboratorios de geotecnia tanto de la firma Prevención y Logística S.A.S como del SGC. Se recibieron los primeros resultados de los ensayos de laboratorio.

Debido a la contingencia por la COVID-19 y el consecuente confinamiento obligatorio, fue necesario realizar la suspensión del contrato 1139/2019 y se suspendió la ejecución de ensayos de laboratorio en el SGC.

Se generó la versión final de los mapas de Cobertura y Uso del Suelo, con los que se generaron los modelos de suelos hidrológicos, con base en el cual se define el detonante agua a aplicar para el modelo de estabilidad.

Con los mapas temáticos de UGS y EGFM y los resultados de los ensayos de laboratorio que se recibieron, se generaron 10 perfiles geológicos - geotécnicos en la zona del movimiento en masa ubicado en la zona rural y en la zona urbana del municipio.

Igualmente se avanzó en la modelación 3D del movimiento en masa, a partir de los perfiles geológicos – geotécnicos (transversales y longitudinales), niveles freáticos registrados, profundidad de la superficie de falla estimada, cinemática de las zonas dentro del movimiento, resultados de ensayos de laboratorio y obtención de parámetros geomecánicos de retroanálisis.

Por otra parte, se realizó modelación hidráulica e hidrológica de la cuenca de la quebrada Batatalera para definir caudales para diferentes períodos de retorno, con esto poder determinar la posibilidad del represamiento y torrencialidad de la quebrada.

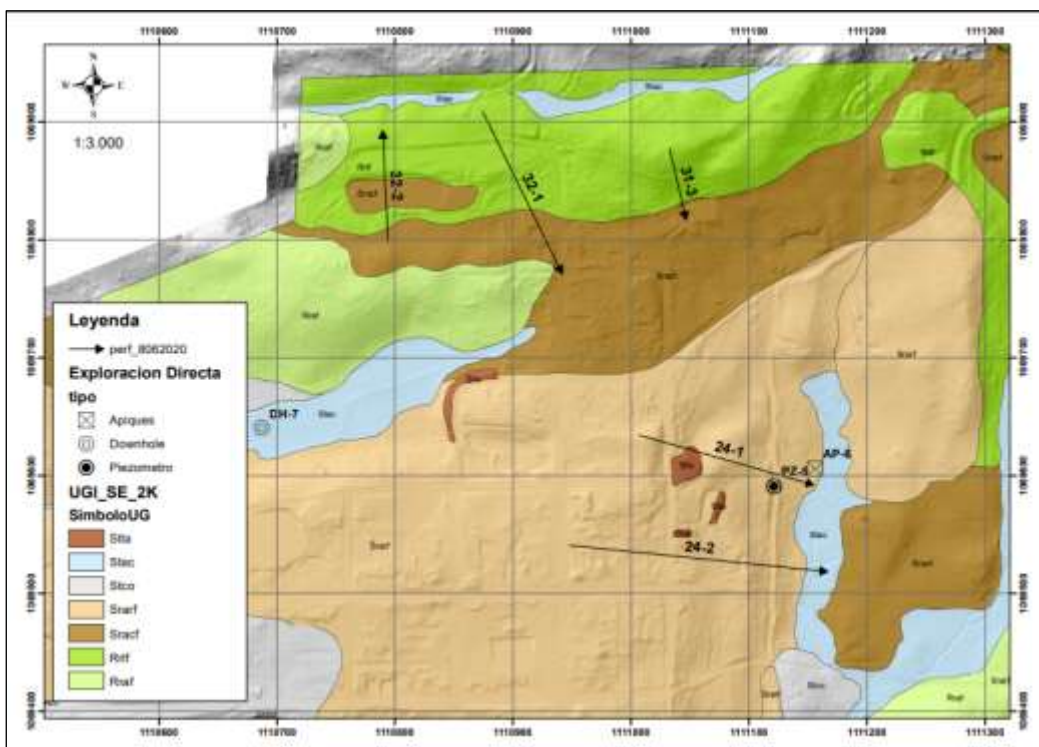


Figura 3. Secciones de análisis de estabilidad en la zona urbana de San Eduardo, Boyacá.

En tercer trimestre se trabajó en la generación de los capítulos finales que describen las temáticas de geología, geomorfología, cobertura de la tierra, uso del suelo y detonantes agua y sismo.

El 14 de septiembre se reanudó el contrato 1139/2019 y se retomó de parte de la firma la ejecución de ensayos de laboratorio y toma de datos en campo.

Se generaron varios modelos de evaluación de estabilidad para los diferentes perfiles definidos, utilizando los parámetros de los ensayos de laboratorio disponibles, se analizó la posibilidad de realizar modelación 3D en la zona del gran deslizamiento, sin embargo,

esta modelación no se pudo concluir principalmente por dos factores, el primero se trató de la imposibilidad de lograr el acoplamiento de las zonas internas del movimiento, las cuales presentaban vectores de movimiento diferentes y “erráticos”, por su parte, el segundo y más importante factor fueron las dimensiones (ancho y largo), que comparadas con el espesor de las capas de material movilizado, no permitió realizar análisis de estabilidad que representarían las condiciones vistas en terreno.

A partir de la capa de unidades geológicas superficiales, de los resultados de clasificación del suelo y caracterización geomecánica de los materiales, se generaron las unidades de geología para ingeniería y la zonificación geomecánica, para establecer los modelos geológicos geotécnicos que se utilizaron para evaluar la estabilidad para los diferentes perfiles definidos considerando valores de los factores de detonantes agua y sismo para cada periodo de retorno. Se analizó la posibilidad de realizar modelación 3D en la zona del gran deslizamiento, sin embargo, debido a la poca profundidad del movimiento en relación con su área, se definió que dicha modelación no sería representativa del comportamiento del terreno, por lo que el primer análisis de estabilidad consistió en método de talud infinito y en las zonas que cuya probabilidad de falla era alta, se realizó análisis probabilísticos de estabilidad profundos con métodos de equilibrio límite.

Con la información disponible, se generó la zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:5.000, en la zona urbana, periurbana, de expansión urbana, zonas aledañas al casco urbano y en la zona afectada por deslizamiento ocurrido en el año 2018. Para esto fue necesario generar los capítulos finales que describen las temáticas de unidades geológicas superficiales, elementos geomorfológicos, cobertura de la tierra, uso del suelo, detonantes agua y sismo.

Adicionalmente, de forma conceptual o a nivel de prediseño, se presentaron alternativas de mitigación del riesgo por movimientos en masa, enfocadas al uso de la tierra, recuperación de cauces, manejo de la escorrentía superficial y subsuperficial.

Se encuentra pendiente realizar el proceso de oficialización.

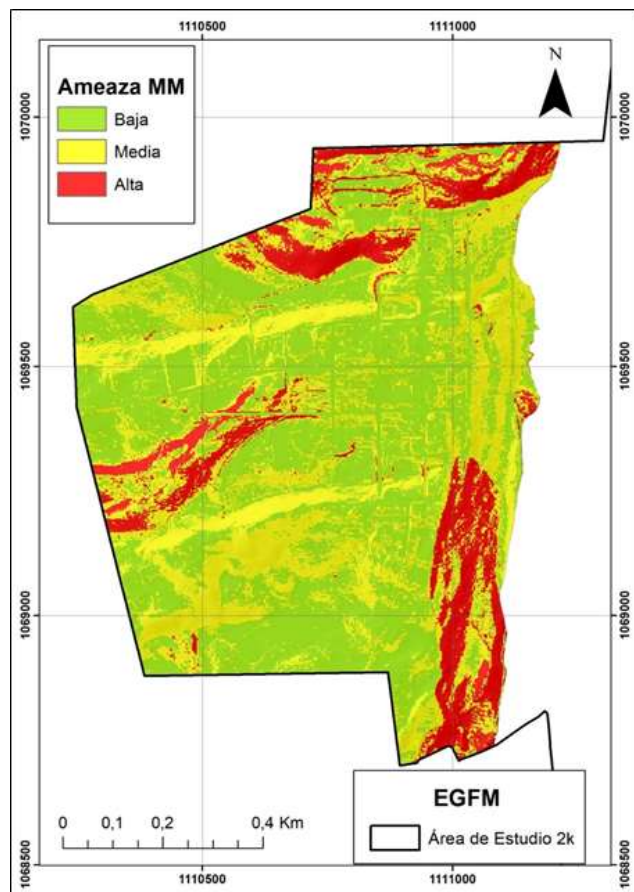


Figura 4. Amenaza probabilista por movimientos en masa, zona urbana (1:2000)

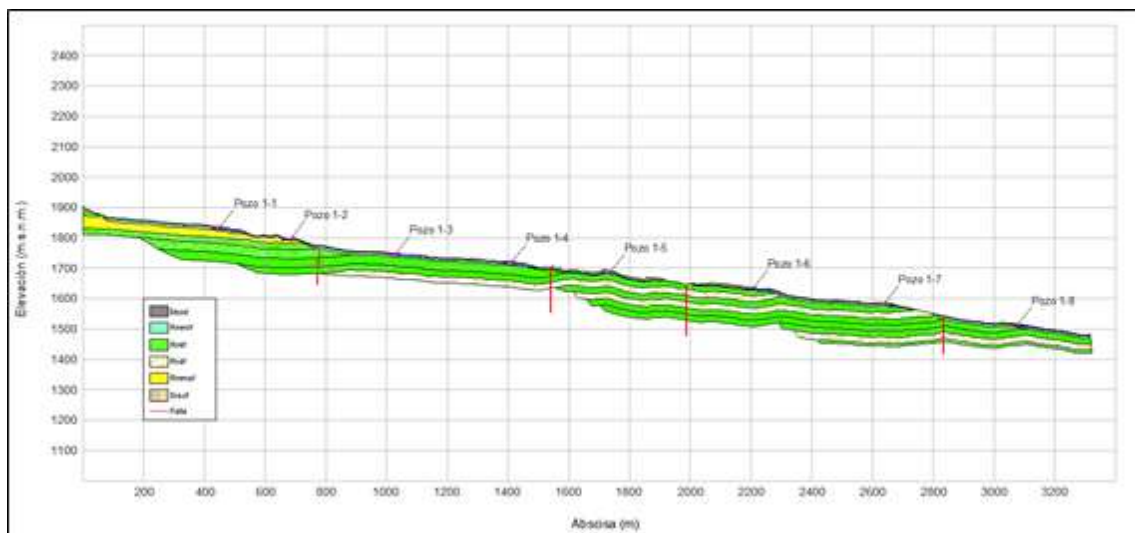


Figura 5. Planteamiento de las Obras de Abatimiento del Agua Subsuperficial en San Eduardo – Corte 1

Proyecto 1001399 – Lineamientos para incorporar las geoamenazas en los macroproyectos de infraestructura

Se realizó el análisis de la información recopilada en el taller participativo realizado el 12 de diciembre de 2019, con base en dichos resultados se ajustó el alcance del documento y los usuarios del mismo.

Se definió la integración del trabajo de las tres temáticas de amenaza (movimientos en masa, sismos, volcanes), integrándose un equipo de técnicos de todas las temáticas, quienes participaron en reuniones inter a intra grupos, con el fin de definir el "Objeto", "Alcance" y "Usuarios", definición de macroproyecto de infraestructura y presentación de la revisión del caso de estudio El Quimbo por parte de cada grupo de trabajo.

Se definió para cada temática el alcance que tendrán los lineamientos de acuerdo con las diferentes etapas de desarrollo de un macroproyecto de infraestructura y cada grupo de trabajo avanzó en la redacción de dichos capítulos. Igualmente, cada grupo de trabajo realizó la selección de ejemplos a nivel nacional e internacional de infraestructura afectada por cada uno de los diferentes fenómenos analizados (sismos, erupciones volcánicas y movimientos en masa).

El día 02 de junio de 2020 se realizó una presentación ante el Director General de los avances y enfoque del documento de lineamientos, se recibió por parte del Director un visto bueno de los avances y se recibieron sugerencias. También se realizó por parte de los profesionales de la Oficina Jurídica una revisión al documento desde el punto de vista jurídico, con el fin de evitar que se supere la misión institucional.

Se continuó con las mesas de trabajo, en las que se discutió el alcance relacionado con la definición de macro proyectos, se reestructuró la estructura del documento y se replantearon algunos contenidos.

Para la generación del documento, adicionalmente se contó con la participación de un experto nacional Ing. Alexey Duarte - Consultor Internacional y otro internacional Prof. Cees van Westen - Universidad de Twente, Holanda, quienes realizaron la revisión del documento en la temática de Amenaza por Movimientos en Masa, sugirieron recomendaciones al respecto y participaron en mesas de trabajo (online) y en un taller participativo (online) en el cual se dio a conocer a los futuros usuarios del documento el enfoque y contenido del documento.

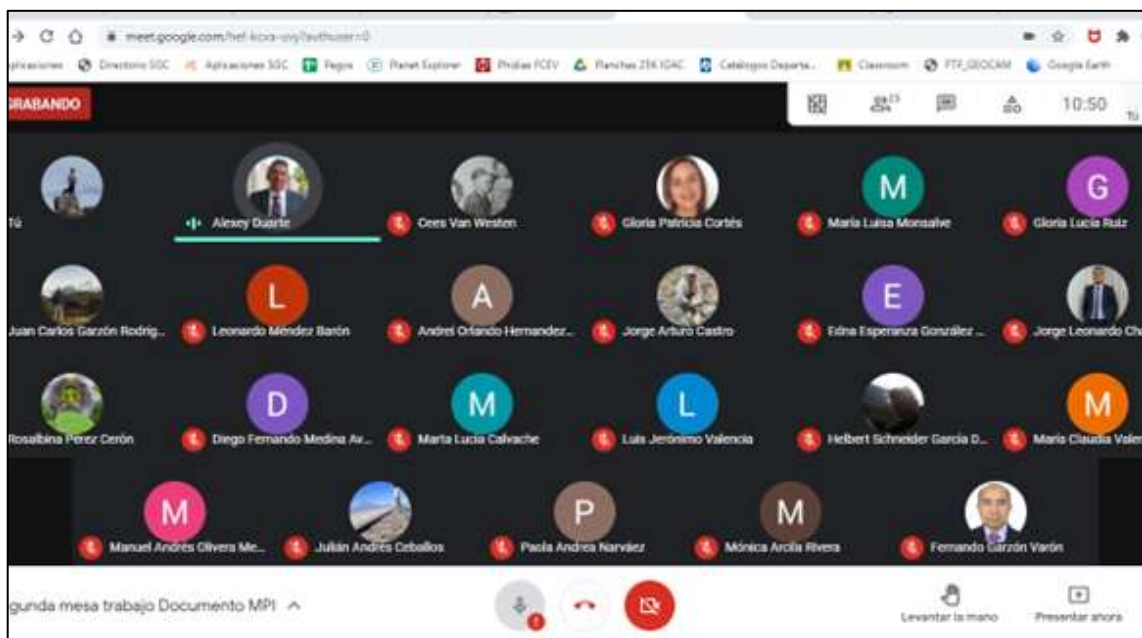


Figura 6. Mesas de trabajo con expertos

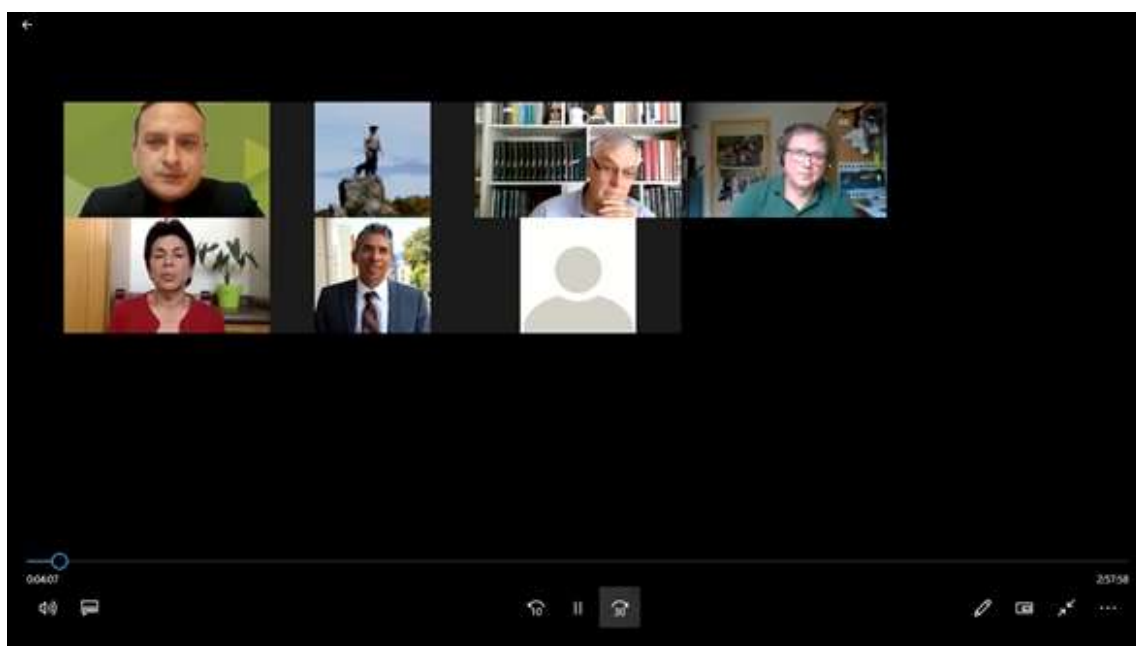


Figura 7. Taller participativo

Proyecto 1000651 – Actualización del mapa nacional de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000

Se realizó el seguimiento continuo a los convenios firmados así: Universidad del Cauca - convenio No. 35/2019, Universidad Industrial de Santander-UIS - convenio No. 33/2019,

Universidad de Pamplona - convenio No. 34/2019 y Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá - convenio No. 37/2019, cuyos objetivos apuntan a: Aunar esfuerzos técnicos, administrativos, financieros y de investigación, tendientes a Elaborar la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000 de los municipios que conforman los denominado bloque 01-Cauca, 02-Norte de Santander, 03-Norte de Santander-Boyacá y 04-Cundimarca, respectivamente, con aplicando la “Guía Metodológica para la zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa escala 1:25.000” (SGC, 2017)”, en cumplimiento de la función delegada al Servicio Geológico Colombiano. Adicionalmente se realizó la zonificación de amenaza en los municipios de Rosas (Cauca) y Chinácota (Norte de Santander) y se iniciaron los estudios en el nuevo municipio control Marmato (Caldas). Para un total de 27 municipios priorizados.

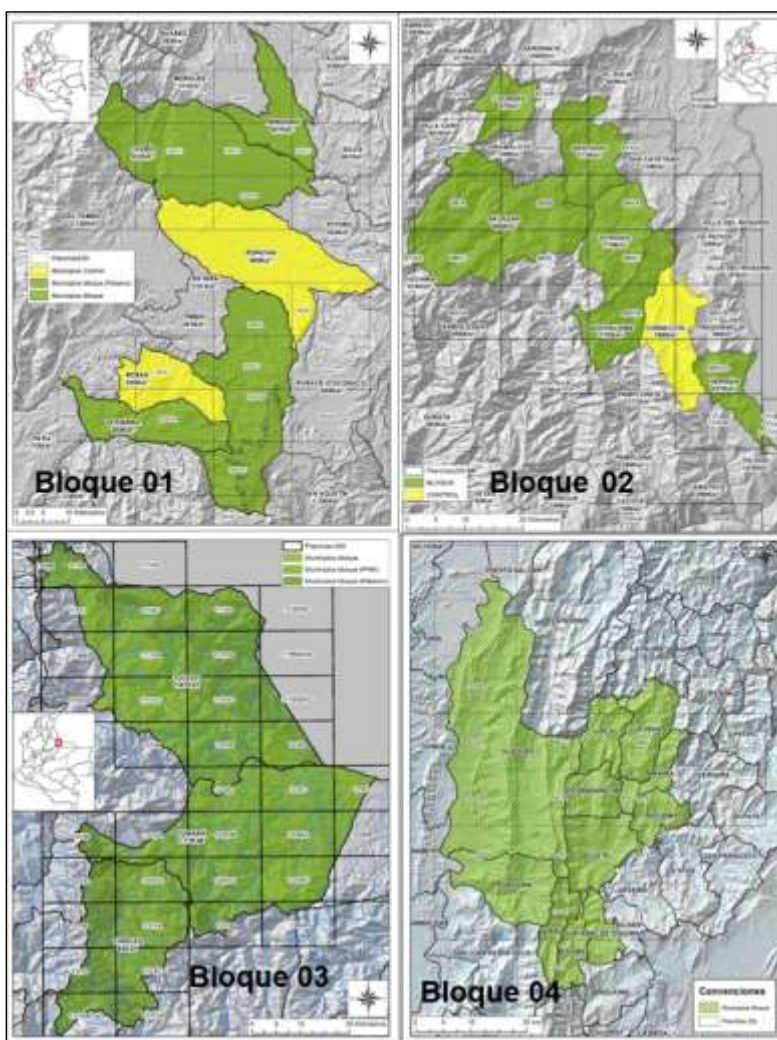


Figura 8. Localización de los boques 01, 02, 03 y 04, en amarillo los municipios control Rosas y Chinácota

BLOQUE	MUNICIPIOS
Bloque 1	LA SIERRA
	SOTARÁ
	CAJIBÍO
	PIENDAMÓ
Bloque 2	BOCHALEMA
	DURANIA
	HERRÁN
	LOURDES
	SANTIAGO
	SALAZAR DE LAS PALMAS
Bloque 3	CHISCAS
	CUBARÁ
	TOLEDO
Bloque 4	BITUIMA
	CHAGUANÍ
	GUADUAS
	GUAYABAL DE SÍQUIMA
	LA PEÑA
	NIMAIMA
	NOCAIMA
	QUEBRADANEGRA
	ÚTICA
	VIANÍ
	VILLETA
MUNICIPIOS CONTROL	ROSAS
	CHINÁCOTA
	MARMATO

Ante las dificultades que se presentaron derivadas de la pandemia, y ante la solicitud de tres universidades, se prorrogaron los convenios No. 33, No. 34 y No. 35, hasta marzo de 2021 el primero y hasta abril de 2021 los dos restantes. El convenio No. 37, con la Universidad Nacional, se suspendió inicialmente hasta el 31 de diciembre de 2020, y posteriormente hasta el 30 de junio de 2021.

Algunas de las dificultades que se presentaron fueron: confinamientos obligatorios y selectivos, lo cual impactó la manera de trabajar de los equipos de trabajo de las universidades; restricciones en los territorios para el ingreso, atrasando el desarrollo de las actividades de la fase de campo; profesionales contagiados y hasta el deceso del coordinador técnico del bloque 03 Dr. Domingo Mendivelso, afectando el desarrollo de las actividades planeadas y entregables; problemas de orden público, especialmente en el área de los bloques 01 y 0. Adicionalmente resoluciones de las propias universidades, como el caso de la Universidad Nacional que por responsabilidad social, y de acuerdo con las directrices del Gobierno Nacional, el departamental de Cundinamarca y de los municipales, contempló la posibilidad de poder realizar salidas al Campo debidamente justificadas y con el cumplimiento de los debidos permisos y autorizaciones, para realizar actividades de Investigación y Extensión, a partir del primer semestre del año 2021, por lo cual se suspendió el convenio con dicha Universidad hasta la fecha propuesta.

Para cada uno de los convenios activos se realizaron 12 reuniones de avance (36), con la universidad Nacional se realizaron 8 reunión de avance. Se realizaron numeras reuniones temáticas, abarcando todos las variables y procesos que abarcan la caracterización geoambiental, la caracterización de la susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa.

Se adelantó, para los convenios activos hasta diciembre del 2020, la fase de campo, lo cual se pudo realizar toda vez que los mapas fotointerpretados de unidades geológicas superficiales, geología estructural, subunidades geomorfológicas, cobertura de la tierra e inventario de procesos morfodinámicos, se encontraban revisados y aprobados, por parte del SGC. Las universidades elaboraron los protocolos de bioseguridad para trabajar en campo, según las instrucciones de los gobiernos nacional y locales.



Figura 9. Trabajo de campo profesionales Universidad del Cauca – Bloque 1



Figura 10. Trabajo de campo profesionales Universidad Industrial de Santander – Bloque 2



Figura 11. Trabajo de campo bloque 3, Universidad de Pamplona

La UIS entregó los mapas poscampo, los cuales fueron revisados por el SGC, emitiendo observaciones, estas fueron subsanadas por la universidad, como resultado se aprobaron las capas temáticas para modelación de la susceptibilidad, contando ya con un modelo de susceptibilidad por movimientos en masa. También cuenta con los detonantes lluvia y sismos en versiones preliminares, avances en los informes por municipio, cortes geológicos, información de movimientos en masa cargada en el SIMMA, coberturas de tierra del tiempo anterior, mapa de uso del suelo actual y el modelo geológico estructural de cada municipio.

Las universidades de Cauca y Pamplona, avanzaron en la fase poscampo, ajustando los mapas para entrega, cuentan además con los detonantes lluvia y sismos en versiones preliminares, cortes geológicos, información de movimientos en masa cargada en el SIMMA, coberturas de tierra del tiempo anterior, mapa de uso del suelo actual y el modelo geológico estructural de cada municipio.

Para los bloques 1, 2 y 3, en las temáticas de apropiación social del conocimiento, ya se llevó a cabo la primera fase de talleres de generación de conocimiento social, a pesar de las condiciones sociales, humanitarias y de salubridad por la COVID-19, en donde se ha hecho un acompañamiento continuo a cada universidad y revisión de los productos

generados, dando lineamientos para enfrentar las nuevas condiciones sociales del país, ante la pandemia y el recrudecimiento de los problemas de orden público.

La Universidad Nacional cuenta con los mapas fotointerpretados revisados y aprobados, por parte del SGC, de las temáticas: unidades geológicas superficiales, geología estructural, subunidades geomorfológicas, cobertura de la tierra e inventario de procesos morfodinámicos, una vez se renueve el convenio se inicia la fase de campo. Adicionalmente cuenta con los detonantes lluvia y sismos en versiones preliminares, cortes geológicos, información de movimientos en masa cargada en el SIMMA y el modelo geológico estructural de cada municipio.

Todos los insumos intermedios mencionados, surtieron varias revisiones por parte del SGC, ajustes por parte de las universidades, hasta aprobación final de los mismos.

Los avances al mes de diciembre de cada convenio son los siguientes:

Bloque 01/convenio No. 35/2019: 59,3 % Vs 100% programado

Bloque 02/convenio No. 33/2019: 88 % Vs 100% programado

Bloque 03/convenio No. 34/2019: 76,46% Vs 100% programado

Bloque 04/convenio No. 37/2019: 62 % Vs 67% programado a 31 de agosto

En relación con los municipios control de Chinácota y Rosas se finalizaron los estudios de amenaza, los productos están en fase de oficialización.

Se definió a Marmato (Caldas) como un nuevo municipio control, se realizó la programación en Planview y se dio inicio al proceso de recolección de información, se inició la fotointerpretación de las temáticas de unidades geológicas superficiales, subunidades geomorfológicas, inventario de procesos morfodinámicos y cobertura de la tierra del tiempo actual, se cuenta además con el capítulo correspondiente al marco geológico estructural del municipio.

Proyecto 1001551 - Incorporación Gestión del Riesgo Municipios Priorizados.

A 31 de diciembre de 2020, se ejecutaron las siguientes actividades:

El 9 de junio de 2020 se suscribió el convenio 010 de 2020 con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - MVCT, cuyo inicio fue el día 1 de julio de 2020, de manera paralela se realizaron los trámites necesarios para incorporar al presupuesto del SGC, los recursos de la vigencia 2020 (\$5000.000000), aportados por el MVCT al convenio, de forma similar se gestionó la autorización de la utilización de las vigencias futuras (2021), por valor de \$4000.000.000, para esto fue necesario realizar 3 procesos consecutivos diferentes.

Se conformó el equipo de trabajo con 60 profesionales, quienes iniciaron la dirección del proyecto, coordinación técnica, acompañamiento técnico al ministerio en 30 municipios, control de calidad de los productos entregados por las universidades y contratistas, la zonificación de amenaza por movimientos en masa en los municipios de Yumbo y Jamundí a escalas 1:5.000 y 1:25.000, en estos dos municipios se hará la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales a escala 1:25.000, en las cuencas potencialmente torrenciales y que posiblemente este tipo de eventos afecten el área urbana de los municipios, la cuantificación del riesgo por movimientos en masa a escala 1:2.000 en 115 ha.

El equipo antes mencionado realizó recopilación, análisis y selección de la información secundaria, hizo el reconocimiento del contexto geológico regional de cada municipio, se generaron los mapas fotogeológicos de las temáticas de unidades geológicas superficiales - UGS a escalas 1:5.000 y 1:25.000, subunidades geomorfológicas - SGMF a escala 1:25.000, elementos geomorfológicos -EGMF a escala 1:5.000, inventario de procesos e procesos morfodinámicos IPM a escalas 1:5.000 y 1:25.000 y Geología estructural, Cobertura de la tierra y uso del suelo a escalas 1:5.000 y 1:25.000, en los municipios de Yumbo y Jamundí, posteriormente se realizó el control de campo de dichas temáticas.

Se realizó visita de reconocimiento a los polígonos priorizados de los municipios de Soacha y Cali s, en Cali se realizó el IMP, en Soacha se realizó el levantamiento de información relacionada con los elementos expuestos y se estimó la fragilidad de los mismos.

Se iniciaron los contratos de exploración directa en los Municipios de Yumbo, Jamundí en el Valle del Cauca y Rosas, La Sierra y Sotará en el Cauca.

Por otra parte, se suscribieron los convenios No.033 (Universidad del Valle), 034 (Universidad del Cauca) y 039 (Pontificia Universidad Javeriana), mediante los cuales se iniciaron los siguientes estudios:

Zonificación de amenaza por inundación a escala 1:5.000 y 1:25.000 en los municipios de Yumbo, Jamundí, Candelaria, en el departamento del Valle del Cauca, Villa Rica en el Cauca y Puerto Carreño en Vichada.

Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales a escala 1:2.000, en Yumbo, Jamundí en el departamento del Valle del Cauca y Sotará, en el departamento de Cauca.

Zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:5.000 en los municipios de Rosas, La Sierra y Sotará en el departamento de Cauca.

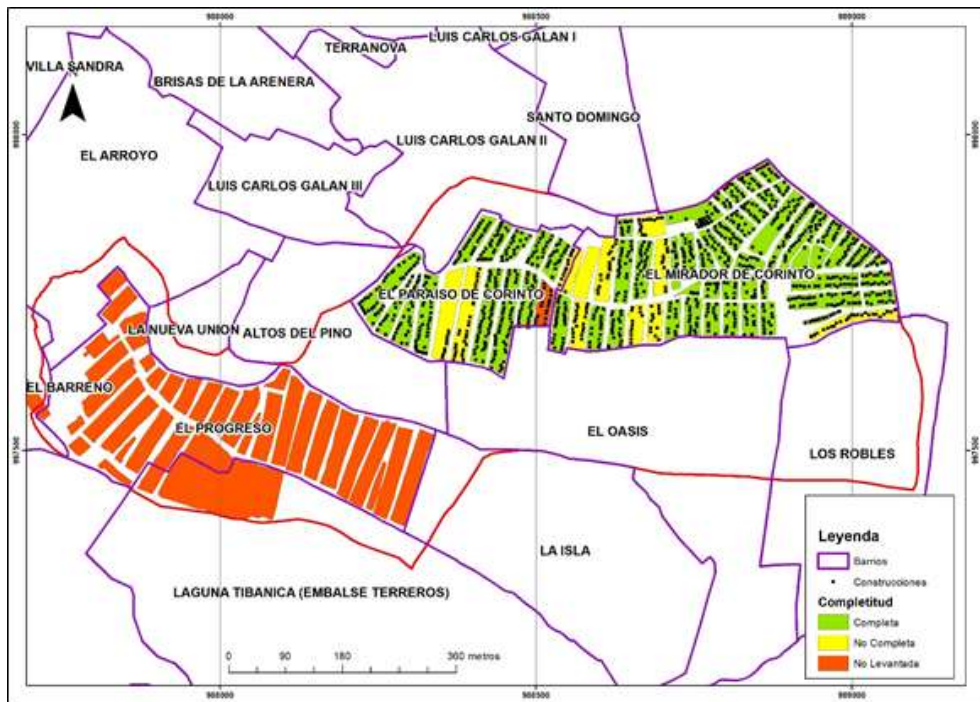


Figura 12. Identificación levantamiento de información por manzana para los barrios El mirador de Corinto, Paraíso de Corinto y El Progreso



Figura 13. Mapa de Fragilidad de las Edificaciones, barrio Paraíso de Corinto para el total de edificaciones (391)

Proyecto 1000875 – Apropiación social, asistencia técnica y SIMMA

En este frente de trabajo se dio respuesta a las diferentes solicitudes recibidas por el SGC en relación con el tema de movimientos en masa. así como se hizo la continua alimentación del SIMMA. Con respecto a la ejecución de la actividad en los municipios piloto del proyecto actualización del mapa nacional de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000; para el municipio de Rosas, Cauca se generó el informe final de la temática, el cual está incluido en el informe final del estudio. Se desarrolló un continuo monitoreo de la situación social referente al COVID 19, con el fin de programar reuniones para la entrega del informe final a las comunidades y entidades locales y regionales, evento que finalmente se desarrolló en el mes de diciembre, con participación de entidades locales como la alcaldía municipal, colegios, policía nacional, bomberos, defensa civil, entre otras, también asistió algunos representantes de la comunidad, entidades del orden regional, como la CRC, Gobernación del Cauca y del orden Nacional el Ministerio de Vivienda, Ciudad y territorio.

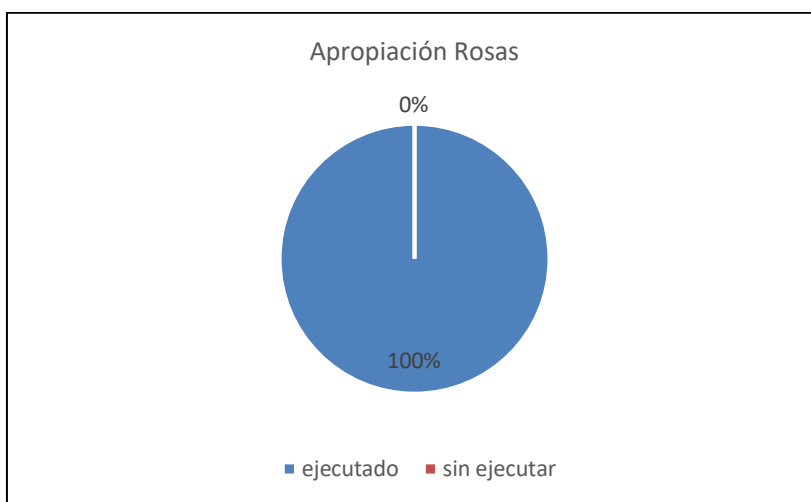


Figura 14. Grafica 1: avance actividad apropiación social en Rosas, Cauca

Para el caso del municipio de Chinácota, se continuó con el monitoreo de la situación social referente al COVID 19, en donde debido a la cercanía con Cúcuta, Norte de Santander, siempre existió un continuo aumento de reportes de COVID 19, lo cual impidió la realización de una jornada de talleres presenciales, así como también la apretada agenda de trabajo de la entidad local, debido a este mismo fenómeno no permitió acordar la realización de una jornada virtual. La siguiente grafica muestra el avance de las actividades.

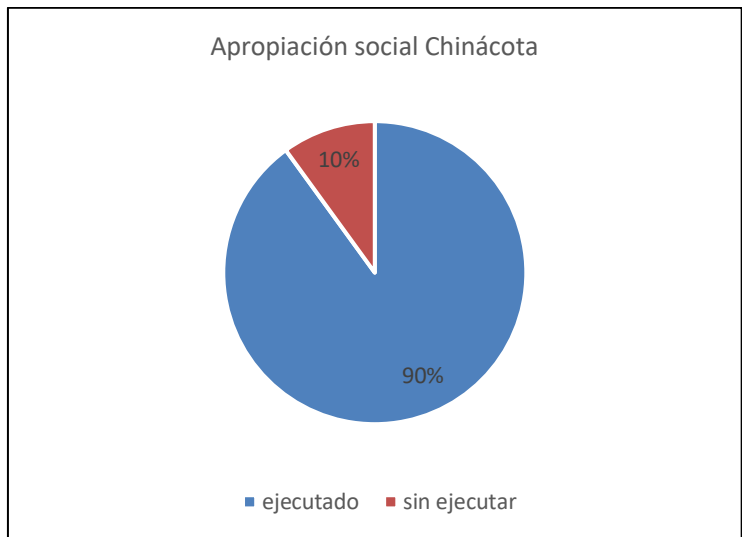


Figura 15. Grafica 2: avance actividad apropiación social en Chinácota, Norte de Santander

Para el nuevo municipio control se tramitó y realizó la reunión de socialización de los estudios ofrecidos por el SGC en el marco de la solicitud hecha por Minería Empresarial, con el fin de apoyar al municipio en su proceso de ordenamiento territorial y reubicación del casco urbano, después de ellos se realizaron dos mesas de trabajo más con el municipio así como mesas de trabajo con funcionarios del ministerio de Minas y Energía, también en este proceso se hizo una revisión de información secundaria e identificación de actores relevantes para el proceso de apropiación social. La siguiente grafica muestra el avance de actividades de la temática.

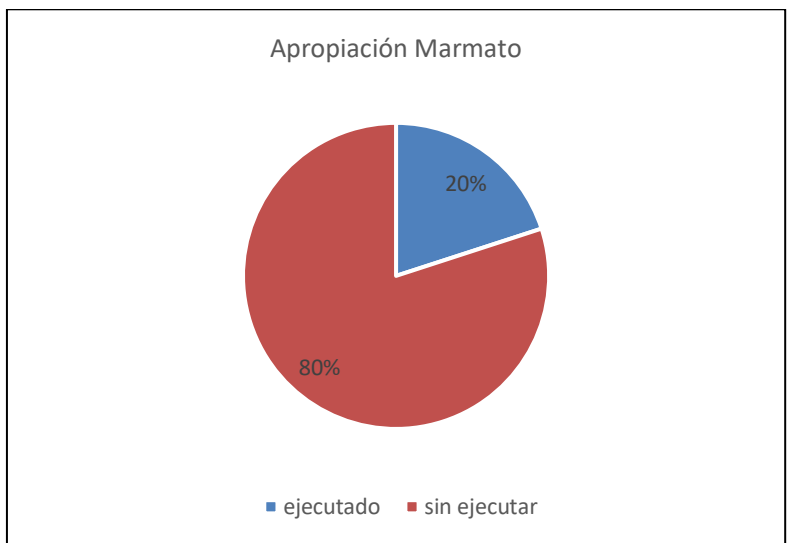


Figura 16. Grafica 3: avance actividad apropiación social en Marmato, Caldas

En el frente de trabajo Actualización del Mapa Nacional de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000, se desarrollaron mesas de trabajo con los grupos de trabajo de apropiación social de las universidades para revisar avances y productos, así como organizar las tareas a desarrollar para conseguir los productos trazados y proyectados para terminar la actividad en cada mes y del siguiente año. En este sentido es importante resaltar que cada universidad en cada bloque 1, 2 y 3 están en el mismo nivel puesto que ya ejecutaron la primera fase de talleres de generación de conocimiento social, a pesar de las condiciones sociales, humanitarias y de salubridad por el COVID 19, en donde se ha hecho un acompañamiento continuo a cada universidad y revisión de los productos generados. Es importante citar que cada universidad tiene prórroga en tiempo para terminar de ejecutar los talleres. La siguiente grafica busca ejemplificar el avance de la temática en términos generales.

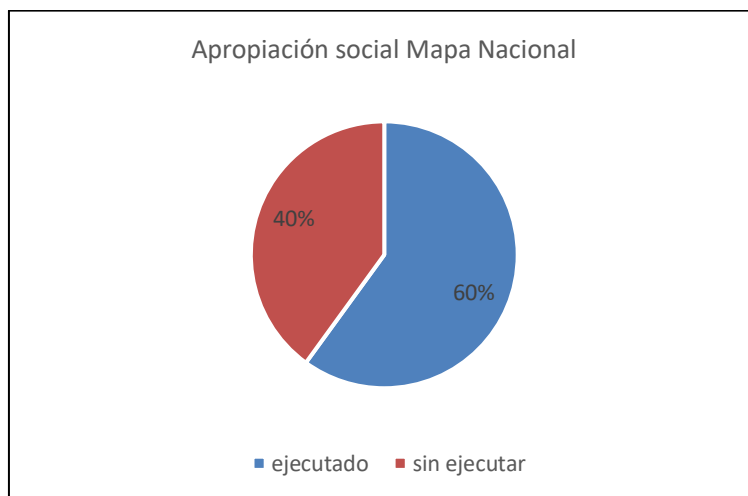


Figura 17. Grafica 4: avance actividad apropiación social en bloques del proyecto Mapa Nacional

En el frente de trabajo guía avenidas torrenciales para el año 2020, se prepararon y realizaron los 3 talleres participativos el primero el 17 de febrero, el segundo taller participativo en el marco de la construcción de la guía metodológica, junto con unas jornadas con expertos internacionales dentro de los días 26, 27 y 28 de agosto. Finalmente, para diciembre se desarrolló el tercer taller que tuvo como objetivo presentar los avances del documento base de la guía. La siguiente grafica muestra el avance de las actividades.



Figura 18. Grafica 5: avance actividad apropiación social en la construcción participativa de la guía

En el frente de trabajo lineamientos para la incorporación de las Geoamenazas en los macroproyectos de infraestructura, se preparó y realizó el evento de presentación de los avances del documento y sus capítulos abordando la amenaza por movimientos en masa, sísmica y volcánica, dicho evento se realizó en diciembre y también en el marco de esta actividad se hizo un trabajo con expertos internacionales. La siguiente grafica muestra el avance final de las actividades.

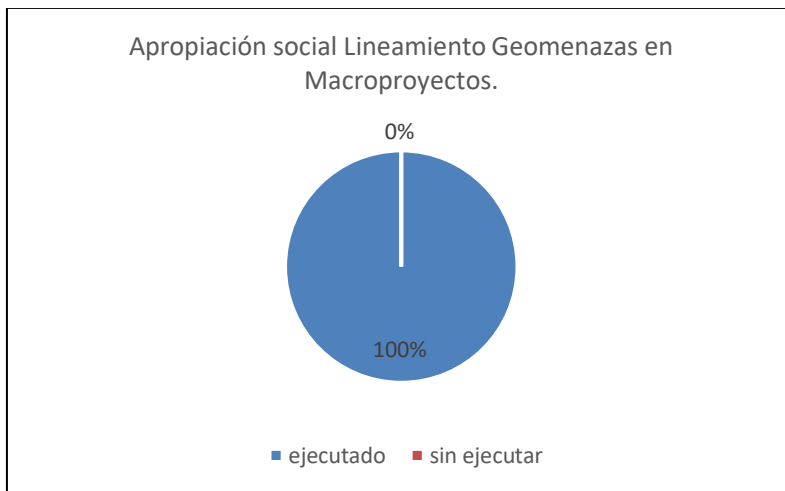


Figura 19. Grafica 5: avance actividad apropiación social en la construcción participativa de los lineamientos

Para el frente de trabajo del convenio entre el SGC y el MVCT, se realizaron distintas actividades con los municipios piloto de Yumbo, Jamundí, Soacha y Cali, desde la generación de cronogramas de trabajo, acuerdos para desarrollo de actividades de

reconocimiento y trabajo de campo, realización de las actividades de campo en reconocimiento sociocultural, realización de talleres de presentación de los estudios a las entidades locales, revisión de información secundaria desde el panorama social de cada municipio, identificación de actores relevantes en cada caso específico, para finalmente obtener informes preliminares de las condiciones sociales y la relevancia social de los movimientos en masa en cada contexto. Sumado esto a las diferentes mesas de trabajo en este sentido con el MVCT para acordar actividades, protocolos y otros aspectos inherentes a la actividad de comunicación con los actores y apropiación social. La siguiente grafica busca expresar el avance de las actividades.

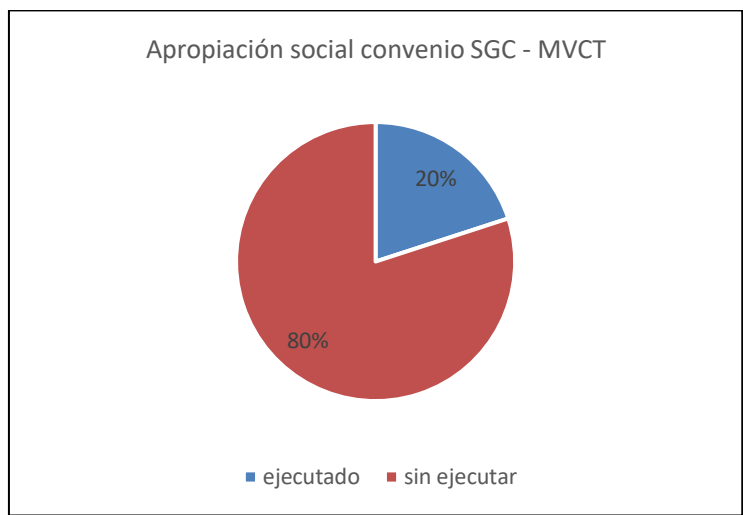


Figura 20. Grafica 5: avance actividad apropiación social en el marco del convenio SGC – MVCT

Con respecto a otras actividades de apropiación social y asistencia técnica, se asistió a jornadas virtuales de trabajo y reuniones con los municipios de Villarrica, Tolima, Cáqueza, Cundinamarca y Córdoba, Quindío, para apoyar en lo relacionado a la apropiación y aplicación del conocimiento de los movimientos en masa para gestión del riesgo de desastres y ordenamiento territorial, para el caso preciso de Villarrica está relacionado con el proceso de reubicación del casco urbano del municipio debido a amenaza por movimientos en masa, para el caso del municipio de Cáqueza, está relacionado a los avances que se deben mostrar al juzgado 35 con respecto a intervenciones para la amenaza por movimientos en masa en el municipio y finalmente para el municipio de Córdoba, estuvo relacionado el apoyo con indicaciones para aplicar el conocimiento de los movimientos en masa y estudios necesarios para la revisión y ajuste del ordenamiento territorial. Para el SIMMA durante todo el año se ingresó información con relación al inventario de movimientos en masa desde los proyectos ejecutados y en ejecución al igual que tipo catalogo desde el reporte desde distintos medios. Es importante señalar que teniendo en cuenta la proyección de las actividades inicialmente hacia junio del 2021, la actividad reportada en Planview está en 78%, pero

haciendo el análisis sin proyección a junio 2021, estaría en un 100% estas actividades. La siguiente grafica muestra el avance de las actividades.

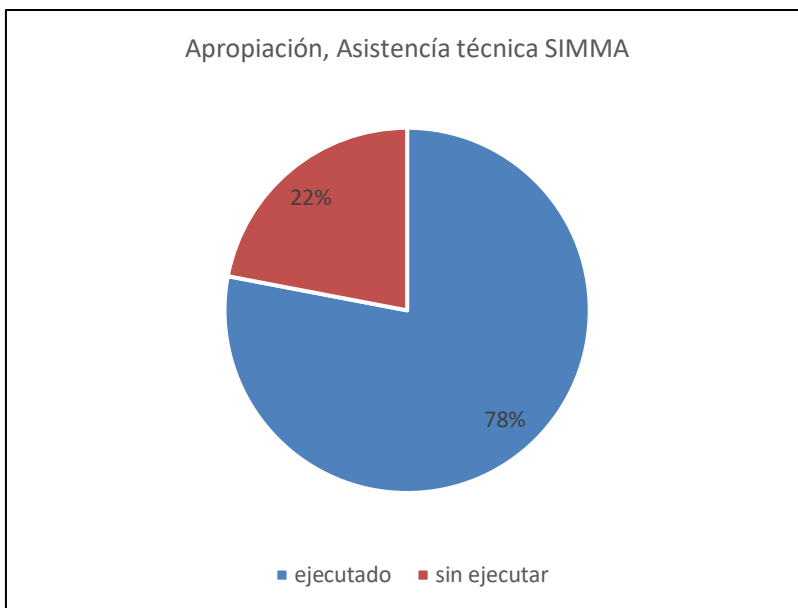


Figura 21. Grafica 5: avance actividades apropiación social, asistencia técnica y SIMMA

Evaluación y monitoreo de la actividad sísmica

Durante el 2020, el grupo de evaluación y monitoreo de la actividad sísmica del país tuvo entre otros los siguientes proyectos y operaciones:

Proyecto ID 1000757 – Investigaciones y monitoreo de Sismos y Movimiento Fuerte

Para llevar a cabo esta labor, se contó con un grupo de 32 contratistas y 7 funcionarios de planta, es decir, la Red Sismológica Nacional de Colombia – RSNC y la Red Nacional de Acelerógrafos de Colombia – RNAC operó con un 18% de personal de planta y 82% de personal de contrato.

Monitoreo de la actividad sísmica

A diciembre 31 de 2020, Las redes de monitoreo sísmico del Servicio Geológico Colombiano (Red Sismológica Nacional de Colombia y la Red Nacional de Acelerógrafos) cuenta con 200 estaciones de monitoreo permanentes a lo largo y ancho del territorio nacional, de estas, 127 son estaciones con sensor de aceleración (RNAC) y 73 con sensor de velocidad (RSNC), ver figuras

Durante el año 2020, se realizó la instalación de tres (3) estaciones permanentes de monitoreo sin transmisión en tiempo real, de estas, dos (2) cuentan con sensor de velocidad (sismómetro) y una (1) con sensor de aceleración (acelerómetro). Las estaciones con sensor de velocidad son: San Juan de Arama - Meta (22/01/2020) y El Dorado - Meta (22/01/2020). La estación con sensor de aceleración es: San Carlos - Córdoba (29/11/2020). Ver figuras

Así mismo, se instalaron equipos que permitieron la transmisión en tiempo real de la estación acelerográfica de Lejanías – Meta (14/01/2020) que pasó a ser nueva estación permanente, esta estación fue instalada de manera temporal el 6 de febrero de 2017.

Se realizó el traslado de la estación ubicada en la isla de Gorgona - GR1C por cambios en la estructura del faro norte donde se encontraba instalada por solicitud de la Armada Nacional y fue necesario hacer cambio de código de identificación de la estación por lo que se movió más de 1 kilómetro en la zona este de la isla de donde estaba inicialmente. El nuevo código de identificación es GRPC (08/08/2020).

Se presentaron durante el año, algunos inconvenientes por vandalismo en las estaciones de: Cerrejón (CRJC) en la mayoría de los equipos y fue reinstalada en su totalidad, adicional se construyó un cerramiento perimetral para evitar futuros actos similares. También las estaciones Ricaurte (CRICA) y Quetame (CQUET) en la totalidad de los equipos y fue reinstalada.

La estación de Barrancabermeja (BRJC) sufrió daños a raíz de un incendio forestal en el predio donde esta se encuentra ubicada, la cual fue reinstalada y puesta nuevamente operativa.

Las estaciones ubicadas en la zona insular del Caribe sufrieron daños a causa del huracán Iota, estas fueron Providencia (PRV) con daño total en la infraestructura, Roncador (RNCC) y Serrana (SERC) con afectación desconocida por el momento debido a las dificultades para desplazarse a la zona.

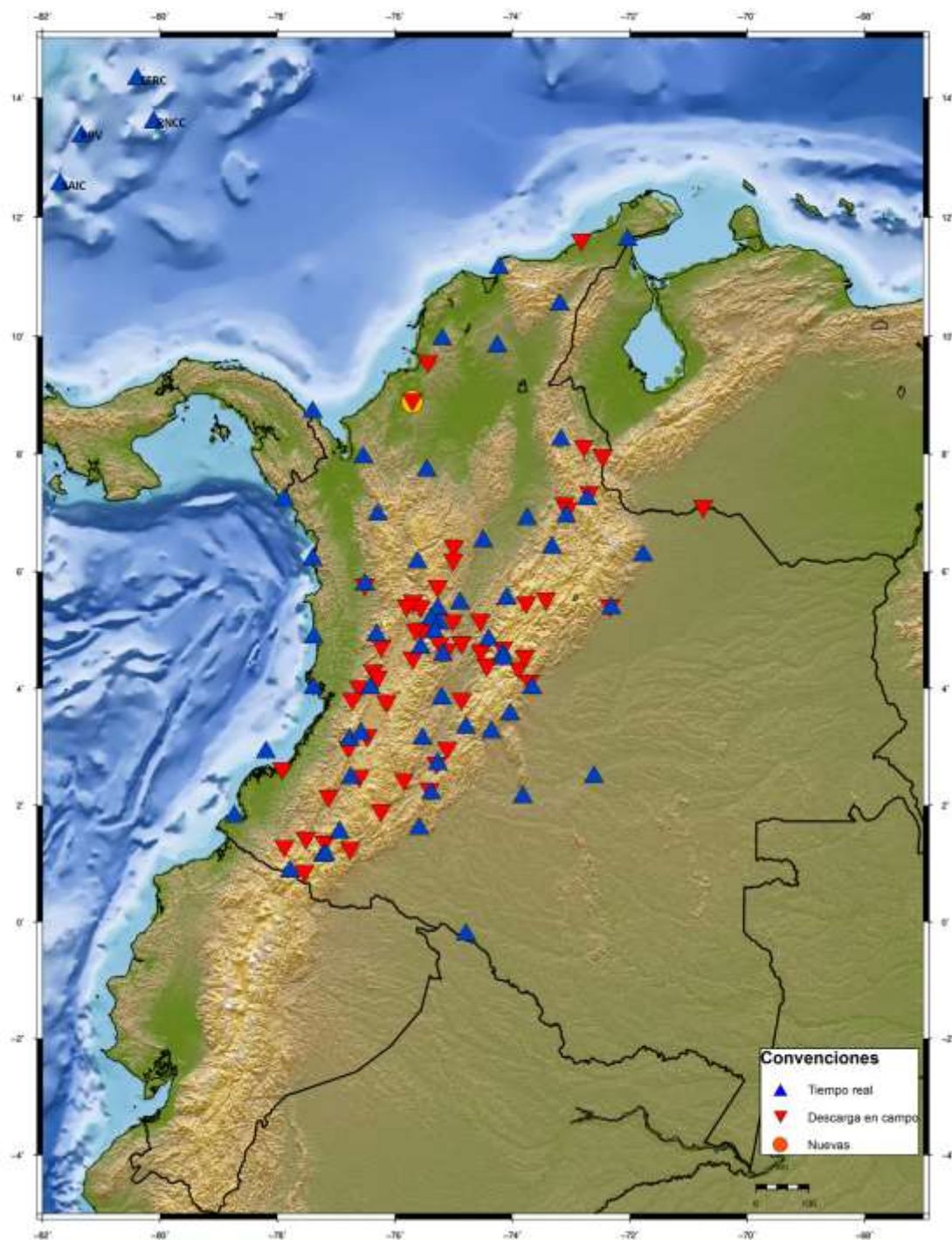


Figura 23. Localización de las estaciones con sensor de aceleración de la RNAC a diciembre de 2020.



Figura 24. Estación sismológica de San Juan de Arama - Meta



Figura 25. Estación sismológica de Dorado - Meta



Figura 26. Estación acelerográfica de San Carlos - Córdoba

Durante el año 2020 se monitoreo la actividad sísmica del país 24 horas al día, 7 días a la semana, alimentando las bases de datos del SGC con 26125 sismos localizables, cuyos epicentros se muestran en el siguiente mapa.

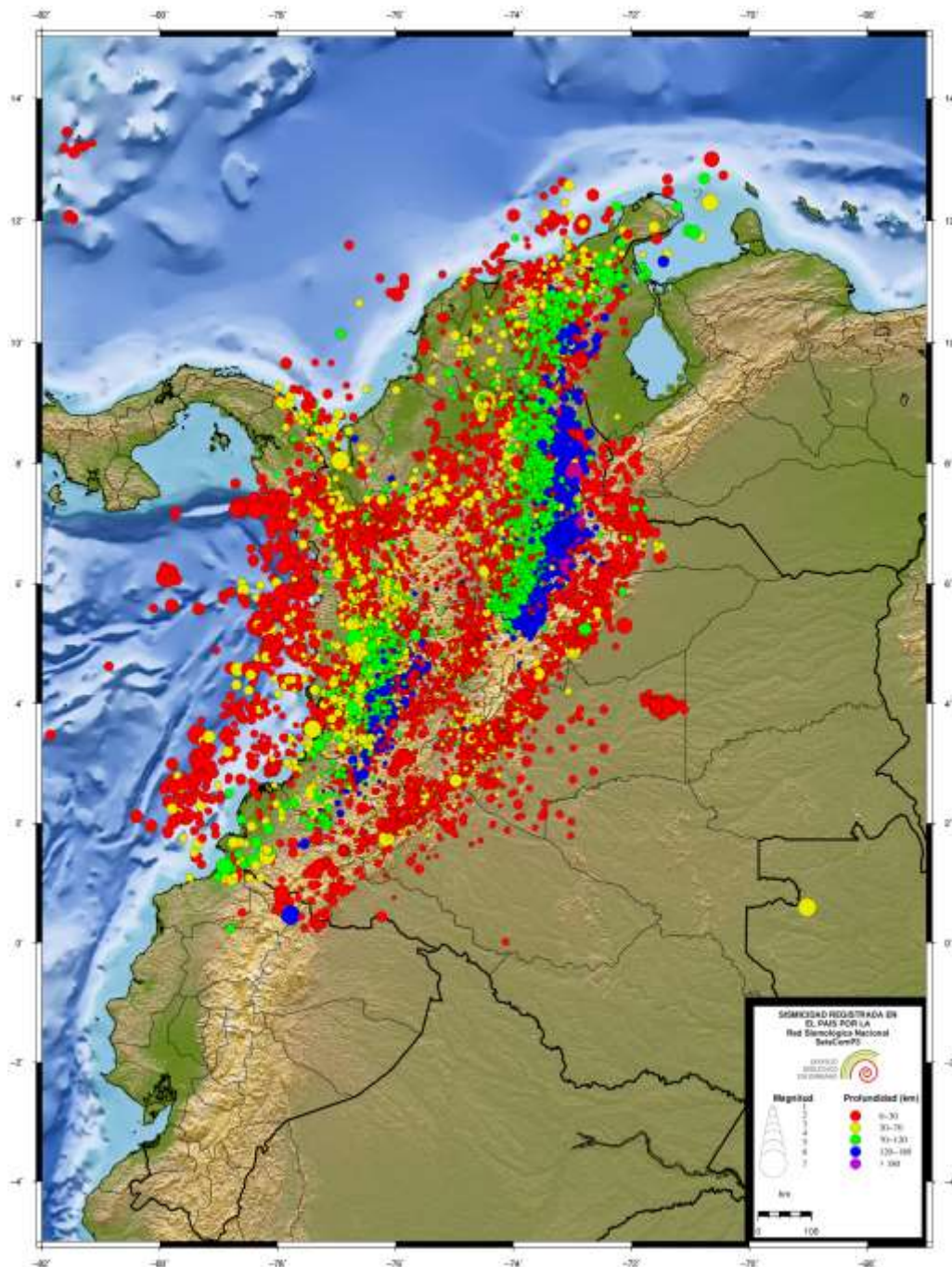


Figura 27. Sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional de Colombia del 1 de enero al 31 de diciembre de 2020

La información de los eventos sísmicos y sus parámetros, registrados y localizados por la RSNC, puede ser consultada en el Catálogo Sísmico a través de la página web del Servicio Geológico Colombiano:

- <https://www.sgc.gov.co/sismos>
- <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>

De igual manera, a través de la página web del SGC, pueden ser consultados los boletines mensuales de sismicidad del año 2020:

- <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Paginas/boletines-sismicidad.aspx>

Funcionamiento de la red de monitoreo sismológico durante el año 2020

El funcionamiento de la red de monitoreo sismológico de la Red Sismológica Nacional de Colombia durante el año 2020 que operan en tiempo real se presenta en la figura, las cuales corresponden al promedio conjunto de las estaciones que cuentan con instrumentación de velocidad (sismómetro) y aceleración (acelerómetro) en la misma estación.

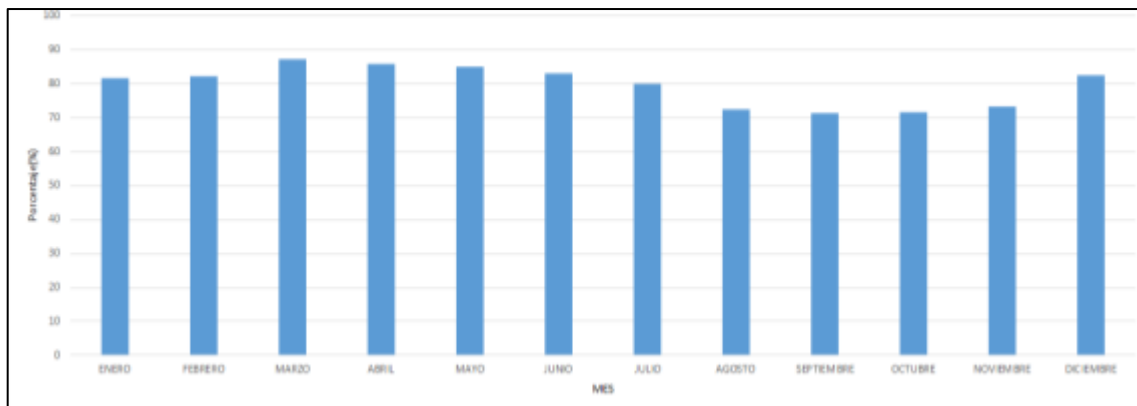


Figura 28. Promedio mensual de funcionamiento de la red de monitoreo de en tiempo real durante el año 2020.

Así mismo, se presentan en las figuras el porcentaje de funcionamiento para las estaciones que cuentan con instrumentación de velocidad (sismómetro). El funcionamiento de la red de estaciones de monitoreo sismológico que cuentan con instrumentación de aceleración (acelerómetro), se muestran las figura

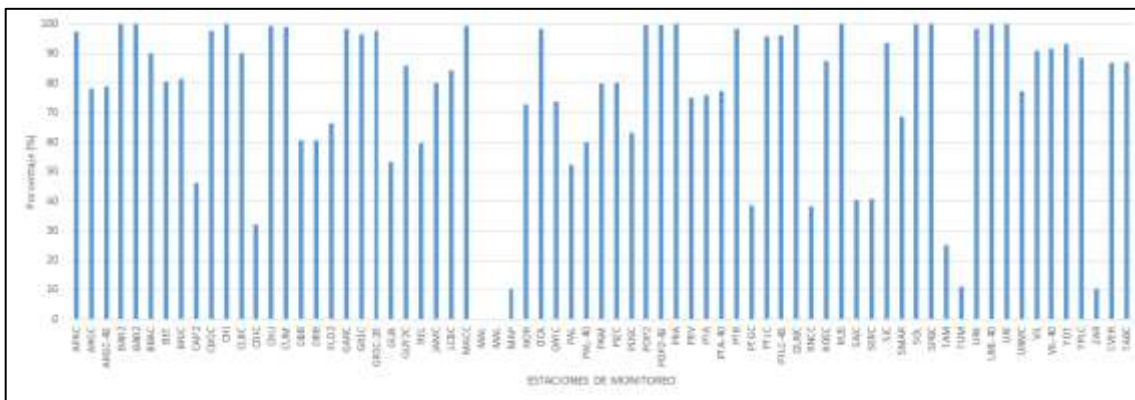


Figura 29. Porcentaje de funcionamiento de las estaciones sísmológicas en tiempo real durante el año 2020.

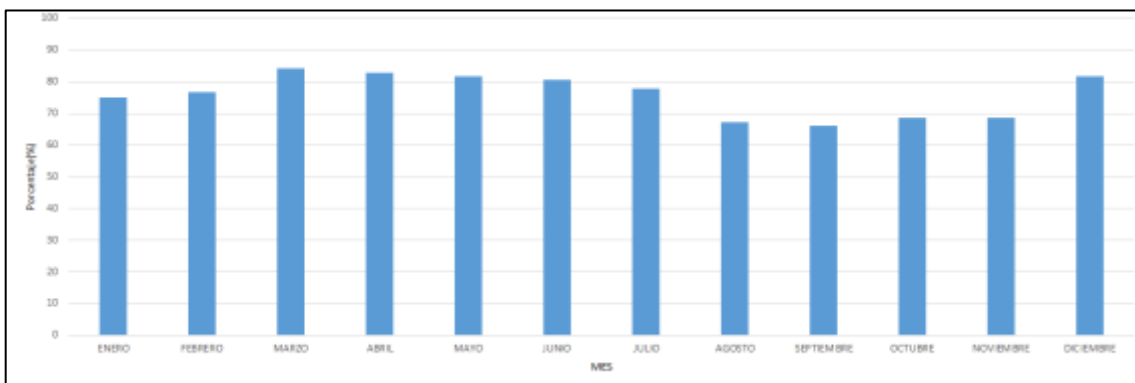


Figura 30. Porcentaje de funcionamiento mensual de las estaciones sísmológicas en tiempo real durante el año 2020.

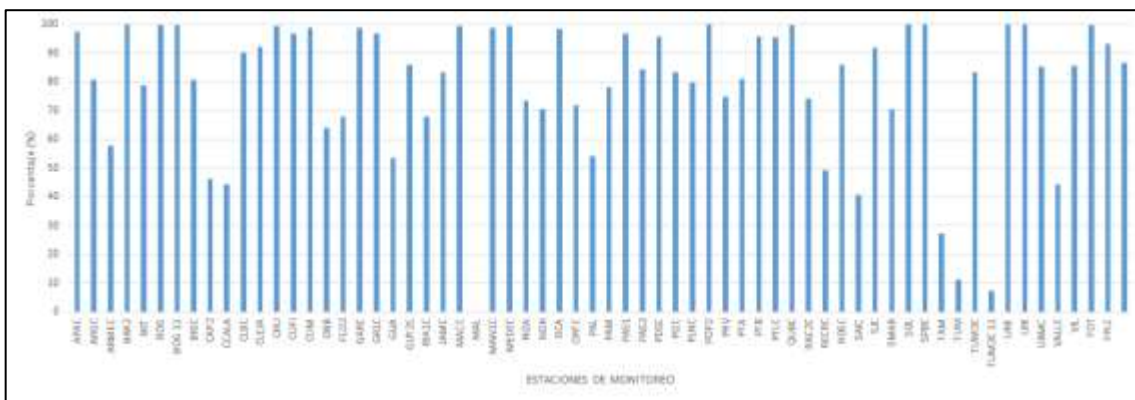


Figura 31. Porcentaje de funcionamiento de las estaciones acelerográficas en tiempo real durante el año 2020.

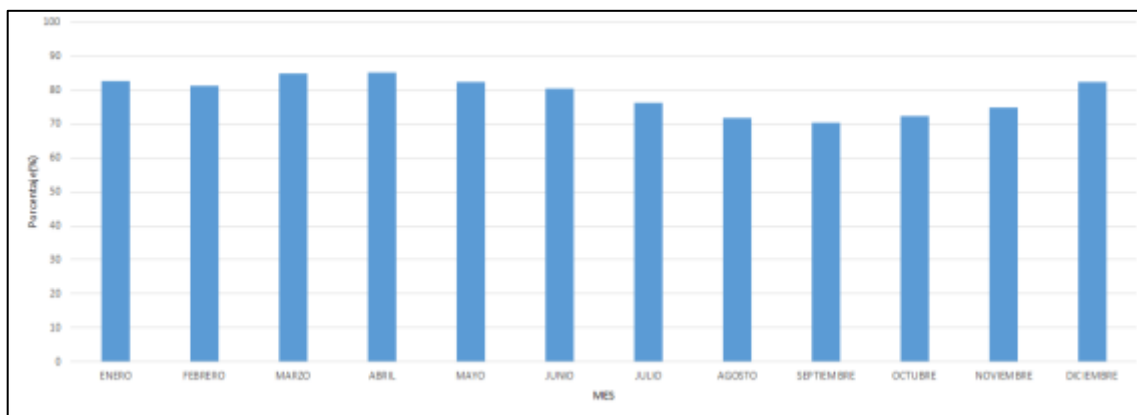


Figura 32. Porcentaje de funcionamiento mensual de las estaciones acelerográficas en tiempo real durante el año 2020.

La red de monitoreo sismológico durante el año 2020 funcionó entre un 84.3% y un 66.1%, este último correspondiente al mes de septiembre debido al deterioro progresivo de las baterías que conforman las estaciones de monitoreo y la ola invernal que no ofrecían suficiente radiación solar que impidieron que los paneles solares cargaran lo suficiente dichas baterías, razón por la cual presentaron intermitencia.

En atención del confinamiento preventivo obligatorio solicitado por el Gobierno Nacional para evitar la expansión de la Covid-19, fue necesario postergar el mantenimiento correctivo de aquellas estaciones. Sin embargo, se atendieron aquellas prioridades, tal como la reubicación de la estación ubicada en la Isla Gorgona.

Desde el mes de octubre, dada la reactivación económica del país, fue posible reiniciar las labores de mantenimiento, realizando el cambio del banco de baterías de las estaciones de Tame (TAM), Ariguani (ARGC), Pizarro (PIZC), Helena (HEL), Dabeiba (DBB), Betania (BET), Santa Marta (SMAR), Villavicencio (VIL), Guaviare (GUA) Puerto Gaitán (PTGC), Ortega (ORTC), San José del Palmar (PAL) y Pamplona (PAM), así mismo atendiendo los fallos en los diferentes sistemas que conforman las estaciones de monitoreo.

También se realizaron los mantenimientos preventivos y descarga de datos de las estaciones sismológicas temporales ubicadas en el Valle del Magdalena Medio (VMM), Chichimene, San Juan de Arama, Mesetas Meta, Bochalema, LL8C. Así mismo las estaciones acelerográficas ubicadas en Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Cauca, Antioquia, Chocó, Santander, Norte de Santander, Meta, Boyacá, Nariño, Huila, Putumayo, Sucre, Cesar, La Guajira, Córdoba.

Análisis de calidad de señales

Se elaboraron 2 informes anuales de análisis de calidad de señal para cada una de las estaciones sismológicas pertenecientes a la red de monitoreo permanente. Estos informes buscan hacer seguimiento constante del funcionamiento de las estaciones y establecer las acciones a tomar para garantizar su óptimo funcionamiento en cuanto a transmisión, calidad de la señal recibida y demás condiciones que garanticen la continuidad del monitoreo sismológico en el tiempo.

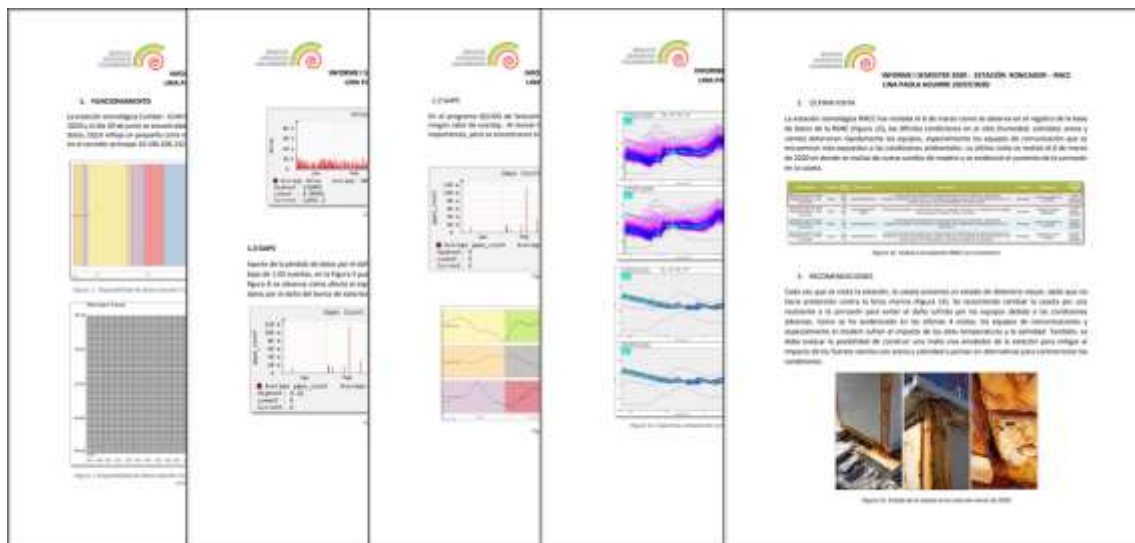


Figura 33. Algunos ejemplos de los informes realizados durante el año 2020

Caracterización geológica y geomorfológica estaciones prioritarias RNAC

Durante el año 2020 surgió la necesidad de caracterizar geológica y geomorfológicamente 30 estaciones de la Red Nacional de Acelerógrafos dada su importancia en la evaluación de la amenaza nacional por sismo. Para dicha caracterización se hizo uso de material bibliográfico, del SGC así como recursos de sistemas de información geográfica del SGC y otros públicos. Al terminar la caracterización de estas 30 estaciones se encontró información importante que ayudará a comprender mejor la respuesta del suelo en los sitios analizados.

Adicionalmente, se identificaron necesidades particulares de visitas de campo a sitios de instalación antigua que no cuentan con recursos bibliográficos, ni recursos SIG suficientes para establecer las condiciones de instalación de la estación.

Catálogo de tensor momento sísmico

Se actualizó el catálogo de soluciones del tensor momento sísmico (TMS) con la revisión manual de las soluciones automáticas generadas por los diferentes algoritmos implementados en el SGC. En el siguiente mapa se recopilan todas las soluciones calculadas. Este catálogo puede ser consultado a través de la página web en:

http://bdrsnc.sgc.gov.co/sismologia1/sismologia/focal_seiscomp_3/index.html

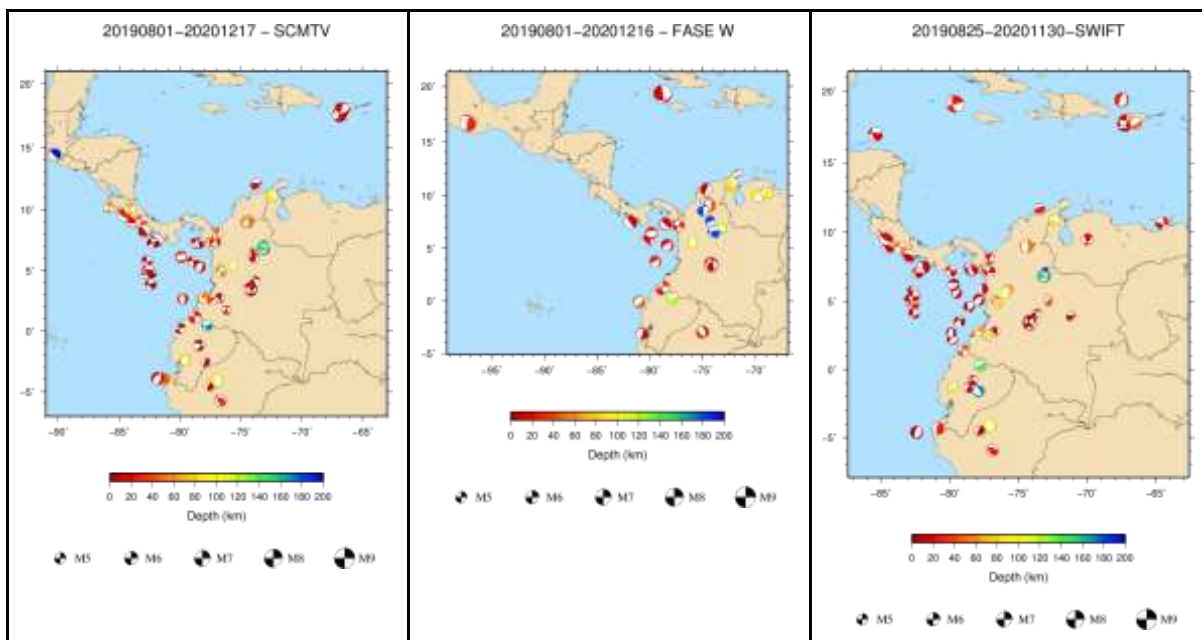


Figura 34. Soluciones revisadas de los sistemas de cálculo del tensor momento sísmico implementados en el SGC.

Catálogo de Aceleraciones

Se revisó el procesamiento y cálculo de parámetros de aceleración de 98 eventos localizados en el territorio nacional y países fronterizos con magnitudes $M \geq 4.0$ que se presentaron durante el período entre enero 1 y diciembre 31 de 2020. Los eventos se presentan en el mapa #.

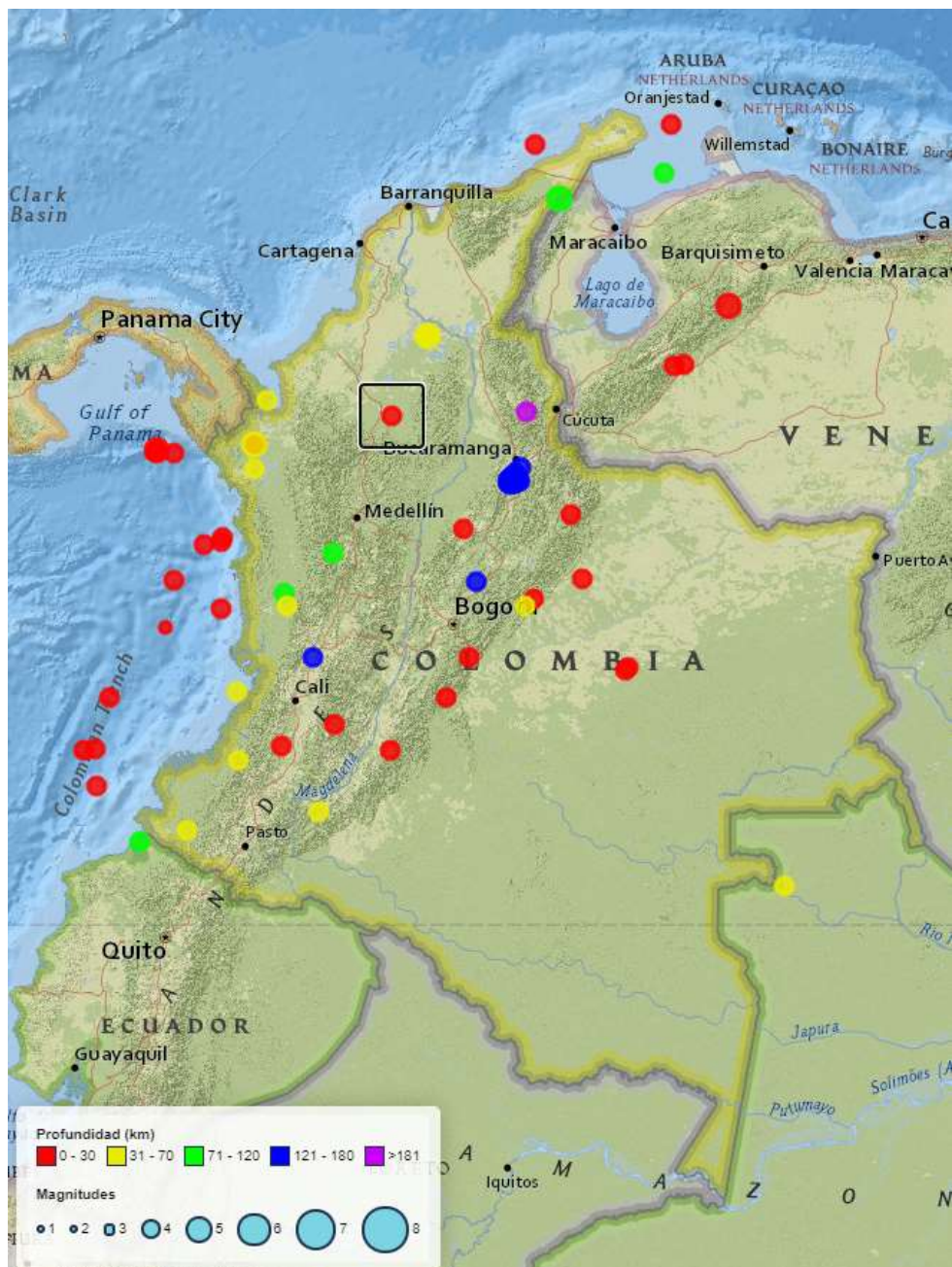


Figura 35. Mapa #: Eventos localizados por la Red Sismológica Nacional de Colombia con cálculo de parámetros de aceleración durante el año 2020

La información de movimiento fuerte revisada y publicada en el portal web puede ser consultada en los siguientes enlaces:

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

<https://sismo.sgc.gov.co/>

Ponderación de las estaciones sismológicas de acuerdo a su importancia en la localización de sismos

Establecer un orden jerárquico de las estaciones sismológicas de acuerdo a su importancia en la localización de los sismos permite que la elaboración de planes de comisión de mantenimiento (preventivo o correctivo) sea lo más efectiva posible en términos de mantener la más alta calidad en la localización de los sismos.

La teoría de la localización de sismos establece que una de las principales fuentes de error en la localización de sismos es la distribución de las estaciones sismológicas alrededor de estos, en particular pueden obtenerse errores altos cuando el sismo está por fuera de la red sismológica o cuando no hay estaciones cercanas al sismo (Shearer, 2009).

La metodología se dividió en una de procedimiento experimental y otra de tipo teórico. La metodología experimental consistió en la relocalización manual de sismos de forma iterativa quitando estaciones sismológicas, para encontrar aquellas que afectan más la localización. En el procedimiento teórico se identificaron las estaciones más influyentes en la disminución del GAP azimutal y aquellas que resultaban ser frecuentemente las más cercanas a las 5 regiones del país con mayor sismicidad.

Se identificaron como regiones críticas, en cuanto la calidad en las localizaciones, la región del Pacífico y del Caribe colombiano. Esto se hizo a través de los criterios de la nomenclatura GTX desarrollada por Bondár, Myers, Engdahi y Bergman (2004).

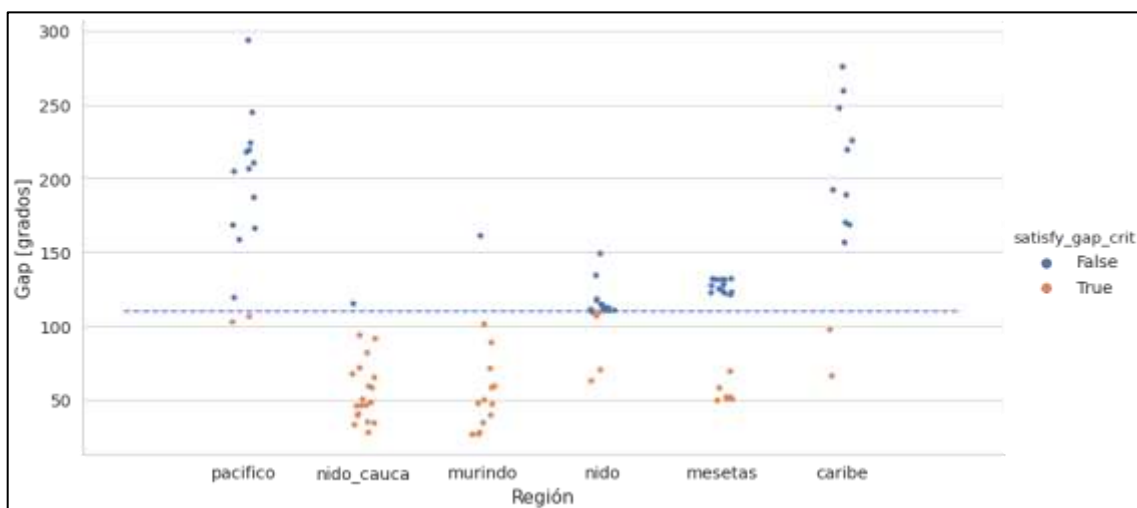


Figura 36. GAP azimutal para cada uno de los sismos utilizados en cada zona definida. La línea azul punteada representa el umbral definido teóricamente, máximo valor 110°, para obtener una buena localización. Fuente: autores.

En la siguiente tabla se puede observar la compilación de las tres estaciones críticas por región según el criterio de GAP y el criterio de distancia, en esta tabla se resaltan aquellas estaciones que se repiten en ambos criterios y aquellas que se repiten en uno solo de los criterios.

Tabla 1. Estaciones fundamentales por criterio de GAP y estaciones cercanas para cada una de las zonas definidas. Las más relevantes son aquellas que se repiten en ambos criterios (resaltadas en rojo), seguidas de aquellas que se repiten en el mismo criterio (resaltadas en amarillo).

	GAP			Estación cercana			
Nido	PAM (17)	TAM/URI/RUS (1)	-	PDSC	BAR2	BRJC	Se repite en el mismo criterio
Mesetas	MACC (15)	GUA (4)	PTLC (1)	URMC	PRA	CLEJA	
Pacífico	MAP (3)	PTA (3)	TUM (2)	GR1C	TUM	PIZC	Se repite en los 2 criterios
Caribe	URI (10)	CRJC (7) / SJC (2)	PRV (2)	CRJC	ARGC	SJC	
Murindó	PIZC (4)	PTA (3)	SOL (2)	MAN1C	CBOC	DBB	
Nido Cauca	PIZC (9)	MAL (5)	GR1C (2)	MAN1C	YOT	PAL	

De acuerdo al análisis realizado las regiones a priorizar son Pacífico y Caribe pues estas regiones son más vulnerables a tener errores grandes en localización.

Las estaciones consignadas en la tabla anterior representan aquellas a priorizar por región, en particular aquellas del Pacífico o Caribe resaltadas en rojo o amarillo. De estas 2 regiones las estaciones a priorizar son TUM y CRJC respectivamente.

Modelo de velocidad de la cuenca de Bogotá Proyecto SATREPS

En el marco del proyecto SATREPS, durante el año 2020, se realizó la medición de 27 arreglos miniatura para el registro de microtemores, esta información fue incluida junto con la información disponible de previas mediciones para un total de 26 multiarreglos de gran tamaño y 327 arreglos miniatura Figura. una vez incluida toda la información, se realizó la actualización de las ecuaciones empíricas Residual de Bouguer - Profundidad Figura, Periodos - Profundidad de capa para para diferentes valores de Vs Figura. Para la construcción del modelo de velocidad fue necesario dividirlo en tres grupos: Modelo superficial ($V_s < 300\text{m/s}$), Modelo Intermedio ($300\text{ m/s} \leq V_s < 700\text{ m/s}$) y Modelo

profundo ($V_s \geq 700$ m/s), a este último se le aplicó la metodología de Inversión Conjunta propuesta por (Arai & Tokimatsu, 2004, 2005), se empleó la información de 26 puntos de medición que cuentan con de arreglos de gran tamaño y finalmente se construyeron las nuevas relaciones empíricas calibradas, Residual Bouguer - Profundidad de capas para $V_s > 600$ m/s y con estas se generaron los modelos de capas calibrados para $V_s > 600$ m/s. Estas nuevas capas se incorporaron al modelo de velocidad junto con los modelos superficial e intermedio.

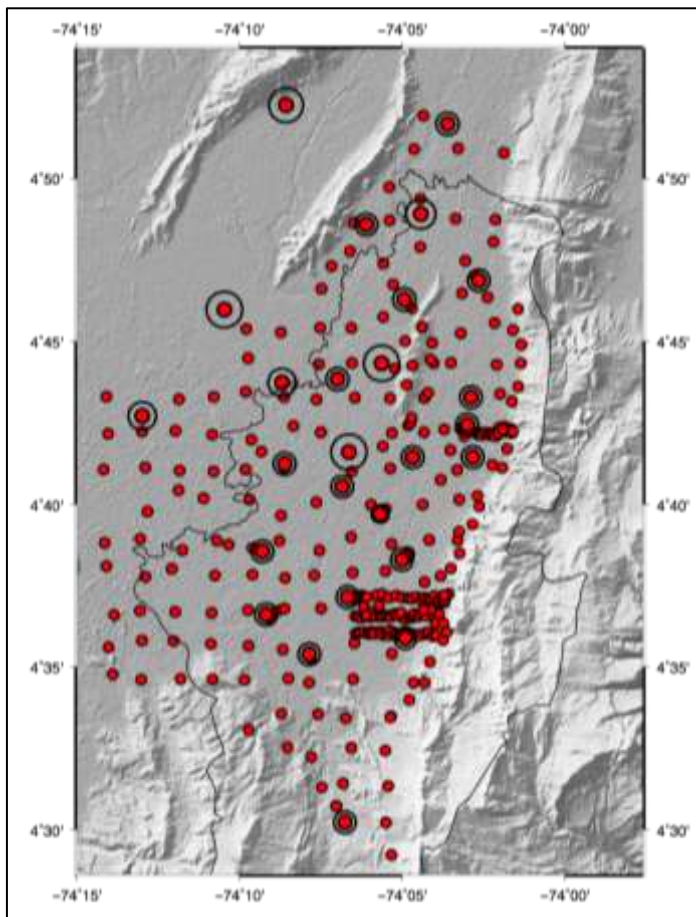


Figura 37. Arreglos de microtremores. 26 arreglos grandes (círculo rojo dentro círculo negro) y 300 Arreglos miniatura (círculo rojo)

- Residual Bouguer – Perfiles V_s

Una vez separados los perfiles en tres zonas geotécnicas (Cerros, Aluvia y Lacustre), se calcularon las relaciones empíricas para los diferentes grupos para valores de velocidad de onda de corte $V_s < 600$ m/s. Sin embargo, las ecuaciones calculadas para el grupo de datos que se encuentra sobre la zona cerros (círculos amarillos) es invariante al valor de residual de Bouguer. Lo cual nos indica que en zona el residual de Bouguer no aporta información a nuestro modelo. Para valores de $V_s > 600$ m/s, se calculó una sola

ecuación que contiene los tres grupos de datos, estos datos pueden ser representados por una única ecuación, los valores R2 son mayores a 0.7 indicando un buen ajuste en los datos. figura

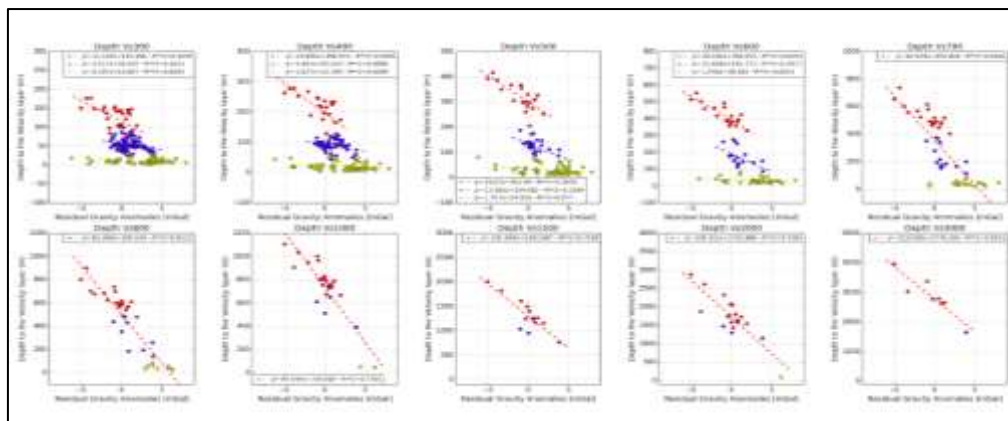


Figura 38. Relaciones empíricas actualizadas y separadas para tres zonas geotécnicas Cerros (círculos amarillos), Aluvial (círculos azules) y Lacustre (círculos rojos)

- HOV – Perfiles Vs.

Teniendo en cuenta la cantidad de mediciones de microtremores para la obtención del periodo predominante del suelo y la incorporación de 27 nuevas mediciones para un total de más de 800 mediciones de HoV, y junto con 327 mediciones de arreglos de microtremores con información de perfiles de velocidad de onda de corte Vs, se obtuvieron las relaciones entre la frecuencia y profundidad para diferentes valores de Vs (Vs300 m/s, Vs400 m/s, Vs500 m/s, Vs600 m/s, Vs800 m/s, Vs1000 m/s, Vs1500 m/s, Vs2000 m/s y Vs3000 m/s).

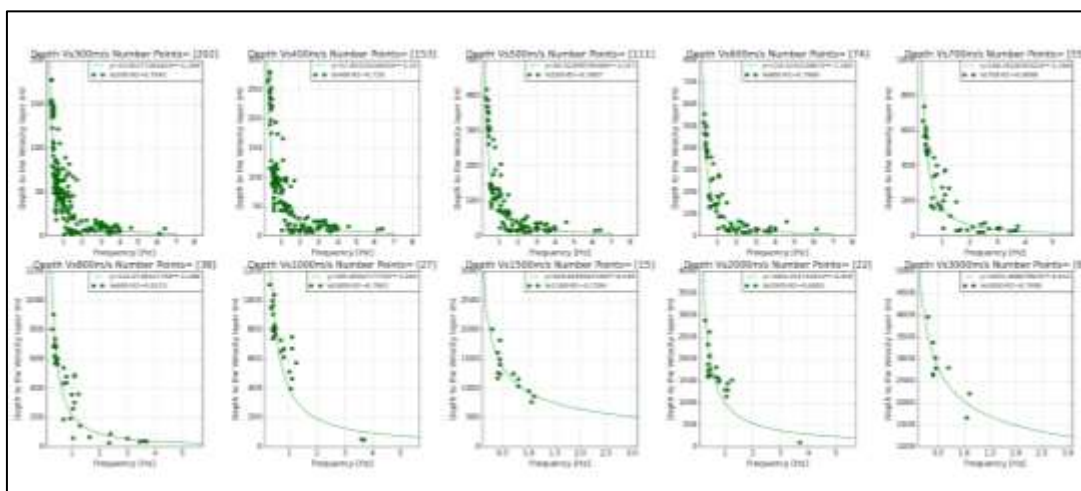


Figura 39. Relaciones empíricas obtenidas para diferentes valores de Vs (Vs300m/s, Vs400m/s, Vs600m/s, Vs1000m/s, Vs1500m/s, Vs2000m/s y Vs3000m/s)

- Modelo Velocidad de la cuenca de Bogotá

Obtenidas las ecuaciones empíricas mencionadas anteriormente, residual Bouguer - Profundidad para diferentes valores de Vs y frecuencia - profundidad para diferentes valores de Vs (Vs300m/s, Vs400m/s, Vs600m/s, Vs1000m/s, Vs1500m/s, Vs2000m/s y Vs 3000m/s). Calculamos los modelos de profundidad para los diferentes valores de Vs, usando el residual de Bouguer obtenido para el área de estudio y los valores de frecuencia calculados en más de 800 puntos de medición. Figura una de las ventajas de tener estos dos modelos es que el modelo H/V aporta información en zonas donde no se tiene buena cobertura de datos de arreglos de microtemores además de permitir restringir el modelo en zonas como los cerros orientales donde el modelo gravimétrico no aporta información, este último presenta un mejor control en las capas profundas.

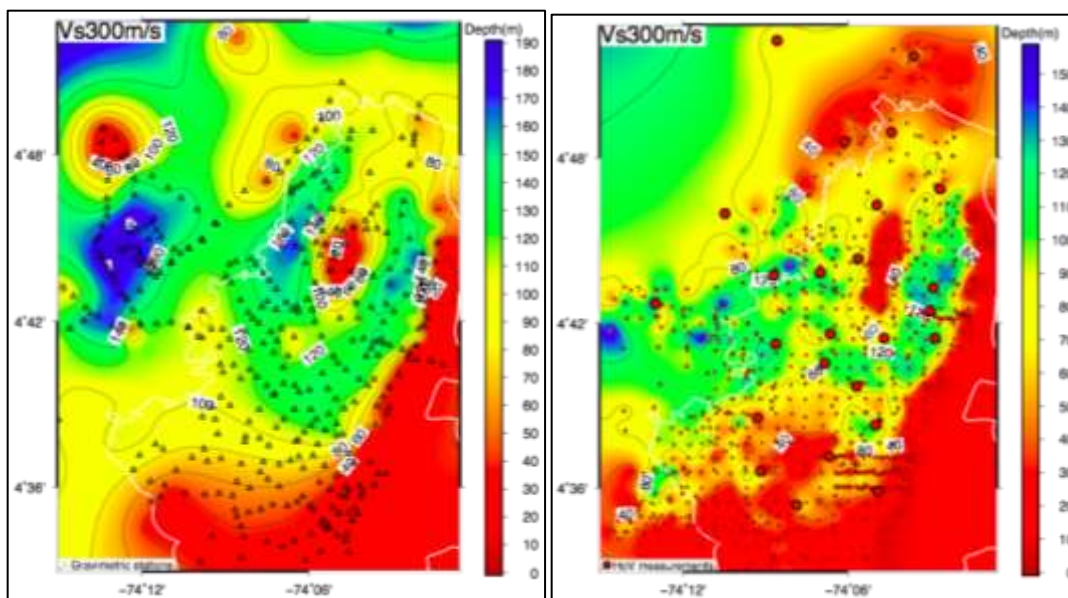


Figura 40. Izquierdo modelo gravimétricos y Figura Derecha el modelo H/V. Obtenidas de las relaciones empíricas para Vs 300 m/s.

Construcción del modelo de Velocidad 3D de Bogotá

- Modelo profundo ($V_s \geq 700$ m/s) - Se calibro haciendo uso de 26 arreglos de medición de gran tamaño

corresponde al modelo obtenido a partir de las relaciones empíricas profundidad-Residual de Bouguer para capas ($V_s 700$ m/s, $V_s 800$ m/s, $V_s 1000$ m/s, $V_s 1500$ m/s, $V_s 2000$ m/s) Figura

- Modelo intermedio (Híbrido) ($300 \text{ m/s} \leq V_s < 700 \text{ m/s}$)

Es un modelo que se obtiene a partir del modelo Gravimétrico + HoV + interpolación directa de microtremores. Este modelo híbrido se obtuvo haciendo uso de las herramientas de interpolación de Arcgis para capas (Vs300 m/s, Vs400 m/s, Vs500 m/s, Vs600 m/s) Figura

- Modelo Superficial (Vs < 300m/s)

Este modelo se construye a partir de la interpolación directa de los microtremores, para este se generaron 8 capas, las cuales mejoran el modelo superficial.

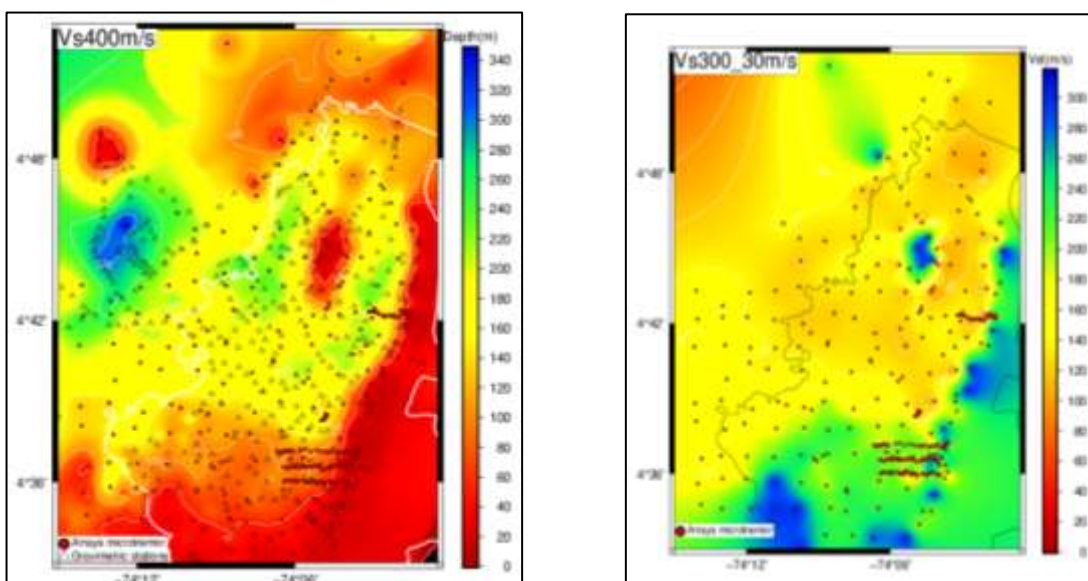


Figura 41. Izquierda Modelo intermedio (híbrido) obtenido para Vs 400 m/s y Figura Derecha. Modelo superficial obtenido para el 30% de la profundidad de Vs 300 m/s,.

- **Calibración del modelo profundo (Vs >= 700 m/s)**

Para la calibración de modelo se empleó la metodología de inversión conjunta propuesta por (Arai & Tokimatsu, 2004, 2005), en la cual a partir del hov y la curva de dispersión observada de las mediciones de microtremores se calcula un perfil de velocidad Vs que se ajuste a estas dos, una vez calibrados los perfiles de velocidad se obtienen nuevamente las relaciones empíricas Bouger - profundidad de capa para diferentes Vs, pero esta vez a partir del perfil calibrado figura, obtenidas las ecuaciones se generan los modelos de capa calibrados para Vs 700 m/s, Vs 800 m/s, Vs 1000 m/s, Vs 1500 m/s, Vs 2000 m/s, Vs 3000 m/s figura

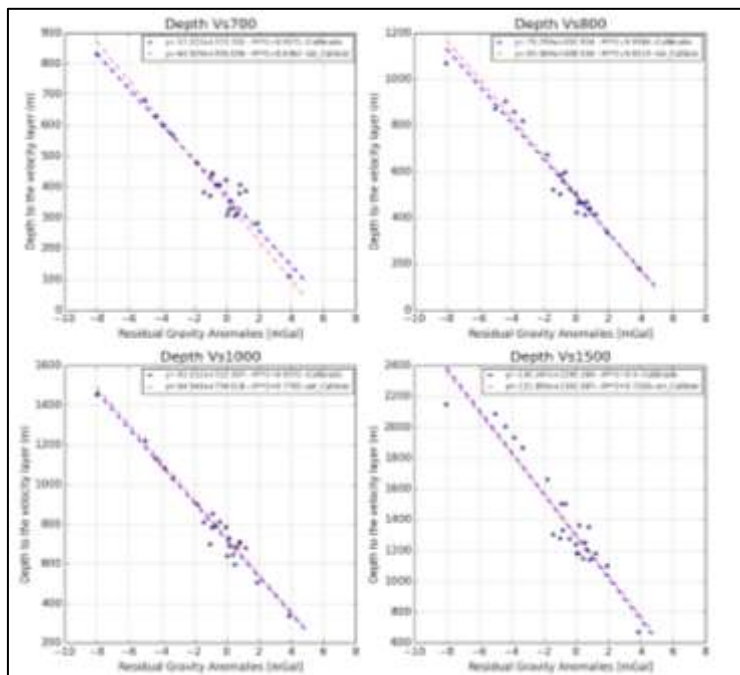


Figura 42. Regresiones empíricas Residual de Bouguer - Profundidad de capa para diferentes valores de Vs (Vs 700 m/s - 3000 m/s), la línea azul punteada, corresponde a la regresión calculada con los perfiles calibrados mientras la línea roja punteada representa las regresiones calculadas con los perfiles sin calibrar.

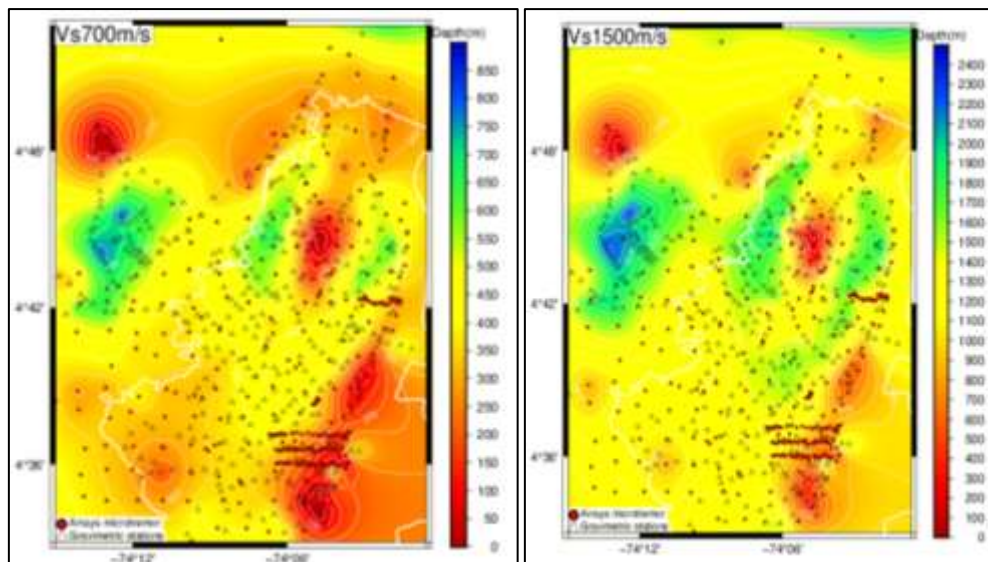


Figura 43. Modelos de profundidad calibrados para diferentes valores de Vs (Vs 700m/s, Vs 800m/s, Vs 1000m/s, Vs 1500m/s, Vs 2000m/s y Vs 3000m/s), a la izquierda se encuentra el modelo de profundidad obtenido para un valor de Vs 700 m/s, a la derecha se encuentra el modelo de profundidad obtenido para un valor de Vs 1500 m/s.

Implementación y análisis de la localización de sismos con modelos de velocidades 3D

Se implementó en el sistema de procesamiento de sismicidad SeisComp3 de la Red Sismológica Nacional de Colombia el método de localización NonLinLoc, el cual permite la localización de sismos usando modelos de velocidades 3D.

Se realizó un análisis comparativo de las localizaciones obtenidas a través del método NonLinLoc con el modelo de velocidades 3D para Colombia (Poveda et al., 2018), respecto a las localizaciones obtenidas a través del método hypo71 con el modelo de velocidades 1D para Colombia (Ojeda y Havskov, 2001), en dos zonas específicas del país: Mesetas-Meta y Pacífico Colombiano, con el objetivo de determinar las ventajas y desventajas de cada método.

Debido a que los errores en localización que cada algoritmo no son comparables, pues su método de cálculo difiere, y a que estos pueden no ser acordes a la realidad como lo han señalado varios autores (Bondár et al., 2004; Mignan y Woessner, 2012), se estableció como criterio de calidad la clasificación de los eventos en la nomenclatura GTX (el epicentro del evento está dentro de X km con un 95% de nivel de confianza) (Bondár et al., 2001; Bondár et al., 2004) y usada por el ISC (International Seismological Centre) para desarrollar la lista de eventos de referencia del IASPEI.

Mesetas - Meta

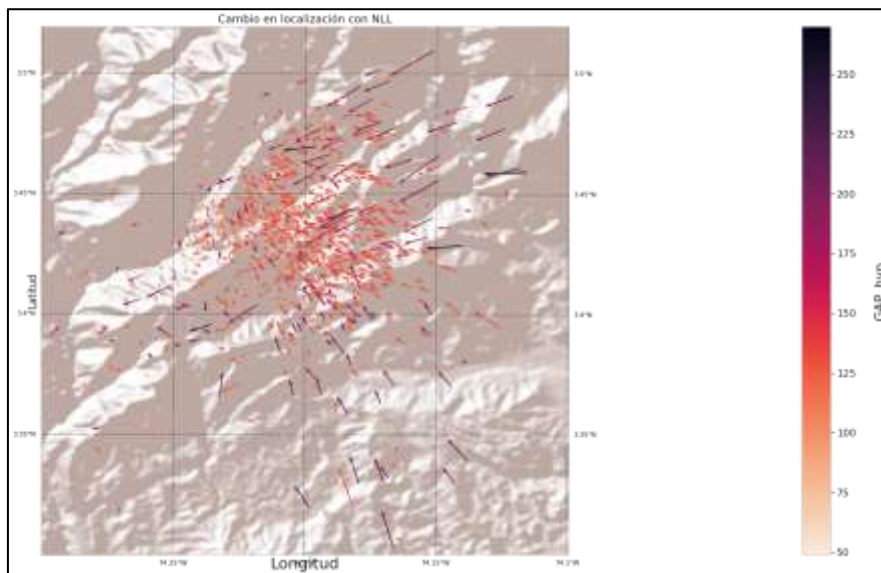


Figura 44. Cambio en la localización de la sismicidad de Mesetas-Meta con NonLinLoc. Los sismos que presentaron un mayor cambio en su localización en general coinciden con los que tenían el mayor GAP azimuthal, lo cual, según la nomenclatura GTX, está fuertemente relacionado con una mala calidad en la localización.

En la figura anterior (figura) se observa como los sismos relocados con NonLinLoc tienden a agruparse. En este caso particular se observa también que en general los sismos se movieron hacia la cordillera que es una zona de baja velocidad para las ondas sísmicas lo que podría indicar que inicialmente los sismos estuvieron mal localizados debido a que el modelo 1D no tiene en cuenta los cambios de velocidad en planta.

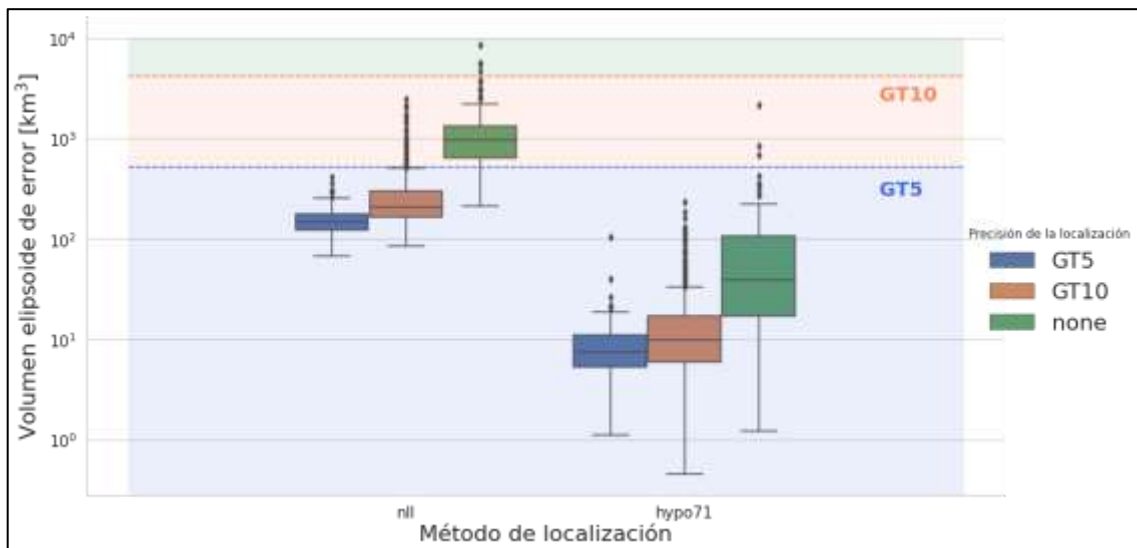


Figura 45. Distribución de los valores del volumen del elipsoide de error obtenido del hypo71 y del NonLinLoc en sismos de Mesetas-Meta. Los errores obtenidos con hypo71, clasificarían a la mayoría de los eventos como GT5, a pesar de que solo la minoría de éstos lo son. Los errores del NonLinLoc en se acercan más a los valores que se esperarían según la nomenclatura GTX.

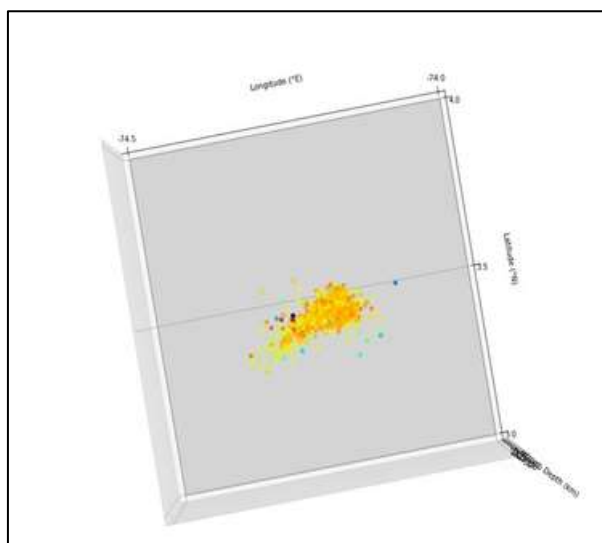


Figura 46. . Visualización 3D de la localización de la sismicidad de Mesetas-Meta con NonLinLoc.

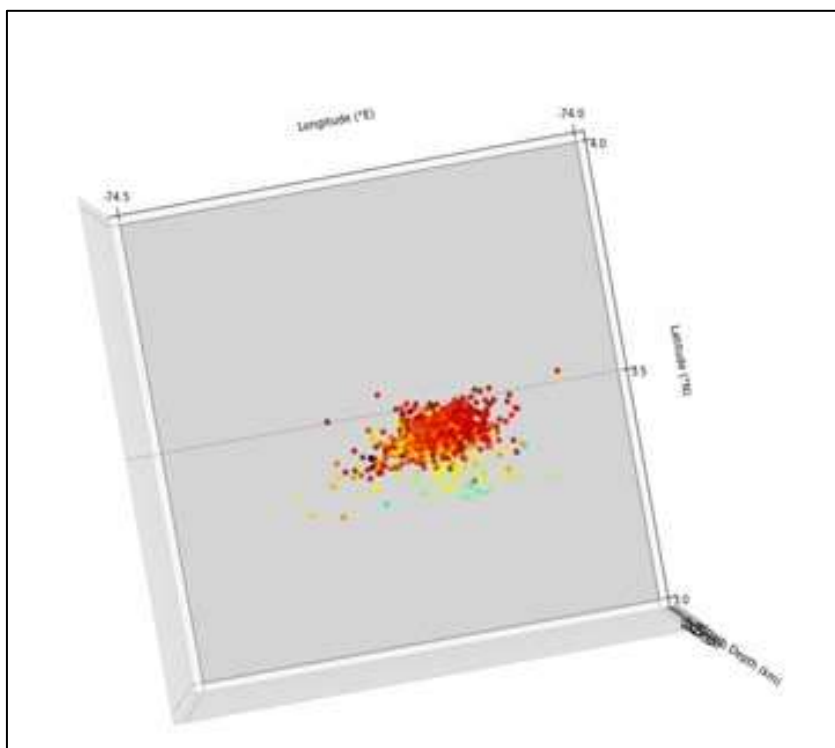


Figura 47. Visualización 3D de la localización de la sismicidad de Mesetas-Meta con Hypo71.

En las dos visualizaciones anteriores (figuras) se puede observar que buena parte de los eventos localizados con Hypo71 están pegados a la superficie, lo que contrasta con los localizados con NonLinLoc, cuyo modelo de velocidades le permite una mayor resolución en profundidad.

Pacífico Colombiano

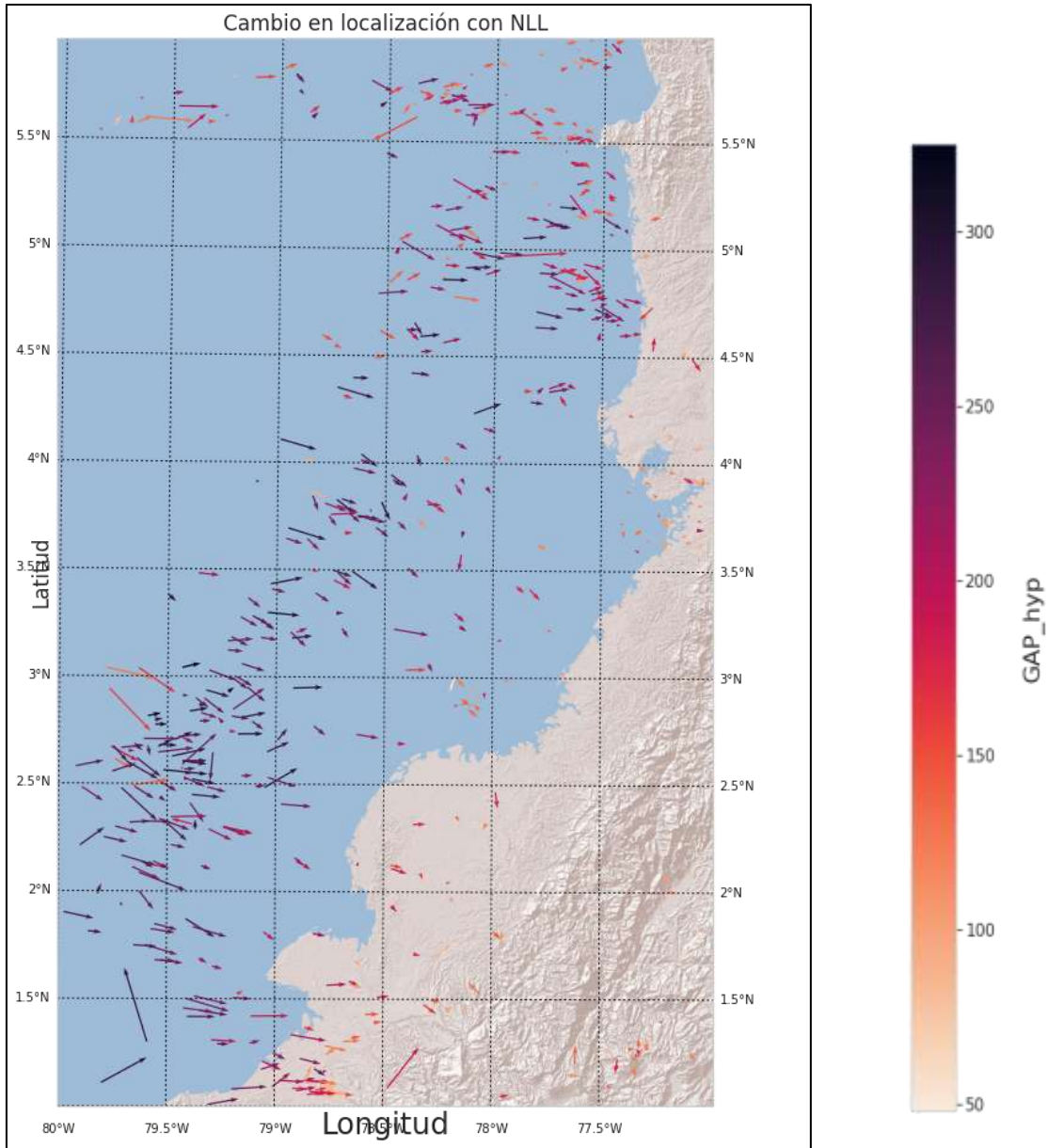


Figura 48. Cambio en la localización de la sismicidad del Pacífico colombiano con NonLinLoc.

En la figura anterior (figura) se observa como los sismos relocados con NonLinLoc en general se movieron hacia la zona continental que es una zona de baja velocidad para las ondas sísmicas respecto a la corteza oceánica, lo que de nuevo podría indicar que inicialmente los sismos estuvieron mal localizados debido a que el modelo 1D no tiene en cuenta los cambios de velocidad en planta.

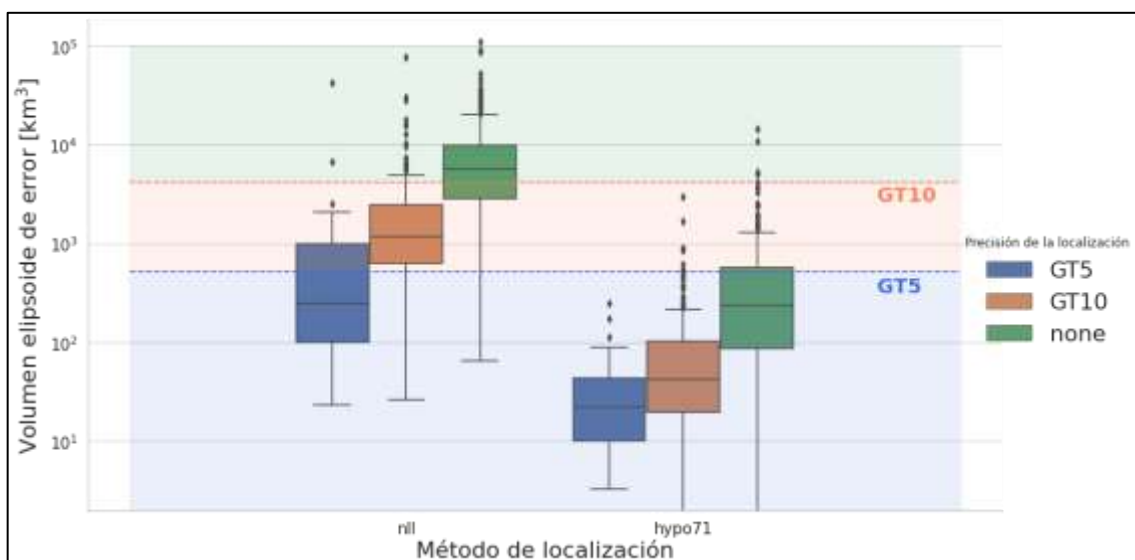


Figura 49. Distribución de los valores del volumen del elipsoide de error obtenido del hypo71 y del NonLinLoc en sismos del Pacífico colombiano. Los errores obtenidos con hypo71 sugieren que la mayoría de los eventos son GT5, cuando en realidad son la minoría. Los errores del NonLinLoc en cambio, discriminan correctamente a la mayoría de los sismos de acuerdo a la nomenclatura GTX.

De acuerdo al análisis realizado, se encontraron las siguientes ventajas del método de localización NonLinLoc respecto al hypo71:

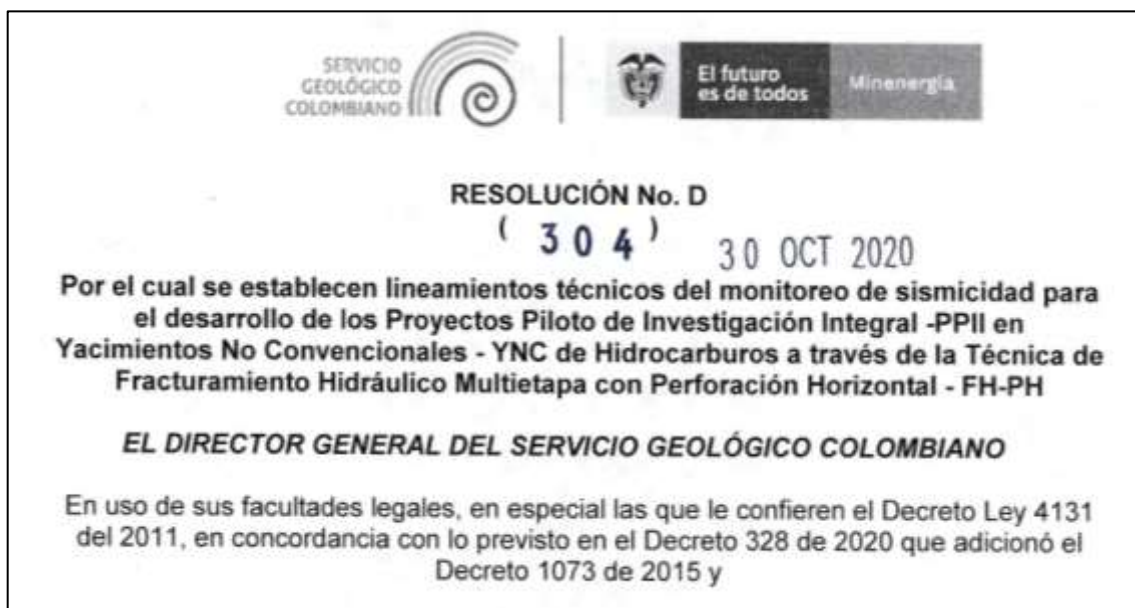
- Es posible evitar los errores provenientes debido a cambios de velocidades laterales en sismos de zonas de interfaz.
- La estimación de los errores del NonLinLoc son más coherentes con los errores que se esperarían de acuerdo a la nomenclatura GTX. Lo que sugiere que estos errores son más realistas.
- El modelo de velocidades 3D dispuesto en el NonLinLoc permite una mayor resolución en profundidad de la localización de los eventos respecto al modelo de velocidades 1D para Colombia dispuesto usado hypo71.

Cómo desventaja, el NonLinLoc demora mucho más en obtener la solución a la localización.

Reglamentación técnica para los PPII

Se ajustó la resolución D-149 de 2017 para dar lugar a la resolución D-304 de 2020 del SGC que tiene como objeto: establecer lineamientos técnicos del monitoreo de sismicidad para el desarrollo de los Proyectos Piloto de Investigación Integral -PPII en Yacimientos No Convencionales - YNC de Hidrocarburos a través de la Técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal - FH-PH. Se participó

en la formulación de los considerandos, el articulado y el anexo técnico. Se atendieron los comentarios públicos a los que fue sometido el proyecto de resolución y se brindó apoyo al área de jurídica del SGC para la publicación final. A lo largo de la redacción y proceso de publicación de la resolución se atendieron reuniones con actores de la industria y del MME para socializar diferentes aspectos como la geometría de la red local y la transmisión de datos. En total se dio trámite a 102 comentarios. De otra parte, se participó en la consecución de la resolución 40185 del MME, así como los TDR de ANLA en lo referente a sismicidad para los PPII.



Semáforo sísmico para los PPII

Se elaboró el documento “SEMÁFORO PARA EL MONITOREO SÍSMICO DURANTE EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS PILOTO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA”, el cual fue sometido al proceso de oficialización y post oficialización atendiendo a los comentarios públicos asociados a la resolución D-304 de 2020 del SGC y la resolución 40185 de 2020 del MME. El documento puede ser consultado en el Motor de Integración de Información Geocientífica del SGC en el siguiente enlace:

<http://adminmiig.sgc.gov.co/Lists/RecursosSGC/DispForm.aspx?ID=69692>

En este documento, se presenta una propuesta técnica de un semáforo de sismicidad útil para la toma de acciones preventivas y correctivas concernientes a las operaciones de fracturamiento hidráulico en Colombia, tomando como referencia los semáforos sísmicos más relevantes alrededor del mundo. Para esta propuesta se contó con la

sismicidad registrada entre 1993 y 2018, en y alrededor de la cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM) y el bloque La Loma, para cuya localización se usaron las estaciones de la Red Sismológica Nacional de Colombia, la Red Regional del VMM - Red La Loma, y la Red local de Drummond, región que engloba el área de influencia de los Proyectos Piloto de Investigación Integral. Se propone un semáforo de cuatro colores, con base en rangos de magnitudes y frecuencias. El rango de frecuencias se deberá establecer a partir de la Línea Base Local de sismicidad en el área de operaciones. La puesta en marcha de los primeros tres estados del semáforo (Verde, Amarillo y Naranja) comprende un volumen cilíndrico de monitoreo, mientras que el último estado del semáforo (Rojo) comprende un volumen cilíndrico de suspensión que debe ajustarse de acuerdo con la normatividad vigente.

Rango de magnitud m	Magnitud (M_L)	NSRD						
m_4	≥ 4 caso a	NSRD=0	NSRD ≥ 1					
	≥ 4 caso b	NSRD=0	0 < NSRD \leq NPSOD(m_4)+d(m_4)	NPSOD(m_4)+d(m_4) < NSRD \leq NPSOD(m_4)+2d(m_4)	NPSOD(m_4)+2d(m_4) < NSRD \leq NPSOD(m_4)+3d(m_4)	NPSOD(m_4)+3d(m_4) < NSRD \leq NPSOD(m_4)+4d(m_4)	NPSOD(m_4)+4d(m_4) NSRD >	NPSOD(m_4)+4d(m_4)
m_3	[3,4]	NSRD=0	0 < NSRD \leq NPSOD(m_3)+d(m_3)	NPSOD(m_3)+d(m_3) < NSRD \leq NPSOD(m_3)+2d(m_3)	NPSOD(m_3)+2d(m_3) < NSRD \leq NPSOD(m_3)+3d(m_3)	NPSOD(m_3)+3d(m_3) < NSRD \leq NPSOD(m_3)+4d(m_3)	NPSOD(m_3)+4d(m_3) NSRD >	NPSOD(m_3)+4d(m_3)
m_2	[2,3]	NSRD=0	0 < NSRD \leq NPSOD(m_2)+d(m_2)	NPSOD(m_2)+d(m_2) < NSRD \leq NPSOD(m_2)+2d(m_2)	NPSOD(m_2)+2d(m_2) < NSRD \leq NPSOD(m_2)+3d(m_2)	NPSOD(m_2)+3d(m_2) < NSRD \leq NPSOD(m_2)+4d(m_2)	NPSOD(m_2)+4d(m_2) NSRD >	NPSOD(m_2)+4d(m_2)
m_1	$[M_0, 2]$	NSRD=0	0 < NSRD \leq NPSOD(m_1)+d(m_1)	NPSOD(m_1)+d(m_1) < NSRD \leq NPSOD(m_1)+2d(m_1)	NPSOD(m_1)+2d(m_1) < NSRD \leq NPSOD(m_1)+3d(m_1)	NPSOD(m_1)+3d(m_1) < NSRD \leq NPSOD(m_1)+4d(m_1)	NPSOD(m_1)+4d(m_1) NSRD >	NPSOD(m_1)+4d(m_1)
m_0	$< M_1$	NSRD=0	0 < NSRD \leq NPSOD(m_0)+d(m_0)	NPSOD(m_0)+d(m_0) < NSRD \leq NPSOD(m_0)+2d(m_0)	NPSOD(m_0)+2d(m_0) < NSRD \leq NPSOD(m_0)+3d(m_0)	NPSOD(m_0)+3d(m_0) < NSRD \leq NPSOD(m_0)+4d(m_0)	NPSOD(m_0)+4d(m_0) NSRD >	NPSOD(m_0)+4d(m_0)
Tolerancia (d)			< d	(d, 2d]	(2d, 3d]	(3d, 4d]	> 4d	

Figura 50. Semáforo para el monitoreo sísmico durante el desarrollo de los proyectos piloto de investigación integral en yacimientos no convencionales de hidrocarburos en Colombia

Aplicación del semáforo sísmico

Se solucionó el semáforo sísmico para las zonas de La Loma (Cesar), los APE Kalipso, Guane y Plata (en el VMM) y en Puerto Gaitán (Meta), con el fin de observar su respuesta sin, durante y después de operaciones. Se presenta como ejemplo la solución al semáforo sísmico en La Loma - Cesar donde Drummond realizó operaciones entre 2018/04/08 - 2018/06/22. Para la elaboración de la línea base en ese sector se contó con la sismicidad en un área circular de radio 23 km centrada en la latitud 9.515° y longitud -73.510° entre 1993/06/01 a 2018/04/07 con una profundidad máxima de 16 km, así como los eventos cuyo elipsoide de error intersecan el volumen de monitoreo

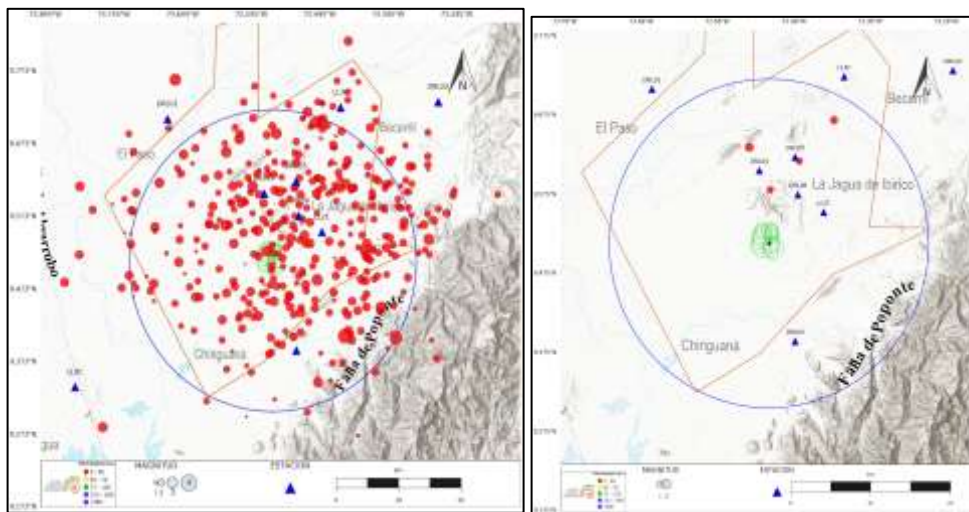
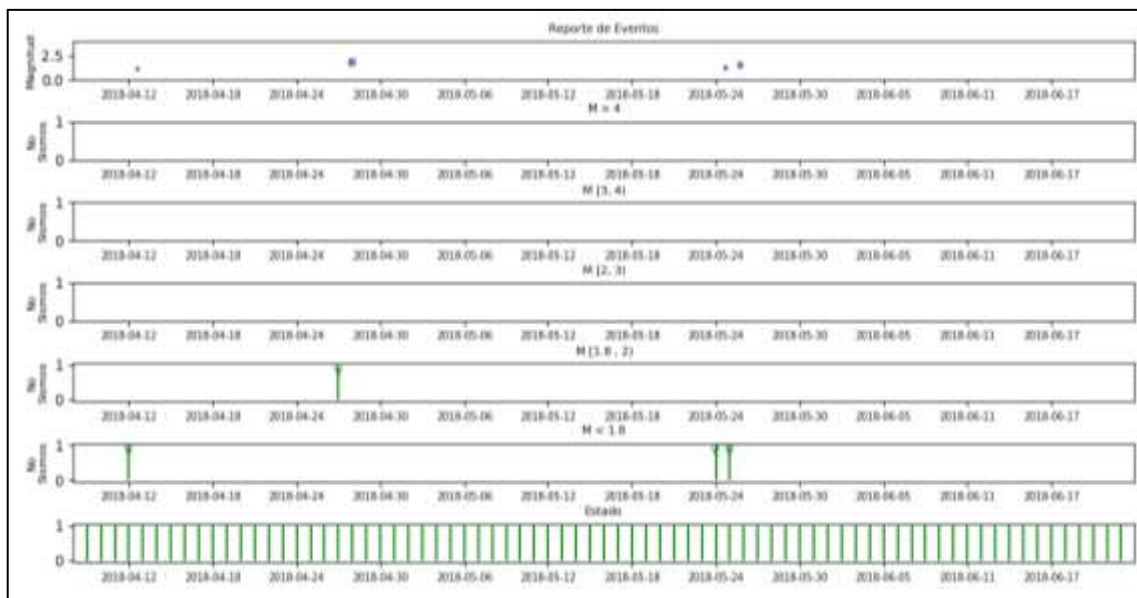


Figura 51. A la izquierda la línea base de sismicidad y a la derecha los eventos registrados durante las operaciones. Los círculos verdes representan el área de suspensión por cada pozo correspondiente a la Resolución 90341 de 2014 del MME (normatividad vigente durante operaciones). El círculo azul representa la vista en planta del volumen de monitoreo propuesto en el semáforo SGC. El polígono color cobre corresponde al bloque La Loma.

Rango de magnitud m	Magnitud (ML)	NSRD				
m ₄	≥ 4 caso a	NSRD = 0	NSRD ≥ 1			
	≥ 4 caso b	NSRD = 0	NSRD = 1	NSRD ≥ 2		
m ₃	[3,4)	NSRD = 0	NSRD = 1	NSRD ≥ 2		
m ₂	[2,3)	NSRD ≤ 1	2 ≤ NSRD ≤ 3		NSRD ≥ 4	
m ₀	<2	NSRD ≤ 3			NSRD ≥ 4	
Tolerancia (d)		< 1d	(1d, 2d]	(2d, 3d]	(3d, 4d]	>4d



La tabla representa la Simplificación del semáforo sísmico para el caso de La Loma - Cesar y la figura la evolución de los estados diarios del semáforo

Líneas base de sismicidad para los PPII

La construcción de la línea base general de sismicidad de la cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM) - Bloques La Loma y CR4 (LL) (César) entre 1993 y 2019, contó con la sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC), la Red Regional VMM, la Red Regional LL pertenecientes al Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Red local de la empresa Drummond (DRL). Las estaciones de estas redes contienen sensores de banda ancha, periodo corto y movimiento fuerte, que funcionan en tiempo real y por descarga de datos. La línea base general de sismicidad VMM - LL cuenta con eventos localizados entre 4.15° y 10.39° de latitud y -75.41° a -72.72° de longitud, con profundidad máxima de 50 km. La línea base general se obtuvo al seleccionar los eventos dentro de un área de 25 km alrededor del sector VMM-LL e incluir los eventos externos a dicha área cuyas elipses de error epicentral lo intersecan. De otra parte, se enuncia la metodología para generar líneas bases locales de sismicidad en áreas de operaciones, que fundamentalmente son subconjuntos de la línea base general de sismicidad VMM - LL acotadas a un volumen de monitoreo cilíndrico.

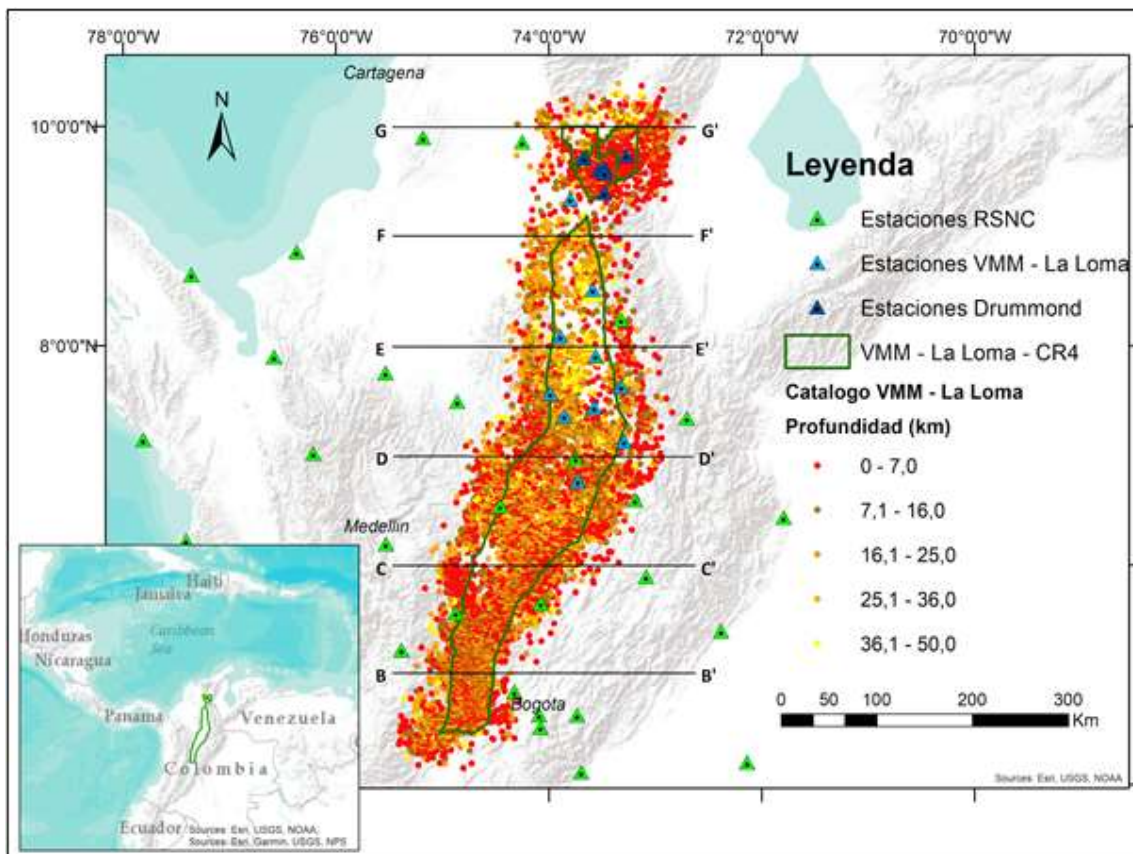


Figura 52. Líneas base de sismicidad para los PPII

Actualización magnitud summary (M) en SC3, teniendo como referente magnitudes por inversión

Se realizó un ajuste de la magnitud M summary configurable en SeisComp3, usando optimización Bayesiana, con el objetivo de obtener un cálculo acertado y cercano a la magnitud Mw obtenida por inversión en el módulo scmtv (<https://docs.gempa.de/mt/current/apps/scmtv.html>), como en diferentes programas como ISOLA o swift (Kikuchi & Kanamori 1991; Nakano et. al., 2008).

SeisComp3 cuenta con una estructura basada en módulos de adquisición y procesamiento, permitiendo una computación distribuida. Entre los módulos de procesamiento se encuentra scmag (<https://www.seiscomp3.org/doc/seattle/2012.279/apps/scmag.html>), el cual permite el cálculo de diferentes tipos de magnitud, tomando las amplitudes y los orígenes como entrada. Actualmente se implementan los siguientes tipos de magnitud: MLr, MLr_1, MLr_2, MLr_3, MLr_4, MLr_5, MLh, mb, mB, Mwp, Mw(mB), Mw(Mwp) y M(summary). Todos los tipos de magnitud son configurables de acuerdo a los parámetros de corrección de cada escala o regresión.

La magnitud M summary, se calcula con un promedio ponderado entre las magnitudes de momento Mw(mB), Mw(Mwp) y las magnitudes locales MLr_1, MLr_2, MLr_3, MLr_4 y MLr_5, usando la expresión:

$$M = \frac{\sum w_i M_i}{\sum w_i} \quad (1)$$

Donde $w_i = a_i * \text{conteo_estaciones}(M_i) + b_i$.

Los valores de a están asignados por defecto para cada tipo de magnitud como:

MLr_1:0, MLr_2:0, MLr_3:0, MLr_4:0, MLr_5:0, Mw(Mwp):0.4, Mw(mB):0.4

Los valores de b están asignados por defecto para cada tipo de magnitud como:

MLr_1:1, MLr_2:1, MLr_3:1, MLr_4:1, MLr_5:1, MLr:1, Mw(Mwp):-1, Mw(mB):-1

El fin de la estadística Bayesiana es suministrar una metodología para estudiar adecuadamente la información mediante análisis de datos y decidir de manera acertada sobre la mejor forma de actuar.

Los modelos bayesianos incorporan conocimiento previo (datos conocidos) para poder estimar modelos útiles dentro de un espacio muestral y de este modo poder estimar parámetros que provengan de la experiencia o de una teoría probabilística. La estadística bayesiana provee cantidades tanto conocidas como desconocidas lo que permite incorporar los datos conocidos dentro de la estimación de otros parámetros, logrando así un proceso de estimación más nutrido en información.

Según la teoría de la probabilidad El teorema de Bayes es un camino para realizar inferencias; este teorema puede considerarse cómo la búsqueda de la hipótesis más factible dentro de un conjunto de datos y conocimientos previos de la probabilidad de cada hipótesis; como método bayesiano permite modificar valores cuando se dispone de nueva información tratando modelos dentro de la explotación de información; de estas observaciones surge la representación de usar redes bayesianas como sistemas clasificadores.

Para la actualización de los coeficientes la magnitud summary, se analizaron 48 sismo de diferentes rangos de profundidad y distribución a lo largo de nuestro territorio.

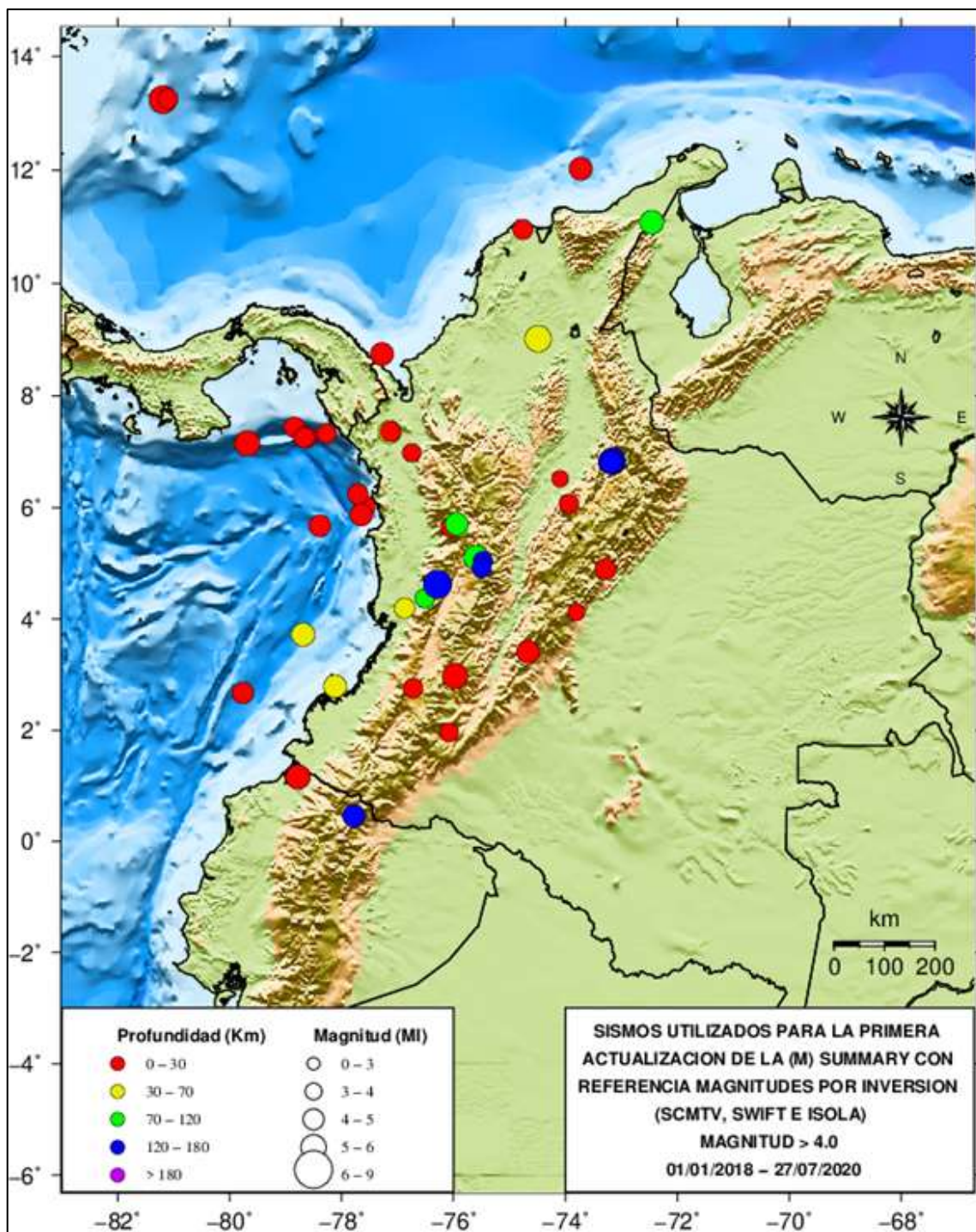


Figura 53. Sismos utilizados para la actualización del ajuste de M summary en SeisComp, con base en la magnitud de análisis del Mw obtenida por inversión.

Los valores encontrados para a:

MLr:0.0566, MLr_1:0.1325, MLr_2:-0.0492, MLr_3:0.3535, MLr_4:0.0871, MLr_5:-0.0548, Mw(Mwp):0.8239, Mw(mB):0.4437, Mwp:0.5779, mB:-0.3189, mb:0.4151

Los valores encontrados para b:

MLr:-0.7785, MLr_1:1.4253, MLr_2:-1.7668, MLr_3:-1.9255, MLr_4:-0.1117, MLr_5:0.0838, Mw(Mwp):-0.1191, Mw(mB):0.2966, Mwp:1.0048, mB:0.303, mb:-1.1208

Estos valores están asignados en el sistema de procesamiento desde el 27 de julio de 2020.

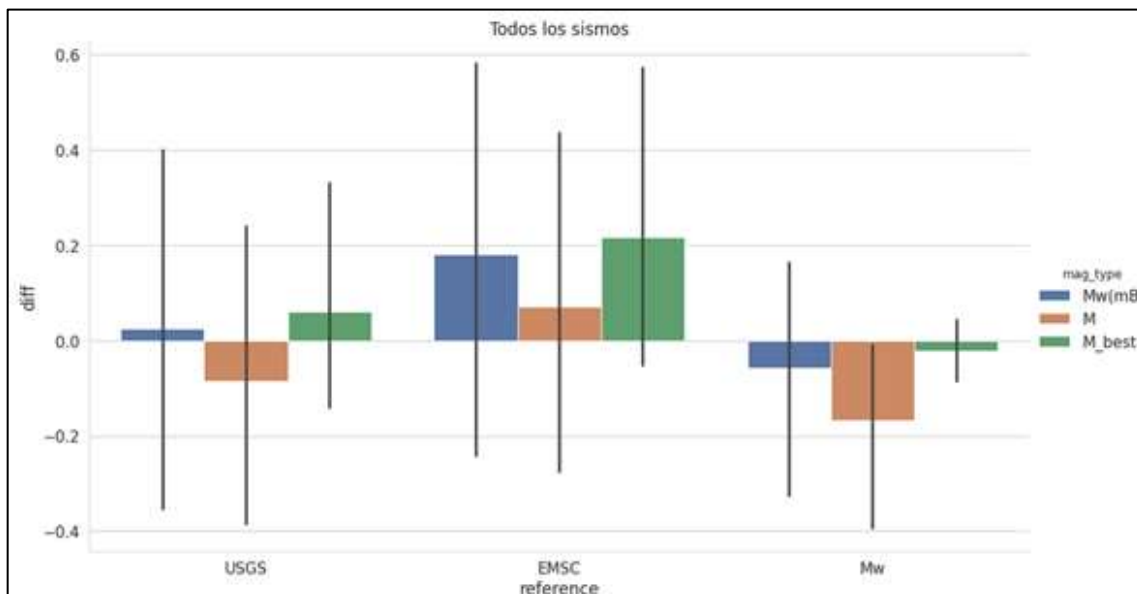


Figura 54. Resultados obtenidos tras la actualización M summary. La gráfica muestra la diferencia de varios tipos de magnitud (Mw(mB), M = summary anterior, M_best = summary actualizada) respecto a la magnitud de referencia (USGS, EMSC y Mw scmtv). M_best (verde) representa la actualización de la M summary, M (anaranjado) representa la M summary anterior y Mw(mB) (azul). Se evidencia una mejor correlación de la magnitud obtenida con relación a la Mw generada por inversión, así mismo la actualización arroja una menor dispersión de valores, comparando con los valores obtenidos por otras agencias.

La magnitud summary derivada de los coeficientes encontrados en este trabajo tiende a estar cercana a la Mw obtenida con el módulo SCMTV.

Implementación de Inteligencia Artificial en la localización automática de SC3

Se desarrolló el programa ai_picker.py que permite la implementación de los últimos modelos en inteligencia artificial para el picado y detección de sismos (PhaseNet y EQTransformer) en nuestro sistema SeisComP3. El programa puede usarse para procesar datos en modo playback (no tiempo real) y cuenta con una sub-implementación que se ejecuta cada 2 horas sobre los últimos datos del SGC.

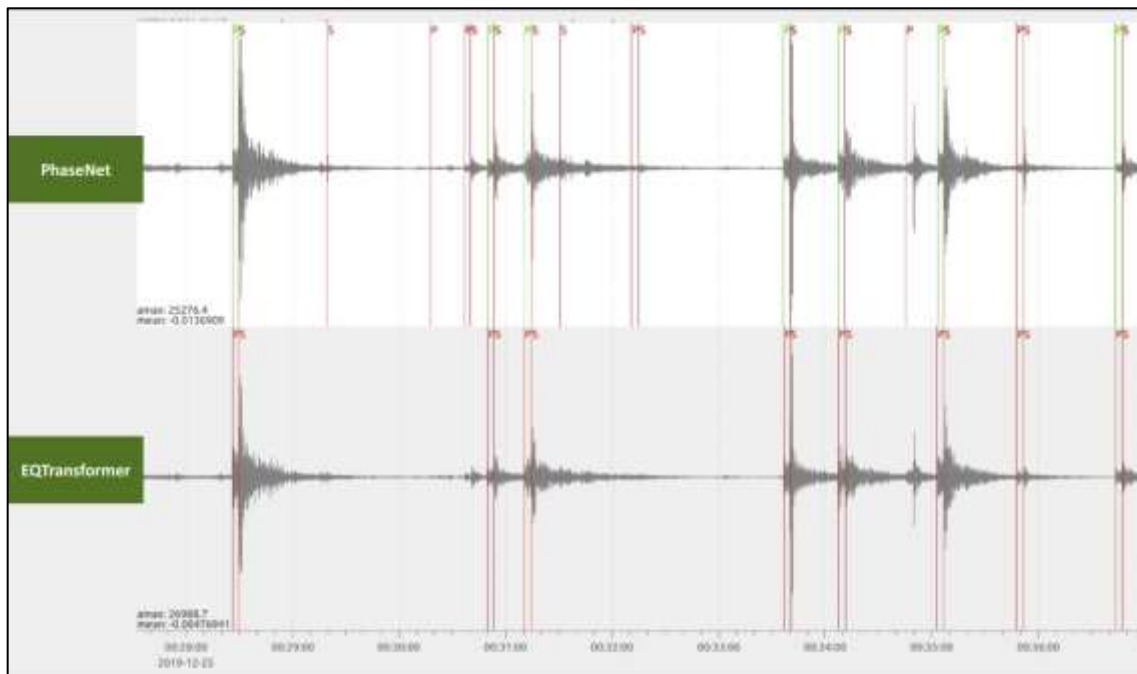


Figura 55. Ejemplo de la ejecución del programa ai_picker.py en datos de la estación sismológica URM (La Uribe - Meta).

En comparación con los métodos previamente implementados para el picado automático de sismos basados en el algoritmo STA/LTA los métodos basados en inteligencia artificial PhaseNet y EQTransformer presentan una mejora sustancial en el número de fases correctamente picadas y en el número de eventos generados a partir de éstas, como se puede observar en las siguientes 2 figuras.

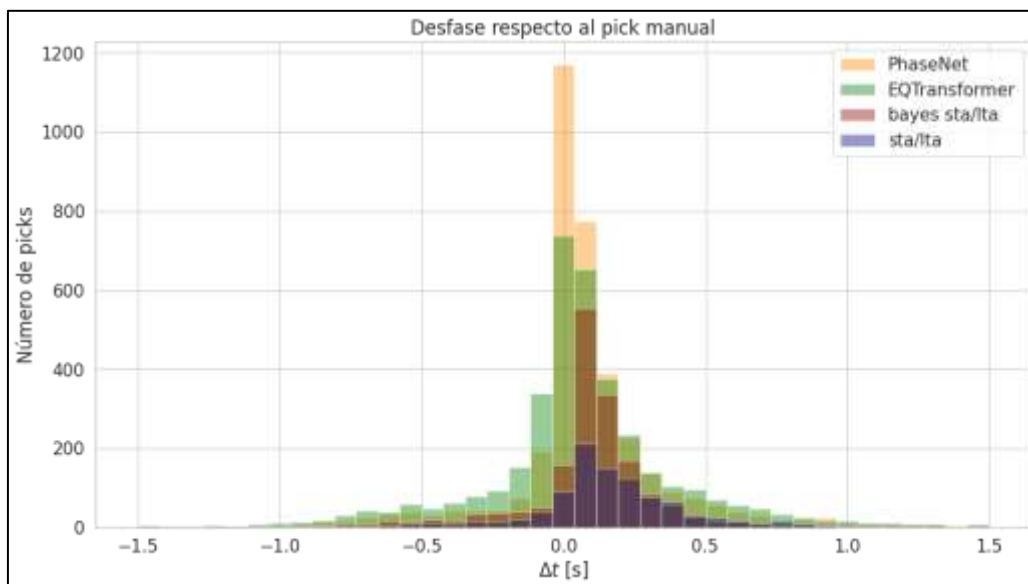


Figura 56. Desfase de cada método respecto al pick manual. PhaseNet fue el método que menor desfase tuvo al tener la mayoría de sus picks en un desfase alrededor de cero segundos.

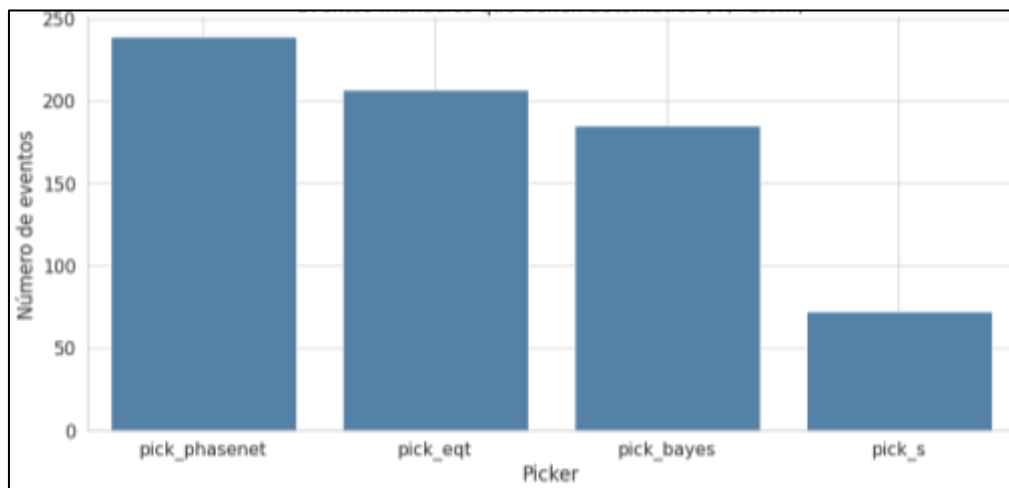


Figura 57. Eventos generados correctamente a partir de las picadas de cada método. Identificados como aquellos que pudieron relacionarse con un evento localizado manualmente en la base de datos.

Lineamientos Metodológicos para la Incorporación de las Geoamenazas en Macroproyectos de Infraestructura

Los grupos de trabajo de Evaluación de Amenazas por Movimientos en Masa, Evaluación y Monitoreo de Actividad Volcánica y Evaluación y Monitoreo de Actividad Sísmica se encuentran en el proceso de elaboración del documento sobre lineamientos metodológicos para la evaluación de las geoamenazas por movimientos en masa, actividad volcánica y actividad sísmica en las diferentes etapas de desarrollo de

macroproyectos de infraestructura, con el propósito de reducir el riesgo por pérdidas económicas y repercusiones por daños ambientales y problemas sociales. El abordaje apropiado en la evaluación de las amenazas geológicas es uno de los elementos cruciales para contribuir en el funcionamiento exitoso de los macroproyectos de infraestructura.

Si bien no existe una definición específica de macroproyecto, se considera como tal, todo proyecto de infraestructura cuyo tamaño, impacto social e inversión de recursos, son de interés para el desarrollo del país. En el mundo hay numerosos ejemplos de megaproyectos afectados por movimientos en masa, fenómenos de origen volcánico y actividad sísmica. En Colombia se tiene casos de afectaciones de infraestructura por movimientos en masa, como el deslizamiento en el sector de la quebrada Blanca de la antigua vía Bogotá-Villavicencio, los lahares generados por el volcán Nevado del Huila que entre 2007 y 2009 destruyeron 9 puentes vehiculares y 25 peatonales que comunicaban poblaciones situadas sobre las márgenes del río Páez.

Aunque el territorio colombiano ha sido afectado por sismos de gran magnitud, como el sismo de Buenaventura en 1979 o el sismo del Eje Cafetero en 1999, no se tiene registros de afectaciones específicas de infraestructura que haga parte de macroproyectos, por esta clase de eventos. Sin embargo, si se tiene registro de infraestructura afectada por otros procesos desencadenados por los eventos sísmicos, como es el caso de los movimientos en masa y los tsunamis. La infraestructura vial del país se ha visto afectada por numerosos deslizamientos detonados por sismos, como los que obstruyeron la vía Buga-Madroñal-Buenaventura y los túneles de Loboguerrero sobre la vía al mar, provocados por el sismo del 23 de noviembre de 1979, o los deslizamientos sobre los taludes de las vías Cali-Popayán y Calarcá-Ibagué, causados por los sismos de Popayán en 1983 y del Eje Cafetero en 1999.

Debido a que los macroproyectos de infraestructura pueden verse afectados en cualquiera de sus etapas de desarrollo u operación por eventos sísmicos, erupciones volcánicas o movimientos en masa, o como se anotó anteriormente, por procesos derivados de estos eventos, que pueden generar sobrecostos económicos, es necesario contar con unos lineamientos que permitan evaluarlos oportuna y convenientemente. Con base en su experiencia, el SGC está contribuyendo en la definición de tales lineamientos.

Inversión cinemática sismo de Mesetas y su réplica principal.

El 24 de diciembre de 2019 a las 14:03:55 hora local, se presentó un sismo de magnitud Mw 6,0 con epicentro en Mesetas (Meta), localizado por la red sismológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC) en las coordenadas 3,462° N, 74,1840° W a una profundidad de 13 km. Este evento fue sentido en gran parte del territorio colombiano, sin causar daños materiales considerables. El sismo ocurre en el sistema de Fallas de

Algeciras por un desplazamiento de rumbo dextral con componente inverso, justo en la zona de transferencia con el Sistema de Fallas de Guaicáramo. Con el objetivo de conocer los procesos de ruptura se realiza una inversión cinemática con datos de movimiento fuerte de la red nacional de acelerógrafos del SGC. El proceso de inversión se realizó en tres rangos de frecuencia (0.05-0.5, 0.05-0.2 y 0.06-0.5 Hz) con el fin de modelar los procesos de la fuente a diferentes distancias epicentrales. La zona de ruptura es modelada en una área de falla de 15 x 10 km dentro de un plano de falla fijo, basado en las soluciones del tensor momento sísmico reportadas por el SGC. La velocidad de ruptura y el deslizamiento máximo son calculados en la inversión cinemática, evidenciando principalmente una propagación del deslizamiento hacia el sur del hipocentro con un valor máximo de deslizamiento de 0.35 m confinado en la parte más profunda del plano de falla, concordando con la localización de la réplica más grande del evento con una magnitud de Mw5.8. La inversión en todos los rangos de frecuencia muestra dos parches principales de deslizamiento, mientras que con la inversión en las frecuencias más altas se observa un pequeño parche en la parte más superficial del plano, posiblemente asociado con la iniciación de la ruptura. El pico máximo en la velocidad de ruptura ocurre 3 s después del tiempo de origen con un valor máximo de 0.02 m/s. El episodio principal de deslizamiento en ambos segmentos ocurrió casi simultáneamente (Figura).

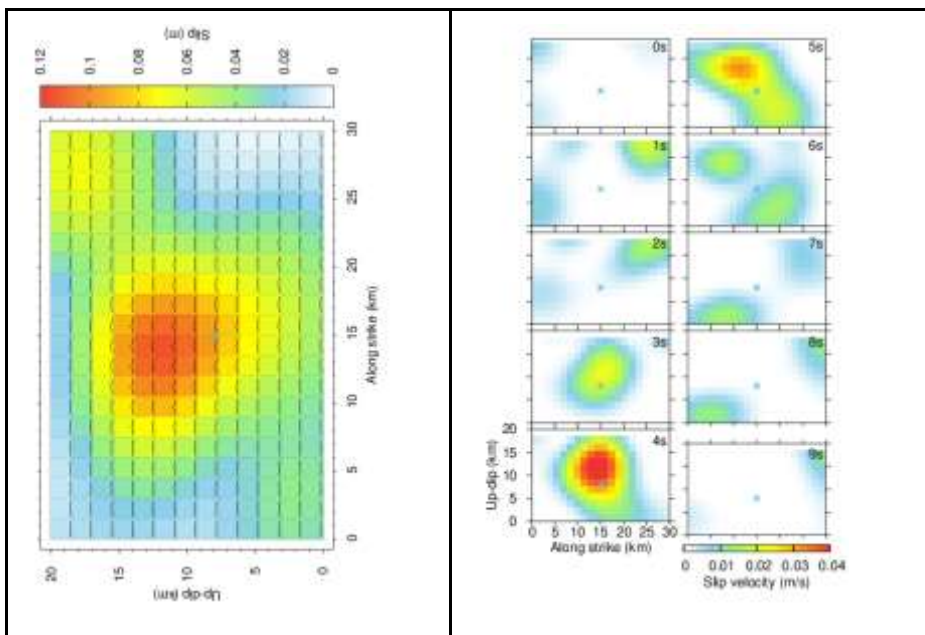


Figura 58. Distribución del deslizamiento sobre el plano de falla (izquierda) y propagación de la ruptura en función de la tasa de deslizamiento (derecha).

Escenarios de tsunami con el programa SWIFT-TSUNAMI

El sistema SWIFT-TSUNAMI es un programa de pronóstico de tsunami de campo cercano basado en la solución SWIFT-CMT. Este sistema se activa cuando se recibe la solución SWIFT CMT del mismo usuario en el propio servidor. A partir de los escenarios con los que trabaja la DIMAR (Figura - izquierda), se modelan escenarios con diferentes magnitudes y a diferentes profundidades con el programa SWIFT-TSUNAMI con el fin de evaluar los tiempos de llegada y las alturas máximas y tener una base de datos de escenarios. Para cada punto se hacen diferentes escenarios variando la profundidad y la magnitud con un strike, dip y rake de 30, 16 y 118, respectivamente. En la figura derecha se puede observar un ejemplo de los escenarios creados.

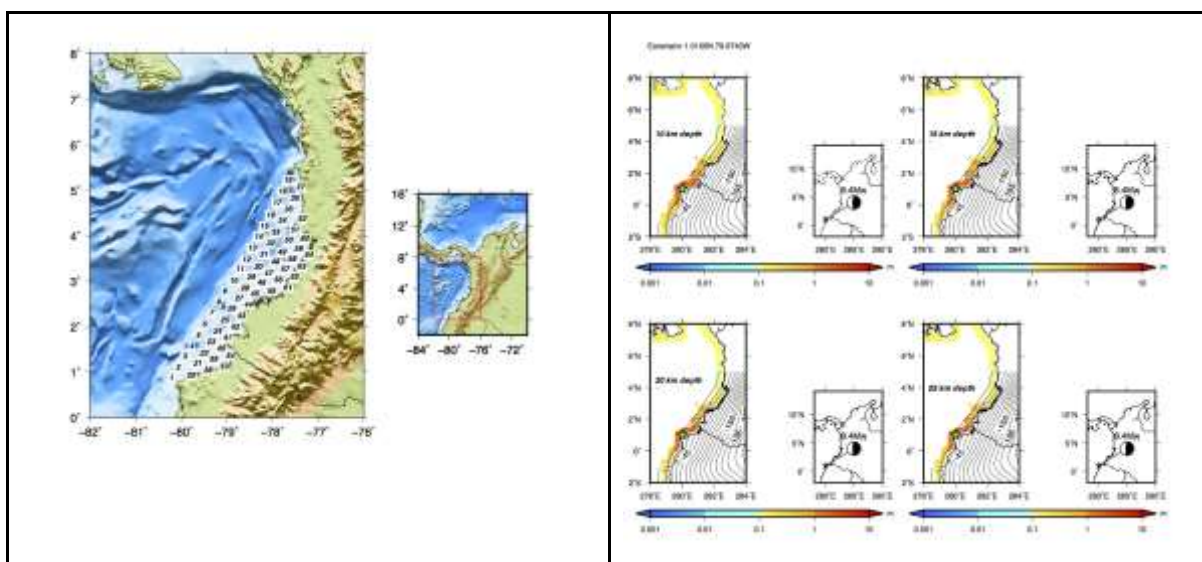


Figura 59. Izquierda. Posición de los escenarios precalculados por DIMAR para el modelamiento de tsunami. Derecha. Ejemplo de los escenarios modelados

Estructura de la corteza y modelo de velocidad 1D bajo el Caribe Colombiano a partir del cálculo de funciones receptoras con los datos del proyecto CARMA y estaciones del SGC

Se usó la técnica de la función receptora para investigar la estructura cortical profunda bajo el norte de Colombia en los límites de la Sierra Nevada de Santa Marta, el valle inferior del Magdalena, la cuenca Cesar Ranchería y la Península de la Guajira, usando 26 estaciones de banda ancha pertenecientes al proyecto The CARibbean Mérida Andes (CARMA) y 15 estaciones permanentes del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Este estudio consiste en el análisis de las conversiones de fase de ondas P a S de la función receptora en la discontinuidad del Moho para encontrar el espesor de la corteza y la relación V_p/V_s bajo cada estación sísmica. La Sierra Nevada de Santa Marta es un bloque desplazado en el norte de Colombia aislado de los andes sudamericanos, rodeado por el

valle inferior del Magdalena y la cuenca Cesar Ranchería. Los resultados revelan que las profundidades del Moho y la relación V_p/V_s bajo el macizo de Santa Marta (incluyendo la cubierta sedimentaria) varían entre 48 y 35 km y entre 1.69 y 1.79, respectivamente. Los mayores valores de profundidad se encuentran al noroccidente del macizo, mientras que bajo la cuenca Cesar Ranchería la profundidad del Moho y la relación V_p/V_s alcanzan valores 35 km y 1.69 (Ver figura). En la península de la Guajira el espesor promedio es de 32 km. Con los resultados anteriores se produce un modelo de velocidades con el programa VELEST, útil para mejorar las localizaciones hipocentrales en las regiones en mención (Figura).

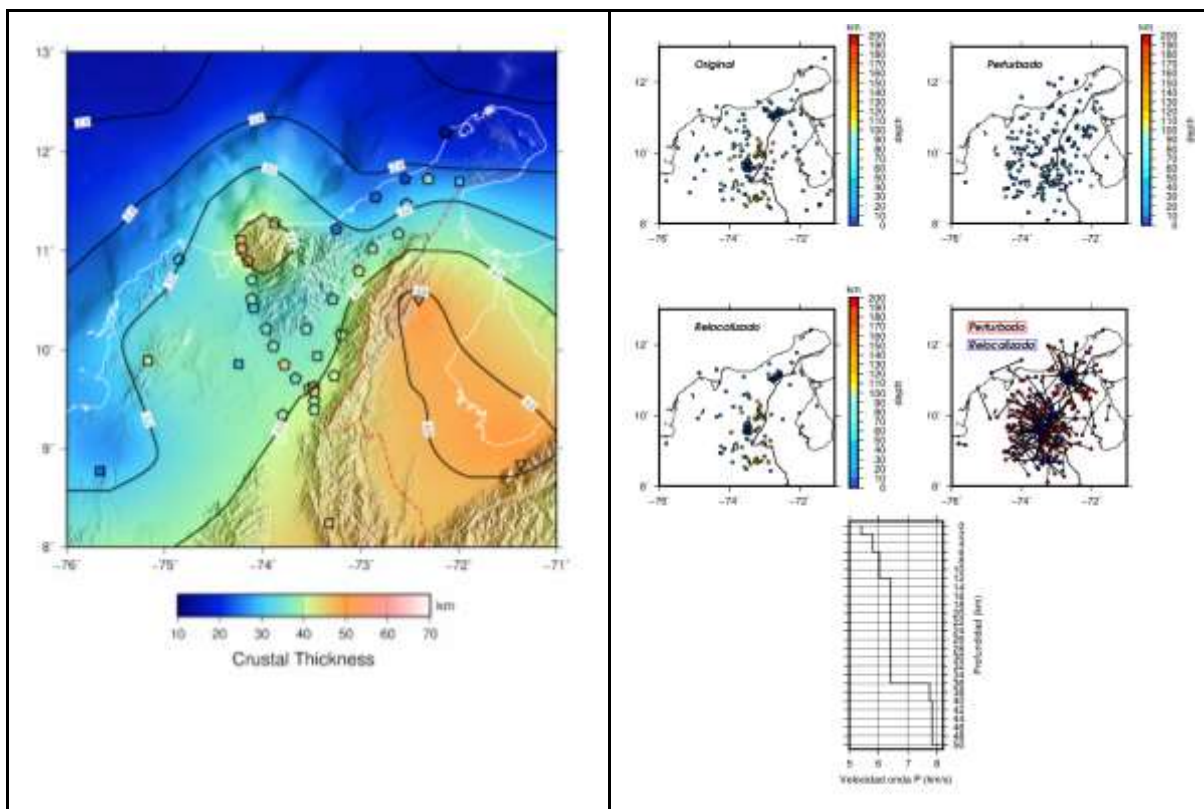


Figura 60. a) Espesor de la corteza interpolada en kilómetros debajo de las estaciones para el Caribe colombiano y áreas vecinas. b) Prueba de resolución del modelo de velocidades obtenido. Modelo de velocidades obtenido (abajo)

Modelos de velocidades locales en las zonas de Chichimene, Puerto Gaitán (Meta) y el Sureste de Bogotá

Se elaboraron modelos locales de velocidad bajo las estaciones localizadas en tres zonas del país: Chichimene (Meta), Sureste de Bogotá con municipios cercanos y Puerto Gaitán (Meta). Se usó la técnica de la función receptora para constreñir el espesor de corteza en la zona y bajo cada estación. Mediante la inversión conjunta de las funciones receptoras con curvas de dispersión se obtienen 21 modelos de velocidad en las zonas

en mención. A partir de la inversión conjunta se obtiene un modelo local para cada estación en la red de Chichimene, se observa en la parte más superficial una velocidad de la onda S entre 2 y 2.5 km/s asociada a sedimentos a una profundidad entre 0 y 10 km. A partir de los 10 km aproximadamente se observa el basamento con una velocidad promedio de 3.5 km/s. La velocidad en el manto es de aproximadamente 4.0 km/s en 30 km de profundidad y aumenta a 4.5 km/s a profundidades mayores. En el área de Puerto Gaitán, los resultados indican que la parte más superficial está gobernada por zonas de baja velocidad de la onda S entre 1 y 2 km/s para los primeros kilómetros de profundidad (1 y 5 km). Debajo de los 5 km la velocidad es de alrededor 3.5 km/s. La velocidad en el límite corteza-manto está entre 4.3 y 4.6 km/s. Las bajas velocidades en la parte superficial son coherentes con los valores altos de la relación V_p/V_s . En la cordillera oriental, los resultados muestran un límite corteza-manto alrededor de los 55 km de profundidad con una velocidad entre 4.2 y 4.6 km/s en esa interface. La velocidad en la corteza media e inferior aumenta gradualmente entre 3 y 4.1 km/s. En la parte superficial las velocidades obtenidas están entre 2 a 2.9 km/s. En la figura se puede observar los modelos para la red de Chichimene.

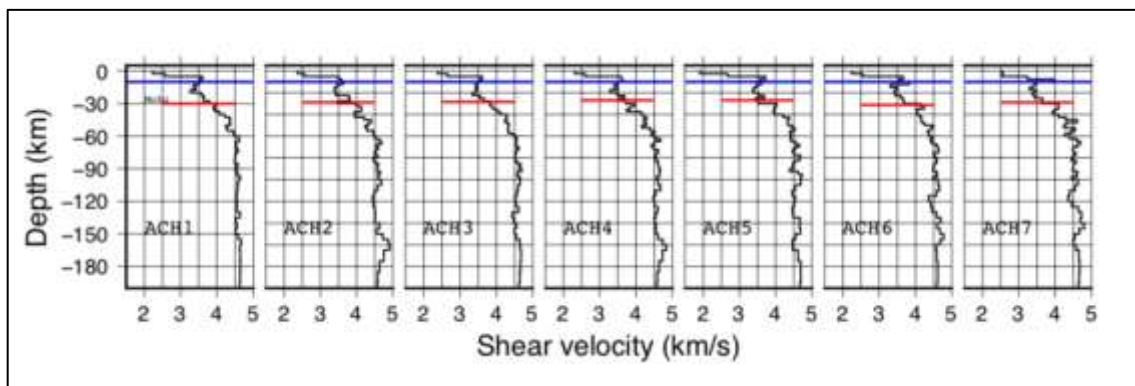


Figura 61. Resumen de los modelos locales obtenidos para las estaciones. En azul se observa el inicio del basamento y en rojo la discontinuidad del Moho

Estructura de la corteza y manto superior en el territorio colombiano a partir de Tomografía de ruido ambiente

Nuevos mapas con variaciones laterales de ondas Rayleigh para el noroeste de Sudamérica son determinados a partir de tomografía de ruido ambiente. Los datos usados son registrados en 150 estaciones de banda ancha instaladas en el territorio colombiano y regiones fronterizas en una ventana de tiempo entre 2012 y 2018. La estructura superficial de velocidades resultante muestra una buena correlación espacial con la geología en superficie, mientras que en la corteza media las zonas de baja velocidad correlacionan con las zonas de volcanismo activo e inactivo. Las anomalías de baja y alta velocidad corresponden con las cuencas sedimentarias y con las cadenas montañosas, respectivamente. Los resultados confirman trabajos previamente

realizados y complementan las zonas donde la resolución es baja. Los resultados a su vez brindan información en las zonas donde el volcanismo activo e inactivo está presente, mostrando anomalías de baja velocidad en la cordillera central y oriental. En la figura se muestra la tomografía de ondas superficiales para las ondas Rayleigh, mientras que en la figura se puede observar un ejemplo de las funciones Empíricas de Green obtenidas para la estación Santa Helena (HEL).

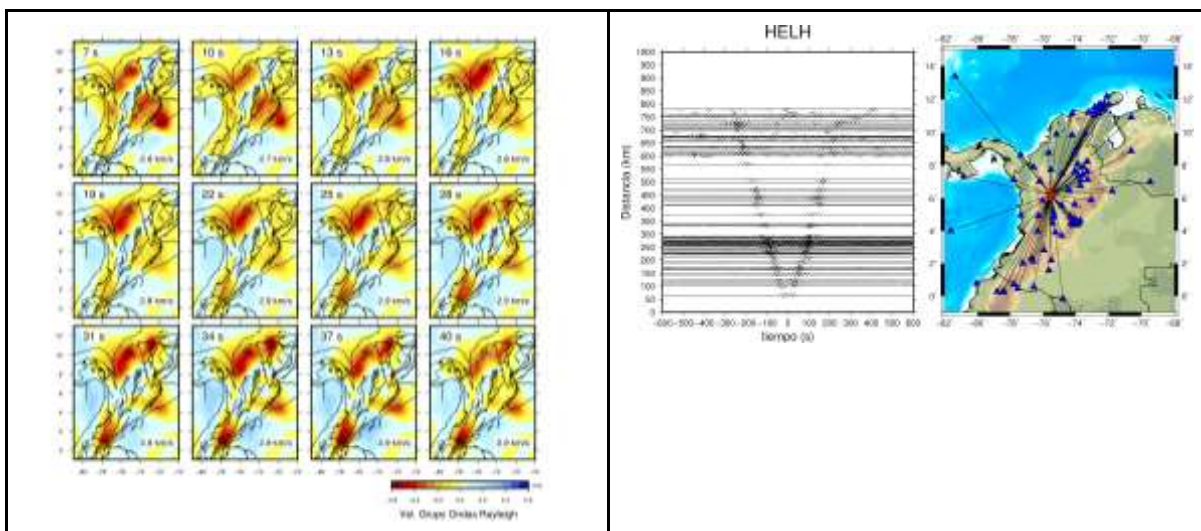


Figura 62. a) Mapas de velocidad de grupo de ondas de Rayleigh para períodos de 7 a 40 s. Las fallas son tomadas de Veloza et al. (2012) b) Ondas Rayleigh extraídas del ruido ambiental para la estación HEL

Oficialización informe: EL SISMO DE MESETAS -META DEL 24 DE DICIEMBRE DE 2019 Aspectos sismológicos, movimiento fuerte y consideraciones geodésicas

Resumen

El 24 de diciembre de 2019 a las 14:03:55 hora local, se presentó un sismo de magnitud Mw 6,0 con epicentro en Mesetas (Meta), localizado por la red sismológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC) en las coordenadas 3,462° N, 74,1840° W a una profundidad de 13 km. Este evento fue sentido en gran parte del territorio colombiano, sin causar daños materiales considerables.

Entre el 24 de diciembre de 2019 y el 24 de enero de 2020, la red sismológica registró y localizó cuatrocientos veintiséis (426) réplicas de magnitud M>2,0, la mayor de M 5,8 se generó 16 minutos después del sismo principal, y produjo alarma entre la población. Las réplicas, vistas en planta, marcan una región epicentral de aproximadamente 15 km². El número de réplicas decae de manera exponencial con el tiempo.

La aceleración máxima se registró en la componente vertical de la estación de Lejanías, Meta –CLEJA– con un valor de 261,24 cm/s², a 19 km de distancia del epicentro; la aceleración horizontal media registrada en esta misma estación fue de 185,89 cm/s², caracterizada por movimiento de rumbo con componente inversa. La estación de La Uribe, Meta –URMC–, a 31 km del epicentro, registró una aceleración horizontal media de 160,77 cm/s² y vertical de 61,59 cm/s². Las estaciones La Macarena, Meta –MACC– y San José del Guaviare, Guaviare –GUA– a 150 y 200 km de distancia del epicentro respectivamente, registraron aceleraciones superiores a la registrada en la estación de Villavicencio, Meta –VIL–, a 92 km del epicentro; esto indica la presencia de efecto del sitio en donde están instaladas estas estaciones. Las réplicas registraron un comportamiento similar en la aceleración vertical de la estación de Lejanías, lo cual es asociado con la cercanía y ubicación de la estación con respecto a la fuente.

La evaluación de la intensidad macrosísmica del sismo se hizo según la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98), por medio del formulario web sismosentido.sgc.gov.co y formularios análogos, a partir de los cuales se obtuvo la intensidad máxima del evento principal correspondiente a 6 –daño leve–, que indica que fue sentido fuerte, algunas personas perdieron el equilibrio, hubo vibración y caída de objetos y se reportaron daños leves no estructurales, como grietas en muros y caída de partes del revestimiento. Dicha intensidad fue evaluada en municipios cercanos al epicentro como Fuente de Oro, Puerto Concordia, El Dorado, Lejanías, Villavicencio y Mesetas en el departamento del Meta. También se evaluó la intensidad macrosísmica de 48 réplicas, cuyas magnitudes se encuentran entre 2,1 y 5,8.

La intensidad instrumental se calculó a partir de las máximas aceleraciones y velocidades medidas en los sensores que registraron el evento. La Escala de Mercalli -modificada (MMI), El sismo de Mesetas -Meta del 24 de diciembre de 2019. Aspectos sismológicos, movimiento fuerte y consideraciones geodésicas Servicio Geológico Colombiano 5 permitió relacionar el movimiento pico del suelo (PGM) con el cómo se sintió el sismo y la distribución de los posibles daños o efectos del mismo. El máximo valor de intensidad instrumental calculado fue 6, coincidiendo con la máxima intensidad macrosísmica reportada.

Las estaciones geodésicas (GPS) permanentes de operación continua, ubicadas alrededor del epicentro a distancias entre 133 km y 177 km, no evidenciaron cambios posicionales asociados al sismo. Adicionalmente, se estimaron las formas de onda de desplazamiento en la posición de las antenas en las estaciones GPS a partir del cálculo de posicionamiento cinemático (Precise Point Positioning), observándose variaciones del orden de centímetros, las cuales se consideran resultados típicos, medidos sin la ocurrencia de sismos.

El sismo del 24 de diciembre de 2019 ocurrió en la Falla de Algeciras por un desplazamiento hacia la derecha en el sentido del rumbo con componente inverso, justo en la zona de transferencia con el Sistema de Fallas de Guaicáramo. En esta zona se ha documentado una gran estructura duplex transpresiva formada en el escalón izquierdo entre ambos sistemas. Estas fallas conforman un sistema regional de orientación nororiente-suroccidente, que afecta la parte oriental de la región Andina, desde la frontera sur del país, en el Macizo Colombiano, hacia el extremo norte del piedemonte llanero. Gran parte de la sismicidad registrada en la Cordillera Oriental, entre los municipios de Garzón y Lejanías, ocurre en este sistema de fallas. Los parámetros de fuente calculados para el sismo principal y sus mayores réplicas registradas entre el 24 y el 27 de diciembre, evidencian la componente principal dextral y subordinada inversa de esta fuente sismogénica activa.

El informe EL SISMO DE MESETAS -META DEL 24 DE DICIEMBRE DE 2019 Aspectos sismológicos, movimiento fuerte y consideraciones geodésicas, está público en el catálogo MIIG:

<https://miig.sgc.gov.co/Paginas/Resultados.aspx?k=3401201010514875090000000000>

Así mismo se publicó en la sección de Boletines Sismos importantes: Informe sismos Mesetas - Meta 24 de diciembre de 2019:

<https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Paginas/sismos-importantes.aspx>

Investigaciones de sismicidad en valle medio del Magdalena

Publicación del artículo “**Detailed seismic velocity structure of the Caribbean and Nazca Plates beneath Valle Medio del Magdalena region of NE Colombia**” en el Journal of South American Earth Sciences, noviembre del 2020. Autores: John Makario Londoño, Andrea Katerine Vallejo y Sleyde Paola Quintero.
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102762>

Resumen

Se realizó una tomografía de velocidad 3D detallada para las ondas P y S y las relaciones P a S (V_p / V_s) para el margen NE de Colombia, llamado Cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM) (Cuenca del Valle del Magdalena Medio). Se utilizaron un total de 21.265 terremotos locales para obtener la estructura de velocidad 3D de esa región y sus alrededores.

Se encontraron valores bajos de V_p y V_s debajo de la cuenca VMM a profundidades de hasta 15 km. Además, se encontraron valores altos de V_p/V_s debajo del VMM desde

profundidades de 2 a 10 km. Por otro lado, la porción de losa en subducción observada debajo del VMM mostró regiones V_p / V_s bajas y altas desde profundidades de 20 a 100 km. Esta losa de subducción se interpreta como correspondiente al Caribe (CP) y la Placa de Nazca (NP). La losa parece estar segmentada en dos bloques principales diferentes, uno que exhibe relaciones V_p/V_s bajas (V_p alto y V_s), a una profundidad > 80 km asociada a la Placa del Caribe con un ángulo de inclinación de $\sim 34^\circ$, y otro que exhibe relaciones altas $-V_p/V_s$ (bajas- V_p y V_s), a profundidades > 80 km asociadas con un bloque este y más al norte de la Placa de Nazca, con un ángulo de inclinación de $\sim 50^\circ$. El límite de ambas placas se sitúa en $6,6^\circ$ N.

El nido sísmico de Bucaramanga (alto- V_p y V_s , y bajo V_p/V_s) se interpreta como la colisión del bloque más septentrional del NP y el CP, en una región con material rico en manto y alto contenido en Mg.

El límite del bloque más al norte del NP y el bloque ancho sur de la misma placa desplazada 200 km hacia el oeste es el desgarro de Caldas, que se propone como ubicado dentro del NP, no el límite entre el CP y el NP. Este desgarro del PN está asociado con vulcanismos cuaternarios alineados en dirección E-O, como el actual Complejo volcánico activo magmático Paipa-Iza, y los campos volcánicos monogenéticos Villamaría-Termalés y Samaná. Este hallazgo indica que el vulcanismo activo en Colombia se extiende hasta $\sim 6^\circ$ N, un grado más al norte de lo que se suponía anteriormente.

Procesamiento de datos sismológicos e investigaciones sismológicas en el valle medio del Magdalena (vmm) y la Loma, Cesar

Desde febrero de 2014 se ha llevado a cabo ininterrumpidamente el procesamiento de los datos de las estaciones sismológicas de las redes regionales del Valle Medio del Magdalena y La Loma, Cesar, las cuales fueron instaladas con el fin de estudiar el comportamiento sismológico natural en áreas prospectivas para hidrocarburos en yacimientos no convencionales (HYNC). La red sismológica regional del Valle Medio del Magdalena y la Loma - César a diciembre de 2020 está conformada por 16 estaciones sismológicas portátiles (VMM05, VMM07, VMM09, VMM10, VMM11, VMM12, VMM13, AGCC, EZNC, LL8C y otras 6 estaciones DRL), 7 estaciones sismológicas permanentes (PTB, BAR2, BRJC, OCA, PAM, ZAR, ARGC) y un acelerógrafo (VALLC), para un total de 24 estaciones operando permanentemente .

La tabla resume las visitas del año 2020, se realizó una visita en el mes de octubre, por parte del grupo de electrónica para la recolección de datos y mantenimiento preventivo de las estaciones sismológicas portátiles del Valle Medio del Magdalena y La Loma, Cesar.

Las estaciones temporales que no transmiten datos en tiempo real tienen registro de campo, es decir, almacenan la información y esta se recoge y procesa periódicamente.

La Figura muestra el porcentaje de funcionamiento promedio de las estaciones sismológicas portátiles pertenecientes a las redes regionales del VMM y LLC entre el 29 de noviembre de 2019 y el 1 de octubre de 2020.

Tabla 2. Resumen de las visitas realizadas a las estaciones sismológicas temporales operadas por el SGC e instaladas en los sectores centro-norte del Valle Medio del Magdalena y La Loma (Cesar) durante el año 2020.

Estación	Octubre 2020	
	Mantenimiento/Descarga	Observaciones
AGCC	X	Falla de batería, el daño llevo a la pérdida del 95% de los datos desde la última visita en diciembre de 2019
EZNC	X	Estación apagada, con filtración de agua en el bunker
VMM05	X	Se cambia batería
VMM07	X	Cable de antena GPS cortado, se realiza el cambio
VMM09	X	Se cambia batería
VMM10		Instalación de equipos
VMM11	X	Se cambio batería y regulador solar, se instala panel solar adicional
VMM12	X	Falla de batería y antena GPS cortada
VMM13	X	
LL8C	X	

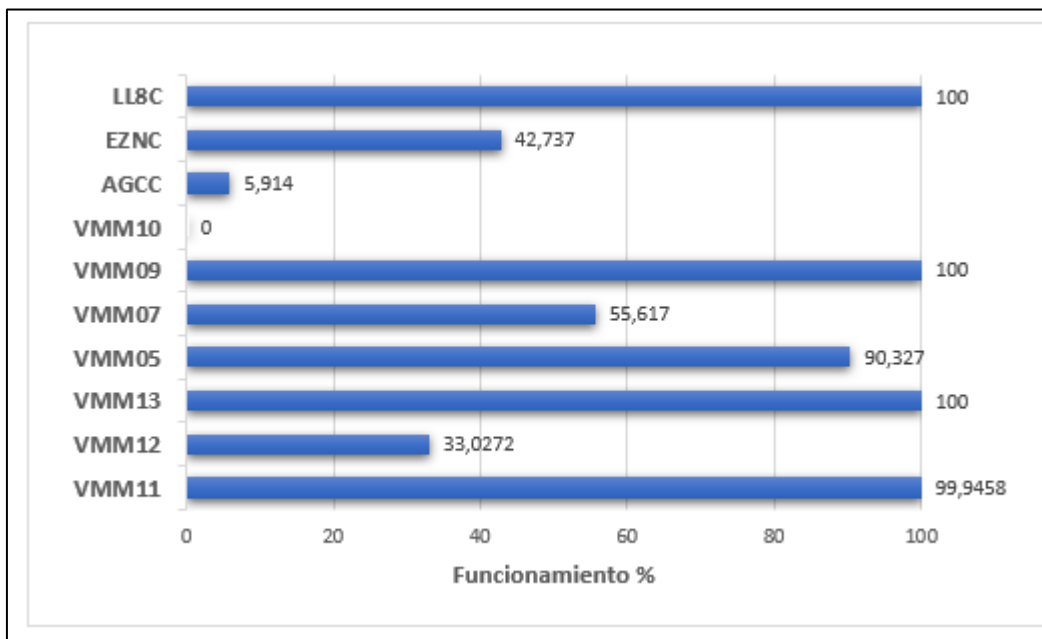


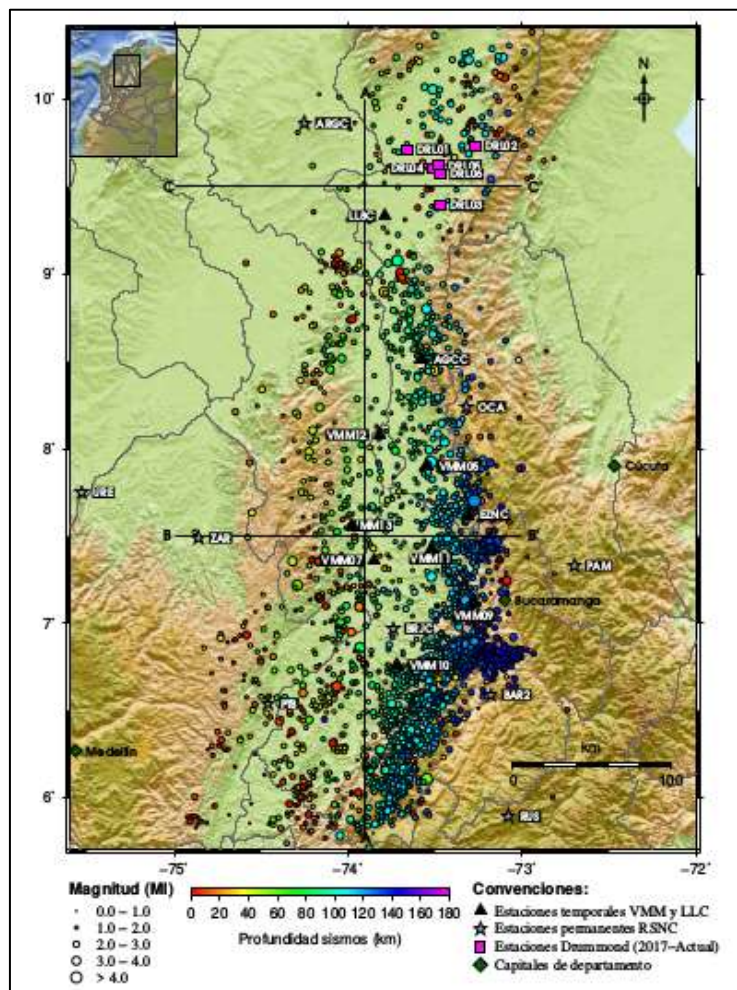
Figura 63. . Porcentaje de funcionamiento de las estaciones sismológicas portátiles operadas por el SGC pertenecientes a las redes regionales del VMM y LLC entre el 29 de noviembre de 2019 y el 1 de octubre de 2020.

Durante el año 2020 se alimentó el catálogo de sismicidad de los sectores centro-norte del Valle Medio del Magdalena y La Loma, Cesar con los eventos registrados entre el 01 de abril de 2019 y el 31 de enero de 2020; lo anterior, mediante el procesamiento de los datos de las estaciones regionales instaladas con el fin de estudiar el comportamiento sismológico natural en las áreas de interés. Durante este periodo de tiempo se localizaron 3.277 sismos, la figura corresponde al mapa y perfiles de sus hipocentros.

Desde la instalación de las estaciones en febrero de 2014 a enero de 2020, el catálogo contiene 15.473 eventos localizados con magnitudes locales menores a 5.4 (MI) y profundidades entre 0 y 190 Km.

La figura corresponde al histograma de errores de localización en la vertical (profundidad) y errores en la horizontal (longitud y latitud) para los eventos registrados en el VMM y La Loma - Cesar, entre el 01 de abril de 2019 y el 31 de enero de 2020, en este lapso se conservó el número de estaciones y la distribución de estas en las áreas de interés, con excepción de VMM10 que estuvo inactiva. Del histograma se puede señalar que el 96,6 % de las localizaciones en este intervalo de tiempo tienen un error en la horizontal menor a 5 km y el 91,64 % un error en profundidad menor a 5 km.

La figura muestra que el 91,3 % de los sismos tiene un RMS (Error Cuadrático Medio) inferior a 0.6 s, lo que permite destacar que las localizaciones son confiables.



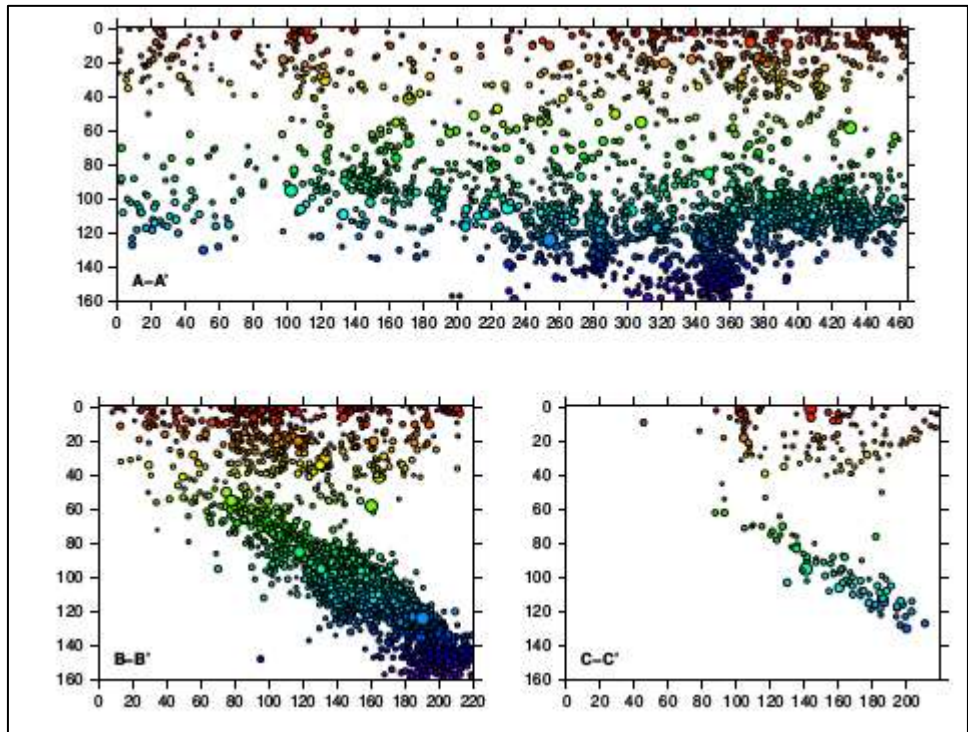


Figura 64. Localización hipocentral de los sismos registrados en el VMM y LLC entre el 1 de abril de 2019 y el 31 de enero de 2020. La línea AA' en el mapa representa el perfil NS y las líneas BB' y CC' representan los perfiles EW.

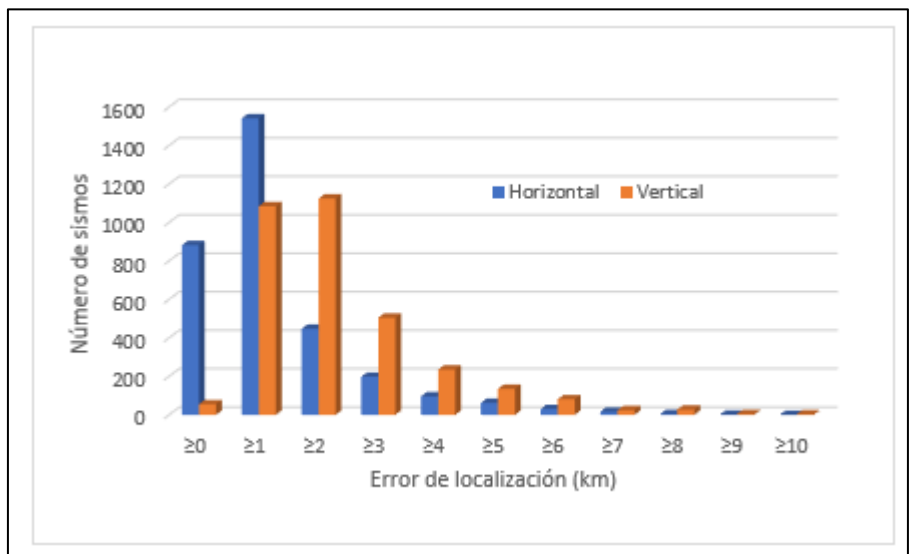


Figura 65. Histograma de errores de localización (horizontal y vertical) de los eventos registrados en las áreas del Valle Medio del Magdalena y La Loma, Cesar, para el periodo entre el 1 de abril de 2019 y el 31 de enero de 2020.

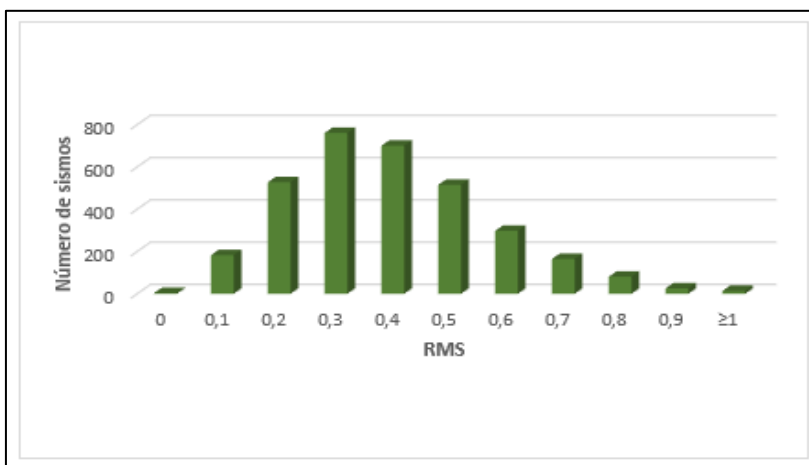


Figura 66. . Histograma de número de sismos vs. RMS de los eventos registrados en las áreas del Valle Medio del Magdalena y La Loma, Cesar, para el periodo entre el 1 de abril de 2019 y el 31 de enero de 2020.

Avance en el estudio de la variación espacial de la atenuación de las ondas sísmicas en el Valle Medio del Magdalena

Se procesaron 326 sismos registrados entre 2018 y 2019 de profundidad menor a 50 km con el programa Coda Q, que calcula el factor de calidad Q con el modelo de dispersión simple. Se obtuvo el factor Q y su inverso la atenuación para cada sismo, en 18 estaciones sismológicas y en 4 bandas de frecuencia diferentes centradas en 1,5 Hz, 3 Hz, 6 Hz y 12 Hz. Los resultados y las respectivas ecuaciones de dependencia frecuencial de Q para cada estación sismológica se encuentran en las siguientes figuras.

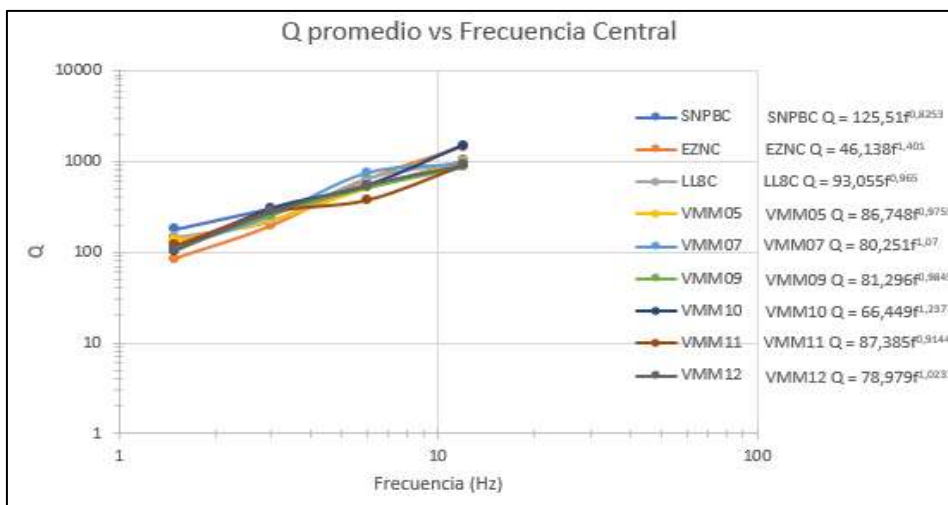


Figura 67. Gráfica de Q promedio versus frecuencia central (1,5 Hz, 3 Hz, 6 Hz y 12 Hz) para 9 estaciones sismológicas (SNPBC, EZNC, LL8C, VMM05, VMM07, VMM09, VMM10, VMM11 y VMM12). Los resultados se diferencian para cada estación por el color determinado en la leyenda. En la parte derecha se encuentran las ecuaciones de dependencia frecuencial de Q.

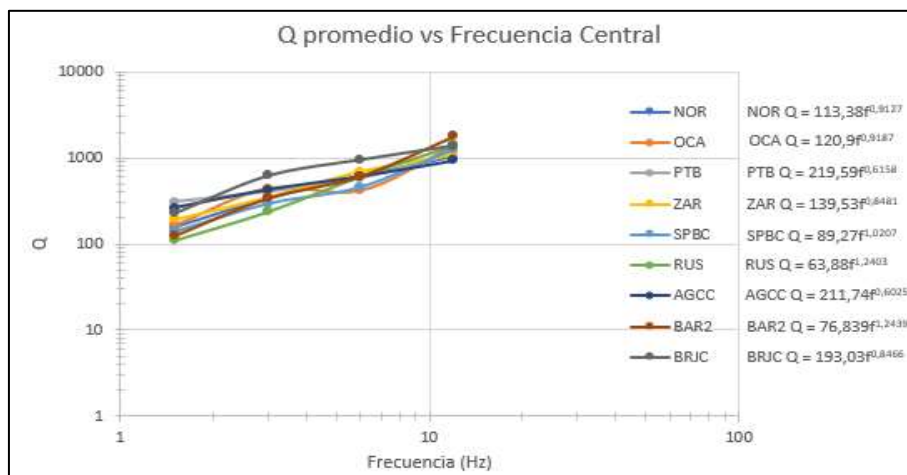


Figura 68. Gráfica de Q promedio versus frecuencia central (1,5 Hz, 3 Hz, 6 Hz y 12 Hz) para 9 estaciones sismológicas (NOR, OCA, PTB, ZAR, SPBC, RUS, AGCC, BAR2 y BRJC). Los resultados se diferencian para cada estación por el color determinado en la leyenda. En la parte derecha se encuentran las ecuaciones de dependencia frecuencial de Q.

Oficializaciones y publicaciones científicas:

- EL SISMO DE MESETAS -META DEL 24 DE DICIEMBRE DE 2019 Aspectos sismológicos, movimiento fuerte y consideraciones geodésicas, <https://miig.sgc.gov.co/Paginas/Resultados.aspx?k=34012010105148750900000000>
- Finalización de la investigación de Tomografía en Valle Medio del Magdalena y aceptación en revista científica Internacional, se publicará en el volumen de Noviembre: Detailed seismic velocity structure of the Caribbean and Nazca Plates beneath Valle Medio del Magdalena region of NE Colombia, Journal of South American Earth Sciences (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102762>.
- Calibration of Local Magnitude Scale for Colombia, Bulletin of the Seismological Society of America (2020) 110 (4): 1971–1981. <https://doi.org/10.1785/0120190226>
- Seismicity induced by massive wastewater injection near Puerto Gaitán, Colombia. Geophysical Journal International, Volume 223, Issue 2, November 2020, Pages 777–791, <https://doi.org/10.1093/gji/ggaa326>

- Publicación para comentarios y firma de la Resolución 304 del 30 de octubre de 2020 “Por el cual se establecen lineamientos técnicos del monitoreo de sismicidad para el desarrollo de los Proyectos Piloto de Investigación Integral - PPII en Yacimientos No Convencionales - YNC de Hidrocarburos a través de la Técnica deFracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal - FH-PH” <https://normograma.sgc.gov.co/#vid/851684952>

Productos para la apropiación social del conocimiento

Se ha venido construyendo un glosario de términos y preguntas frecuentes asociados a la actividad sismológica y su monitoreo que servirá como material de apoyo para la respuesta a las solicitudes frecuentes de los usuarios internos y externos. Se atendió una charla virtual y se han elaborado contenidos de material informativo que ha sido difundido por las redes sociales del SGC, además de material para el portal Niños y Niñas del SGC en la sección Red Sismológica.

Adicionalmente, se elaboró un documento particular para construir una cartilla en sistema Braille, con el objetivo de acercar el conocimiento geocientífico a la comunidad con discapacidad visual. Dicho material fue avalado por el Instituto Nacional para Ciegos - INCI y se encuentra impreso y listo para ser difundido.



Figura 69. Imágenes de algunos de los productos finales, luego de aprobación por el grupo de comunicaciones

Respuestas a Peticiones de información sobre acelerógrafos: Entre el 01 de enero al 31 de diciembre del 2020 se atendieron 58 solicitudes de usuarios. La mayoría relacionadas con el suministro de registros de aceleración (19 oportunidades). De las 58 se recibieron 8 consultas específicas sobre los compromisos del SGC con la NSR-10; se recibieron cuatro informaciones sobre edificaciones instrumentadas, y se evaluaron 10

instrumentos para monitoreo sísmico de edificaciones, de los que solamente se aprobó uno.

Mejoras en gestores de información y consultas:

Implementación de gestión en línea para compromisos del SGC con la NSR -10 vigente

Se viene trabajando en la implementación de una aplicación en línea, para acoplar a la página institucional, mediante la cual el usuario pueda adelantar las gestiones relacionadas con el Capítulo A. 11 de la NSR-10. Estas gestiones corresponden a: Aprobación de instrumentos, Aprobación de Operario, Asignación de código al Acelerógrafo, Consulta de Edificaciones instrumentadas, Entrega de información al SGC, Consulta del Capítulo A.11 del Reglamento NSR-10, Consulta de especificaciones de Acelerógrafos para instrumentación sísmico de edificaciones y redireccionamiento a la Comisión Asesora Permanente de Construcciones Sismorresistentes; ver imagen siguiente:



Sistema Autoescalable - SAE

Objetivo: El Sistema Autoescalable le permite al Servicio Geológico Colombiano publicar información correspondiente a sismos y volcanes soportando una gran cantidad de usuarios concurrentes usando tecnologías Cloud Computing.



Figura 70. El sistema fue lanzado el 8 de septiembre de 2020, en su primer mes de funcionamiento obtuvo 39 mil visitas, al termino de diciembre obtuvo 89 mil visitas, presentado un crecimiento constante desde el momento de su lanzamiento.

El 82% de las visitas corresponden a usuarios nuevos, lo que demuestra que el sistema tiene buena acogida por parte del público. Durante el último trimestre del año 2020 el sistema recibió más de 250 mil visitas, con una duración media de la sesión de 1:56 minutos, en este mismo periodo de tiempo, el sistema realizó la publicación de 12.598 eventos sísmicos.

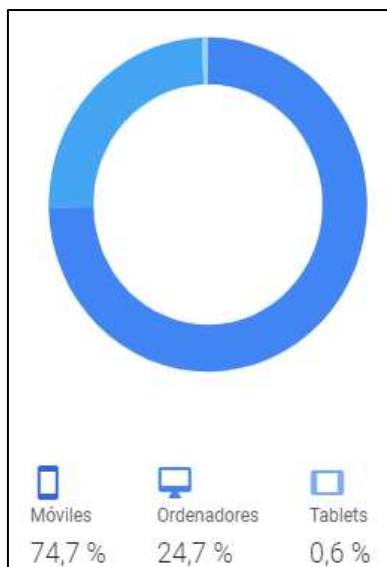


Figura 71. El 74.7% de los usuarios acceden desde dispositivos móviles, un 27.7% lo hace desde computadores de escritorio y el 0.6% desde tablets u otros dispositivos.

Sistema de Información Integrado de Geoamenazas (SIIGeo)

Objetivo: El Sistema Integrado de Información de Geoamenazas (SIIGeo), es una respuesta a los requerimientos del proceso institucional de Administración de Equipos Operacionales de apoyo, seguimiento y medición (AEO), el cual establece los lineamientos para el control y seguimiento de las próximas calibraciones y mantenimientos que se deben realizar a los equipos de medición. El SIIGeo permite la gestión de la información de las estaciones de la red de monitoreo y sus dispositivos. Finalmente, el SIIGeo, es una herramienta que permite apoyar la toma de decisiones frente a la gestión de las estaciones y sus mantenimientos. El SIIGeo fue puesto en producción el 6 de Octubre del 2020 para la dependencia de la RSNC. Para el 2021, el SIIGeo, estará en producción para el grupo de trabajo de la GeoRed y Observatorios Vulcanológicos.

Resultados:

Se implementó la Fase 1 del proyecto, con las siguientes funcionalidades:

Módulo gestión usuarios y grupos	Módulo de Dispositivos	Módulo de Estaciones
<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión de usuarios ● Gestión de grupos de trabajo ● Gestión permisos a las diferentes funcionalidades del sistema ● Creación de roles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión de los dispositivos (Crear, Leer, Actualizar y eliminar) ● Asociar y consultar archivos asociados a los dispositivos (Hoja del fabricante, Informes de hurto, Especificaciones técnicas, etc.) ● Consultar historiales de los dispositivos. ● Realizar filtros y generar reportes en Excel. ● Gestión de los factores de corrección y sensibilidad (Crear, Leer, Actualizar y eliminar) ● Gestión de archivos de inventario. ● Gestión de información relacionada con los valores de VS30. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión de la estación (Crear, Leer, Actualizar y eliminar) ● Gestión de los archivos asociados a las estaciones (Informes de hurto, Datalees, Archivos de Respuesta, Track de la estación) etc. ● Gestión de los historiales de las estaciones (los equipos que históricamente han estado en la estación) a partir de los XML o Archivos de Respuesta de la estación. ● Gestión de los mantenimientos realizados en la estación (Consultar los dispositivos instalados en la estación. ● Gestión de los documentos administrativos asociados a la estación (contratos, comodatos, etc) ● Fotografías asociadas a la estación. ● Realizar filtros y generar

Módulo gestión usuarios y grupos	Módulo de Dispositivos	Módulo de Estaciones
		reportes en Excel. <ul style="list-style-type: none"> ● Generar KML de las estaciones. ● Mapa y reporte en Excel del plan propuesto de comisiones. ● Estadísticas del cargue de información al sistema. ● Interfaces de unión con software institucional Isolucion.

Funcionalidades Implementadas en la Fase 1 del proyecto SIIGeo.

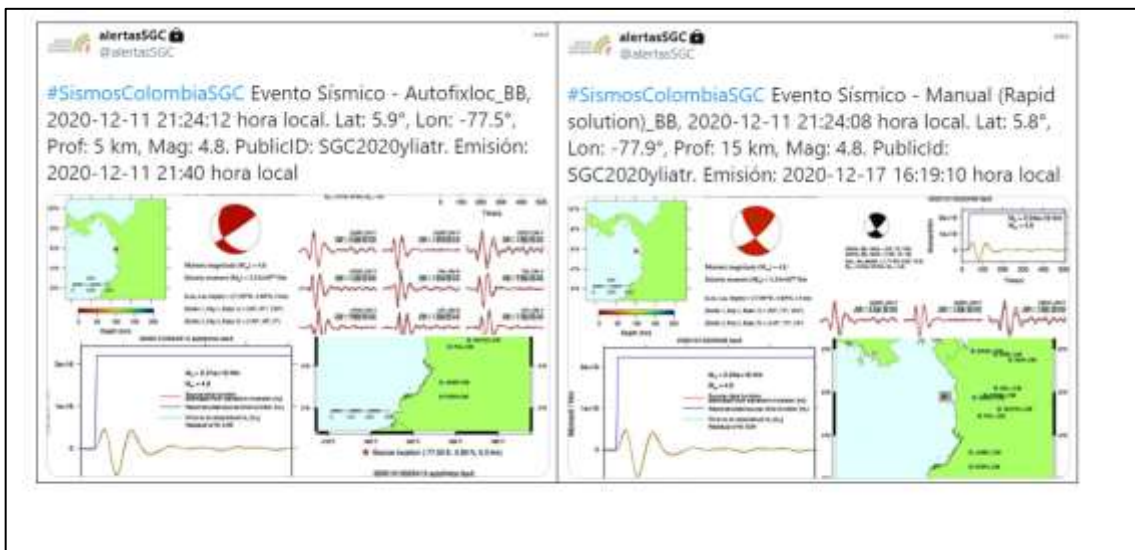
Finalmente, se adaptaron todos los componentes desarrollados para la dependencia de la GeoRed. Actualmente la información del GeoRed está cargada en el sistema SIIGeo, y está próxima a pasar a producción.

Solución Tensor de Momento SWIFT

Objetivo: Se ha desarrollado un módulo que permite almacenar en una base de datos, las soluciones automáticas y manuales de tensor momento calculadas por el software SWIFT. Una vez realizada la persistencia de la información, se evalúan los parámetros de calidad de la solución para determinar si es susceptible de ser publicada mediante Twitter y enviada por correo electrónico al grupo de sismología y a personal de la DIMAR. Las soluciones manuales almacenadas se encuentran disponibles en el Catálogo Mecanismo Focal y Tensor Momento

Resultados:

Se ha logrado realizar la persistencia de las soluciones generadas por el software SWIFT y que estas se encuentren disponibles al público a través del Catálogo Mecanismo Focal y Tensor Momento. De igual manera, se realizan las publicaciones de las soluciones en la cuenta de twitter @alertasSGC y la diseminación de esta información mediante el envío de correos electrónicos al grupo de sismología y al personal de la DIMAR.



Módulo Automag para SeisComP3

Objetivo: Diseñar un módulo que permita realizar el cálculo automático de la magnitud Mw empleando herramientas SEISAN para su posterior implementación y publicación mediante el sistema de diseminación de SeisComP3.

Resultados:

Se diseñó un modelo de solución de tal manera que funcione como un módulo dentro del sistema de adquisición, procesamiento y diseminación de información SeisComP3. Se han desarrollado e implementado las clases que componen dicho módulo sobre las cuales se han realizado pruebas unitarias de caja negra con resultados satisfactorios. Actualmente, se trabaja sobre la integración de los componentes y el refinamiento del código para su posterior paso a producción.

Secuencias de Recuperación - Proyecto BIA

Objetivo: El proyecto de Análisis de Impacto del Negocio (BIA - Business Impact Analysis) a cargo de la dependencia de Gestión de Información (DGI), tiene como objetivo diseñar planes ante un eventual desastre que afecten directamente a los sistemas de información con los que el SGC cuenta, afectando su normal operación. Ante una contingencia con dichos sistemas, es necesario garantizar la protección de los datos y la continuidad del negocio. El desarrollo de estos planes, permite anticipar los riesgos a los que se encuentran expuestos los sistemas de información en caso de desastres.

El plan de recuperación le permite conocer el equipo y el rol de cada uno de los que están a cargo del plan de recuperación, así como la lista de procedimientos a seguir.

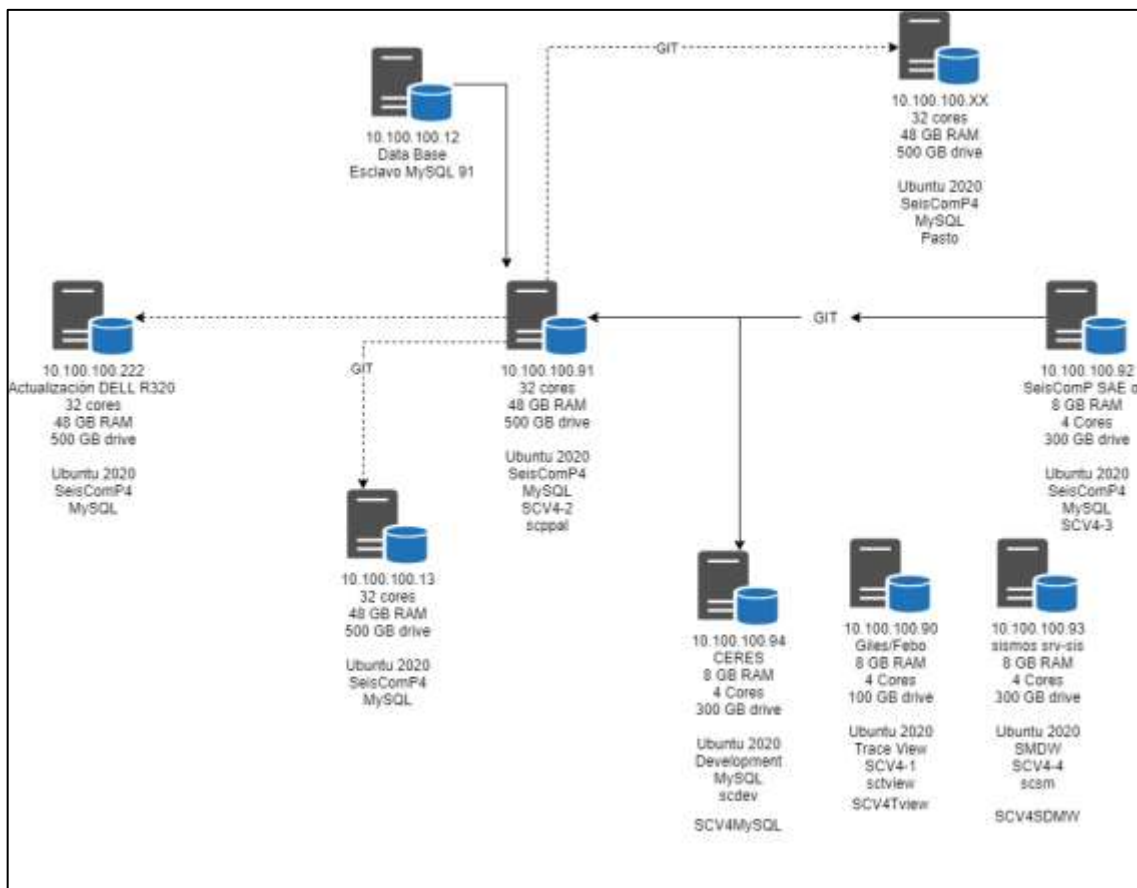
Resultados:

Se adelantaron los Planes de Recuperación de Desastres (DRP - Disaster Recovery Plan) enfocados en el procedimiento de recuperación de tecnología de la RNSC. Estos se diligenciaron y entregaron en los formatos suministrados por el área de DGI y su validación estuvo a cargo de la contratista Andrea Neira.

Actualización SeisComp

Objetivo: Actualizar el sistema de información sismológico SeisComp3 versión 2017.334 a SeisComp4 versión 2020.

Resultados: Teniendo en cuenta el análisis de DOFA realizado sobre la arquitectura actual implementada para el sistema SeisComp3 y haciendo énfasis en aumentar la productividad, eficiencia y seguridad, se estructura e implementa la nueva arquitectura para soportar SeisComp4, como se muestra en la siguiente imagen.



Proyecto Catalogador

Objetivo: El objetivo del proyecto de software Catalogador es indexar y catalogar las diferentes fuentes de información (archivos, bases de datos estructuradas y bases de datos no estructuradas) del área de Geoamenazas (Observatorios vulcanológicos, Red sísmológica nacional, Red de acelerógrafos nacional, Geored, Amenaza sísmica y Movimientos en masa) del servicio Geológico Colombiano, desde el año 1906 hasta la actualidad.

Resultados:

- Reestructuración del proyecto y definición de cronograma de actividades.
- Contratación del personal para el desarrollo del proyecto In House.
- Desarrollo de las actividades con un avance del 8.7%.

Configuración software Shakemap (versión 4)

Desde el 24 de abril de 2020 está en producción la más reciente versión de ShakeMap (versión 4).

Se desarrolló un módulo en SeisComp3, que permite el cálculo de los productos de intensidades instrumentales, de esta manera se tiene un mayor control para la generación de los productos.

Se establecieron los siguientes filtros de calidad en la publicación de ShakeMap:

- Para que este producto se adapte al protocolo, entonces vamos a procesar todos los eventos que tengan magnitud ≥ 4 .
- El mínimo valor de intensidad instrumental debe ser mayor a 1.
- Aún no es posible filtrar por el bna (área de influencia de la red nacional), pero por lo pronto se establece como área de procesamiento latitud entre -3.5° y 14° y longitud entre -82° y -67° .
- Se han implementado los filtros de calidad que tenemos para publicación automática.
 - Errores en latitud y longitud menores a 10 km.
 - Mínimo estaciones usadas para cálculo de magnitud 4
 - Mínimo fases usadas para localización 10

Como avance en la configuración de la generación de los productos de shakeMap se ha configurado la regionalización de acuerdo a Las fuentes sismotectónicas definidas para el modelo de amenaza sísmica del Servicio Geológico Colombiano (SGC) son 4 y están denominadas como Corteza Activa (continental y San Andrés), Bucaramanga (para la

fuelle del nido), la zona de subducción dividida en Interplaca (interfase) y Benioff (inslab).



Figura 72. Zonas sismotectónicas para Colombia definidas por el SGC para el modelo de amenaza sísmica.

Una vez definidas las anteriores zonas se asociaron las GMPEs que mejor representa el comportamiento del movimiento del terreno en cada una de estas teniendo como referencia el Modelo Nacional de Amenaza Sísmica

Tabla 3. Características de la regionalización para ShakeMap.

ZONA	Descripción	Prof (km)		GMPE
		Min	max	
ARC	Corteza activa continental	0	40-50	CauzziEtAl2014
	Corteza activa San Andrés	0	40-50	CauzziEtAl2014
SUB	Interplaca	5	40-50	AbrahamsonEtAl2015SInter
	Benioff	50	200	MontalvaEtAl2016SSlab
Nido	Bucaramanga	50	700	ZhaoEtAl2006SSlabNSHMP2014

Referencias

Bondár, I., Myers, S. C., Engdahl, E. R., & Bergman, E. A. (2004). Epicentre accuracy based on seismic network criteria. *Geophysical Journal International*, 156(3), 483-496.

Bondár, I., Yang, X., North, R. G., & Romney, C. (2001). Location calibration data for CTBT monitoring at the Prototype International Data Center. *pure and applied geophysics*, 158(1-2), 19-34.

Mignan, A., & Woessner, J. (2012). Theme IV—understanding seismicity catalogs and their problems. Technical Report doi: <https://doi.org/10.5078/corssa-00180805>, Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis.

Mousavi, S. M., Ellsworth, W. L., Zhu, W., Chuang, L. Y., & Beroza, G. C. (2020). Earthquake transformer—an attentive deep-learning model for simultaneous earthquake detection and phase picking. *Nature communications*, 11(1), 1-12.

Ojeda, A., & Havskov, J. (2001). Crustal structure and local seismicity in Colombia. *Journal of seismology*, 5(4), 575-593.

Poveda, E., Julià, J., Schimmel, M., & Perez-Garcia, N. (2018). Upper and middle crustal velocity structure of the Colombian Andes from ambient noise Tomography: Investigating subduction-related magmatism in the overriding plate. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123(2), 1459-1485.

Shearer, P. M. (2019). Introduction to seismology. Cambridge university press.

Zhu, W., & Beroza, G. C. (2019). PhaseNet: a deep-neural-network-based seismic arrival-time picking method. Geophysical Journal International, 216(1), 261-273.

Proyecto ID 10001108 - Amenaza y Riesgo Sísmico en Colombia

El proyecto tiene por objeto investigar procesos generadores de amenaza y riesgo sísmico a escalas nacional y regional y con las evaluaciones a escala urbana, proponer, evaluar y difundir metodologías de estimación de amenaza y riesgo sísmico con afectaciones municipales. Así mismo, mediante servicios de consulta, proveer información sobre la amenaza y riesgo físico de origen geológico a las instancias y autoridades competentes y a la comunidad nacional, con fines de planificación, ordenamiento territorial y gestión del riesgo.

Modelo nacional de amenaza sísmica

Con el fin de atender necesidades de los usuarios frente a evaluación de amenaza sísmica, así como para continuar la discusión y valoración técnica del modelo de amenaza elaborado entre el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Fundación Global Earthquake Model, el SGC reconoció la necesidad de desarrollar actividades orientadas a:

- Identificar, mediante un análisis de sensibilidad, las posibles variaciones de los resultados de amenaza sísmica ante cambios de las condiciones de análisis del modelo SGC & GEM (2018).
- Desarrollar herramientas para el cálculo de aceleraciones espectrales en superficie considerando funciones de transferencia obtenidas en estudios de microzonificación sísmica.
- Desagregar la amenaza sísmica para los centros poblados del país.

A continuación se describen los logros y dificultades en cada una de estas actividades.

Análisis de sensibilidad del Modelo de Amenaza Sísmica de Colombia (MNAS).

- El análisis de sensibilidad se desarrolló sobre los resultados de corridas de amenaza para las localizaciones definidas, que incluyen las ciudades capitales. Los resultados se procesan e interpretarán con rutinas provistas por GEM de donde se desprenden mapas y gráficos de participación y sensibilidad de las diferentes variables en el resultado final de amenaza.
- Se identificaron aspectos sobre la modelación de fuentes sísmicas que pueden ser revisados y mejorados para la siguiente versión del MNAS.

- Implementación y depuración de códigos para la interpretación y presentación de resultados.
- Para cada uno de los puntos de estudio se lograron desarrollar las corridas para el análisis de sensibilidad por GMPE y por rama del árbol lógico. Además se construyeron las gráficas tipo tornado de cada uno de los casos de estudio. Como ejemplo, a continuación se presenta gráficas obtenidas para Bogotá para PGA y un periodo de retorno de 475 años.

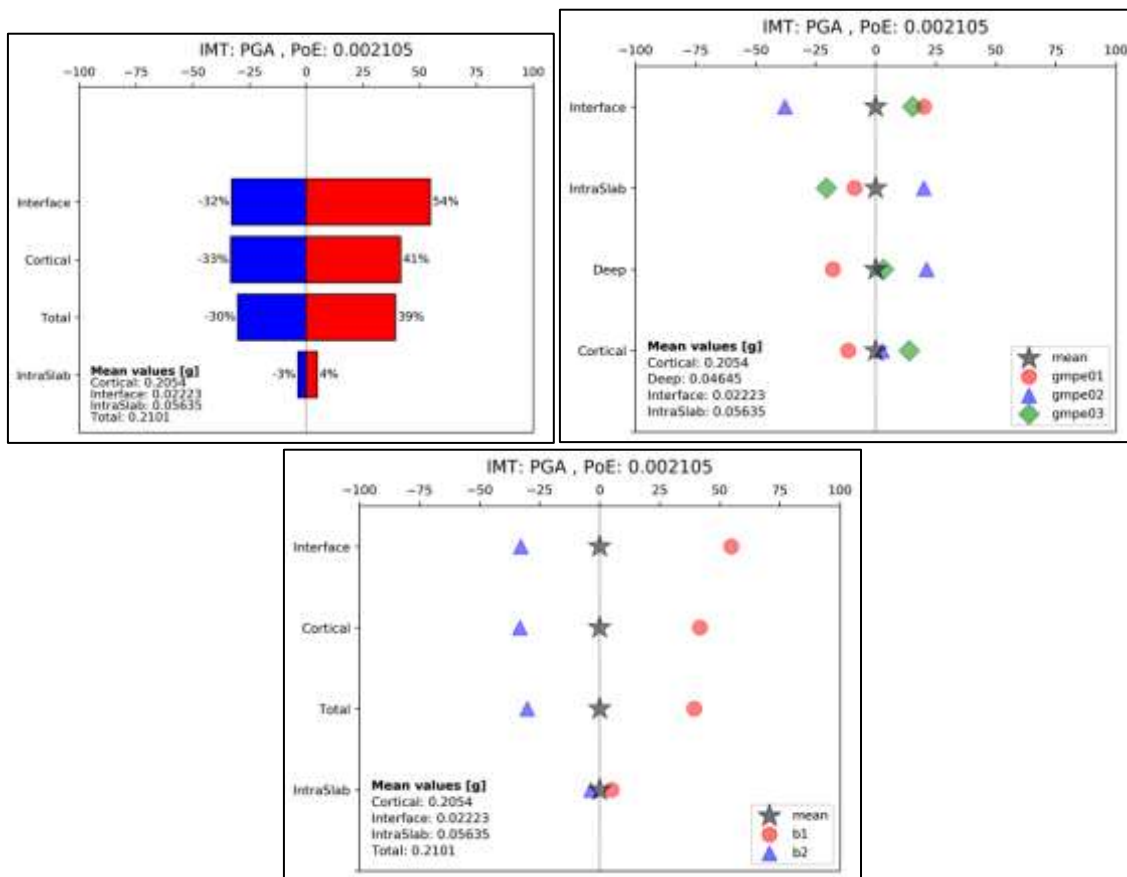


Figura 73. Depuración de los archivos de entrada para el análisis de sensibilidad.

Dificultades

- Debido al volumen de cálculos necesarios, fueron realizados en los computadores de GEM
- Gran cantidad de información por analizar
- Fue necesario realizar depuraciones en los archivos de entrada del modelo, lo que generó retrasos debido a la gran cantidad de corridas realizadas.
- Debido a los resultados obtenidos, ha sido necesario ajustar y reconstruir códigos, generando pequeños retrasos y reprocesos.

Sistema de información de desagregación de amenaza sísmica

Logros

- Diseño e implementación de un prototipo funcional para la publicación de resultados de desagregaciones sísmicas de los centros poblados del país, dicho prototipo presenta ocho (8) resultados de amenaza sísmica numerados como: i) curvas de amenaza sísmica para múltiples medida de intensidad, ii) espectros de amenaza uniforme para múltiples periodos de retorno, iii) desagregación de la amenaza sísmica en términos de magnitud o iv) distancia en términos de múltiples medidas de intensidad y periodos de retorno, v) participación magnitud-distancia, vi) por ambientes tectónicos, y por localización geográfica respecto del vii) ambiente tectónico y viii) magnitud.

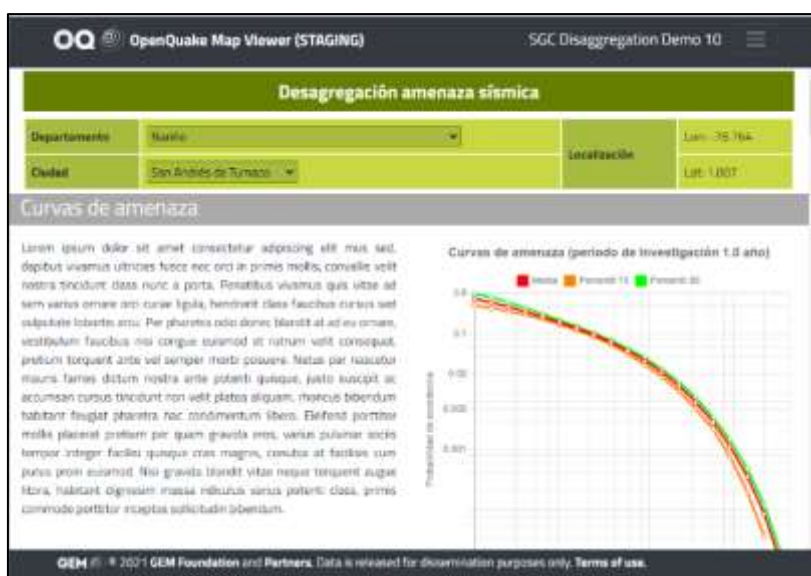


Figura 74. Consulta de la amenaza sísmica en Colombia

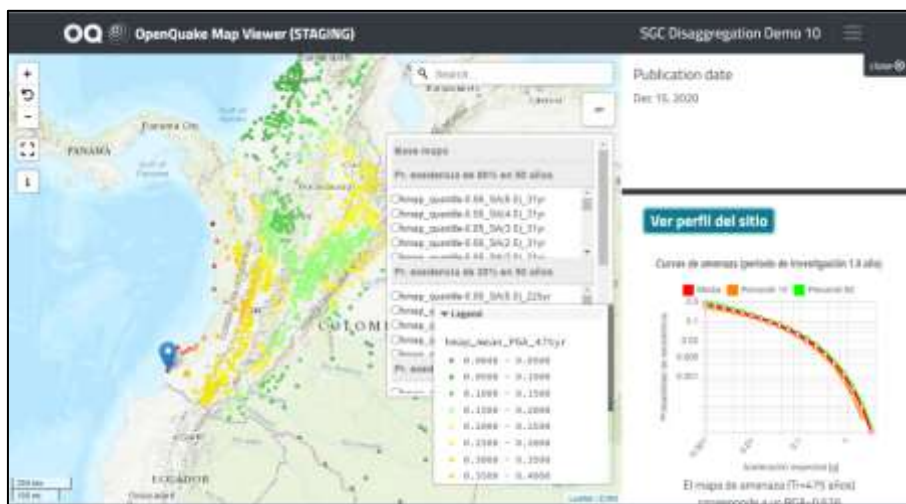
- Corridas de desagregación para las ciudades capitales, resultados que fueron incluidos en anexo al libro del MNAS.



Seguimiento a la implementación del sistema de consulta para estos resultados de desagregación de acuerdo al prototipo que fue adoptado por GEM como guía, y alineado con el sistema de consulta de amenaza sísmica.



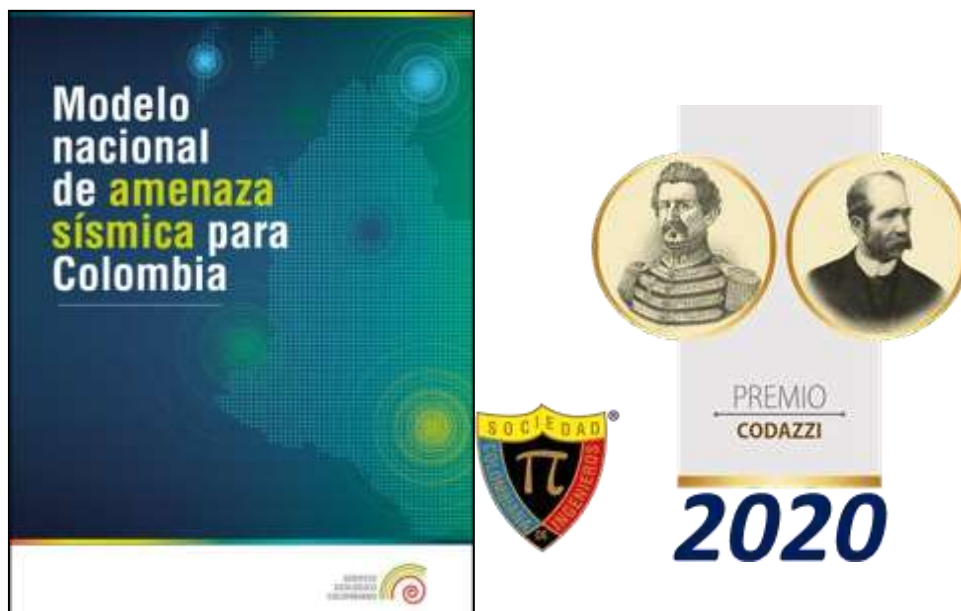
El sistema de consulta de desagregaciones será instalado en el mismo servidor del sistema de consulta de amenaza, al cual se le añadirá un resultado más a los tres presentes actualmente



Dificultades

- El sistema de cálculo toma demasiado tiempo para la ejecución de las corridas de desagregación.
- Algunos de los PCs asignados sufrieron daño del disco del sistema operativo, se perdieron los resultados interpretados de las desagregaciones realizadas a la fecha, así como de rutinas para la interpretación de los mismos resultados y de la selección de modelos de atenuación.

El libro “Modelo nacional de amenaza sísmica para Colombia” fue publicado el 21 de agosto en el portal web institucional, desde esa fecha a partir de esa fecha y hasta el 31 de diciembre tuvo 1123 descargas. Esta publicación fue postulada a la categoría Premio Codazzi de los premios a la ingeniería nacional de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI), obteniendo dicho reconocimiento por su aporte al conocimiento del territorio colombiano, el cual fue entregado el pasado 30 de septiembre.

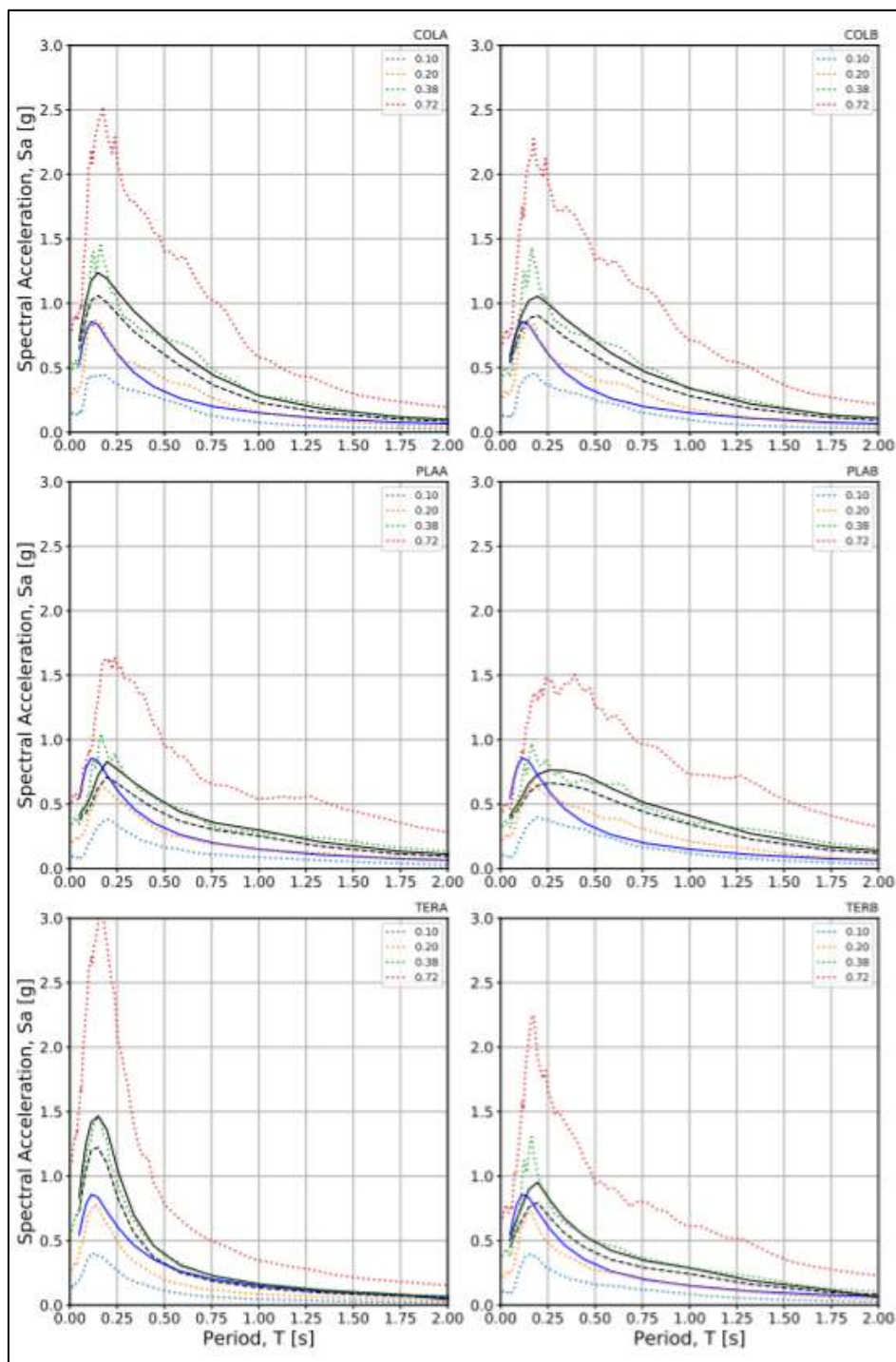


<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/38>

Incorporación de la respuesta de sitio en la estimación probabilista de amenaza sísmica

Logros

- Se implementó la inclusión de la respuesta sísmica a partir de funciones de transferencia en el análisis probabilista de amenaza sísmica. Los métodos implementados en conjunto con GEM fueron el de convolución y el de Kernel.
- Se utilizó como caso de estudio la ciudad de Popayán, tomando como referencia los resultados de la zonificación de respuesta sísmica desarrollada para la ciudad. Algunos de los resultados obtenidos usando el método de convolucion se presentan a continuación:



Dificultades

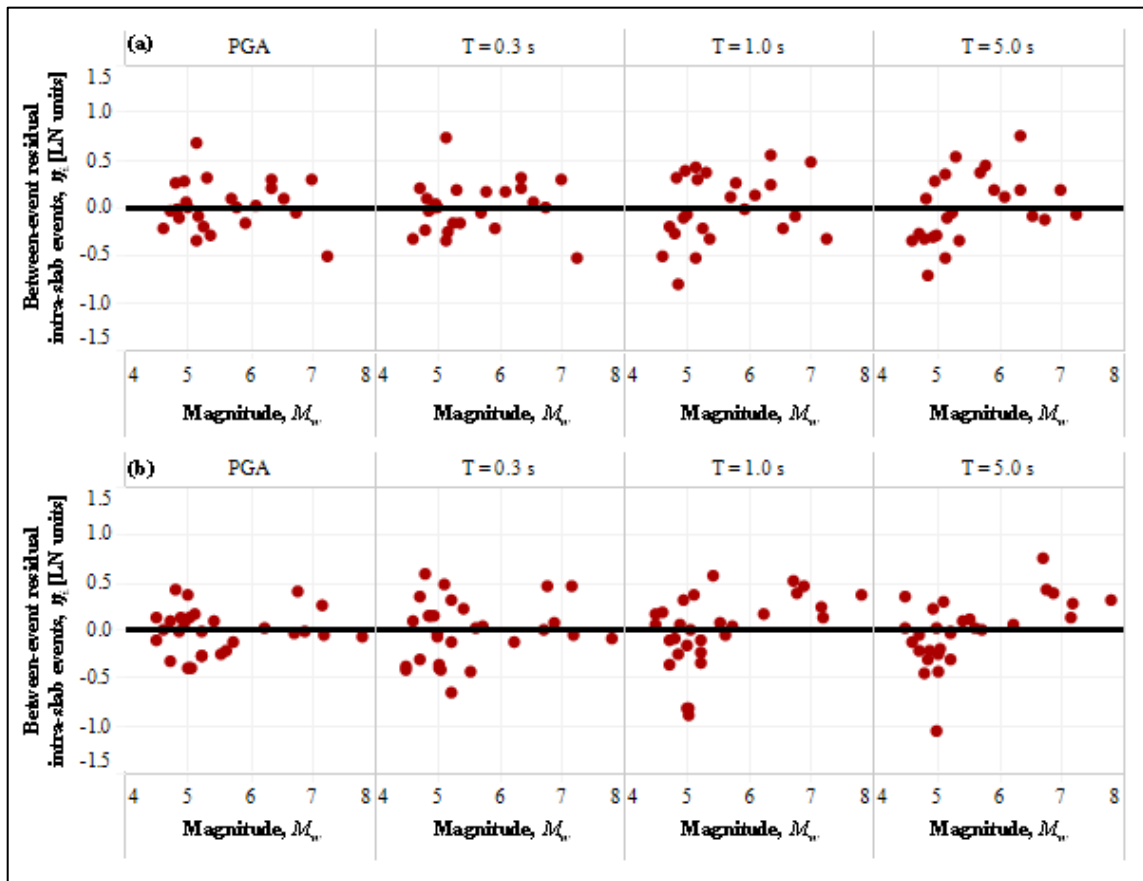
- Definición del formato de entrada y de salida de los resultados para la estandarización de los desarrollos en OQ.

- Imposibilidad de reuniones presenciales debido a la pandemia.

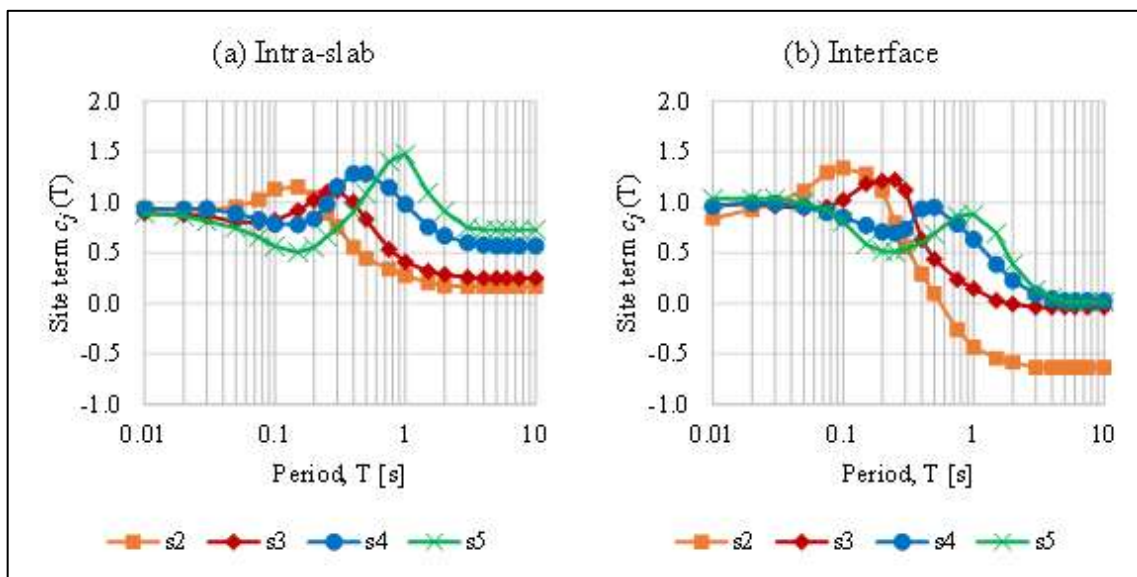
Convenio SGC-UNINORTE

Logros

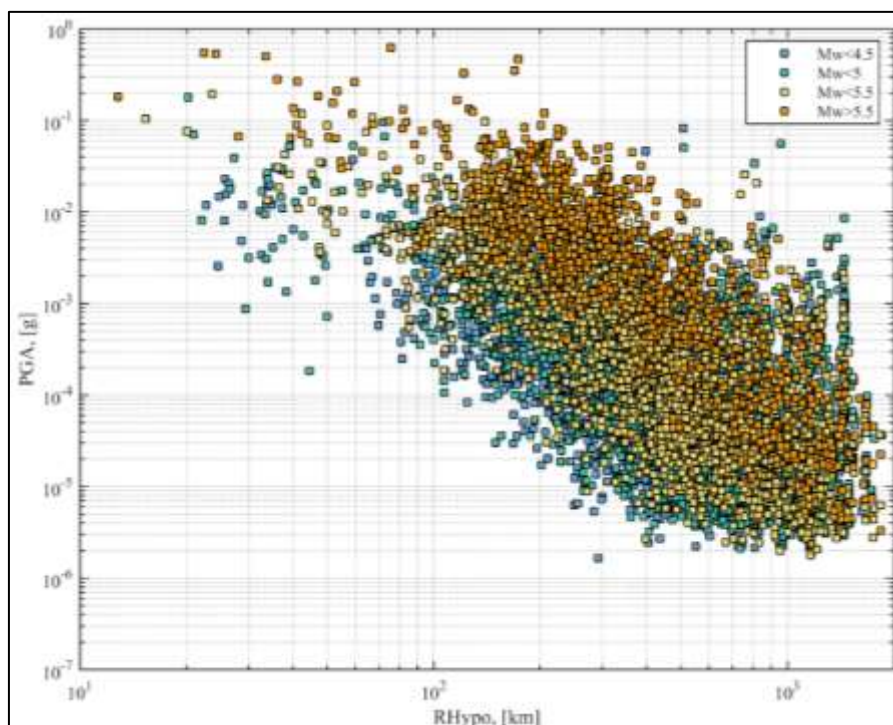
- Se establecieron las formas funcionales de los modelos.
- Se tiene la primera versión de los modelos para la subducción del pacífico, que será presentado en conjunto con las ecuaciones de NGA subduction. Como referencia, a continuación se presentan los residuales obtenidos para las ecuaciones desarrolladas:



- Se planteó un modelo de respuesta de suelo a partir de espectros HVSRS para las estaciones de la red de acelerógrafos. Para referencia, a continuación se presentan los modelos de respuesta planteados para sismos de inslab y de interface:



- Se consolidó una base de datos con alrededor de 8800 registros, re procesando registros de 2016 y 2017, e incluyendo los registros de la red hasta 2020. El resumen de la base de datos se ilustra a continuación a partir de la relación de la distancia hipocentral y el valor de PGA para todos los registros obtenidos:



Dificultades

- Debido a la pandemia no se ha podido realizar estancia de investigación en Berkeley (C. Pájaro).
- Se añadió gran cantidad de señales a la base de datos, con incremento en los tiempos iniciales de procesamiento proyecto.
- No se ha tenido buena correlación de la respuesta de los datos con el modelo nacional de Vs30, así que ha tomado tiempo estimar un modelo de respuesta de sitio.
- Debido a la actual contingencia se prorrogó por tres meses el convenio.

1. Modelo nacional de riesgo sísmico Fase I

Conforme quedó definido en las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, expedido por la Ley 1955 del 25 de mayo de 2019, el Servicio Geológico formulará un Modelo nacional de riesgo sísmico. Al respecto, se realizaron actividades encaminadas a la formulación de una estrategia para el desarrollo de dicho modelo, así como a la caracterización de la fragilidad de tipologías constructivas encontradas en el país y al desarrollo de herramientas para la identificación de tipologías estructurales mediante inspecciones visuales remotas. A continuación se presentan los principales resultados obtenidos.

Formulación de una estrategia para el desarrollo de un modelo nacional de riesgo sísmico. Se realizaron las gestiones para suscribir un convenio que permita la participación de diversas universidades vinculadas a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI, en conjunto con la Red de Programas de Ingeniería Civil (REPIC). Para este propósito se solicitó autorización de vigencias futuras de ejecución.

- Se estableció el esquema organizacional para el proyecto
- Se definió una hoja de ruta y cronograma
- Se definió el presupuesto por actividades e identificaron los recursos necesarios para el desarrollo del modelo

Caracterización de la fragilidad sísmica de construcciones. Se consolidó un inventario de tipologías constructivas de edificaciones residenciales identificadas en estudios de riesgo sísmico en el país a diferentes escalas, y otras investigaciones nacionales. El inventario se dividió en 10 tipologías generales según el sistema estructural y/o el material de construcción así: i) muros en materiales térreos (adobe, tapia y bahareque), ii) mampostería no-reforzada y iii) reforzada, iv) mampostería confinada, v) pórticos en concreto reforzado (CR), vi) muros en CR, vii) sistemas combinados y duales en CR, viii) sistemas tipo losa-columna en CR, ix) estructuras metálicas, y x) otros. Dependiendo de

la tipología considerada, y de la información disponible, los inventarios incluyen atributos constructivos tales como periodo o época de construcción, rango de pisos, altura típica de pisos, número de bahías/ejes y distancias entre ejes, como se ejemplifica en la tabla (abajo) para la tipología de pórticos en CR.

- Se generaron funciones de fragilidad para 10 tipologías constructivas, a partir de información secundaria.

Autor	Región	Llenos	Código / Época	Disipación / Ductilidad	Rango de Niveles	Altura primer piso [m]	Altura otros pisos [m]	Distancia columnas [m]	Bahías	
UNIANDÉS, 1999	Pereira, DOS Quebradas y santa rosa de cabal	No	< 1945		1	N/A	N/A	N/A	N/A	
		No	1945 - 1959		2	N/A	N/A	N/A	N/A	
		No	1960-1969		3	N/A	N/A	N/A	N/A	
		No	1970 - 1985		4-6	N/A	N/A	N/A	N/A	
		No	> 1985		7-9, > 10	N/A	N/A	N/A	N/A	
Bonnet, 2003	Manizales	No	< 1984	Sin diseño sismo resistente	4 - 6	3.8	2.4	[4.0, 6.0]	5	2X4
		No	< 1984		7 - 10	3.8	2.4	[3.5,6,3.5]	5	3X4
		No	< 1984		13 - 14	3.9	2.4	5.50, 5.00	3X4	
		No	1985 - 1998	Con diseño sismo resistente	5	3.8	2.4	[4.0, 6.0]	5	2X4
		No	1985 - 1998		9	3.8	2.4	[3.5,6,3.5]	5	3X4
		No	1985 - 1998	13	3.9	2.4	5.50, 5.00	3X4		
Cano-Saldaña et al., 2005	Armenia		1960 - 1984	N/A	1 - 8					
			> 1985	N/A	1 - 8					
UNIANDÉS, 2005	Palmira, Tuluay Buga	Infill	< 1984	Viejos o débiles	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Infill	1984 - 1999	Nuevos o fuertes	NI	N/A	N/A	N/A	N/A	
Maldonado & Chio, 2007	Bucaramanga		N/A		< 3	2.4	2.4	3.25X4.15	3X3	
					4 - 7	2.4	2.4	3.85 - 5.80	2X4	
					8 - 10	2.4	2.4	3.85 - 5.80	2X4	
Maldonado & Chio, 2010	Bucaramanga		N/A		4 - 12	2.14 - 3.05	2.14 - 2.85	N/A	N/A	
UNIANDÉS, 2012	Popayán	Infill	> 1999	N/A	5 - 10	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Infill	1985 - 1998	N/A	5 - 10	N/A	N/A	N/A	N/A	
Salgado et al., 2014	Medellín	N/A	N/A	N/A	1 - 10					
UNGRD, 2016	Nacional		NSR-10	DMI	2	3	3	5	3X3	
				DMI	5	3	3	5	4X4	
				DES	2	3	3	5	3X3	
				DES	5	3	3	5	4X4	
Acevedo et al., 2016	Valle de Aburrá	Infill	< 1984	No Dúctiles	1 - 6	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Infill	> 1985	Dúctiles	1 - 24	N/A	N/A	N/A	N/A	
Yamin, 2015	General	Infill	NSR-10	DMI	1 - 13	3	3	5.0, 5.0	3X3	
		No	NSR-10	DMI	1 - 13	3	3	5.0, 5.0	3X3	
		Infill	NSR-10	DES	1 - 13	3	3	5.0, 5.0	3X3	
		No	NSR-10	DES	1 - 13	3	3	5.0, 5.0	3X3	
USAID & MIYAMOTO, 2017	Pasto	Infill	1984 - 1998	Moderado	1 - 3					
		Infill	1984 - 1998	Moderado	4 - 7					
		No	1984 - 1998	Moderado	4 - 7					
IDIGER, 2018	Bogotá	Infill	1960 - 1985		4 - 12	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Infill	1986 - 1999		4 - 12	N/A	N/A	N/A	N/A	
		No	1986 - 1999		5 - 22	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Infill	> 2000		1 - 12	N/A	N/A	N/A	N/A	
		No	> 2000		5 - 30	N/A	N/A	N/A	N/A	
Acevedo et al., 2020	Bogotá, Cali, Medellín	Infill	< 1984	Ductilidad Baja	1 - 9	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Infill	> 1985	Ductilidad Media	1 - 10	N/A	N/A	N/A	N/A	
		Infill	> 1985	Ductilidad Alta	1 - 20	N/A	N/A	N/A	N/A	

Los inventarios tienen como objeto establecer la línea base de tipologías constructivas de representatividad en el país, y delimitar rangos de variación de los principales atributos constructivos, o valores típicos o característicos de los mismos. Este es uno de los documentos preliminares para la definición de las líneas metodológicas de exposición y vulnerabilidad para la construcción del MNSR.

Para la tipología de mampostería confinada se consideraron arquetipos de hasta 4 pisos que fueron diseñados según las provisiones del CCCSR-84. Tipologías de hasta 6 pisos son también comunes pero corresponden a construcción informal, y serán consideradas con posterioridad. El modelo analítico empleado es semejante al descrito antes para edificaciones de muros. La respuesta monotónica de la tipología de tres pisos se muestra en la figura abajo (izquierda), junto con la función de fragilidad correspondiente.

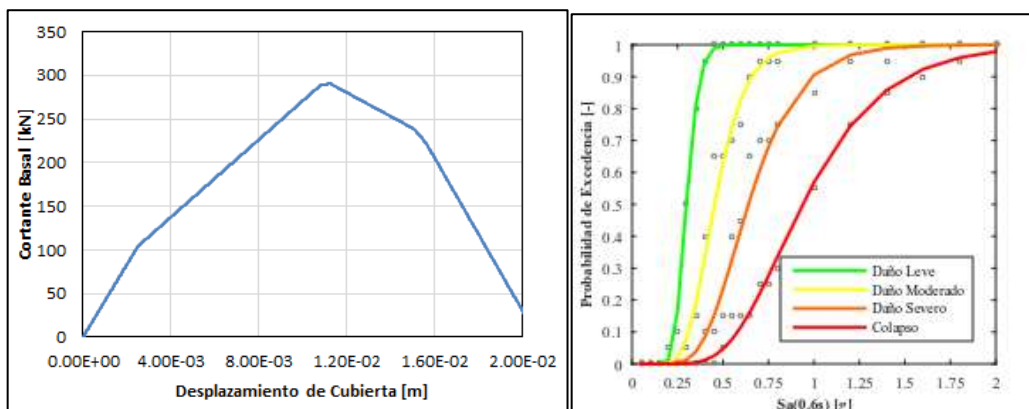


Figura 75. Curva de capacidad para tipología en mampostería confinada de tres pisos (izquierda) y funciones de fragilidad (derecha)

- Para algunas tipologías constructivas la información secundaria es insuficiente, o inexistente, para caracterizar los atributos constructivos. En esos casos se recurrió a asunciones y simplificaciones.

Herramientas para la identificación de tipologías estructurales mediante inspecciones remotas

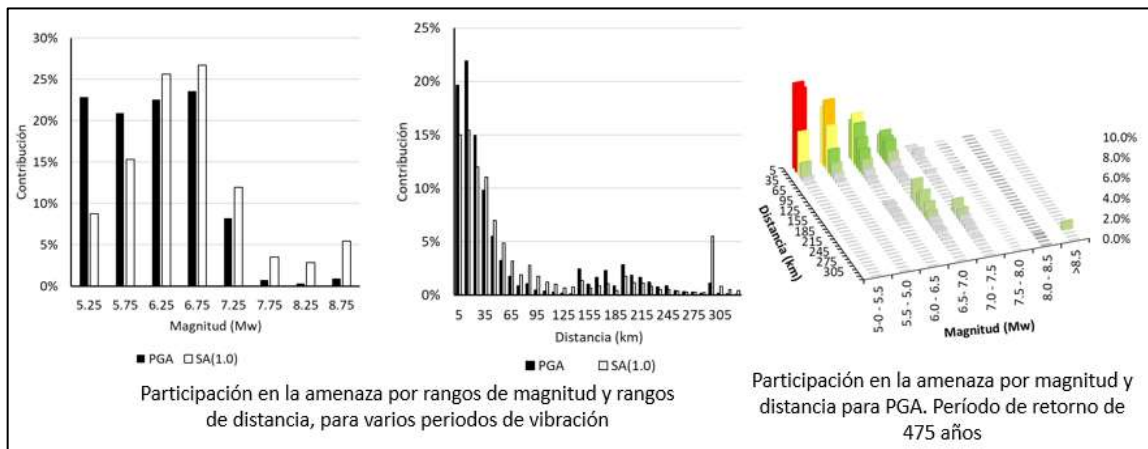
Durante 2020 se realizaron actualizaciones a la herramienta desarrollada por el equipo de amenaza sísmica del SGC para el levantamiento y caracterización remota de edificaciones. Esta herramienta permite visualizar imágenes de Google Street Map con el fin de identificar y registrar información de las edificaciones existentes respecto al sistema resistente a cargas laterales, material de construcciones, número de pisos, entre otros aspectos. Adicionalmente, esta herramienta permite estimar porcentajes de participación de tipologías estructurales en una determinada zona, de acuerdo con la información recopilada. De esta manera, esta herramienta resulta útil para la elaboración de modelos de exposición a nivel municipal y departamental.

Selección de eventos sísmicos de interés para municipios de la Provincia de Sabana Centro del departamento de Cundinamarca

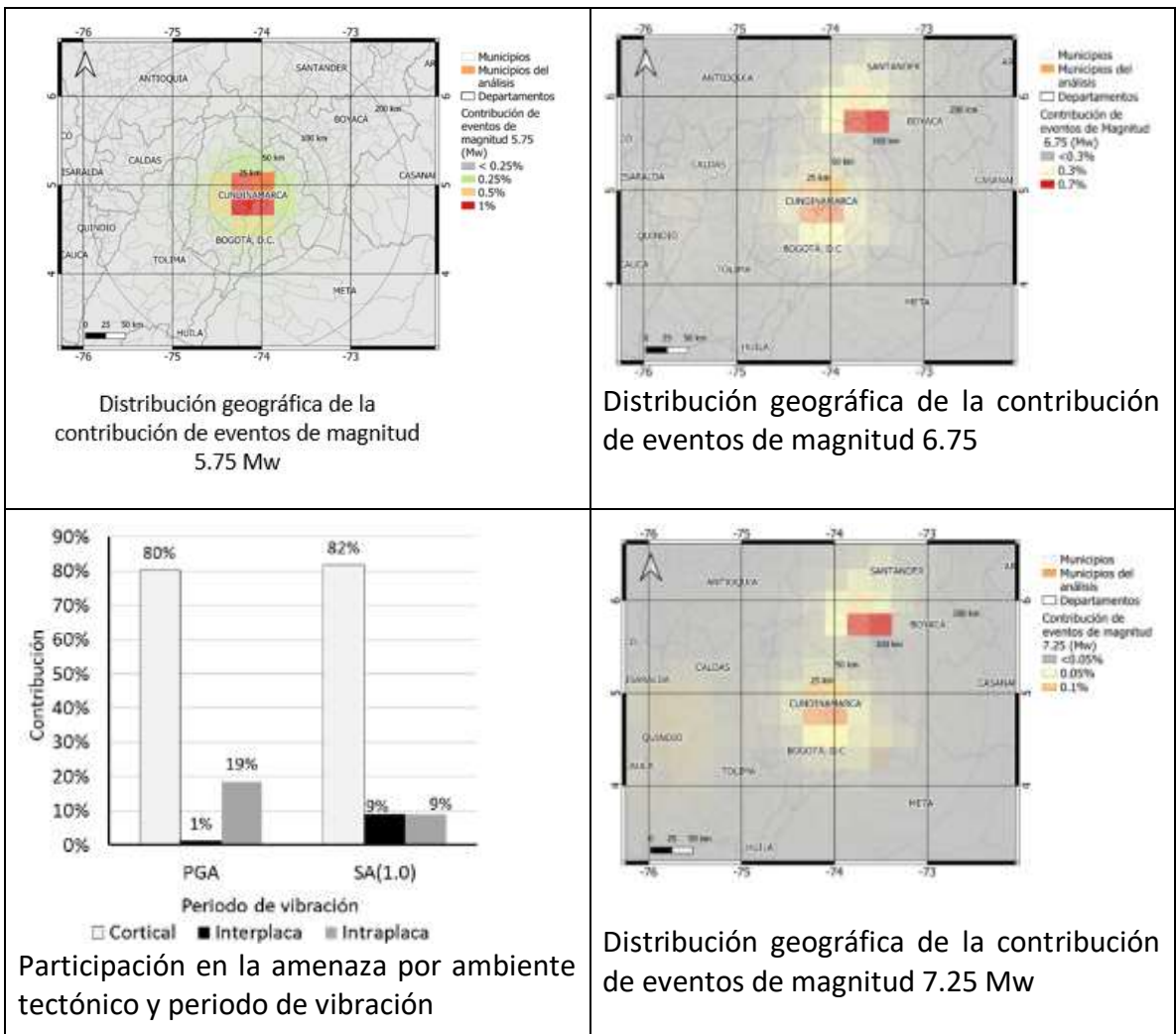
Con el fin de identificar sismos que puedan ser de interés para el análisis de escenarios de daño en municipios de la Provincia de Sabana centro del departamento de

Cundinamarca, se realizó una revisión de eventos históricos y de los resultados de la desagregación de la amenaza sísmica en la región, con el fin de identificar posibles localizaciones y magnitudes de eventos que puedan contribuir a la amenaza de la zona de estudio.

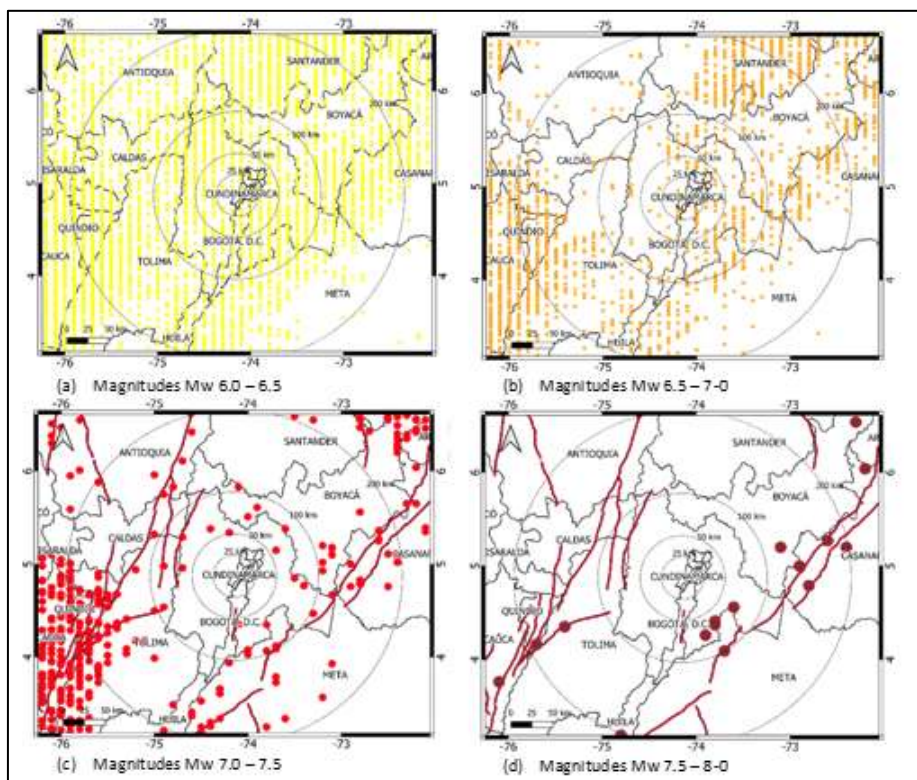
La siguiente figura presenta los resultados de la desagregación según distancia y magnitudes de los eventos. Se observa que pueden ser de interés eventos de magnitudes entre 5.75 y 6.5 Mw a distancias menores a 45 km de la zona de estudio.



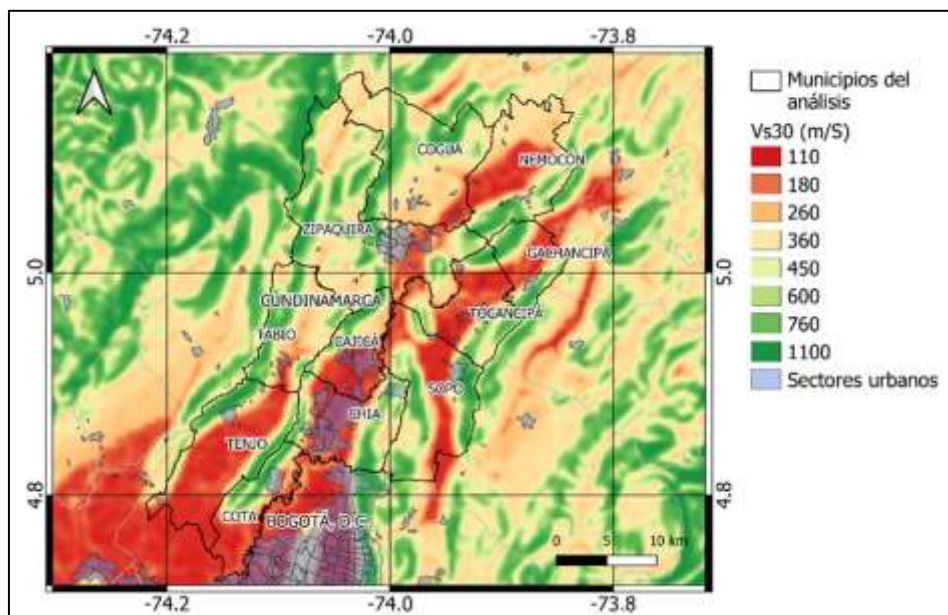
La siguiente figura presenta los resultados de la desagregación según magnitudes y ubicación de los eventos, así como la participación según ambientes tectónicos. Se observa que los eventos de magnitudes cercanas a 5.75 Mw se encuentran a menos de 25 km. Eventos de magnitudes mayores tienen una mayor contribución a distancias superiores a 100 km, localizados al norte de la zona de estudio. Adicionalmente, se resalta que el ambiente tectónico de mayor contribución corresponde a eventos superficiales.



Como complemento, la siguiente figura presenta los eventos generados en la estimación de la curva de amenaza para la zona de estudio. En esta figura se observa que los eventos de magnitudes entre 6.0 y 6.5 Mw pueden presentarse de manera generalizada a menos de 50 km de la zona de estudio. Por su parte, los eventos de magnitudes superiores a 7.0 Mw se encuentran localizados alrededor de los trazos de las fallas activas.



Con el fin de estimar las acciones sísmicas correspondientes a los eventos del análisis, se consultaron los valores promedio de la velocidad de onda de corte de los 30m más superficiales (V_{s30}) del modelo elaborado por el SGC (Eraso y Montejó, 2019). La siguiente figura presenta la distribución geográfica de V_{s30} de la zona de estudio. En esta figura se observa que en los sectores urbanos se encuentran valores V_{s30} menores que 260 m/s.



La siguiente figura presenta aceleraciones pico estimadas en roca firme y en superficie correspondientes a un evento de magnitud 6.5 Mw que ocurra en la zona de estudio. Cerca al epicentro se esperan aceleraciones cercanas a 0.5 g en roca firme. En superficie, se observan amplificaciones en los sectores de suelos más blandos, que corresponden a los de menor Vs30. Para estos sectores, las aceleraciones en superficie pueden ser mayores que 0.6 g.

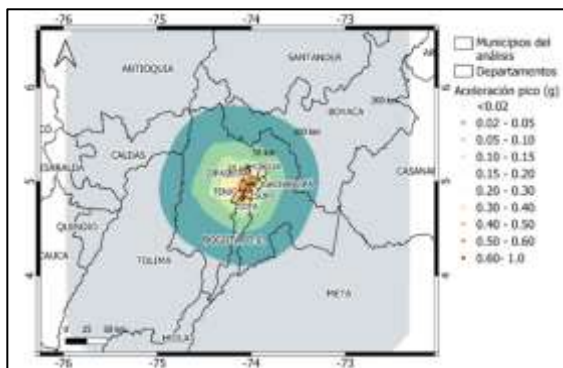


Figura 76. Aceleración pico en roca



Figura 77. Aceleración pico en roca en la zona de estudio

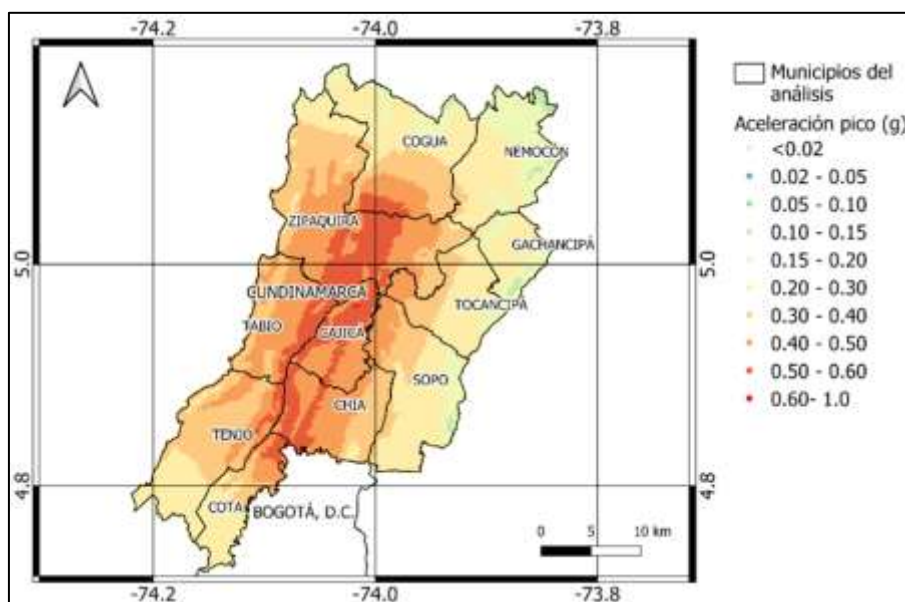


Figura 78. Aceleración pico en superficie

2. Sismicidad histórica

Con relación al Catálogo de grandes sismos en Colombia, se finalizó la revisión de resúmenes de los sismos que irían allí almacenados y se tienen contextos históricos de los eventos. Igualmente se incluyeron imágenes relacionadas con los efectos de sismos históricos, así como planos, fotografías y dibujos de cómo eran las poblaciones antes de los sismos.

3. Amenaza sísmica a escala urbana

Conforme el Decreto 926 de 2010 (NSR-10), las capitales de departamento y ciudades de más de 100.000 habitantes localizadas en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta según zonificación establecida por la norma de construcciones sismo resistentes, deberán armonizar los instrumentos de planificación para el ordenamiento territorial, con un estudio microzonificación sísmica. El Objetivo de estos estudios es identificar cómo amplifican o de-amplifican el movimiento las capas superficiales del terreno cuando ocurre un sismo. Para ello se definen factores de amplificación que modifican la amenaza sísmica debido a las condiciones locales de cada ciudad. Igualmente el Plan nacional de gestión del riesgo de desastres establece que las ciudades capitales en amenaza sísmica alta conforme lo define la NSR-10, deben realizar estudios de riesgo sísmico.

Con este propósito, el Servicio Geológico en el año 2019 formalizó convenios especiales de cooperación con las ciudades de Popayán, Pasto y Pereira con el objeto de aunar esfuerzos técnicos y administrativos para realizar estudios de zonificación de respuesta

sísmica y escenarios de riesgo. La meta para el bienio 2019-2020 fueron tres (3) ciudades con estudios de microzonificación sísmica

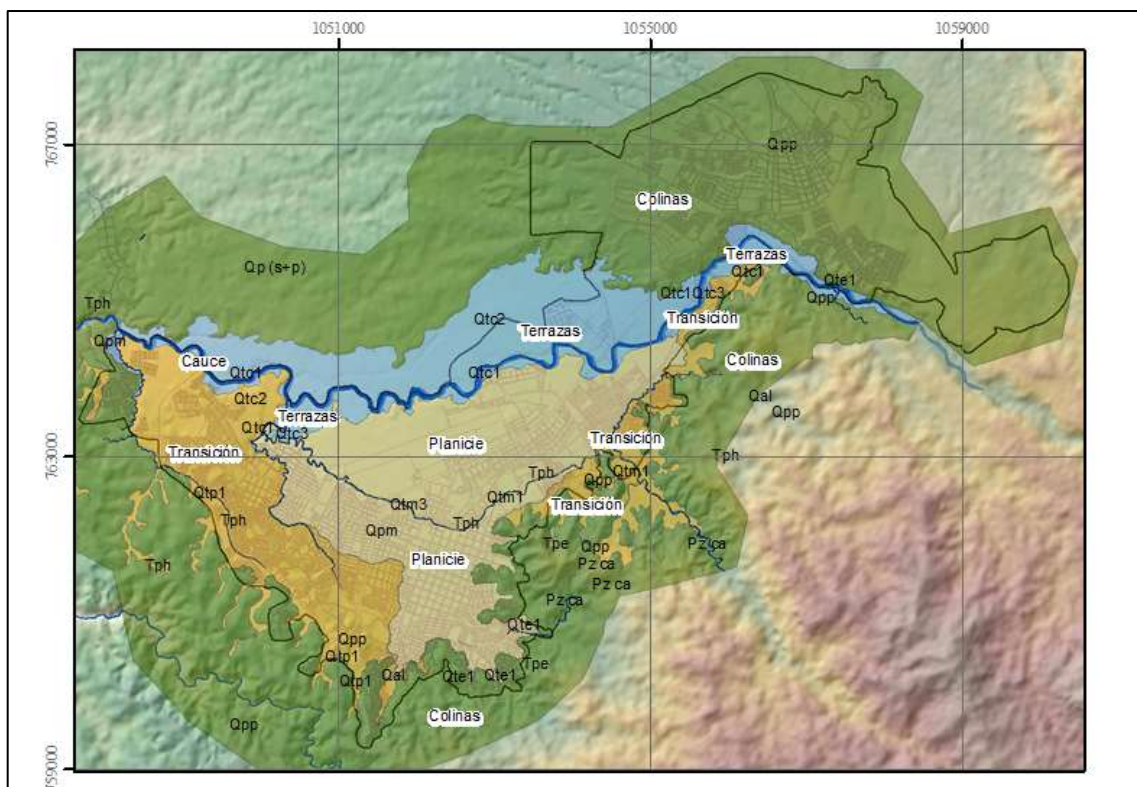
Convenio	Ciudad	Inicio	Duración	Presupuesto (mill)	% Avance	
					Amenaza	Riesgo
No. 003 de 2019	Popayán	Marzo de 2019	20 meses	\$449.5 (\$248.7)*	100	100
No. 002 de 2019	Pasto	Abril de 2019	19 meses	\$700 (\$400)*	100	97
No. 018 de 2019	Pereira	Junio de 2019	24 meses	\$1340 (\$480)*	86	60

(\$)* Aporte Servicio Geológico Colombiano

Zonificación de respuesta sísmica

Logros

- Se realizó la revisión del estudio terminado en 2019, actualizando a la versión de agosto de 2020, la cual fue socializada a la nueva administración y a los gremios. El mapa resultante de la zonificación de respuesta se presenta a continuación:



- Conjuntamente con el municipio se gestionaron las cartas de los gremios con el concepto favorable a la adopción del estudio, por lo cual fue remitido el estudio en agosto a la Comisión Asesora Permanente de la Norma Sismo Resistente para su revisión y aprobación.
- Se realizó en marzo de 2020 la instalación de los dos acelerógrafos nuevos para fortalecer la red de acelerógrafos de Popayán, los cuales están operando con normalidad.

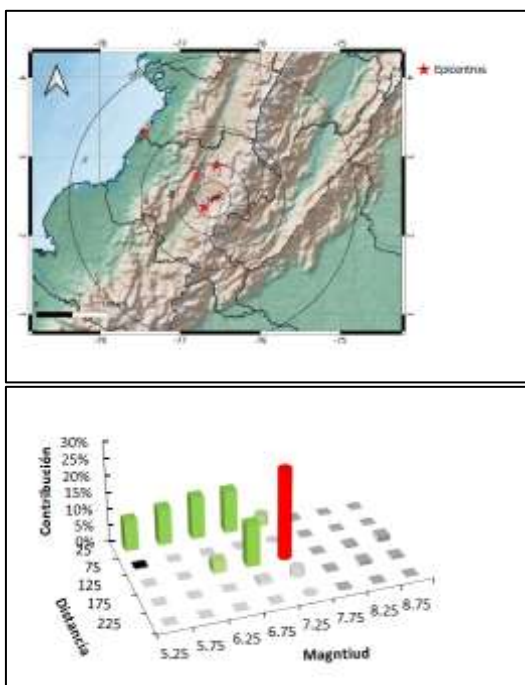
Dificultades

- Por el cambio de administración municipal se tuvieron que repetir socializaciones y entregas del estudio para poner al tanto a los nuevos funcionarios.
- El pronunciamiento de los gremios locales hacia el estudio fue demorado y por parte de la Comisión Asesora Permanente de la Norma Sismo Resistente no se tiene respuesta al estudio radicado en agosto de 2020. Esto conlleva a que no se pueda cerrar el documento y oficializarlo hasta tanto se tenga concepto favorable de la CAP.
- La realización de las socializaciones y reuniones de manera virtual no permiten una interacción con el público y la atención es menor que cuando se hace presencial.
- Los rendimientos cuando se realiza trabajo remoto con los servidores y programas especializados de la entidad fueron afectados por las constantes fallas del acceso remoto, deficiencias del internet de los colaboradores, y algunos discos duros de los computadores de la oficina fallaron por que se mantienen encendidos todo el tiempo.

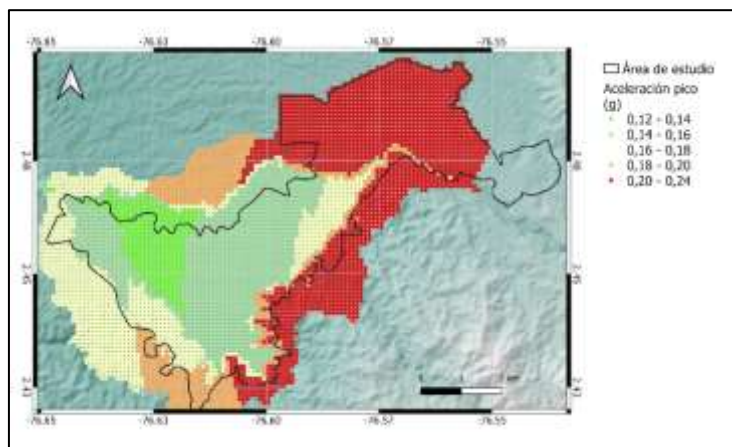
Escenarios de daño y pérdida por terremoto

Logros

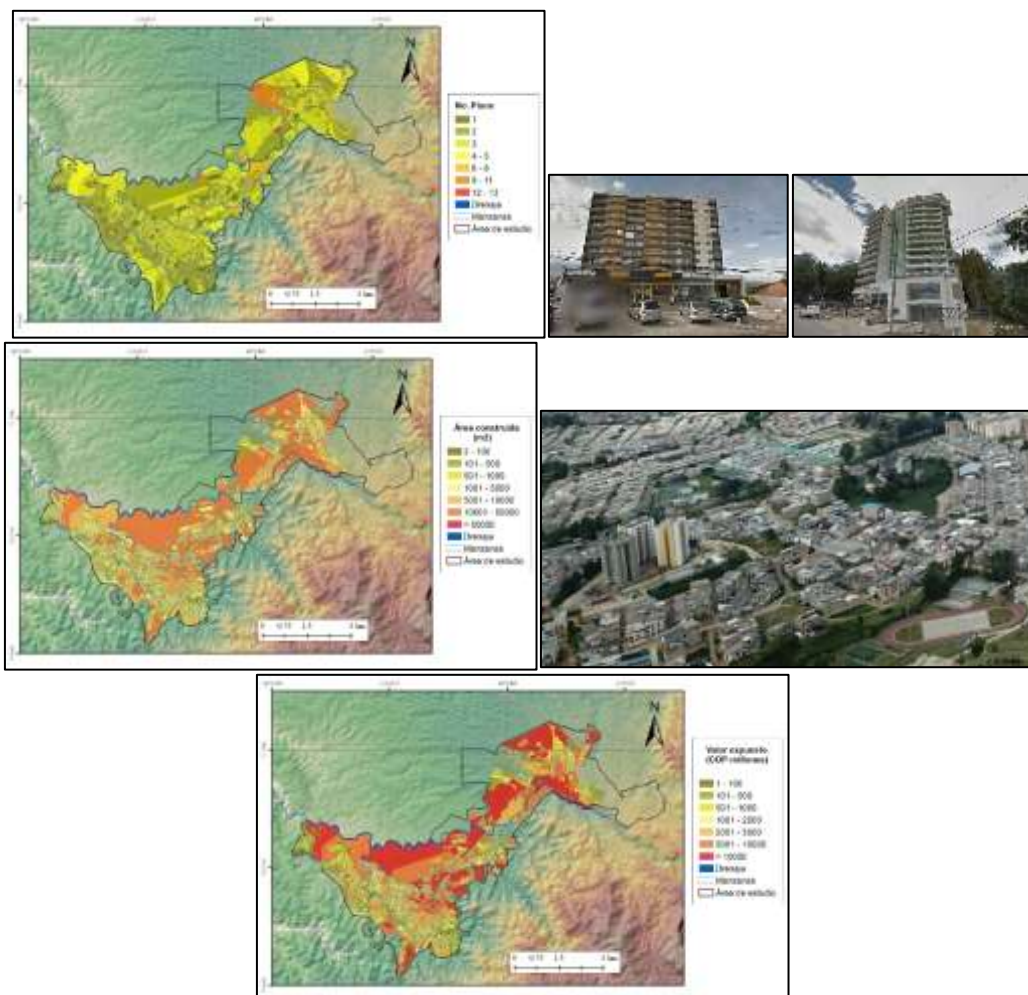
- Se evaluaron las intensidades sísmicas en roca para las localizaciones de los elementos expuestos de la ciudad, para compilar un set estocásticos de eventos necesarios para el cálculo de pérdidas por evento en el análisis probabilista del riesgo.



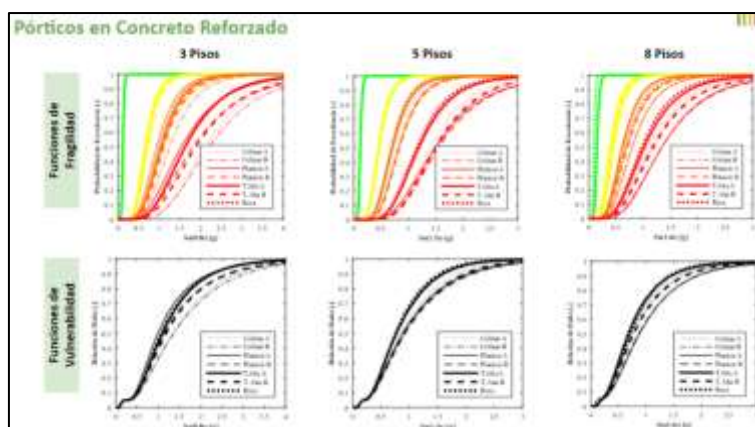
- Se evaluó la distribución de intensidades sísmicas de la roca a la superficie por intermedio de las funciones de transferencia estimadas en los modelos de respuesta local, y en términos de niveles de intensidad (desagregación sísmica) y ordenadas espectrales acordes con los modelos de elementos expuestos conformados.



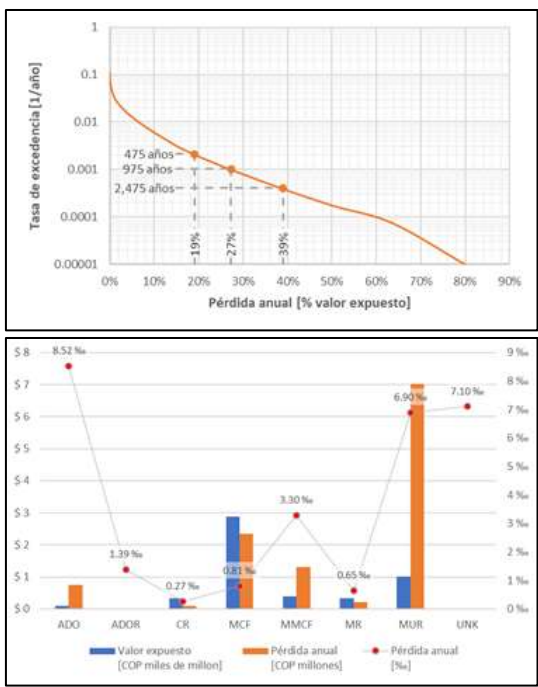
- Se desarrolló un modelo de exposición de la ciudad para todo el grupo de edificaciones con base en la información (primaria y secundaria de estudios previos) provista por el municipio.



- Se generaron funciones de fragilidad sísmica específicas para las edificaciones del municipio, a partir de información secundaria.



- Se calcularon las curvas de excedencia de pérdidas y resultados desagregados de riesgo en términos de tipologías estructurales y sub zonas.



Dificultades

- El sistema OpenQuake OQ no cuenta con evaluación de amenaza y daños en superficies con funciones de transferencia al momento del desarrollo de la actividad, por lo que fue necesario crear una rutina para adelantar esta tarea
- No se contó con la información completa de los registros de la BD de Catastro para derivar valores expuestos de las construcciones. Se solicitó dicha información a la oficina de catastro municipal. Se implementó y revisó el modelo de exposición realizado por la Universidad de Los Andes para ser implementado en esta evaluación (actualización de la información).

Amenaza y riesgo sísmico de Pasto

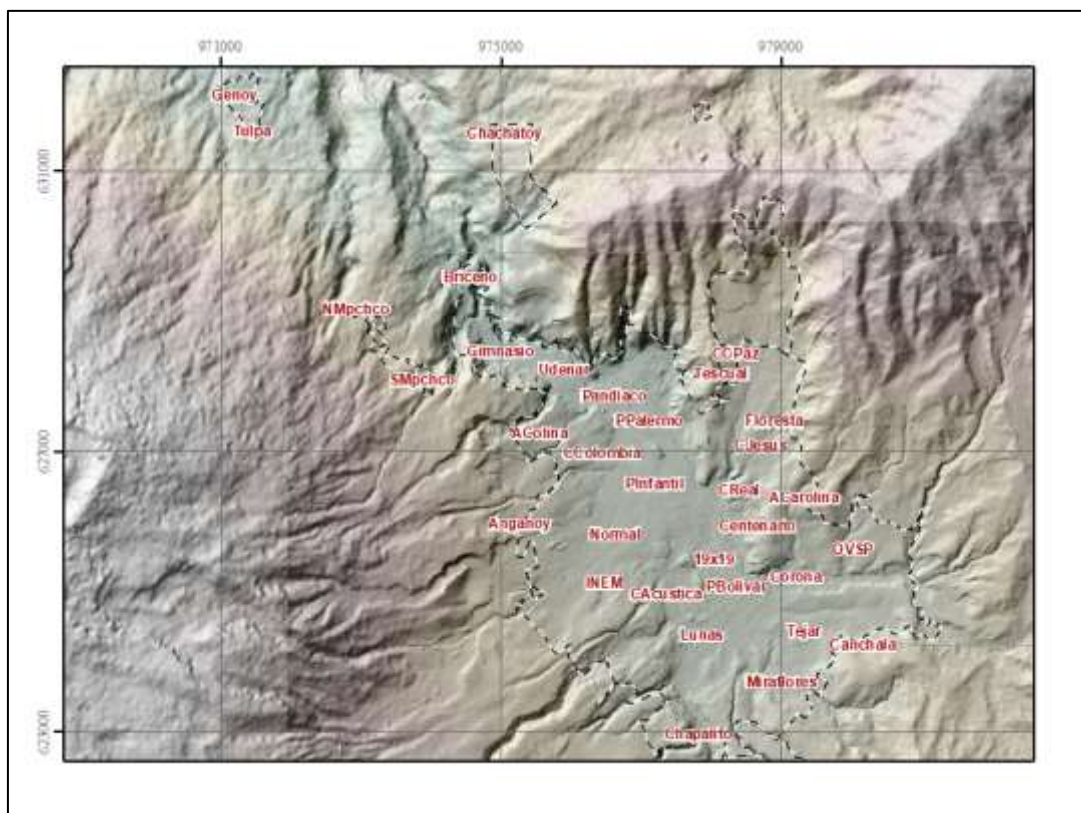
Zonificación de respuesta sísmica

Logros

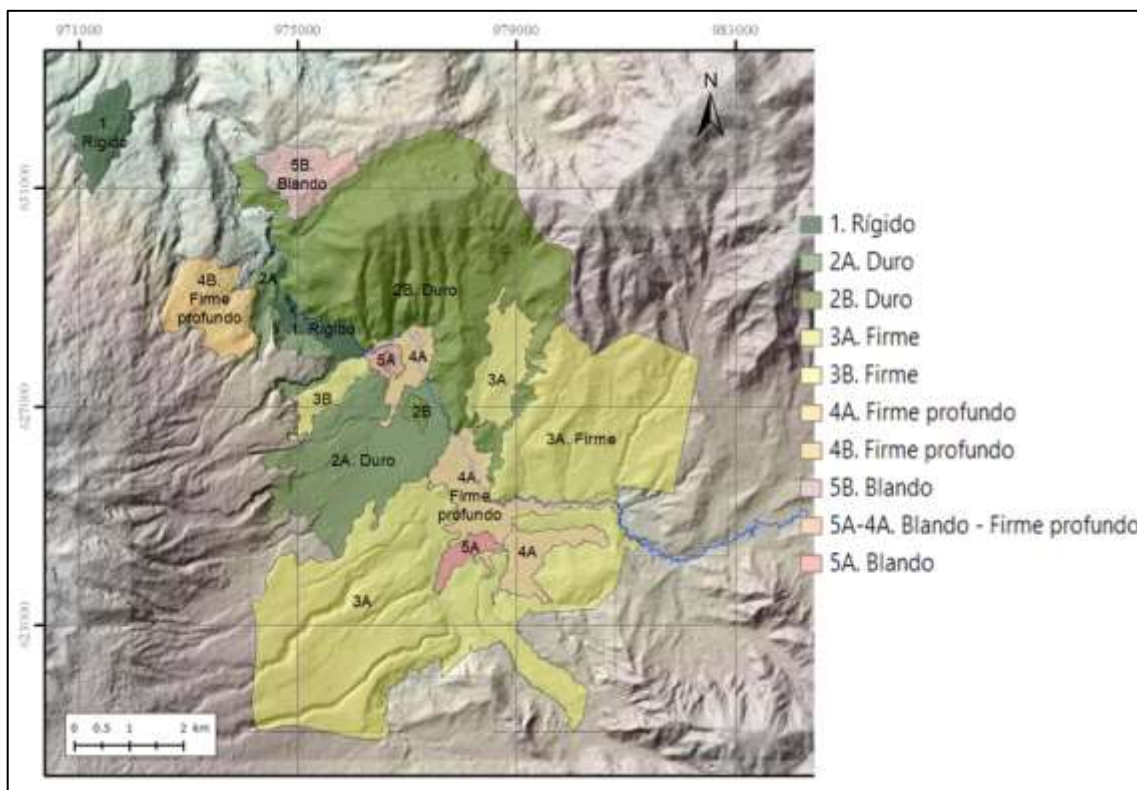
- Se realizaron y consolidaron los insumos y resultados del estudio de zonificación de respuesta sísmica de Pasto, que comprende la revisión de la sismicidad histórica, la evaluación de las acciones sísmicas y desagregación de amenaza en roca, la recopilación y análisis de señales de la red de acelerógrafos, revisión de la geología local, caracterización geológica y geotécnica del subsuelo, modelación

de la respuesta sísmica de los terrenos, zonificación y definición de factores de amplificación.

- Para las modelaciones unidimensionales no lineales se seleccionaron 33 sitios representativos en donde se cuenta con la mejor información disponible. La localización de los sitios modelados se presenta a continuación:



- Como referencia, a continuación se presenta el mapa de zonificación de respuesta resultante



- Se realizó en abril de 2020 la instalación del acelerógrafo pendiente en las Lunas, con lo cual la ciudad queda con dos acelerógrafos nuevos para fortalecer la red de Pasto, los cuales están operando con normalidad y en tiempo real.
- Se realizaron las socializaciones del estudio a la administración municipal, particularmente a la oficina de riesgos, planeación y grupo POT. Se realizó un evento de socialización a los gremios de ingeniería, arquitectura y público en general con 100 asistentes en octubre de 2020.
- Se consolidó el informe final del estudio en versión de discusión en noviembre de 2020.
- Conjuntamente con el municipio se gestionaron las cartas de los gremios con el concepto favorable a la adopción del estudio, por lo cual fue remitido el estudio en noviembre a la Comisión Asesora Permanente de la Norma Sismo Resistente para su revisión y aprobación.

Dificultades

- La complejidad geológica del área de estudio demandó un mayor número de modelos y análisis para realizar la zonificación.
- La realización de las socializaciones y reuniones de manera virtual no permiten una interacción con el público y la atención es menor que cuando se hace presencial. Así mismo, se tuvo que acudir al análisis de información disponible

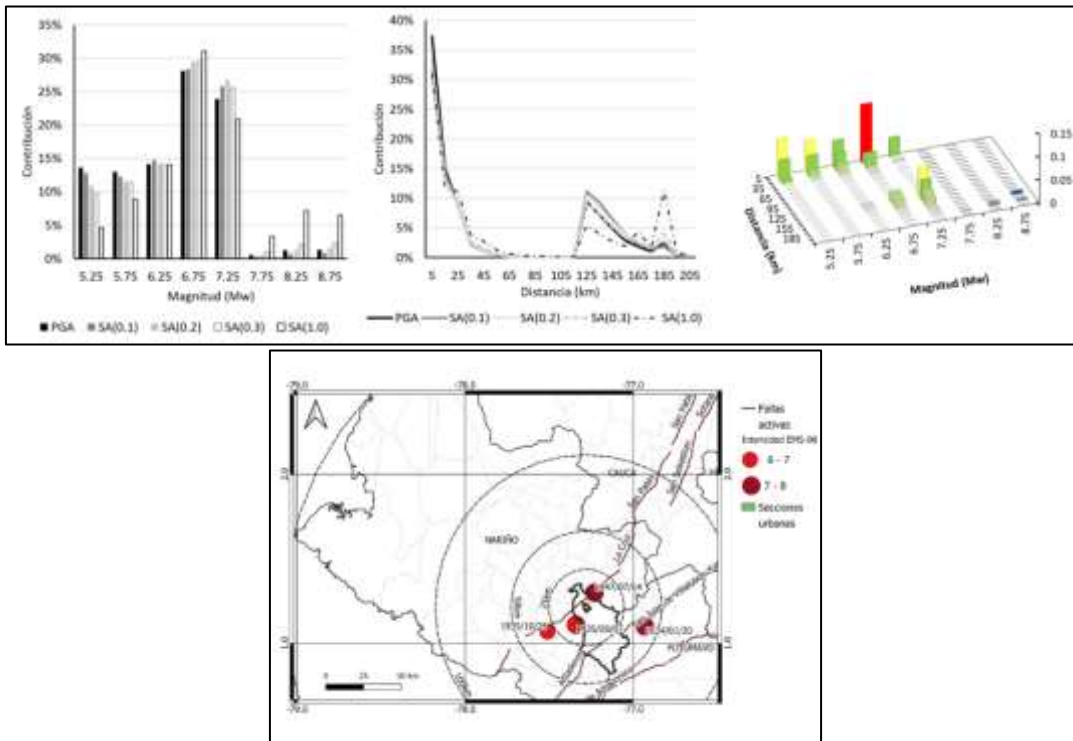
para suplir la última salida de campo planeada para revisar las zonas obtenidas en el estudio.

- Los rendimientos cuando se realiza trabajo remoto con los servidores y programas especializados de la entidad fueron afectados por las constantes fallas del acceso remoto, deficiencias del internet de los colaboradores, y algunos discos duros de los computadores de la oficina fallaron por que se mantienen encendidos todo el tiempo.

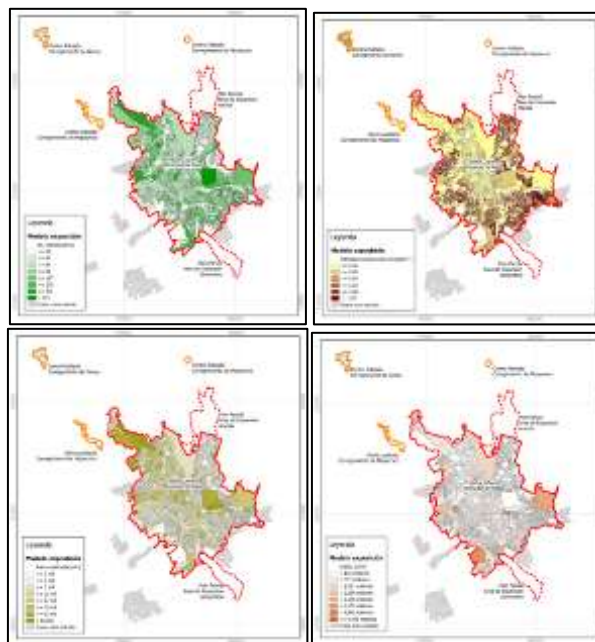
Escenarios de daño y pérdida por terremoto

Logros

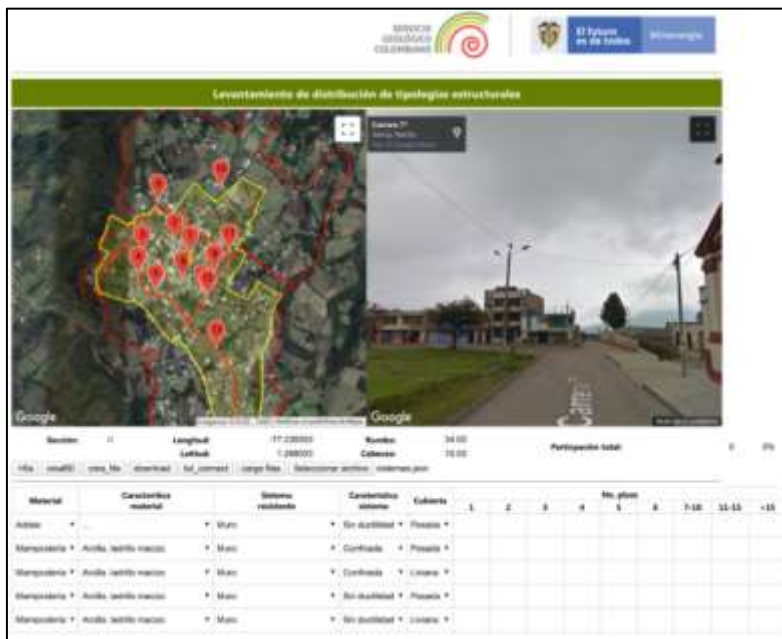
- Se evaluaron las intensidades sísmicas en roca para las localizaciones de los elementos expuestos de la ciudad, para compilar un set estocásticos de eventos necesarios para el cálculo de pérdidas por evento en el análisis probabilista del riesgo.



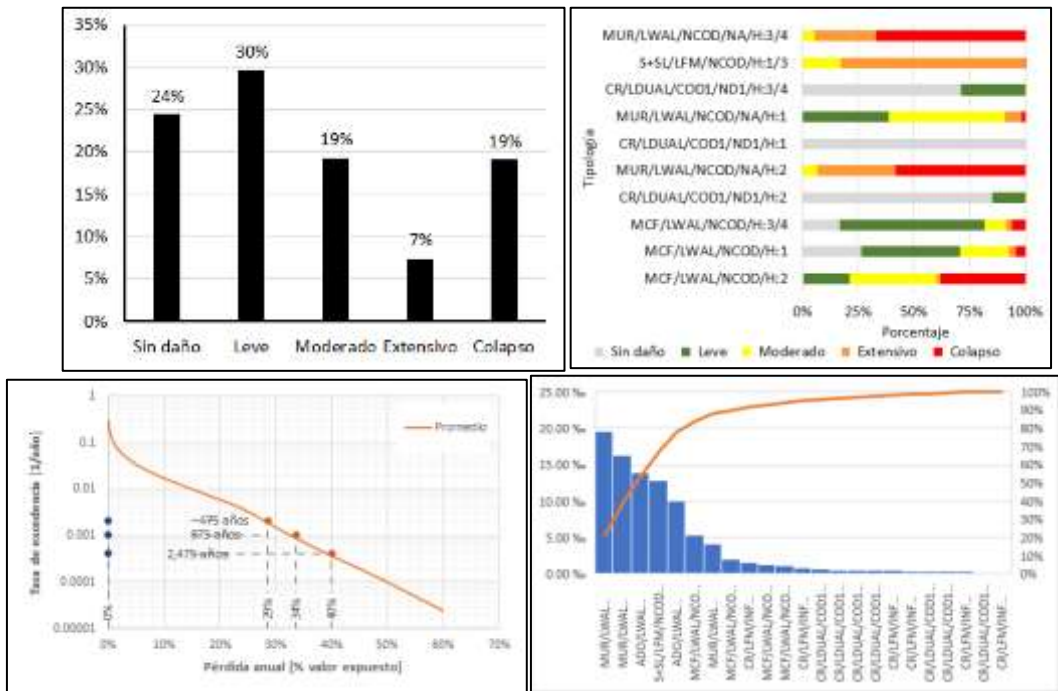
- Se desarrollaron los modelos de exposición de la ciudad para todo el grupo de edificaciones, el grupo de edificaciones indispensables y de atención a la comunidad - EIACs, y las edificaciones del centro histórico con base en la información disponible primaria y secundaria de estudios previos.



- Se generaron funciones de fragilidad sísmica para las edificaciones del municipio, así como funciones genéricas para las EIACs.
- Se actualizó la herramienta para el levantamiento remoto de información y poder recopilar información de edificaciones asociando un polígono (footprint) a cada una.



- Se calcularon las curvas de excedencia de pérdidas y resultados desagregados de riesgo en términos de tipologías estructurales y sub zonas.



Dificultades

- Retrasos en gestiones a cargo del municipio y en el suministro de la información necesaria para desarrollar las actividades del convenio.
- La información secundaria de EIAC permitió generar modelos de fragilidad y derivar funciones de comportamiento sísmico para la mayoría de las tipologías del modelo. No sucede lo mismo para los otros dos modelos (edificaciones y centro histórico), por lo que para estos se tomaron funciones de la literatura adaptadas para el entorno colombiano.

Amenaza y riesgo sísmico de Pereira

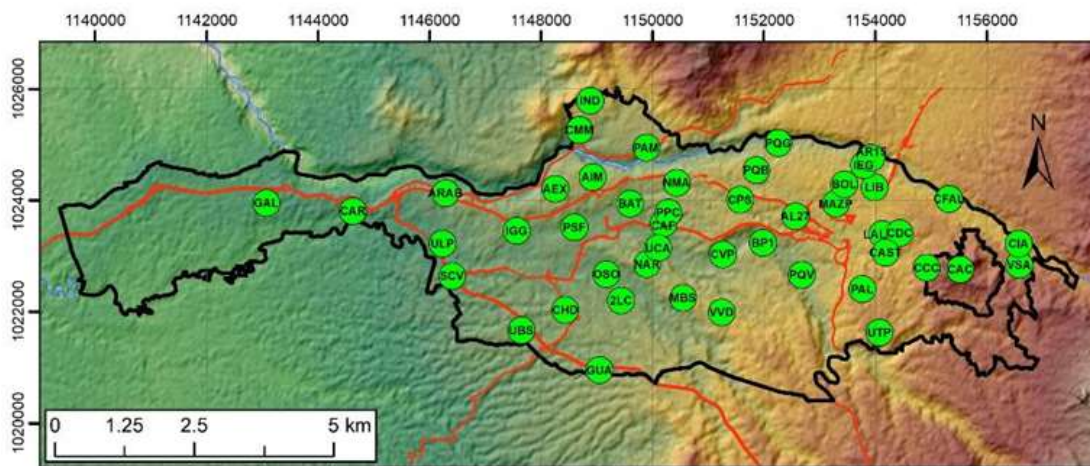
Zonificación de respuesta sísmica

Logros

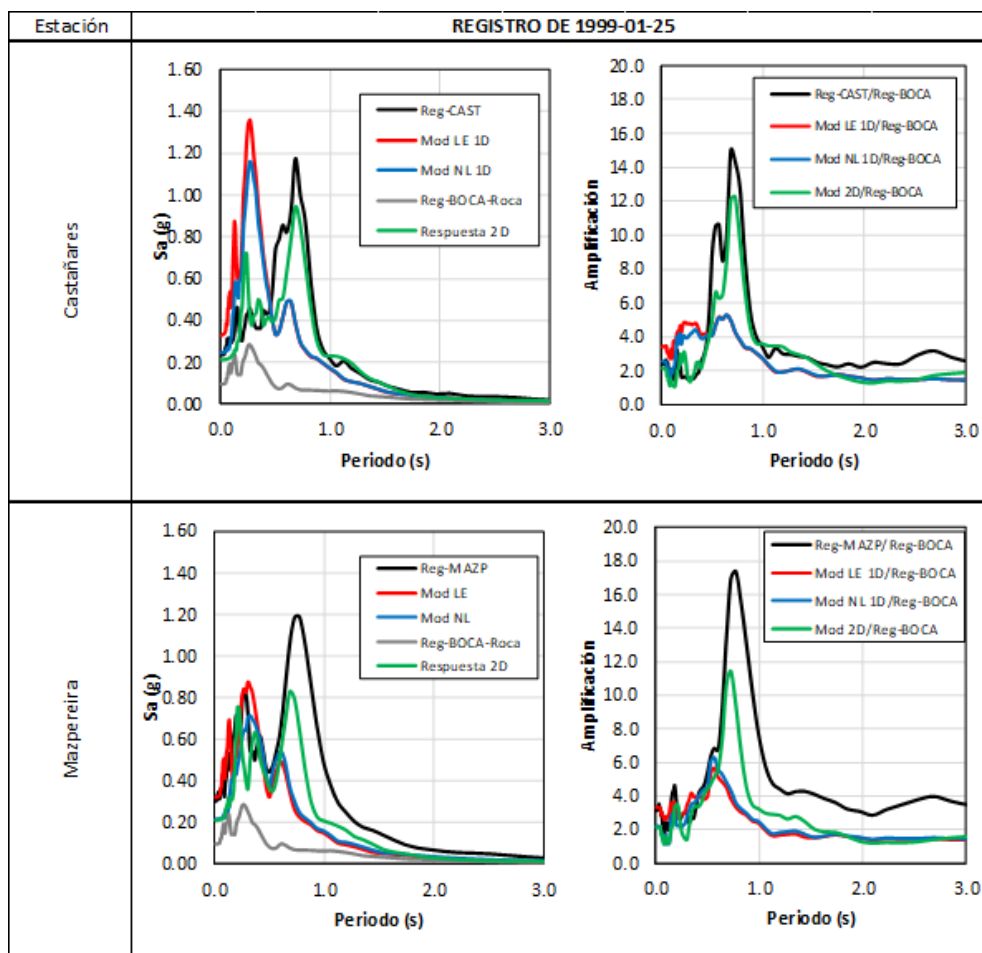
- Se realizaron y consolidaron los insumos y resultados preliminares del estudio de zonificación de respuesta sísmica de Pereira, que comprende la revisión de la sismicidad histórica, la evaluación de las acciones sísmicas y desagregación de

amenaza en roca, la recopilación y análisis de señales de la red de acelerógrafos, revisión de la geología local, caracterización geológica y geotécnica del subsuelo, modelación de la respuesta sísmica de los terrenos, zonificación y definición de factores de amplificación.

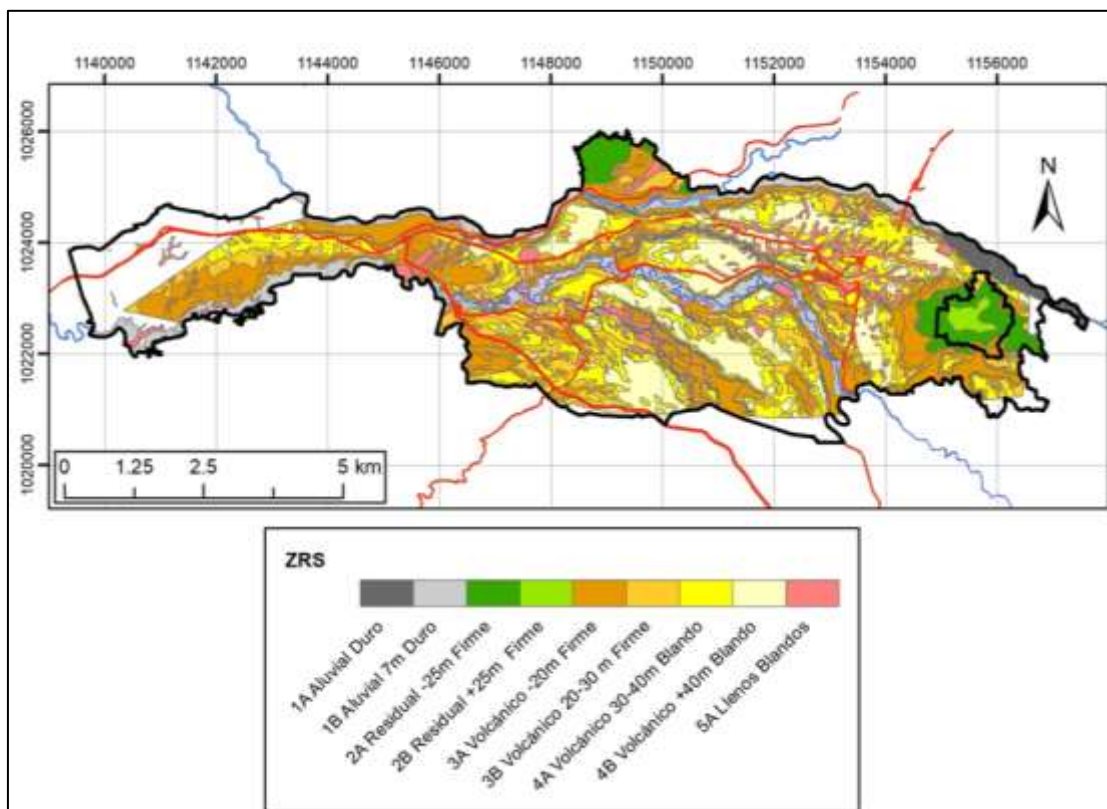
- Para este proyecto se construyeron alrededor de 47 modelos de respuesta no lineares en los sitios con mejor información a lo largo de toda el área de estudio. A continuación se presenta un mapa con la localización de los puntos de modelación:



- En este estudio se realizaron modelaciones unidimensionales y bidimensionales, logrando calibrar la respuesta sísmica en sitios con efectos bidimensionales notorios (incluyendo efectos topográficos y de heterogeneidades laterales), siendo esta actividad innovadora y un aporte significativo al entendimiento de la respuesta sísmica de terrenos ondulados. Como ejemplo, se presenta a continuación la calibración para el sismo del Eje cafetero de 1999, en donde se lograron reproducir picos de amplificaciones que no se lograron en estudios anteriores:



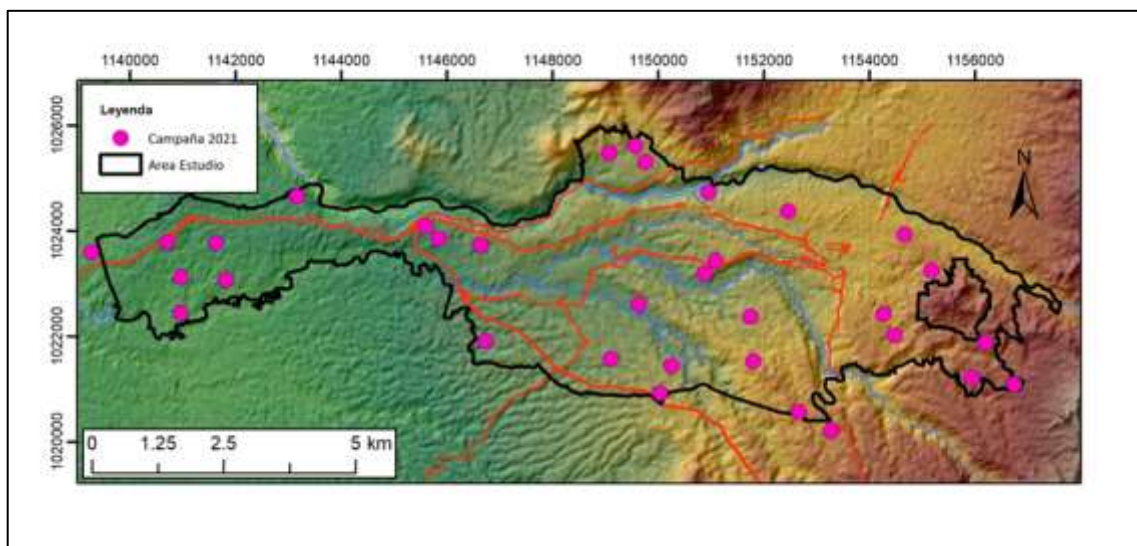
- A continuación se presenta la zonificación de respuesta preliminar:



- Se realizaron cuatro mesas técnicas con especialistas locales para ir mostrando los avances y resultados preliminares del estudio.

Dificultades

- El modelo digital del terreno disponible no tiene la resolución adecuada para el estudio, el municipio contrató la elaboración de un MDT a escala 2k, sin embargo no ha sido compartido hasta el momento para los análisis del estudio.
- Por las restricciones de la pandemia no se pudo realizar los trabajos de campo requeridos para terminar las análisis y estudio, por lo cual se suspendió el convenio desde diciembre de 2020. Sin embargo ya se viene planificando la próxima campaña que busca cubrir las diferentes zonas de expansión y refinar los resultados obtenidos, los sitios preliminares planteados se presentan a continuación:



- La realización de las socializaciones y reuniones de manera virtual no permiten una interacción con el público y la atención es menor que cuando se hace presencial.
- Los rendimientos cuando se realiza trabajo remoto con los servidores y programas especializados de la entidad fueron afectados por las constantes fallas del acceso remoto, deficiencias del internet de los colaboradores, y algunos discos duros de los computadores de la oficina fallaron por que se mantienen encendidos todo el tiempo, generando sobre cargas.

Escenarios de daño y pérdida por terremoto

Logros

- Se coordinó con Miyamoto International, Inc. actividades para el levantamiento de información de distribución y tipologías de construcción en Pereira.

•

Dificultades

- Se está a la espera que el municipio suministre la información catastral actualizada para los análisis de riesgo sísmico.
- Retrasos en la vinculación de grupos de inspección conformados por estudiantes universitarios.

5. Servicios de datos e información

De manera permanente se realiza revisión y ajuste de incidencias en los servicios. Se trabajó en una nueva versión del aplicativo catálogo sísmico de Colombia.

Para el aplicativo de “Sismo sentido”, durante el año 2020 se obtuvieron 49648 reportes asociados a 889 sismos y 2069 reportes sin asociar a un evento específico, para un total

de 51717 reportes. Se hicieron dos nuevas publicaciones del aplicativo y las nuevas restricciones están funcionando correctamente.

En cuanto a accesos y visitas a páginas de los servicios de datos e información dispuestos, se tienen las siguientes estadísticas:

- El sistema de Información de Sismicidad Histórica tuvo 14786 usuarios con 31918 visitas a páginas
- Durante el periodo, la aplicación Sismo sentido tuvo 110321 usuarios, con 179591 visitas a páginas
- La aplicación de Amenaza Sísmica tuvo 22324 usuarios, con 35080 visitas a páginas

6. Actividades gestión proyectos riesgo sísmico

Se preparó y remitió a autoridades propuesta con Alcance técnico para la realización de la zonificación de respuesta y riesgo sísmico Tunja y Villavicencio y actualización para Bogotá y Cali, y se adelantaron gestiones con la Alcaldía de Pereira para extender la zona de estudio.

7. Otras actividades

Como actividades de apropiación social del conocimiento geocientífico, entre otras se realizaron las siguientes acciones:

- ☐ Presentación del Modelo de amenaza sísmica de Colombia ante el Consejo directivo del Servicio Geológico en sesión del 13 de febrero
- ☐ Participación en talleres de inclusión de la gestión del riesgo en los planes de desarrollo territorial organizados por el Departamento Nacional de Planeación y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre, realizados los días 20, 21 y 24 de febrero.
- ☐ Participación en seminario de instrumentación sísmica de edificaciones en Medellín
- ☐ Participación con stand institucional en el XXXV Congreso Nacional de Ingeniería organizado por la Sociedad Colombiana de Ingenieros y realizado en la ciudad de Cartagena durante los días 11, 12 y 13 de marzo.
- ☐ Presentación a funcionarios de Ecopetrol del modelo nacional de amenaza sísmica nacional elaborado por el Servicio Geológico Colombiano. Descripción de principales resultados disponibles para el Valle Medio del Magdalena y recomendaciones generales frente a la gestión del riesgo sísmico
- ☐ Presentación “Amenaza y riesgo sísmico en el Putumayo” a funcionarios de ANLA, IGAC, UPRA, APC, entre otros, en el marco de la Mesa temática ejercicio piloto generación de línea base regional para el Departamento del Putumayo.
- ☐ Presentación del Modelo de amenaza sísmica de Colombia en el Primer Encuentro Latinoamericano Virtual de Investigadores en Ingeniería Sísmica

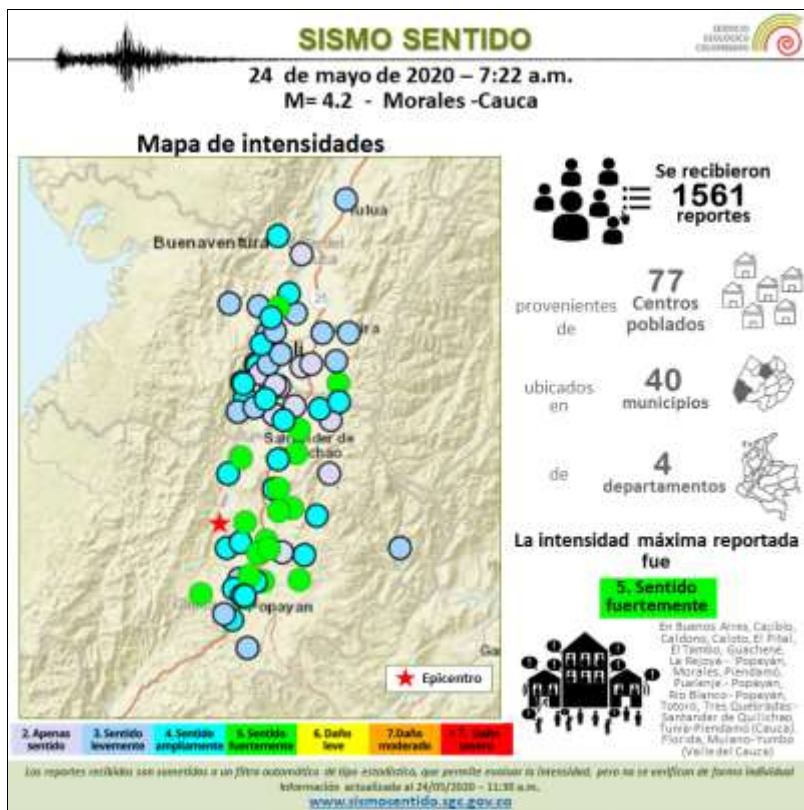
- ☐ Se participó en el Virtual workshop hosted by RMS: Source and Earthquake Risk Modeling in South America and Central America
- ☐ Presentación Amenaza y riesgo sísmico municipios PDET sur de Córdoba para el Fortalecimiento a la gestión del riesgo ante amenazas de origen geológico en el Sur de Córdoba
- ☐ Presentación Sismicidad y Amenaza sísmica en Bolívar - Sismo de la Mojana y depresión Momposina en Taller virtual sismo / movimientos en masa Departamento de Bolívar
- ☐ Presentación de los Aportes del SGC a la gestión del riesgo sísmico en Colombia ante el Consejo directivo del Servicio Geológico en sesión del 8 de octubre

Se ajustaron y publicaron en redes sociales institucionales infografías de los sismos de:

- ☐ 1644-01-16 , Pamplona, Norte de Santander
- ☐ 1995-01-19, Tauramena, Casanare
- ☐ 1834-01-20 , Santiago, Putumayo
- ☐ 1995-01-25, Armenia, Quindío
- ☐ 1906-01-31, Costa Pacífica, Pacífico
- ☐ 1938-02-04, Eje Cafetero, Colombia
- ☐ 1995-02-08, Calima (Darién), Valle del Cauca
- ☐ 1967-02-09, Colombia, Huila
- ☐ 1983-03-31, Popayán, Cauca
- ☐ 1646-04-03, Muzo, Boyacá
- ☐ 1875-05-18, Cúcuta, Norte de Santander
- ☐ 1834-05-22 , Santa Marta, Magdalena
- ☐ 2008-05-24, Quetame, Cundinamarca
- ☐ 1994-06-06, Páez (Belalcázar), Cauca
- ☐ 1925-06-07, Tuluá, Valle del Cauca
- ☐ 1805-06-16, Honda, Tolima
- ☐ 1826-06-17, Úmbita, Boyacá
- ☐ 1950-07-08, Arboledas, Norte de Santander
- ☐ 1766-07-09, Buga, Valle del Cauca
- ☐ 1785-07-12, Suroriente de Cundinamarca, Cundinamarca
- ☐ 1947-07-14, San Juan de Pasto, Nariño
- ☐ 1936-07-17, Túquerres, Nariño
- ☐ 1993-07-21, Puerto Rondón, Arauca
- ☐ 1967-07-29, Betulia, Santander
- ☐ 1935-08-07, Tangua, Nariño
- ☐ 1973-08-30, Convención, Norte de Santander
- ☐ 1917-08-31, Villavicencio, Meta
- ☐ 1935-09-17, Pueblo Rico, Risaralda
- ☐ 1970-09-26, Bahía Solano (Ciudad Mutis), Chocó
- ☐ 1981-10-17, Cúcuta, Norte de Santander

- 📄 1743-10-18, Fómeque, Cundinamarca
- 📄 1992-10-18, Murindó, Antioquia
- 📄 1935-10-26, Imués, Nariño
- 📄 1928-11-01, Chinavita, Boyacá
- 📄 2004-11-15, Bajo Baudó (Pizarro), Chocó
- 📄 1827-11-16, Altamira, Huila
- 📄 1979-11-23, Eje Cafetero, Colombia
- 📄 1979-12-12, Costa Pacífica, Pacífico
- 📄 1923-12-14, Cumbal, Nariño
- 📄 1926-12-18, Cumbal, Nariño
- 📄 1961-12-20, Eje Cafetero, Colombia
- 📄 1923-12-22, Medina, Cundinamarca
- 📄 1953-12-22, Guaitarilla, Nariño
- 📄 1942-12-26, Santa Cruz de Lorica, Córdoba

Como estrategia de apropiación social del conocimiento geocientífico, se elaboró un modelo de infografía utilizando la información recibida por parte de la comunidad en el aplicativo de Sismo sentido, en la cual se incluye de manera gráfica el resumen de los reportes recibidos y el resultado de la evaluación de intensidades.



Durante 2020 se publicaron las siguientes infografías:

- 🔗 Mayo 12 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Mayo 16 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Mayo 19 de 2020, Océano Pacífico
- 🔗 Mayo 24 de 2020, Morales-Cauca
- 🔗 Junio 18 de 2020, Valledupar - Cesar
- 🔗 Julio 8 de 2020, Zapatoca - Santander
- 🔗 Julio 11 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Julio 12 de 2020, Buesaco - Nariño
- 🔗 Julio 19 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Julio 21 de 2020, Piedecuesta - Santander
- 🔗 Julio 21 de 2020, Albania - La Guajira
- 🔗 Julio 22 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Agosto 14 de 2020, Acacias-Meta
- 🔗 Agosto 27 de 2020, San Vicente del Caguán - Caquetá
- 🔗 Septiembre 3 de 2020, Turbo - Antioquia
- 🔗 Septiembre 3 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Octubre 7 de 2020, Planadas- Tolima
- 🔗 Octubre 25 de 2020, Chiquizá -Boyacá
- 🔗 Octubre 28 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Noviembre 3 de 2020, Palestina-Huila
- 🔗 Noviembre 16 de 2020, Nóvita_ Chocó
- 🔗 Noviembre 19 de 2020, Zapatoca -Santander
- 🔗 Diciembre 17 de 2020, Los Santos - Santander
- 🔗 Diciembre 28 de 2020, Océano Pacífico

A raíz de la sismicidad del Nido de Bucaramanga, se preparó una serie de infografías divulgativas:

1. No es cierto que esta temblando más
2. Los sismos no se pueden predecir
3. Razones por las que creemos que esta temblando más
4. Noticias sismos nido de Bucaramanga

Igualmente, se preparó una infografía conmemorativa por los 60 años del terremoto de Chile del 22 de mayo de 1960, el evento de mayor magnitud con registro instrumental en el mundo: “Conocer los efectos de sismos históricos es la base para evaluar la amenaza y gestionar los riesgos sísmicos”.

Por solicitud de la Oficina de Participación Ciudadana, y considerando los ciudadanos con necesidades diferentes, se elaboró el documento “Lo que debes saber sobre los sismos”, para publicar una cartilla en braille

Estas actividades fueron ejecutadas en buena medida por los profesionales contratados por prestación de servicios personales:

Nº	Nombre	Profesión	Tipo actividad	Categoría	Duración (meses)
1	Ana Milena Sarabia Gómez	Geógrafa MsC	Profesional	3	11.5
2	David Germán Zornosa Ruíz	Ingeniero de Sistemas	Profesional	2	11.5
3	Héctor José Pérez Barrera	Ingeniero Civil MsC, PhD	Profesional	4	10.5
4	Jairo Andrés Valcárcel Torres	Ingeniero Civil PhD	Profesional	4	10.5
5	Jhon Leandro Pérez	Ingeniero Topógrafo MsC	Profesional	1	10.5
6	Juan Carlos Garzón Rodríguez	Ingeniero Civil MsC	Profesional	4	4.5
7	Julián Santiago Montejo Espitia	Ingeniero Civil MsC	Profesional	1	10.5
8	Leonardo Santos Mateus Báez	Ingeniero Civil	Profesional	0	10
9	Miguel Genaro Mora Cuevas	Ingeniero Civil MsC, PhD	Profesional	4	10.5
10	Myriam Carlota López Cardona	Geóloga MsC	Profesional	4	11
11	Nelson Dario Perico García	Ingeniero Civil	Profesional	3	10.5

Ejecución presupuestal

Presupuesto	Objetos de gasto	Cantidad	Valor ejecutado
SGRINV	1. Honorarios Convenio Especial de Cooperación suscrito con la Fundación GEM (87,000€) liquidados conforme TRM a fecha de pagos, hasta por valor de:		\$456,000,000
	2. Honorarios Convenio Especial de Cooperación suscrito con la Universidad del Norte, hasta por valor de:		\$124,950,400
	3. Contratación servicios personales		\$7,672,762
	4. Gastos de comisión:		\$180,000
	❖ Viáticos		\$619,800
	❖ Taxis entre aeropuertos		\$42,200
	❖ Exceso de equipaje		
	❖ Peajes		
Sociedad Colombiana de Ingenieros – XXX Congreso Nacional de Ingeniería			\$23,800,000
Total ejecución directa* (pendiente liquidación final convenios)			\$ 1,336,639,748

Presupuesto	Objetos de gasto	Cantidad	Valor ejecutado
	∴ No se tiene costo de tiquetes aéreos utilizados en los trayectos:		
	➤ Bogotá – Pereira – Bogotá	4	
	➤ Bogotá – Popayán – Bogotá	1	
	➤ Bogotá – Medellín – Bogotá	1	
	➤ Bogotá – Cartagena – Bogotá	2	
	➤ Bogotá – Ibagué – Bogotá	1	

Evaluación y Monitoreo de Actividad Volcánica:

Proyecto ID 1000807 – Diagnóstico de la actividad volcánica

Durante el periodo 2020, se continuo con el monitoreo ininterrumpido de 23 volcanes activos (ver la siguiente figura). Por otro lado, a 31 de diciembre de 2020 se avanzó en la realización de 12 diferentes investigaciones y desarrollos científicos, para el entendimiento del fenómeno volcánico, en temas como (Geofísica, Geoquímica, Geodesia y Geovulcanología), favoreciendo el diagnóstico de cada uno de los 23 volcanes monitoreados e investigados por el SGC. Estas investigaciones continúan avanzando según lo acordado, solo con leves retrasos debido a la imposibilidad de toma de datos en campo para el caso de algunas investigaciones científicas, dada la contingencia por el SARS-COVID-19.

Tabla 4. Informes de Investigación científica-Observatorios Vulcanológicos Manizales, Popayán y Pasto

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN 2020	
1	TOMOGRAFIA 4D VOLCÁN GALERAS (2019-2020)
2	MODELO GEOFISICO DEL VOLCÁN CERRO BRAVO (2019-2020)
3	HIGH-RESOLUTION DEM GENERATION FROM MULTIPLE REMOTE SENSING DATA SOURCES FOR IMPROVED VOLCANO HAZARD ASSESSMENT- A CASE STUDY AT NEVADO DEL RUIZ, COLOMBIA (2019-2020)
4	MONITORING SURFACE ACTIVITY OF NEVADO DEL RUIZ
5	MODELOS GENERALIZADOS Y LOCALES DE VELOCIDAD Y ATENUACIÓN SÍSMICA DEL SEGMENTO VOLCÁNICO CENTRAL
6	MONITORING VOLCANIC DEFORMATION
7	ANÁLISIS DE FUENTES GENERADORAS DE EVENTOS ARMÓNICOS DE LARGO PERÍODO EN EL VOLCÁN PURACÉ EMPLEANDO EL MODELO DE GRIETA.
8	ANTOLOGIA Y SISTEMATIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVIAS A LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ ACAECIDA EL 13 DE NOVIEMBRE DE 1985
9	CÁLCULO DE LA DIMENSIÓN FRACTAL EN LA ERUPCIÓN DEL VNH EN 2008
10	CARACTERIZACIÓN DE LOS EPISODIOS DE TREMOR EN EL VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ REGISTRADOS ENTRE NOVIEMBRE DE 2014 Y DICIEMBRE DE 2016
11	2010 – 2017 GEODETIC MONITORING OF NEVADO DEL RUIZ
12	ANÁLISIS DE FUENTES GENERADORAS DE EVENTOS ARMÓNICOS DE LARGO PERÍODO EN EL VOLCÁN PURACÉ EMPLEANDO EL MODELO DE GRIETA.

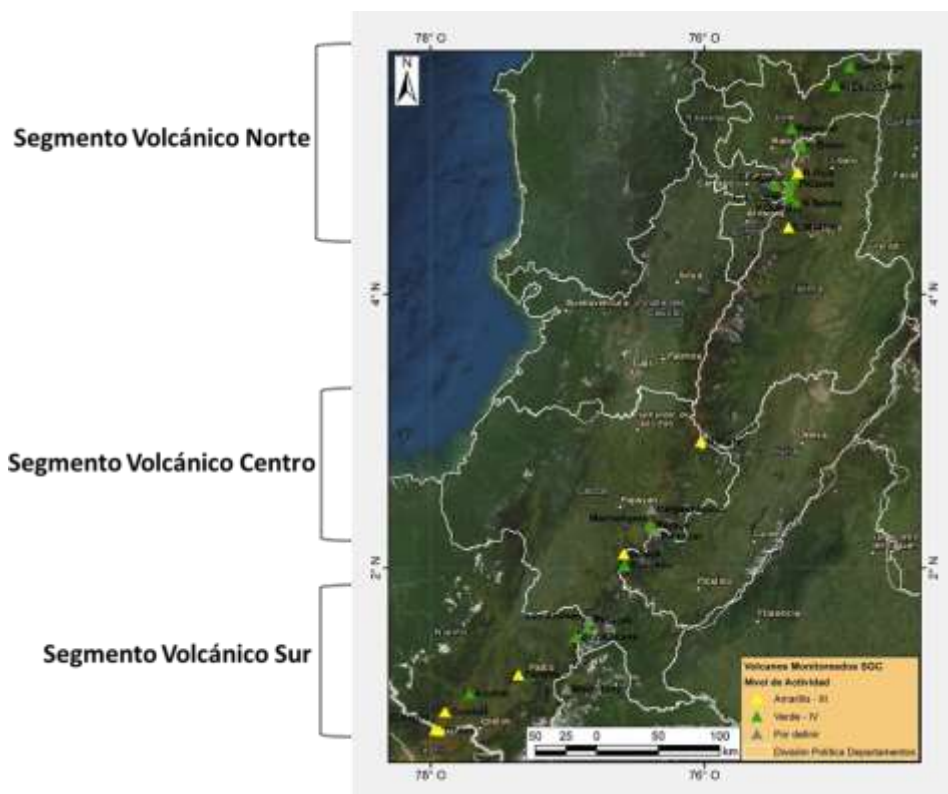


Figura 79. Segmentos Volcánicos Norte, Centro y Sur de Colombia. Actualmente el SGC monitorea e investiga 23 estructuras volcánicas.

Se elaboraron 148 informes relacionados con la actividad volcánica, entre, boletines informativos mensuales, informes técnicos de actividad volcánica, informes de apropiación social del conocimiento geocientífico en zonas volcánicas, informes de funcionamiento de la red de monitoreo volcánico, así como boletines de tipo extraordinario. Así mismo durante el 2020 se realizaron 364 boletines semanales de actividad volcánica, los cuales son contemplados para los siete volcanes que se encuentran en nivel de actividad amarillo o III (ver figura)

Los diferentes informes y boletines se encuentran disponibles en:

<https://www.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/Boletines-mensuales.aspx>

<https://www.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/Boletines-semanales.aspx>

<https://www.sgc.gov.co/Publicaciones/Paginas/informes-socializacion.aspx>

<https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Paginas/informes-tecnicos.aspx>

<https://www.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/Buletines-extraordinarios.aspx>

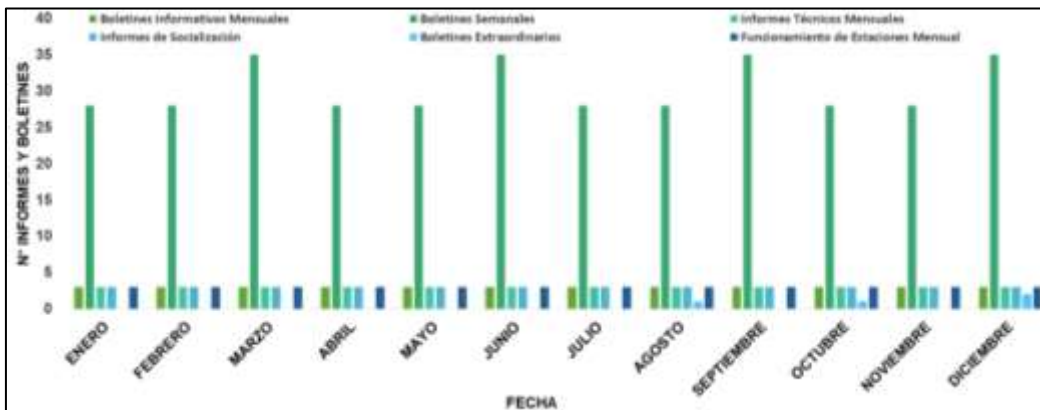


Figura 80. Número de documentos relacionados con la actividad volcánica publicados Enero y Diciembre de 2020

Se resalta que para el periodo entre enero y diciembre de 2020, fueron publicados 7 artículos científicos en revistas internacionales, así como el hecho de que gran parte del grupo de los observatorios vulcanológicos, hacen parte del grupo de investigación de amenazas geológicas del Servicio Geológico Colombiano, el cual está categorizado en A1 por Minciencias. A continuación, se enlistan los enlaces, donde se puede consultar los artículos en mención.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425719303670>
<https://earth-planets-space.springeropen.com/articles/10.1186/s40623-020-01197-z>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377027319306535>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128180822000160>
<https://academic.oup.com/gji/advance-article-abstract/doi/10.1093/gji/ggaa519/5944120>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377027320304200>
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2020JB020249>

Se realizaron actualizaciones permanentes de las bases de datos de las diferentes temáticas involucradas en el monitoreo e investigación de la actividad volcánica

obtenidos con las redes de monitoreo. Las bases de datos actualizadas se encuentran en los diferentes servidores y sistemas de almacenamiento de los Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos del SGC, a las cuales se les mantiene diferentes tipos de copias de seguridad dentro del Instituto. Se resalta la actividad volcánica registrada por el Volcán Nevado del Ruiz, el cual se mantiene en nivel de actividad amarillo o III, “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”. Dicha actividad ha estado caracterizada principalmente por continuas emisiones de ceniza a la atmosfera, en donde dada esta actividad, se han emitido alrededor de 309 boletines Vona (notificación del observatorio de volcanes para la aviación) ver figura



Figura 81. Imágenes de la columna de gases y ceniza asociada a la actividad volcánica del Nevado del Ruiz.

Volcán Nevado del Ruiz

Así mismo se realizaron más de 3000 ensayos de laboratorio, principalmente para patrones, materiales de referencia internos, materiales de referencia certificados, blancos. Todos los ensayos son para la validación del método de ensayo. Se resalta el hecho de que gracias a que se cuenta con los ensayos habilitados, se realizó apoyo a la dirección de Geociencias básicas, a través del grupo de geotermia, en el análisis de muestras. De igual manera, en noviembre de 2020 se adelantó la Auditoría interna de calidad, con auditores externos, la cual es la base para la futura acreditación del método de ensayo de aniones por cromatografía iónica.

El SGC a través de los tres observatorios vulcanológicos de Manizales, Popayán y Pasto continuó realizando acompañamiento al sistema nacional de gestión del riesgo, así como jornadas de socialización de la actividad volcánica, buscando la apropiación social del conocimiento geocientífico. A continuación se mencionan algunas de ellas:

- Realización de la V Bienal Nacional de Niños, Niñas y Jóvenes que viven en zonas de riesgo volcánico, el cual se desarrolló en el municipio de Armero-Guayabal, en el marco de los 35 años de la erupción del Nevado del Ruiz. Así mismo se realizó en el mes de noviembre, la conmemoración de la erupción con la realización de un taller virtual “Ciencia y Comunidad. Construyendo Futuro” con más de 800 participantes en promedio por día.

Algunas de las actividades adelantadas en la V bienal, pueden ser consultadas en:

<https://www2.sgc.gov.co/Bienal-Nacional/Paginas/V-Bienal/Inicio.aspx> <https://www2.sgc.gov.co/Bienal-Nacional/Paginas/V-Bienal/Presentacion.aspx>
<https://www2.sgc.gov.co/Bienal-Nacional/Paginas/Historia-de-las-Bienales.aspx> <https://www2.sgc.gov.co/Bienal-Nacional/Paginas/V-Bienal/Mapa-de-Actores.aspx> <https://www2.sgc.gov.co/Bienal-Nacional/Paginas/V-Bienal/Experiencias.aspx>
<https://www2.sgc.gov.co/Bienal-Nacional/Paginas/V-Bienal/fotogalerias.aspx> <https://www2.sgc.gov.co/Bienal-Nacional/Paginas/V-Bienal/guia-de-excursion-de-campo.aspx>

- Participación de la segunda reunión de geodestas volcánicos, la cual se adelantó en la ciudad de Temuco-Chile.
- En el marco del proyecto “implementación de nuevas estrategias educativas y divulgativas de las geo- ciencias en el museo geológico nacional”, orientada a un grupo de estudiantes bajo la modalidad de Homeschool en la ciudad de

Bogotá y denominada “Vulcanólogo por un día” entre el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales y el Museo José Royo y Gómez del Servicio Geológico Colombiano, se realizaron las siguientes jornadas virtuales: segunda parte de “Viaje por los volcanes activos y recientes de Colombia”, “¿Cómo se hace el monitoreo de volcanes?”, esta sesión fue transmitida en directo desde el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales, tomando en cuenta todas las recomendaciones y precauciones de bioseguridad, “Realidad Virtual, realidad aumentada y holografía” y finalmente “¿Que es la gestión del riesgo?, componente que encierra el quehacer institucional articulado con la política pública de Gestión Integral de Riesgo de Desastres de Colombia, la Ley 1523 de 2012.

- Se continuó la interacción con instituciones educativas en el área de influencia de los volcanes activos del segmento norte de Colombia adaptándose a las condiciones de las mismas. Así mismo el equipo de trabajo sigue apoyando de manera muy importante los procesos de la iniciativa de “Geoparque Volcán del Ruiz” cuya filosofía es la gestión del riesgo volcánico, teniendo en cuenta como pilares la Geoconservación, la Geoeducación, el Geoturismo y el desarrollo sostenible de las comunidades en su territorio colocando en valor su patrimonio natural (geológico y biótico) y cultural con un enfoque de abajo hacia arriba en el que la comunidad es el eje central. Se realizaron dos presentaciones sobre geoparques al colectivo “Amigos del Centro de Visitantes de Armero.
- Se participó en la Conmemoración de los 41 años del INGEMET de Perú “Volcanes y Comunidad: Impacto de las erupciones volcánicas en la sociedad moderna” organizado por el Observatorio Vulcanológico del Ingemet (OVI) y la Asociación Latinoamericana de Vulcanología (ALVO) en la sesión Comunicación y educación en la gestión del riesgo volcánico con la ponencia “Estrategias educativas del Servicio Geológico Colombiano-Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos en la gestión del riesgo volcánico”.
- Asesoramiento a la Secretaría de Ambiente y Gestión del Riesgo del Tolima (SAGER) en aspectos técnicos relacionados con el Volcán Cerro Machín (VCM) para la actualización de su plan de contingencia en el departamento del Tolima.
- Realización de conferencias virtuales:* "La amenaza sísmica y volcánica en el Departamento de Nariño en el contexto de la gestión del riesgo de desastres" dirigida a estudiantes de la Escuela Normal Superior de Pasto (ENSUP). Nariño Tierra de Volcanes, conferencias sobre amenaza volcánica y características de

los volcanes del segmento sur dirigidas a Coordinadores de CMGRD y abierta para comunidades, instituciones, entre otras instituciones.

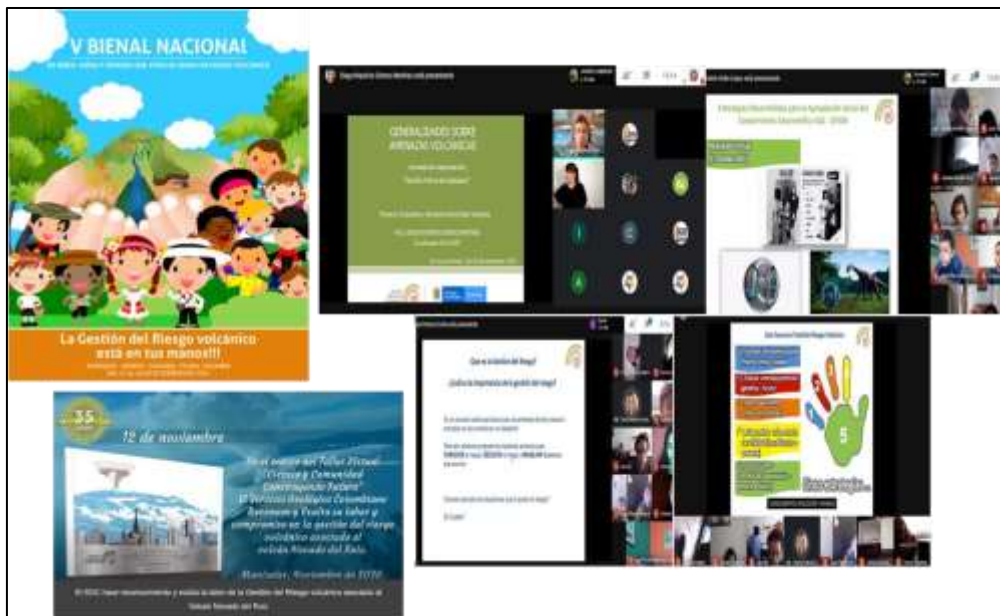


Figura 83. Jornadas de apropiación social del conocimiento geocientífico Observatorios Vulcanológicos Manizales, Popayán y Pasto SGC. Enero-Diciembre 2020

Con respecto a las visitas en el portal web, a continuación se muestran el número de visitantes durante el 2020, con respecto a cada informe (ver Figura)

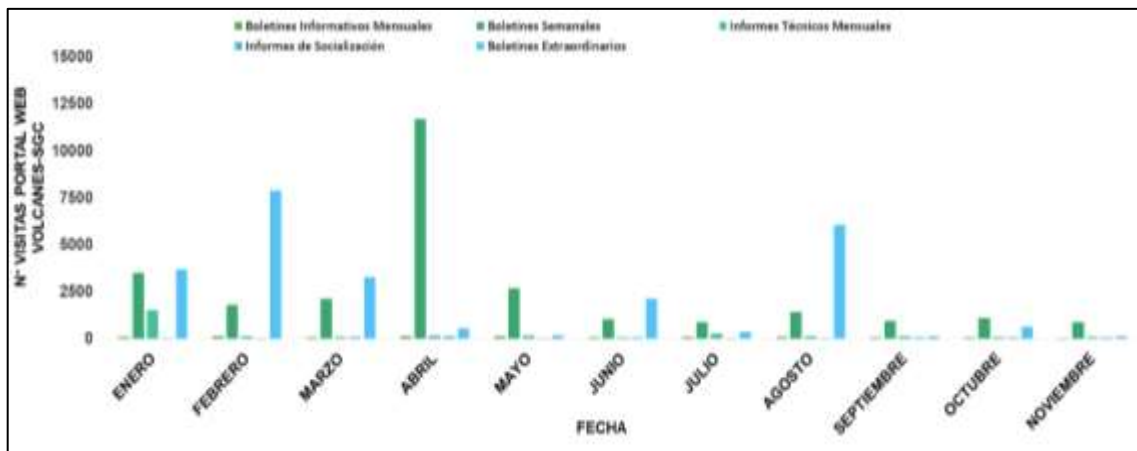


Figura 84. Visitas al portal web, por tipo de informe. Observatorios Vulcanológicos Manizales, Popayán y Pasto 2020

Proyecto ID 100802 - Operación y Mantenimiento de las Redes de Monitoreo Volcánico

Esta operación engloba todas las actividades enfocadas a mantener operativas, las redes de monitoreo e investigación volcánica, en donde para el 2020, se realizaron 145 mantenimientos de tipo correctivo en la red de monitoreo de los tres segmentos volcánicos en Colombia manteniendo un rendimiento de alrededor del 88.54% en el funcionamiento de dichas redes de monitoreo volcánico (ver figura). Es importante tener en cuenta que, dadas las restricciones por la emergencia sanitaria, en donde el número de mantenimientos de tipo correctivo y preventivo, se redujo de manera importante, principalmente para el primer semestre de 2020. Durante el segundo semestre de 2020, se iniciaron nuevamente las labores periódicas de mantenimiento de algunas de las redes prioritarias. Es importante resaltar que bajo ninguna circunstancia se descuidará el monitoreo volcánico en tiempo real.

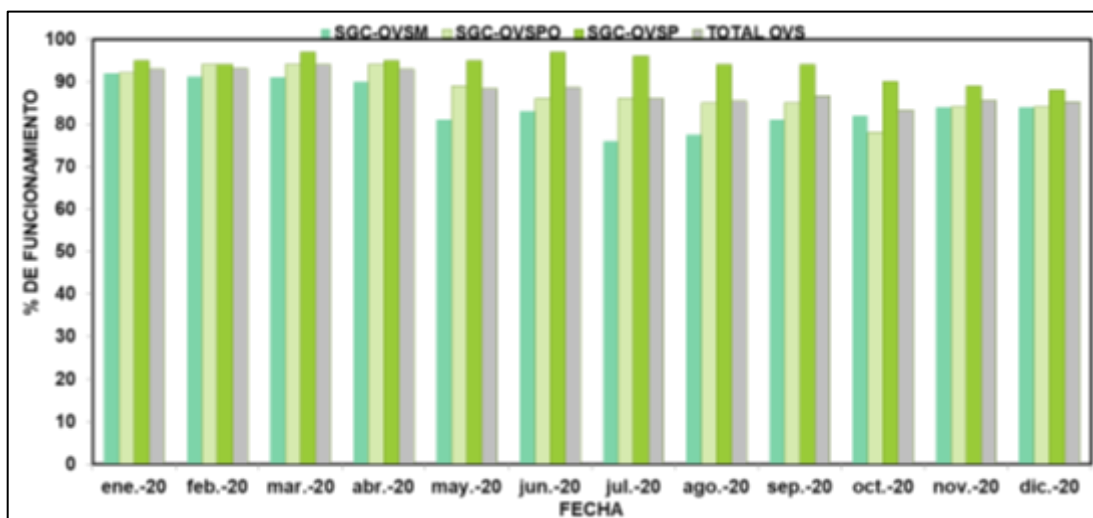


Figura 85. Porcentaje de funcionamiento mensual de las redes de monitoreo e investigación volcánica (Enero- Diciembre de 2020). OVSM: Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales OVSP: Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Popayán y OVSP: Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto.

Se resalta la instalación de un sistema contingente para la transmisión de información volcánica de los tres observatorios vulcanológicos del SGC, en donde gracias a estas instalaciones, los OVS podrán compartir parte de la información multiparamétrica entre observatorios, en los casos en los que por alguna situación, un observatorio vulcanológico, no pueda asumir dicha actividad (ver figura)



Figura 86. Enlaces satelitales El Desquite, Cerro Sombrero y Morasurco.

Segmentos volcánicos, Norte, Centro y Sur de Colombia

Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos. Manizales, Popayán y Pasto

Adicionalmente fueron instaladas dos estaciones en el volcán Azufra (Sismometro y Cámara IP) y una cámara Flir (Infrarroja) en el volcán Nevado del Ruiz. A continuación, se muestran algunas de las instalaciones.

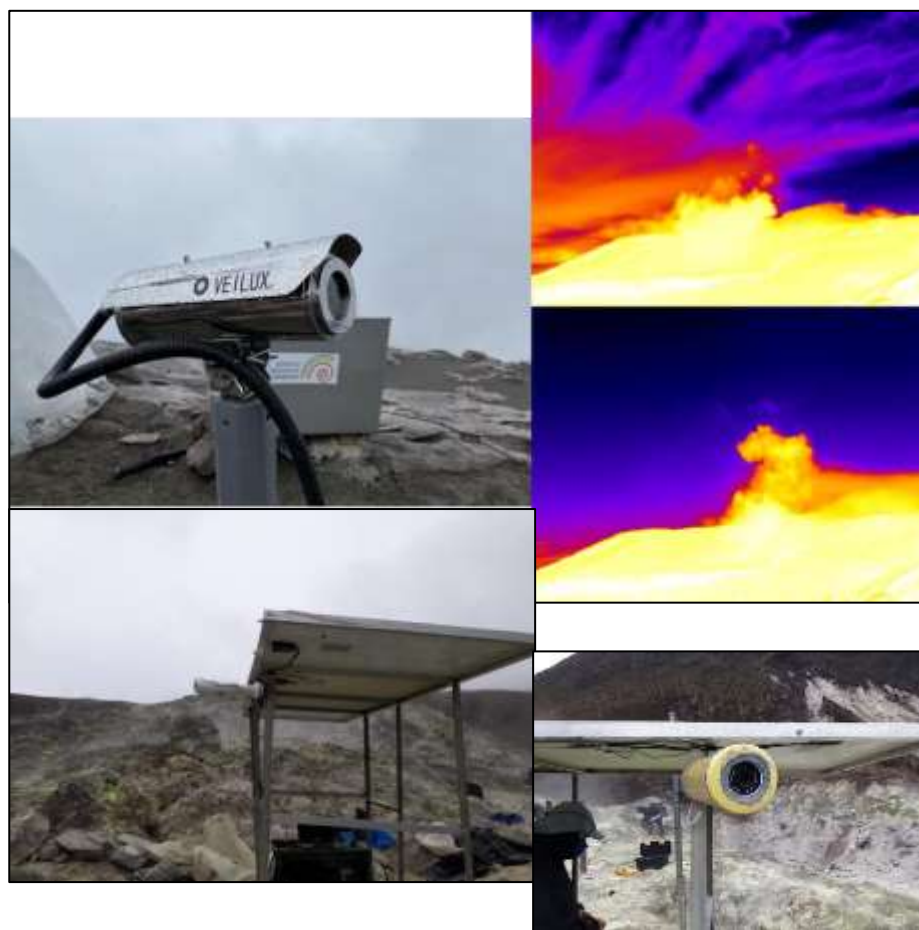


Figura 87. Instalación de estaciones de monitoreo e investigación volcánica. Volcanes Nevado del Ruiz y Volcán Azufra

Proyecto ID 1000887 – Evaluación de la amenaza volcánica

Durante el 2020 se continuo con el proceso de impresión y oficialización ante las direcciones de Geoamenazas y Gestión de Información de los mapas de amenaza de los volcanes Sotará, Cumbal y Nevado del Ruiz. Igualmente, se continuó trabajando en los compromisos adquiridos con el Conpes 3667 relacionados con el Volcán Nevado del Huila.

Dadas las restricciones por la emergencia sanitaria, se retrasó el inicio de los trabajos para la evaluación de la amenaza volcánica del volcán Doña Juana en el departamento de Nariño. Posteriormente, en reunión temática, se acordó y programo el inicio de la actualización del mapa de amenaza volcánica del volcán Cerro Machín, en el departamento del Tolima.

Por solicitud de la dirección de Geoamenazas, el grupo de personas que trabajan en amenaza volcánica llevo a cabo actividades durante todo el año relacionadas con el proyecto de lineamientos de Geoamenazas para macroproyectos de infraestructura. Las actividades incluyeron búsqueda y revisión bibliográfica sobre el tema; reuniones de trabajo virtuales del grupo de amenaza volcánica para discusión de los temas a desarrollar, donde se hicieron las propuestas y se prepararon presentaciones de los temas a tratar con los integrantes del proyecto de la dirección de Geoamenazas. Se presentó un borrador del capítulo correspondiente a las amenazas volcánicas y se realizaron contactos con los asesores internacionales para la parte de amenaza volcánica.

Se realizaron reuniones para analizar y discutir sobre los insumos y resultados de simulaciones computacionales para posibles flujos piroclásticos de bloques por el colapso del domo actual de volcán Nevado del Ruiz.

- **Mapa de amenaza volcánica del volcán Cerro Bravo.**

Debido a la emergencia sanitaria, y durante la mayor parte del 2020, muchas de las actividades grupales que se realizaron para la interpretación, análisis y discusión, fueron mediante reuniones de trabajo virtual. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

Se continuó con la revisión bibliográfica relacionada a los temas de investigación del proyecto (erupciones plinianas, domos, freatomagmatismo, depósitos volcánicos, amenazas volcánicas, etc.) y la edición de la base de datos de isópacas e isopletras con los datos recolectados en las comisiones de campo de los años anteriores.

Debido a las condiciones dadas por la pandemia, las comisiones de campo que se tenían programadas no se pudieron llevar a cabo. Sin embargo, en los meses de febrero y marzo se alcanzaron a desarrollar algunas salidas de campo en compañía del geólogo Ricardo Méndez y arqueólogos que han trabajado en el valle medio del Magdalena con el fin de analizar restos arqueológicos que han sido hallados en depósitos pertenecientes a la actividad holocénica del VCB (ver Figura).



Figura 88. Restos arqueológicos encontrados en depósitos de lahar del VCB en el municipio de Honda.

Se llevaron a cabo reuniones virtuales para la discusión e interpretación de los resultados obtenidos de las dataciones C14. Con base en el trabajo de campo realizado y los resultados de las dataciones C14, se elaboraron y correlacionaron columnas estratigráficas para la organización de la estratigrafía de los depósitos de corrientes de densidad piroclástica (CDP), caídas piroclásticas y lahares asociados a las diferentes unidades eruptivas del VCB.

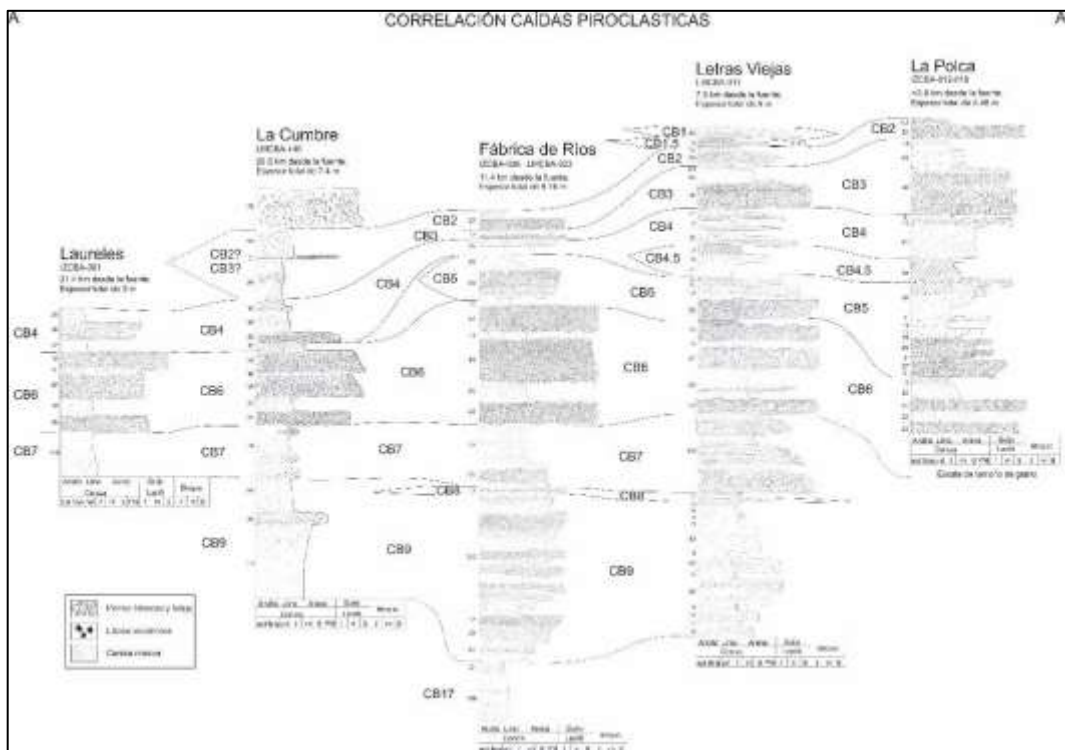


Figura 89. Correlación de columnas estratigráficas de depósitos de caída piroclástica.

Se delimitaron polígonos y áreas en los que se distribuyen los depósitos de CDP y lahares, por medio de imágenes satelitales, fotografías aéreas y trabajo de campo. Ver figura. Además, se comenzó la elaboración de mapas de isópacas asociadas a los depósitos de caídas piroclásticas Ver figura.

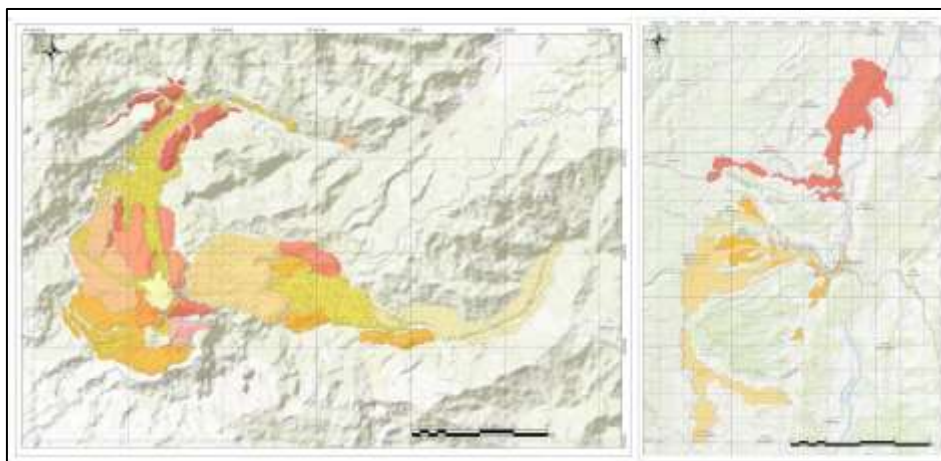


Figura 90. Mapas geológicos de las zonas proximal y distal del área de influencia del

VCB.

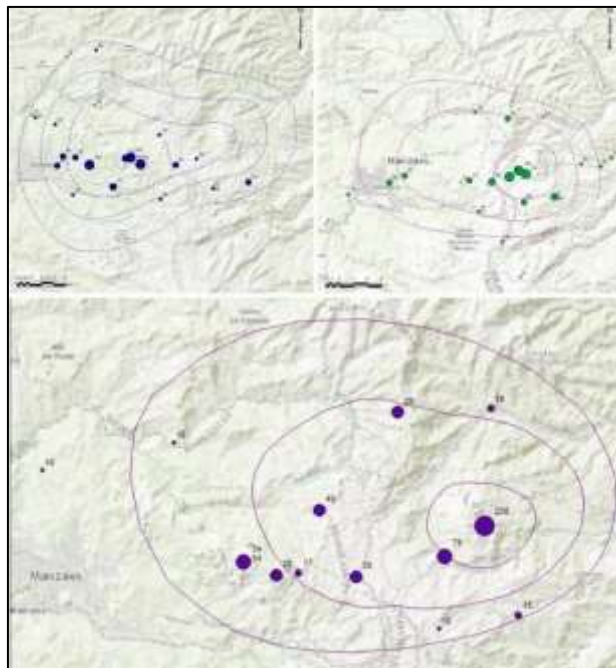


Figura 91. Mapa de isópacas de depósitos de caídas piroclásticas asociadas al Volcán Cerro Bravo

Se realizó la georeferenciación y digitalización de isopacas e isopletras (pómez y líticos) realizadas en trabajos anteriores de depósitos de caída piroclástica del VCB, para complemento y comparación con las obtenidas en el presente trabajo.

Se revisó la documentación relacionada con el uso e implementación de herramientas de simulación numérica de fenómenos volcánicos. Esto con el fin de contrastar y complementar los datos que se están organizando para la parametrización final de las simulaciones a trabajar con los diferentes códigos de modelamiento (Tephra2, Titan 2D, Lava C, etc.). Igualmente, se revisaron imágenes de satélite Uavsar, Sentinel 2 y Landsat 8, con el objeto de uso como soporte en procesos de simulación y base para la caracterización morfológica o acercamientos en temas de fotogeología para el Cerro Bravo. Se participó del taller de geoarqueología en la ciudad de Honda durante los días 11, 12, 13 y 14 de marzo

El avance en las actividades se vio afectado por la dificultades que lleva el trabajo desde casa, a pesar de que las reuniones de trabajo virtual son una buena herramienta para avanzar en las discusiones e interpretación de resultados, frecuentemente se ve la necesidad de interactuar directamente contando con toda la información, recursos físicos (muestras, mapas, fotos, imágenes, secciones delgadas, software especializado, etc.) y equipo (microscopio, lupa binocular, estereoscopio, etc.), para poder llegar a una

interpretación e integración final de los datos y resultados obtenidos en las diferentes actividades de los proyectos. Se integraron los resultados obtenidos hasta el momento para la elaboración del informe sobre la amenaza volcánica del volcán Cerro Bravo.

Investigaciones Geodésicas Espaciales – GIGE

El Grupo Investigaciones Geodésicas Espaciales – GIGE, para la vigencia 2020 realizó actividades enmarcadas en la ejecución de dos proyectos de gestión, a saber:

Proyecto ID 100809 Aplicaciones Geodésicas con Propósitos Múltiples

El proyecto de investigación, desarrollo e innovación tecnológica “Aplicaciones Geodésicas con propósitos múltiples”, se basa en el empleo de técnicas de geodesia de posicionamiento con propósitos diferentes a los estudios tectónicos, trascendiendo otras disciplinas del conocimiento, pero forman parte de fenómenos inherentes a la dinámica terrestre, así como el uso de conceptos de geodesia espacial y fotogrametría digital para la aplicación de técnicas de Interferometría de radar de apertura sintética-InSAR, y producción de ortofotografías y modelos digitales de terreno respectivamente, entre otros.

El proyecto tiene la siguiente estructura general, cuyas actividades asociadas, realizadas en el 2020 en medio de las condiciones de aislamiento implantadas por el gobierno nacional desde el mes de marzo por la presencia de la COVID-19 en el país, se describen a continuación.

1. Gestión de información geodésica, geológica y geofísica.
2. Procesamiento científico de información geodésica y asociada.
3. Apropiación social del conocimiento.
4. Gerencia y administración.

Gestión De Información Geodésica, Geológica Y Geofísica

Se describen las actividades correspondientes a la toma de datos de campo mediante la utilización de instrumental geodésico espacial y terrestre orientados a propósitos especiales o específicos.

Levantamientos Especiales

Aplicaciones geodésicas para el monitoreo de movimientos en masa. Caso de estudio: Movimiento en masa del municipio de San Eduardo, Boyacá.

El Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales, el cual ha realizado actividades tareas similares en otros lugares del país, apoyó al grupo de Evaluación de Amenazas por

Movimientos en Masa de la Dirección de Geoamenazas en la implementación y medición de una red de monitoreo geodésico en el municipio de San Eduardo, Boyacá. La adquisición de los datos en campo se inició en abril de 2019, con siete campañas secuenciales con intervalos de tiempo de 4 a 5 semanas, hasta diciembre del mismo año. Para el año 2020 se tenía planeado continuar con la toma secuencial en el tiempo de datos, pero debido a las restricciones por el COVID-19, se realizó el procesamiento de la información existente hasta finales del 2019, y se elaboró un documento síntesis que fue entregado al grupo de Movimientos en Masa. Se presentan los resultados del procesamiento de los datos realizado en el 2020, los cuales permiten establecer una línea base para nuevas mediciones, después de superarse la pandemia.

El movimiento en masa corresponde a un evento de gran magnitud que inició el 20 de septiembre de 2018, el cual se puede clasificar como deslizamiento traslacional de detritos-flujo de detritos, estado activo, distribución retrogresiva, que se ensancha hacia ambos flancos.

Dichas mediciones secuenciales en el tiempo tienen como propósito estimar los movimientos relativos asociados al fenómeno de remoción en masa. Para tal fin, se ejecutaron las etapas señaladas en la figura .

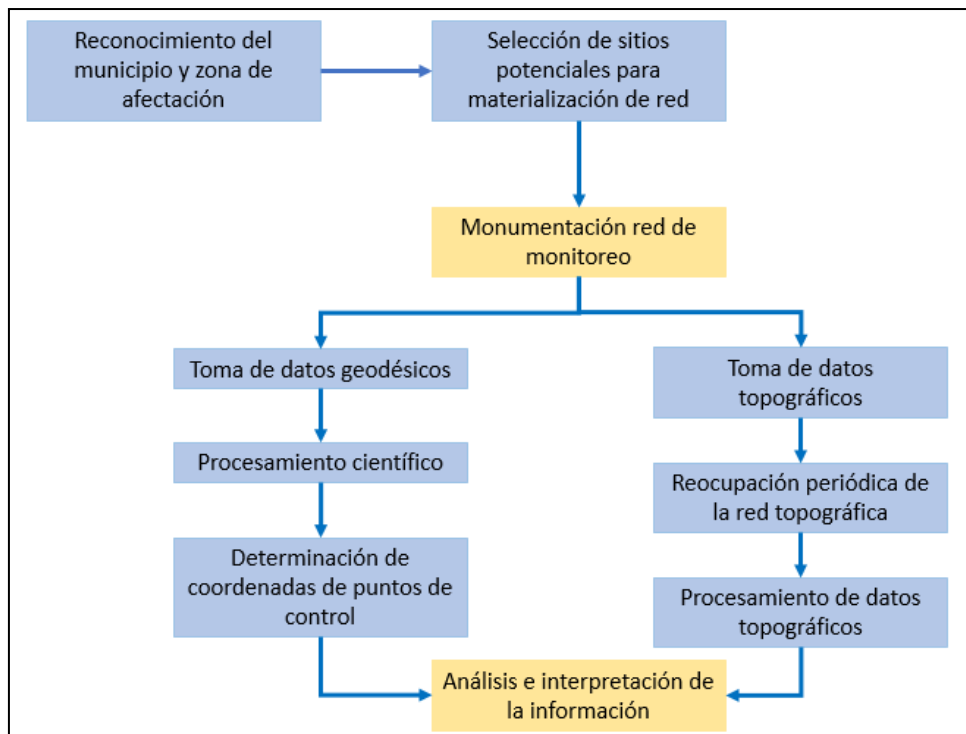


Figura 92. Metodología de trabajo

La figura muestra las estaciones que constituyen las redes de monitoreo geodésico y topográfico. La estación SEC1 (círculo rojo) corresponde a la estación principal de referencia; localizada en el parque en el casco urbano, fue establecida con el propósito de conocer el comportamiento tectónico de la región, lo cual significa que esta estación ha sido integrada a la red nacional y será objeto de toma de datos anualmente bajo el marco del proyecto GeoRED. Las otras tres estaciones, SEC2, SEC3 y SEC4, (círculos amarillos), localizadas en sitios considerados como estables de acuerdo a la exploración geológica, fueron objeto de toma de datos con instrumental geodésico, y constituyen la referencia para el monitoreo topográfico.

Los círculos azules corresponden a las estaciones de monitoreo topográfico. Se emplearon además, para efectos de monitoreo, en algunos casos, esquinas de muros de edificaciones afectadas, que lamentablemente no permitieron su seguimiento en todo el tiempo de observación por su desaparición debido a la afectación por el fenómeno objeto de estudio.

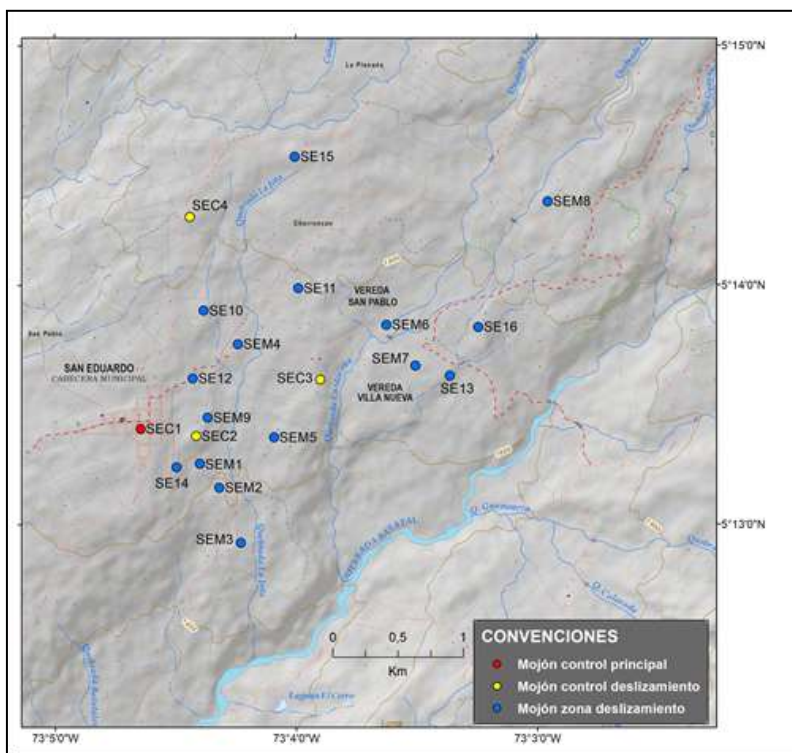


Figura 93. . Mapa localización de la red de monitoreo

La adquisición de los datos en las estaciones que constituyen la red instalada con propósitos de monitoreo del fenómeno de movimiento en masas se realizó en siete campañas de campo, empleando instrumental geodésico y topográfico, en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y diciembre de 2019. La fotografía de la figura corresponde a la toma de datos en la estación principal de monitoreo.

A partir de los valores angulares y de las mediciones electrónicas de distancias realizadas en cada uno de los periodos de toma de datos, se realizó el cálculo de las coordenadas para cada época de medición, las cuales permiten establecer las diferencias entre las coordenadas secuenciales en el tiempo y así estimar los desplazamientos relativos horizontales y verticales en cada una de las estaciones de la red establecida. Estos desplazamientos se representan mediante vectores resultantes (magnitud y dirección), los cuales se aprecian en la tabla , para el periodo del monitoreo realizado entre los meses de mayo a diciembre del 2019. Los valores acumulados de desplazamiento señalan que las estaciones SEM4, SEM6, SEM7 y SE11 presentan mayor movimiento, figura, lo cual se evidencia físicamente en las fotografías de las figuras



Figura 94. Estación CEC1, parque principal San Eduardo

Tabla 5. Desplazamientos resultantes periodo mayo – diciembre 2019

ESTACIÓN	AZIMUT °	MAGNITUD (cm)	VARIACIONES VERTICALES (cm)
SEM1	134	8,1	-4,7
SEM2	158	26,2	-0,9
SEM3	252	22,1	-12,6
SEM4	179	182,4	-0,1
SEM5	184	8,4	-0,0
SEM6	206	869,9	-1,1
SEM7	206	1005,9	-0,3
SEM8	233	32,2	-0,4
SEM9	241	7,3	-0,1
SE10	174	12,5	-0,1
SE11	190	131,0	-0,3
SE12	217	10,9	-0,0
SE13	209	12,4	-0,0
SE14	309	2,5	-0,0
SE15	217	23,0	-0,2
SE16	244	7,1	-0,1

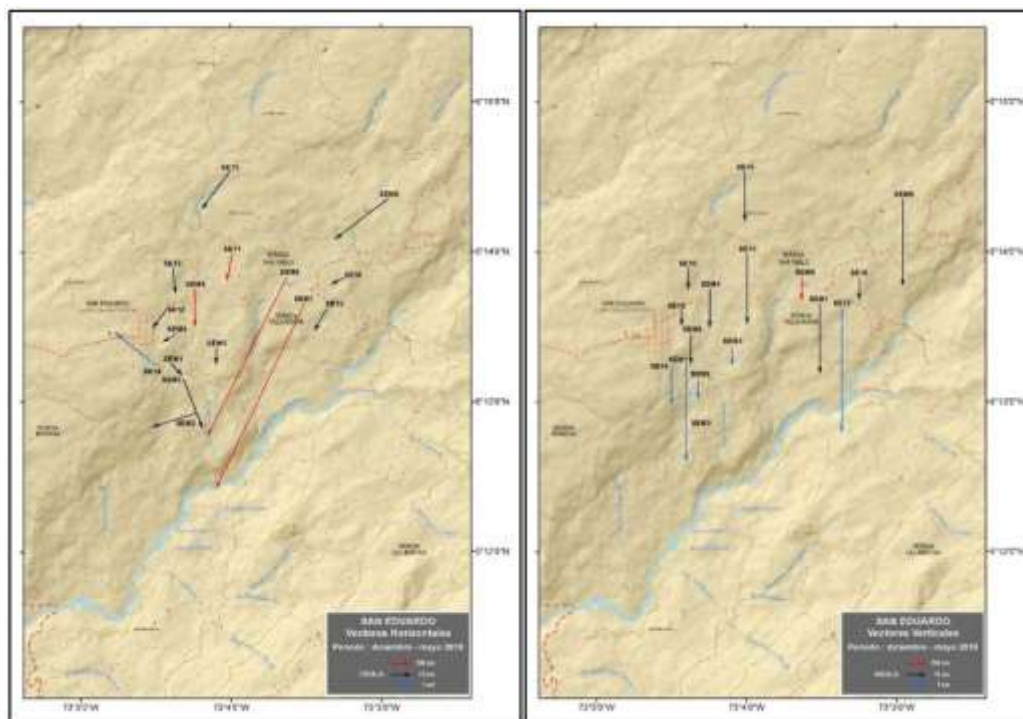


Figura 95. Vectores resultantes horizontales y verticales acumulados periodo mayo – diciembre 2019



Figura 96. Vista carretera veredal, parte baja estación SEM4



Figura 97. Vista general de las inmediaciones donde se localizan las estaciones de monitoreo con mayor desplazamiento.

El cálculo de los movimientos verticales acumulados para el periodo total de observación, como se muestra en la tabla , permitió establecer que las 16 estaciones

experimentan valor resultante negativo, lo que significa descenso en la dirección del movimiento.

Finalmente, se realizó el cálculo de las velocidades, a partir de la estimación de la magnitud de desplazamiento horizontal acumulado y el periodo del registro obtenido entre los meses de mayo y diciembre de 2019, correspondiente a 233 días.

Con este valor y la magnitud en metros, se calcularon las velocidades, y se clasificaron como mayor, menor y media, siendo el mayor movimiento horizontal el observado en la estación SEM7 con una magnitud de 10,059 metros, mientras que el menor movimiento se presenta en la estación SE14 con una magnitud de 0,026 metros, los cuales convertidos en velocidad, son del orden de $4,997 \cdot 10^{-7}$ m/s en SEM7, y de $1,28 \cdot 10^{-9}$ m/s en SE14.

La tabla presenta las velocidades calculadas para cada estación de la red de monitoreo

Tabla 6. Tasas de velocidad

Estación	Magnitud (metros)	Velocidad (m/s)	Velocidad (mm/s)
SEM1	0,081	4,031E-09	4,031E-06
SEM2	0,262	1,303E-08	1,303E-05
SEM3	0,221	1,099E-08	1,099E-05
SEM4	1,824	9,061E-08	9,061E-05
SEM5	0,085	4,204E-09	4,204E-06
SEM6	8,699	4,321E-07	4,321E-04
SEM7	10,059	4,997E-07	4,997E-04
SEM8	0,322	1,600E-08	1,600E-05
SEM9	0,074	3,666E-09	3,666E-06
SE10	0,126	6,244E-09	6,244E-06
SE11	1,310	6,507E-08	6,507E-05
SE12	0,110	5,459E-09	5,459E-06
SE13	0,124	6,162E-09	6,162E-06
SE14	0,026	1,280E-09	1,280E-06
SE15	0,230	1,143E-08	1,143E-05
SE16	0,072	3,559E-09	3,559E-06

Las velocidades estimadas permiten establecer que se trata de un movimiento en masa cuyos valores están en el rango de velocidad de 5×10^{-5} mm/s a 5×10^{-3} mm/s, que permite clasificarlo como movimiento de categoría de lento a moderado, de acuerdo con la escala de velocidades para movimientos en masa propuesta por Cruden.

La información anteriormente consignada ha sido extraída parcialmente del documento Monitoreo geodésico y topográfico de la red de observación del municipio de San Eduardo, departamento de Boyacá: Servicio Geológico Colombiano, entregado en junio de 2020 a la Coordinación del Grupo de Movimientos en Masa.

Aplicaciones geodésicas para estudios del nivel del mar. Conexión geodésica de mareógrafos.

Las zonas costeras e insulares, donde interactúan la atmósfera, la tierra y agua no son estáticas, y su dinámica se encuentra influenciada no solo por los movimientos eustáticos marinos, sino que también interactúan allí fuerzas geodinámicas asociadas con tectónica de placas y localmente diapirismo de lodo, que pueden influir en la estabilidad de la línea de costa. Esta dinámica determina la importancia y necesidad de realizar estudios combinados de datos a partir de mareógrafos y receptores geodésicos GNSS, cuyas bondades, se aprecian en diferentes partes del mundo y han sido ilustradas en diversas publicaciones.

El control del datum vertical de los mareógrafos resulta fundamental en todas las mediciones orientadas a registrar datos del nivel medio del mar. Mediante métodos geológicos, se puede obtener información importante para conocer la evolución de la línea de costa en la zona sobre la cual se ubican los mareógrafos. Cualquier registro del nivel del mar a largo plazo contendrá una contribución de los movimientos verticales de la tierra, que podría ser de igual magnitud o mayor que de las variaciones en el nivel medio del mar debidas a las fluctuaciones de las corrientes oceánicas o al cambio climático.

Los efectos del cambio climático están contribuyendo al incremento en el nivel medio del mar a tasas más preocupantes según el reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Según este organismo, la línea de costa mundial debe prepararse para un aumento adicional de 0,5 a 1 m aproximadamente en el año 2.100. Los movimientos verticales de la tierra pueden ser causados por diversos procesos geológicos naturales y antropogénicos en la tierra sólida, como el ajuste isostático glacial, los eventos tectónicos (terremotos), la compactación del suelo o el bombeo de aguas subterráneas. Resulta entonces importante conocer y cuantificar los movimientos verticales del mareógrafo y su entorno a fin de entender la importancia relativa de dichos movimientos en el registro del equipo, lo cual se realiza con métodos geodésicos espaciales y terrestres.

Enmarcado dentro del convenio suscrito entre el Servicio Geológico Colombiano y la Dirección General Marina DIMAR en el 2018, el Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales realizó durante la vigencia 2019 actividades de campo orientadas a establecer puntos de control que sirvan como referencia para determinar el cambio de nivel del

mar, inicialmente en la zona caribe sobre los mareógrafos instalados en esta zona. Como resultado de las tareas ejecutadas, para la vigencia 2020 se inició con el procesamiento de los datos obtenidos para calcular las coordenadas de precisión iniciales y determinar la línea base para iniciar con el estudio a partir de las estaciones de campo. También se ha considerado el comportamiento de estaciones en particular como la localizada en el CIOH, que permite visualizar el fenómeno de subsidencia, lo cual debe ser cuantificado con precisión para ser tenido en cuenta en el valor de la medición en el mareógrafo y conocer así el verdadero cambio del nivel del mar en este lugar.

Los mareógrafos con los cuales se iniciaron las actividades de captura de datos a partir de estaciones permanentes de operación continua GNSS o de estaciones de campo de ocupación episódica se encuentran localizados, como se muestra en la figura , en el Centro de Investigaciones Oceanográfica e Hidrográficas CIOH e Isla Naval en las islas del Rosario en el departamento de Bolívar; Puerto Velero en el municipio de Tubará, y en Barranquilla en las instalaciones de la DIMAR en el departamento de Atlántico; Santa Marta en las instalaciones del Batallón Córdoba, en el departamento del Magdalena; y Ballenas en Guardacostas del municipio de Riohacha.

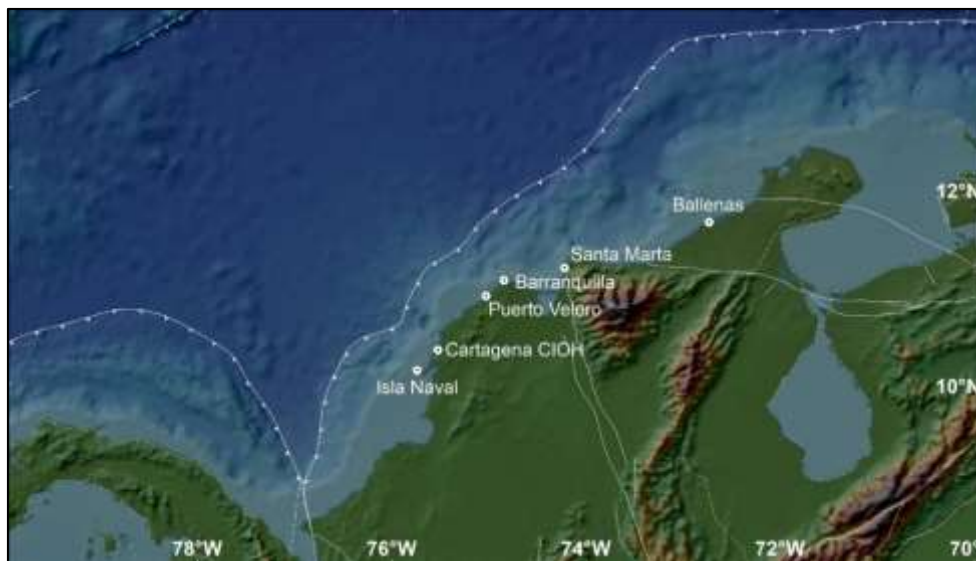


Figura 98. Localización de los mareógrafos con conexión geodésica

Es importante señalar que estas investigaciones están orientadas a la determinación de las variaciones del nivel del mar pero considerando los valores actuales de los movimientos de la corteza terrestre, especialmente de tipo vertical, tanto en las zonas litorales del Caribe como Pacífico, así como en las zonas insulares jurisdiccionales de Colombia, con énfasis en la aplicación de tecnologías geodésicas; por ahora se ha trabajado hasta ahora en la zona caribe.

Lo anterior implica la realización de una serie de actividades, normalmente con el apoyo y acompañamiento de la DIMAR, que se sintetizan a continuación:

- Selección de sitios apropiados para la instalación de estaciones GNSS permanentes y/o de campo, de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos por el proyecto GeoRED, atendiendo criterios geológicos, geodésicos, logísticos y de seguridad.
- Construcción de estaciones geodésicas GNSS de campo que se integrarían a la red pasiva, que permita la conexión geodésica de los mareógrafos.
- Realizar la instalación de estaciones permanentes GNSS que se incorporarían a la red activa, o emplear las existentes como referencia para las conexiones.
- Efectuar la toma de datos en estaciones geodésicas de campo, por lo menos una vez al año, con instrumental geodésico GNSS y siguiendo el procedimiento establecido en el proyecto GeoRED.
- Efectuar la nivelación geodésica entre estación geodésica y punto de referencia del mareógrafo, el cual será indicado por personal de la DIMAR
- Determinación de coordenadas geodésicas tridimensionales de alta precisión, y diferencia de nivel entre estación de referencia y referencia del mareógrafo.



Figura 99. Punto de referencia en estación de campo GNSS para toma de datos GNSS y de nivelación geodésica

La toma de datos en las estaciones GNSS de campo se realiza con instrumental geodésico de las más altas características técnicas, y las observaciones son del orden de 120 horas con tasa de muestreo de 15", En todos los casos, la antena es instalada sobre sistema de altura constante (spike-mount) de 1 m. El monumento de la estación de campo tiene una varilla de por lo menos 3 m de longitud la cual ha sido empotrada en la superficie, dejando una parte saliente de 0,5 cm, que sirve de punto de centraje para la antena GNSS pero también para la localización de la mira invar para la nivelación geodésica, figura .



Figura 100. Punto de referencia vertical en estación CORS del CIOH

Para la conexión geodésica entre los puntos de referencia geodésica y el punto de referencia del mareógrafo se emplea el método de nivelación geodésica, que es de carácter geométrico, empleando nivel digital de alta precisión marca Leica y mira invar de 3 m, que permite lecturas del orden de 0,1 mm.

La figura muestra la mira invar localizada sobre referencia vertical, construida conjuntamente y anclada a la estructura que corresponde a la base de la antena geodésica en la estación GNSS permanente de operación continua del CIOH en Cartagena, y la figura indica el nivel empleado y la mira invar localizada sobre la referencia geodésica y sobre la referencia del mareógrafo.



Figura 101. Nivelación geodésica de conexión geodésica de mareógrafo. Mira localizada sobre la referencia geodésica (izq) y referencia del mareógrafo (der).

Los datos de las estaciones GNSS son procesados en el Laboratorio Geodésico Internacional del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales mediante el uso del software científico Gipsy-X desarrollado por JPL-NASA-CALTECH. Los datos de nivelación geodésica, con el software propio del fabricante del equipo.

Posición referencia geodésica y desniveles

UBICACIÓN		REFERENCIA GEODÉSICA				DESNIVEL REFERENCIA MAREOGRAFO (m)
ID Estación	Nombre de la estación	Latitud N	Longitud W	Altura Elipsoidal (m)	Altura Ortométrica (m)	
GCST	Guarda Costa Santa Marta	11°14'.08286	74° 13'.2290	-3,662	3,481	1,856
INAV	Isla Naval	10°10'.74089	75° 45'.00325	-2,86	1,77	2,475
MBAL	Mareógrafo Ballenas	11°41'.8672	72° 43'.48154	-14,333	0,612	1,236
PVEL	Puerto Vejero	10°56'.71674	75° 2'.627047	-6,78	1,65	1,58
DICA	Barranquilla	11°2'.40824	74° 49'.4174	-4,149	3,085	0,722
CIOH	Centro Investig. Oceanográficas	10°23'.44909	75° 32'.0329	-3,704	1,667	1,451

En la tabla se observan las coordenadas calculadas, así como las alturas elipsoidal y ortométrica con respecto a GRS80 y EGM2008 respectivamente para cada una de las referencias geodésicas de los mareógrafos, los cuales constituyen la línea base para establecer el comportamiento de los mareógrafos y refinar las lecturas de variaciones del nivel del mar. Se presentan además los desniveles entre la referencia geodésica y la referencia del mareógrafo.

La estación del CIOH, que es la referencia geodésica para la conexión del mareógrafo localizada en el mismo sector a 116 m, es un ejemplo de la importancia del uso de la tecnología geodésica para la estimación de las variaciones verticales, y como soporte a los estudios del nivel del mar a partir de mediciones con mareógrafos.

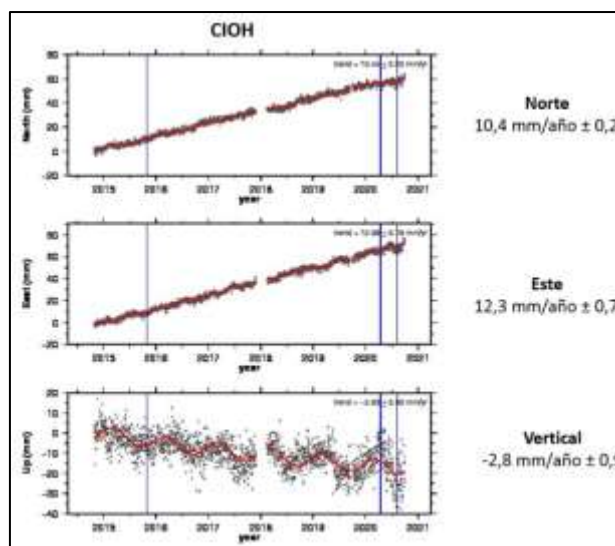


Figura 102. Velocidades 3D en la estación CIOH de Cartagena

En este caso particular, independientemente del movimiento horizontal con respecto a ITRF2014 observado en las componentes horizontales, se aprecia la tendencia vertical negativa, asociada presumiblemente a la subsidencia en la ciudad de Cartagena, Figura 11. Estos resultados están basados en 2052 datos diarios procesados con GIPSY-X, que corresponden a observaciones de 5,7 años, desde el 2014 hasta el 2020.

El valor de velocidad de $-2,8 \text{ mm/año} \pm 0,9$ debe ser tenido en cuenta en las estimaciones del nivel del mar a partir del mareógrafo allí establecido. La línea roja representa la línea de tendencia obtenida aplicados los parámetros requeridos para la generación de series de tiempo, y las líneas azules corresponden a offsets instrumentales, por cambio de alguno de los componentes del instrumental geodésico.

Aplicaciones geodésicas para determinación de movimientos verticales. Transectos geodésicos

Los pequeños movimientos que puedan atribuirse al comportamiento en fallas normales e inversas pueden ser medidas mediante arreglos geodésicos conocidos como transectos geodésicos. Con este propósito, se han establecido este tipo de arreglos en algunos lugares del país, con el fin de monitorear movimientos verticales y horizontales mediante la combinación de métodos geodésicos terrestres (nivelación geodésica) y espaciales (GNSS). Para ello, se requiere que el arreglo de las estaciones que constituyen el transecto tengan una dirección general ortogonal al trazo de la falla a ambos lados de la falla, y que la distancia entre los puntos extremos de la sección sea de centenares de metros, teniendo en cuenta total visibilidad entre cada uno de los puntos intermedios de la sección; la separación entre cada una de las estaciones depende de la pendiente o inclinación del terreno.

Al norte del país, los transectos geodésicos, correspondientes a vectores o líneas de nivelación, se encuentran localizados en los departamentos de Cesar, vector El Pescado (San Alberto) y La Piragua (Rio de Oro), y Norte de Santander, El Tabaco y Llanitos Paloquemao (Abrego), con un total de 35 puntos materializados y distribuidos en cada uno de los transectos, tabla , así:

Tabla 7. Transectos materializados

Nombre del vector	Longitud (metros)	Número de estaciones
La Piragua	106,36	10
El Pescado	129,54	5
Llanitos Palogrande	102,19	7
El Tabaco	259,61	13

La toma de datos se realiza con estaciones GNSS durante 120 horas en las dos estaciones localizadas en los extremos opuestos del transecto, y con nivel geodésico y mira invar entre estas dos estaciones y los puntos intermedios. Durante el 2020 se procesó e integró toda la información adquirida entre el 2014 y 2019, correspondiente a cuatro campañas de campo, número mínimo de ocupaciones para tener datos confiables y así establecer una línea de base de referencia.

La figura muestra la instalación de la estación geodésica GNSS sobre uno de los monumentos extremos del vector La Piragua; la línea blanca señala la dirección general del transecto.

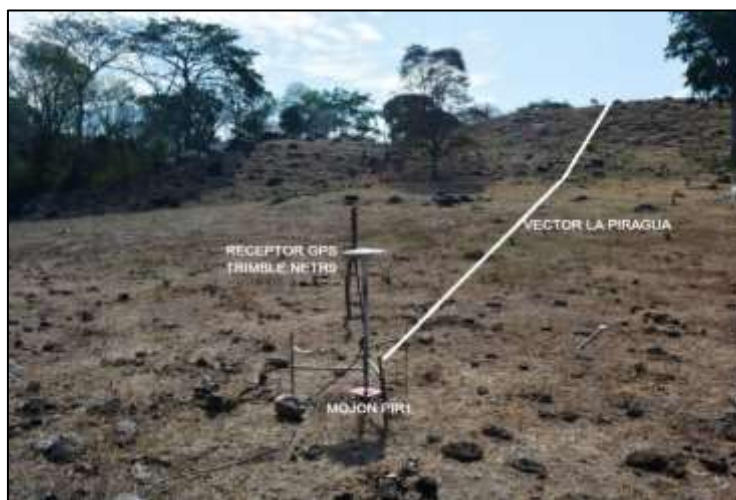


Figura 103. Toma de datos GNSS en uno de los extremos del transecto La Piragua

A su vez, la figura muestra a manera de ejemplo, la toma de datos mediante nivelación geodésica y mira invar, en el transecto denominado El Pescado. Esta toma de datos se hace en doble recorrido, es decir, se realiza nivelación y contranivelación para poder establecer los errores de cierre, que en la mayoría de los casos son iguales o menores a 1 mm.



Figura 104. Nivelación geodésica en el transecto El Pescado.

La figura presenta los vectores de velocidad obtenidos en los extremos del transecto geodésico La Piragua en las estaciones geodésicas GNSS de campo con datos de 4 campañas. La magnitud de los vectores es diferente y la dirección de los mismos, expresados con respecto a ITRF.

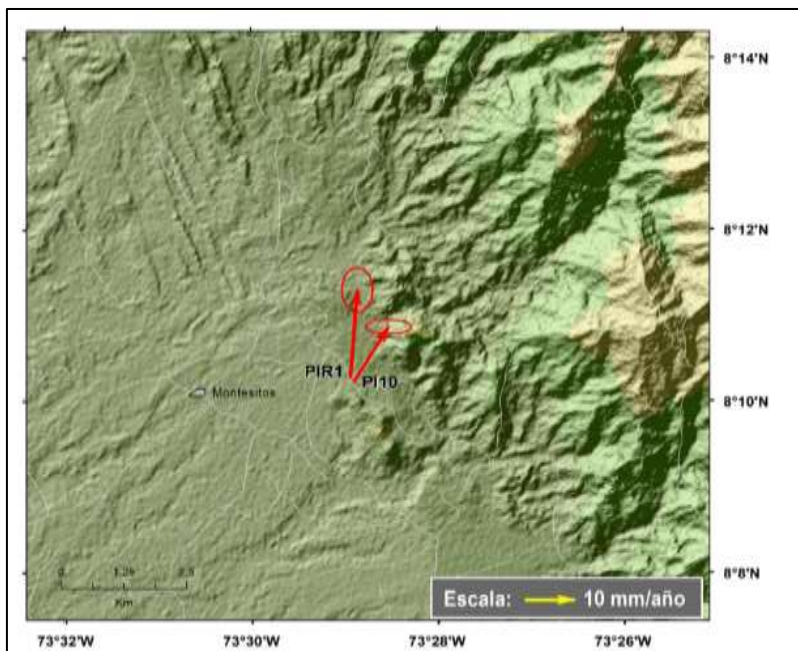


Figura 105. Vectores de velocidad del transecto La Piragua

El análisis de los resultados de estas dos estaciones nos indica que la estación PIR10, con respecto a PIR1, experimenta una velocidad de 9 mm/año, en un azimuth de 141,6°. El análisis de estos vectores debe ser ahora contrastado con el campo regional de velocidades obtenido con las estaciones permanentes, y estaciones de campo.

Geodesia de posicionamiento GNSS para el estudio de la subsidencia en la ciudad de Bogotá. Red Geodésica Espacial GNSS del Distrito Capital.

Esta actividad ha estado enmarcada bajo el marco del convenio Interadministrativo No. 011 del 9 de noviembre de 2011 suscrito con la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital-UAECD, basado en la implementación de una red geodésica espacial para el distrito capital. A comienzos de 2020, se realizaron varias reuniones con el fin de coordinar y establecer el cronograma de ocupaciones, acordado para empezar el 30 de marzo. Debido a la contingencia por el COVID-19, estas actividades tuvieron que ser postergadas. Superada la primera etapa del aislamiento en el mes de octubre se realiza la captura de datos de la estación IGMB localizada en las instalaciones de la Universidad Nacional punto de encuentro del SGC, que hace parte de la red, figura .



Figura 106. Fotografía panorámica de sistema de montaje en la captura de datos

Complementariamente, se continuó con el procesamiento de la estación BOGT, instalada en el año 1994, la cual proporciona evidencia clara acerca de la subsidencia en esta zona de la ciudad, con una velocidad estimada a partir de la componente vertical de la respectiva serie de tiempo, de $34,1 \pm 1,1$ mm/año, como se aprecia en la figura .

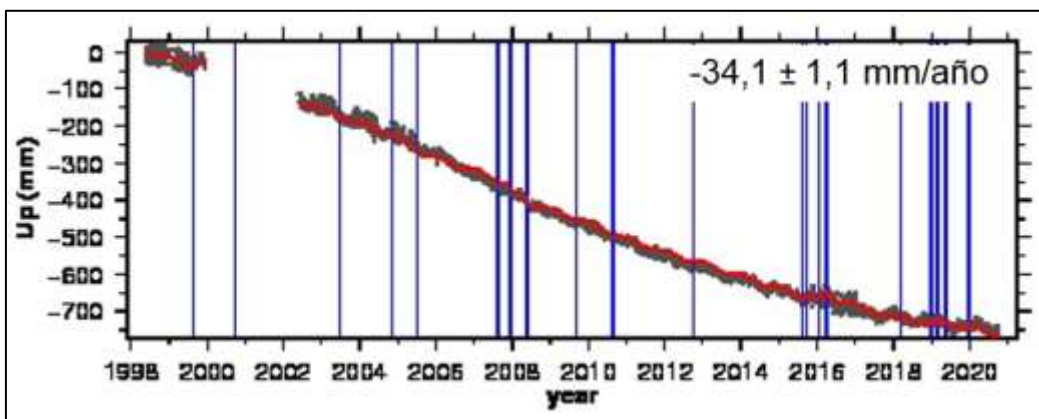


Figura 107. Componente vertical de la estación BOGT indicando subsidencia en la zona

Es importante señalar que mediante trabajo conjunto con la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, se realizó la construcción de dos estaciones de campo que harán parte integrante de la Red geodésica del Distrito Capital de Bogotá, pero también servirán como referencia de los levantamientos verticales que se realicen mediante nivelaciones geométricas topográficas. La figura señala la estación construida en la planta Canoas del Acueducto, localizada en el municipio de Soacha.



Figura 108. Materialización de estación Canoas

Adquisición de imágenes de radar y ópticas

Durante la vigencia de 2020, se obtuvieron 924 imágenes de la plataforma Sentinel-1, las cuales fueron descargadas del servidor de la Agencia Espacial Europea; la tabla indica las zonas a las cuales corresponden de dichas imágenes.

Tabla 8. Imágenes descargadas de ESA, sensor Sentinel-1.

Zona de trabajo	Imágenes	Período de tiempo
Algeciras, Huila	74	Junio de 2017 a junio de 2020
Barranquilla – Cartagena	128	Junio de 2019 a diciembre de 2020
Mompós, Bolívar	80	Abril de 2019 a junio de 2020
San Eduardo, Boyacá	56	Agosto 2017-Enero 2019
Santa Marta y Sierra Nevada de Santa Marta	95	Octubre 2019 a diciembre de 2020
Mesetas, Meta	18	Noviembre 2015 a diciembre 2019
Golfo de Morrosquillo, región caribe	230	Marzo 2016 a julio 2020; Noviembre y diciembre 2020
Villavicencio, Meta	218	Octubre de 2014 a diciembre 2020
Isla de San Andrés y Providencia	25	Diciembre 2019 a noviembre 2020
TOTAL	924	

Por otra parte, se adquirieron, mediante el proceso de compra de Selección Abreviada por Subasta Inversa No. SA-SI-029-2020, Contrato 392 de 2020, veintinueve imágenes de radar interferométricas del Sensor TerraSAR-X; la tabla señala las zonas de cobertura de estas imágenes.

Tabla 9. Imágenes adquiridas del sensor TerraSAR-X.

Zona de trabajo	Imágenes	Período
Cartagena	12	Diciembre 2018 a febrero 2020
Barranquilla	9	Diciembre 2018 a diciembre 2019
TOTAL	21	

Debido a la ocurrencia del huracán IOTA en noviembre de 2020, que afectó a las islas de San Andrés y Providencia, se estableció una mesa técnica con la FAC, ESRI, Armada Nacional, como apoyo a la contingencia. Con este propósito, la Fuerza Aérea Colombiana y la Comisión Colombiana del Espacio, proporcionaron imágenes ópticas de los sensores Cosmo Skymed, PLEIADES y ADS, las cuales se relacionan en la tabla, las cuales fueron procesadas por investigadores del proyecto. También se solicitaron imágenes de la activación del Charter de Desastres a la UNGRD, pero no se obtuvo respuesta positiva.

Tabla 10. Imágenes ópticas procesadas

Sensor	Imágenes	Entidad que proporciona	Fecha de adquisición
Cosmo Skymed	1	FAC	19 de noviembre de 2020
Pleiades	1	CCE	25 de noviembre de 2020
ADS	1	FAC	20 de diciembre de 2019
ADS	2	FAC	18 de noviembre de 2020 y 17 de septiembre 2020
TOTAL	5		

Durante el año 2020, no se capturaron imágenes ópticas de alta resolución con fines fotogramétricos. La obtención de estos insumos, depende de la ejecución de tareas de campo, las cuales fueron suspendidas por el SGC, debido al confinamiento causado por la pandemia por Covid-19, situación que afectó directamente la consecución de productos digitales de alta resolución.

PROCESAMIENTO CIENTÍFICO

Se describen las diversas actividades de procesamiento científico empleando los datos de diferentes fuentes obtenidos en el proyecto, igualmente con diversos propósitos.

Geodesia de imágenes

Durante la vigencia 2020, se realizó la generación de interferogramas mediante software científico a partir de imágenes de los sensores Terrasar-X y Sentinel-1 como se relaciona en la tabla .

Tabla 11. Interferogramas generados

Zona de trabajo	Interferogramas	SENSOR	Período
Ciudad de Santa Marta	75	Sentinel 1	Julio 2017 - junio 2020
Sierra Nevada de Santa Marta	34	Sentinel 1	Octubre 2016 - diciembre 2018
Mesetas - Meta	9	Sentinel 1	Diciembre 6 al 30 de 2019
Bogotá	8	Terrasar-X	Septiembre 2011 - diciembre 2018
Cartagena y Barranquilla	50	Sentinel 1	Mayo 2019 - febrero 2020
Cartagena	50	Terrasar-X	Febrero 2019 - mayo 2020
Barranquilla	32	Terrasar-X	Diciembre 2018 - diciembre 2019
Falla de Algeciras	136	Sentinel 1	Octubre 2014 - abril 2020
Mompós	41	Sentinel 1	Julio 2019 - abril 2020
Isla de Providencia	39	Sentinel 1	Diciembre 2019 – agosto 2020
San Eduardo -Boyacá	46	Sentinel 1	Abril – diciembre 2018
TOTAL	520		

A su vez, en la tabla se relacionan las imágenes que fueron objeto de procesamiento:

Tabla 12. Imágenes de radar interferométricas procesadas

Zona de trabajo	Imágenes Procesadas	SENSOR	Período
Ciudad de Santa Marta	80	Sentinel-1	Julio 2017 - junio 2020
Sierra Nevada de Santa Marta	12	Sentinel-1	Octubre 2016 - Junio 2018
Mesetas - Meta	0	Sentinel-1	Diciembre 6 al 30 de 2019
Cartagena	21	Terrasar-X	Julio 2017 - mayo 2020
Barranquilla	24	Terrasar-X	Diciembre 2018 – diciembre 2019
Cartagena y Barranquilla	46	Sentinel-1	Mayo 2019- julio 2020
Fallas de Algeciras	154	Sentinel-1	Octubre 2014 – abril 2020
Mompós	38	Sentinel-1	Julio 2019 y abril 2020
Isla de Providencia	25	Sentinel-1	Diciembre 2019 – agosto 2020
San Eduardo	51	Sentinel-1	Abril – diciembre 2018
TOTAL	451		

A modo de ejemplo mediante las figuras se ilustran algunos resultados preliminares realizados en la ciudad de Bogotá incluyendo nuevas imágenes de radar interferométrico TerraSAR-X, y de Mesetas, Meta, con Sentinel-1.

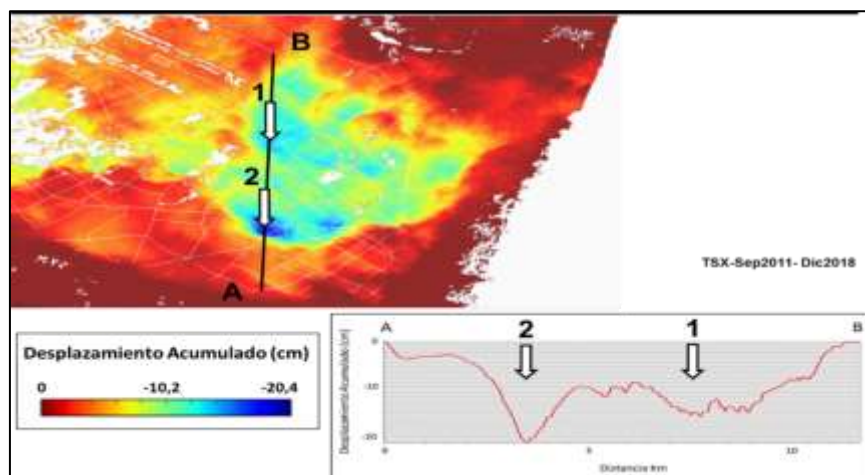


Figura 109. Vista 3D de los valores de desplazamiento acumulado de subsidencia en la ciudad de Bogotá, generado a partir del procesamiento interferométrico adicionando imágenes de radar TerraSAR-X en el periodo septiembre 2011-diciembre 2018

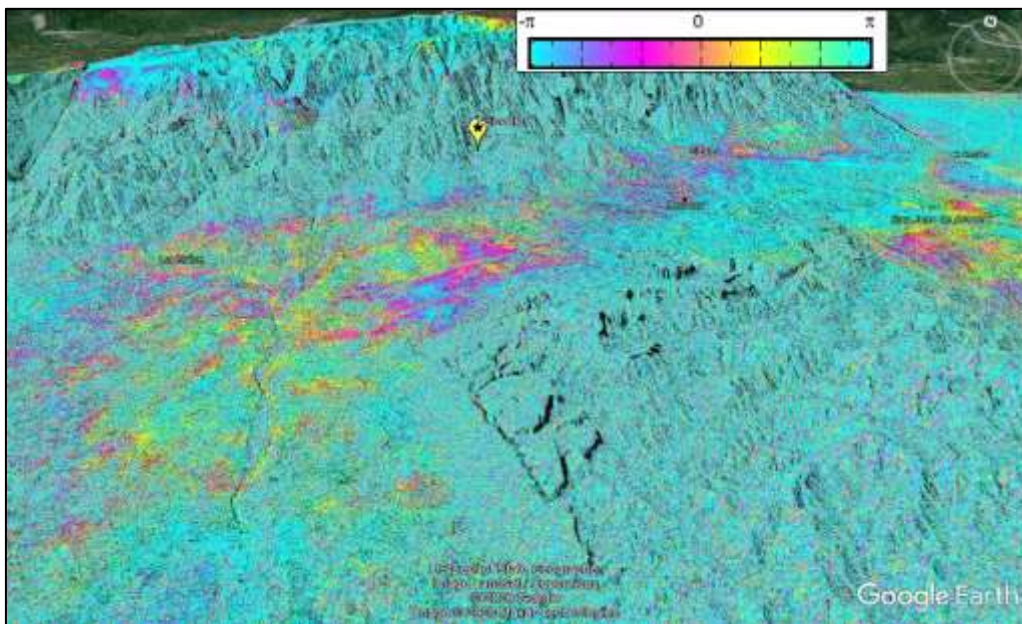


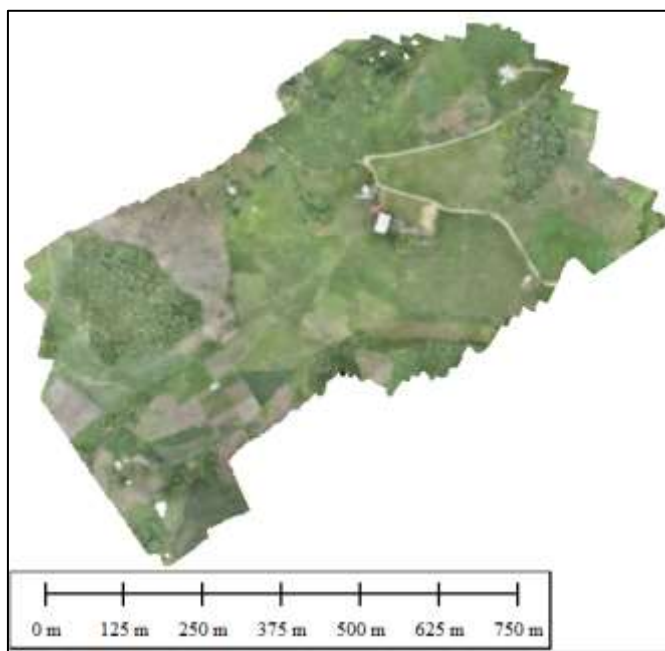
Figura 110. Interferograma generado a partir de imágenes interferométricas de Sentinel-1, órbita ascendente, desplegadas sobre Google Earth, con la localización del sismo de Mesetas en el Meta, con fecha de toma entre el 6 de diciembre y 30 de diciembre de 2019.

Como apoyo al estudio de neotectónica en la falla de Algeciras, en el departamento del Huila, mediante procesamiento fotogramétrico, se obtuvieron los productos digitales indicados en la tabla:

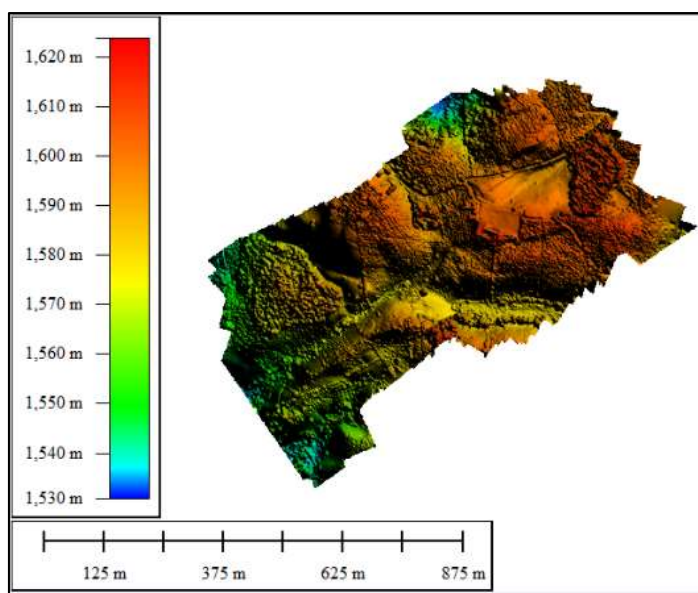
Tabla 13. Ortofotos y modelos digitales

Tipo de Imagen	Zona de trabajo	Ortofoto	Curvas de nivel	Modelos Digitales		
				Superficie	Terreno	3D
Fotografía aérea	Naranjal, Huila	1	1	1	1	1
Fotografía aérea	Mirador, Huila	1	1	1	1	1
Fotografía aérea	Miraflores, Huila	1	1	1	1	1
TOTAL		3	3	3	3	3

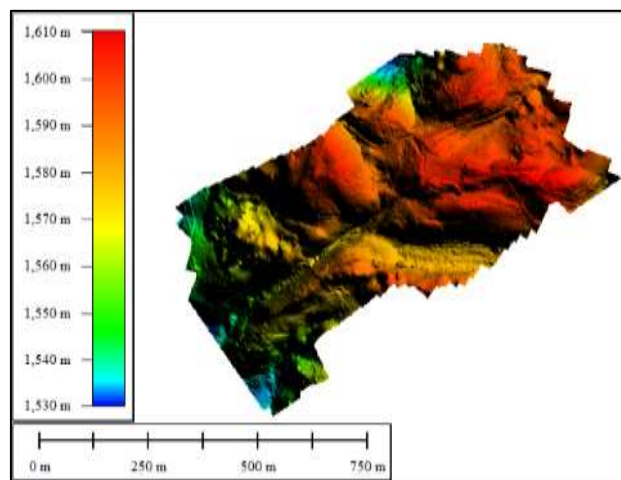
Para el procesamiento fotogramétrico se utilizó software especializado, tales como MetaShape, Context Capture y Global Mapper.



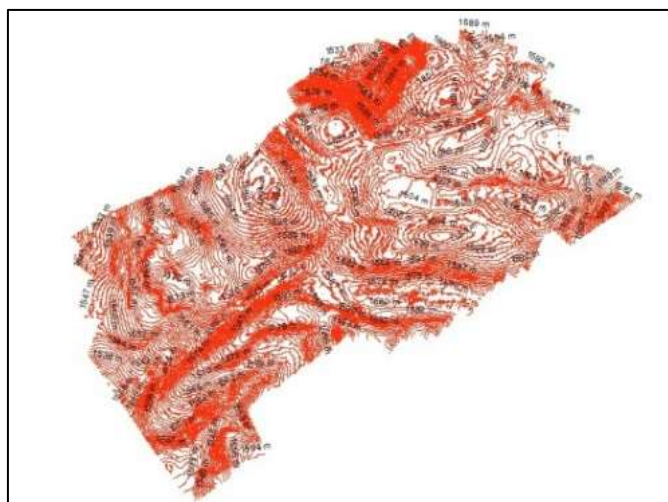
(a). Ortofoto



(b). Modelo Digital de Superficie



(c). Modelo Digital del Terreno



(d). Curvas de Nivel



(e). Modelo 3D

Figura 111. Productos fotogramétricos obtenidos, vereda Miraflores.

La figura muestra algunos de los productos fotogramétricos obtenidos de la zona de estudio ubicado en la vereda Miraflores, municipio de Garzón en el departamento del Huila.

Las resoluciones alcanzadas en los productos obtenidos mediante el procesamiento fotogramétrico para cada una de las zonas de estudio se puede observar en la tabla : Tamaño de pixel de productos digitales.

Zona	Ortofoto (cm)	Modelo Digital de Superficie (cm)
Naranjal	3,02	12,1
Mirador	3,41	13,6
Miraflores	1,41	2,82

Como resultado de estas actividades, y considerando la pandemia, se está estructurando un documento de Procesamiento fotogramétrico para la obtención de productos digitales capturados con vehículos aéreos no tripulados. Se espera que en el 2021 se puedan realizar algunas pruebas adicionales para su validación.

Es importante mencionar que dada la pandemia, se realizaron algunas pruebas básicas para el análisis de posible subsidencia en otros municipios de la Sabana de Bogotá, empleando imágenes de Sentinel-1 y otro tipo de software. Esto requiere de validación mediante comparación con métodos de campo.

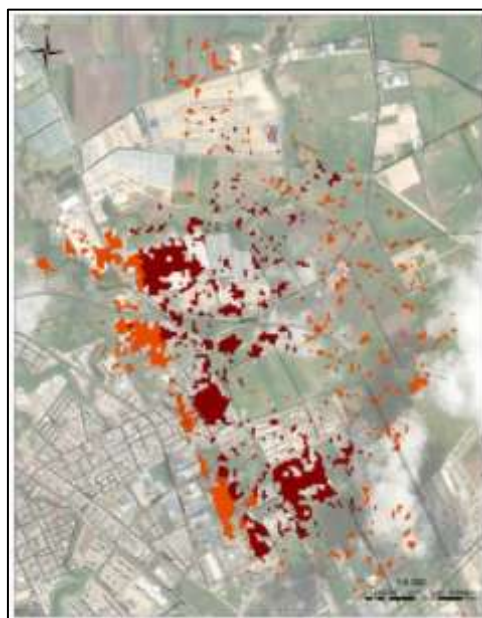


Figura 112. . Posible subsidencia en el municipio de Madrid, Cundinamarca

Aplicaciones geodésicas espaciales GNSS para el estudio de la atmósfera

Se describen las actividades realizadas en los dos campos de aplicación de las señales, tanto en la troposfera como en la atmósfera.

Análisis del comportamiento de las señales GNSS en la troposfera

A partir del procesamiento científico de los datos de las estaciones GNSS de GeoRED con el software GIPSY-OASIS versión 6.3 y GipsyX, se obtienen no solo datos de posición diaria de las estaciones sino también del retraso troposférico total y húmedo de las señales provenientes de la constelación GPS, esenciales para conocer el comportamiento de la atmósfera terrestre. Esto es fundamental porque la mayor fuente de error en la posición de la estación proviene del retraso troposférico, por lo cual es importante conocer cómo es el comportamiento respectivo. Para complementar la información meteorológica in situ en algunas de las estaciones geodésicas permanentes de operación continua (ASVI, BASO, INTO, SAN0, TEAT, VSOA, VZPQ) se ha instalado conjuntamente con el instrumental geodésico, estaciones meteorológicas básicas como apoyo a los análisis y como paso inicial para la estimación de la cantidad de vapor de agua precipitable.

Con el fin de sacar mayor provecho a esta información, y promover el uso de datos de las estaciones geodésicas, se compartieron 11.755 archivos de retraso atmosférico generados por el proyecto, para el período de tiempo 2008 al 2019 de las estaciones AJCM, BAPA, BOBG, MECE, PWIL y VBAR, para investigación de eventos de convección nocturna en el Valle Medio del Magdalena, así como vapor de agua precipitable, por parte de un oficial de la Fuerza Aérea Colombiana, quien adelanta la Maestría en Ciencias-Meteorología en la Universidad Nacional de Colombia.

También se compartieron con el Director de la Maestría mencionada los datos de la estación ubicada en la isla de San Andrés para los días de afectación del paso del huracán IOTA en San Andrés en noviembre de 2020.

Durante el transcurso del 2020, se generaron 36.588 archivos de retraso troposférico correspondiente al procesamiento diario de 92 estaciones promedio por mes, para un total de 1.112 estaciones-día.

Análisis del comportamiento de las señales GNSS en la ionosfera

La ionosfera, localizada entre los 90 y 1000 km por encima de la superficie de la Tierra, es la capa de la atmósfera terrestre que es ionizada por la radiación solar y cósmica. Dada estas características, esta capa tiene gran influencia en la utilización de la tecnología

espacial GNSS, considerando que los satélites de estas constelaciones están por encima de los 20.000 km.

El TEC (Contenido Total de Electrones) es el parámetro que cuantifica el estado de la ionosfera terrestre. Por ser un medio dispersivo, genera retardo en la propagación de las señales electromagnéticas, como es el caso de las señales provenientes de los satélites de las constelaciones GNSS.



Figura 113. Estaciones que fueron objeto del cálculo del TEC

El TEC se calcula para cada satélite en su recorrido con respecto a la posición de la estación (observador), barriendo todos los ángulos de elevación dependiente de la ubicación (azimut) del satélite respecto a la estación. Por lo tanto, se requiere contar con toda la información del recorrido del satélite con los archivos adquiridos en cada estación de GeoRED, tanto de observación como de navegación.

Con la información que arrojan los resultados del procesamiento de los datos se pueden identificar tanto los máximos como los mínimos solares para cada estación, y con ello validar comportamientos similares, toda vez que en este rango de tiempo, no deben existir diferencias significativas en los perfiles ionosféricos.

Bajo estas consideraciones, se ha realizado el análisis primario de contenido total de electrones (TEC) en algunas estaciones permanentes de operación continua de GeoRE. Para el cálculo diario del TEC, se emplearon 6991 datos en formato RINEX correspondientes a la constelación GPS, a tasa de muestreo de 15 segundos, tanto de observación como de navegación, obtenidos en diez (10) estaciones geodésicas permanentes de operación continua de GeoRED, entre enero 1 y diciembre 15 de 2020. El mapa de la figura muestra la localización de las 10 estaciones en la zona continental de Colombia. Estos archivos rinex dieron lugar a la generación de 30.213 archivos de salida.

A continuación se presenta, a manera de ejemplo, archivos de salida de procesamiento del TEC diario secuencial de cuatro días en la estación BAAP, (Base Aérea de Apiay), figura.

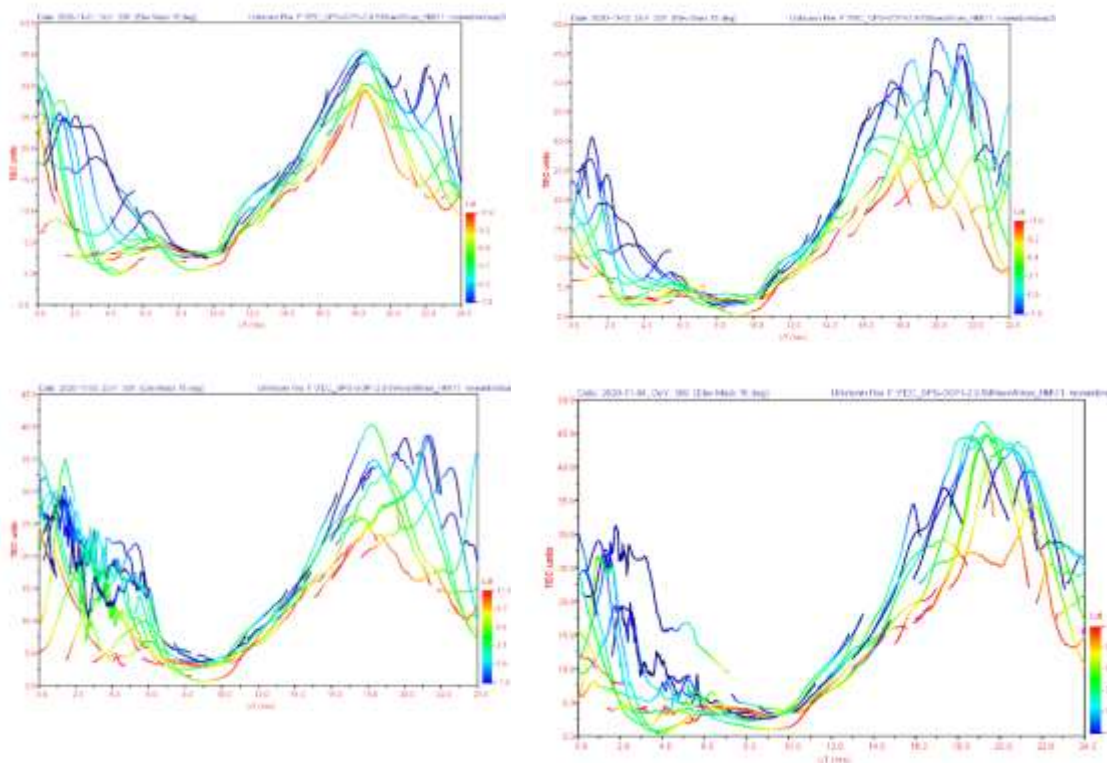


Figura 114. Secuencia de cuatro días de estimación de unidades TEC en la estación BAAP para los días 1 al 4 de noviembre de 2020, días GPS 306 a 309

La figura corresponde a una imagen del TEC de 24 horas para todos los satélites que fueron objeto de adquisición en la estación BAAP en los días de observación indicados, consignados en los archivos rinex diarios, con ángulo de enmascaramiento de 15°.

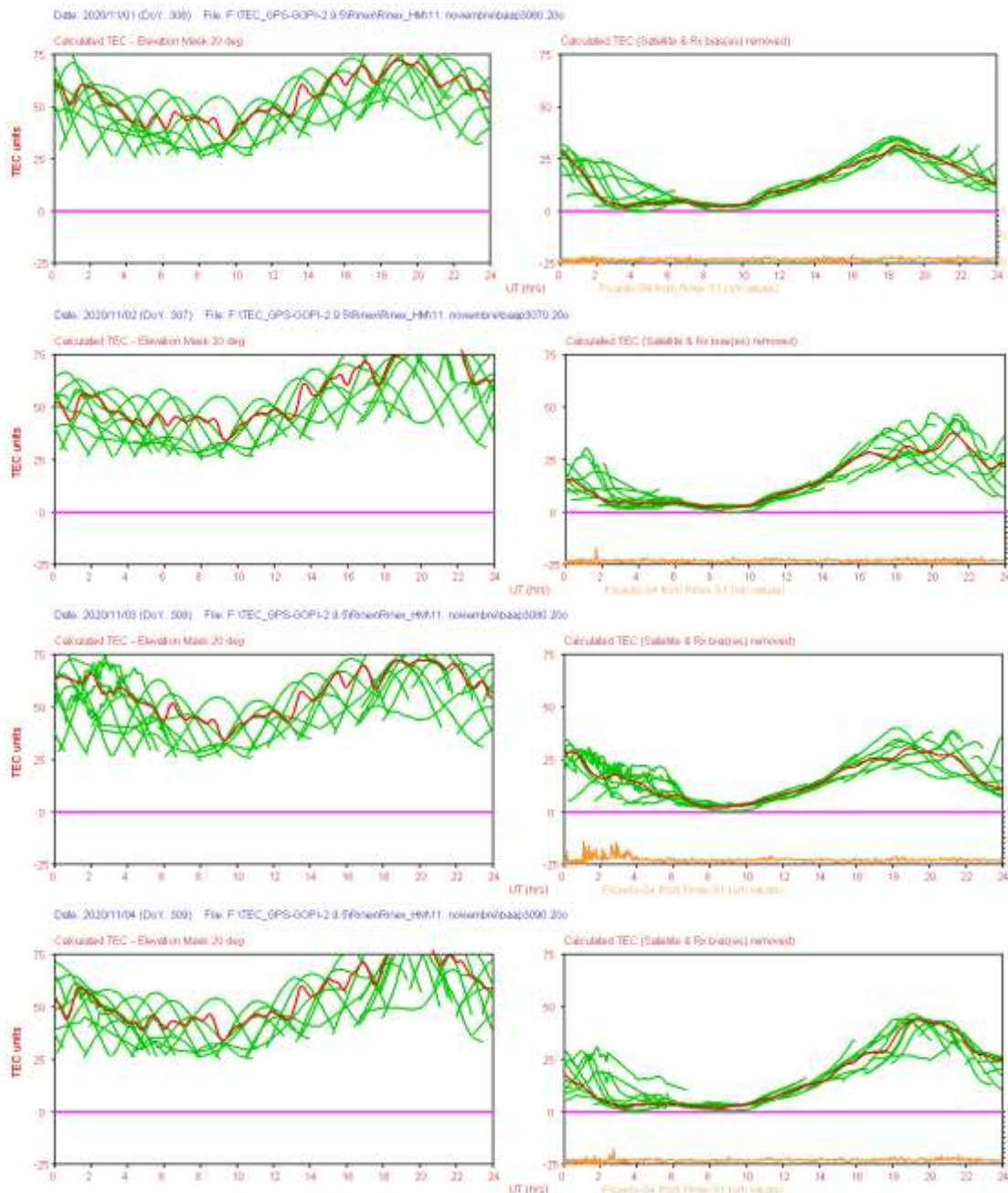


Figura 115. . Secuencia de cuatro días de procesamiento TEC en la estación BAAP para los días 1 al 4 de noviembre de 2020, días GPS 306 a 309, señalando los valores del cálculo de TEC antes y después de la eliminación de los sesgos tanto en el receptor como en el satélite.

La figura muestra los valores de TEC antes y después de la eliminación de los sesgos tanto en el receptor como en el satélite. En las figuras del panel derecho de esta figura, la línea roja es el TEC promedio, con iteración 2 sigma, para todos los satélites GPS, y las líneas verdes corresponde al cálculo del TEC vertical (vTEC) con un ángulo de elevación de 20°.

La importancia del comportamiento de las señales de las constelaciones de los satélites GNSS radica no solo en contribuir en la estimación de los retardos en las señales de los satélites que pueden afectar la posición debido a las variaciones en el comportamiento de la ionosfera, sino a la inclusión del análisis de las perturbaciones en el TEC en los sistemas de alerta temprana por tsunamis. Otras investigaciones en centros de análisis de datos GNSS está orientada al análisis de retardo ionosférico en el análisis de la potencial ocurrencia de sismos.

APROPIACION SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

XI Taller Aplicaciones Científicas GNSS en Colombia

Durante la vigencia 2020, se realizó el "XI Taller Aplicaciones científicas GNSS en Colombia", el cual se llevó a cabo durante los días 7, 8 y 9 de octubre del año en curso de manera virtual en el marco de la "Semana Técnica de Geología, Ingeniería Geológica y Geociencias" de la Universidad de Pamplona del departamento de Norte de Santander.

En este taller, se realizaron las siguientes presentaciones, por parte de personal del proyecto así como por investigadores invitados de otras entidades que se unieron a esta iniciativa, así:

- Monitoreo geodésico de movimientos en masa
- Conexión geodésica de mareógrafos
- Fundamentos de geodesia de imágenes
- Fotogrametría con drones y aplicaciones en ciencias de la Tierra
- GeoRED para profesionales de geociencias que trabajan con comunidad, docentes y familia, conferencia invitada, UPTC
- Aplicaciones atmosféricas de GNSS, conferencia invitada, Universidad Nacional
- De niños a científicos, el mundo de los exploradores. Lanzamiento de libreta de actividades, conferencia invitada, UPTC

La figura corresponde al afiche alusivo al taller, que fue objeto de difusión por diferentes medios.



Figura 116. Afiche alusivo al taller

II Taller Interno de GIGE

Se realizó en la ciudad de Bogotá durante los días 22 al 24 de enero, con el objetivo de generar un espacio de discusión relacionado con los proyectos que ejecuta el grupo. Permitió además actualizar conceptos, ilustrar al personal recientemente vinculado, así como entregar un informe de los logros obtenidos en la vigencia 2019, problemas presentados y soluciones, flujo de trabajo, actividades realizadas por cada subgrupo, unificación de criterios, generación de estrategias y adopción de mecanismos de acción que permitan obtener resultados con eficacia y eficiencia para la generación de productos de calidad. El taller contó con la participación activa de integrantes del grupo de las sedes Manizales, Medellín y Sede Central, mediante presentaciones del quehacer grupal orientado a la integralidad de un proceso de investigación.

Además del taller interno, se realizaron presentaciones de Difusión del conocimiento realizadas por cada uno de los integrantes del proyecto, sobre temas diversos basados en la experiencia y experticia personal.

Presentaciones

Se realizaron presentaciones de manera virtual en los siguientes eventos:

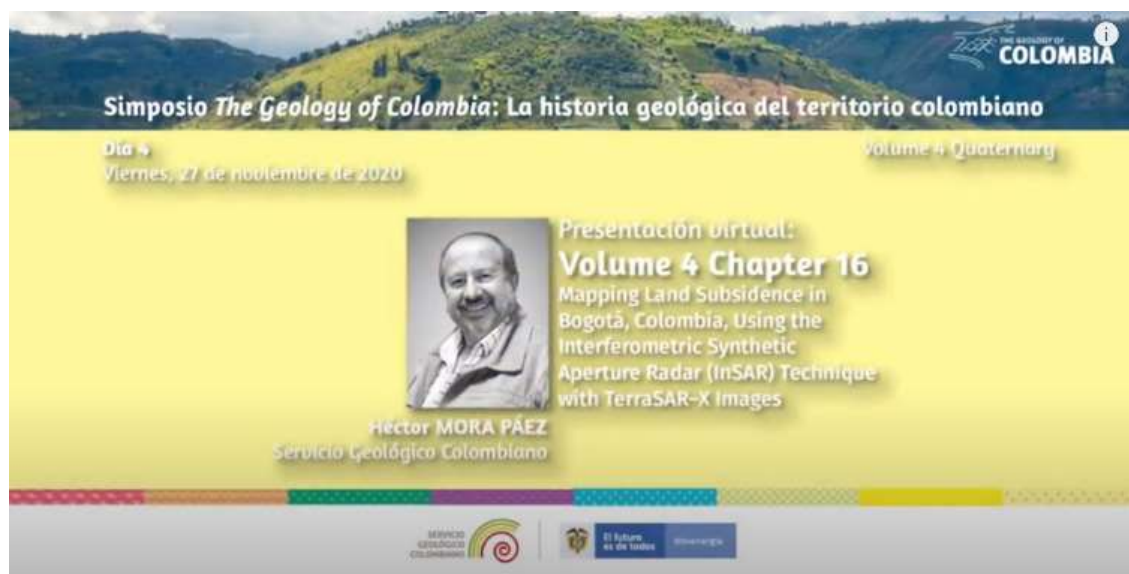
Simposio The Geology of Colombia: La historia geológica del territorio colombiano, Servicio Geológico Colombiano.

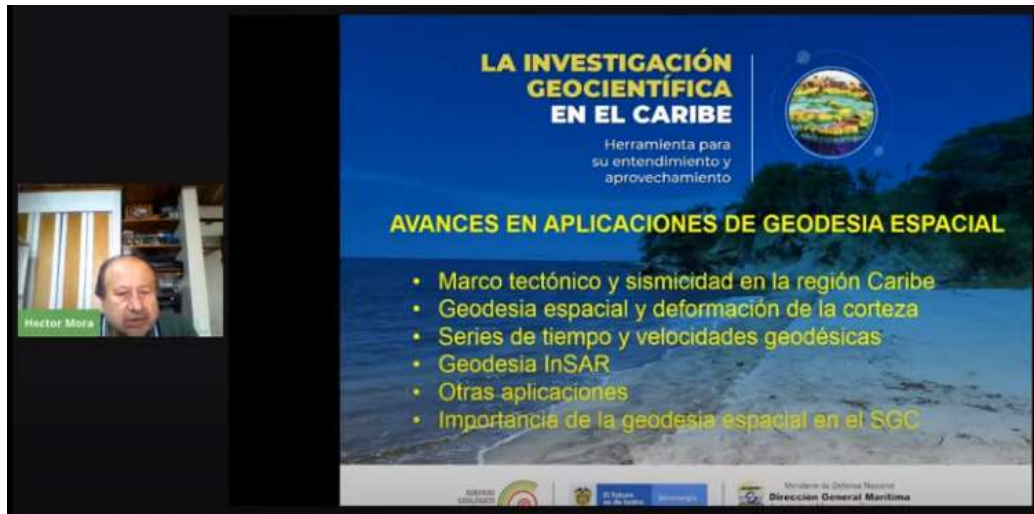
Presentación: Mapping Land Subsidence in Bogotá, Colombia, Using the Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) Technique with TerraSAR—X Images, noviembre 27 de 2020

Webinar: La investigación geocientífica en el Caribe - Herramienta para su entendimiento y aprovechamiento. Servicio Geológico Colombiano.DIMAR-Ministerio de Minas y Energía

Presentación: Avances en aplicaciones de Geodesia Espacial, diciembre 15 de 2020

A manera de ilustración, se presentan algunas imágenes alusivas a la participación en los eventos mencionados.





Participación en conferencias

Algunos integrantes del grupo atendieron a las siguientes conferencias o reuniones:

- Webinar Procesamiento de datos GPS y UAV con software Trimble Business Center.
- Taller Manejo y uso de imágenes PeruSAT-1 para la gestión del territorio.
- Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos.
- Agencia Nacional de Licencias Ambientales, proyecto Quebradona

Publicaciones



Se realizó la publicación de un artículo científico:

The Geology of Colombia

Volumen 4, Capítulo 16

Título: Mapping Land Subsidence in Bogotá, Colombia, Using the Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) Technique with TerraSAR-X Images

Autores: Héctor MORA-PÁEZ, Fredy DÍAZ-MILA and Leonardo CARDONA

DOI: <https://doi.org/10.32685/pub.esp.38.2019.16>

Páginas: 663–705

Gerencia y Administración

Se presentan las acciones realizadas en cuento a la ejecución presupuestal así como los procesos de adquisición de bienes y servicios y suscripción de convenios.

Ejecución presupuestal

La ejecución presupuestal del proyecto durante el año 2020, se puede apreciar en tabla 13, correspondiente a los recursos asignados para cada una de las fuentes de financiación Sistema General de Regalías y de PGN-Inversión, que permitieron avanzar en las investigaciones asociadas al proyecto.

Tabla 14. Ejecución presupuestal 2020

Asignado 2020									
Rubro	Bienio 2019-2020	Adición No.1	Traslado	Total	Ejecutado SGR	Saldo SGR	Asignado PGN	Ejecución PGN	Saldo PGN
Honorarios	25.571.789	65.200.000		90.771.789	64.925.038	25.846.751			
Remuneración Servicios Técnicos	827.637	19.800.000		20.627.637	19.776.764	850.873			
Jornales	24.988.000			24.988.000	572.000	24.416.000			
Mantenimiento	11.359.531			11.359.531	1.800.000	9.559.531			
Materiales y Suministros	56.319.160		-15.327.464	40.991.696	3.500.000	37.491.696			
Viáticos y Gastos de Viaje	118.886.780			118.886.780	57.630.816	61.255.964			
Compra de Equipo	2.759.191		15.220.692	17.979.883	17.979.883	-			
Arrendamientos	7.500.000			7.500.000	7.500.000	-			
Impresos y Publicaciones	-	-	106.772	106.772	106.772	-			
Adquisición Bienes y Servicios	-	-	-	-	-	-	140.000.000	140.000.000	-
TOTALES	248.212.088	85.000.000	0	333.212.088	173.791.273	159.420.815	140.000.000	140.000.000	-

La ejecución de los recursos financieros en la fuente de financiación de Regalías durante el año del 2020 se vio afectada debido a las dificultades dadas por las condiciones de aislamiento social decretadas por el gobierno nacional debido al COVID-19, lo que impidió la realización de actividades de campo previamente planeadas para su ejecución, sin embargo en el segundo semestre se implementó un plan de contingencia aprobado por la Dirección General, lo cual permitió avanzar en algunas actividades para el cumplimiento de metas.

Se programaron ocho comisiones de campo por valor de \$50.232.768, de las cuales se ejecutaron \$40.854.758, permitiendo así la realización de algunas actividades de campo.

Se cumplió con la ejecución total del presupuesto asignado por la fuente de financiación de PGN.

Adquisición de bienes y servicios

Se adelantaron los siguientes procesos por las dos fuentes de financiación, PGN y SGR, como se indica en la tabla .

Tabla 15. Procesos de adquisición de bienes y servicios

PROCESOS DE COMPRA PROYECTO GEORED- GIGE					
PROCESOS DE COMPRA	FUENTE DE FINANCIACIÓN	No. CONTRATO	VALOR DE PROCESO	PROVEEDOR	OBSERVACIÓN
Imágenes Radar	PGN	392 de 2020	\$ 40.635.636,00	<u>Datum</u> Ingeniería	
Adición Baterías	PGN	Otrosí No.1- 1282 de 2019	\$ 99.364.364,00	<u>Sistered</u> S.A.S	
Arrendamiento Titiribí	SGR	324 de 2020	\$ 7.500.000,00	Alfredo Piedrahita	
Equipos de Computo	SGR		\$ 17.979.883,00	Pendiente	Esta compra es institucional y se solicitó reserva presupuestal, ya que el proveedor solicitó tiempo adicional para la entrega.
Imágenes Radar	SGR	392 de 2020	\$ 106.772,00	<u>Datum</u> Ingeniería	
TOTAL			\$ 165.586.655,00		

Finalmente, es importante señalar que dentro de las actividades de seguimiento y análisis de problemas, se participó en las reuniones semanales de direccionamiento convocadas por la Dirección de Geoamenazas.

Talento humano

Las actividades de investigación de este proyecto han sido desarrolladas mediante el concurso del siguiente recurso humano, de planta y de contrato:

Héctor Mora Páez, Coordinador, Ingeniero Catastral y Geodesta, MSc, PhD (planta)

Fredy Díaz Mila, Ingeniero Catastral y Geodesta, MSc

Luz Karime Escobar R., Ingeniera Topográfica, MSc

Yuli Corchuelo C., Ingeniera Catastral y Geodesta, Esp.

Nancy Gutiérrez, Ingeniera Topográfica, Esp.

Gina Martínez D., Ingeniera Topográfica

Jair Ramírez C., Topógrafo (planta)

Nazario Carrillo, Operario calificado (planta)

Lina María Ocampo, Administradora Financiera

En este proyecto se resalta el apoyo del Físico Daniel Hernández, Director de la Maestría en Metrología para el análisis de datos GNSS de las estaciones del SGC para el estudio de vapor precipitable como aplicación específica en meteorología.

Proyecto ID 1000810 - Aplicaciones geodésicas con propósitos geodinámicos

El proyecto de investigación, desarrollo e innovación tecnológica “Aplicaciones Geodésicas con propósitos geodinámicos”, corresponde a la aplicación específica de métodos, técnicas e instrumental geodésico espacial GNSS para determinar la dinámica y estado actual de la deformación de la corteza terrestre en el territorio colombiano, entender la interacción de las placas tectónicas que convergen en la esquina noroccidental de Suramérica y establecer la cinemática a lo largo de fallas activas. Con este fin, la ejecución de actividades del proyecto se basa en la siguiente estructura general:

1. Gestión de información geodésica, geológica y geofísica.
2. Procesamiento científico de información geodésica y asociada.
3. Análisis e interpretación de resultados y generación de modelos
4. Apropiación social del conocimiento
5. Gerencia y administración

A continuación se describe las acciones realizadas en el presente año, y los resultados obtenidos, teniendo en cuenta las limitaciones presentadas debido al COVID-19.

Gestión de Información Geodésica, Geológica y Geofísica

Operación de la red nacional de estaciones geodésicas GNSS permanentes de operación continua – GeoRED

La operación de la Red Geodésica Nacional conformada por las estaciones GNSS permanentes de operación continua localizadas en Colombia y que constituyen la red activa del proyecto GeoRED de la Dirección de Geoamenazas, corresponde a un trabajo conjunto entre el equipo de profesionales y técnicos que son parte integrante del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales y que desempeñan funciones enfocadas a garantizar la continuidad de las estaciones CORS.

Dentro de las actividades desarrolladas para garantizar la operación de GeoRED se resaltan las siguientes:

- a) verificación del funcionamiento y operación de cada una de las estaciones,

- b) monitoreo diario de las estaciones,
- c) recuperación de datos GNSS,
- d) comprobación de conectividad a través del sistema de comunicación instalado en cada estación,
- e) generación de alertas e identificación de posibles fallas en los diferentes sistemas que forman parte de la estación, individual o conjunta, a saber:
 - sistemas de alimentación (sistemas fotovoltaicos),
 - sistemas de transmisión
 - instrumental geodésico que las componen.

En el transcurso del año 2020, se efectuó la verificación y monitoreo de las estaciones permanentes de operación continua, administradas desde el Laboratorio Geodésico Internacional de GIGE, las cuales están recibiendo y almacenando datos GNSS diariamente. Por tanto, es necesario verificar la integridad de los datos obtenidos, es decir, cumplen con condiciones de exactitud y fiabilidad, además de criterios y parámetros de calidad, para poder dar continuidad a la generación de archivos en formatos apropiados requeridos para el procesamiento con software científico, así como para el suministro de datos a la comunidad de usuarios en general.

Para verificar la operación de la Red CORS, se generan reportes semanales, que contienen información, dependiendo de los casos, acerca de la identificación de las estaciones con recepción efectiva de datos, estaciones que experimentan problemas en la recepción de datos in situ, estaciones de las cuales se presentan inconvenientes en la recepción de los datos en el laboratorio, estaciones sin sistemas de transmisión de datos y/o sin comunicación, y estaciones que se encuentran fuera de operación. Lo anterior con la finalidad de generar alertas para realizar planes de contingencia y de acción con el objetivo de dar solución a las posibles fallas que se estén presentando en cada una de las estaciones.

En los primeros meses se lograron realizar algunas tareas de mantenimiento en algunas estaciones como se aprecia en las fotos de las figuras.



Figura 117. Condiciones previas a la ejecución de mantenimiento en estación GNSS



Figura 118. Mantenimiento de sistema de transmisión de datos via internet satelital



Figura 119. Mantenimiento de cerramiento de la estación instalada en el desierto La Tatacoa, antes (izq), y después (der).

Con el apoyo de la Armada Nacional de Colombia, se realizó mantenimiento en 5 estaciones localizadas en las zonas insulares del Mar Caribe y Océano Pacífico a comienzos de año, que permitió solucionar problemas de transmisión de datos en algunas de las estaciones, así como realizar la descarga manual de datos en aquellas que aún no cuentan con sistema de transmisión. La figura muestra la estación de la Isla de Providencia que fue objeto de mantenimiento. Esta estación fue afectada, así como otras en los cayos debido al Huracán Iota en noviembre de 2020.



Figura 120. Mantenimiento de la infraestructura de la base de la antena geodésica de la estación GNSS de Isla Providencia.

Para mediados del 2020, debido a las medidas de aislamiento adoptadas por el gobierno nacional a raíz de la presencia del COVID-19 en el país, se presenta una disminución en el número de estaciones en operación, del orden del 40%. Por tal motivo, se adoptaron algunas acciones de recuperación, gracias al apoyo de los propietarios de los predios donde están instaladas algunas de las estaciones.

Así, fue posible realizar la actualización remota de firmware de los receptores geodésicos, y con la colaboración de la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil, reestablecer la conexión VPN y la conectividad con radio-modem en una estación geodésica GNSS localizada en una instalación aeronáutica. También, con el concurso del Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar-CENICAÑA, se realizó actualización del sistema de alimentación fotovoltaico en dos estaciones localizadas en ingenios azucareros. Adicionalmente, se realizaron 16 mantenimientos remotos de los cuales 12 fueron mantenimientos remotos preventivos y cuatro 4 mantenimientos remotos correctivos, figura .



Figura 121. Estado de la antena y el gabinete antes (Izq) y después del mantenimiento (der) en estación GNSS en Candelaria, Valle

Complementariamente, con el fin de recuperar la operación en más estaciones, se elaboró y presentó a la Dirección General de la entidad, un plan de contingencia que permitiera la ejecución de campañas de mantenimiento, siguiendo los protocolos de bioseguridad establecidos por la entidad, el cual se empezó a ejecutar en el mes de agosto después de su aprobación.

Las acciones de mantenimiento estuvieron orientadas a recuperar la operación y el flujo de datos desde las estaciones localizadas en diversos lugares de la geografía colombiana y que tuvieran fácil acceso, al Laboratorio Geodésico Internacional ubicado en la sede central del SGC en Bogotá. También se realizaron actividades de preservación de la infraestructura física de las estaciones basadas en tareas de limpieza, pintura, adecuación de cerramientos existentes y corte de maleza localizada alrededor del área de la estación, que afecta la recepción de las señales de los satélites GNSS así como la transmisión de los datos. Con este propósito y a pesar de la situación dada por el COVID-19, se realizaron 110 acciones de mantenimiento, correspondientes a 35 visitas de mantenimiento preventivo, 75 de mantenimiento correctivo, de las cuales, 24 estuvieron encaminadas al mejoramiento de infraestructura instalándose 16 nuevos sistemas eléctricos y 8 temporizadores para optimizar los sistemas de comunicación; también se realizaron seis 6 actividades de actualización de firmware en las estaciones.

La tabla presenta los promedios anuales correspondientes al funcionamiento de las estaciones CORS en el transcurso del año 2020, tomando como base una red compuesta por 135 estaciones.

Tabla 16. Promedio del funcionamiento de las estaciones CORS

Condición	Estaciones Promedio
Estaciones con recepción de datos	72
Estaciones con algunos problemas en la recepción de datos	47
Estaciones sin transmisión de datos / sin comunicación	9
Estaciones por fuera de operación	7

Operación de la red de estaciones geodésicas GNSS de campo – red pasiva

Se realizó una campaña de campo que permitió la toma de datos en 10 estaciones que forman parte de la red pasiva. La toma de datos se realizó en cada estación durante 120 horas aproximadamente, tiempo de observación requerido para garantizar resultados de calidad de los datos y obtener así resultados de alta precisión geodésica, requeridos para propósitos geodinámicos.

Esta campaña de campo se desarrolló durante los meses de enero y febrero de 2020, en los departamentos de Meta, Casanare y Cundinamarca, y corresponde a la toma de datos como atención post-sismo al evento ocurrido el 24 de diciembre a las 2:03 pm, con una magnitud de 6.2 Mw, profundidad menor a 30 km, y epicentro en la población de Mesetas, Meta. El propósito de esta actividad de campo fue establecer si existieron desplazamientos co-sísmicos significativos debido a la ocurrencia del evento. Los resultados obtenidos permitieron establecer que se encontraron dentro de los límites de error permisibles, lo cual no permite tener una evidencia concluyente, considerando la localización de las estaciones geodésicas con respecto al epicentro del sismo, y la magnitud del evento.

Las fotos de la figura indican algunos sitios que fueron objeto de toma de datos en la campaña mencionada, en las cuales se aprecia la antena geodésica montada sobre el monumento empleando un sistema de altura constante (spike-mount) de 1 m.



Carimagua



Fuente de Oro



Quetame



San Juan de Arama

Figura 122. Ocupación de estaciones de campo campaña post-sismo

Las actividades programadas de toma de datos mediante la modalidad de campañas de campo de ocupación episódica en diversos lugares del país a partir del mes de marzo fueron canceladas debido al aislamiento establecido por el gobierno nacional por la pandemia global.

Densificación de redes geodésicas

Se realizó la instalación de 15 estaciones nuevas, 9 de ellas con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC en virtud de convenio de cooperación y 6 con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

El trabajo mancomunado con el IGAC está basado en lo establecido en el documento CONPES 3958 de marzo 29 de 2019 “Estrategia para la implementación de la política pública de catastro multipropósito”, que señala la importancia de fortalecer la red geodésica del país a través de la densificación de la red activa, de la habilitación de las estaciones que no están en funcionamiento y de la articulación con otras instituciones, en particular con la red geodésica del Servicio Geológico Colombiano, garantizando la cobertura y distribución adecuada de las estaciones geodésicas para su aplicación a los fines catastrales. Una red geodésica densa, permitirá reducir distorsiones, desplazamientos, deformaciones y los errores propios de la actividad del barrido predial en campo, asegurando el control sobre los resultados de las aplicaciones técnicas que busca la identificación catastral. Con este propósito, se realizaron una serie de tareas orientadas a la exploración, selección de sitios e instalación de estaciones GNSS, las cuales se sintetizan así:

- Exploración y selección de sitios

Exploraciones conjuntas

- ☐ Zona norte: 13 sitios en El Paso y Astrea, Cesar; San Cristóbal y Soplaviento, Bolívar; Suan, Atlántico.
- ☐ Zona centro, noreste y sureste: 13 sitios en Puerto Lleras, Meta; San Andrés de Tumaco, Nariño; y Sardinata, Norte de Santander
- ☐ Se seleccionaron sitios en Puerto Lleras y Tumaco

Exploraciones SGC

- ☐ 6 sitios en Socha, Boyacá
- ☐ Sitio seleccionado en Socha.

Revisión información exploraciones IGAC

- ☐ Revisión de documentación de sitios localizados en Dibulla, La Guajira; Tarazá y El Bagre, Antioquia; Sahagún, Córdoba; Planadas, Tolima; Suárez y Zambrano, Cauca; Socha, Boyacá

Exploraciones con apoyo remoto

- ☒ Silvia, Cauca: exploración de nuevo sitio debido a que el inicial se había seleccionado en Jambaló no cumplía con los requerimientos técnicos de estabilidad.
- ☒ Tarazá, Antioquia: se exploró nuevo sitio con el acompañamiento de la administración municipal, debido a que el sitio inicialmente seleccionado no tenía bien definida la titularidad de la propiedad del predio
- ☒ Santa Rosalía, Vichada: acompañamiento desde la fase de revisión y análisis hasta la elaboración de las conclusiones

El SGC elaboró y entregó los informes respectivos, con conclusiones y recomendaciones.

La figura muestra actividades de campo relacionadas con la exploración de estaciones, orientadas a la selección de sitios que satisfagan criterios geodésicos, logísticos, logísticos, seguridad e interferencia de señales.



Figura 123. Proceso de selección de sitios en campo

- Instalación de estaciones

Se realizó la instalación de 9 estaciones geodésicas GNSS permanentes de operación continua, en San Juan de Nepomuceno, San Onofre, Tarazá, El Bagre, Socha, Puerto Lleras, Planadas, Silvia y Suárez.



Figura 124. Instalación estación en San Juan Nepomuceno. Perforación (izq) e instalación de antena (der).

La figura muestra la perforación para la instalación de la base de la antena geodésica así como la antena geodésica instalada.

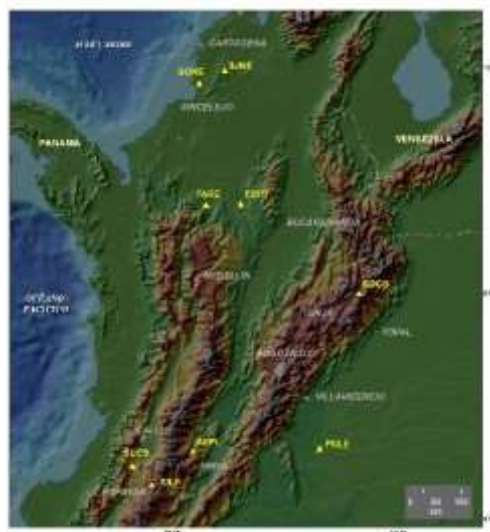


Figura 125. Mapa de localización de estaciones instaladas con el IGAC

La figura muestra el sitio de ubicación de las estaciones que fueron instaladas conjuntamente con el IGAC durante el segundo semestre del año.

- Reuniones de coordinación

Se realizaron diversas reuniones asociadas a los siguientes aspectos:

- ☐ Planeación: definición de actividades a ser ejecutadas, fechas de programación, personal participante, en las etapas de exploración como para la instalación de estaciones.
- ☐ Técnicas y de Cooperación internacional: reuniones conjuntas, con el fin de definir los requerimientos técnicos de:
- ☐ Banco Mundial, “Documento Estandar de adquisiciones, solicitud de ofertas de No Consultoría, (SDO No. CO-IGAC-179625-NC-RFB 260920) relacionadas con el Catastro Multipropósito para la instalación y puesta en operación de un Centro de Control y un Sistema de Gestión para la administración y gestión de las estaciones CORS de la Red GNSS-Colombia, incluida la instalación de 13 nuevas estaciones CORS”.
- ☐ Adquisición de 14 estaciones que serían aportadas por el Reino Unido, en el documento “Especificaciones técnicas para el establecimiento y puesta en operación de la red geodésica de municipios para actualización de información geográfica oficial e implementación del catastro multipropósito en áreas ambientalmente protegidas.”

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

Atendiendo solicitud de la Empresa de Acueducto y Alcantarilla de Bogotá en enero de 2020, se prestó apoyo en el proyecto Modelo geoidal local para la ciudad de Bogotá, aplicando técnicas diversas tales como gravimetría, geología, geotécnica, geodesia y topografía entre otras para la obtención de un modelo matemático que describa de forma precisa la superficie de la ciudad, de gran importancia y utilidad para entidades nacionales y distritales y para la ciudadanía en general.

Dicha solicitud contiene los siguientes componentes.

- a) Suministro de información de los estudios adelantados por el SGC acerca de la subsidencia en la ciudad de Bogotá
- b) Suministro de información geológica en formatos vectoriales y de documentación de referencia
- c) Acompañamiento técnico y asesoría, dada la gran experiencia del proyecto GeoRED, para la selección de sitios e instalación de 6 estaciones permanentes de operación continua

d) Apoyo y asesoría en las actividades de gravimetría para la consolidación de una red gravimétrica local, conectada a puntos de la red geodésica de Bogotá establecida conjuntamente por el SGC con Catastro Distrital.

Para los literales a) y b) se hizo entrega de la información correspondiente. Para el literal d) se entregó la información de las estaciones construidas con el Catastro Distrital; no se participó en la campaña gravimétrica por razones de la pandemia, la cual fue llevada a cabo por una empresa contratista.

Respecto a lo solicitado en el literal c), se realizó trabajo de campo para la exploración, selección e instalación de 6 estaciones permanentes GNSS de operación continua. La figura indica la localización de las estaciones instaladas.

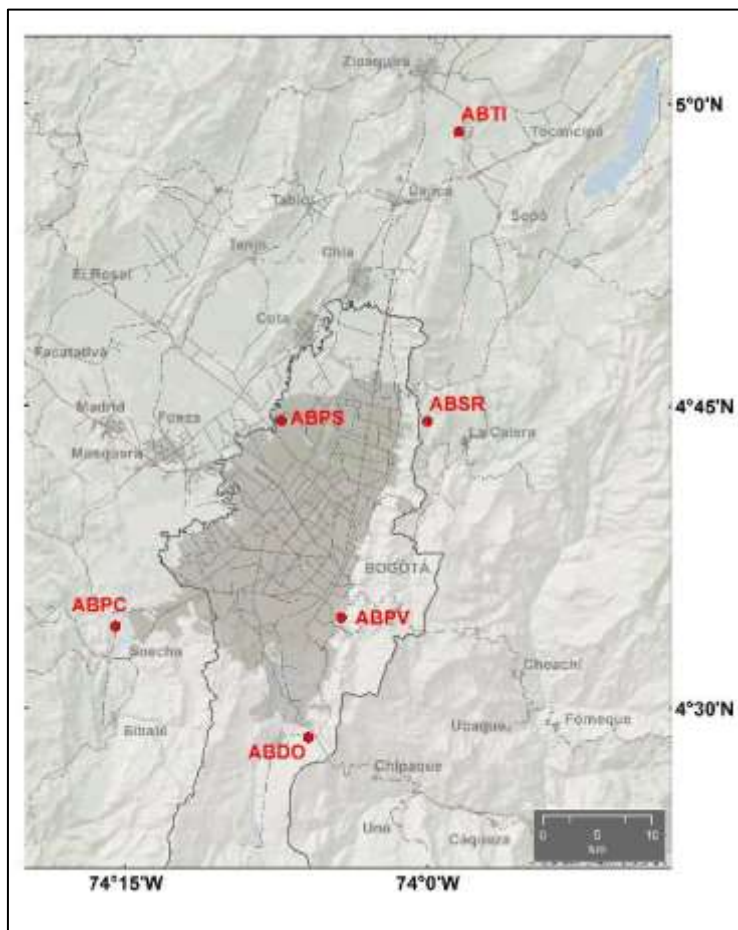


Figura 126. Mapa de localización de estaciones instaladas con la EAAB

La figura muestra la instalación de la estación Wiesner de la represa de San Rafael de la EAAB.



Figura 127. Estación permanente instalada en la represa San Rafael de la EAAB

Se realizó además la materialización de dos estaciones de campo en predios de la PTAR Canoas en el municipio de Soacha y en el Club La Aguadora, al oriente de Bogotá, que servirán de referencia vertical para la ciudad de Bogotá. La selección de estos sitios se realizó de manera conjunta en febrero del 2020. La figura muestra una de estas estaciones.



Figura 128. Estación de referencia vertical en PTAR Canoas

La tabla señala el código asignado, departamento y municipio así como fecha de instalación de las nuevas estaciones; numerales 1 al 9 son estaciones instaladas con el IGAC, y del 10 al 15 con la EAAB.

Tabla 17. Estaciones CORS materializadas año 2020 con IGAC y EAAB

Ítem	Id	Departamento	Municipio	Nombre del lugar	Fecha Instalación
1	SONE	Sucre	San Onofre	Institución educativa técnica agropecuaria San Onofre	17/09/2020
2	SJNE	Bolívar	S. Juan Nepomuceno	Escuela Normal Superior de Montes de María	23/09/2020
3	AEPL	Tolima	Planadas	Aeropuerto Planadas	23/10/2020
4	SILP	Cauca	Silvia	Planta Tratamiento Agua Potable	1/11/2020
5	SUES	Cauca	Suárez	Embalse Salvajina (Sector H - Helipuerto)	6/11/2020
6	EBPT	Antioquia	El Bagre	Planta de Tratamiento el Bagre - Alcaldía	15/11/2020
7	TARZ	Antioquia	Tarazá	Vereda dos Canoas sector Chuichui - Alcaldía	23/11/2020
8	PULE	Meta	Puerto Lleras	Predio Privado	11/12/2020
9	SOCB	Boyacá	Socha	Matadero Municipal	13/12/2020
10	ABTI	Cundinamarca	Tocancipá	Planta de Tratamiento Tibitoc	25/10/2020
11	ABSR	Cundinamarca	La Calera	Planta de Tratamiento Wiesner	12/10/2020
12	ABPS	Cundinamarca	Bogotá	Planta de Tratamiento Salitre	5/10/2020
13	ABDO	Cundinamarca	Bogotá	Planta de Tratamiento el Dorado	5/11/2020
14	ABPC	Cundinamarca	Bogotá	Planta de Tratamiento Canoas	11/11/2020
15	ABPV	Cundinamarca	Bogotá	Planta de Tratamiento Vitelma	17/11/2020

En la figura se observa la ubicación geográfica de la red nacional compuesta por 150 estaciones permanentes de operación continua instaladas por el SGC a la fecha, correspondiente a las estaciones de la red activa del proyecto GeoRED y las de propiedad de otras instituciones, incluidas las estaciones instaladas en el presente año.

El tipo de monumentación de las estaciones que emplea el SGC permite la utilización de los datos con diversos propósitos, en especial geodinámicos.

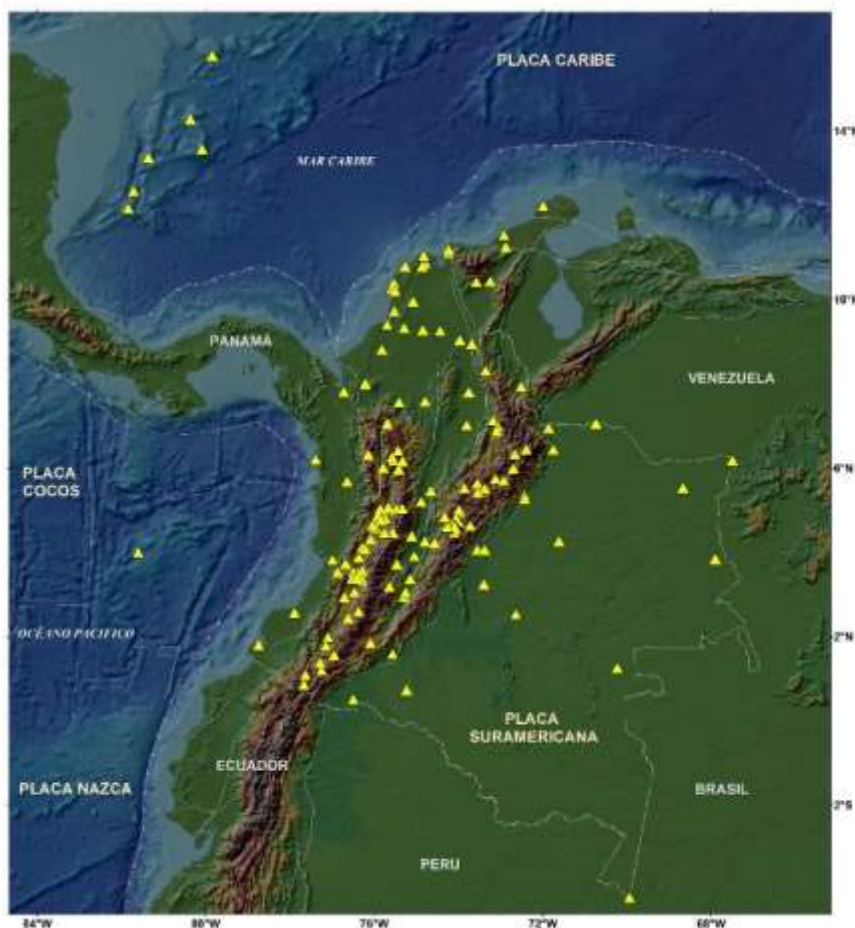


Figura 129. Mapa localización estaciones CORS

Se señala que todas las estaciones instaladas han sido objeto de análisis previo de semepeño en el Banco de pruebas de GIGE, único en el país, figura.



Figura 130. Arreglo de antenas en el Banco de pruebas

Procesamiento Científico De Información Geodésica y Asociada

Se describen las actividades relacionadas con el procesamiento, empleando software científico, de datos geodésicos.

Posicionamiento GNSS de alta precisión

Durante el año 2020, se realizó el procesamiento científico de posicionamiento GNSS de alta precisión de los datos de las estaciones geodésicas de redes activas, correspondientes a estaciones permanentes de operación continua (CORS), y redes pasivas, que están compuestas por estaciones de campo con toma de datos bajo la modalidad de campañas episódicas.

- Estaciones CORS: ubicadas en la esquina noroccidental de Suramérica, sureste de Ceotroamérica y región Caribe, cuyos datos corresponden a las redes de GeoRED y de los observatorios vulcanológicos y sismológicos del Servicio Geológico Colombiano, red global IGS (International GNSS Service), redes de países vecinos como Ecuador, Panamá y Venezuela, red del Caribe conocida como COCONet COCONet (Continuously Operating Caribbean GPS Observational Network).
- Estaciones de campo: estaciones distribuidas en el territorio nacional, cuya toma de datos se realiza en determinados períodos de tiempo durante 120 horas continuas, bajo la modalidad de campañas de campo.
- El procesamiento científico de datos tiene una serie de etapas que se ejecutan de manera secuencial, así:

Datos de estaciones geodésicas GNSS

Esta etapa corresponde la obtención de datos, insumo esencial del proyecto, bajo las siguientes características:

- Descarga directa de datos en formato propio del receptor: obtenidos en estaciones que son propiedad del SGC, tanto de GeoRED como de los observatorios vulcanológicos, o de instituciones nacionales que proporcionan los datos a GeoRED
- Datos en formato universal RINEX (Receiver INdependent EXchange): obtenidos en estaciones de redes internacionales localizadas en Ecuador, Venezuela, Centroamérica, Caribe y otros países, operadas por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Quito (Ecuador), el proyecto Autoridad del Canal de Panamá, y del IGS (International Geodynamics Service).

Los datos de las estaciones geodésicas de GeoRED, obtenidos en el formato propio de cada receptor instalado dependiendo del fabricante, son convertidos al formato

universal RINEX mediante el uso de la herramienta TEQC (Translating, Editing, Quality Check) desarrollada por UNAVCO.

En el 2020 se procesaron 94.666 archivos en el formato universal RINEX, que fueron generados directamente por el GIGE u obtenidos de otras entidades, como se señaló anteriormente, cuya distribución se aprecia en la tabla .

Tabla 18. . Datos RINEX generados o descargados de estaciones CORS para inclusión en el procesamiento

RED	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
IGS	253	912	7528	912	574	1205	572	772	11336	904	450	1290	26708
Ecuador	64	127	68	4071	50	91	1413	322	2045	345	230	372	9198
Panamá	148	56	114	95	59	107	45	92	67	68	33	60	944
Venezuela	30	39	117	105	64	125	76	105	60	114	63	105	1003
COCONet	70	2289	1204	352	250	376	197	277	594	219	146	279	6253
GeoRED	1219	2839	3011	2468	2734	3266	1629	2833	6001	5330	2299	2959	36588
Observatorios		519	104	197	146	141	70	41		9065	362	453	11098
IGAC	113	329	61						724	79	125	190	1621
ACUEDUCTO			773						723	57			1553
TOTAL	1897	7110	12980	8200	3877	5311	4002	4442	21550	16181	3708	5708	94966

Adicionalmente, se generaron 46 archivos RINEX diarios correspondientes a datos de 11 estaciones de campo obtenidos en la única campaña de campo que se realizó en el 2020.

Análisis de calidad de datos geodésicos

El análisis de calidad de datos GNSS se realiza para las estaciones permanentes de GeoRED y de Ecuador (Escuela Politécnica de Quito - ESPONA), así como para las estaciones de campo de GeoRED, mediante el uso del software TEQC (Translation, Editing, Quality Check).

Dicho análisis de calidad de los datos abarca la adquisición, integridad, verificación del tamaño de los archivos, la identificación de las variaciones del efecto de multipath sobre L1 y L2, el número de observaciones, número de saltos de ciclo, valores estadísticos y recepción de señales.

Para ilustrar el análisis de la calidad, se toma como ejemplo una de las características que se tiene en cuenta, la verificación de la cantidad de observaciones detectadas en el receptor. Así, se tomaron los archivos RINEX de la estación HITU, que forma parte de la red de observación geodésica instalada por el SGC en la zona del proyecto Hidroeléctrico de Ituango, para todo el período de observación hasta el 2020. La figura muestra el número de observaciones diarias registradas en HITU.

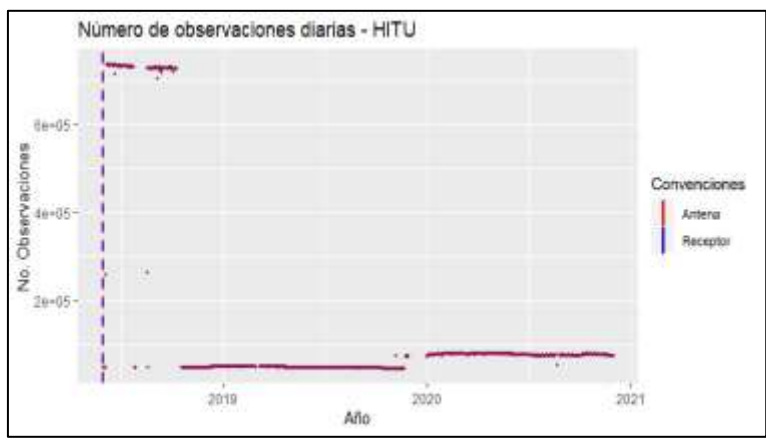


Figura 131. Número diario de observaciones recibidas.

La figura muestra la variación en el tiempo del número de observaciones por el cambio de la tasa de muestreo. Entre junio y octubre de 2018, se obtuvieron observaciones diarias superiores a 700.000, con una tasa de muestreo de datos GNSS de 1". Al reducirse la tasa de muestreo a 15" y solo la señal GPS, el número de datos diarios se disminuyó a 40.000. En noviembre de 2019 se incrementó el número de observaciones, al activarse las señales de la constelación GLONASS, manteniéndose la misma tasa de muestreo. Se observa además que esta estación ha experimentado interrupción en la recepción de datos.

Otro ejemplo lo constituye el análisis del RMS en multipath en la frecuencia L1, como se aprecia en la figura. El promedio de la variación de RMS de MP1 es de 0,442 metros, valores óptimos teniendo en cuenta que dentro de los parámetros del International GNSS Service debe ser < 0,5 metros.

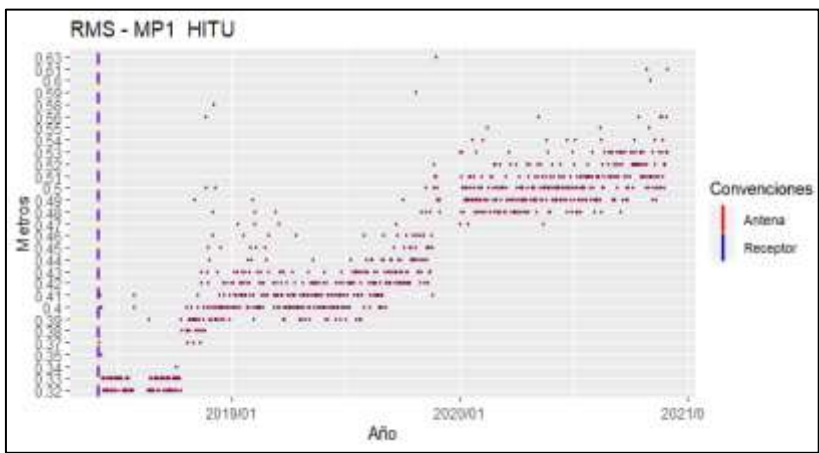


Figura 132. Valores RMS en MP1.

Para el análisis de calidad de datos se usan diversas técnicas que permitan evaluar a lo largo del tiempo el comportamiento del instrumental geodésico. Para ello se generan diversas graficas que permitan evaluar las variaciones a lo largo del tiempo de cada una de las variables a estudiar, con el fin de generar posibles alertas acerca del funcionamiento de los equipos y así ejecutar acciones efectivas de mantenimiento.

Durante el 2020 se generaron 41.656 archivos de análisis de calidad de datos, discriminados en la tabla .

Tabla 19. Archivos de análisis de calidad de datos geodésicos GNSS

Estaciones	Archivos Análisis de calidad
Estaciones CORS GeoRED	36026
Ecuador ESPONA	5510
Estaciones Campo GeoRED	120
TOTAL	41656

Descarga de insumos de centros internacionales.

Para realizar el procesamiento científico de datos GNSS es necesario descargar previamente insumos tales como órbitas corregidas, modelos de troposfera (VMF1), y archivos ionosféricos. La tabla muestra los 21.900 archivos de insumos descargados para el procesamiento.

Tabla 20. Insumos descargados para el procesamiento

INSUMO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Órbitas finales GIPSY 6.3	620	580	620	600	620	600	600	620	600	620	600	620	7300
Órbitas finales GIPSY-X 1.3	713	667	713	690	713	690	690	713	690	713	690	713	8395
Archivos troposféricos	496	464	496	480	496	480	480	496	480	496	480	496	5840
Archivos ionosféricos	31	29	31	30	31	30	30	31	30	31	30	31	365
TOTAL	151	163	163	143	135	135	129	125	159	195	162	165	21900

Procesamiento científico de datos diarios GNSS.

Para el procesamiento de datos GNSS en el 2020, se hizo uso de dos versiones del software científico desarrollado por JPL-CALTECH-NASA de Estados Unidos, GIPSY-OASIS v6.3 y Gipsy-X v1.3, instalados en servidores diferentes empleados por el SGC en el Laboratorio Geodésico Internacional en virtud de convenio de cooperación.

La razón de utilizar las dos versiones estriba en la transición que se está adelantando en la actualización del Marco de Referencia Internacional, de ITRF2008 a ITRF2014, en los cuales se expresan las coordenadas geocéntricas 3D y las respectivas velocidades geodésicas. Los resultados de este procesamiento constituyen el insumo fundamental para adelantar los procesos orientados a la aplicación específica de la geodesia espacial GNSS en el estudio y análisis del estado actual de la deformación de la corteza terrestre en el territorio colombiano y regiones vecinas bajo el concepto de geodesia tectónica, así como para otras aplicaciones con propósitos múltiples, relacionadas con estudios atmosféricos y del nivel del mar.

El procesamiento de las estaciones geodésicas es una tarea que se realiza diariamente, involucrando diferentes etapas. La tabla señala las estaciones que se procesaron, de acuerdo a la red a la que pertenecen, indicándose el promedio mensual para cada una de dichas estaciones.

Tabla 21. Estaciones procesadas diariamente clasificadas por mes

RED	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
IGS	24	27	28	28	22	26	23	23	26	25	22	23
Ecuador	12	13	9	9	3	3	14	11	14	13	13	13
Panamá	4	4	5	3	3	4	3	3	3	4	2	2
Venezuela	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
COCONet	7	11	12	10	10	10	8	8	8	9	7	9
GeoRED	99	96	97	83	90	85	74	74	99	123	96	96
Observatorios		8	5	7	4	4	4	3		13	13	13
IGAC	2	1	1						3	3	6	6
ACUEDUCTO			3						3	2		
TOTAL	151	163	163	143	135	135	129	125	159	195	162	165

Tabla 22. Distribución de estaciones CORS por país procesadas en el GIGE

País	No. Estaciones	País	No. Estaciones
Colombia	150	Martinica	1
Ecuador	25	Islas Virgenes	1
Panamá	7	Nicaragua	2
Venezuela	4	Honduras	2
Puerto Rico	3	Guatemala	1
República Dominicana	3	Costarica	1
Cuba	1	El Salvador	1
Jamaica	3	Guadalupe	1
Islas Caimán	2	Grenada	1
Aruba	2	Santa Lucía	1
Antigua & Barbuda	1	Bahamas	1

La tabla señala la distribución de las estaciones CORS por país, cuyos datos son procesados por el Laboratorio Geodésico Internacional de GIGE de conformidad con el

mapa de la figura , que indica la localización de dichas estaciones. Solo se representan las estaciones localizadas en las regiones cercanas a Colombia; no se incluyen, para facilidad de visualización, las estaciones IGS ubicadas en otros continentes y que son empleadas en el procesamiento.

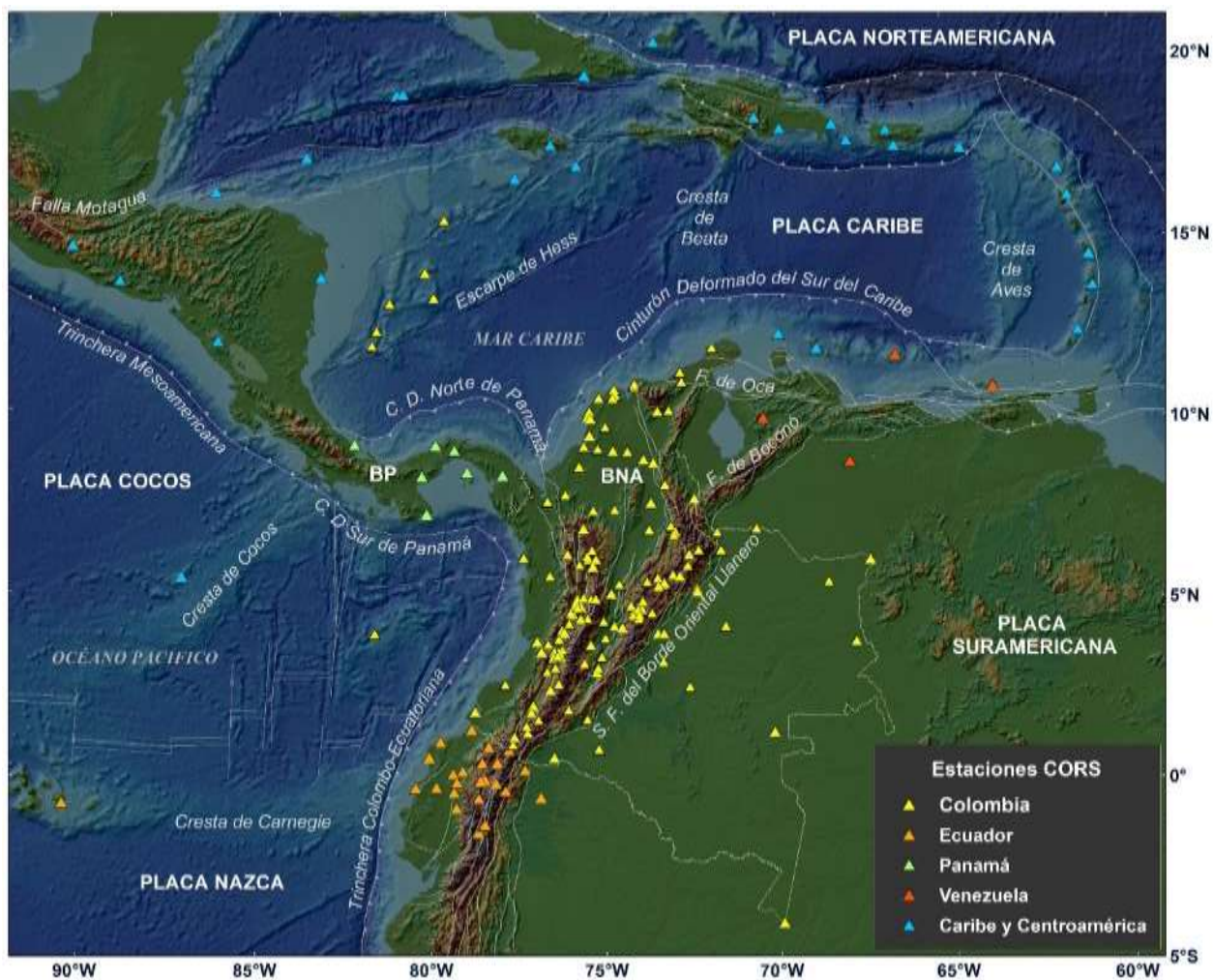


Figura 133. Estaciones CORS procesadas en el Laboratorio Geodésico Internacional del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales

Procesamientos especiales

Un caso especial del procesamiento lo constituye el que se realiza debido a la ocurrencia de un sismo en particular, y puede ser procesamiento estático y procesamiento cinemático. En el 2020 se realizó este tipo de procesamiento para establecer posibles desplazamientos co-sísmicos asociados a los sismos del 24 de diciembre de 2019 y 15 de abril de 2020.

Series geodésicas de tiempo

Las técnicas geodésicas espaciales son una herramienta esencial para la medición y deformación de la corteza terrestre. Estas mediciones permiten no solo determinar el movimiento de placas tectónicas, sino constreñir algunas consideraciones en la reología de la corteza terrestre y el manto, analizar la cinemática en fallas activas, monitorear el ciclo sísmico, determinar deformaciones y tasas de deformación superficiales, entre varios campos de aplicaciones geológicas (Dixon, 1991). Así, las velocidades geodésicas y sus incertidumbres son derivadas de mediciones repetitivas en el tiempo de la posición de las estaciones geodésicas.

El propósito esencial en la generación de las series de tiempo es poder realizar un análisis confiable del comportamiento en las tres componentes en una estación geodésica, por lo cual es necesario tener en cuenta algunos parámetros en el procesamiento. Algunos de ellos, empleados en el GIGE son:

- ☐ Señal estacional y señal media estacional
- ☐ Época de referencia
- ☐ Rango intercuartil
- ☐ Desplazamientos (offsets)
- ☐ Análisis de ruido
- ☐ Verificación de modelo de ruido
- ☐ Diagrama espectral de potencia (PSD)

Las posiciones de las estaciones a través del tiempo corresponden a las soluciones diarias obtenidas para cada día GPS en el procesamiento científico de datos GNSS, las cuales son expresadas en coordenadas geocéntricas X, Y, Z. Estas coordenadas ECEF son transformadas en coordenadas topocéntricas, que permiten que los cambios diarios en las coordenadas puedan ser expresados en términos de desplazamientos locales en las componentes Norte, Este y Up (NEU) con respecto a una posición en una época inicial.

Las coordenadas NEU son preparadas en el formato requerido por el software de generación de series geodésicas de tiempo denominado HECTOR, (Bos et al, 2012), desarrollado por SEGAL (Space & Earth Geodetic Analysis Laboratory), centro de investigaciones geodésicas conformado por la cooperación entre la Universidad del Interior de Beira (UBI) y el Instituto Geofísico Infante D. Luiz (IDL) de Portugal.

HECTOR es un software especializado para el estudio de series geodésicas de tiempo, que permite estimar la línea de tendencia en series de tiempo con correlaciones temporales de ruido, empleado por el GIGE mediante acuerdo de cooperación técnica. Es un software dinámico que solo acepta ruido estacionario con propiedades de ruido

constantes, lo cual permite operaciones matriciales rápidas, en beneficio de la disminución en el tiempo de procesamiento.

A partir de las soluciones diarias generadas con el software de procesamiento de datos GNSS, se generaron las series de tiempo de 102 estaciones geodésicas permanentes de operación continua (CORS). La generación de series de tiempo está condicionada en términos de calidad, a la construcción adecuada de la infraestructura física que soporta la antena GNSS que permita la reducción de los niveles de ruido, así como la cantidad de datos observados. Con respecto a la cantidad de datos requeridos para garantizar series de tiempo confiables, el GIGE, sigue las recomendaciones de expertos internacionales adoptado un período mínimo de 2,5 años. Por tal motivo, es de esperarse que no todas las estaciones que componen una red son objeto de generación de series de tiempo para su posterior utilización en la determinación de velocidades. El avance del análisis efectuado permitió la elaboración del Informe de Producto No Oficializable ID83859.

Se incluyó además el análisis geodésico en la red de 5 estaciones geodésicas GNSS permanentes de operación continua instaladas por personal del GIGE, figura , atendiendo solicitud de apoyo del Ministerio de Minas y Energía debido a la emergencia presentada en el proyecto Hidroeléctrico de Ituango, personal del GIGE, previa concertación con EPM, apoyo de las empresas Integral S.A., Consorcio Constructor CCC y del grupo de la interventoría INGETEC.

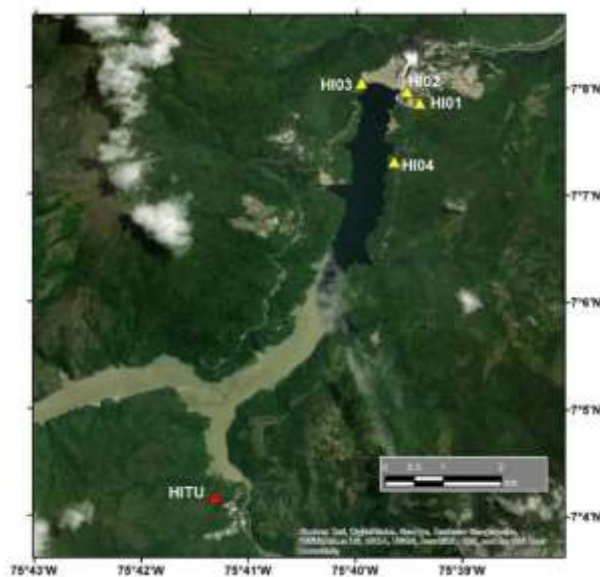


Figura 134. . Red de estaciones GNSS permanentes de operación continua instaladas por el SGC en la zona del proyecto Hidroeléctrico de Ituango.

Tensores de esfuerzos

Para el proyecto Investigaciones Geodésicas espaciales con propósitos geodinámicos, el objetivo de calcular mayor número de mecanismos focales y tensores de esfuerzo en el territorio colombiano está relacionado con el reconocimiento de los estados de esfuerzos actuales y sus valores relativos de deformación frágil en las diferentes fuentes sísmogénicas. Esta información puede ser comparada con los cálculos de velocidad cortical y campos de esfuerzos utilizando series temporales GNSS y ser correlacionada con los datos de velocidades horizontales relativas en el territorio colombiano.

Para aumentar la información de la base de datos de mecanismos focales que se requieren de las zonas de estudio, se realizó la instalación del programa Matlab y el módulo ISOLA para Windows, y en noviembre de 2020, se participó en un curso teórico-práctico virtual del manejo del programa ISOLA dictado por la Universidad de Brasilia con la participación de los desarrolladores del programa. Aunque existen otros programas de inversión, la diferencia con este programa es la versatilidad para modelar los espacios de generación de rupturas, la geometría de la ruptura y la posibilidad de modificar los modelos de velocidades. Además, tiene una nueva herramienta que permite el cálculo del tensor de momento con la envolvente de sismos con magnitudes entre 3 y 5, mientras que otros programas de inversión son cerrados y parten de modelos a priori que no se pueden modificar.

Para los sismos que ocurren a lo largo de la falla Algeciras, se tiene un modelo de velocidades de corteza, el cual será de gran utilidad para mejorar la calidad de los resultados de la inversión de los sismos de esta zona. Con este modelo de velocidades se relocalizaron los sismos a lo largo de la Falla Algeciras. Durante el 2020, se realizaron algunos cálculos preliminares de tensores de momento sísmico para dos sismos de la zona de Algeciras.

En cuanto a los tensores de esfuerzos, se hizo cálculo preliminar para varias zonas sísmogénicas del país a partir de los mecanismos focales y tensores de momento sísmico de la base en los datos de la RSNC. Aunque ocurren gran cantidad de sismos en el territorio colombianos, solamente un porcentaje muy bajo, alrededor del 20% solamente presentan magnitudes mayores a 4, lo cual dificulta la obtención de suficientes datos confiables para el cálculo de tensores de esfuerzos locales.

Dentro de estos resultados se aclara que para el factor de forma cercano a 0,5 se consideran tensores de esfuerzos estables (color azul), mientras que tensores con valores cercanos a 0 y a 1 se consideran tensores con permutaciones potenciales (color naranja), lo cual ocurre después de eventos sísmicos importantes.

Por lo anterior, se requiere aumentar la base de datos de mecanismos focales y de tensores de momento sísmico para cada región de estudio con un mínimo de 10 datos para calcular tensores de esfuerzos reducidos. Con ellos se identificarán los regímenes frágiles de esfuerzos actuales (deformación R') y los valores relativos de la dirección de acortamiento horizontal por región. Hasta el momento se han calculado tensores de esfuerzos preliminares por regiones para sismos con magnitudes entre 3 y 6, tabla .

Tabla : Cálculos preliminares de tensores de esfuerzos en diferentes zonas del territorio colombiano y zonas fronterizas.

Región	Mecanismos focales y tensores de momento (No)	R (Factor de forma)	R'	Tipo de régimen	Calidad del calculo
Providencia; San Andrés	18	0,85	1,17	Transcurrente	A
Planadas, Tolima	11	0,56	1,44	Transcurrente	B
Uramita, Chocó	10	0,57	1,43	Oblicuo	B
Algeciras, Huila	10	0,66	1,34	Transcurrente	A
Panamá y Chocó	8	0,36	2,36	Compresivo	B
Colombia, Huila	7	0,30	1,52	Transcurrente	C
Panamá, Sur	5	0,87	1,13	Transcurrente	C
Mesetas, Meta	5	0,76	1,24	Oblicuo	C
Cabo Corrientes	5	0,30	2,3	Compresivo	C
Centro F Romeral	5	0,12	2,12	Oblicuo	C

Debido al aislamiento decretado por la pandemia del COVID-19, no fue posible realizar las actividades de campo programadas durante la vigencia 2020 y necesarias para llevar a cabo la estimación de tasas de movimiento a partir de métodos neotectónicos y geofísicos en la región de la Falla de Algeciras. Sin embargo, fue posible reinterpretar datos obtenidos previamente a partir de análisis geomorfológicos y excavaciones paleosismológicas sobre la Falla de Algeciras, a partir de los cuales se pudieron calcular tasas de desplazamiento de 4,5 mm/año y entre 0,7 y 0,8 mm/año respectivamente, para dicha estructura.

ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y GENERACIÓN DE MODELOS

Se presentan los resultados y actividades realizadas en el análisis e interpretación de dichos resultados y generación de modelos asociados a campos de velocidades, desplazamientos co-sísmicos y de la integración de datos GPS con anisotropía sísmica.

Coordenadas geodésicas

Se realizó la determinación de las coordenadas X, Y, X, expresadas con respecto al centro de masa de la Tierra en virtud del Marco Internacional Terrestre de Referencia-ITRF2014 de 259 estaciones, que incluye las estaciones que están representadas en la figura, así como otras que están por fuera del área de dicho mapa, que son estaciones del IGS. La posición diaria X, Y, Z de las estaciones son el punto de partida para la generación de las series de tiempo, y a partir de ellas, la estimación de las velocidades con respecto a ITRF2014, por lo cual es el insumo fundamental en este proyecto. Se elaboró un documento Producto No Oficializables ID87921 en el cual se brinda ilustración detallada del proceso a seguir para la obtención de las coordenadas geocéntricas 3D.

Velocidades geodésicas

La esquina noroccidental de Suramérica, el sureste de Centroamérica y la placa Caribe corresponden a un límite amplio de placas. La actividad tectónica y volcánica en esta zona es el resultado de la interacción de las placas oceánicas de Nazca, Caribe y Cocos, y la placa continental de Suramérica, así como los bloques Norte de los Andes, Maracaibo, Chocó y Panamá acuñadas entre ellas, como ha sido expuesto en diversos estudios, figura . En el contexto de la tectónica de placas, no hay otra parte en el mundo en la cual exista una gran placa tectónica oceánica subduciendo por debajo de otra gran placa, tipo continental, a lo largo de una fosa de aproximadamente 6.000 km, como es el caso de la subducción de la placa de Nazca por debajo de Suramérica.

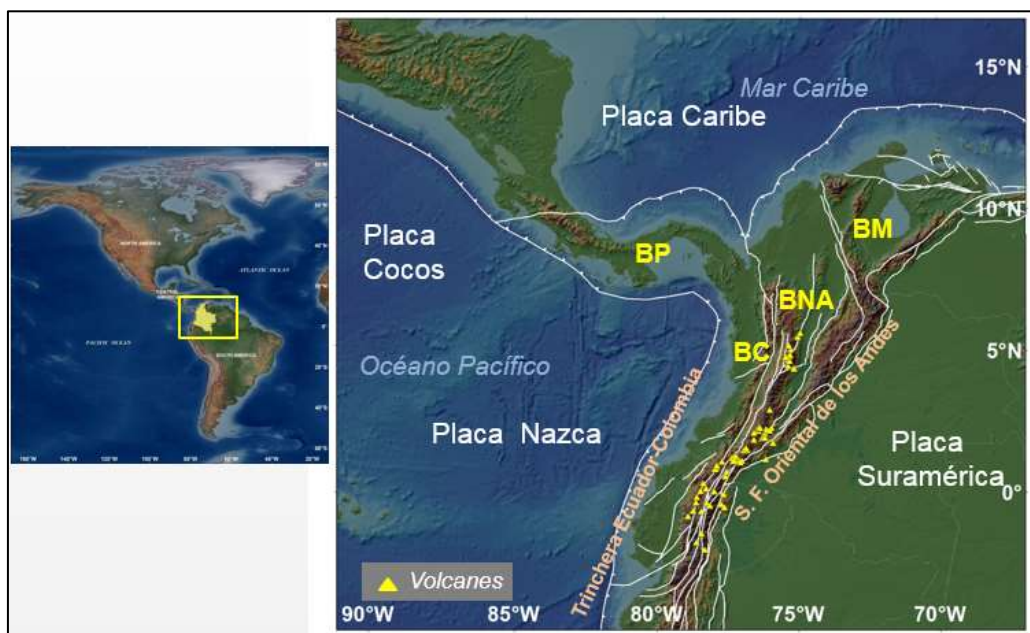
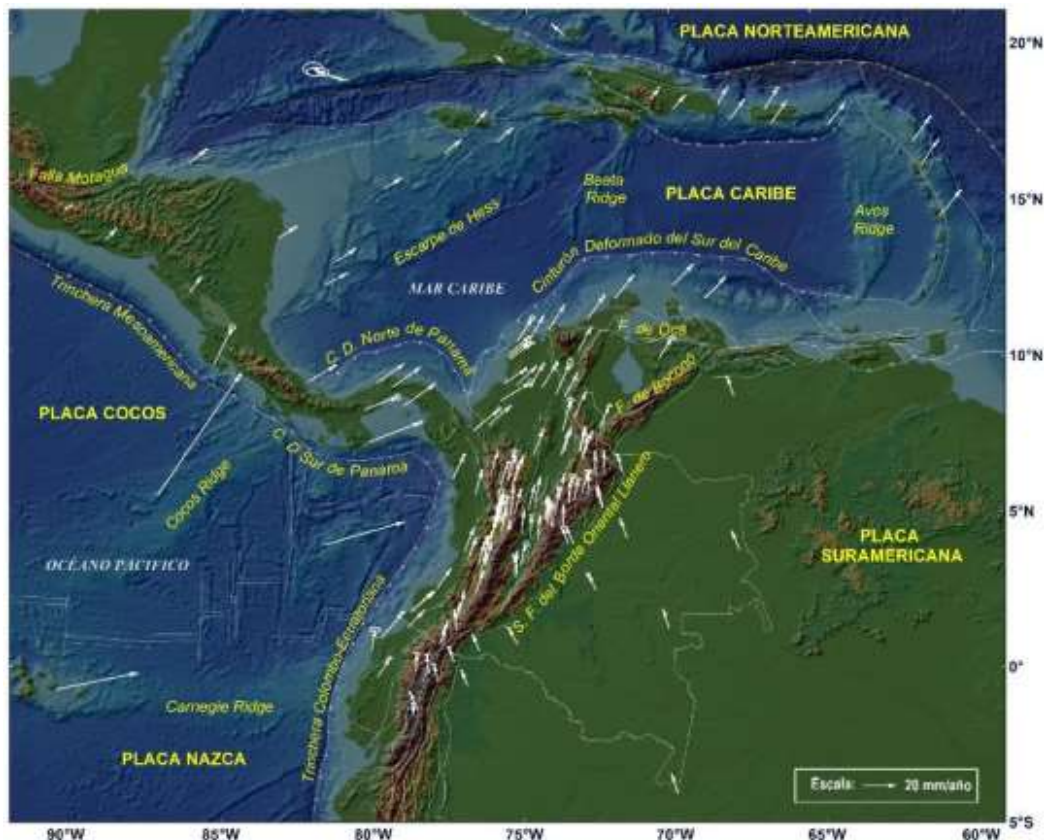


Figura 135. Marco tectónico regional de la zona de estudio

Durante la vigencia 2020, se actualizó el campo de velocidades geodésicas GNSS a partir de los datos obtenidos en las estaciones GNSS de operación continua localizadas en el territorio colombiano así como en Ecuador, y varios países de Centroamérica, Venezuela y la región Caribe. Se efectuó la transición en el marco de referencia para la expresión de las coordenadas así como de los vectores de velocidad, pasando de ITRF2008 a ITRF2014. La actualización del software de procesamiento, pasando de la versión 6.3 de GIPSY-OASIS II a la versión 1.3 de Gipsy-X, desarrollados por JPL-CALTEC-NASA, implicó el uso de nuevos productos de precisión como insumos a la nueva versión del software de procesamiento. Sin embargo, fue necesario continuar con el procesamiento en ambas versiones para efectos de comparación de resultados y analizar las posibles discrepancias que afectarían a las series de tiempo y por ende a la determinación de las velocidades. Mediante el uso del software HECTOR se generaron las respectivas series de tiempo. Las velocidades geodésicas y sus incertidumbres son derivadas con precisión de las mediciones repetitivas en el tiempo de la posición de las estaciones geodésicas, que constituyen las series geodésicas de tiempo, generalmente basadas en posiciones expresadas en las tres componentes.



al igual que algunas estaciones de la red global IGS, incluyendo la estación BOGT, instalada conjuntamente entre NASA y el SGC en noviembre de 1994.

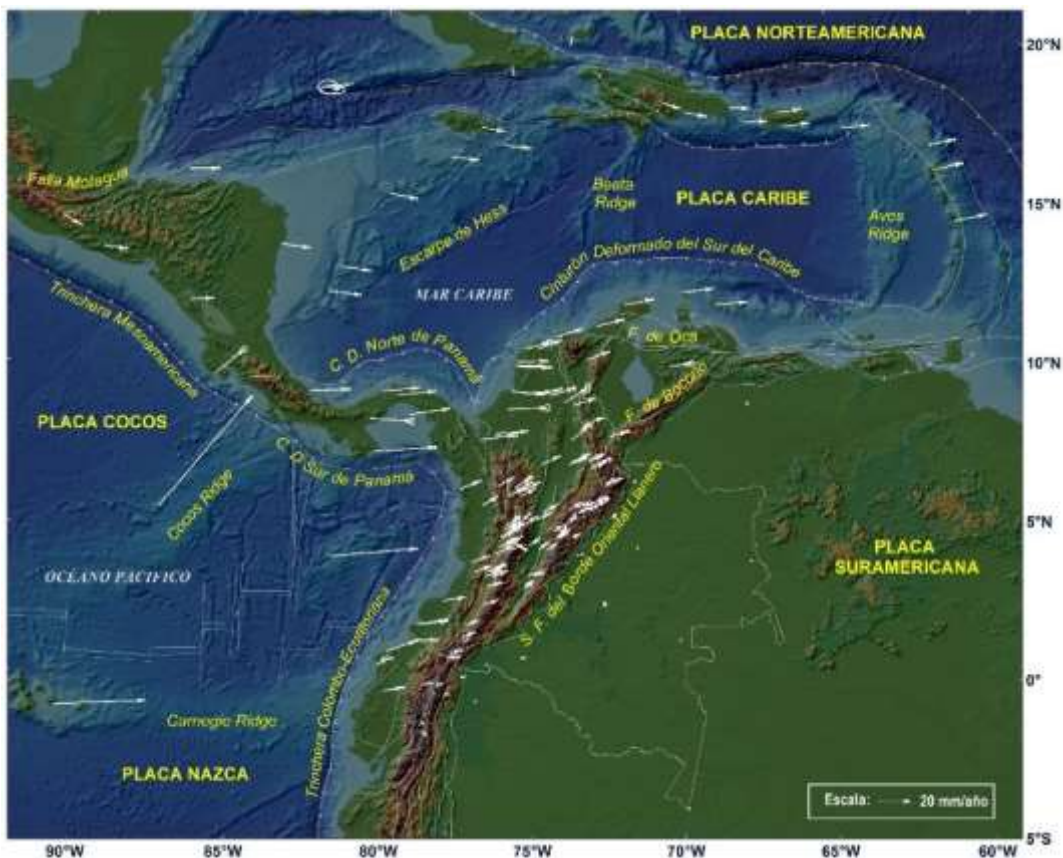


Figura 137. Mapa de velocidades de estaciones procesadas con respecto a la placa Suramérica

La figura muestra el campo de velocidades geodésicas expresadas con respecto al Marco Internacional Terrestre de Referencia TRF2014, de las estaciones procesadas en el Laboratorio Geodésico Internacional del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales de la Dirección de Geoamenazas. Se aprecia la subducción oblicua de la placa de Nazca y el movimiento en dirección noroeste de las estaciones localizadas sobre la placa suramericana. A su vez, la figura muestra la misma región pero las velocidades son expresadas con respecto a la placa Suramérica empleando el apropiado polo de Euler. De manera similar, se estimaron las velocidades de las mismas estaciones pero ahora con respecto a la placa Caribe.

Para el territorio colombiano, se generaron los respectivos campos de velocidades a partir de las estaciones CORS, incluyendo además las estaciones de campo por regiones que han sido objeto de toma de datos mediante la ejecución de campañas de campo, con períodos de observación por campaña-estación de 120 horas aproximadamente, empleando sistema de montaje de altura constante (spike-mount) de un metro. La

estimación de las velocidades en las estaciones CORS tiene como tiempo mínimo de observación un rango de 2,5 años de datos, mientras que la estimación de las velocidades de las estaciones de campo requieren un tiempo mínimo de observación de por lo menos 4 campañas por estación. Aún así, las elipses de error de los vectores de velocidad en las estaciones de campo son mayores que los de las estaciones CORS; la figura muestra el mapa índice del campo de velocidades que fueron generados.

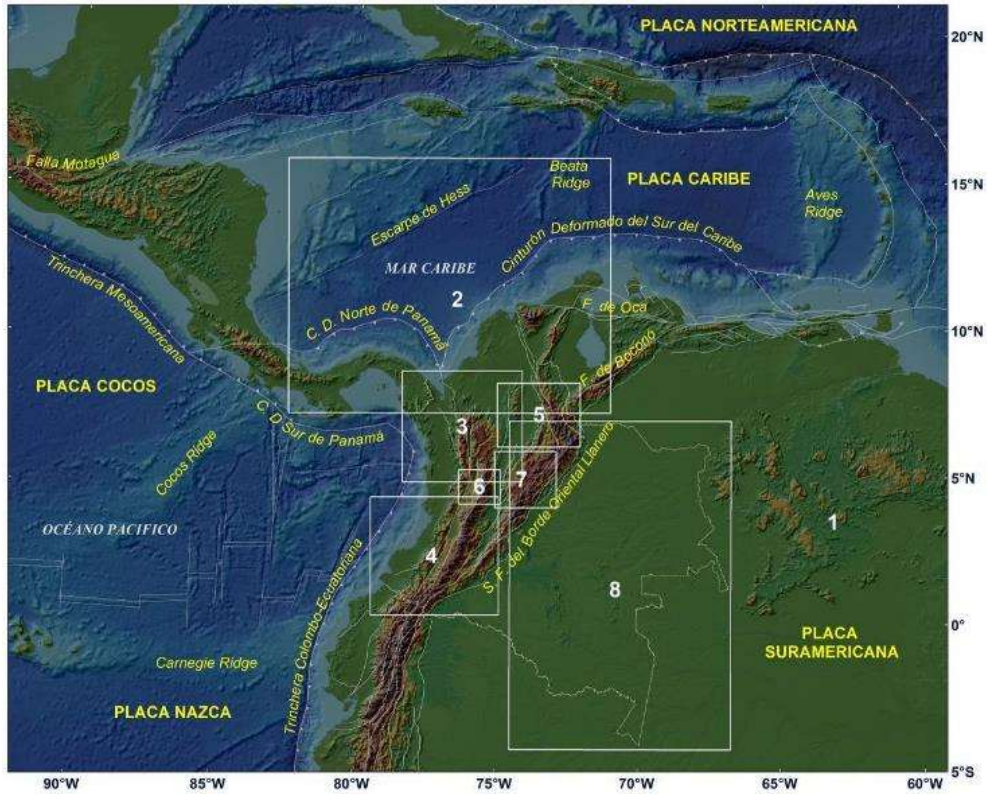


Figura 138. Mapa índice de mapas de velocidades de estaciones geodésicas de Colombia con respecto a IRF2014

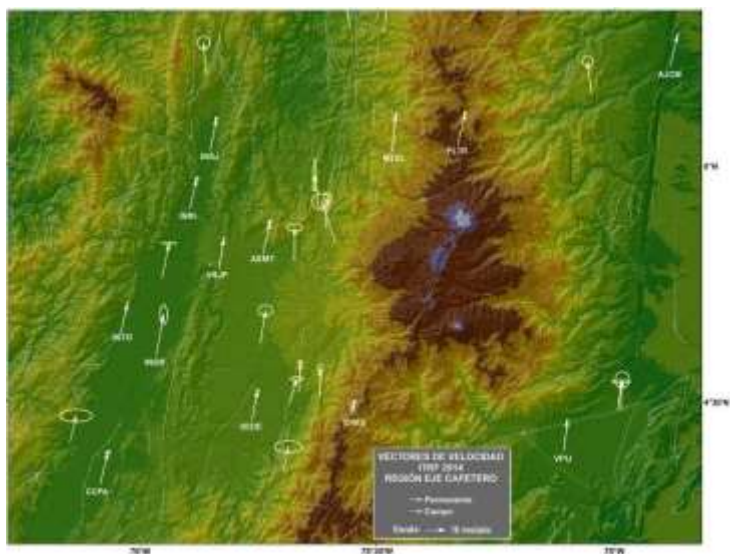


Figura 139. Mapa de velocidades de la región Eje Cafetero con respecto a IRF2014. Como apoyo al monitoreo geodésico en el proyecto hidroeléctrico de Hiroituango, se generaron series de tiempo y mapas de velocidad preliminares, figura.

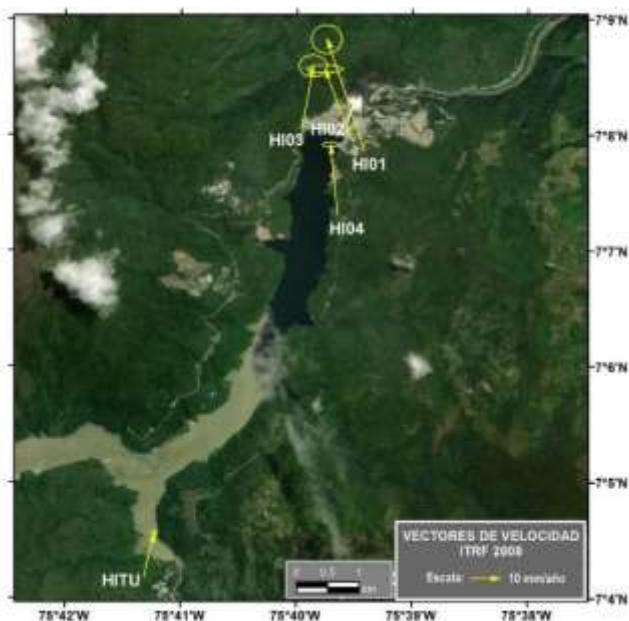


Figura 140. . Velocidades geodésicas horizontales GPS en estaciones de monitoreo.

Para efectos de comparación, se generó el campo de velocidades regional donde se encuentra el proyecto hidroeléctrico de Ituango, incluyendo estaciones permanentes geodésicas GPS de operación continua y estaciones de campo de ocupación episódica bajo la modalidad de campañas de campo, figura . Documento metodológico del procedimiento realizado, así como análisis de series de tiempo y velocidades geodésicas

e interpretación preliminar de resultados fue entregado a finales del mes de diciembre a personal de geodesia encargado del monitoreo por parte de Empresas Públicas de Medellín.

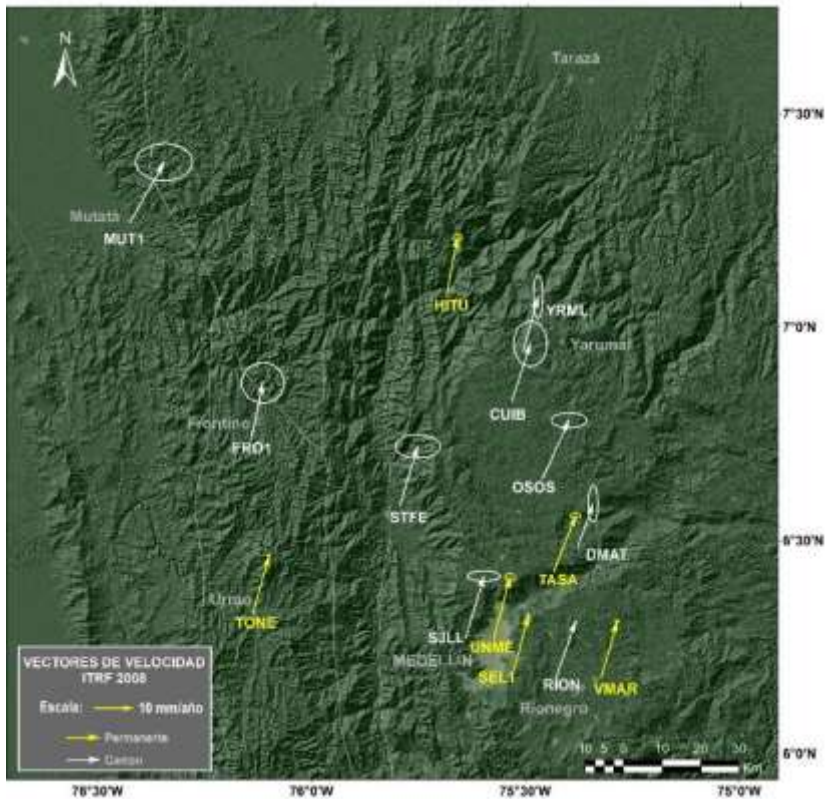


Figura 141. Campo regional de velocidades geodésicas horizontales GPS de la región de Antioquia donde se encuentra el proyecto hidroeléctrico de Ituango. Vectores en amarillo corresponden a estaciones permanentes y vectores blancos a estaciones de campo. HITU es la estación incorporada a la red nacional de estaciones geodésicas permanentes con propósitos geodinámicos.

Finalmente, es importante tener en cuenta que las velocidades geodésicas GNSS suministran:

- a) Velocidades superficiales de corteza en un marco de referencia global, o con respecto a un bloque, realizado a través de un conjunto de estaciones, y
- b) Deformación dependiente del tiempo (estaciones de operación continua y series de tiempo)

También es necesario establecer qué se puede esperar de los resultados geodésicos, los cuales se pueden clasificar en dos aspectos esenciales, y corresponde hacia dónde están orientados los esfuerzos dentro del proyecto, y son:

- ☐ Velocidades seculares
 - a) Condiciones cinemáticas de límites alrededor de zonas de deformación
 - b) Regímenes de deformación a través de zonas de deformación y su relación con modelo global de placas: modelos dinámicos
 - c) Tasas de desplazamiento a lo largo de fallas activas
 - d) Profundidad de bloqueo, distribución espacial de acoplamiento, que es una restricción en la determinación de la amenaza sísmica.

- ☐ Deformación dependiente del tiempo
 - a) Desplazamiento co-sísmico: localización, distribución del desplazamiento, momento
 - b) Deformación co-sísmica: desplazamientos posteriores, relajación viscoelástica
 - c) Detección y cuantificación de eventos de deslizamiento sísmico lento

Con respecto al campo de velocidades geodésicas, se generó un documento No Oficializable, ID83858 en el cual se presentan los detalles correspondientes en su estimación.

Estimación de desplazamientos co-sísmicos a partir de datos geodésicos GPS.

Como se mencionó anteriormente, se realizó procesamiento geodésico en estaciones localizadas relativamente cerca a la localización epicentral de sismos.

Sismo del 24 de diciembre de 2019.

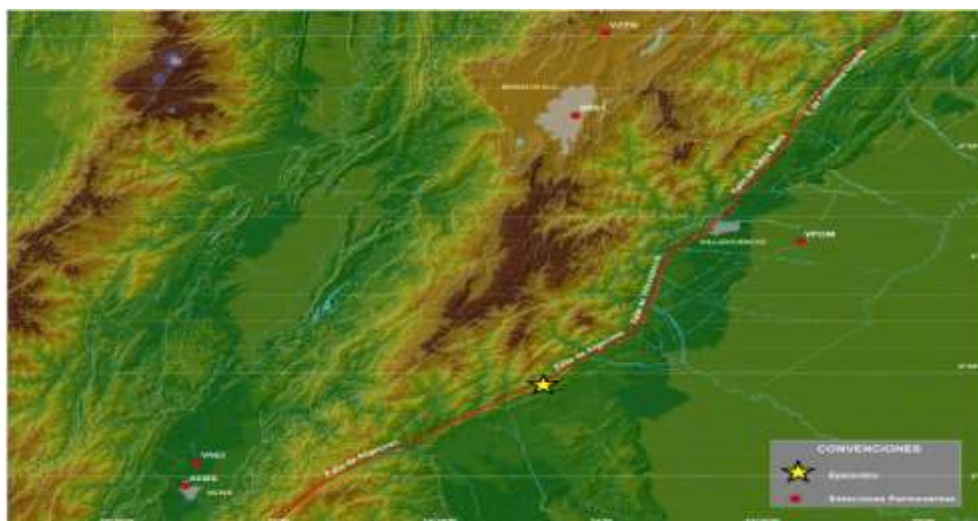


Figura 142. Localización epicentral del sismo y de estaciones GPS permanentes

El sismo del 24 de diciembre de 2019, ocurrido a las 14:03:55 hora local con epicentro en Mesetas, Meta, con magnitud Mw 6,0, fue localizado por el Servicio Geológico

Colombiano en las coordenadas de latitud 3,461° N y longitud 74,184° W, con una profundidad de 13 kilómetros.

Las estaciones geodésicas consideradas para el análisis del sismo de diciembre 24 de 2019 son VNEI (Neiva), VPOM (Pompeya, Villavicencio), VZPQ (Zipaquirá), AEBS (Aeropuerto Benito Salas, Neiva), y BP01 (Bogotá, Servicio Geológico Colombiano, cuyas distancias, con respecto a la localización del epicentro son 127, 115, 175, 133 y 139 km respectivamente, figura .

Mediante el uso del software se realizó la estimación de los posibles offsets asociados al evento sísmico, y así poder establecer posibles desplazamientos estáticos. La tabla muestra las estimaciones de los desplazamientos en la posición de la antena en las estaciones GPS en las tres componentes, así como las incertidumbres asociadas a cada componente. Los resultados obtenidos indican que no se aprecian desplazamientos estáticos representativos asociados a la ocurrencia del sismo. Los valores de los offsets o desplazamientos correspondientes en las tres componentes son inferiores a los valores de las incertidumbres obtenidas.

Tabla 23. Valores de offsets e incertidumbres estimados en las posiciones de las estaciones geodésicas GPS, sismo del 24 de diciembre de 2019, Mesetas

ID	Norte (mm)			Este (mm)			Vertical (mm)		
	Offset	±	Offset	Offset	±	Offset	Offset	±	Offset
AEBS	-0,85	+/-	0,89	0,24	+/-	0,96	2,73	+/-	2,8
BP01	-1,23	+/-	0,99	0,45	+/-	1,09	-0,55	+/-	2,91
SGCN	-0,83	+/-	0,87	1,11	+/-	0,93	1,17	+/-	2,74
VNEI	-0,13	+/-	0,92	0,76	+/-	0,97	3,34	+/-	3,08
VPOM	-0,43	+/-	0,84	0,47	+/-	0,84	1,84	+/-	2,62
VSOA	0,61	+/-	0,98	0,31	+/-	1,04	3,6	+/-	2,99
VZPQ	-0,03	+/-	0,98	1,02	+/-	0,89	3,5	+/-	2,49

También se realizó posicionamiento cinemático, mediante la opción cinemático PPP (Precise Point Positioning) con órbitas finales empleando datos GPS a tasa de muestreo de 1" en las estaciones AEBS, BP01, SGCN, VNEI, VPOM, VSOA y VZPQ, que permiten observar el comportamiento de las estaciones antes, durante y después del sismo.

La figura muestra a manera de ejemplo, el comportamiento cinemático de las estaciones GPS AEBS y BP01, que muestran las formas de onda del desplazamiento GPS en las tres componentes de cada una de las estaciones anteriormente citadas.

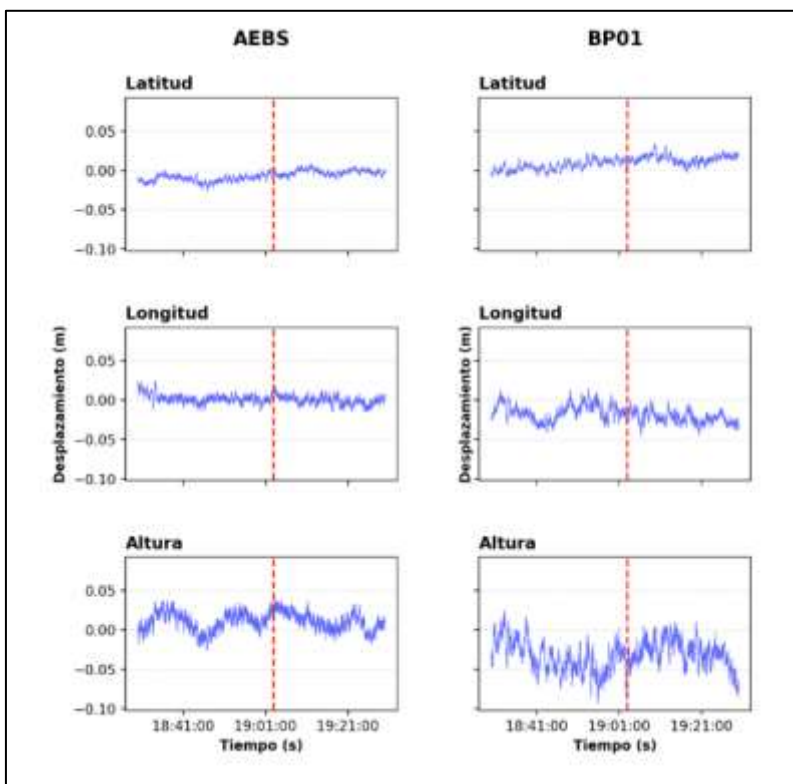


Figura 143. Posicionamiento cinemático de las estaciones AEBS y BP01 con datos adquiridos a tasa de muestreo de 1 segundo, para la ventana de tiempo de 30 minutos antes y 30 minutos después de la ocurrencia del sismo. La línea vertical roja punteada indica el tiempo de ocurrencia del sismo. La escala vertical de las figuras está en metros.

Los resultados del procesamiento y análisis geodésico asociado a este sismo son parte integral de un informe institucional denominado “El sismo de Mesetas, Meta, del 24 de diciembre de 2019. Aspectos sismológicos, movimiento fuerte y consideraciones geodésicas”, el cual fue dado a conocer a la comunidad en marzo de 2020, el cual puede ser consultado en el siguiente enlace:

<https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Sismos%20importantes/Informe%20sismo%20Mesetas%20-%20Meta%2024%20de%20diciembre%202019.pdf>

Sismo del 15 de abril de 2020

El 15 de abril de 2020, ocurrió un sismo en la región norte de Colombia, a las 05:59 hora local (10:59 UTC), con una localización epicentral de latitud norte 9,04°N y longitud oeste 74,49°, magnitud 5,7 y profundidad 65 km, según el SGC.

Los datos de las estaciones AEMO, BARU, CIOH, HI03, HI04, HITU, MORA, TITI, VBAM, VCRG, VMAG, fueron procesados empleando métodos de procesamiento estático y cinemático mediante el uso de los software GIPSY-OASIS v 6.3, Gipsy-X v.1 y RTKlib.

Se estimaron los valores de offsets e incertidumbres en las en las posiciones de las estaciones geodésicas GPS localizadas cerca a la zona epicentral del sismo, tabla .

Tabla 24. Valores de offsets e incertidumbres estimados en las posiciones de las estaciones geodésicas GPS

ID	Norte (mm)		Este (mm)			Vertical (mm)			
	Offset	±	Offset	±	Offset	Offset	±	Offset	
AEMO	1,42	+/-	1,07	-0,12	+/-	0,86	1,84	+/-	2,92
VMAG	0,41	+/-	0,97	-0,37	+/-	1,13	-2,38	+/-	3,27
VBAM	0,78	+/-	1,04	0,51	+/-	0,88	2,33	+/-	3,33
MORA	1,14	+/-	0,87	0,46	+/-	0,91	0,8	+/-	3,45

Para el análisis geodésico cinemático se consideraron solamente las estaciones localizadas a una distancia inferior a 100 km con respecto al epicentro, así: AEMO, 25,1 km; VMAG, 47,6 km; VBAM, 56,8 km, y MORA, 88,5 km. La figura muestra el posicionamiento cinemático para las dos estaciones geodésicas más cercanas al epicentro del sismo, AEMO y VMAG, en las cuales se observa la forma de onda en las tres componentes, registradas en la antena geodésica.

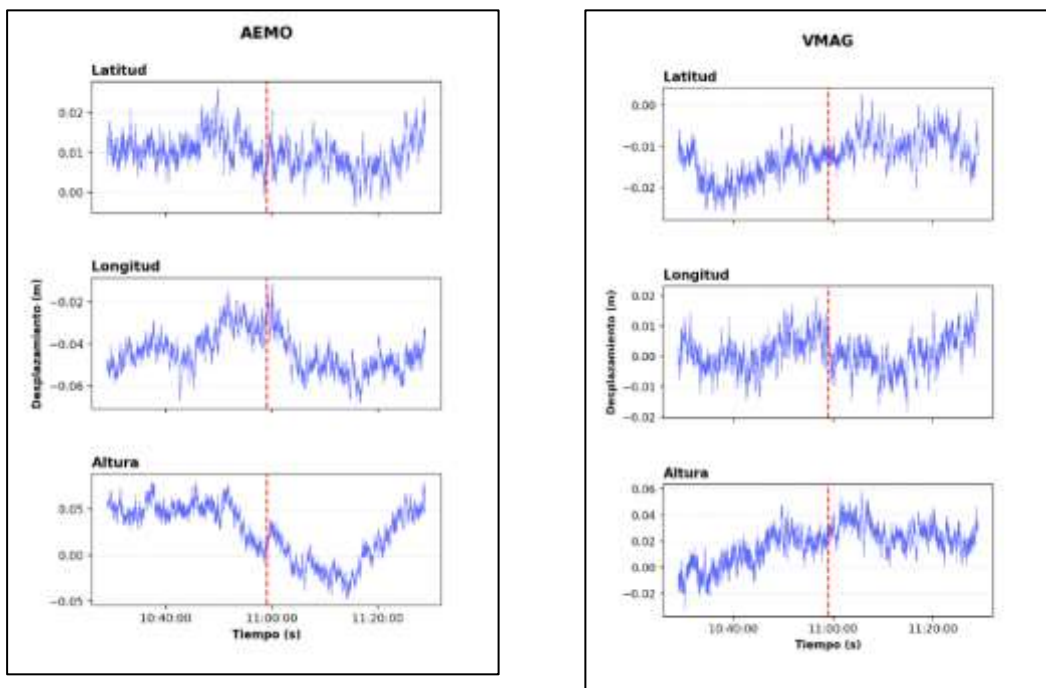


Figura 144. Posicionamiento cinemático de las estaciones AEMO y VMAG con datos adquiridos a tasa de muestreo de 1 segundo, para la ventana de tiempo de 30 minutos antes y 30

minutos después de la ocurrencia del sismo. La línea roja vertical punteada indica el momento de ocurrencia del sismo.

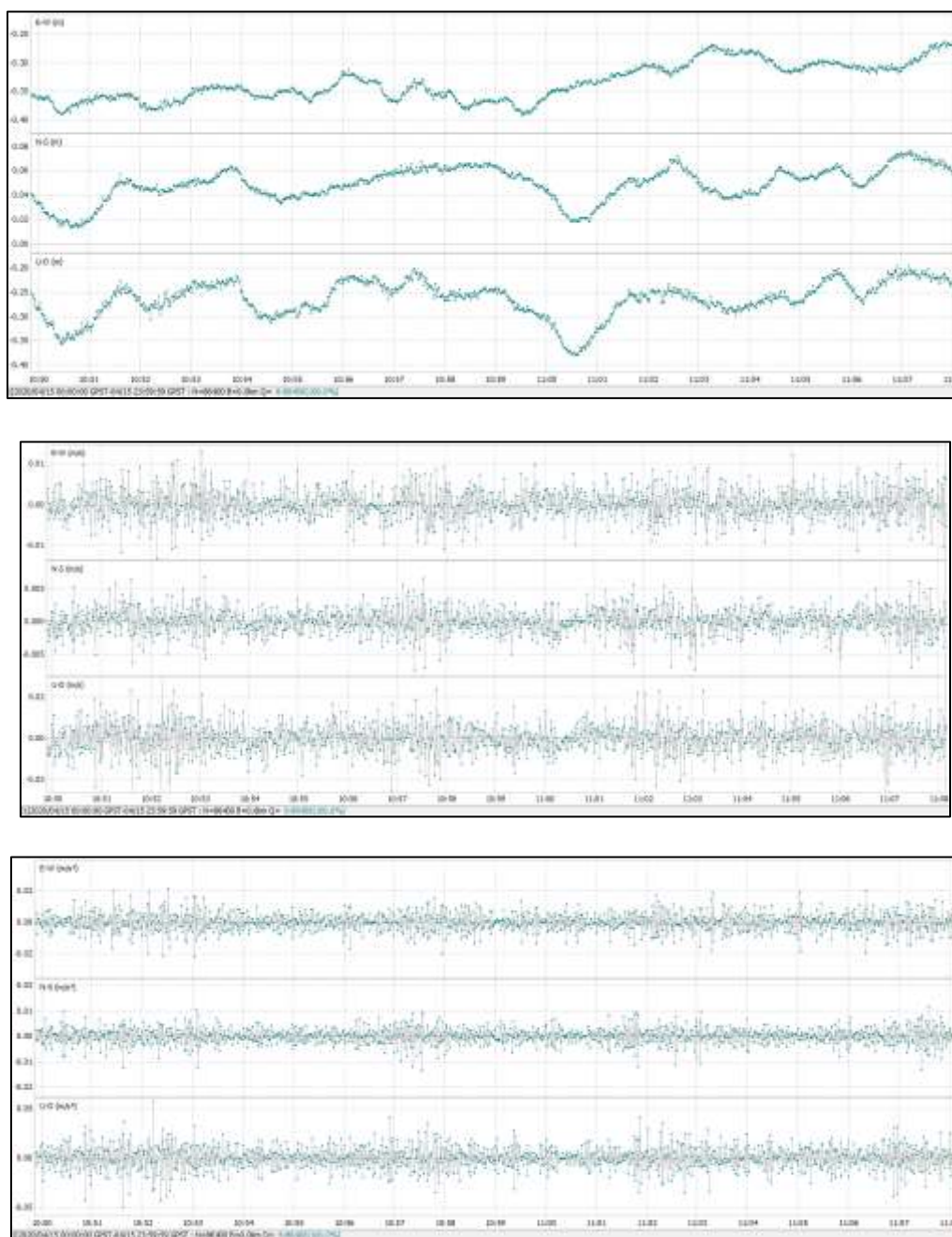


Figura 145. Desplazamientos de la antena geodésica en las tres componentes (panel superior), sismograma GPS en las tres componentes (panel central), y acelerograma GPS (panel inferior) de acuerdo a los datos registrado cada 1" en la estación VMAG.

La figura corresponde a un procesamiento preliminar, experimental, como parte del proceso de implementación de la técnica, la cual tiene que aún ser depurada, y es el

relacionado con la generación de desplazamientos cinemáticos en las 3 componentes de la antena GNSS debido a la ocurrencia de un sismo, así como de los sismogramas y acelerogramas GPS. Lo importante es que gradualmente se visualizan más aplicaciones de la tecnología geodésica de posicionamiento en otros campos, complementarios en este caso, a los resultados de la Red Sismológica Nacional y la Red Nacional de Movimiento Fuerte.

Velocidades geodésicas GPS y anisotropía sísmica

Se realizó un estudio preliminar incluyendo dos tipos de datos: primero, los vectores de velocidad GPS, los cuales representan la dirección y tasa de movimiento de las placas y bloques tectónicos, y segundo, los datos de anisotropía sísmica (división de onda de cizalla), los cuales representan la aproximación más eficiente para caracterizar los patrones de deformación en profundidad, desde el manto astenosférico, pasando por el manto litosférico, hasta la corteza inferior y superior.

Las velocidades geodésicas GPS corresponden a 104 vectores de velocidad de estaciones permanentes, de las cuales, 55 están localizadas en Colombia (proyecto GeoRED), cuatro en Panamá (proyecto COCONet y Autoridad del Canal de Panamá), una en Costa Rica (proyecto COCONet), siete en Ecuador (Escuela Politécnica Nacional) y dos en Venezuela (proyecto COCONet). Con respecto a la información de anisotropía sísmica, fue tomada principalmente del trabajo de Idárraga-García et al. (2016), y en menor proporción de la base de datos mundial de división de onda de cizalla (Barroul et al., 2009). Es importante señalar el acompañamiento permanente del Dr. Javier Idárraga de la Universidad del Norte quien apoyó la ejecución de esta primera aproximación.

Con el fin de hacer las primeras inferencias de la relación entre la dinámica somera y profunda, especialmente en lo que respecta al grado de acoplamiento mecánico entre las placas litosféricas y el manto subyacente, así como de observaciones indicativas de procesos deformacionales a nivel de litósfera, se compararon las direcciones y velocidades GPS con las orientaciones de las fases rápidas (φ 's) y tiempos de retraso (δt 's) producto de la división de la onda de cizalla. Estos dos parámetros (φ y δt) representan la dirección predominante de la deformación tectónica y la intensidad de la deformación y/o espesor de la capa deformada, respectivamente.

Las primeras conclusiones, aún preliminares, señalan que la región Caribe presenta un flujo de manto astenosférico desacoplado o débilmente acoplado con la losa suprayacente del Caribe. Por su parte, se sugiere que los procesos de colisión del Bloque Panamá, la subducción de Nazca y el escape tectónico del Bloque de los Andes del Norte se caracterizan por un sistema litósfera-astenosfera fuertemente acoplado, con un flujo astenosférico coherente con el movimiento de las placas litosféricas suprayacentes, figura .

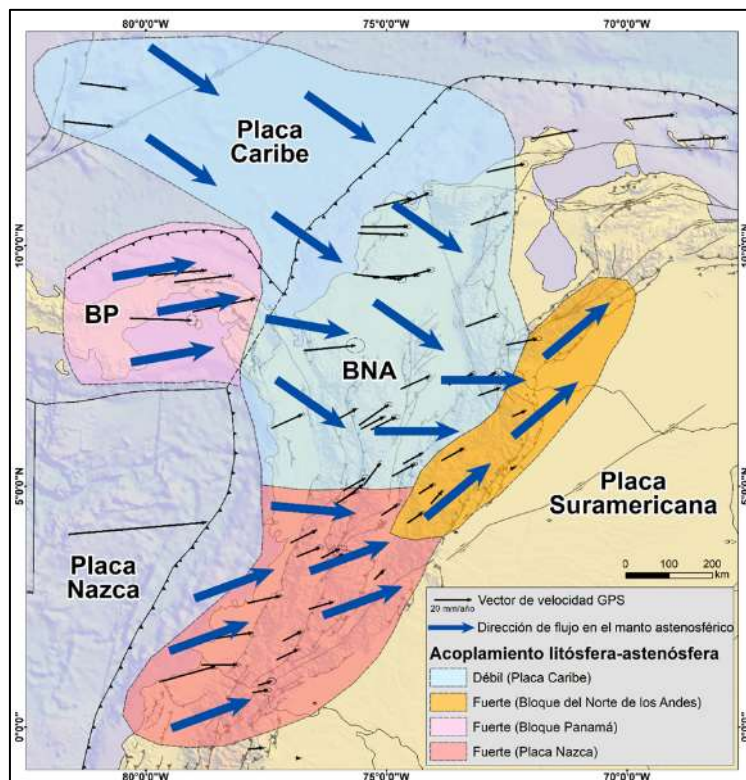


Figura 146. Esquema que muestra el grado de acoplamiento del sistema litósfera-astenosfera en el NW de Suramérica a partir de la comparación de datos de vectores GPS y anisotropía sísmica. BNA: Bloque del Norte de los Andes; BP: Bloque Panamá.

Apropiación Social del Conocimiento

Las actividades de apropiación social del conocimiento son descritas a continuación, y corresponden a talleres, presentaciones y publicaciones.

XI Taller Aplicaciones Científicas GNSS en Colombia

Durante la vigencia 2020, se realizó la versión No. 11 del “ Taller Aplicaciones científicas GNSS en Colombia”, el cual se llevó a cabo durante los días 7, 8 y 9 de octubre del año en curso de manera virtual en el marco de la “Semana Técnica de Geología, Ingeniería Geológica y Geociencias” de la Universidad de Pamplona del departamento de Norte de Santander.

En este taller, se realizaron las siguientes presentaciones, por parte de personal del proyecto así como por investigadores invitados de otras entidades que se unieron a esta iniciativa, así:

- ☐ Tectónica de placas
- ☐ Bloque Norte de los Andes, conferencia invitada, Universidad Central de Venezuela
- ☐ Mecanismos focales y análisis de deformación cortical, conferencia invitada, Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente colombiano, Universidad del Valle
- ☐ Cinemática de fallas en la era pre-GPS. Cartografía neotectónica y tasas de movimiento tectónico, conferencia invitada, Universidad Central de Venezuela
- ☐ Anisotropía sísmica y GPS para estudios geodinámicos, conferencia invitada, Universidad del Norte.

La figura corresponde al afiche alusivo al taller, que fue objeto de difusión por diferentes medios.



Figura 147. Afiche alusivo al taller

Taller interno de trabajo

Durante los días 22 al 24 de enero se realizó el II Taller interno del Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales, con el objetivo de generar un espacio de discusión relacionado con los proyectos que ejecuta el grupo, actualizar conceptos e ilustrar al personal recientemente vinculado, así como entregar un informe de los logros obtenidos en la vigencia 2019, problemas presentados y como fueron solucionados, flujo de trabajo actividades realizadas por cada subgrupo, generación de estrategias y adopción de mecanismos de acción que permitan obtener resultados con eficacia y eficiencia para la generación de productos de calidad. El taller contó con la participación activa de integrantes del grupo de las sedes de Manizales y Medellín y Sede Central, mediante presentaciones del quehacer por subgrupos internos orientadas a la integralidad de un proceso de investigación.

Presentaciones

Integrantes del proyecto así como colaboradores y asesores internacionales realizaron presentaciones, de manera virtual, en los siguientes eventos:

Cuarentena en Geociencias, organizado por la Sociedad Colombiana de Geología y el Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional

Presentación: Campo de velocidades geodésicas GPS en la esquina noroccidental de Suramérica, abril 10 de 2020

Universidad Juan de Castellanos de Tunja

Presentación: Observando los movimientos de la Tierra desde el Espacio, abril 15 de 2020

Facebook live, Asociación Colombiana de Ingenieros Catastrales y Geodestas

Presentación: Análisis del nuevo y único origen de coordenadas para Colombia, junio 4 de 2020

Unidad Nacional de Gestión del Riesgo, IX Mesa Técnica de Erosión Costera

Presentación: Logros y retos de la Geodesia espacial y geodinámica en Colombia, agosto 6 de 2020

Sesión del Consejo Directivo del Servicio Geológico Colombiano

Presentación: Aplicaciones geodésicas espaciales para el estudio de la corteza terrestre, agosto 13 de 2020

Mesa de trabajo Seguimiento Ministerio de Minas y Energía, Sistema General de Regalías

Presentación: Investigaciones geodinámicas en el territorio colombiano, agosto 28 de 2020

Universidad Sergio Arboleda, viernes de Aplicaciones Geoespaciales (Facebook live)
Presentación: Geodesia espacial y geodinámica en Colombia, septiembre 04 de 2020

Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC (Facebook live)
Presentación: Fortalecimiento de la Red Geodésica Nacional, octubre 14 de 2020

Observatorio Astronómico Universidad Distrital (Youtube)
Presentación: Aplicaciones geodésicas espaciales en estudios geodinámicos en Colombia, octubre 20 de 2020

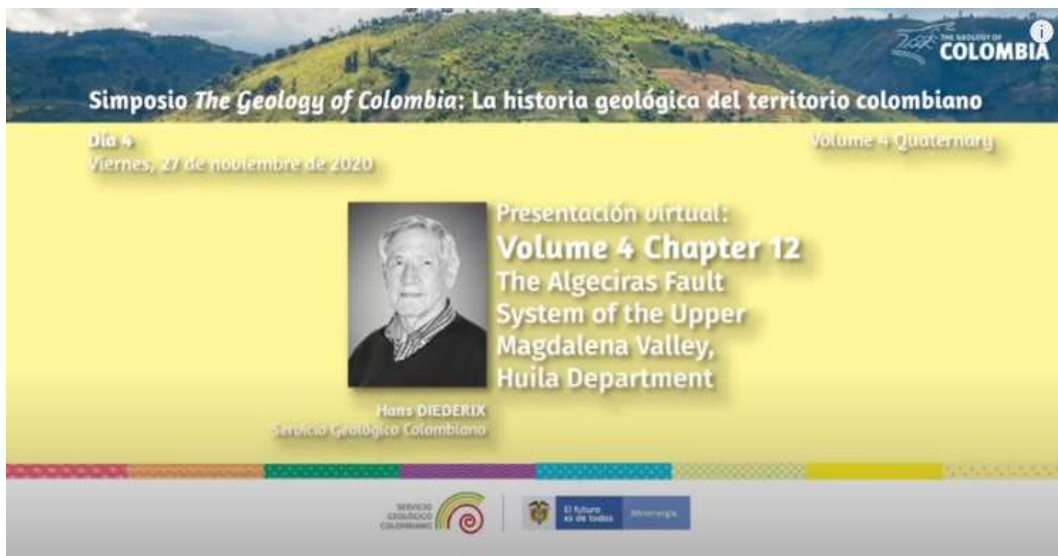
Simposio The Geology of Colombia: La historia geológica del territorio colombiano

- Presentación: The Algeciras Fault System of the Upper Magdalena Valley, Huila Department, noviembre 27 de 2020
- Presentación: Quaternary Activity of the Bucaramanga Fault in the Departments of Santander and Cesar, noviembre 27 de 2020
- Presentación: Contributions of Space Geodesy for Geodynamic Studies in Colombia: 1988 to 2017, noviembre 27 de 2020
- Presentación: Coupling along the Nazca Subduction Zone on the Pacific Coast of Colombia Deduced from GeoRED GPS Observation Data, noviembre 27 de 2020

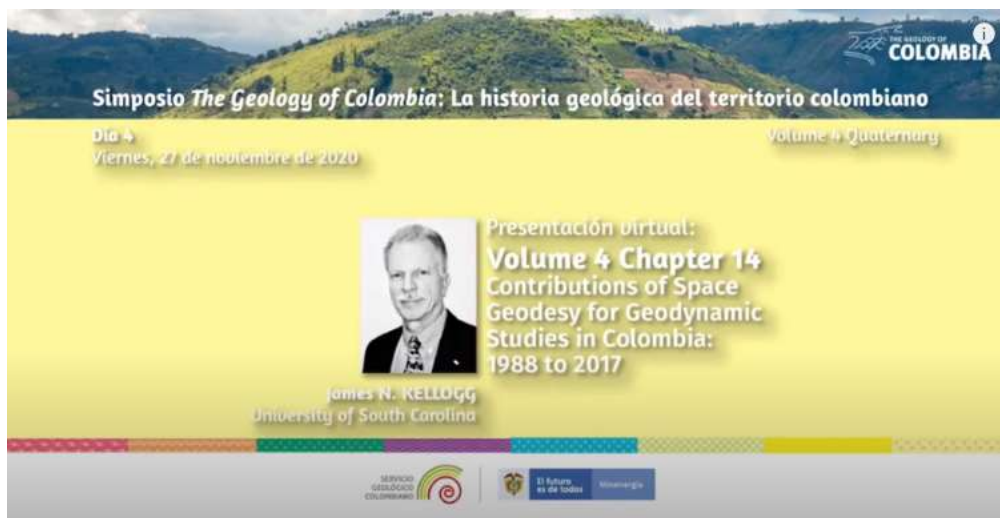
Webinar: La investigación geocientífica en el Caribe - Herramienta para su entendimiento y aprovechamiento. Servicio Geológico Colombiano, DIMAR-Ministerio de Minas y Energía

Presentación: Avances en aplicaciones de Geodesia Espacial, diciembre 15 de 2020

A manera de ilustración, se presentan algunas imágenes alusivas a la participación en los eventos mencionados.







Publicaciones

Se publicaron 4 artículos científicos, así:

The Geology of Colombia

Volumen 4, Capítulo 12

Título: The Algeciras Fault System of the Upper Magdalena Valley, Huila Department.

Autores: Hans DIEDERIX, Olga Patricia BOHÓRQUEZ, Héctor MORA-PÁEZ, Juan Ramón PELÁEZ, Leonardo CARDONA, Yuli CORCHUELO, Jair RAMÍREZ and Fredy DÍAZ-MILA

DOI: <https://doi.org/10.32685/pub.esp.38.2019.12>

Páginas 497–531

The Geology of Colombia

Volumen 4, Capítulo 13

Título: Quaternary Activity of the Bucaramanga Fault in the Departments of Santander and Cesar

Autores: Hans DIEDERIX, Olga Patricia BOHÓRQUEZ, Héctor MORA-PÁEZ, Juan Ramón PELÁEZ, Leonardo CARDONA, Yuli CORCHUELO, Jair RAMÍREZ and Fredy DÍAZ-MILA

DOI: <https://doi.org/10.32685/pub.esp.38.2019.13>

Páginas 533–575

The Geology of Colombia

Volumen 4, Capítulo 14

Título: Contributions of Space Geodesy for Geodynamic Studies in Colombia: 1988 to 2017

Autores: Héctor MORA-PÁEZ, James N. KELLOGG and Jeffrey T. FREYMUELLER

DOI: <https://doi.org/10.32685/pub.esp.38.2019.14>

Páginas: 577–613

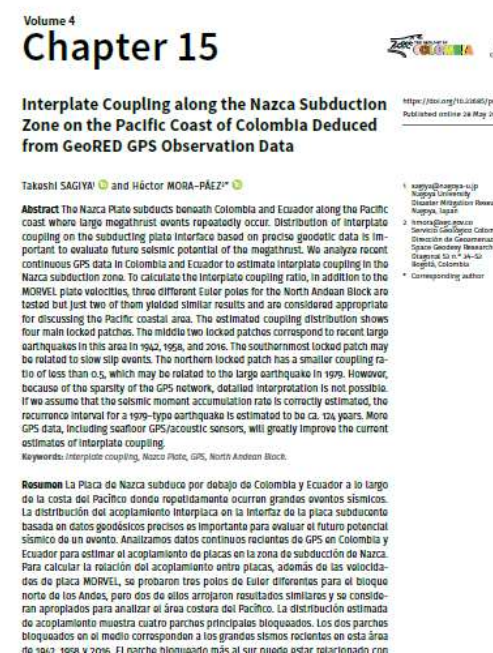
The Geology of Colombia
Volumen 4, Capítulo 15

Título: Interplate Coupling along the Nazca Subduction Zone on the Pacific Coast of Colombia Deduced from GeoRED GPS Observation Data

Autores: Takeshi SAGIYA and Héctor MORA-PÁEZ

DOI: <https://doi.org/10.32685/pub.esp.38.2019.15>

Páginas: 615–661



Talleres de apropiación social del conocimiento con niños

Se realizaron talleres de apropiación social a los alumnos de las escuelas localizadas en la vereda El Páramo en Carimagua, municipio de Puerto Gaitán, Meta; colegio Gamco, municipio de Cáqueza, Cundinamarca, y escuela Piñalito, municipio de Orocué, Casanare. En dichos talleres se hizo entrega del material producido por el SGC, libros y enciclopedias donadas por integrantes así como personal externo al grupo, que colabora con estas actividades que el grupo realiza en diferentes lugares del país cuando se están haciendo tareas de campo, como la mejor manera de acercamiento a la comunidad y obtener apoyo en la ejecución de nuestras tareas. La figura muestra dos momentos de dichos talleres.



Figura 148. Fotografías de talleres realizados con niños y entrega de libros e enciclopedias donadas a las bibliotecas de escuelas de la zona rural

Distribución de datos

Como apoyo a la comunidad de usuarios de información geodésica del país para la ejecución de tareas de georreferenciación mediante levantamientos diferenciales GPS, se realizó la entrega de 12.133 archivos en formato RINEX, atendiendo 1.023 solicitudes realizadas a través de la página web. Además, se dispusieron 5.937 archivos de datos para uso de los Observatorios Vulcanológicos como estaciones de referencia para los estudios de deformación volcánica, así como 3.583 archivos al Instituto Geofísico de Ecuador, y 3.300 a la red COCONet.

Por otra parte, se recibieron 1.754 archivos de UNAVCO de Estados Unidos, 2.468 de COCONet, 3.973 de entidades colombianas, 5.220 del Instituto Geofísico de Ecuador y 11.582 de los observatorios vulcanológicos del SGC

Gerencia Y Gestión Técnico Científica

Gestión administrativa y financiera

La ejecución de los recursos financieros en la fuente de financiación de Regalías durante el año del 2020 se vio afectada debido a las dificultades dadas por las condiciones de aislamiento social decretadas por el gobierno nacional debido al COVID-19, lo que impidió la realización de actividades de campo previamente planeadas para su ejecución, sin embargo en el segundo semestre se implementó un plan de contingencia aprobado por la Dirección General, lo cual permitió avanzar en algunas actividades para el cumplimiento de metas.

Tabla 25. Ejecución presupuestal del proyecto

Asignado 2020								
Rubro	SGR Bienio 2019-2020	Adición No.1	Total	Ejecución SGR	Saldo SGR	Asignado PGN	Ejecución PGN	Saldo PGN
Honorarios	42.990.679	360.300.000	403.290.679	378.754.683	24.535.996			
Remuneración Servicios Técnicos	2.971.744	29.700.000	32.671.744	29.665.146	3.006.598			
Compra de Equipo	39.823.313	275.000.000	314.823.313	258.261.525	56.561.788			
ARL	21.000.000		21.000.000	-	21.000.000			
Jornales	98.671.378		98.671.378	10.736.000	87.935.378			
Mantenimiento	11.889.000		11.889.000	2954000	8.935.000			
Materiales y suministros	136.163.929		136.163.929	18.652.471	117.511.458			
Viáticos y gastos de Viaje	280.706.523		280.706.523	151.009.084	129.667.439			
Comunicaciones y Transporte	268.153.604		268.153.604	202.366.681	65.786.923			
Impresos y Publicaciones	47.626.592		47.626.592	47.626.591	1			
Arrendamientos	16.000.000		16.000.000	-	16.000.000			
Adquisición Bienes y Servicios				-	-	539.000.000	533.226.873	5.773.127
TOTALES	965.996.762	665.000.000	1.630.996.762	1.100.056.182	530.940.580	539.000.000	533.226.873	5.773.127

Se programaron 39 comisiones por valor \$189.823.800, de las cuales se ejecutaron valores de \$161.339.887, lo cual permitió avanzar en algunas actividades de campo que han estado restringidas por el COVID-19.

Se cumplió con la ejecución del presupuesto asignado por la fuente de financiación de PGN, quedando un saldo de \$5.773.127 que corresponde a una diferencia por la TRM del día de la facturación de una de las compras.

Se realizó seguimiento al alcance de metas establecidas para el proyecto de gestión en el aplicativo Plan View; así mismo, se realizó la gestión financiera en los aplicativos SIAPPI y WEBSAFI.

Gestión técnica

Además de la gestión técnica del coordinador del proyecto orientando las diferentes acciones organizativas, operativas y de investigación, y la participación en reuniones mensuales de direccionamiento de la Dirección de Geoamenazas, se participó en algunas ocasiones, junto con otros integrantes del proyecto, en reuniones de asuntos relacionadas con la temática del proyecto.

Con el objetivo de impulsar “la construcción e implementación de la política pública de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación” el gobierno nacional, creó la Misión Internacional de Sabios, con el fin de buscar “estrategias que debe construir Colombia a largo plazo, para responder a los desafíos productivos y sociales de manera escalable, replicable y sostenible”, para lograr un país más productivo y sostenible, cuya meta en el año 2030 debe ser “coinvertir en capacidades satelitales para observación de la tierra (OT) para beneficio de la agricultura, acuicultura, medio ambiente, minería, seguridad y ordenamiento territorial” (Misión Internacional de Sabios, 2019). En el marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND) “Pacto por Colombia, pacto por la equidad” se elaboró el Conpes 3983 “Política de Desarrollo Espacial: condiciones habilitantes para el impulso de la competitividad nacional”, cuyo objetivo es promover el uso de las tecnologías satelitales y espaciales para impulsar el desarrollo productivo del país.

Por tal motivo, se participó por delegación de la Dirección general en las sesiones plenarias del Comisión Colombiana del Espacio, convocadas por la Sra. Vicepresidenta de la República, y en las correspondientes a seguimiento del plan de acción de lo establecido en el CONPES 3983. Adicionalmente, por solicitud de la Vicepresidenta, se formó parte de la mesa técnica para la elaboración del documento “Análisis Costo-Beneficio para la adquisición de infraestructura satelital de Observación de la Tierra”, figura, bajo la coordinación de la Dirección de Proyectos Especiales de la Presidencia de la República. Este documento, presentado tanto a la Vicepresidenta como al Presidente, será objeto de análisis en el Consejo de Ministros.



Figura 149. . Portada documento Análisis Costo-Beneficio para la adquisición de infraestructura satelital de Observación de la Tierra

La mesa técnica estuvo integrada por representantes de la Vicepresidencia de la República, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Fuerza Aérea Colombiana, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Sostenible, IDEAM, IGAC, Servicio Geológico Colombiano y Universidad de Sergio Arboleda.

De igual manera, se atendieron las convocatorias realizadas por la Secretaria Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano relacionadas con el Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos. De las diferentes sesiones realizadas, la Comisión Colombiana del Océano presentó al Comité Ejecutivo de SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) al Servicio Geológico Colombiano como representante de Colombia en el Grupo de Geociencias, cuya responsabilidad fue asumida por el Coordinador del grupo.

Actividades de cooperación y contratación

Durante el año del 2020, se realizaron estudios previos de procesos de adquisición de bienes y servicios y convenios, los cuales se subieron al módulo de contratación y permitieron dar avance a las metas planteadas por el proyecto, tabla .

Tabla 26. Procesos de contratación

PROCESOS DE COMPRA PROYECTO GEORED- GIGE					
PROCESOS DE COMPRA	FUENTE DE FINANCIACIÓN	No. Contrato	VALOR DE PROCESO	PROVEEDOR	OBSERVACIÓN
Licencia Matlab	PGN	316 de 2020	\$ 35.239.600,00	Componentes Electrónicas	
Imágenes Radar	PGN	392 de 2020	\$ 50.000.000,00	Datum Ingeniería	
Instrumental GNSS	PGN	400 de 2020	\$ 296.000.000,00	Datum Ingeniería	
Equipos de computo	PGN		\$ 80.162.305,00	Pendiente	Esta compra es institucional y se solicitó reserva presupuestal, ya que el proveedor solicitó tiempo adicional para la entrega.
Protectores de Antenas	PGN	381 de 2020	\$ 36.000.000,00	Geosystem	
Reguladores o Controladores de Voltaje	PGN	375 de 2020	\$ 41.587.000,00	Ciedutec	
Imágenes Radar	SGR	392 de 2020	\$ 41.144.364,00	Datum Ingeniería	
Equipos de Computo	SGR		\$ 92.391.590,00	Pendiente	Esta compra es institucional y se solicitó reserva presupuestal, ya que el proveedor solicitó tiempo adicional para la entrega.

PROCESOS DE COMPRA PROYECTO GEORED- GIGE					
PROCESOS DE COMPRA	FUENTE DE FINANCIACIÓN	No. Contrato	VALOR DE PROCESO	PROVEEDOR	OBSERVACIÓN
Instrumental GNSS	SGR	400 de 2020	\$ 121.000.000,00	Datum Ingeniería	
Protectores de Antenas	SGR	381 de 2020	\$ 13.459.375,00	Geosystem	
Discos Duros	SGR		\$ 4.442.941,00	Pendiente	
Tarjetas Receptores	SGR	Adición No.1 - 332 de 2020	\$ 32.000.000,00	Datum Ingeniería	
Planes de Datos	SGR	ID.156992	\$ 9.192.326,36	Ut Claro	
Internet Satelital	SGR	601 de 2020	\$ 45.000.000,00	Ticline	Se radicó cuenta de cobro el 29 de diciembre de 2020.
Planes de Datos	SGR		\$ 11.147.291,38	Comunicación Celular S.A Comcel S.A	Proceso llevado a través de Colombia Compra Eficiente. Se tiene la respectiva orden de compra firmada con Registro Presupuestal.
TOTAL			\$ 908.766.792,74		

Con respecto a convenios de cooperación, se suscribieron con las siguientes entidades:

- Universidad Militar Nueva Granada
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Talento humano

Las actividades de investigación de este proyecto han sido desarrolladas mediante el concurso del siguiente recurso humano, de planta y de contrato:

Héctor Mora Páez, Coordinador, Ingeniero Catastral y Geodesta, MSc, PhD, (planta)

Fredy Díaz Mila, Ingeniero Catastral y Geodesta, MSc, (planta)

Luz Karime Escobar R., Ingeniera Topográfica, MSc

Eliana Gómez H., Geóloga, MSC

Olga Bohórquez O., Ingeniera Geóloga, MSc

Leidy Giraldo L., Ingeniera de Sistemas y Telecomunicaciones, MSc

Yuli Corchuelo C., Ingeniera Catastral y Geodesta, Esp.

Nancy Gutiérrez, Ingeniera Topográfica, Esp.

Amparo Coral R., Ingeniera Electrónica, Esp. (planta)

Gina Martínez D., Ingeniera Topográfica

Jair Ramírez C., Topógrafo, Esp., (planta)

Cristian Escalante., Tecnólogo en Electrónica

Richard Moreno, Tecnólogo en Telecomunicaciones

Carlos Enrique Alvarez, Topógrafo
Nazario Carrillo, Operario calificado (planta)

Lina María Ocampo, Administradora Financiera

Es importante señalar el valioso apoyo de investigadores de la Universidad de Nagoya, (profesores Takeshi Sagiya y Takeo Ito) bajo el marco del proyecto SATREPS, ejecutado con recursos proporcionados por JICA (Japan International Cooperation Agency).

3. GESTIÓN INTEGRAL DEL CONOCIMIENTO GEOCIENTÍFICO DEL TERRITORIO NACIONAL PARA GARANTIZAR SU DISPONIBILIDAD. (GESTIÓN DE INFORMACIÓN)

Objetivo

Gestionar el flujo de información que soporta la generación de conocimiento geocientífico, resultado de las actividades de exploración, investigación, evaluación y análisis en el territorio nacional, mediante estrategias de innovación tecnológica, sincronizada con la gestión del conocimiento, que permiten la divulgación, acceso y uso de los productos geocientíficos generados por los diferentes proyectos del SGC. Estos proyectos surten el procedimiento de Oficialización que garantiza validaciones temáticas, de completitud, almacenamiento y presentación de información, establecidos por la entidad para ofrecer servicios y productos confiables de óptima calidad.

Funciones de la Dirección

El artículo 10 del Decreto 2703 de 2013 precisó que son funciones de la Dirección de Gestión de Información entre otras: “(...) 1. Gestionar y administrar la Litoteca, Cintoteca, Mapoteca, y demás fondos documentales. 2. Dirigir y controlar el desarrollo y la administración del Sistema Nacional de Información Geocientífica, integrándolo con otros sistemas de información del territorio. 3. Proveer y divulgar los productos de información geocientífica. 4. Dirigir la organización y almacenamiento de los datos geocientíficos en el Sistema de Información Georreferenciada Institucional. 5. Inventariar, custodiar y administrar la información geocientífica institucional. 6. Garantizar la aplicación de buenas prácticas y principios para el manejo de la información geocientífica institucional. 7. Dirigir el desarrollo y administración de la plataforma tecnológica de los sistemas de información misionales de la institución. 8. Gestionar y administrar programas de estudio y catalogación de las colecciones científicas. 9. Custodiar la información geocientífica institucional y establecer los mecanismos de seguridad requeridos para su protección. 10. Las demás que se le sean asignadas y que correspondan a la naturaleza de la dependencia (...)”.

Contexto

El Servicio Geológico Colombiano (SGC) tiene como una de sus funciones misionales la gestión de la información geocientífica; actividad que se desarrolla mediante aplicación directa de investigación científica, en la generación de conocimiento geológico que aporta al desarrollo del país y a la mejora de la calidad de vida de los colombianos. En desarrollo de las actividades científicas de compilación, validación, almacenamiento, administración y suministro de información geocientífica del subsuelo, el Servicio

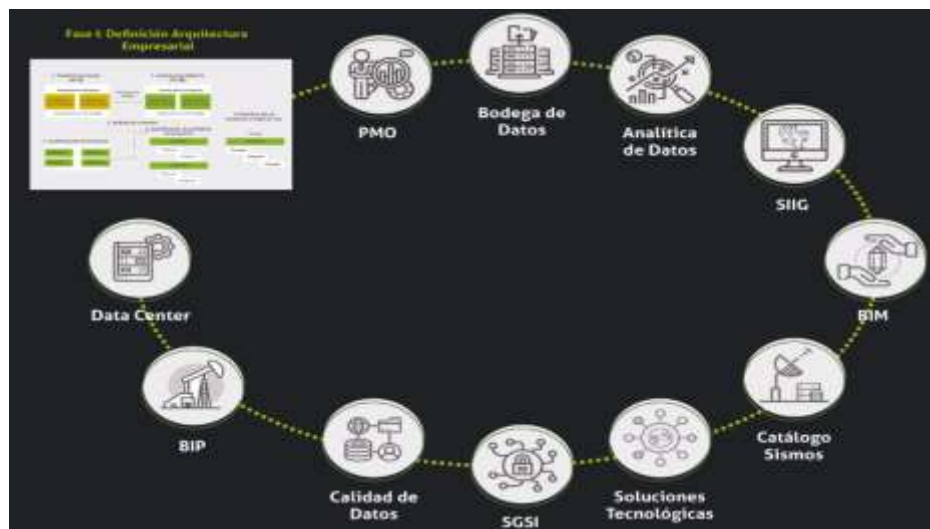
Geológico Colombiano identificó la necesidad de adelantar un proyecto de innovación para incorporar, apropiar y adaptar TIC, en un marco de Arquitectura Empresarial, que le permitiera mejorar su capacidad de gestión de información geocientífica de la que es responsable. La incorporación, apropiación y adaptación de tecnologías de la información y las comunicaciones, en un marco de Arquitectura Empresarial, obtenida como resultado de la ejecución de dicho proyecto, constituye una herramienta fundamental para la gestión de información geocientífica en el SGC.

Así las cosas, el Servicio Geológico Colombiano - SGC ha desarrollado un ejercicio de transformación digital sustentado en un programa de Arquitectura Empresarial desde el año 2013, en conjunto con el Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes - CIFI; Centro que realiza investigaciones básicas y aplicadas, así como asesorías y trabajos de desarrollo tecnológico en diversos campos de la ingeniería, articulado con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Facultad. La experiencia técnica, aunada a la labor académica de la Universidad de los Andes, le han permitido al CIFI elaborar y perfeccionar metodologías propias para las investigaciones y asesorías especializadas, las cuales han sido aplicadas en los proyectos del SGC.

Con base en lo anterior, actualmente la Arquitectura Empresarial en el Servicio Geológico Colombiano es el eje articulador para la toma de decisiones relacionadas con tecnologías de la información, de manera tal, que las mismas estén articuladas y alineadas con la misión, visión y objetivos institucionales.

La Dirección de Gestión de Información es la encargada de liderar el programa de Arquitectura Empresarial en el Servicio Geológico Colombiano (SGC). Este programa, adelantado desde 2013 en conjunto con el Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, ha representado para el SGC un avance en la alineación de las decisiones de tecnología con el cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales. Resultado de este programa, el SGC cuenta hoy con un ejercicio de gobierno de tecnología que apoya la toma de decisiones en los diferentes dominios de la arquitectura (gobierno, seguridad, información, infraestructura, aplicaciones, uso y apropiación) siempre entendiendo que la tecnología debe ser un eje transversal y de apoyo a la generación de soluciones de las necesidades de todas las direcciones técnicas del SGC.

Actualmente, el SGC avanza en la implementación del segundo ciclo de proyectos de la arquitectura. A continuación, se relacionan los proyectos de gestión del bienio 2019-2020 y que hacen parte del ejercicio de la arquitectura empresarial.



1. Proyectos de Gestión Asociados al Bienio 2019-2020 – Sistema General de Regalías

- 1.1. Proyecto de Gestión ID 1001309: Seguimiento, control y gestión de proyectos geocientíficos.
- 1.2. Proyecto de Gestión ID 1001339: Implementación de bodega de datos geocientíficos.
- 1.3. Proyecto de Gestión ID 1001341: Análítica de datos geocientíficos.
- 1.4. Proyecto de Gestión ID 1001351: Sistema de Información Geocientífica y Geoportal integrada.
- 1.5. Proyecto de Gestión ID 1001353: Diseño banco información minera
- 1.6. Proyecto de Gestión ID 1001262: Catalogación de Sismos y Centro alternativo de monitoreo de la RSNC.
- 1.7. Proyecto de Gestión ID 1001234: Soluciones Tecnológicas Integrales para la divulgación del Conocimiento Geocientífico.
- 1.8. Proyecto de Gestión ID 1001225: Implementación del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (fase I).
- 1.9. Proyecto de Gestión ID 1001381: Mejoramiento de calidad de datos geocientíficos y manejo y custodia de fondos de información geocientífica.
- 1.10. Proyecto de Gestión ID 1000674: Acompañamiento técnico especializado en AE

2. Proyectos de Gestión Asociados al Bienio 2019-2020 – Presupuesto General de La Nación

- 2.1. Proyecto de Gestión ID 1000860: Banco de Información Petrolera
- 2.2. Proyecto de Gestión ID 1000860: Modernización de los DataCenter del SGC

Informe de Gestión y Avance 2020

1. Proyectos de Gestión Asociados Al Bienio 2019-2020 – Sistema General de Regalías

1.1. Proyecto de Gestión ID 1001309: Seguimiento, control y gestión de proyectos geocientíficos.

Objetivo: realizar el seguimiento y control integral a los proyectos geocientíficos del SGC, aprobados por la alta dirección, para garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la entidad, apoyados en herramientas de gestión, cuya aplicación permita mejorar el desempeño del portafolio de la entidad y contar con información oportuna, veraz y actualizada, que facilite la toma de decisiones.

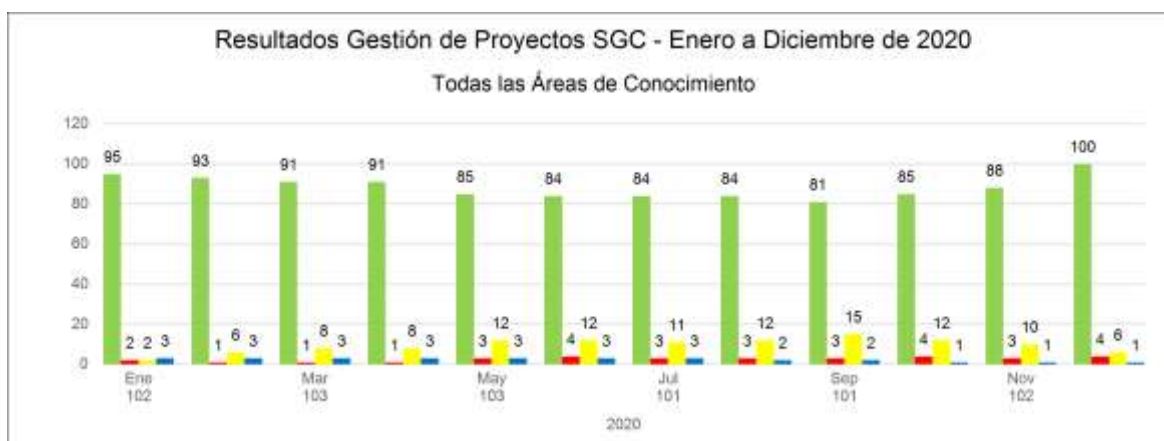
Porcentaje de avance del proyecto



Informe de avance año 2020:


El inicio actividades en el mes de abril de 2019, como parte de los proyectos priorizados y aprobados con recursos del SGR por el MME para el bienio 2019 – 2020. Durante la vigencia 2020, se realizaron las actividades correspondientes al seguimiento mensual a los proyectos, la validación del cargue de evidencias y contenidos y se generaron los reportes de proyectos mensuales presentados ante el Comité Institucional de Gestión y Desempeño.

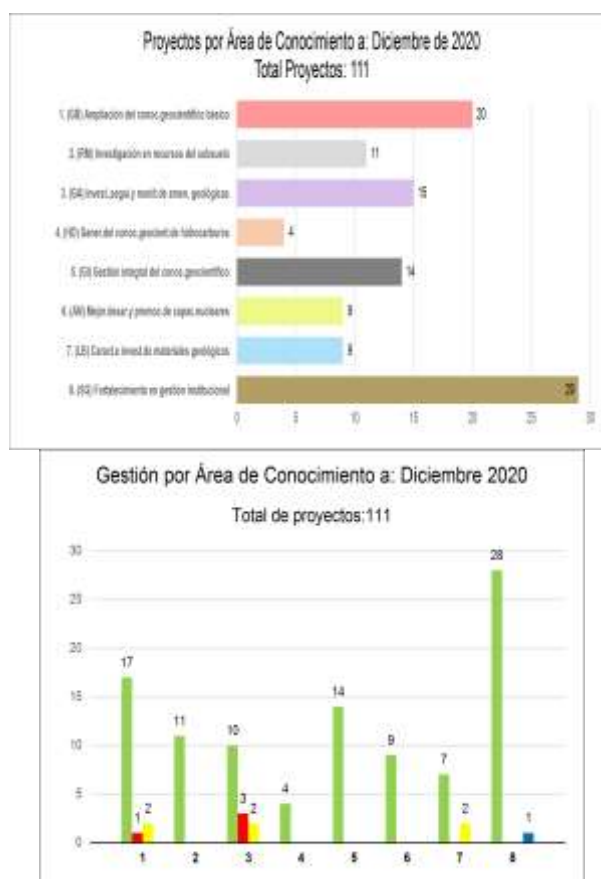
La siguiente gráfica representa el comportamiento y la gestión de los proyectos en el período comprendido entre los meses de enero a diciembre 2020, en donde se puede apreciar la variación en resultados que se presentó entre abril y noviembre debido al impacto de la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19.



De igual manera se puede apreciar que en el mes de enero 2020, el portafolio de proyectos se conformaba por 102 y para el cierre del año aumentó a 111, esto a raíz de los nuevos proyectos en el área transversal que iniciaron actividades en el mes de diciembre con ocasión de la aprobación de las vigencias futuras de PGN por parte del Departamento Nacional de Planeación – DNP-.

El rendimiento del portafolio fue del 97%, y se cierra la vigencia con 100 proyectos en estado a tiempo, 6 en riesgo, 4 en atraso y 1 en revisión. En la siguiente gráfica se presenta la distribución por área de conocimiento en los diferentes estados de acuerdo a los resultados obtenidos.

Fecha de Ejecución: 21/01/2021	 Indicador de Rendimiento 97 %	Avance Esperado 80.43 %	Avance Real 78 %
-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	-----------------------------------



Como parte de las actividades de apoyo, seguimiento y control que realiza la PMO, se prestó permanentemente el acompañamiento a los gerentes de los proyectos, así como a los Directores Técnicos, en cuanto a la metodología, manejo de la herramienta

Planview, generación de reportes e informes y la validación del cargue de evidencias y contenidos relacionados con el cumplimiento de hitos y entregables.

Se realizaron los ajustes en la herramienta de gestión de proyectos Planview, de acuerdo a las necesidades de la entidad, como:

- Área de conocimiento - proyecto de inversión, programas y proyectos de gestión.
- Reporte de avances de proyectos consolidados.
- Reporte de seguimiento de portafolio.
- Reporte para el Consejo Directivo.
- Reporte para visualizar y controlar los controles de cambios, por proyecto.
- Reporte por portafolio del informe trimestral y mejoras en presentación.
- Control de Baseline y sobrecarga de recursos.
- Reportes de las tablas de RRHH de Websafi
- Mejoras a la presentación de los proyectos en la página web
- Evaluaciones Planview
- Mejoras al reporte EX03 - Seguimiento del Portafolio

Para facilitar el seguimiento de proyectos por parte de la Dirección de Minería Empresarial del Ministerio de Minas y Energía, en cumplimiento del Convenio 379 de 2016, se realizaron además capacitaciones y desarrollos, como: Project Charter con requerimientos del MME, Información de municipios DANE y reporte Ex14 seguimiento DME. Además, se crearon los portafolios de proyectos de acuerdo a sus requerimientos para consulta y descargue de información.

Así mismo se realizó la consolidación de capítulo No. 2 del Informe de cierre de la función delegada presentado al MME el 15 de diciembre de 2020, así como la presentación en la 4ta reunión interinstitucional de seguimiento entre el MME y el SGC, en donde se informó sobre el estado de avance de los proyectos del bienio 2017-2018 y los que forman parte del bienio 2019-2020 que terminaron actividades a diciembre 2020, y los que continúan a la vigencia 2021, bien sea por el impacto del COVID19, prorrogas de convenios y contratos en ejecución y por el trámite de solicitud de vigencias futuras ante el DNP. En cumplimiento de lo expuesto ante el MME, se apoyó a los gerentes de los proyectos en la realización de los controles de cambios a los proyectos, requeridos para continuar con sus actividades a partir de enero 2021.

Adicional a lo anterior, se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Presentación e informe de seguimiento de proyectos en Planview para el Comité Institucional de Gestión y Desempeño y para el Consejo Directivo, facilitando la toma de decisiones o acciones al interior del SGC.

- ✓ Proceso de cierre de los proyectos del bienio 2017 -2018.
- ✓ Proceso de Formulación de Proyectos 2021 para PGN (Funcionamiento e Inversión) y SGR.

Finalmente, se presentó solicitud de vigencias futuras en ejecución ante el DNP, con el fin de asegurar la prestación del servicio continuó de la herramienta Planview hasta diciembre de 2022. Dicha solicitud fue aprobada a finales de diciembre 2020.

2.1. Proyecto de Gestión ID 1001339: Implementación de bodega de datos geocientíficos

Objetivo: implementar la bodega de datos que permita la integración y el tratamiento de los datos geocientíficos y que facilite las tareas de consulta y el análisis de la información.

Porcentaje de avance del proyecto

 **78%**

Informe de avance año 2020

- Una vez realizado el análisis del sector, consultas al medio académico y empresarial y las alternativas tecnológicas de implementación On-Premise, Bodega de Datos sobre la plataforma Azure de Microsoft o Lago de Datos (evolución tecnológica de la Bodega de Datos) sobre la plataforma Azure de Microsoft; siendo ésta última la alternativa elegida por el SGC. El Lago de Datos permitirá la integración de la información estructurada y no estructurada de las diferentes fuentes de información interna y externa que posee el Servicio Geológico Colombiano, optimizando el acceso a los datos y la toma de decisiones.
- Se está implementando, con base en el Lago de Datos, el Tablero de Seguimiento Monitoreo y Control del Servicio Geológico Colombiano, el cual se denominará Tablero Estratégico del Conocimiento Geocientífico. Esta herramienta permitirá tener una visión integral de desempeño en diferentes niveles (dominios) en donde se podrá conocer a través de métricas e indicadores los logros alcanzados por el SGC en todo su contexto institucional.
- Desarrollado mesas de trabajo conjuntas con la participación de Oficina asesora de Planeación, Algunos grupos de trabajo de diferentes Direcciones Técnicas, Dirección de Gestión de Información y la Universidad de los Andes, con el fin de:
 - Establecer la conceptualización estratégica y técnica del Proyecto.

- Hacer la revisión de la batería de indicadores/métricas (administrada por la oficina asesora de planeación), identificación inicial, la preselección, priorización y selección final de métricas que irán en la primera fase del tablero (inicialmente el tablero contara con un número determinado/indicadores) y como evolución de este proyecto, posteriormente el tablero será alimentado con las métricas e indicadores que se definan a nivel institucional.
- Construcción de las fichas de los indicadores/métricas incluidas en la primera fase del Tablero Estratégico del Conocimiento Geocientífica, relacionadas a continuación:
 - Avance en la investigación de sistema geotérmicos hidrotermales: Avance en los estudios de exploración Azufral, Avance en los estudios de exploración San Diego, Avance en los estudios de exploración Santa Rosa, Avance en los estudios de exploración Cerro Machín, Avance en los estudios de exploración Nereidas Botero Londoño, Avance en los estudios de exploración Cerro Bravo
 - Cartografía: escala 1:25.000, escala 1:50.000, escala 1:100.000 y escala 1:250.000
 - Actualización del Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa: Avance Km², Avance total municipios, Avance cada municipio y Avance en cada bloque.
 - Licenciamiento y Control: Índice de Control Regulatorio y Oportunidad en la entrega del producto.
 - La ficha de Desechos Radiactivos: Porcentaje desechos radioactivos acondicionados y Porcentaje desechos radioactivos recepcionados.
 - Hidrocarburos: Columnas estratigráficas levantadas y Número de muestras analizadas
 - Bando de Información Petrolera BIP: Eficiencia Proceso, Mejoramiento Proceso, Satisfacción de Audiencia BIP y Valor Económico Generado.
- Se adelantó el proceso contractual “Convenio Especial de Cooperación” con la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín cuyo objeto definido es “Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros entre el Servicio Geológico Colombiano y La Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín, Para la ejecución de proyectos de investigación, científicos, y tecnológicos relacionados con analítica de datos e inteligencia artificial del segundo ciclo de la arquitectura empresarial del SGC”.

- Presentación y aprobación del plan del trabajo en que se definieron las etapas y actividades propias a ser desarrollada para alcanzar los objetivos y entregables del proyecto.
- Realización de la etapa de Análisis del proyecto Implementación de Lago de Datos, se hizo la identificación de requerimientos por medio de las entrevistando a los profesionales de las áreas técnicas (Dirección de Gestión de Información, Planeación, Dirección de Asuntos Nucleares, Dirección de Geoamenazas, Dirección de Hidrocarburos, Dirección de Geociencias Básicas) con el fin de obtener contexto de los procesos, aclarar dudas sobre la información consignada en las fichas de indicadores, conocer necesidades comunes de información y la forma como actualmente se le está dando respuesta a ellas.
- También se realizó el análisis de fuentes de datos, con el fin de dimensionar y definir la arquitectura, alcanzar un conocimiento inicial de las estructuras que las componen, el nivel de detalle que presentan los datos y la integridad de la información.
- Para lograr la solución que da cumplimiento a los objetivos definidos en el proyecto fue seleccionada una arquitectura de referencia para la implementación del Lago de Datos, que está conformada por: Azure AD Connect, Azure Security Center, Power Apps, Azure SQL Database, Azure data Factory, Azure data Lake Storage (Gen 2), Azure Databrick, Azure Analysis Services y Power BI.
- Se avanzó en la etapa de diseño del proyecto Implementación de Lago de Datos, tomó como base los requisitos levantada en la etapa de análisis y la definición de la arquitectura final de la solución para diseñar todos sus componentes a nivel técnico, funcional y sus dependencias con el fin de dar respuesta a las necesidades de información y preguntas de negocio. Se diseñó el Lago de Datos (sistemas de catálogo de datos robusto basado en zonas, mapeo fuente destino), Bodega de Datos (Diseño lógico y físico y mapeo fuente destino), Reportes y Tablero de Control (Modelo tabular) y aplicación de Captura de Variables (diseño lógico y físico de la base de datos).
- Aprovisionamiento de entorno de desarrollo (ambiente de pruebas) y se inician actividades de implementación de procesos de ingesta, generación de la estructura de la bodega de datos en Azure SQL Database, inicio implementación del modelo tabular en Analysis Services sobre el cual se modelan los KPI's (Métricas) y Avances implementación de procesos ETL con Databriks

- Para las métricas identificadas se implementó con Microsoft Power Apps la aplicación de captura de información para las variables que componen la métrica, en la aplicación se configurará la información de la métrica en términos de:
 - **Información general de la métrica:** Nombre, Proceso: (ej. Investigación en Geociencias Básicas), Área (ej. Dirección de Geociencias Básicas), Responsable.
 - **Identificación de la métrica:** Clase (Proceso, Producto, Satisfacción, Proyecto, Otro).
 - Tipo (Eficacia, Eficiencia, Efectividad), Requerimiento (Obligatorio, Opcional), Estado (Activo, Inactivo), Clasificación: (Estratégico, de gestión), Tipología (ej. Cumplimiento en la entrega del producto).
 - **Descripción de la métrica:** Unidad de medida, Variables (peso ponderado), Línea Base, Frecuencia (mensual, bimensual, trimestral, semestral, anual), Rango de acción (tendencia ascendente, tendencia descendente).
 - **Registro de gestión de la métrica:** Se capturan los valores de cada variable por cada periodo de medición.

3.1. Proyecto de Gestión ID 1001341: Analítica de datos geocientíficos

Objetivo: implementar soluciones de análisis de datos y gestión de la información que permitan disponer y divulgar información actualizada y de calidad para la toma de decisiones de los diferentes grupos de interés del SGC.

Porcentaje de avance del  85%

Este proyecto está orientado al cumplimiento de lo establecido en el Pacto por la transformación digital de Colombia: Gobierno/empresas y hogares conectados con la era del conocimiento establecido en la Ley 1955 de 2019 (Hacia una sociedad digital e industria 4.0: por una relación más eficiente, efectiva y transparente entre mercados, ciudadanos y Estado)

Informe de avance año 2020:

Finalmente, el proyecto fue establecido para la *estimación automática de la porosidad total en secciones delgadas (SD) de rocas sedimentarias, mediante la aplicación de técnicas de Machine Learning sobre imágenes*

El objetivo de dicho proyecto de aplicación fue:

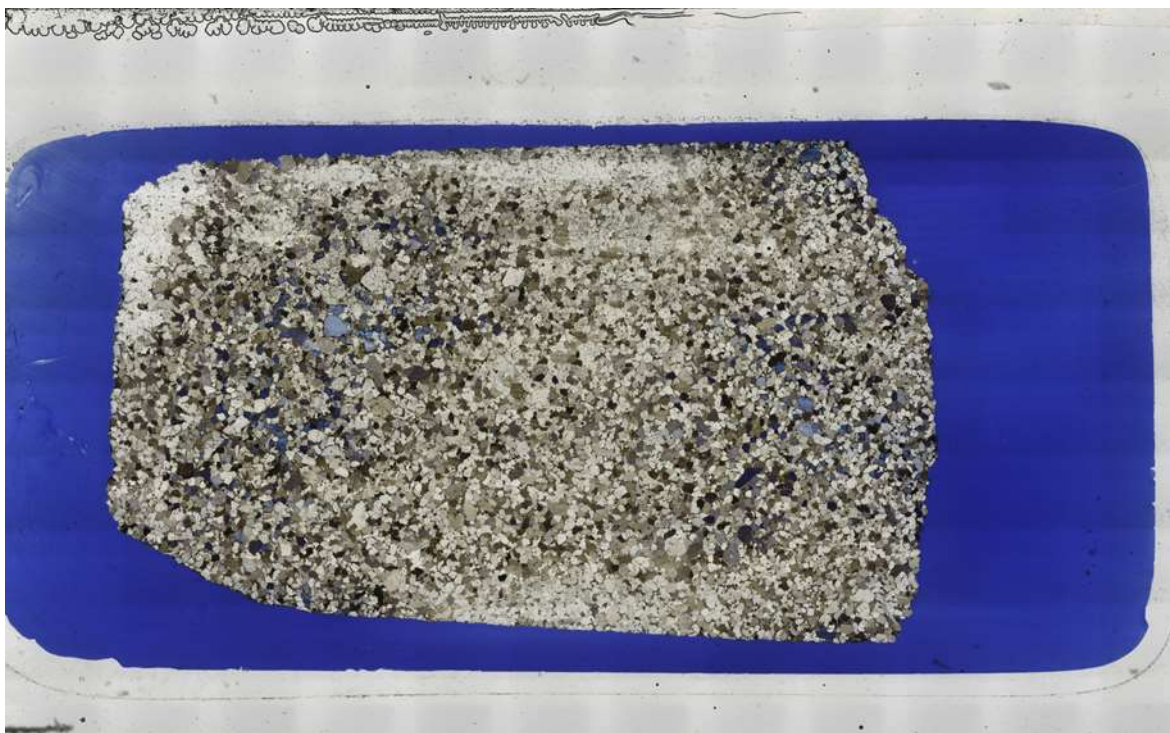
Realizar una estimación automática de la clasificación del nivel de porosidad total sobre secciones delgadas de rocas sedimentarias, a partir de un modelo de redes neuronales no convolucionales, generado mediante técnicas de aprendizaje profundo.

El marco experimental para Petrografía se estableció con los siguientes puntos:

- Imágenes de secciones delgadas
- 5 Categorías de Nivel de Porosidad
- 70 Secciones

Especificaciones de la imagen

- RGB * 20 Polarizaciones
- Tamaño 20.000x20.000

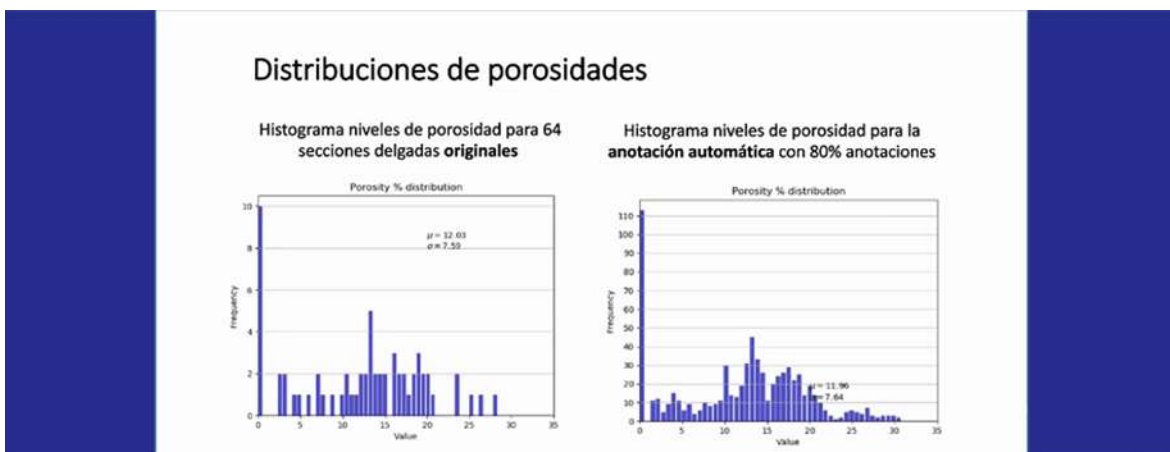


Referente al avance del proyecto en el cuarto trimestre del 2020 se llevaron a cabo las siguientes actividades:

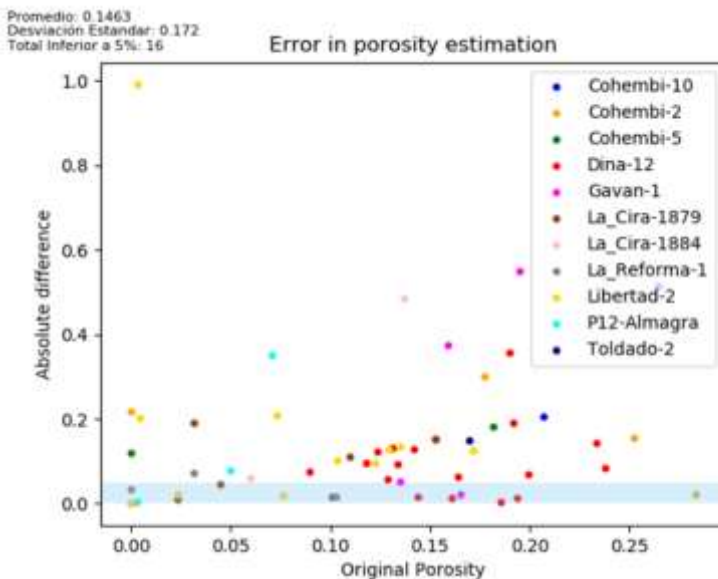
- La Universidad de los Andes y su grupo de Inteligencia Artificial finalizaron el entrenamiento iterativo de los modelos de Deep Learning basado en redes neuronales.
- Se generaron y presentaron los resultados de dicho entrenamiento al SGC
- Primeros resultados de la máquina entrenada a través de técnicas de inteligencia artificial (redes neuronales convolucionales). Con base en los avances hechos en el entrenamiento de máquina a través de los experimentos hechos con los expertos en petrografía se pudo determinar y afinar el problema de manera tal

que las anotaciones automáticas permiten al equipo estudiar directamente el problema de predicción de porosidad automática, esperando una variación de alrededor de 4% en la estimación de dicha porosidad en la misma muestra.

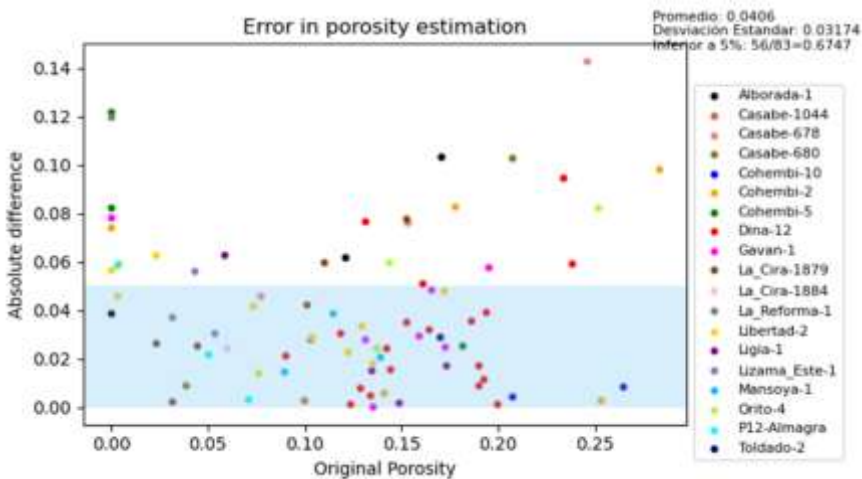
- El método utilizado por el equipo de Inteligencia Artificial y validado con los expertos petrógrafos ha logrado generar más y mejores datos para el análisis de las secciones delgadas generando mayores distribuciones alrededor de la porosidad total y ampliando el espectro de data para entrenamiento de la máquina, como se ve en la siguiente gráfica:



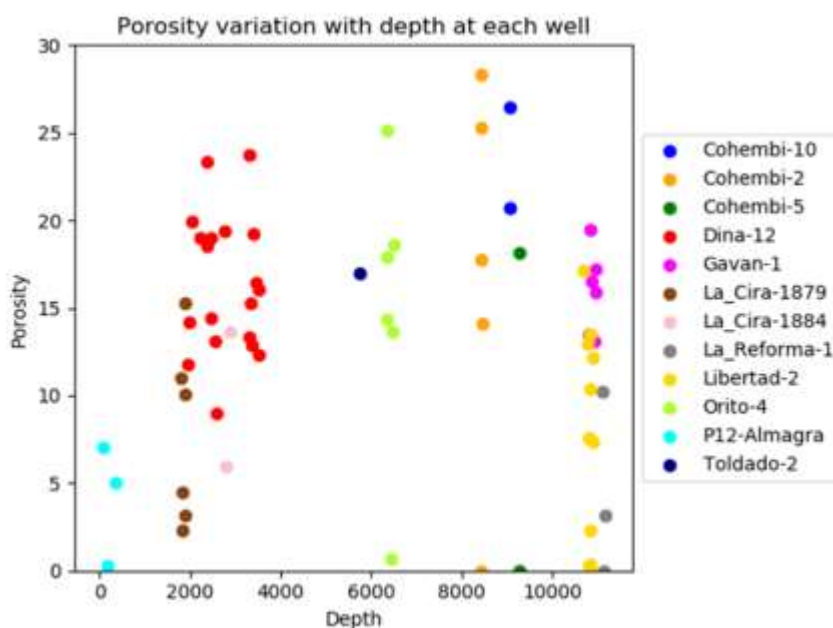
- Los algoritmos utilizados fueron:
 - Redes Neuronales de Convoluciones Dilatadas (UCLA/Google, TPAMI 2017)
 - Redes de Polarización para objetos Transparentes (MIT/UCLA, CVPR 2020)
- Las Anotaciones Automáticas permitieron estudiar directamente el problema de predicción de porosidad exacta.
- Por los experimentos con los expertos se determine que se podría esperar una variación de alrededor de 5% en la estimación de la porosidad en la misma muestra.
- De esta manera y haciendo uso de infraestructura de Google especializada (2 GPUs) se han obtenido los siguientes resultados:



- La siguiente gráfica ilustra el resultado para la estimación directa de 83 secciones delgadas



- Algunos otros resultados obtenidos respecto de otras variables interesantes en el análisis:



Todo el informe técnico del proyecto de investigación, su contexto y sus resultados se encuentran en el SGC y pueden ser consultados según se considere

4.1. Proyecto de Gestión ID 1001351: Sistema de Información Geocientífica y Geoportál integrada

Objetivo: implementar un proyecto que integre la información por temáticas y por capas del SGC mejorando lo existente en el geoportál institucional, con visores relevantes 3D e información integrada del territorio nacional.

Porcentaje de avance del proyecto  100%

Para el año 2005 el INGEOMINAS pone en producción el Sistema de Información Georreferenciada (SIGER) a escala 1:100.000. SIGER fue implementado como una extensión de ArcMap (ESRI) desarrollado bajo tecnologías punto NET y cuyo objetivo era apoyar las labores de los funcionarios temáticos del INGEOMINAS para gestionar la información alfanumérica y geográfica asociada a las facetas de geología, geofísica y muestras, esto en cuanto a tareas de edición, adición, actualización, consulta y eliminación de datos espaciales y alfanuméricos relacionados con la información geocientífica de cada una de las facetas antes descritas.

Se está en la implementación de un sistema que integre la información por temáticas como repositorio de datos espaciales integrado (BDEI).

Este proyecto permitirá que el Servicio Geológico Colombiano (SGC) cuente con esquemas y herramientas que le faciliten la implementación de estándares y la administración de sus datos espaciales, asociado a su correcto almacenamiento, uso y despliegue visual. Para ello el SGC se encuentra en la implementación de una Base de Datos Espacial Integrada (BDEI) y de un Sistema Integrado de Información Geográfica (SIIG) que permitan Facilitar la implementación y uso de estándares institucionales. Se pretende lograr que, en el futuro, los proyectos de investigación y su producción geocientífica, junto con su publicación se rijan por estándares geoespaciales de carácter institucional. Esto minimizaría los tiempos de preparación y estructuración de la información geocientífica y los de uso de esta, una vez es publicada.

Lo anterior redundaría en facilitar la administración, almacenamiento, consolidación y publicación. Unido a la definición de estándares institucionales, se podrá contar con protocolos institucionales que bajo el uso apropiado de herramientas de software harán más sencillos y cortos los procesos de incorporación, consolidación y publicación de la información de la producción geocientífica en la BDEI y en el SIIG.

A través del SIIG se logrará optimizar los procesos de difusión. Además de poderse publicar la información en el SIIG, se debe agregar a la misma funcionalidad propias, básicas de usuario final que simplifiquen su uso, cruce y descarga; sin tener que recurrir, cómo pudiera suceder en la actualidad, a procesos manuales y dispendiosos de preparación y extracción de información para entregarla a los usuarios. Todo lo anterior con la aplicación de normas claras de Gobierno de Datos.

Informe de avance año 2020:

Para el año 2020 el proyecto se centró en la estructuración de la Fase Piloto, con miras a obtener los lineamientos que den origen a la Fase 1, Ingeniería de Detalle e Implementación de la Base de Datos Espacial Integrada, el Sistema de Información Integrado Geocientífica y la Integración con el Motor de Integración de Información Geocientífica.

Como metodología se implementó de manera coordinada con el grupo asesor de la Universidad de los Andes, la realización de una serie de pruebas de concepto, donde a medida que se iban construyendo historias de usuario; con lo que se garantiza que la fase 1, no tendrá tropiezos en la implementación.

Se logró obtener un piloto funcional del SIIG, el cual corresponde a uno de los entregables propuestos para el año 2020, sobrepasando en algunos tópicos las metas trazadas.

Por otra parte, se llegó a obtener el análisis, diseño y consolidación de una base de datos espacial integrada, la cual pretende actuar como repositorio centralizado para toda la información geográfica del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

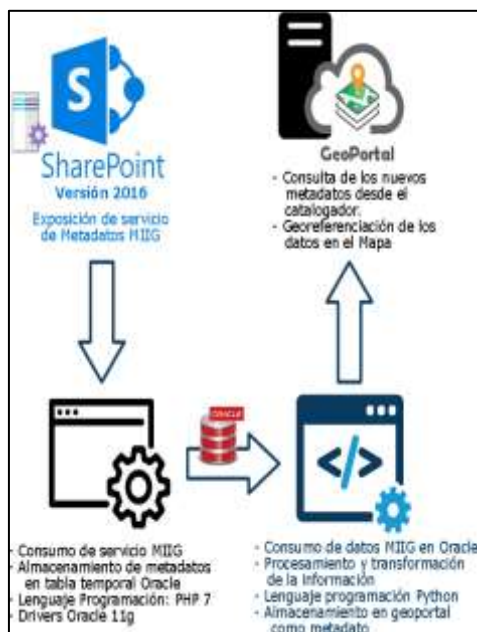
La estructuración de esta base de datos ha sido concebida teniendo en cuenta la estandarización de los objetos geográficos (Catalogación de objetos NTC-5661), la transversalidad que pueda presentarse entre la información, el manejo multitemporal y la generación y representación de la información en múltiples escalas.

Se determinaron los mecanismos de edición, migración y control de la información en la Base de Datos Espacial Integrada (BDEI), esto mediante los tipos de conexiones como en el establecimiento de esquemas de versionamiento que definen estructuras de editores, gestores de calidad y administrador de BDEI.

Cabe aclarar que el modelamiento y estructuración de datos presentados, corresponden a los trabajos de estandarización geográfica realizados con las áreas de Geotermia, Banco de Información Petrolera, Geología de Volcanes y Cartografía Geológica. Esta estructuración contempla la incorporación progresiva de nuevos objetos en la medida que otros estándares geográficos sean generados y aprobados por otros grupos temáticos.

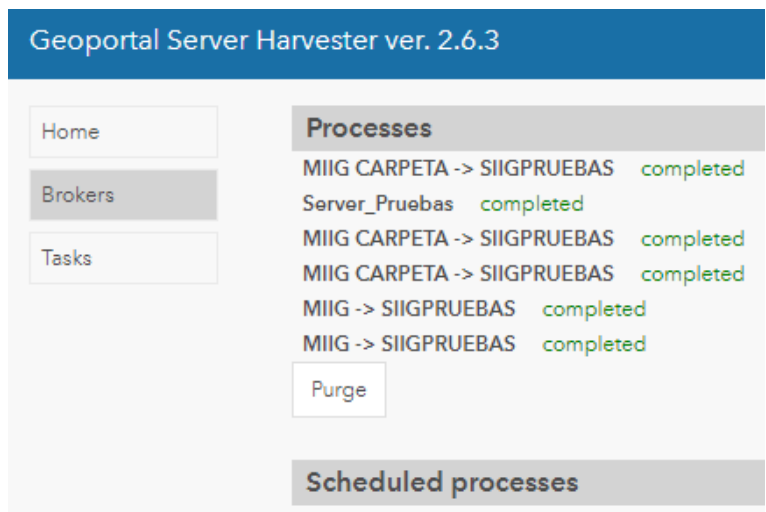
Por otra parte, dentro del proceso de integración de información del (Motor integrado de información Geocientífica) MIIG y el prototipo del SIIG, fueron considerados una serie de procesos que permitieran la transformación de información desde el metadato obtenido de MIIG hasta el almacenamiento a una tabla de base de datos en metadatos y luego la posterior conversión a archivo XML reconocible por el Geoportal Server, esta transformación se describe en este documento.

A continuación, se presenta el diagrama de integración entre el “Motor de Integración de Información Geocientífica (MIIG)” y el “Sistema de Información Integrada Geocientífica” (SIIG) MIIG-SIIG, el cual a vista general presenta los elementos de integración de información básica MIIG para el Piloto, permitiendo de esta manera a SIIG presentar también los productos MIIG georreferenciando la ubicación a la cual hacen referencia y redireccionando, si es del caso, a los documentos asociados del producto en la aplicación MIIG.



Para la migración de datos MIIG y el consumo del servicio se implementó un servicio que controla que los registros no sean duplicados revisando previamente la existencia del código del producto. Por cada ejecución se genera un archivo de log de transacciones que garantizarán la trazabilidad.

Para sincronizar y actualizar los recursos de Geoportal Server se utiliza su módulo harvester, así:

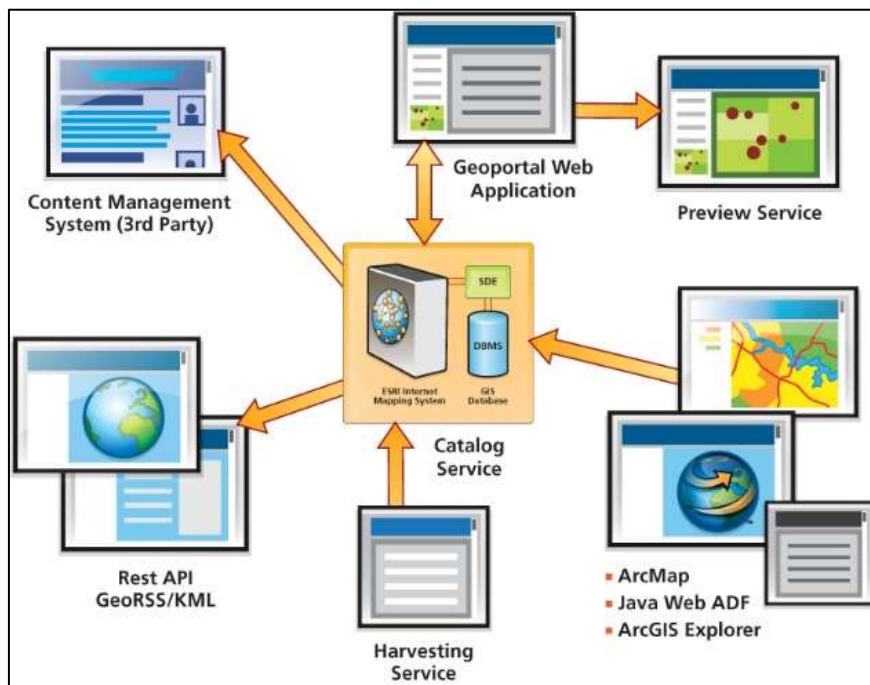


Una vez los recursos importados a SIIG son consultables y visualizables a través de la búsqueda del catálogo del SIIG Piloto, el cual se conceptualizó e implemento como un producto de software que supliera la mayoría de necesidades que se tienen previstas para el “Sistema de Información Geocientífica” (SIIG), dentro de las cuales se plantea:

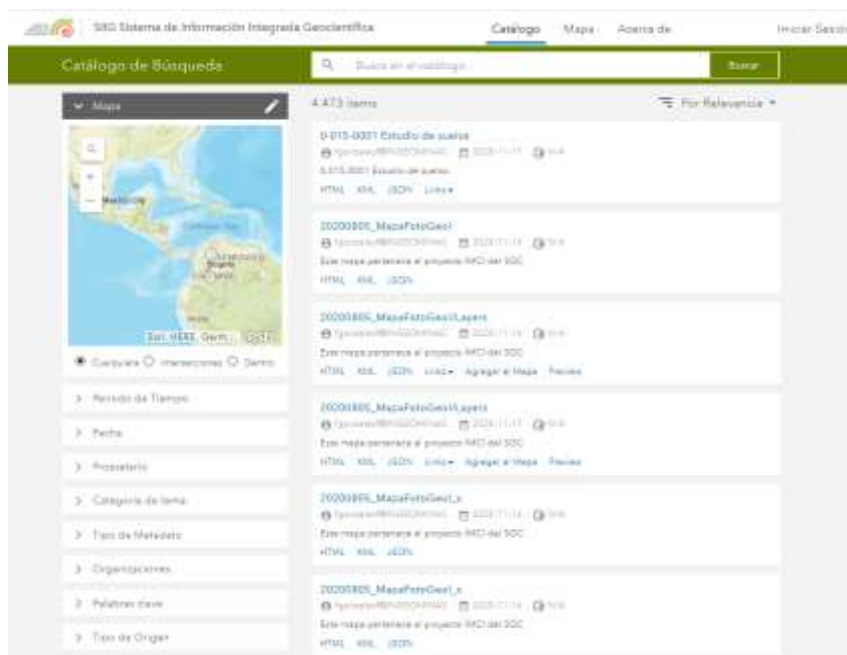
- Búsqueda de Productos por palabras claves.
- Búsqueda de productos de manera Geográfica, “Por Extend”.
- Filtros de refinamiento de las búsquedas, según la agrupación de los productos.
- Consumir los resultados geográficos en un mapa dinámico.
- Realizar geoprosesamiento básico sobre la información geográfica desplegada.

Se llegó a obtener una arquitectura de la aplicación como se muestra que permite sincronizar recursos de diversas fuentes que cumplan con un estándar geográfico.

Arquitectura de la Aplicación



Finalmente se presenta la Interface del SIIG con refinadores de consulta, vista de resultados en extend del mapa, filtrado por extend del mapa también, acceso a mapa, agregar geoservicios al mapa, ver los metadatos, acceder a los recursos, preview por cada resultado para vista instantánea de mapa entre otros.




Con lo anterior presentado; estructura de la BDEI, del SIIG y del modelo de integración MIIG, se cumple con una parte del alcance trazado para el proyecto. Con la construcción conjunta SGC - UniAndes de los documentos “Análisis y elaboración de las especificaciones técnicas para la contratación de la primera versión de la Base de Datos Espacial Integrada (BDEI) y el Sistema Integrado de Información Geográfica (SIIG) del SGC” y “Versión inicial de Especificaciones técnicas Análisis, Diseño, Contratación e Implementación BDEI-SIIG. Versión 1.0”, se completan los alcances trazados para el año 2020.

Una parte importante de que se hace claridad, corresponde a la valoración económica se de los procesos de contratación que se tienen previstos, los cuales tienen proyecciones de alto nivel para el bienio 2021 -2022, por lo que, en el primer semestre del año 2021, se realizarán los estudios de mercado necesarios para ajustar de manera adecuada los presupuestos a ejecutar.

5.1. Proyecto de Gestión ID 1001353: Diseño banco información minera

Objetivo: diseñar un Banco de Información Minera encargado de recibir, catalogar y custodiar las muestras e información técnica proveniente de los titulares mineros del país.

Porcentaje de avance del proyecto  **90%**

El Banco de Información Minera – BIM, será el repositorio oficial de Colombia, con la función de recibir, preservar, cargar, custodiar, suministrar y administrar, toda la información geológica y de conocimiento del subsuelo, generada en el desarrollo de actividades mineras por los concesionarios de títulos mineros a nivel nacional, orientado a permitir la investigación científica, el conocimiento geológico y la riqueza del subsuelo.

Informe de avance año 2020:

- ✓ Se finalizó la elaboración de los Términos de Referencia -TdR, del *“Diseño del Modelo de Operación y el diseño y puesta en marcha de la Solución Tecnológica para el Banco de Información Minera - BIM”*. Se toma la decisión de empaquetar los dos componentes, esta decisión se basa en los procesos de Arquitectura Empresarial del SGC, cuyo énfasis es la integración y eficiencia en la utilización de los recursos tecnológicos disponibles, también se consideró la optimización del tiempo de implementación, el concepto emitido por la Universidad de los Andes y la experiencia en los procesos surtidos en el Banco de Información Petrolera - BIP, estas razones llevaron a tomar la decisión de contratar en un solo proyecto el *Diseño del Modelo de Operación y el diseño y puesta en marcha de la Solución Tecnológica para el BIM*; dando como resultado un documento denominado Anexo No. 1 Características Técnicas.
- Para efecto de la indagación de mercado, se remitió invitación para cotizar a cuatro (4) firmas consultoras, especialistas en gestión y administración de información del sector minero – energético, a quienes se les suministró el Anexo No. 1 Características Técnicas, con las especificaciones mínimas para el Modelo de Operación y las especificaciones técnicas de la Solución Tecnológica, las empresas invitadas fueron: Schlumberger, Halliburton, Remasa y Ernst & Young.
- De las 4 empresas invitadas, respondieron 3 empresas quienes enviaron sus propuestas técnicas y económicas, con las cuales el SGC pudo realizar un estudio de Mercado. Se analizaron cuidadosamente las 3 propuestas, considerando aspectos técnicos y económicos, entre otros. Ver Tabla 1. Cotizaciones

Tabla 1. Cotizaciones

COTIZACIONES							
Orden	Empresa	Concepto	Valor USD	Valor Total USD	TRM	Valor \$COL Sin IVA	Valor Total \$COL Sin IVA
1	Halliburton	Modelo Operativo	250.000	600.000	3.900	\$ 936.000.000	\$ 2.340.000.000
		Solución Tecnológica	420.000			\$1.404.000.000	
2	Remasa	Modelo Operativo	3.067.198	8.082.321	3.900	\$ 11.962.072.200	\$ 31.521.051.900
		Solución Tecnológica	5.015.123			\$ 19.558.979.700	
3	Schlumberger	Modelo Operativo	No presenta cotización para estudio de mercado, pero manifiesta su intención de presentar una cotización para el estudio de mercado.				
		Solución Tecnológica					
4	Ernst&Young	Modelo Operativo	176.410	892.308	3.900	\$ 688.000.000	\$ 3.480.000.000
		Solución Tecnológica	715.897			\$ 2.792.000.000	

- La compañía seleccionada es Halliburton, dadas las múltiples ventajas que ofrece para el SGC, ya que su propuesta de aprovechar algunos componentes ya implementados en el BIP y de incorporar otros exclusivamente para el BIM para mantener la solución del Sistema independiente de la solución del BIP; hace que su costo sea mucho menor a las otras cotizaciones y permite al SGC, consolidar sus esfuerzos por configurar un Ecosistema de Bancos de información, el cual asegure la integración, calidad, unicidad y completitud de la información Geológica del país.
 - La compañía Schlumberger, no presentó cotización para estudio de mercado, sin embargo, es importante mencionar que esta empresa fue la encargada de definir el nuevo modelo de operación del BIP, el cual tuvo un costo de USD 700.000 IVA incluido, únicamente para el nuevo modelo de operación del BIP.
- ✓ Jurídicamente surgieron algunas observaciones a la creación del BIM, tales como si era necesario la creación mediante decreto y si existía la posibilidad de que hubiera algún traslape de funciones entre entidades y sistemas de información del sector.
- Se realizaron varias mesas de trabajo entre las Oficinas Asesoras Jurídicas del SGC y la ANM, con el acompañamiento del Secretario General del SGC y el asesor jurídico de la Presidencia de la ANM. Como conclusión se genera un documento jurídico y un anexo técnico, donde se consolida el argumento del Servicio Geológico Colombiano, que determina que normativamente no es necesaria la expedición de un Decreto de creación del Banco de Información Minera.
 - También se hicieron reuniones con las oficinas TI del SGC y la UPME con el fin de determinar que la información que recibirá el BIM no es la misma información

que maneja la UPME en el SIMCO y adicionalmente, que este sistema no tiene capacidad tecnológica para recibir esa información.

Se continua con el proceso de contratación de Halliburton, para lo cual se suben los estudios previos a WebSafi, para posterior revisión del abogado de la oficina de Contratos y Convenios para su aprobación, y seguir con el comité de contratación.

Se obtuvo por parte del Grupo de Contratos y Convenios, la aprobación de los estudios previos y los documentos anexos: Características Técnicas, Justificación Técnica, Análisis del Sector y Matriz de riesgos para la contratación de la empresa Halliburton.

Se elaboró la ficha técnica para la presentación del proyecto ante el comité de contratación; el Comité de Contratación del SGC, aprobó la contratación directa de la empresa Halliburton por Ciencia y Tecnología para realizar el “Diseño del modelo de operación del Banco de Información Minera y diseño y puesta en marcha de la solución tecnológica para el software que dará soporte al BIM”.

En reuniones previas con el Comité Patrocinador, conformado por la Presidenta, el Vicepresidente de Seguimiento, Control y Seguridad Minera y el Grupo BIM de la ANM y del lado del SGC, el Director General, las Directoras Técnicas de Recursos Minerales y Gestión de Información, el Secretario General y el Grupo BIM del SGC, se les presentó la conveniencia de contratar en un solo paquete el Diseño del Modelo y la Solución tecnológica, pero el SGC no tenía recursos suficientes para contratar este paquete, por lo que la ANM se ofreció a buscar recursos financieros. Se realizó un análisis exhaustivo por parte de las dos entidades frente a los mecanismos de traslado de recursos de la ANM al SGC y los tiempos que este proceso conllevaría, los cuales superarían la fecha máxima establecida por el Grupo BIM, para no poner en riesgo la ejecución del contrato a diciembre de 2020, por lo tanto, se tomó la decisión que los recursos faltantes fueran aportados en un 100% por la Dirección de Recursos Minerales del SGC. Esta decisión y la búsqueda de recursos, implicó una cantidad de tiempo considerable que demoró la firma del contrato.

Se elaboró una metodología de trabajo que se aplicará en el seguimiento y control al contrato con Halliburton, se definieron las socializaciones necesarias para realizar al equipo de Halliburton y se estandarizó el informe de seguimiento semanal que deberán presentar, antes de la firma del contrato.

Se firma el contrato 410 de 2020 con Halliburton para el “Diseño del modelo de operación del Banco de Información Minera y diseño y puesta en marcha de la solución tecnológica para el software que dará soporte al Banco de Información Minera”, su ejecución empezó el 21 de septiembre de 2020, iniciando con diferentes socializaciones y temas de interés para el BIM, dadas por el SGC y la ANM a los contratistas de

Halliburton, abarcando los siguientes temas a grandes rasgos: KickOff, arquitectura empresarial del SGC, Sistema AnnA Minería, funcionamiento del MIIG y su arquitectura de software, avances de los estándares cartográficos, metodología de trabajo, Manual de Suministro y Entrega de Información, Concepto de Confidencialidad de la información, Instalación Petrobank (revisión de aspectos tecnológicos), Direccionamiento SGC y de ANM, Banco de Información Petrolera - BIP, Explora, Información Titulares (ANM), Seguridad de la Información para el BIM.

Se solicitó control de cambios en PlanView, ya que el alcance del proyecto cambio, por la inclusión de la solución tecnológica y por el ingreso de recursos financieros al proyecto. Se modificó el cronograma, con base en el cronograma del proyecto de Halliburton. No hay modificación en el tiempo de ejecución.

El último trimestre corresponde esencialmente a la ejecución del contrato.

Se han entregado y aprobado 2 productos de los 10 pactados, el producto 0. Plan de Proyecto y el Producto 9. Instalación de la Solución Tecnológica. Se recibieron para su revisión los Productos 1. Análisis y Diagnóstico y 2. Marco Estratégico.

Estos documentos se han trabajado en conjunto con el grupo BIM, compuesto por los profesionales del SGC que están asignados a este proyecto, de la Dirección de Recursos Minerales y de la Dirección de Gestión de Información y del Grupo de Recursos y Reservas de la Vicepresidencia de Seguimiento, Control y Seguridad Minera de la ANM.

Para la elaboración del Producto 1. Análisis y Diagnóstico, se hicieron una serie de entrevistas y encuestas a diferentes stakeholders que impactará el BIM, lo que permitirá definir la forma de actuación y la estrategia de comunicación, información y relacionamiento apropiado, para satisfacer sus expectativas. Entre las entrevistas realizadas podemos resaltar las siguientes: al Director General del SGC, a la Directora de Recursos Minerales del SGC, al Vicepresidente de Seguimiento, Control y Seguridad Minera de la ANM y al Subdirector de Minería de la UPME.

El Producto 1, está compuesto por cinco documentos: el documento principal, Análisis y Diagnóstico y por 4 anexos; el Anexo 1. Descripción normas relacionadas con el BIM, Anexo 2. Resultados de encuestas, Anexo 3. Entrevistas, Anexo 4. Benchmarking internacional y el Anexo 5. Algunos sistemas del sector minero energético relacionados con el BIM. Cada uno de estos documentos fue revisado por el equipo BIM, atendiendo los criterios de aceptación establecidos, evidenciando la falta de algunos componentes como lo son: prospectiva del BIM a 3 años, productos y servicios de la ANM que migrarán al BIM, línea base del proyecto, definición de requerimientos, análisis de la información recopilada en el Benchmarking y mejores prácticas para el BIM.

En la segunda revisión ya se observa que cumplen con lo establecido en los criterios de aceptación, sin embargo, en general se debe realizar una revisión total de estilo y redacción para garantizar un hilo conductor del documento y de ortografía; es necesario realizar los ajustes solicitados en cada uno de ellos frente a algunos temas de fondo, específicamente en el planteamiento de la prospectiva y análisis de la situación actual, donde se plantea la Línea Base.

Estado actual: pendiente la entrega de los documentos que hacen parte del producto No.1. En revisión por parte del equipo BIM el anexo 4,

Para la elaboración del Producto 2. Marco Estratégico, se realizaron tres talleres con el equipo BIM del SGC y ANM para trabajar una matriz DOFA y establecer la misión visión, estrategias, objetivos y metas.

El Producto 2, está compuesto por el documento: Marco Estratégico, este documento fue revisado por el equipo BIM, atendiendo los criterios de aceptación establecidos, evidenciando la falta de algunos componentes como lo son las metas, además se observa falta de profundización de los siguientes temas DOFA, Objetivos Estratégicos y Principios, así como la reformulación de la visión y misión del BIM. En general se debe realizar una revisión general de estilo y redacción para garantizar un hilo conductor del documento y de ortografía. En la segunda revisión se pudo evidenciar que cumple con lo establecido en los criterios de aceptación, sin embargo, se solicita realizar los ajustes de redacción, numeración, y otras observaciones realizadas en el documento, así como incluir las definiciones de objetivos estratégicos, estrategias y metas, y una explicación breve de la metodología empleada, puntualmente como establecen las metas, objetivos y estrategias.

Estado: En ajustes por parte de Halliburton.

La herramienta contratada, llamada Petrobank debe tener definido en su base de datos, para recibir y almacenar la información que entregarán los titulares mineros, los datos, metadatos y las taxonomías que serán establecidas para el BIM, para esto se han realizado varias sesiones de trabajo que definirán cual información y como ingresara. Se tramitó con un titular minero, la posibilidad de entrega de información al BIM, con el fin de iniciar con datos reales el cargue en la herramienta, cuales son los datos que ingresarán al BIM, sus formatos y componentes; para esto se tramito un acuerdo de confidencialidad, firmado por las 4 partes involucradas en el proyecto: El titular minero, la ANM, el SGC y Halliburton. En este momento estamos en espera de la entrega de la información por parte del titular.

Semanalmente se hace una reunión de seguimiento del estado y avance del proyecto y aproximadamente cada mes se hace un comité Directivo, son reuniones con los

directores de Recursos Minerales, Gestión de Información y el Vicepresidente de Seguimiento, Control y Seguridad Minera de la ANM, con presencia además de la Universidad de Los Andes y del Gerente del Banco de Información Petrolera.

Para las reuniones de seguimiento semanales, se hacen según metodología planteada donde se exponen: el resumen ejecutivo de la ejecución por producto, la curva S – Status Consolidado, los principales problemas, la asignación de riesgos principales, las solicitudes de cambio y los próximos pasos a seguir.

En los comités Directivos, se expuso el avance del proyecto y se planteó la preocupación existente frente al poco tiempo de ejecución del mismo y lo extenso y complejo de la elaboración de los productos del contrato.

La firma Halliburton realizó una solicitud de prórroga del contrato 410 de 2020, el 30 de noviembre de 2020, la cual fue aprobada por el comité de contratación el 10 de diciembre de 2020 y firmada y legalizada el 28 de diciembre de 2020.


Se continúa trabajando en los complementos del manual de entrega, que corresponden a formatos de datos (modelo y estructura de datos), estándares de informes, metadatos técnicos y formatos de mapas entre otros, que serán entregados a los titulares mineros con una guía de uso para la entrega de la información. Este es un tema de largo aliento, porque se están definiendo los estándares que regirán la entrega y el ingreso de la información al BIM.

6.1. Proyecto de Gestión ID 1001262: Catalogación de Sismos y Centro alterno de monitoreo de la RSNC.

Objetivo: implementación de sistema para consolidar la información de sismos del grupo de evaluación y monitoreo de la actividad sísmica, los OVS y GEORED y su integración con el MIIG.

Fecha de inicio: 12 de abril de 2019

Fecha de cierre: 31 de diciembre de 2020

Porcentaje de avance del proyecto  84%

Existen tres subproyectos englobados en uno solo y todos ejecutados en conjunto con la Dirección de Gestión de Información y la Dirección de Geoamenazas, esta última es la generadora de la información y el usuario principal.

Informe de avance año 2020:

Existen tres subproyectos englobados en uno solo y todos ejecutados en conjunto con la Dirección de Gestión de Información y la Dirección de Geoamenazas, está última quien es la generadora de la información usuario principal.

- **Catalogación de sismos:**

El proyecto se basa en la identificación y análisis de las fuentes de información de sismos y volcanes para que los usuarios tengan toda la información pertinente en un solo visor. Esto incluye las diferentes estaciones de medición (sismológicas, acelerómetros, GPS, de gases, etc.), los epicentros, las magnitudes, las profundidades, archivos generados y procesados, análisis, etc. Se han realizado las siguientes actividades durante el año:

- Se trabajó con el área de la Dirección de Geoamenazas: RSNC
- Se realizó la contratación de los desarrolladores.
- Implementación conversión de archivos sfiles a SeisComPML.
- Módulo de conversión entre Seisan y SeisComPML del periodo comprendido entre 1993 hasta 2017.
- Aplicación web para la asociación de registros de aceleraciones con la base de datos de eventos sísmicos Seisan

- **Centro alterno de monitoreo de la RSNC**

Se requiere implementar una contingencia funcional, en caso de que algo ocurra en el centro de monitoreo actual de la RSNC ocasionando que no se pueda procesar y publicar información relevante. Para esto se creó este proyecto que busca solventar la falencia actual. Su ubicación será en la sede de Pasto. El estado de avance del proyecto es el siguiente:

- Dentro de los requerimientos técnicos para adquirir e instalar un centro de datos en contenedor, se consideró el aumento de la capacidad eléctrica.
- Se aprueba la factibilidad de aumento de carga eléctrica para la sede por parte de la electrificadora de Nariño (CEDENAR).
- Se define con la Dirección de Geoamenazas, la ubicación del centro de datos en contenedor y la antena satelital, los cuales quedaron dentro de los requerimientos técnicos.
- Se solicitan cotizaciones y se realiza el análisis del sector.
- Se aprobó en Comité de Contratación y se encuentra listo para iniciar el proceso de licitación.



La gráfica presenta la ubicación de los componentes del centro alternativo de Monitoreo

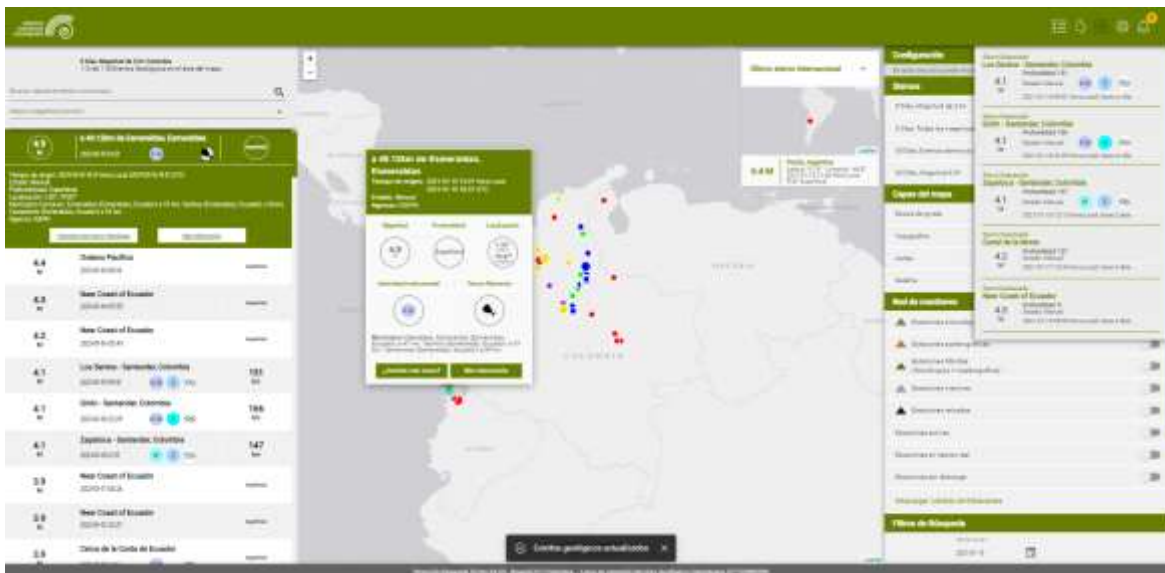
- **Mantenimiento y mejoramiento de la Solución Altamente Escalable (SAE)**

Busca mejorar las funcionalidades actuales para publicar e informar los eventos sísmicos y de volcanes a cualquier persona y en forma casi inmediata sin que se colapse la página web del SGC. Se está trabajando en las correcciones/mejoras que se le puede hacer al sistema en la nube y localmente.

- Se realiza la planeación de los entregables
- Se realiza la contratación de personal
- Se realizan los diseños para el home del portal web, visor de sismos, página de detalles de sismos, visor de volcanes, página de detalles del volcán.
- Se hacen reuniones con la RSNC y OVS Manizales, Pasto, Popayán con el fin de mostrar avances y recibir retroalimentación.
- La primera salida a producción fue el 8 de septiembre



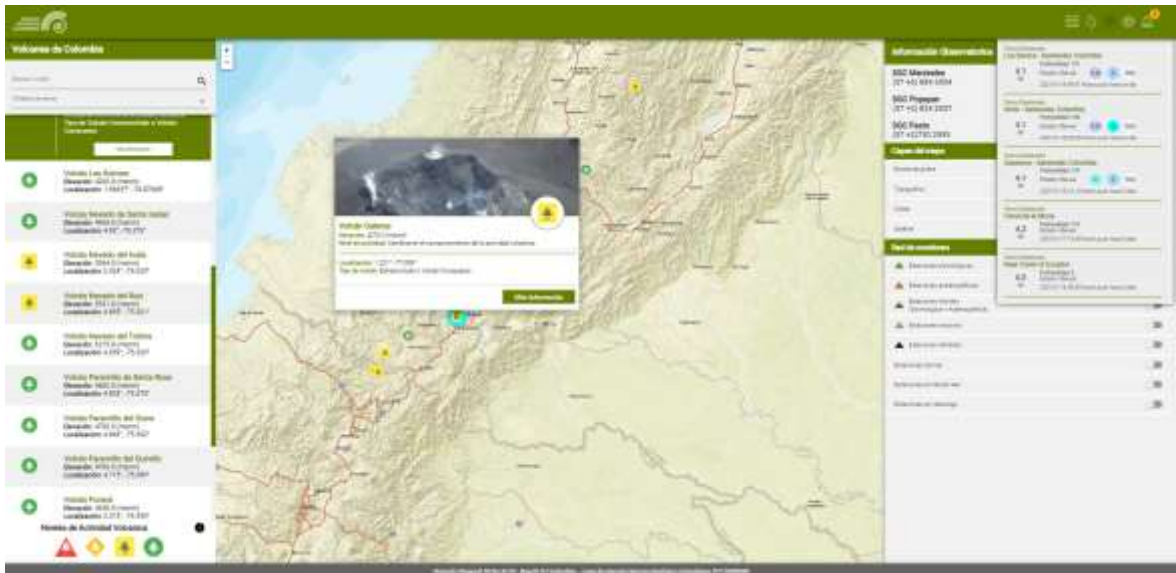
Home Portal, se incluyó un nuevo slider señalado en rojo



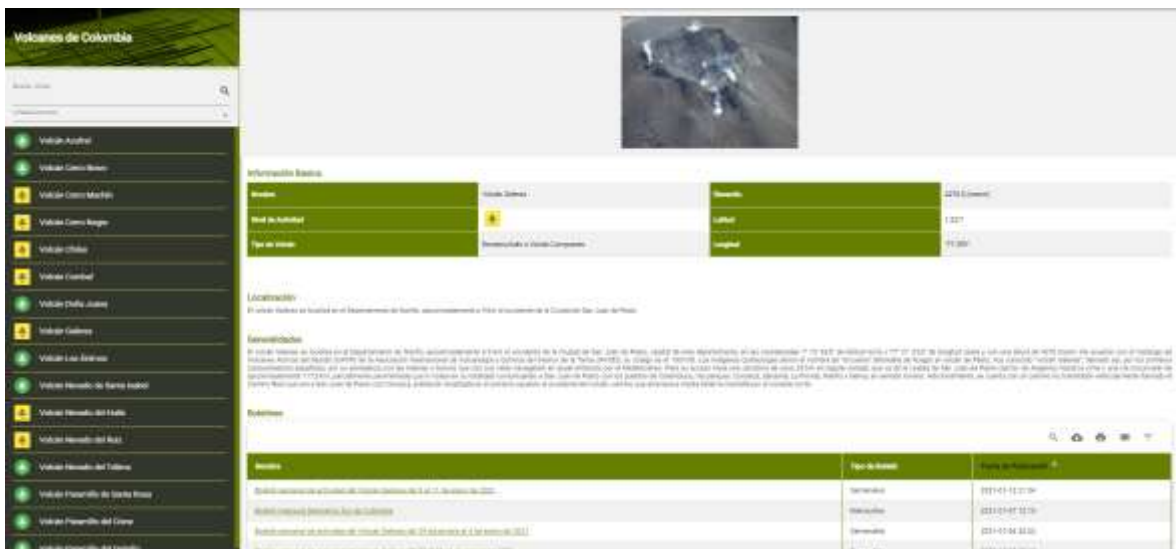
Visor de sismos: mapa dinámico, información especializada de cada sismo, notificaciones



Detalle de sismos



Visor de volcanes



Detalles de volcán

7.1. Proyecto de Gestión ID 1001234: Soluciones Tecnológicas Integrales para la divulgación del Conocimiento Geocientífico

Objetivo: fortalecer las capacidades de la Plataforma tecnológica para asegurar el funcionamiento adecuado de las diferentes soluciones implementadas por el SGC para almacenamiento, procesamiento y divulgación del conocimiento geocientífico.

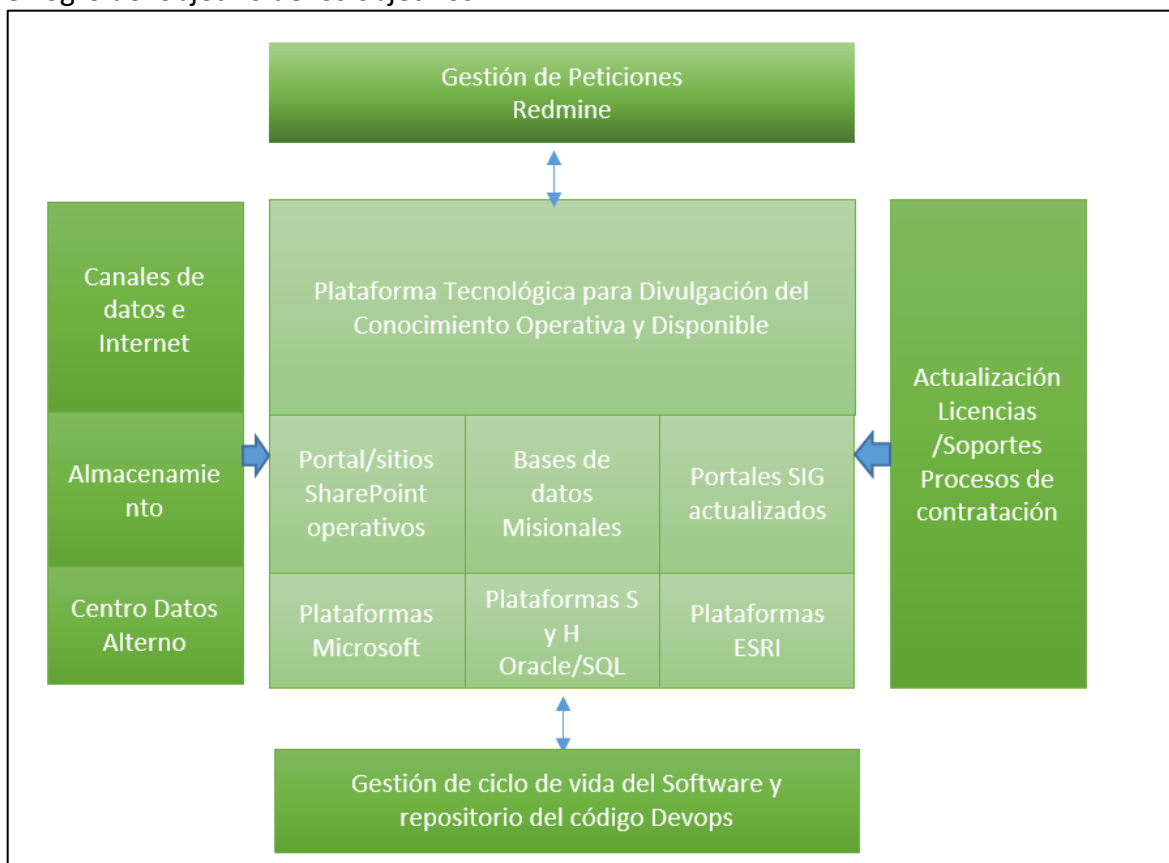
Porcentaje de avance del proyecto

➔ 78%

Informe de avance año 2020:

La divulgación del conocimiento geocientífico se apalanca en la utilización de herramientas tecnológicas, que utilizadas adecuadamente permiten la gestión, administración, divulgación y generación de nuevo conocimiento para lo cual se gestionan actividades que permiten mantener la plataforma tecnológica y el funcionamiento de los sistemas, portal y sitios web que hacen posible brindar información ágil y oportuna tanto al interior del Servicio Geológico como al ciudadano e interesados en ella.

Componentes tecnológicos para la divulgación del conocimiento Geocientífico: El siguiente diagrama muestra las tecnologías y recursos que componen el proyecto para el logro del objetivo de los objetivos.



Periódicamente en el portal y sitios web se realiza publicación de contenido y actualización de este, cargue de nuevos sitios web, actualización de piezas gráficas y depuración de enlaces, contenido desactualizado y estructuración de sitios de acuerdo con las matrices definidas para ello. La incorporación de nuevos componentes y la gestión del ecosistema tecnológico que realiza este proyecto ha asegurado la

disponibilidad para la divulgación de la información, su integridad para dar confianza a los interesados en ella y la confidencialidad de la información que está en proceso.

En este sentido se han adelantado procesos que apoyan dicha gestión entre ellos:

Servicio de conectividad avanzada e internet para las sedes del SGC

- Confiabilidad. 99.98% de uptime contra 99.9 del anterior.
- El ancho de banda de Internet se triplicó, pasando de 250 Mbps a 750 Mbps, Además, se contrató un segundo enlace de Internet de las mismas características
- Los enlaces de datos de los OVS (Pasto, Popayán y Manizales), se cuadruplicaron en ancho de banda, de 64 a 256 Mbps
- En las otras sedes, los aumentos en el ancho de banda se duplicaron y Se contrataron conexiones Internet para contingencia en los OVS (Pasto, Popayán, Manizales) de 20 Mbps. 15 meses (hasta 30112020)

Mecanismos de respaldo y continuidad para infraestructura, datos e información en un datacenter alternativo.

- Servicio de Colocación, garantizando así un sitio alternativo donde se encuentran los componentes necesarios para la implementación del DRP (disaster Recovery Plan) prórroga en solicitud hasta el 15 de diciembre, prórroga aceptada y componentes funcionando a 31 de diciembre

Renovación de la garantía de la solución de Almacenamiento y de Protección de datos

- Permite asegurar el soporte técnico y mantenimiento de los equipos y software de los sistemas que componen cada una de estas soluciones en las diferentes sedes del SGC, con el fin de mitigar el riesgo de obsolescencia tecnológica y asegurar la disponibilidad de la información geocientífica
- Soporte a los componentes repositorio institucional.
- Fortalecimiento a la conectividad avanzada en la sede central y los observatorios
- Mecanismos de respaldo y continuidad para infraestructura, datos e información en un datacenter alternativo.
- Proceso vigente hasta julio de 2021

Ampliación del almacenamiento institucional

Este contrato terminó su ejecución el 31 de marzo de 2020, los logros alcanzados mediante este contrato son:

- Aumento de la capacidad disponible en un 20%
- Fortalecimiento de los sistemas de almacenamiento de información
- Soporte y mantenimiento de los sitios publicados para la divulgación de información

Soporte a la licencia Oracle

- Permite asegurar la continuidad del servicio de base de datos ante errores y fallas de la plataforma y reduce el riesgo de indisponibilidad de datos estructurados de las aplicaciones que lo consumen

Renovación de licencias componentes Microsoft y soporte premier

- Permite asegurar la continuidad de los servicios de componentes: SharePoint, SQL Server y servicios dependientes ante errores y fallas de la plataforma y reduce el riesgo de indisponibilidad de las aplicaciones que soporta estas plataformas: Portal, Sitios Web, Trámites
- Proceso de higiene del Directorio Activo: Diagnóstico y saneamiento de debilidades en seguridad y se realizan procedimientos de ajustes e implementación de recomendaciones que mejoran la seguridad.
- Se construye la primera versión del Catálogo de Servicios Tecnológicos y actualización del catálogo de servicios de negocio y técnico incluyendo lo correspondiente a la RSNC y OVS.
- Se implementa la tecnología Azure DevOps server que permite la gestión de los desarrollos de sistemas de información utilizando mejores prácticas de la industria del software
- Creación de mapas de servicio de RSNC y OVS de acuerdo con lo que se definió en el proyecto de continuidad de negocio.
- Creación de Matriz de Incidentes y Requerimientos

Renovaciones de soportes de Componentes especializados conexos a los componentes Microsoft: DocAve Connector, Nintex

- Permite la continuidad de los servicios de aplicaciones que forman parte de la tecnología implementada y de esta forma asegurar la continuidad de los servicios implementados: ECM, Portal, Trámites

Componentes RedHat: Linux, Jboss

- Permite la continuidad de los servicios y aplicaciones misionales: SIMMA, Sismo Sentido, Sismicidad Histórica, Inventario de manifestaciones termales-Hidrotermales- Calidad de carbones de Colombia; entre otros., que soporta esta plataforma

Arcgis Server, Arcgis Online, Arcgis Pro

- Permite la publicación de datos por medio de elementos geográficos como mapas, geoservicios, geovisores y aplicaciones geográficas para la divulgación y mantenimiento de la información geocientífica.

Se continúan realizando procesos de renovación de soporte y actualización para las plataformas tecnológicas de virtualización, sistemas operativos contenedores de aplicaciones entre ellos: VMware, SharePoint, Oracle, SqlServer, Windows, RedHat, SharePoint entre otros.

El proyecto “Soluciones Tecnológicas Integrales para la divulgación del Conocimiento Geocientífico” también apoya los procesos de la gestión de información mediante actividades de apoyo a los diferentes proyectos institucionales, haciendo uso de las plataformas SIG, dentro de estas actividades tenemos:

- Acompañamiento a las direcciones técnicas en el desarrollo de estándares geográficos para su aplicación en las temáticas y proyectos relacionados con información geocientífica
- Monitoreo de los servicios web de Mapas, para garantizar la disponibilidad de la información geocientífica, producida por el SGC
- Presta el debido mantenimiento preventivo y correctivo a los portales y servidores de información geocientífica del SGC (Portal for ArcGis), con el fin de garantizar la disponibilidad de información geográfica de los proyectos institucionales.
- Se hace la publicación de geoservicios, mapas y aplicaciones geográficas
- Construcción actualización y publicación de visores geográficos y geoservicios.
- Creación de esquemas de base de datos para las temáticas
- Mantenimiento al portal de datos abiertos
- Creación, publicación y actualización de datos abiertos en concordancia con las políticas y normas dictadas por el MINTIC

Apoyos profesionales en el componente de sistemas WEB

Los profesionales que apoyan y participan en el proyecto, prestan su experiencia en las siguientes actividades:

- Realizar los debidos mantenimientos operativos y funcionales de los componentes que gestionan los sitios web del SGC con el fin de garantizar a los usuarios internos y externos de la entidad, la divulgación de la información generada por las Direcciones técnicas del SGC.
- Mantenimiento de las aplicaciones web de trámites y servicios
- Apoyo a los proyectos SIG de las áreas técnicas que involucran conocimientos y experiencia en el campo de Sistemas de información geográfica, durante el proceso precontractual y desarrollo hasta su implantación y puesta en producción, y posterior publicación de productos geocientíficos

- Se atienden requerimientos de soporte, mantenimiento y mejoras en las funcionalidades de aplicaciones web implementadas en tecnología SharePoint y DEVops.

8.1. Proyecto de Gestión ID 1001225: Implementación del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (fase I)

Objetivo: implementación de un conjunto de procesos para gestionar eficientemente la accesibilidad de la información, buscando asegurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos de información minimizando a la vez los riesgos de seguridad de la información.

Porcentaje de avance del proyecto

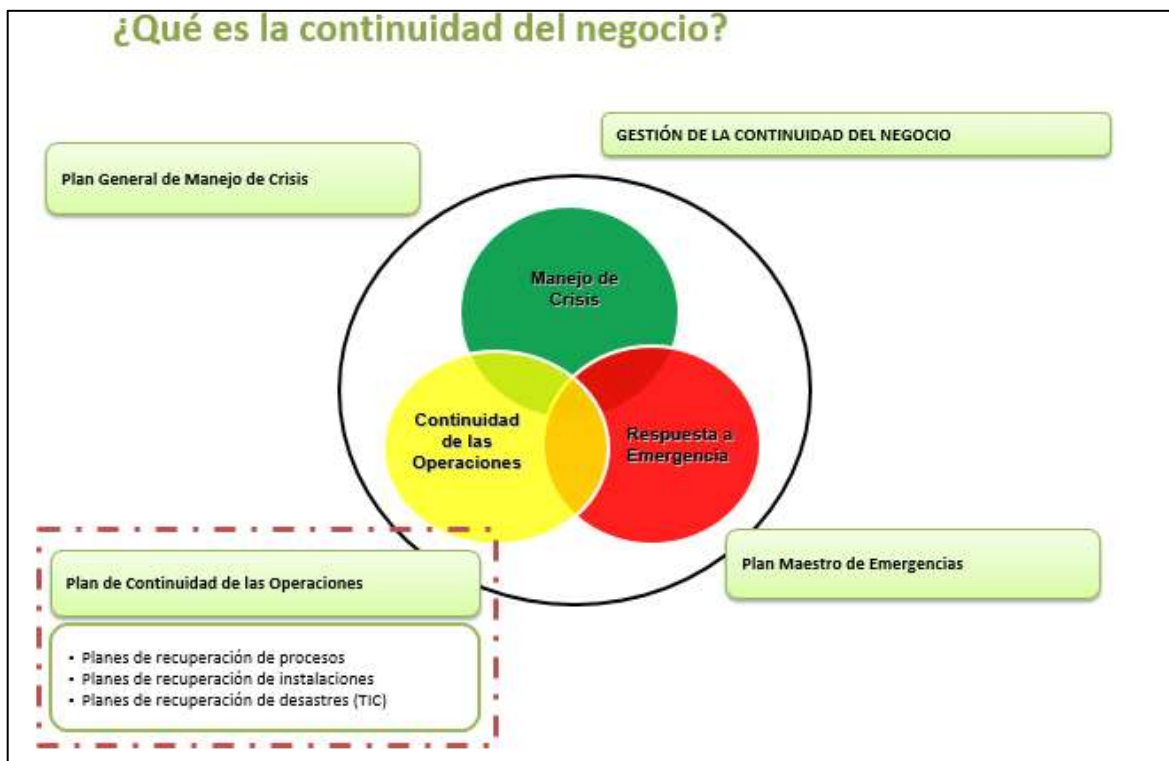


En la Fase I de este proyecto se realizó la planeación del modelo de seguridad y privacidad de acuerdo a las buenas prácticas de planificación de sistemas de gestión. Adicionalmente se realizó un análisis DOFA sobre el sistema de gestión, se definieron las especificaciones técnicas y se acompañó el proceso de contratación de la firma experta en seguridad de la información, para el diseño, planeación e implementación del Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información – MSPI del SGC.

Informe de avance año 2020:

El Plan de Continuidad de Negocio del Servicio Geológico Colombiano (SGC), tiene como finalidad describir los procesos, procedimientos, actividades y responsabilidades necesarias para garantizar que los procesos y recursos críticos de la entidad puedan continuar operando a un nivel aceptable durante y después de la materialización de un desastre.

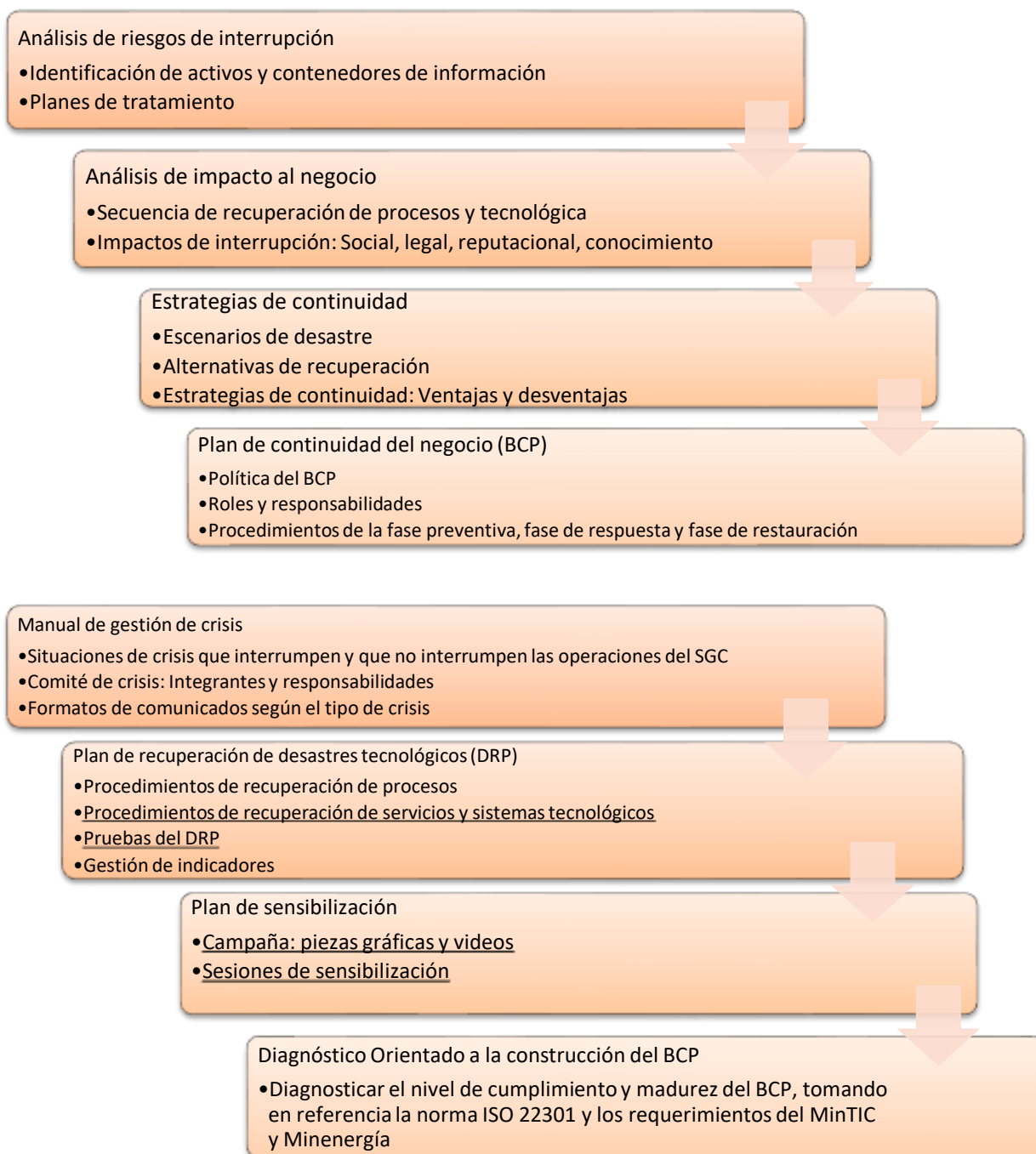
Lo anterior, tiene como base el análisis de impacto al negocio llevado a cabo en la entidad, que consistió en el entendimiento de los procesos críticos, los recursos que soportan su operación y el riesgo que representa la interrupción de los mismos en términos de impactos sociales, legales, reputacionales y de conocimiento para el Servicio Geológico Colombiano (SGC).



En el proceso de análisis y diseño del plan de continuidad del negocio del Servicio Geológico Colombiano (SGC), se han adelantado los siguientes pasos:

- Entendimiento de los procesos críticos de negocio.
- Análisis de riesgos de continuidad. (RA).
- Análisis de impacto al negocio. (BIA).
- Identificación del RTO, RPO, MTPD de los procesos y servicios de TI críticos de negocio.
- Cálculo de la secuencia de recuperación de procesos y servicios de TI.
- Determinación de los posibles escenarios de desastre.
- Formulación de estrategias de continuidad, que garanticen el cumplimiento de los RTO y RPO definidos, ante la materialización de cualquier escenario de desastre identificado.
- Definición de los objetivos y alcance del plan de continuidad del negocio.

Alcance - Fases



Cronograma de Alto Nivel




9.1. Proyecto de Gestión ID 1001381: Mejoramiento de calidad de datos geocientíficos y manejo y custodia de fondos de información geocientífica

Objetivo: administrar, organizar y conservar los fondos que contienen información geocientífica en diferentes formatos: físicos de la biblioteca (papel, rocas), la litoteca, el fondo de documentos originales geocientíficos, la mapoteca central y la sismogramoteca, y digitales (archivos electrónicos, de visualización y editables o nativos) del repositorio institucional de almacenamiento de información geocientífica, de información histórica e información oficializada y desarrollo de procedimientos de mejora calidad de datos de información oficial.

Fecha de inicio: 12 de abril de 2019

Fecha de cierre: 31 de diciembre de 2020

Porcentaje de avance del proyecto  100%

La información levantada en forma de productos por parte del SGC es el alimento fundamental para nutrir los servicios de información geocientífica y nuclear de la entidad, que día a día suministra la información en línea, a partir de las demandas específicas sobre solicitudes que buscan resolver problemas de desarrollo en las comunidades, en la industria y en el gobierno a nivel territorial y nacional. En tal sentido, a partir de las actividades ejecutadas en el proyecto 1001381, se organiza, conserva y suministra información geocientífica a los usuarios, facilitando y apoyando los procesos misionales de generación y suministro de información a usuarios de diferentes sectores como el científico, el académico, el público y privado y ciudadanía en general, permitiendo catalogar y disponer la información misional en repositorios centralizados que permiten su fácil acceso por medio de mecanismos de búsqueda, consulta y

descarga directamente y, en línea, desde la página web del SGC. A continuación, se presentan resultados de actividades realizadas en el proyecto para el año 2020:

Informe de avance año 2020:

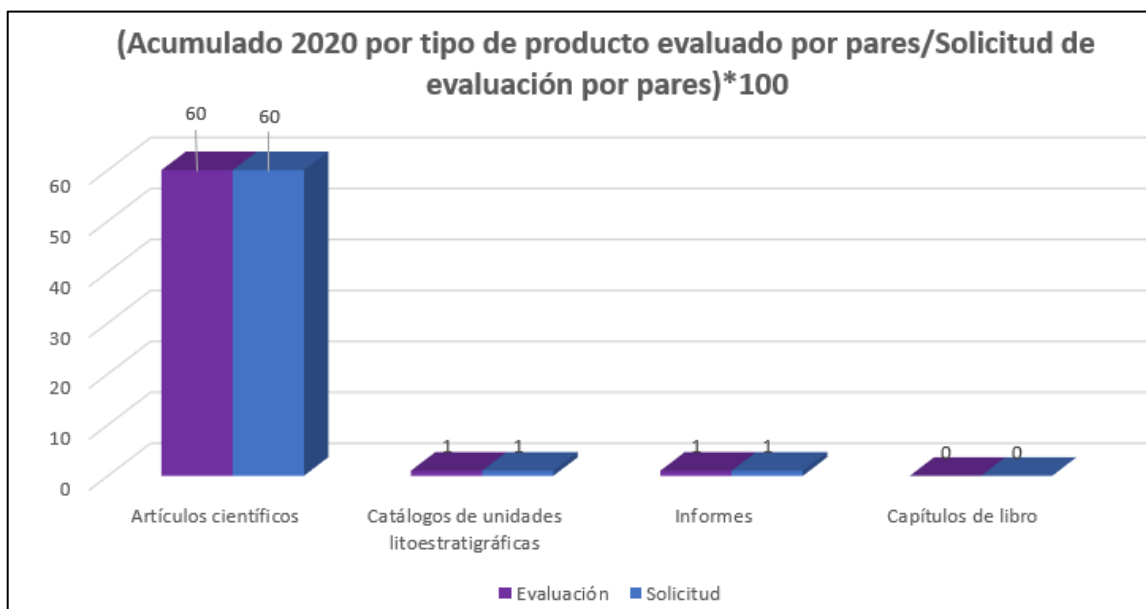
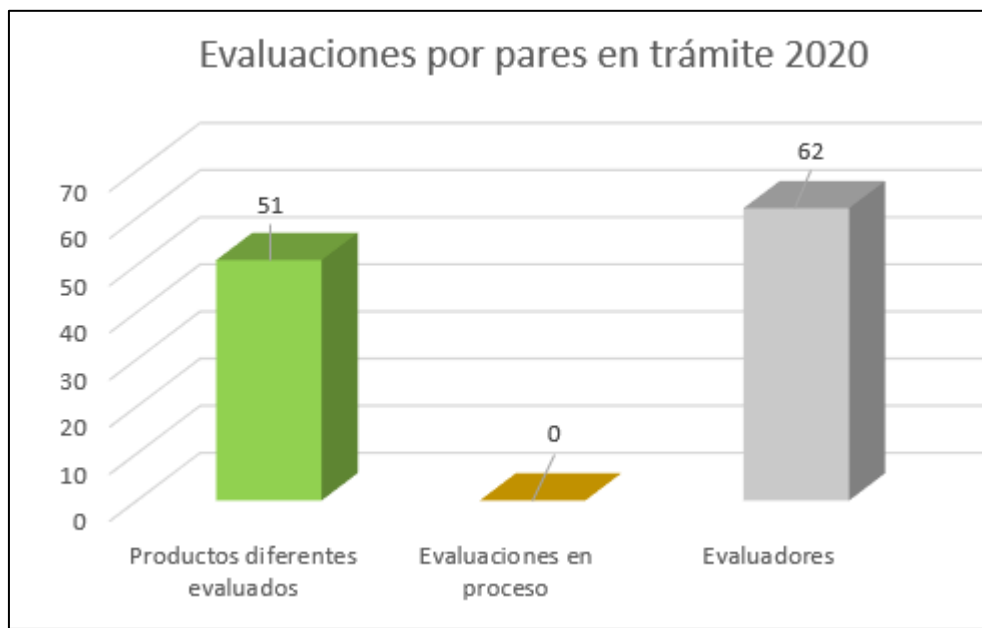
Oficialización:

- Se oficializaron 63 estudios de información geocientífica (acta 130 al acta 149 de 2020).
- Se realizó acompañamiento en la aplicación de estándares de presentación y preoficialización de información geocientífica.
-



Gestión Publicaciones Geocientíficas:

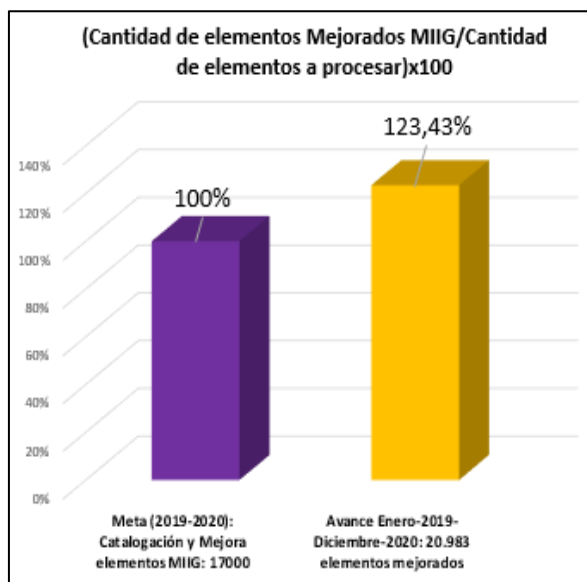
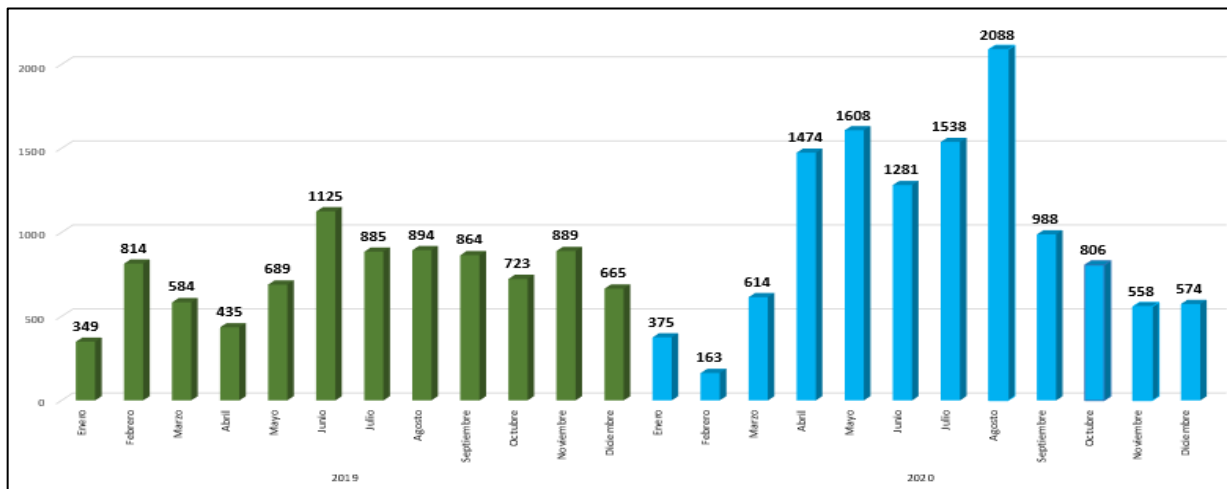
- Evaluaciones por pares en trámite: 51 Productos evaluados, 0 evaluaciones en proceso (Artículos científicos, libros), 62 evaluadores.
- Acumulado por tipo de producto evaluado por pares: 60 artículos científicos, 1 catálogos de unidades litoestratigráficas, 1 libros, 0 capítulos de libro.



Catalogación MIIG Mejora Conservación y Calidad Metadatos:

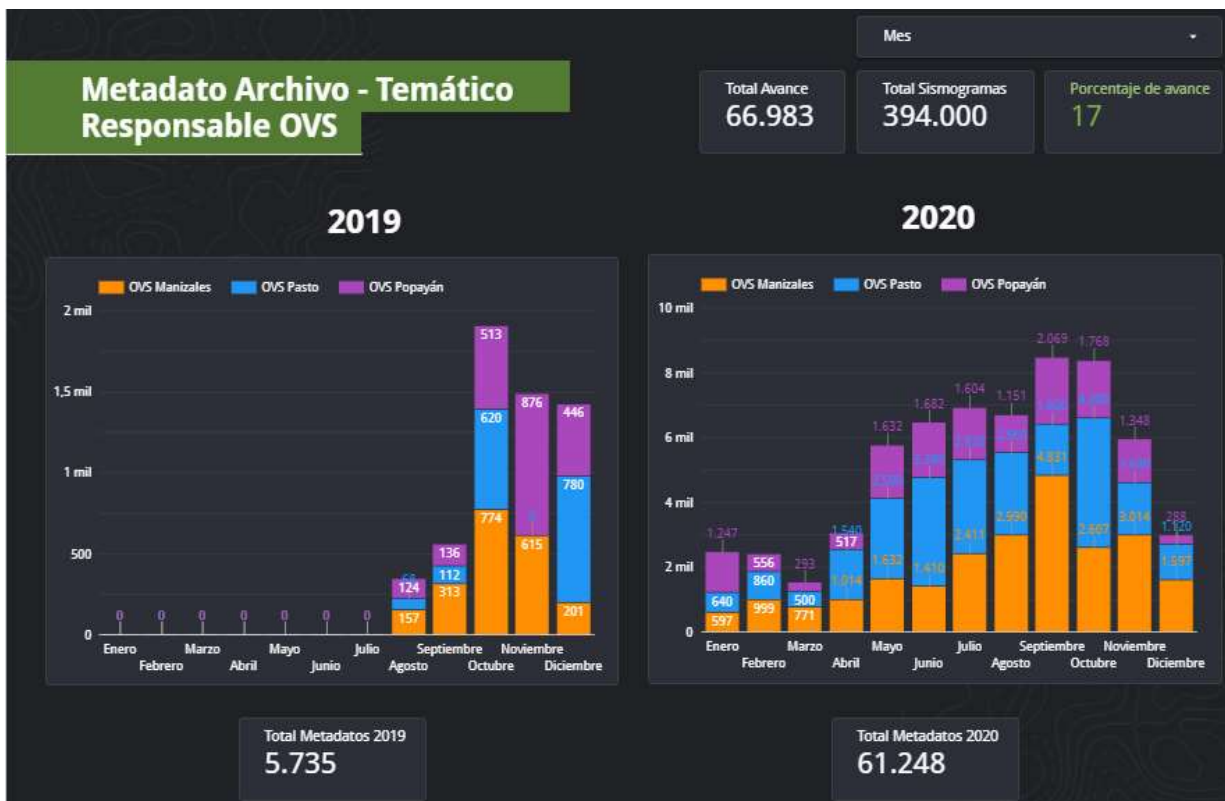
- Publicación y mejora en el MIIG de 12.067 elementos de estudios Oficializados e Históricos almacenamiento físico y conservación
- Definición, clasificación de recursos de información con base en el modelo taxonómico V2, pruebas y cargue de términos en el módulo de taxonomía de Sharepoint, así como el mejoramiento de este y el acompañamiento al grupo de

arquitectura tecnológica para la implementación del modelo en el MIIG
 Documentación de procedimiento de modelamiento y catalogación por
 Ontología.



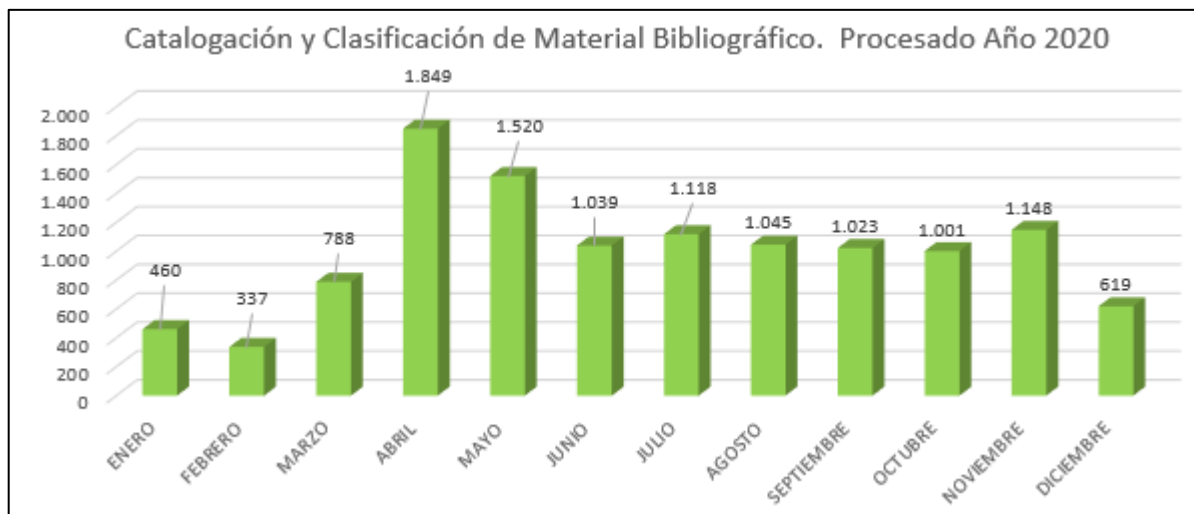
Escaneo y Conservación de Sismogramoteca:

- Inventario detallado de metadato de archivo y temático, organización y catalogación de 61.248 sismogramas.



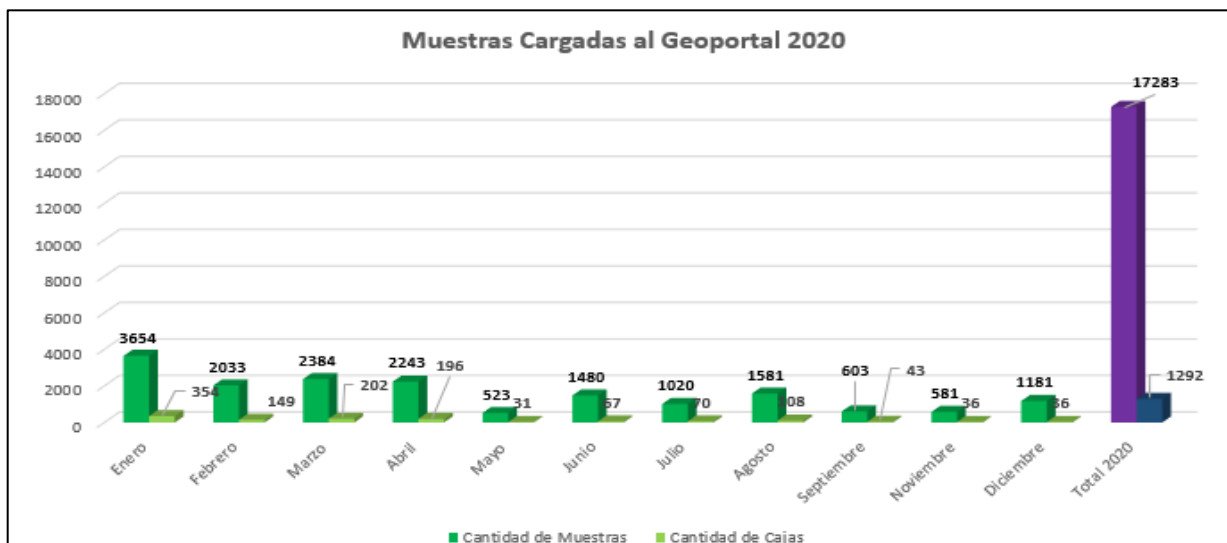
Gestión del Sistema de Bibliotecas del SGC:

- Se realizó actividades de catalogación para 11.947 de registros en el KOHA: Software de gestión bibliotecaria
- Se prestaron 35.179 servicios de biblioteca.



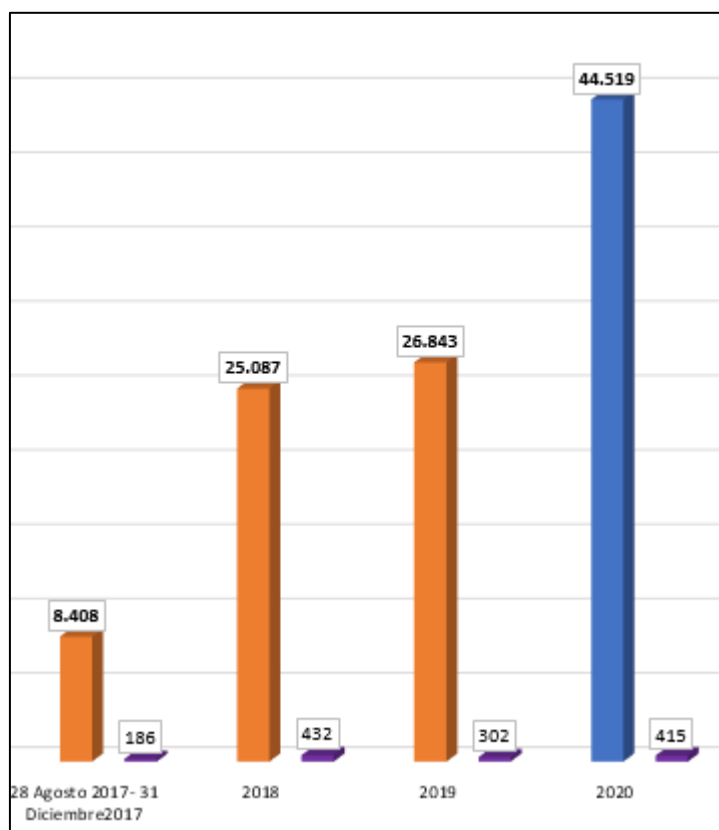
Gestión y administración de la Litoteca de muestras de superficie:

- Se realizaron actividades de organización, inventario y almacenamiento de muestras de superficie. Se realizaron actividades de recopilación de información y cargue al geoportail en el visor de muestras para 17.283 registros.



Suministro de Información Geocientífica Digital y contenidos Web del portal Institucional:


- Portal Web: Usuarios: 6.980.767, Páginas Visitadas: 35.542.913
- MIIG: Usuarios 61.249, Páginas Visitadas 708.884, se realizó el suministro de 44.519 estudios geocientíficos descargados directamente desde la herramienta.
- Se atendieron solicitudes de usuarios internos de impresión, ploteo, escaneo insumo de generación de estudios misionales.
- Se atendieron 415 Solicitudes de usuarios externos radicadas por medio de PQRD



Color morado PRD atendidos, color naranja y azul: cantidad de descargas realizadas por los usuarios desde el MIIG

10.1. Proyecto de Gestión ID 1000674: Acompañamiento técnico especializado en AE

Objetivo: prestar el acompañamiento técnico especializado en el desarrollo del plan de proyectos de implementación de la arquitectura empresarial del Servicio Geológico Colombiano.

Porcentaje de avance del proyecto  96%

El anterior porcentaje de avance corresponde al acompañamiento global (desde 2013 a la fecha), a la implementación de proyectos de la arquitectura empresarial por parte de la Universidad de los Andes.

Para el año 2020 los temas de acompañamiento para el segundo ciclo corresponden a:

- Definición de la estrategia de analítica de datos y desarrollo de un proyecto de aplicación.

- Análisis y elaboración de las especificaciones técnicas para la contratación de la primera versión de la Base de Datos Espacial Integrada (BDEI) y el Sistema Integrado de Información Geográfica (SIIG) del SGC.
- Acompañamiento en dos subproyectos de bodega de datos del SGC.
- Acompañamiento técnico en la elaboración de especificaciones técnicas para actualización de la geodatabase de Recursos Minerales Explora versión 2.0, así como acompañamiento técnico en la selección de la solución tecnológica y su implementación.
- Acompañamiento técnico en la estructuración del plan de proyecto, diseño del Banco de Información Minera y elaboración de especificaciones técnicas para la selección de la solución de software que será implementada.
- Acompañamiento técnico en la implementación del modelo de gobierno para el Banco de Información Petrolera (BIP).
- Acompañamiento técnico durante la implementación del fortalecimiento del gobierno de datos e información y gobierno de TI del Servicio Geológico Colombiano.
- Acompañamiento técnico a los proyectos de la fase I del Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI).
- Acompañamiento técnico en la contratación e implementación de la solución de hiperconvergencia en el Servicio Geológico Colombiano.
- Diseño de la arquitectura para mejoramiento de la gestión de soporte a los procesos de producción de información geocientífica.

Informe de avance año 2020:

- Para cada uno de los temas de acompañamiento, la Universidad de los Andes ha generado los diferentes entregables comprometidos en su contrato: conceptos técnicos, informes de inspección, informe de excepción, informe de acompañamiento en la gerencia del proyecto, informe de acompañamiento técnico.
- De forma general, para aquellos proyectos que iniciaron su proceso de contratación, este proyecto de acompañamiento hizo su labor correspondiente de revisión de ofertas y resolución de dudas técnicas en las diferentes instancias, o sesiones de aclaración de dudas, dentro del marco y proceso de dicha contratación.


Todos los informes generados para los diferentes temas se encuentran en el repositorio institucional destinado para tal fin.

2. Royectos de Gestión 2020 – Presupuesto General De La Nación

2.1 Proyecto de Gestión ID 1000860: Banco de Información Petrolera

Objetivo: Administración de las actividades del Banco de Información Petrolera - BIP, encargado de recibir, preservar, cargar, custodiar y administrar toda la Información, análoga y digital, resultado de la actividad de exploración y producción de gas e hidrocarburos del país.

En enero de 2020 se inicia el proceso de implementación de la nueva herramienta tecnológica para el BIP y su porcentaje de avance es el siguiente:

Porcentaje de Avance del Proyecto  67%

Informe de avance año 2020:

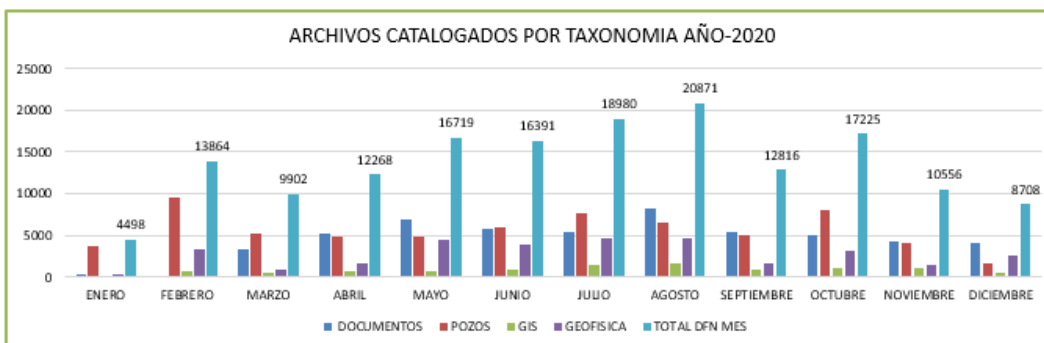
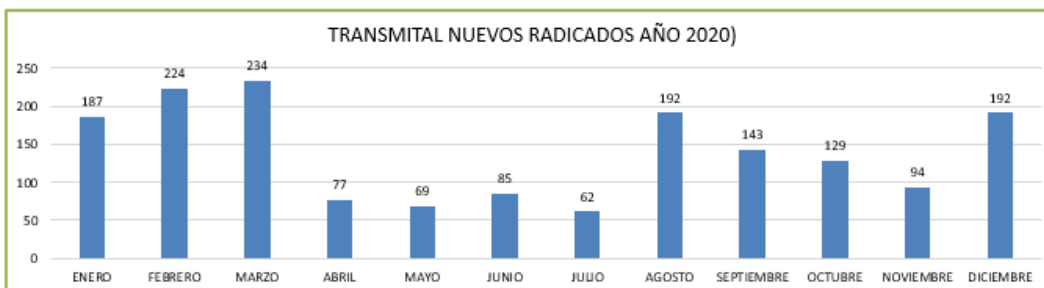
2.1.1. Actividades Recepción EPIS - SGC

Recepción de la información en medio físico y digital de todos los productos con información técnica generados en el desarrollo de los diferentes tipos de contratos de E&P, contratos de Evaluación Técnica - TEA's, convenios, consultorías, etc., que son entregados al EPIS y a la Litoteca Nacional Guatiguará por las diferentes compañías operadoras en cumplimiento de las obligaciones contractuales establecidas por la ANH. Igualmente, se catalogaron y se cargaron en la herramienta tecnológica Petrobank usada por el BIP-SGC, cada una de las unidades documentales recibidas después de haber hecho una correcta clasificación, asignación de código de barras y definición de metadata básica.

En la siguiente figura, se muestra un compilado de las cifras ejecutadas en el año 2020 en el área de recepción, verificación física y catalogación de archivos. Es importante resaltar que, desde el 24 de marzo de 2020 la recepción se realizó de manera virtual vía correo electrónico o FTP, en cumplimiento de todas las normas establecidas por el Gobierno Nacional y el Servicio Geológico Colombiano dada la emergencia sanitaria que estamos viviendo debido al COVID-19.



INDICADORES ACUMULADOS RECEPCION Y CATALOGACION AÑO 2020



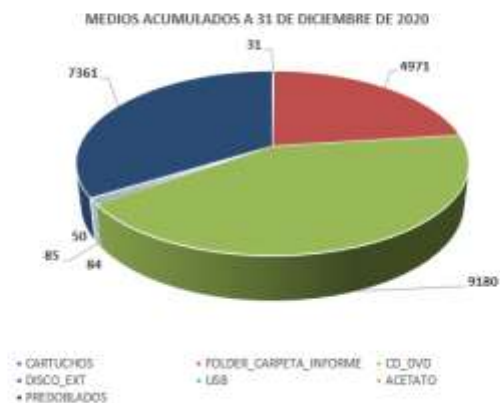
Datos consolidados de recepción EPIS 2020.

El detalle de los medios físicos recibidos al 31 de diciembre de 2020 entregados por las diferentes compañías operadoras, se presenta a continuación:



MEDIOS ACUMULADOS 22 DE JUNIO DE 2018 A 31 DE DICIEMBRE DE 2020

TIPO DE MEDIO	MEDIOS ACUMULADOS A 31 DICIEMBRE 2020		
	ACUMULADOS 30-nov	RECIBIDOS DICIEMBRE	ACUMULADOS 31-dic
CARTUCHOS	0	31	31
FOLDER_CARPET A INFORME	4955	16	4971
CD_DVD	8999	181	9180
DISCO_EXT	82	2	84
USB	83	2	85
ACETATO	50	0	50
PREDOBLADOS	7334	27	7361
TOTAL	21503	259	21762



Resumen de medios físicos recibidos en el EPIS acumulados a 2020

Como resultado del desarrollo de las actividades en el grupo de recepción del EPIS, se generaron transmittal y se catalogaron los medios físicos recibidos, siguiendo la distribución y asignación de tareas a los diferentes responsables de catalogación de archivos, verificación técnica y carga de información, después del análisis hecho a los datos contenidos en cada medio por transmittal. De acuerdo con esto, en el 2020 se generaron tareas cuyos compilados se pueden ver en la siguiente tabla.



Asignación de tareas para gestionar en el año 2020

2.1.2 Actividades de Verificación técnica y Carga de Información en el EPIS 2020

Están constituidas por la clasificación de la información y por la captura de los metadatos que son extraídos de los diferentes productos recibidos en el EPIS una vez se ha aplicado y cumplido con un riguroso proceso de control de calidad basados en la aplicación y cumplimiento de estándares internacionales de la industria de Oil and gas, teniendo en cuenta los archivos digitales de datos y la respectiva correspondencia con los medios físicos (impresos), sin perder de foco el objeto geográfico en cada uno de los tipos de información (sísmica, mapas, pozos, documentos técnicos, entre otros), para ser cargados en las base de datos del BIP que componen la solución Petrobank.

La información verificada y cargada comprendió toda aquella información relacionada con exploración y producción generada en el desarrollo de todos los tipos de contratos E&P, convenios, TEA's, entre la ANH y cualquier compañía, universidad, entidad estatal, etc., como parte de los compromisos contractuales, o por el SGC, en el desarrollo de sus

propios proyectos, la cual debe ser entregada en el EPIS – SGC para su administración y custodia final.

En el desarrollo de las actividades del año 2020, de acuerdo con las tareas asignadas a las diferentes áreas de verificación y carga que conforman el EPIS, se muestra el total de archivos DFN’s (Digital File Number) cargados en la BD. La información cargada durante el año 2020 corresponde a 355 contratos de 84 compañías operadoras diferentes.



Consolidado de carga de datos en las bases de datos en el año 2020

Una vez fueron distribuidas las tareas y hecha la asignación a cada uno de los profesionales del grupo de VTC, se aplicó el procesamiento y cierre de cada tarea. El estado final a diciembre de 2020 se muestra a continuación.



Consolidado de tareas grupo de Verificación Técnica y carga (VTC) año 2020

2.1.3 Generación de balances de productos de Contratos y Ordenes de Servicio

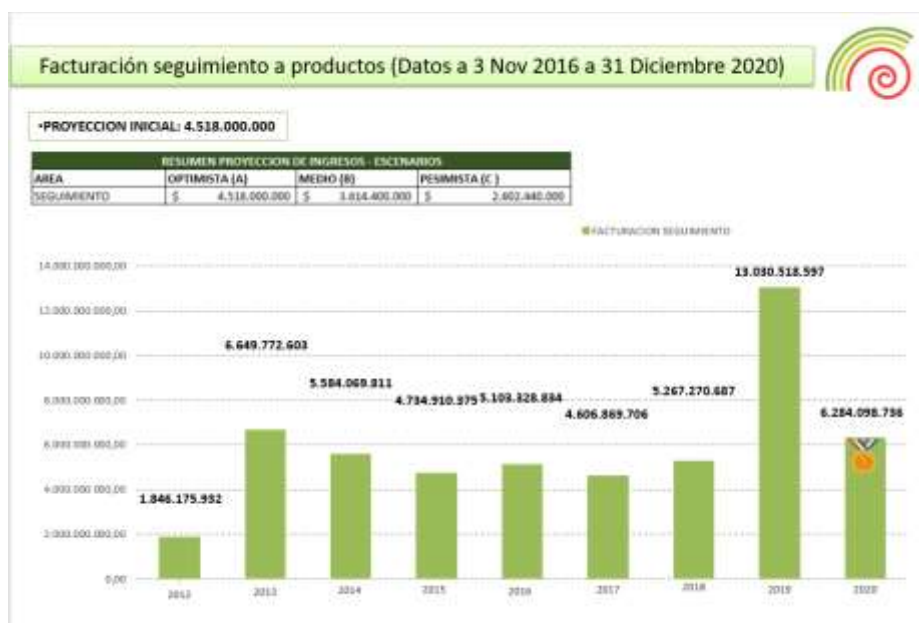
El Balance de productos recibidos en el EPIS, se genera para cada uno de los contratos de acuerdo con los compromisos exploratorios y de producción. Estos se aseguran en el repositorio oficial del SGC en archivo Excel y PDF, después de la respectiva actualización de los productos recibidos, con base en la Hoja de vida de cada uno de los contratos de Exploración y el Manual de entrega de Información que aplique.

El resumen de los resultados del año 2020 se observa en la siguiente gráfica:



Resumen general seguimiento a Productos, acumulado al año 2020

Durante la operación del área de Seguimiento del EPIS, se lograron los siguientes resultados financieros en el Banco de Información Petrolera – BIP del SGC.

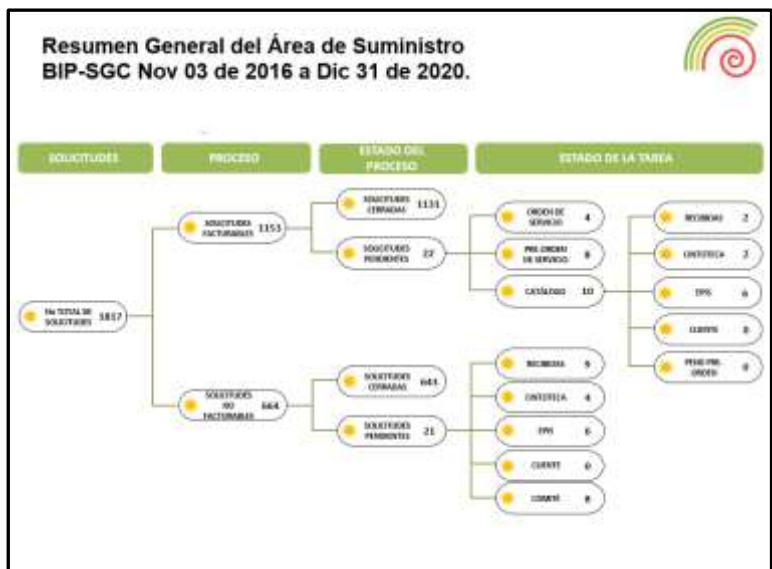


Resultados financieros área Seguimiento, acumulados al año 2020

2.1.4. Suministro de Información Técnica

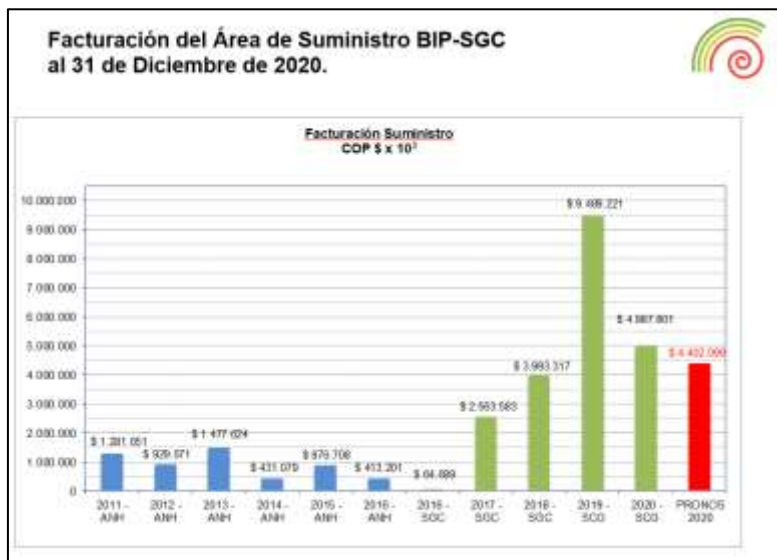
El suministro de información técnica del Banco de Información Petrolera – BIP, consiste en la búsqueda, generación de catálogos, preparación y entrega de la información del EPIS a inversionistas y empresas interesadas, siempre y cuando no existan limitaciones de confidencialidad de la información requerida, establecidas por la ANH para su estricto cumplimiento de acuerdo con los contratos vigentes.

El resumen de los resultados 2020 en esta actividad, se presenta a continuación:



Estado general de solicitudes de suministro de información. Acumulado al año 2020

Durante la operación del área de suministro del EPIS se lograron los siguientes resultados financieros.



Resultados financieros área Suministro acumulados al año 2020

2.1.5 Actividades relacionadas con la operación de la Cintoteca Nelson Rodríguez Pinilla - NRP

- Recibir la información física proveniente del SGC, enviada desde el EPIS al Fondo de medios (Cintoteca “Nelson Rodríguez Pinilla”).
- Verificar, actualizar y asignar la ubicación final de los medios físicos recibidos.
- Custodiar y preservar la información que se encuentra en el Fondo de medios y aquella que será recibida.

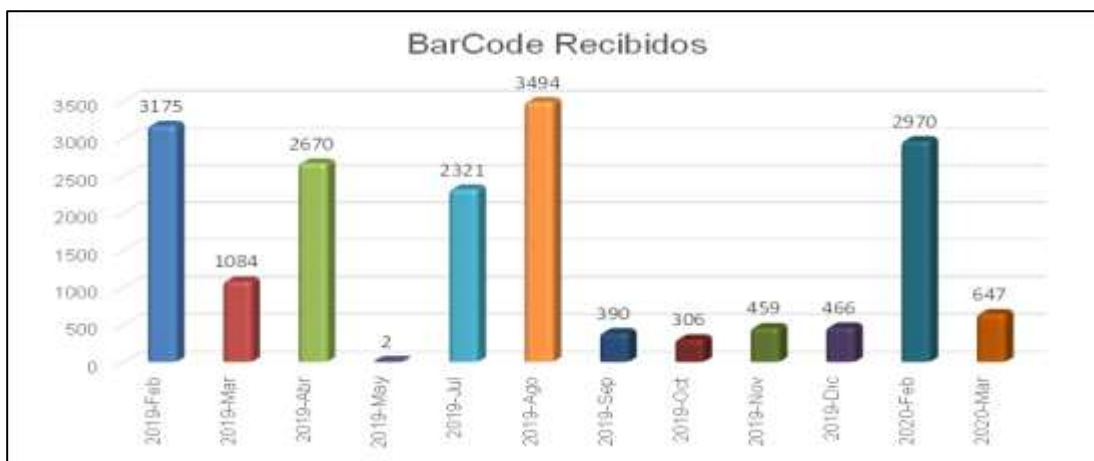
- Enviar, desde la Cintoteca, los medios que deban ser prestados al EPIS para su revisión. En caso de consultas específicas esta actividad se deberá realizar bajo los protocolos de seguridad.
- Realizar el control de préstamos de medios físicos y su respectiva devolución a la Cintoteca en caso de haberse generado algún envío al EPIS.
- Actualizar el control de préstamos de documentos teniendo en cuenta los tiempos máximos que dichos documentos o medios pueden estar prestados.
- Hacer transferencia de datos desde la Cintoteca al EPIS vía FTP (File Transfer Process) de acuerdo con requerimientos y necesidades de la operación.

2.1.5.1 Remisión y transporte de los medios físicos a la Cintoteca NRP Facatativá.

De conformidad con los requerimientos actuales de la prestación del servicio, durante el año 2020, en cumplimiento de lo establecido por el Gobierno Nacional y el Servicio Geológico Colombiano debido a la pandemia del Covid-19, se realizaron dos envíos en los meses de febrero y marzo con 3.617 unidades de información.

La remisión de los medios relacionados en el formato de entrega de información y transporte de los medios, desde las instalaciones donde opera el EPIS hasta la Cintoteca en Facatativá, se hacen para su almacenamiento final, conservación y custodia usándose transporte oficial del SGC. En esta actividad, es importante que se garantice que los medios relacionados en la remisión lleguen efectivamente a la Cintoteca NRP, de lo cual debe quedar el respectivo registro y control.

El resumen de las cifras manejadas en la Cintoteca, se muestra a continuación:



Medios físicos recibidos en Cintoteca año 2020 (*)

(*). Entregas hechas antes de pandemia Covid-19.

2.1.5.2 Entrega de cajas – archivo de fiscalización (información ministerio de minas y energía).

La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) hace la entrega de las cajas del archivo de fiscalización del ministerio de minas y energía al Servicio Geológico Colombiano (SGC).

En total, se recibieron 18.824 cajas del archivo de fiscalización, con aproximadamente 250.000 unidades de información:

Referencia de Caja	Total de Cajas
X-100	12.219
X-200	5.476
X-300	1.129
Total (Cajas)	18.824

Relación de cajas con información de fiscalización recibidas de la ANH año 2020

2.1.6 Actividades desarrolladas en la Litoteca Nacional Guatiguará. Piedecuesta – Santander.

En el ejercicio de la operación de la Litoteca se administra el recibo y almacenamiento de las muestras de rocas y fluidos que entregan las operadoras al SGC, como parte del cumplimiento de sus obligaciones contractuales, el uso de las aplicaciones informáticas y el manejo de datos e información utilizado.

El resumen de las cifras manejadas en la Litoteca Nacional “Tierra de Paz”, en 2020, se muestra a continuación:

ÁREA DE OPERACIÓN BIP	DATOS ACUMULADOS BIP		DATOS A 31 DE DICIEMBRE 2020
ACUMULADOS LITOTECA NACIONAL	RECEPCIÓN DE MUESTRAS	POZOS	2.531
		CAJAS	51.754
	RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE FLUIDOS	POZOS	267
		FRASCOS	533
	VERIFICACIÓN DE MUESTRAS	POZOS	8.022
		CAJAS	160.295
		POZOS	1.323

ÁREA DE OPERACIÓN BIP	DATOS ACUMULADOS BIP		DATOS A 31 DE DICIEMBRE 2020
	VERIFICACIÓN DE MUESTRAS DE FLUIDOS	FRASCOS	3.282
	ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS	PALLETS	2.863
		CAJAS	160.295
	TOTAL CAJAS VERIFICADAS (SGC-ANH)		337.264
	TOTAL FRASCOS VERIFICADOS (SGC-ANH)		3.932

2.1.7. Proyectos desarrollados por el BIP

Continuando con el mapa de proyectos para el mejoramiento del Banco de Información Petrolera, se desarrollaron los productos y servicios definidos para implementar, donde durante el 2020, se resalta el apoyo recibido de la Agencia Nacional de Hidrocarburos “ANH” y el Ministerio de Minas y Energía, en el desarrollo de las iniciativas generadas para esta vigencia, junto con la financiación de las mismas, con el fin de mejorar la calidad y completitud de la información que reposa en el BIP.

2.1.7.1 En asocio con el Ministerio de Minas y Energías.

Durante el año 2020, se apoyó al Ministerio de Minas y Energía con el resguardo del archivo histórico de fiscalización técnico de la industria de Oil & Gas, que hasta febrero de 2021 esta delegado a la ANH.

De acuerdo con esto se generó un proyecto entre la ANH y el SGC llamado “Traslado, Custodia y Consulta del Archivo”, con el fin de realizar el traslado del archivo del MME en manos de la ANH al SGC, Cintoteca del BIP, para su Custodia y Consulta.

El archivo se encontraba distribuido en tres (3) repositorios ubicados en diferentes lugares de Bogotá, compuesto por cajas de referencias X100, X200, X300. Los repositorios eran:

- Repositorio “Skaphe” (total 18.824 Cajas Mayormente X300).
- Repositorio “4” (Total 18.000 Cajas X100, equivalen a 6.000 Cajas X300)
- Repositorio “Oficinas ANH” (Total 128 Cajas X300)

Al cierre del 2020, se concluyó el traslado total del repositorio “Skaphe” a la Cintoteca del BIP con el siguiente balance:

Repositorios ANH archivo MME	Volumen cajas en (X300)	Porcentaje Volumen	Trasladado a SGC
Repositorio "Skaphe"	18.824	75%	75%
Repositorio "4"	6.000	24%	0%
Repositorio "Oficinas ANH"	128	1%	0%
total cajas archivo MME	24.952	100%	75%

EL proyecto continuará proceso en 2021y se tiene proyectado finalizar en el primer trimestre del año.

2.1.7.2 Apoyados por el convenio ANH-SGC

Durante el año 2020, a través del convenio firmado entre la ANH-SGC, se ejecutó en la Litoteca Nacional una (1) iniciativa orientada a procesar información histórica de muestras de roca de pozos, que al momento del traslado del BIP de la ANH al SGC, quedaron pendientes de procesar, catalogar e incorporar al inventario de muestras de pozos, junto con las fluidos, para de esta forma poder dejarlas a disposición de consulta y uso de las mismas en los proyectos de los usuarios de la Litoteca Nacional y del BIP de SGC.

El alcance definido para el procesamiento de las muestras de roca para 2020, se fijó en 10.000 cajas de muestras, de las cuales la Litoteca Nacional logró ejecutar un valor superior a las proyectadas, ejecuto 10.575 cajas de muestras.

Cierre proyecto a Dic-31-2020	
Avance Planeado	100%
Avance Real	106%
Variación	6%

A continuación, se presenta del número de muestras preservadas al cierre de proyecto para el volumen de las 10.000 cajas catalogadas por definición del proyecto más 575 adicionales procesadas.



Número de muestras preservadas a cierre de proyecto Dic-31-20.

Dentro del proceso se realizaron actividades importantes de catalogación y estandarización como:

- Catalogación de muestras para un total de 464 pozos ubicados en 10.575 cajas procesadas en esta fase II de 2020 del convenio ANH, asociando 3.613 muestras de zanja seca, 6.638 de zanja húmeda, 39 de dataciones, 10 de residuos, y 278 de núcleos.
- Carga y asociación de las muestras procesadas a los pozos correspondientes dentro de las bases de datos de Litoteca CIM (Base de datos que registra la trazabilidad de las muestras desde la recepción hasta el punto de verificación. - Control Integrado de Muestras) y WMS (Base de datos de la ubicación de muestras y características básicas - Warehouse management system), quedando integrados los formatos digitalizados de las muestras.
- Estandarización de empaques para las muestras en cajas apropiadas. Así mismo, se usaron canaletas nuevas para acomodar los núcleos de pozo.

2.1.7.3 Proyectos propios BIP-SGC.

Para la ejecución en 2020, el BIP ejecutó con recursos propios de SGC tres (3) proyectos también enfocados a alcanzar la modernización del Banco de Información Petrolera "BIP" y llevarlo al nivel de los bancos mundiales de información técnica de la Industria del Petróleo, donde sus procedimientos, estándares y demás, buscando calidad, confiabilidad y completitud de la información que ofrecen a los usuarios. Los proyectos de fueron Elaboración del Manual de Entrega de Información BIP (nueva versión), el Proyecto de Modelo de Gobierno del BIP y el proyecto de autoatención.

2.1.7.3.1 Proyecto de Auto-atención de los servicios de carga y descarga de la información del BIP.

A través de este proyecto, se diseñó e implemento un portal web único externo PETROBANK para la Auto-Servicio en modalidad de carga en la entrada de información por las compañías operadores, y/o descarga por parte de las empresas o público en general que suscriban el convenio de auto-atención con el BANCO DE INFORMACIÓN PETROLERA “BIP” SGC. Este proyecto finalizado en 2020, se encuentra en etapa de estabilización.

En cuando al portal de descarga de información, a la fecha se encuentra abierto internamente, mientras el BIP, ajusta el acceso el procedimiento con el cual los usuarios podrán utilizar este servicio, para que vaya acorde a la información incorporada con QC en su herramienta de operación PETROBANK.

Cierre proyecto a Dic-31-2020	
Avance Planeado	100%
Avance Real	100%
Variación	0%

2.1.7.3.2. Proyecto de elaboración del Manual de Entrega de Información BIP.

Este proyecto terminó su proceso, en 2020, en un 97%, las actividades pendientes son las relacionadas con la protocolización del afirma del mismo por parte de la ANH y el SGC, con el fin de promulgar la resolución para su aplicación

Cierre proyecto a Dic-31-2020	
Avance Planeado	100%
Avance Real	97%
Variación	-3%

Causa de la variación:

- Pendiente la presentación en el Consejo directivo de la ANH.

2.1.7.3.3. Proyecto Modelo de Gobierno BIP.

El proyecto de gobierno apoyado por la Universidad de los Andes, permitió al Banco de Información Petrolera (BIP) como repositorio oficial de Colombia con la función de recibir, preservar, cargar, custodiar y administrar toda la información técnica resultante de las actividades exploratorias y de producción de hidrocarburos que se desarrollan en el territorio nacional, afirmar su gobierno a través de la definición de las políticas que le permitan desde el punto de vista organizacional, brindar una mejor atención a los usuarios la información que resguarda junto con un mejor desempeño a nivel interno de sus procesos y procedimientos desde las diferentes unidades operacionales que lo componen: El EPIS (Exploration and Production Information Service), Litoteca Nacional “Tierra de Paz” y su fondo de medios físicos Cintoteca “Nelson Rodríguez Pinilla”.

Este proyecto fue ejecutado en su totalidad en 2020.


Cierre proyecto a Dic-31-2020	
Avance Planeado	100%
Avance Real	100%
Variación	0

A continuación, presentamos la estadística de avance de los proyectos del BIP en 2020.

Proyectos	Planeado	Ejecutado
Proyecto MME Traslado, Custodia y Consulta del Archivo técnico de ANH a BIP-SGC (2020-2021)	100%	80%
Proyecto de Inversión BIP (Convenio ANH 2020) Litoteca Legacy - Alcance 10.000 muestras	100%	106%
Portal de Autoatención	100%	100%
Proyecto actualización Manual de entrega de información técnica al BIP	100%	97%
Modelo de Gobierno BIP	100%	100%
Completado 2020		96%

2.1 Proyecto de Gestión ID 1000860: modernización de los DataCenter del SGC

Objetivo: optimizar la capacidad en el almacenamiento, custodia y disponibilidad de información geocientífica del SGC.

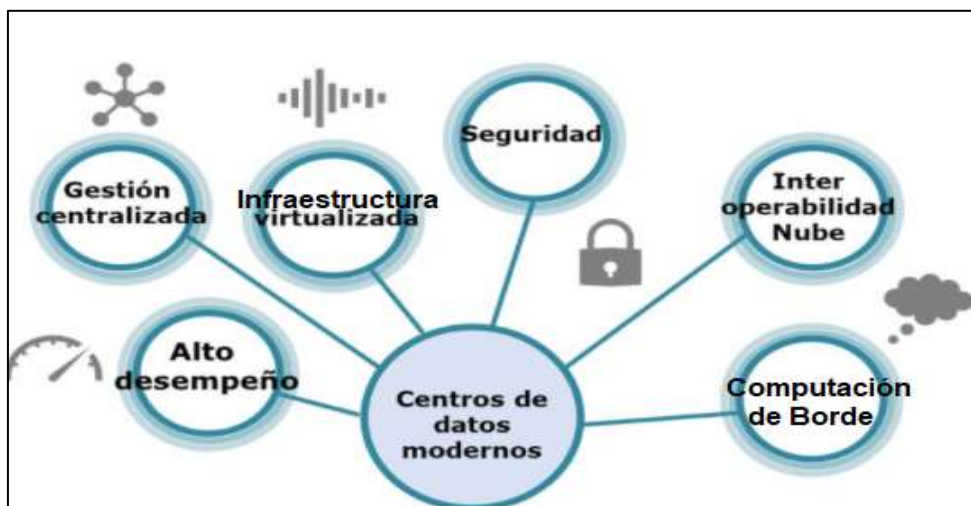
Porcentaje de avance del proyecto  21%

Mediante este proyecto se propende por la modernización de los centros de datos principal y alterno en cuanto a cómputo, almacenamiento y redes con una visión a 6 años, mediante tecnologías más adecuadas para soportar la prestación de servicios tecnológicos a usuarios internos como externos, con nuevos niveles de acuerdo de servicio, inferiores en tiempo frente a los que se brindan actualmente. Lo anterior para apoyar a la organización a gestionar con mayor eficacia y transparencia la infraestructura tecnológica que soporta los sistemas y servicios brindados, la continuidad de TI y la seguridad a todos los ambientes.

Es por esto que se incluyen diferentes temas para ser desarrollados durante este tiempo, buscando fortalecer lo que se tiene actualmente (y mantenerlo en el tiempo con los servicios de actualización y soporte), así como reforzar temas frente a la seguridad de las plataformas con la implementación de controles tecnológicos que permitan tener un alto nivel de seguridad.

Informe de avance año 2020:

Con la modernización de los Datacenter del Servicio Geológico Colombiano se logra la transformación digital de TI, con lo cual se apalanca y agiliza la transformación digital de la Entidad.



Con esta renovación tecnológica se logró apoyar a la entidad creando las capacidades necesarias para aprovisionar de gorma ágil y seguro los recursos necesarios para el soporte de las soluciones informáticas, mejorando los indicadores de disponibilidad de los servicios al pasar en este indicador de un 99,5% a un 99.9%. Mitigando de la misma forma el riesgo de obsolescencia tecnológica al incorporar al ecosistema tecnológico, nueva tecnología de punta con contratos de soporte y garantía vigentes.

Informe de avance año 2020:

Se realizó la implementación de la solución de hiperconvergencia para los 3 Datacenters que tiene el Servicio Geológico Colombiano.: Datacenter principal ubicado en la diagonal 34 # 34-53, el Datacenter alternativo contratado como servicio, ubicado actualmente en las instalaciones de la empresa Century link quien presta este servicio y en la Sede de pasto.



Esta solución está compuesta por nodos appliance de hiperconvergencia DELL EMC VxRail y La virtualización de los componentes de almacenamiento, procesamiento y redes se realizó con la suite de software VMware Cloud Foundation.

En el Datacenter Principal se realizó la instalación de 2 clústeres con nodos DELL EMC VxRail: 1 para cargas tradicionales, compuesto de seis nodos y 1 clúster para escritorios virtualizados.

En el Datacenter Alterno se realizó la instalación de un clúster de 4 nodos para dar soporte técnico al Plan de continuidad de Negocio en su plan de recuperación ante desastres tecnológicos para habilitar los servidores que soportan los servicios informáticos que presta la Entidad a la comunidad en general y que han sido calificados como críticos en el BIA (Business Impact Analysis).

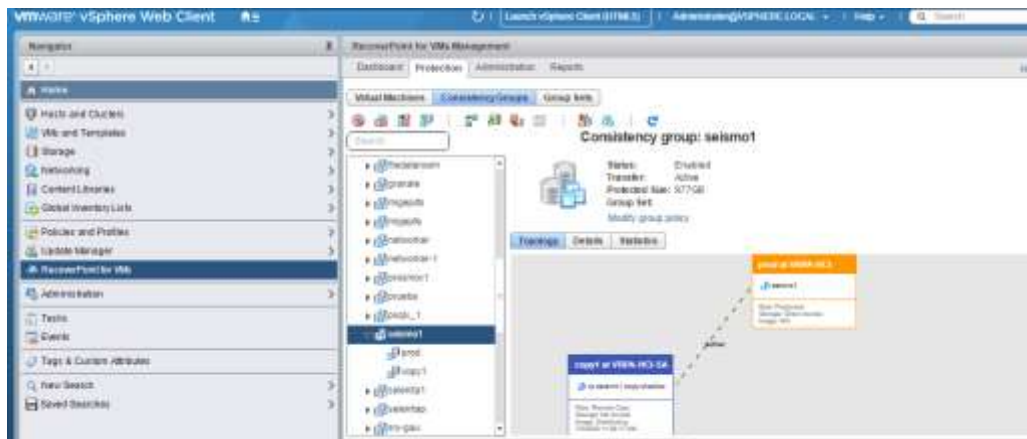
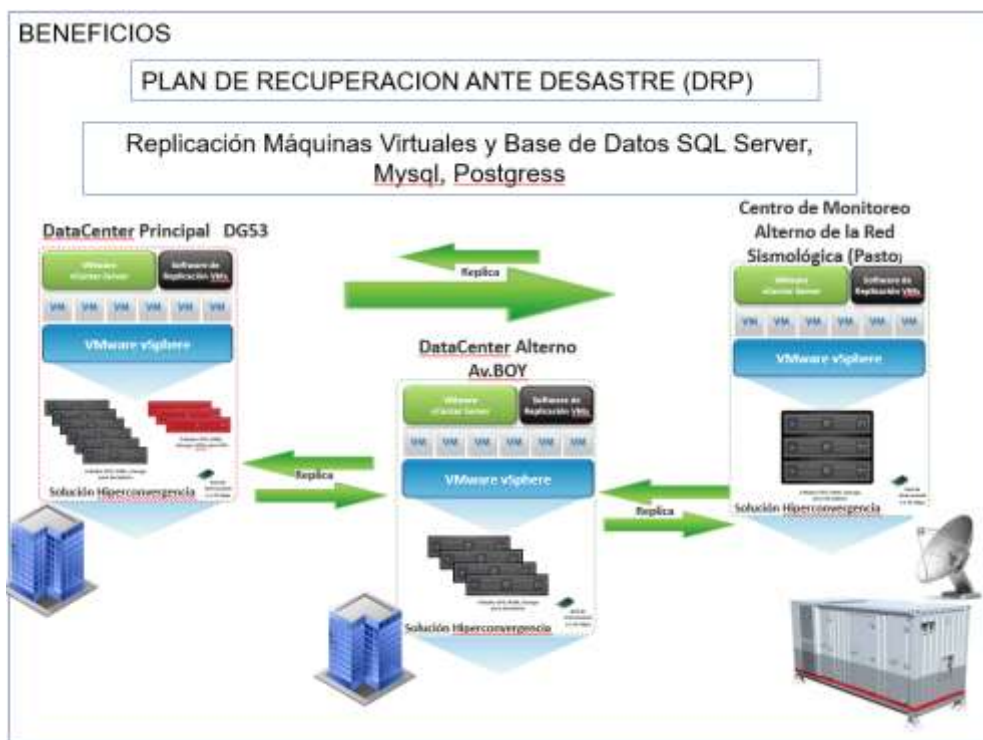
En la sede de Pasto también se instaló un clúster de hiperconvergencia para soportar los requerimientos de procesamiento, almacenamiento y redes del Observatorio vulcanológico y del centro alternativo de monitoreo de la red sísmológica de Colombia (RSNC)

Con la Implementación de la solución de hiperconvergencia se está apalancando la gestión del ciclo de vida de los datos del SGC, obteniendo alta disponibilidad de cada uno de sus componentes, mejorando su interrelación y función dentro del ecosistema tecnológico, mejorando el proceso de gestión, administración, divulgación, y posibilitando la generación de nuevo conocimiento geocientífico. Por esta razón se incorporaron componentes al ecosistema tecnológico como la hiperconvergencia y el concepto de virtualización de los servidores de procesamiento, su almacenamiento y conectividad, para garantizar escalabilidad a todas las soluciones con las cuales el SGC divulga y comparte el conocimiento geocientífico.

Dentro de los beneficios que se han obtenido con la adopción del concepto de datacenter definido por software, donde se consolida el procesamiento, el almacenamiento y las redes en un solo componente se logra la escalabilidad, flexibilidad y seguridad de la plataforma tecnológica para soportar todas las soluciones proyectadas que garanticen la divulgación del conocimiento geocientífico entre las cuales podemos enunciar el aprovisionamiento de recursos tecnológicos para servicios adicionales del Banco de Información Petrolera como el de AutoAtención, la infraestructura necesaria para la solución de Halliburton (Petrobank) del Banco de Información Minera, L adición de recursos a soluciones como los portales institucionales, trámites y servicios en los diferentes ambientes de desarrollo, calidad y producción.

Se implementaron capacidades de replicación y recuperación de los sistemas de información con RTO (tiempo de recuperación objetivo) y RPO (punto de recuperación

objetivo) muy pequeños, fortaleciendo de esta manera el Plan de continuidad de negocio al incorporar estas características dentro de Plan de recuperación ante desastres. Lo anterior se ha logrado técnicamente en alto porcentaje, gracias a la implementación de la solución software RecoverPoint for virtual machine. Se adelantaron pruebas del plan de recuperación ante desastres, las cuales fueron satisfactorias.



De la misma forma se logró la implementación de la solución de escritorios virtualizados (VDI Virtual Desktop Infrastructure) con el software VMware Horizon que, de manera complementaria, en estos tiempos de Pandemia soportó el trabajo remoto con altos

niveles de seguridad a usuarios de escritorios con solo ofimática, como con software especializado como Geosoft, Argis, Modeller



Todo lo anterior redundo en la culminación de la primera fase de la implementación de la nube privada (con capacidades en 3 ubicaciones diferentes: Datacenter principal. Alterno y sede pasto) para el Servicio Geológico Colombiano con las características necesarias para expandir su funcionalidad hacia la nube pública, logrando así adoptar el concepto de Cloud Computing.

También se logró la ampliación del componente de Protección de Datos DataDomain 6800, interconectándolo con la solución de almacenamiento de objetos, Tipo nube (ECS- Elastic Cloud Storage). Con la cual se logra implementar y soportar la estrategia de retención de la información respaldada.

Se fortalece el Gobierno de TI, mediante la implementación de la Suite Vrealize con sus componentes Operations manager, log insight y network insight; garantizando el monitoreo, el seguimiento a métricas, la planeación de capacidad y el uso eficiente de los recursos provistos por la solución de hiperconvergencia

4. CARACTERIZACIÓN E INVESTIGACIÓN DE MATERIALES GEOLÓGICOS. (LABORATORIOS)

Introducción Dirección de Laboratorios

La Dirección Laboratorios está constituida por diversas disciplinas temáticas donde se realiza investigación científica y caracterización de materiales de origen geológico en los componentes químico, físico, petrográfico, metalúrgico, mineralógico y geotécnico que contribuye a la generación del conocimiento geológico. Se desarrollan actividades de caracterización de materiales geológicos dentro de la cadena de valor de los proyectos institucionales, junto con actividades científicas propias de la Dirección para la generación de conocimiento, fundamentalmente, para el aprovechamiento geometalúrgico sostenible de minerales, procesos de transformación y aprovechamiento de carbones y geoquímica de fluidos terrestres. Adicionalmente, basado en el principio de cooperación entre Entidades Estatales, se presta apoyo y asesoría a la Agencia Nacional de Minería en la Fiscalización en proyectos de Gran Minería, a la Fiscalía General de la Nación, y en proyectos de Promoción Minera.

La Dirección en su estructura de organización tiene cuatro grupos de trabajo los cuales son: i) Grupo de Trabajo Investigación en Geometalurgia y Geoambiente para el Procesamiento de Minerales de los Depósitos en Colombia; ii) Grupo de Trabajo Laboratorio de Caracterización, Procesamiento e Investigación de Carbones y Materiales Energéticos.; iii) Grupo de Trabajo Recepción, Preparación de Muestras para Estudios Geológicos y Caracterización e Investigación Geotécnica; iv) Grupo de Trabajo Laboratorio de Caracterización de Materiales Geológicos e Investigación de Procesos Geoquímicos, de acuerdo con la Resolución D-211 del 30 de mayo de 2019.

Objetivo General:

Fortalecer la generación de valor agregado en el proceso de investigación y caracterización de materiales geológicos.

Objetivos Específicos:

- Mejorar los mecanismos para la generación de conocimiento.
- Entregar los resultados de la caracterización de materiales geológicos en los tiempos establecidos y con la confiabilidad requerida.

Alcance:

La investigación y la caracterización de materiales geológicos del Servicio Geológico Colombiano, no solamente genera datos de ensayos de laboratorio, sino que también

aporta al conocimiento en las líneas de investigación asociadas con el aprovechamiento geometalúrgico de minerales, donde se han venido desarrollando proyectos asociados al Plan Estratégico Sectorial para la Eliminación del Uso del Mercurio en la Minería y, actualmente en lo relacionado con la Huella Digital de Minerales, así mismo, se desarrollan proyectos relacionados con la investigación en procesos de transformación del carbón, investigación en geofluidos (incluyendo geoquímica de fluidos volcánicos y cambio climático), estudios geoquímicos de movilidad de metales pesados, estudios del comportamiento esfuerzo-deformación de materiales arcillosos, entre otros, relacionados con el conocimiento y el uso sostenible de los materiales geológicos que permitirán la generación de valor agregado desde la perspectiva de ésta área de conocimiento que agrupa la química y otras ciencias exactas relacionadas.

Dentro de los procesos para la generación de productos de información del SGC, asociados al conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano, se realizan ensayos mediante la competencia del personal técnico científico, la infraestructura física y tecnológica, lo que permite la caracterización de los materiales geológicos que son un componente fundamental para la realización de mapas, modelos, informes, entre otros que le aportan al país en los diversos sectores de la economía, que requieren información sobre el conocimiento y la cartografía geológica, las amenazas geológicas y el potencial de los recursos del subsuelo colombiano.

Proyectos priorizados y aprobados para el bienio 2019 -2020

ÁREA DE CONOCIMIENTO	PROYECTO	PROGRAMA	ID	PROYECTOS DE GESTIÓN	ASIGNACIÓN PRESUPUESTAL		
6. Caracterización de Investigación de materiales geológicos	Fortalecimiento de la investigación y caracterización de materiales geológicos en el territorio nacional	6.1. Recepción, preparación de muestras para estudios geológicos y caracterización e investigación geotécnica	1001411	Adecuación de muestras para estudios geológicos y caracterización geotécnica	\$ 2.115.556.250		
			1001412	Investigación en preparación de muestras y procesos geotécnicos			
		6.2. Caracterización de materiales geológicos e Investigación de procesos geoquímicos	1001413	Caracterización geoquímica de materiales de origen geológico en los componentes químicos, físico y mineralógicos.	\$ 3.515.556.250		
			1001414	Investigación en procesos geoquímicos, nuevas metodologías y sus aplicaciones			
		6.3. Caracterización, procesamiento e investigación de carbones y materiales geológicos	1001407	Caracterización de Carbones y Materiales energéticos, para el conocimiento geocientífico, potencial y restricción del territorio nacional.	\$ 2.815.556.250		
			1001408	Investigación de carbones y materiales energéticos			
		6.4. Investigación en Geometalurgia y Geomambiente para el procesamiento de minerales de los depósitos en Colombia	1001405	Caracterización <u>geometalúrgica</u> y <u>geomambiental</u> de materiales de origen geológico	\$ 2.615.556.250		
			1001409	Investigación y difusión de metodologías para el mejor aprovechamiento metalúrgico de los depósitos en Colombia			
		TOTAL PROYECTO					\$ 11.962.225.000

6.1. Recepción, preparación de muestras para estudios geológicos y caracterización e investigación geotécnica

Proyecto ID 1001411: Adecuación de muestras para estudios geológicos y caracterización geotécnica

Descripción del Proyecto: Este proyecto aplica su competencia técnica, conocimientos y metodologías para preparar muestras de materiales geológicos y realizar caracterización geotécnica.

Objetivo: Realizar la preparación de muestras de origen geológico, de acuerdo con los requerimientos de los proyectos institucionales y caracterización mecánica de rocas y suelos con propósitos geotécnicos conforme con los protocolos establecidos.

Adecuación de muestras para estudios geológicos

Durante el primer semestre de 2020 se prepararon muestras durante los primeros tres meses del año para los grupos internos de trabajo. Como consecuencia de la contingencia generada por el COVID 19 y el aislamiento social obligatorio que se decretó a nivel nacional no se pudo continuar con las actividades técnicas. A continuación, se informan las cantidades de muestras que se adecuaron en el primer trimestre: 1804 muestras para estudios Geológicos y Geotécnicos distribuidos así: Laboratorio Medellín 172 muestras, Preparación Bogotá 809 muestras, Pulidos 337 muestras, Laboratorio de Geotecnia: 486 muestras.

Mes	Muestras				Ensayos	Total muestras
	Preparación Bogotá	Geotecnia	Pulidos	Laboratorio de Medellín	Geotecnia	
Enero	399	40	127	73	160	639
Febrero	322	16	160	47	176	545
Marzo	88	77	50	52	150	267
Abril	0	0	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0
Julio	0	6	0	1	6	7
Agosto	25	43	72	16	76	156
Septiembre	281	97	74	10	168	462
Octubre	114	60	87	51	106	312
Noviembre	79	9	99	92	9	279
Diciembre	120	0	79	19	0	218
Total:	1428	348	748	361	721	2885

Fuente: propia

En la oficina de recepción de muestras se recibieron 1867 muestras (1475 en el primer semestre y 392 en el segundo), correspondientes a 96 órdenes de servicio por parte de nuestros usuarios. 70 en el primer semestre y 26 en el segundo semestre.

Entre las muestras recibidas se destaca principalmente las rocas, los suelos, sedimentos, arcillas, carbones y aguas, entre otras.

Adquisición, mantenimiento y calibración de equipos

- **Mantenimiento Molinos Retsch – Preparación de muestras**
Se ejecutaron dos mantenimientos (uno cada semestre) con la entrega de repuestos.
- **Mantenimiento y calibración Equipo tipo Piezocono.** Se ejecuto el mantenimiento preventivo en noviembre y se realizó la gestión para el pago correspondiente en diciembre de 2020. Se solicito prorroga ante el comité de contratación hasta 30 de mayo de 2021 para terminar dos mantenimientos preventivos que están pendientes.
- **Mantenimiento de los equipos Geotecnia Básica - Laboratorio de Geotecnia**
- **Contratar el mantenimiento correctivo y preventivo, verificación de equipos de caracterización básica del laboratorio de geotecnia del servicio geológico colombiano, incluyendo la calibración de los elementos de estos equipos que así lo requieran.** El contrato se ejecutó y finalizó a tiempo.
- **Mantenimiento correctivo y preventivo de Cuartos Húmedos - Laboratorio de Geotecnia**
- **El proceso se adjudicó mediante un contrato de cuantía mínima. Contrato fue ejecutado y finalizado en los tiempos establecidos.**
- **Mantenimiento preventivo y suministro de accesorios y sistema de adquisición de datos, software y plantilla de informes según la norma ASTM 2435-11 para (4) consolidómetros marca CONTROLS para el laboratorio de Geotecnia por contratación directa.**
- **El proceso se adjudicó mediante contratación directa y fue ejecutado y finalizado a tiempo.**
- **Mantenimiento preventivo, suministro de accesorios, suministro sistema de adquisición de datos, software para el monitoreo, control y generación de informes según la norma ASTM 3080-11 para dos (2) equipos de corte directo marca R&R del laboratorio de geotecnia por subasta inversa**
- **Mantenimiento preventivo, suministro e instalación de repuestos y consumibles para tres Prensas de compresión inconfiada digital para suelos marca Pinzar y una Maquina digital para ensayo de carga puntual para rocas marca Pinzuar para el laboratorio de Geotecnia por subasta inversa. . El contrato se ejecutó y finalizó a tiempo.**
- **Mantenimiento Molinos Fritsch – Preparación de muestras y Recursos minerales**
- **Se solicitó prórroga hasta 30 de abril de 2021y adición por valor de 68 millones para adquirir más cuerpos moledores (160 unidades de 20 mm de diámetro).**
- **Proceso Transversal para Mantenimiento de Microscopios – Laboratorio de Pulidos y de Medellín.** Proceso transversal que lidero la dirección de Geociencias Básicas. Se realizó la ejecución de las actividades en el mes de noviembre.
- **Mantenimiento de los equipos de corte y pulido de todas las regionales**
- **Proceso Transversal para Mantenimientos balanzas, isotérmicos y otras variables**

- Proceso Transversal para Mantenimiento de cabinas de extracción

Adquisición de equipos

- Proceso Transversal para Adquisición de Microscopios – Laboratorio de Pulidos
- Proceso liderado por la Dirección de Geociencias básicas para adquirir 2 equipos. Se concluyó en los tiempos establecidos.
- Adquisición de tamices – Preparación de muestras y Laboratorios de Geotecnia
- El proceso concluyó satisfactoriamente en los tiempos establecidos.
- Adquisición de Pulidora y enresinadora - Laboratorio de Medellín
- En julio el proceso se adjudicó a Kaika SAS y en octubre se realizó la entrega del equipo, realizando la gestión ante financiera y almacén para el pago.
- Adquisición Copas diamantadas
- En julio el proceso se adjudicó a Kaika SAS y en octubre realizaron la entrega de las copas, en noviembre se realizó la gestión ante financiera y almacén para el pago.
- Contratar la adquisición de dos equipos automáticos con la capacidad de ejecutar ensayos de corte Directo, corte directo residual y de consolidación, con sus respectivos accesorios, Software y plantilla de informes según la norma ASTM D3080 y ASTM D 2435 marca CONTROLS para el laboratorio de Geotecnia por contratación directa.
- En diciembre se recibió el equipo, pero fue necesario solicitar prórroga ante el comité de contratación ya que quedaron pendientes las pruebas de verificación y la entrega de un par de cámaras.
- Adquisición de equipos nuevos en Geotecnia
- Proceso Transversal para Adquisición de equipos pequeños de laboratorio Geotecnia y Medellín (plancha de agitación y calentamiento, termómetro digital vástago largo, cronómetros, termohigrómetro, báscula, bomba de vacío)
- El proceso se adjudicó a la empresa Kassel Group. En diciembre se alcanzaron a entregar algunos de los elementos y otros están pendientes para enero de 2021.
- Proceso Transversal para Adquisición de Equipos de calentamiento: Horno Laboratorios de Medellín. El proceso se adjudicó. El equipo se recibió a satisfacción
- Proceso Transversal para Adquisición de equipos Preparación de muestras (Tamizadora grande y baño ultrasonido)
- En diciembre se alcanzaron a entregar algunos de los elementos y otros están pendientes para enero de 2021.
- Proceso Transversal para Adquisición de computadores x 8 unidades de escritorio
- Proceso Transversal para Adquisición medios de almacenamiento información USB / Discos Duros.

Adquisición de bienes y servicios

- Proceso Transversal para adquisición de ropa de trabajo que lidera Salud Ocupacional, el cual ya paso por subasta en noviembre de 2019.
- Proceso Transversal para Adquisición materias primas para los laboratorios de pulidos, carbones y huellas de fusión de las Direcciones de Laboratorios y Asuntos Nucleares
- Proceso Transversal para la adquisición de Insumos de laboratorio:
- Proceso Transversal para la adquisición de Insumos de laboratorio:
- Se está ejecutando cada uno de los contratos, el contrato 1270 de 2019 con Scientific Products se ha ejecutado en un 90% en el mes de diciembre, se adelantaron los documentos para presentar ante el comité una prórroga hasta 31/01/2021.
- El contrato 1271 de 2019 con Químicos Faraday ya entrego el 100% de los insumos plásticos incluyendo la adición, está pendiente el pago. Contrato ejecutado, finalizado a tiempo y radicado ante el grupo de financiera para pago en agosto de 2020.
- Proceso Transversal para reactivos de Laboratorio

Proyecto ID 1001412: Investigación en preparación muestras y geotecnia

Descripción del Proyecto: Mediante este proyecto se realiza la preparación de muestras de materiales geológicos para concentración de circones con fines Geocronológicos, elaboración de probetas para datación radiométrica e investigación y caracterización mecánica de rocas y suelos con propósitos geotécnicos.

Objetivo: Fomentar la investigación y profundizar en el conocimiento geotécnico de materiales arcillosos del territorio nacional e implementar una nueva metodología para la concentración de circones en rocas Granitoides.

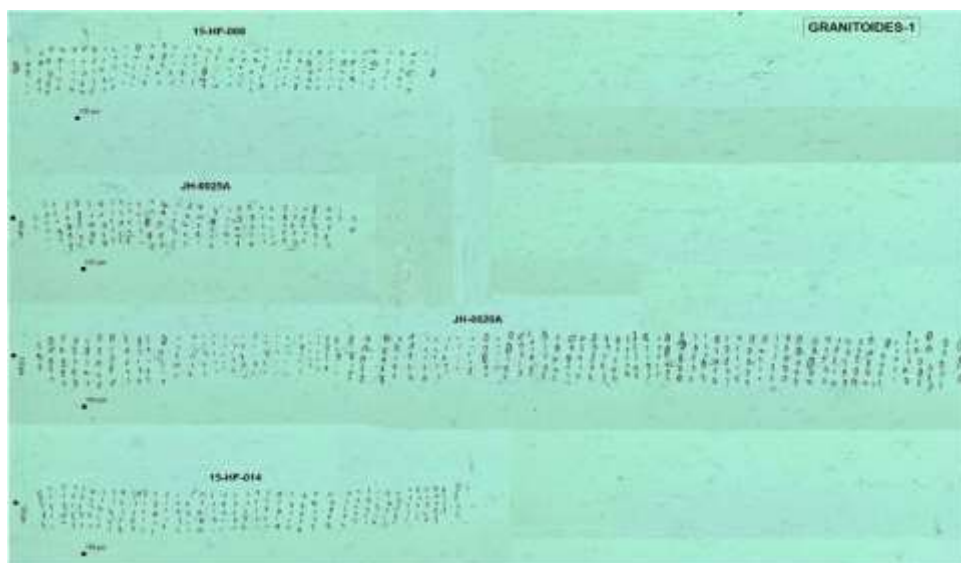
✓ Metodología para la concentración de circones en rocas granitoides

Durante el primer semestre de 2020, se realizó el trabajo de laboratorio de 15 muestras granitoides en el proyecto de investigación, experimentándose en rangos de 5° a 7.5° para los ángulos laterales de la mesa Wilfley y en rangos de 0.7° a 2.2° para los ángulos frontales de la mesa Wilfley. En cuanto al trabajo en Isodinámico Frantz se ha tenido en cuenta ángulos laterales de 20° a corrientes de (0.4, 0.8 y 1.2 A) y ángulo frontal de 10° . Durante el segundo semestre, se realizó el trabajo de laboratorio de 7 muestras granitoides en el proyecto de investigación. En la Tabla mostrada a continuación se detallan las muestras trabajadas durante el 2020.

Código de Muestra	Molienda	Ángulo Lateral Mesa Wilfley	Ángulo Frontal Mesa Wilfley	Ángulo Lateral Isodinámico Frantz	Ángulo Frontal Isodinámico o Frantz	Número de Circones obtenidos (promedio)
JH-0020 ^a	Malla 200	5.0 ^o	1.5 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	405
15-HF-008	Malla 200	5.4 ^o	1.9 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	180
JH-0025 ^a	Malla 200	4.9 ^o	1.9 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	136
15-HF-014	Malla 200	5.2 ^o	0.7 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	192
JH-0083 ^a	Malla 200	5.4 ^o	1.0 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	127
JH-0027C	Malla 200	5.7 ^o	0.8 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	157
JH-0027 ^a	Malla 200	5.6 ^o	0.9 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	211
15-HF-013	Malla 200	7.3 ^o	1.8 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	21
15-HF-009	Malla 200	5.8 ^o	2.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	151
15-HF-010	Malla 200	7.4 ^o	1.6 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	117
JH-0026	Malla 200	7.1 ^o	1.7 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	240
JH-0049	Malla 200	7.1 ^o	1.6 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	126
15-HF-007R	Malla 200	7.7 ^o	1.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	70
15-HF-011	Malla 200	7.2 ^o	1.7 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	420
15-HF-024	Malla 200	7.7 ^o	2.2 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	71
15-HF-019	Malla 200	7.6 ^o	1.9 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	87
AMC-0205	Malla 200	7.4 ^o	2.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	137
GR-6758	Malla 200	6.3 ^o	1.8 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	98
JH-0321	Malla 200	6.4 ^o	1.8 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	249
GOE-1052	Malla 200	6.5 ^o	1.8 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	121
76IIIA-R-47118	Malla 200	7 ^o	2.2 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	33
76IIIA-R-12265	Malla 200	7.6 ^o	2.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	445
76IIIA-R-12264	Malla 200	7.5 ^o	2.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	818
76IIIA-R-47119	Malla 200	7 ^o	2 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	0
76IIIC-R-12266	Malla 200	6.9 ^o	1.7 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	
97IB-R-47067	Malla 200	7.1 ^o	2.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	356
76IIIA-R-19374	Malla 200	7.6 ^o	2 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	255
76IIIC-R-40083	Malla 200	6.6 ^o	1.8 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	584
JH-0173	Malla 200	7.1 ^o	2.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	0
17-HF-101	Malla 200	7. ^o	2.1 ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	222
JH-0168	Malla 200	7.6 ^o	2. ^o	20 ^o (0.4,0.8, 1.2 A)	10 ^o	110

Código de Muestra	Molienda	Ángulo Lateral Mesa Wilfley	Ángulo Frontal Mesa Wilfley	Ángulo Lateral Isodinámico Frantz	Ángulo Frontal Isodinámico o Frantz	Número de Circones obtenidos (promedio)
76IIIC-R-47104	Malla 200	6.5°	1.8°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	13
971D-R-47085	Malla 200	6.5°	1.8°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	279
JH-0169	Malla 200	7.8°	1.9°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	254
76IIIA-R-47117	Malla 200	6.5°	1.7°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	453
JH-0323 Bgc	Malla 200	7.5°	2.2°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	
76IIIC-R-46028	Malla 200	6.5°	2.°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	
76IIIC-R-47102	Malla 200	7.5°	2.°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	13
76IIIA-R-12262	Malla 200	6.2°	1.7°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	0
76IIIC-R-47113	Malla 200	6.5°	2.°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	44
JH-0172	Malla 200	7.°	1.8°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	142
JH-0323 Agc	Malla 200	6.8°	2.°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	355
JH-0323 Dgc	Malla 200	7.5°	1.9°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	
JH-0171	Malla 200	6.4°	1.8°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	
971D-R-47085-Rc	Malla 200	6.6°	1.8°	20° (0.4,0.8, 1.2 A)	10°	279

A continuación, se puede ver una muestra fotográfica de una de las Muestras separadas:





Proyecto de caracterización Geotécnica de materiales geotécnicos finos

- Se consolidó el informe de exploración geotécnica de las comisiones realizadas para Sabana de Bogotá (Tenjo, Tabio y Subachoque) los cuales arrojaron un total de 8 sondeos con 99 metros de perforación desarrollados y con 78 muestras recuperadas
- Se iniciaron los ensayos de las muestras en el laboratorio: se plantearon un total de 403 ensayos de los cuales se han desarrollado 166 ensayos hasta marzo 15 de 2020 (41% ejecución)
- Se adelanto la planificación de la tercera comisión para toma de muestras, pero quedo aplazada por el aislamiento preventivo obligatorio generado por el COVID 19.
- Se adelanto el cargue de aproximadamente 94.000 en la Base de datos de información para materiales arcillosos por medio de motores de búsqueda científica del SGC e información existente en el Laboratorio de Geotecnia correspondiente a informes de los resultados
- A la fecha se está evaluando la migración de la información de la herramienta ACCES a una herramienta en ARC GIS que facilite la visualización de la información a nivel

geográfico y que aumente la capacidad de la base de datos, dado el alcance limitado de la herramienta ACCES que actualmente se usa para el almacenamiento.

Total datos alimentados	
Numero de muestras	4285
Localizacion	52381
propiedades	15900
Granulometria	21292
propiedades resistencia -deformacion	4740
Total Datos	94313

- Se han ejecutado los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos del laboratorio de Geotecnia como Piezocono Sísmico, Cuartos Húmedos, Equipos de Geotecnia Básica y Equipo de perforación. Adicionalmente se adelanta la adquisición de dos Equipos de corte directo.



Dificultades 2020

- Confinamiento por la pandemia afecta la ejecución de las comisiones y la realización de los ensayos.
 - Fue necesario reprogramar las actividades y compromisos del proyecto de investigación hasta junio de 2021.

- La ejecución presupuestal también se vio afectada por la pandemia

6.2 Caracterización de materiales geológicos e Investigación de procesos geoquímicos

Proyecto ID 1001413: Caracterización geoquímica de materiales geológicos

Descripción del proyecto: Desarrollar las actividades para la caracterización de materiales geológicos con propósitos geocientíficos, operando de forma competente y asegurando la generación de resultados válidos para los proyectos del SGC que lo requieran.

Objetivo: Llevar a cabo ensayos de caracterización geoquímica, basados en la competencia técnica del laboratorio y en los requerimientos de los proyectos institucionales.

Caracterización de muestras

- Durante el año 2020 se realizaron 99.895 ensayos (52.899 en el primer semestre y 46.996 en el segundo semestre), correspondientes al análisis geoquímico de muestras de rocas, suelos, sedimentos, aguas y gases dentro de la cadena de valor de los proyectos institucionales para la generación de conocimiento geocientífico: En la Figura mostrada a continuación se aprecia la discriminación de ensayos por técnica analítica implementada en los laboratorios.
- Se efectuó el reporte de SO₃ de 35 determinaciones del área de carbones.
- Se planificaron las actividades para la validación de análisis de metales mediante la técnica ICP- MS y se dio inicio a los primeros ensayos.
- Se está ejecutando la validación para los aniones fluoruro, bromuro, cloruro, nitrato, sulfato y fosfato en los laboratorios de la sede en Manizales.
- Participación en el curso de Incertidumbre y Validación de Métodos Químicos Cuantitativos, dictado por el Instituto Nacional de Metrología, el cual es básico para adelantar y actualizar las validaciones de las técnicas analíticas.
- Se continúan con las actividades relacionadas con los trámites precontractuales para la adquisición de equipos, bienes y servicios y los mantenimientos que se tenían programados.
- Se continúa acopiando la documentación para adelantar los procesos de adquisición de nuevos equipos como la compra Sistema de Digestión por Microondas y un dilutor, un TGA, una perladora y un equipo para difracción de rayos X.
- Se encuentran en ejecución los contratos de mantenimiento de los equipos Malvern Panalitical (Perladora, DRX, FRX), del equipo cromatógrafo iónico marca Metrohm, del equipo Titulador T- 90 Marca Mettler Toledo, del equipo ARL Perform'X marca Thermo Scientific, del equipo DMA- 80 y de los equipos PerkinElmer.

- Se continúa adelantando la actualización de los documentos internos del Sistema de Gestión de Calidad de la Institución como trabajo en casa y se está participando activamente en las diferentes capacitaciones virtuales que ofrecen entidades privadas y oficiales en temas técnicos y en la norma IEC-ISO 17025.
- Se desarrollaron actividades asociadas al proceso AEO, para el procedimiento de Aseguramiento Metrológico, Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo, trazabilidad Metrológica y formato verificación de entrada y salida de Equipos.

En la Figura mostrada a continuación se muestran actividades relacionadas con los procesos de caracterización geoquímica.



Adquisición, mantenimiento y calibración de equipos

Se elaboraron estudios previos y de mercado para los procesos de adquisición de equipos y contratación de servicios de mantenimiento, como sigue:

- Mantenimiento de los equipos Titulador T-90 y buretas marca Mettler Toledo
- Mantenimiento de los equipos marca Thermo Fisher Scientific.
- Mantenimiento preventivo, correctivo y suministro de repuestos de los equipos Cromatógrafos de gases marca Agilent.
- Mantenimiento preventivo, correctivo y suministro de repuestos de los Equipos ICP-MS marca Perkin Elmer.
- Mantenimiento preventivo, correctivo y suministro de partes y repuestos para los equipos: Analizador Directo de Mercurio, modelo DMA80, N/S 13071408
- Mantenimiento del sistema para purificación de ácidos, Modelo Duopur, marca MILESTONE.
- Mantenimiento de los equipos Malvern Panalitical (Perladora, DRX, FRX)
- Adquisición de purificador de ácidos para los laboratorios de geoquímica.

- Ejecución del contrato de adquisición del equipo ICP-MS-HPLC, el cual se financia en conjunto con la Dirección de Recursos Minerales.

Adquisición de bienes y servicios

Se elaboraron estudios previos y de mercado para los procesos de adquisición de bienes y servicios indispensables para el desarrollo de las actividades del laboratorio, como sigue:

- Contratación de prestación de servicios técnicos, tecnológicos y profesionales para el desarrollo de actividades del proyecto.
- Adquisición de insumos generales para los laboratorios.
- Adquisición de reactivos químicos para los laboratorios.

Proyecto ID 1001414: Investigación en procesos geoquímicos, nuevas metodologías y sus aplicaciones

Descripción del Proyecto: Desarrollar y mejorar los mecanismos para la generación de conocimiento desde la perspectiva de la investigación de procesos geoquímicos, nuevas metodologías analíticas y sus aplicaciones en materiales geológicos, constituyéndose en un aporte para el cumplimiento de la misión institucional del SGC.

Objetivo: Profundizar en el conocimiento de procesos geoquímicos específicos y desarrollar e implementar nuevas metodologías analíticas orientadas a generar conocimiento de los recursos del subsuelo y sus potenciales aplicaciones.

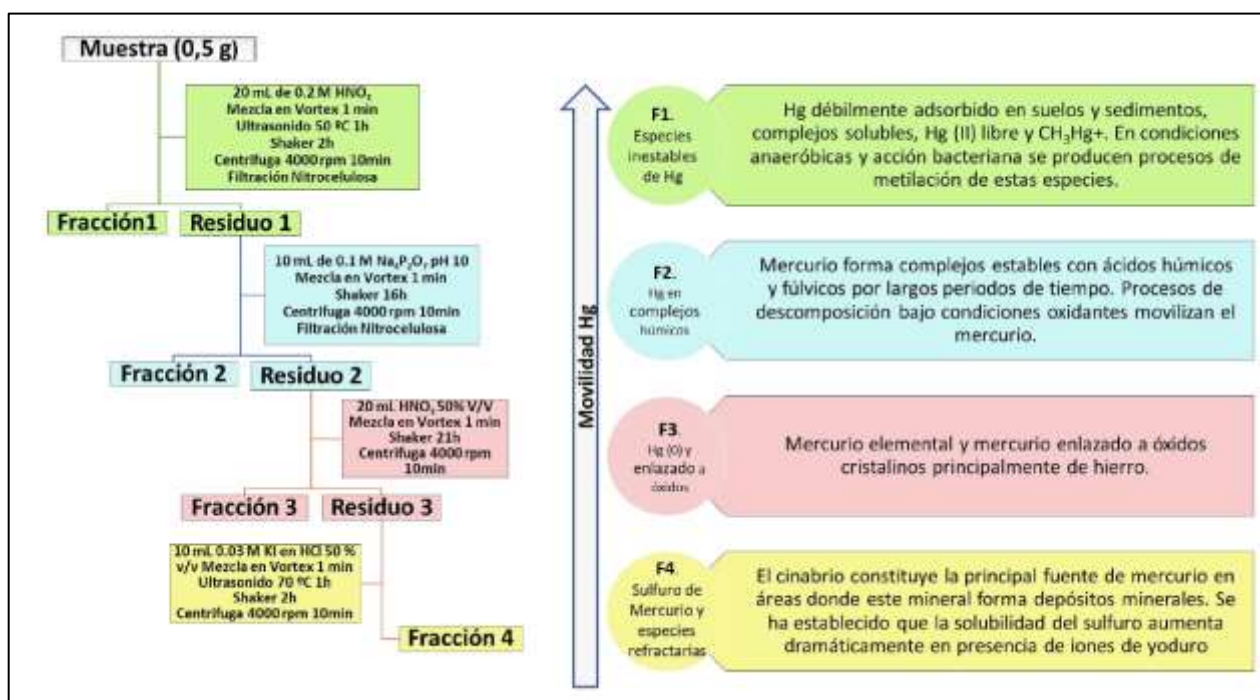
Informe de avance primer semestre 2020:

Estudios de movilidad y distribución de especies químicas

- En estudios de movilidad se recopilaron las metodologías de extracciones secuenciales que existen para estimar la especiación de mercurio, y se seleccionaron aquellas que se pueden implementar en el Servicio Geológico considerando los reactivos y suministros disponibles actualmente.
- Se recibió la centrifuga objeto del contrato 883 de 2019 conforme a las especificaciones técnicas solicitadas. Igualmente se recibió el entrenamiento en la forma de operación y los cuidados requeridos para su correcto funcionamiento.
- Se recibió el informe de FRX de unas muestras tomadas en Suarez (Cauca) en octubre de 2018, las cuales se utilizarán para la interpretación de resultados en la movilidad del mercurio, como plan alternativo ante la imposibilidad de realizar el trabajo de campo para recolección de muestras.

- Se establecieron las especificaciones técnicas de equipos complementarios que se requieren en el proyecto para iniciar el proceso de contratación.
- Dentro de la actividad de metodologías analíticas de movilidad, se realizaron los cálculos y se redactó un procedimiento, para la preparación de materiales de referencia para extracciones secuenciales de mercurio utilizando productos comerciales.
- Se entregó el informe “APLICACIÓN DEL MÉTODO CIEMAT DE EXTRACCIONES SECUENCIALES SOBRE MUESTRAS ENRIQUECIDAS CON COMPUESTOS DE MERCURIO”

En la figura mostrada a continuación se aprecia el esquema de la metodología implementada:



Nuevas metodologías para minerales arcillosos

- Se adjudicó el proceso de compra de mufla, esto dentro de la actividad de adquisición de equipos y base de datos.
- Se recibieron el pH-metro y las celdas de muestra para el analizador de forma de partícula y se recibió el entrenamiento en la operación y funcionamiento.
- Se adquirió la base de datos PDF-4 Minerals, la cual fue instalada y se recibió el entrenamiento por parte del proveedor.
- Se realizó el mantenimiento preventivo al analizador TGA y al espectrofotómetro infrarrojo por parte del proveedor Intek Group.

- Adquisición de sensor para el equipo TGA
- Se realizaron los ensayos de extracción de la fracción arcillosa utilizando pirofosfato de sodio como dispersante y se hizo el tratamiento con etilenglicol y calcinación.
- Se adelantaron las pruebas preliminares para la implementación de la metodología de cuantificación de amorfos por difracción de rayos X por el método de adición de estándar interno.
- Se realizaron los ensayos para la extracción y concentración de la fracción arcillosa para hacer el análisis de arcillas orientadas.
- Se compiló la información de análisis termogravimétrico para arcillas ampliando la base de datos que ya se tenía para el montaje de estas metodologías asociadas a TGA-DSC.
- Se compiló información acerca del análisis multivariado para apoyar la validación de las metodologías por DRX y se concluyeron los análisis preliminares de amorfos.
- Se adelantó el procesamiento de difractograma de muestras con amorfos y se realizó la guía de uso del software minitab para diseño de experimentos, esto dentro de la actividad de FTIR y amorfos.
- Se realizó el Informe de implementación del método de ensayo de cuantificación de amorfos por DRX con adición de patrón interno.
- Se realizó el Informe correspondiente a la validación del método de ensayo. Se determinó únicamente la repetibilidad. Se esperaba estimar la precisión intermedia pero las limitaciones de trabajo presencial este año en el laboratorio hicieron que se realizarán el mínimo de ensayos y se evaluó solo un parámetro.
- Se consolidó la Revisión bibliográfica en el tema específico.

6.3. Caracterización, procesamiento e investigación de carbones y materiales geológicos

Proyecto ID 1001407: Caracterización carbones y materiales energéticos

Descripción del proyecto: La caracterización de carbones y materiales energéticos, contribuye a la generación de conocimiento con propósitos geocientíficos; se realiza mediante ensayos, operando de forma competente y asegurando la generación de resultados válidos para los proyectos del SGC que lo requieran, entidades gubernamentales y demás sectores económicos vinculados.

Objetivo: Desarrollar las actividades para la caracterización de materiales geológicos con propósitos geocientíficos para los proyectos del SGC que requieran la participación de la Dirección de Laboratorios para la realización de ensayos.

Caracterización de muestras

- Durante el 2020 se prepararon 493 muestras de diversos proyectos institucionales y del convenio con la Agencia Nacional de Minería (ANM).
- Se realizaron 4393 ensayos de diversas muestras de carbón y residuos de carbón.
- Se realizaron 30 informes para la ANM y se generaron 6 informes parciales para los proyectos institucionales tanto de la Dirección Laboratorios como la de Recursos Minerales y avance en el informe de cromatografía de gases que se presentara al grupo GMAC.
- Realización y entrega de informe de la evolución del Z Score con la información correspondiente a las tres muestras recibidas del programa interlaboratorios INTERLAB.
- Coordinación de reuniones virtuales en aspectos técnicos con el grupo de trabajo, para la planeación de actividades de caracterización e investigaciones especiales en carbones, las que se puedan desarrollar debido a la contingencia. El grupo de trabajo realizó varias presentaciones técnicas al interior del mismo grupo, se mencionan algunas a continuación.
- Se trabajó en la propuesta y retorno escalonado del personal al laboratorio de Carbones y materiales energéticos.
- Actividades relacionadas con el taller de la geoquímica del carbón con expertas del INCAR.
- Reuniones de trabajo para evaluar aspectos del proyecto "Investigación Carbones y Materiales Energéticos", tales como: ajustes en Plainview, ejecución presupuestal, vigencias futuras en ejecución. Elaboración del formato sobre el impacto del COVID 19 para el proyecto 1001407. Se diligenció la plantilla con los impactos en los componentes técnico, contractual y presupuestal, para el proyecto 1001407.
- Se suscribió el Convenio Interadministrativo entre el SGC y la ANM. Su inicio está sujeto a la normalización de la coyuntura actual. No obstante, se realizó una primera reunión de coordinación con la ANM y se firmó acta de inicio con la ANM, haciendo salvedad que el i están sujetas a lo establecido por el gobierno nacional, debido a la situación de contingencia por la pandemia.
- Participación reuniones en el comité editorial del SGC, y también se realizaron presentaciones de los avances y logros de los proyectos propios de investigación de la Dirección de Laboratorios.
- Participaron y siguen participando en charlas virtuales propuestas por el SGC y de entidades externas relacionadas con quehacer institucional.

Proyecto ID 1001408: Investigación carbones y materiales energéticos

Descripción del Proyecto: Los proyectos de investigación están enfocados en evaluación procesamientos de carbones, materiales energéticos y sus subproductos y aplicaciones ambientalmente sostenibles.

Objetivo: Desarrollar estudios en investigación básica y aplicada con el fin de generar conocimiento geocientífico y valor agregado en la cadena productiva del carbón, materiales energéticos y sus subproductos.

Informe de avance primer semestre 2020:

Correlación Interparamétrica

- Preparación de 30 muestras de carbón para análisis de reflectancia media de la vitrinita.
- Remisión a la Oficina de Recepción de Muestras de la solicitud interna para el análisis de 35 muestras de carbón, colectadas en el mes de diciembre de 2019.
- Programación y realización de comisión a Norte de Santander para muestreo de mantos faltantes con la cual finaliza la cobertura en dicha zona carbonífera. Se colectaron 47 muestras de carbón.
- Avance en el tratamiento estadístico y en el informe técnico. En la actualidad se cuenta con una correlación de 327 muestras de carbón.
- Realización de la justificación técnica para la participación de la Dirección de Laboratorios en el Congreso Colombiano del Carbono.
- Socialización del proyecto de correlación interparamétrica al comité editorial, coordinadores de los grupos de trabajo de la Dirección de laboratorios.
- Socialización del proyecto de correlación interparamétrica mediante presentación técnica del alcance, actividades, logros y dificultades del proyecto al interior del grupo de trabajo.
- Inicio de la escritura del capítulo EL CARBÓN EN COLOMBIA correspondiente al informe de la fase de correlación inter paramétrica.
- Elaboración del informe técnico de Correlación interparamétrica de carbones colombianos.

Ocurrencia de mercurio

- Reunión con GECELCA, para presentación del proyecto y programar las visitas a las termoeléctricas.
- Depuración de las minas muestreadas en Boyacá y elaboración de mapa.
- Envío de tres resúmenes al Congreso del Carbono C3-2020 y preparación presentaciones de tres resúmenes aprobados.

- Programación y realización de muestreo de mercurio en chimenea y calidad de aire en Termosochagota, así como de carbón en banda, cenizas volantes y de fondo.
- Gestiones con tres expertos internacionales para realizar el curso a mediados del año 2020.
- Reunión con ANDEG con el fin de informar avances en las actividades del proyecto y contactos con las termoeléctricas.
- Presentación del proyecto de ocurrencia de mercurio a directivos GECELCA y a sus proveedores de carbón en Córdoba.
- Definición de las minas a muestrear en Boyacá y elaboración de mapa de los proveedores de TERMOSOCHAGOTA.
- Generación del capítulo de petrografía para el proyecto Ocurrencia de mercurio, el cual se encuentra en proceso de revisión.
- Informe de avance de las actividades realizadas con las termoeléctricas en el marco del convenio 032 SGC – ANDEG.
- Elaboración de estudios previos y estudio del sector para la contratación de la adquisición del kit de calibración para el equipo portátil de medición de mercurio.
- Socialización del proyecto de ocurrencia de mercurio al comité editorial, coordinadores de los grupos de trabajo de la Dirección de laboratorios.
- Socialización del proyecto e ocurrencia de mercurio mediante presentación técnica del alcance, actividades, logros y dificultades del proyecto al interior del grupo de trabajo.
- Realización del capítulo de Geología para el informe Proyecto de Gestión Ocurrencia del mercurio en el Departamento de Boyacá.
- Informe y presentación del capítulo de petrografía del proyecto de Ocurrencia de mercurio,
- Informe de avance de las actividades realizadas con las termoeléctricas en el marco del convenio 032 SGC - ANDEG
- El muestreo por realizar en GECELCA 3 y sus proveedores se aplazó debido a la situación de contingencia.
- Actividades para la contratación del kit de calibración para el equipo portátil de medición de mercurio.
- Revisión del capítulo de Geología para el informe Proyecto de Gestión Ocurrencia del mercurio en el Departamento de Boyacá.
- Avance del informe del proyecto, que incluye los diferentes capítulos temáticos.
- Actividades para la contratación del kit de calibración para el equipo portátil de medición de mercurio.
- Avance de la propuesta del entrenamiento en “Calidad del aire y emisiones atmosféricas de acuerdo con necesidades y alcances de proyectos de caracterización de emisiones de mercurio en centrales de generación térmica”, con experto nacional, a través de medio virtual y una parte presencial.

- Gestiones para la compra del kit de calibración para el portátil de mercurio para la compra.
- Entrega del informe “Ocurrencia del Mercurio carbón térmico Boyacá”, que incluye los diferentes capítulos temáticos.

Adquisición de bienes y servicios

- Participación en todas las reuniones de la mesa técnica de la Dirección de Laboratorios, para el seguimiento de mantenimiento y adquisición de bienes y servicios.
- Supervisión de contratos de prestación de servicios personales y de mantenimientos contratos 709, 1121 de 2019
- • Se elaboró la fase precontractual y contractual para la contratación del mantenimiento del espectrómetro del laboratorio de carbones. Contrato 303 de 2020.
- Se elaboraron estudios previos y fichas técnicas del proceso de contratación para la adquisición e instalación de equipos de temperatura y también se participó en actividades de evaluación técnica “adquisición de equipos de temperatura para el SGC, este proceso de adquisición ya se completó y se adjudicó a diferentes proveedores.
- Se elaboró la fase precontractual y contractual, se elaboraron estudios previos y fichas técnicas del proceso de contratación para la adquisición e instalación de equipos de temperatura y también se participó en actividades de evaluación técnica de este proceso SASI 03-2020 “adquisición de equipos de temperatura para el SGC, este proceso de adquisición ya se completó y se adjudicó a diferentes proveedores.
- Se elaboró la fase precontractual y contractual del proceso para la adquisición de reactivos del contrato 329 de 2020; se hizo el empalme con el nuevo supervisor del contrato, entregando soportes y reuniones virtuales.
- Realización del Análisis del Sector Económico y elaboración de los estudios previos en el módulo de contratación del proceso DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE LOS LABORATORIOS DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Aprobación del proceso por parte de Contratos y Convenios. Solicitud de CDP para radicar el proceso, requerido para la apertura en el SECOP II.
- Se termina la fase precontractual del proceso de Compra de equipos auxiliares para los laboratorios, con el fin de ser culminados y subidos a la plataforma para iniciar formalmente el proceso.
- Asignación de un funcionario del grupo de trabajo, como miembro del comité evaluador del proceso SASI 028 de 2020 –"Contratar la adquisición e instalación de cabinas y campanas de extracción para el laboratorio de química de la sede Cali y el laboratorio de carbones de la sede Bogotá del Servicio Geológico

Colombiano", y se hizo la revisión de los pliegos de condiciones, ficha de especificaciones y anexos.

- Se elaboró la fase precontractual y contractual para la contratación al proceso de mantenimiento para los equipos Agilent. Participación en reuniones con los participantes del proceso de mantenimiento para los equipos Agilent, Khymos, SGC-Manizales, SGC-Bogotá. Definición del cronograma para el desarrollo del contrato 271 de 2020 para el mantenimiento de los equipos de la marca Agilent, Khymos, SGC-Manizales, SGC-Bogotá.
- Se elaboró la fase precontractual y contractual para la contratación al de mantenimiento para los otros equipos del grupo de carbones para los Lotes 1 y 2. El lote 1 se declaró desierto.
- Recepción de cotizaciones del lote N°1 del proceso de mantenimiento para los otros equipos del grupo de carbones, es necesario iniciar nuevamente el proceso debido a que el proceso para el lote N°1 se declaró desierto.
- Participación en la fase precontractual de la consolidación de MRC del grupo de trabajo, para su adquisición, proceso que está realizando el grupo de Cali.
- Elaboración justificación adición al contrato 709 de 2019 para compra de MRC.
- Elaboración de Estudios previos para proceso de compra de mobiliario para laboratorio de petrografía del carbón.
- Diligenciamiento de información sobre equipos de pesaje, masas patrón, medios isotérmicos para el proceso de Mantenimientos y Calibraciones.

6.4. Investigación en Geometalurgia y Geoambiente para el procesamiento de minerales de los depósitos en Colombia.

Proyecto ID 1001405: Caracterización metalúrgica de materiales geológicos

Descripción del proyecto: las Guías metodológicas para el mejoramiento de la productividad de plantas de beneficio de oro sin el uso del mercurio, se traducen en un aporte significativo del Servicio Geológico Colombiano a la minería en Colombia, atendiendo un claro compromiso del Ministerio de Minas y Energía por la preservación de la salud humana y la mitigación de los impactos ambientales generados por el desarrollo de actividades mineras, en especial aquellas que no cumplen plenamente con las normas y mandatos nacionales e internacionales, orientadas hacia la eliminación del uso del mercurio en la actividad industrial minera.

Objetivo: Elaborar Guías metodológicas y/o cartillas para el mejoramiento productivo del beneficio de minerales: Prioridad Oro sin uso de Mercurio.

- Se elaboró la Guía Metodológica para el mejoramiento de la productividad del beneficio de oro sin el uso del mercurio en el Distrito minero de Frontino – Antioquia y el respectivo Informe Técnico.

- Se elaboró la Guía Metodológica para el mejoramiento de la productividad del beneficio de oro sin el uso del mercurio en el Distrito Minero de San Martín de Loba-Sur de Bolívar y el respectivo Informe Técnico.
- Se presentó la guía metodológica para el mejoramiento de la productividad del beneficio de oro sin el uso de mercurio de la zona de Amalfi.
- Se planificó el proyecto Mapa geometalúrgico y geoambiental de oro de Colombia.
- Se definieron los ensayos metalúrgicos para la zona de estudio de Chocó. Se prepararon las condiciones para iniciar ensayos, una vez se tenga acceso a los laboratorios posterior a la contingencia sanitaria.
- Se adelantaron actividades de análisis y ensayos de laboratorio de mineralogía para la caracterización del material de la zona 3 (Chocó), con el fin de planificar y efectuar los ensayos metalúrgicos y ambientales.
 - Adquisición de los siguientes equipos para los laboratorios:
 - Instrumentos analíticos multiparámetros
 - Elementos de seguridad minera
 - Materiales y suministros generales de laboratorio
- Se suscribieron los siguientes Convenios con las Universidades, con el fin de aunar esfuerzos para la caracterización mineralógica geometalúrgica de los depósitos de las zonas de estudio:
 - Convenio Especial de Cooperación con la Universidad Nacional
 - Convenio Especial de Cooperación la Universidad de Caldas
- Se realizaron los siguientes procesos contractuales:
 - Adquisición de reactivos químicos
 - Adquisición de equipos complementarios para los laboratorios
 - Adquisición de equipos de pulido y enresinado para los laboratorios
 - Adquisición de equipos ópticos
 - Adquisición de cabinas de extracción
 - Mantenimiento electromecánico de los equipos de los laboratorios de mineralogía, química y metalurgia.
 - Mantenimiento equipos de pulido y corte del laboratorio de mineralogía
 - Mantenimiento de las cabinas y sistemas de extracción de los laboratorios
 - Mantenimiento de balanzas y equipos isotérmicos de los laboratorios
 - Mantenimiento de microscopios de los laboratorios
- Se adelantó en el proceso de la implementación de la norma ISO: IEC 17025:2017.
- Se trabajó en la actualización y revisión documental de los formatos del Sistema de Gestión de Calidad de los laboratorios, manuales de operación de los equipos y métodos de los diferentes ensayos y técnicas analíticas.
- Se desarrollaron actividades asociadas al proceso AEO, para procedimiento Aseguramiento Metrológico, Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo, trazabilidad Metrológica y formato verificación de entrada y salida de Equipos.

En la Figura presentada a continuación se aprecia las portadas de las Guías Metodológicas realizadas como productos asociados a este proyecto.



Actividades adicionales

- Se adelantó en el proceso de la implementación de la norma ISO: IEC 17025:2017.
- Se elaboró y entregó el inventario de equipos de medida dentro del proceso de Administración de equipos (AEO).
- Se definieron los ensayos metalúrgicos para la zona de estudio de Chocó. Se prepararon las condiciones para iniciar ensayos, una vez se tenga acceso a los laboratorios posterior a la contingencia sanitaria.
- Se trabajó en la actualización y revisión documental de los formatos del Sistema de Gestión de Calidad de los laboratorios, manuales de operación de los equipos y métodos de los diferentes ensayos y técnicas analíticas.

Proyecto ID 1001409: Investigación en metodologías de aprovechamiento metalúrgico

Descripción del Proyecto: Desarrollo de metodologías que permitan ampliar el conocimiento geometalúrgico para el mejor aprovechamiento del recurso aurífero del país.

Objetivo: Disponer de metodologías y técnicas analíticas actualizadas para generar conocimiento geometalúrgico y geoambiental para el mejor aprovechamiento del recurso.

Avances y Logros:

- ● Se efectuó el estudio sobre la aplicación de la electro-obtención en el tratamiento de soluciones de cianuración de oro con cobre.
- ● Se efectuó el estudio sobre la aplicación de la oxidación de minerales cianicidas con ozono.
- ● Se efectuó el estudio sobre la aplicación del dimensionamiento y simulación computacional de operaciones de beneficio de minerales.
- ● Se efectuó el estudio sobre fitotoxicidad de relaves mineros.
- ● Adquisición de Instrumentos analíticos multiparámetros
- ● Actualmente se encuentran activos los siguientes procesos:
- Licencia de programa (software) para la simulación de procesos de beneficio de minerales.
- Adquisición de equipos de pulido
- Adquisición de cabinas de extracción para los laboratorios
- Adquisición de equipos para análisis de secciones pulidas del laboratorio de mineralogía
- ● Se validaron y se encuentran en edición los siguientes informes del proyecto:
- Informe final sobre la aplicación de la electro-obtención en el tratamiento de soluciones de cianuración de oro con cobre.
- Informe final sobre la aplicación de la oxidación de minerales cianicidas con ozono.
- Informe final sobre la aplicación del dimensionamiento y simulación computacional de operaciones de beneficio de minerales.
- Informe final el estudio sobre Fitotoxicidad de relaves mineros.
- Informe final sobre el estudio mineralógico de liberación de partícula.

En la figura mostrada a continuación se aprecia los estudios electroquímicos (izquierda) y Estudios de Oxidación con ozono (derecha)



Figura 1. Celda electrolítica para la deposición de oro y cobre.



Figura 41. Pretratamiento oxidativo con ozono en sistema Pachuca de material refractario M7944 colas de bates, mina el apique.

Fortalecimiento de la capacidad técnica de los laboratorios

- Participación en reuniones de la mesa de trabajo de calidad de la Dirección de Laboratorios.
- Consolidación de evidencias y seguimiento a actividades del Comité de Calidad, al indicador y cronograma de implementación de la 17025 para el CONPES 3957.
- Se realizó la estructuración de Riesgos de proceso ICMG de la Dirección de Laboratorios.
- Se participó en la organización de la documentación técnica de los equipos con miras a la acreditación.
- Se realizaron ajustes al Portafolio de Servicios de acuerdo con nuevos grupos de trabajo y costos de 2020.
- Consolidación y diligenciamiento de formatos para participar en convocatoria ONUDI y GQSP.
- Participación en la elaboración de la Determinación de intervalos de calibración en equipos de medición GU-AEO-MTR-001.
- Participación en la estructuración y revisión de: PR-AEO-MTR-001 Gestión Metrológica, IN-LAB-PES-004 Recepción identificación manejo de muestras_V3, IN-LAB-PES-005 Instructivo ingreso a laboratorios, -IN-LAB-PES-011 Aseo y Limpieza de Laboratorios.
- Se trabajó en revisión y actualización de metodologías, guías, manuales y formatos del grupo de trabajo para su actualización, tales como:
 - Determinación de los índices de reactividad del coque (CRI) y resistencia del coque después de la reacción.
 - Determinación humedad de equilibrio según norma ASTM ASTM (D1412/D1412M-19b).
 - Actualización de los Manuales de Operación de los equipos TGA-601 y TGA-602.

- Actualización y migración a ISOLUCION del manual de operación de CHN.
- Actualización y migración a ISOLUCION del manual de operación del equipo de mercurio.
- Avance en la revisión del manual de operación del equipo Analizador de Azufre S832HT.
- Elaboración formato Excel verificación de cuarteadores Malla No.4 Malla No.8 Malla No.60 del área de preparación de carbones.
- -Elaboración de plantilla para establecer periodos de calibración de estufas, muflas y balanzas.
- Guía Preparación de muestras geológicas para análisis petrográficos
- Guía Preparación de materiales geológicos para el análisis químico
- Puntos de Atención al Usuario de la Dirección de Laboratorios del SGC
- Verificación de muestras para análisis petrográficos
- Elaboración de tajadas y diferentes tipos de secciones delgadas
- Elaboración de tajadas para sección delgada
- Concentración de circones por medio magnético para datación
- Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD)
- Determinación del índice de resistencia a la carga puntual. ASTM D 5731
- Determinación del tamaño de partículas de los suelos INV E 123 – 13
- Determinación del contenido de humedad de suelos, rocas y mezclas de suelo agregado INV E 122 – 13
- Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD) INV E 154 – 13-
- Determinación de los factores de contracción de los suelos I.N.V. E 127 – 13-
- Determinación de la gravedad específica de los suelos INV E 128 – 13
- Determinación de los límites de consistencia de los suelos INV E 125-13 INV E 126-13

Impacto Covid-19 En Ejecución Técnica Y Financiera De Proyectos De Gestión Dirección De Laboratorios

Como consecuencia de la no asistencia a las instalaciones del laboratorio, siguiendo las directrices de los gobiernos locales y nacional, se prevé un impacto alto en el desarrollo de actividades de ensayos laboratorio y la elaboración de los respectivos informes de resultados, para todos los proyectos de la Dirección, teniendo en cuenta que se requiere de trabajo presencial para el manejo de las muestras y de los equipos. Así mismo, la realización de algunos ensayos de laboratorio estará condicionada a la disponibilidad de bienes y servicios que se requieren para el normal funcionamiento de los laboratorios.

En el caso de los proyectos de la dirección que requieren trabajo de campo para recolección de muestras, se deberá realizar una reprogramación de dichas actividades,

una vez se normalice la situación actual (Esta actividad es indispensable para la elaboración de productos y entregables de algunos proyectos).

En relación con los procesos de contratación en curso se espera que sean más lentos y que en algunos casos sea necesario extender los cronogramas de los procesos de Selección, al menos por tres meses, lo cual implica un mayor tiempo para el recibo de bienes y servicios.

También, se estima un incremento importante en el costo de los bienes y servicios requeridos para el funcionamiento normal de los laboratorios, como resultado del incremento del dólar. En efecto, en algunos procesos de contratación que se adelantan mediante la modalidad de Selección Abreviada – Subasta Inversa, los proveedores han anunciado que no podrán mantener los precios de sus ofertas por el incremento del dólar, lo cual implicaría que algunos procesos pueden declararse desiertos.

Vale la pena mencionar que algunos proveedores de los bienes y servicios requeridos para el proyecto no se atreven a cotizar, teniendo en cuenta la alta volatilidad de la tasa de cambio y la situación de incertidumbre general que atraviesa el país.

2. Virtual Machine Capacity Overview
 Capacity overview of all the virtual machines.
 Jul 15, 2020 10:29 - Jul 22, 2020 10:29 (GMT-05:00)

Nombre	Power State	vCPU	Utilization %	Memory (GB)	Utilization %	Disk Space (GB)	Utilization %	Capacity Remaining (%)	Time Remaining
vm-networker01-bk	Powered On	4	5,87 %	8 GB	99,87 %	868 GB	24,62 %	0 %	0 Días
srv-sp2	Powered On	16	0,09 %	32 GB	75,99 %	850 GB	19,7 %	0 %	1 Días
srv-die	Powered On	1	117,09 %	4 GB	57,57 %	40 GB	31,76 %	0 %	0 Días
srv-amenazas	Powered On	8	1,82 %	7,81 GB	99,52 %	327,7 GB	37,35 %	0 %	2 Días
MIGEPFE	Powered On	8	15,66 %	8 GB	100 %	260 GB	64,51 %	0 %	0 Días
srv-maple	Powered On	12	0,12 %	16 GB	99,5 %	931,51 GB	-	0 %	2 Días
srv-gad	Powered On	1	3,3 %	4 GB	96,34 %	60 GB	59,69 %	0 %	1 Días
srv-agspru	Powered On	4	5,36 %	12 GB	92,42 %	191 GB	68,87 %	0 %	0 Días
BD_SQLSERVE R	Powered On	2	35,25 %	24 GB	98,74 %	590 GB	95,87 %	0 %	0 Días
seismo1	Powered On	32	3,26 %	48 GB	99,98 %	976,56 GB	-	0 %	0 Días
safi	Powered On	1	2,14 %	2 GB	99,8 %	137,36 GB	-	0 %	0 Días
hci-vrIn1	Powered On	8	8,72 %	16 GB	92,34 %	530 GB	93,65 %	0 %	0 Días
rp.Temporal- VxRail.shadow	Powered On	1	1,76 %	0,09 GB	61,91 %	100 GB	-	0 %	0 Días
Networker	Powered On	4	50,23 %	32 GB	99,62 %	2,098 GB	-	0 %	0 Días

5. MEJORAMIENTO, DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DE LAS APLICACIONES NUCLEARES Y RADIATIVAS. (ASUNTOS NUCLEARES)

1.Introducción Dirección de Asuntos Nucleares

El Servicio Geológico Colombiano, tiene uno de sus objetivos realizar la investigación científica básica y aplicada del potencial de recursos del subsuelo; adelantar el seguimiento y monitoreo de amenazas de origen geológico; administrar la información del subsuelo; garantizar la gestión segura de los materiales nucleares y radiactivos del país; coordinar proyectos de investigación nuclear, así como el manejo y la utilización del reactor nuclear de la nación. Específicamente en la temática nuclear le corresponde asesorar al gobierno en la formulación de políticas en materia de aplicaciones y gestión segura de materiales nucleares y radiactivos, administrar y mantener las instalaciones nucleares y radiactivas a su cargo, así como coordinar los proyectos de investigación nuclear y prestar servicios relacionados con el uso de las aplicaciones nucleares.

1.1 Objetivos y funciones del área de conocimiento

En el plan estratégico del conocimiento geológico del territorio colombiano 2014-2023 del SGC, última versión diciembre de 2014, que sirve como una de las guías estratégicas para orientar los esfuerzos misionales del Servicio, contempla un apartado dedicado a las temáticas nucleares, dentro de este documento se ha establecido una visión a 10 años en investigaciones radiactivas, nucleares e isotópicas en donde se pueden resaltar las siguientes metas a cumplir:

- Transferencia al nuevo almacén de desechos radiactivos del SGC de todos los desechos existentes en el antiguo almacén y recepción de las fuentes en desuso (no re-exportables) existentes fuera del SGC.
- Control institucional bajo condiciones de seguridad radiológica y física por el tiempo de operación del centro nacional de gestión de desechos, previsto inicialmente para 70 años.
- Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) acreditado en los ensayos para todas sus calidades de haces de radiación y procesos de medida en metrología de radiaciones ionizantes que requiera el país.
- Reconocimiento nacional e internacional del LSCD en el desarrollo y mantenimiento de patrones de referencia dosimétrica.
- Disponer de una infraestructura que soporte la investigación asociada a la tecnología de irradiación, a la metrología de las radiaciones y a la gestión de desechos radiactivos.

- Consolidar las aplicaciones nucleares directamente relacionadas con el Reactor Nuclear como son Análisis por activación neutrónica, Huellas de Fisión, Neutrones Retardados, Producción de Radioisótopos y demás.
- El Laboratorio de Análisis Activación Neutrónica (LAAN), deberá ser líder a nivel regional, como centro de referencia para la generación de conocimiento, en aplicaciones para la caracterización de materiales geológicos, ambientales, industriales, forenses e industriales.
- Posicionar internacionalmente el laboratorio de geocronología a través del reconocimiento de las capacidades en las técnicas complementarias de datación U-Pb por LA-ICP-MS y huellas de fisión.
- Laboratorio de técnicas isotópicas (C-14, isótopos estables líquidos y sólidos) acreditado en los ensayos que requiera el país.
- Participación activa en los proyectos de investigación asociada a las técnicas nucleares con particular énfasis en la generación de conocimiento geocientífico y la seguridad radiológica.

Los recursos para el proyecto de inversión pretende que los servicios ofrecidos alcancen un nivel de excelencia y desarrollo a través de la gestión y seguridad radiológica, y con ello hacer que Colombia se acerque en estos aspectos a los requeridos para ingreso a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), para que exista la posibilidad en el país de ofrecer servicios de seguridad que exigen diferentes normativas y finalmente que los seres humanos tengan un nivel adecuado de seguridad al no recibir dosis innecesarias derivadas de prácticas radiactivas que sin nuestra asistencia serían inseguras.

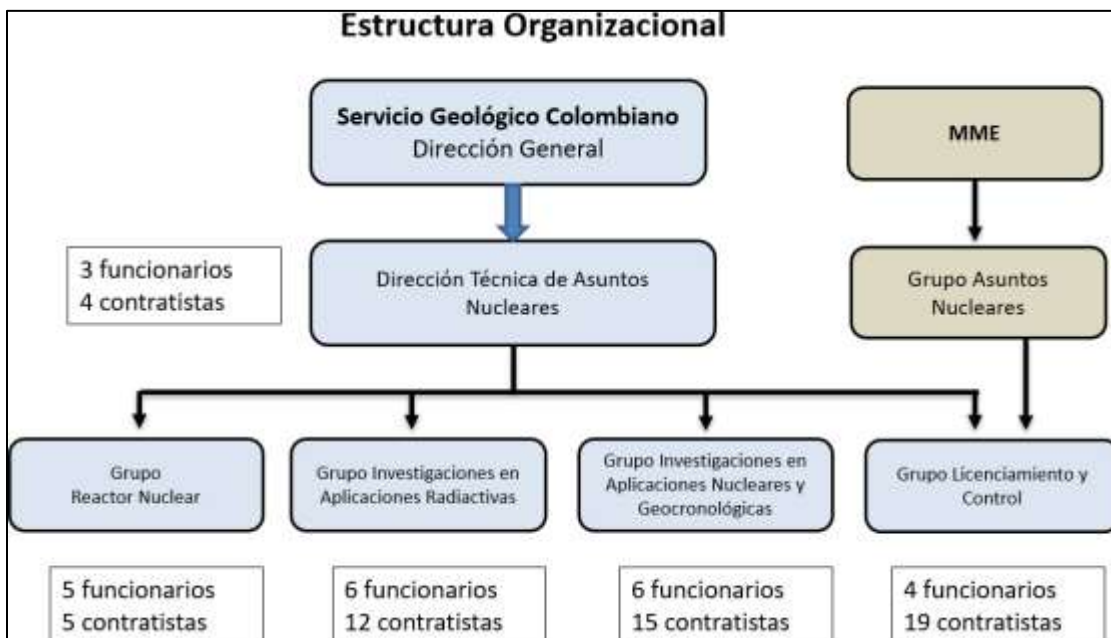
El Servicio Geológico Colombiano, alineado con los objetivos misionales que se le han encomendado, ha trazado como meta contribuir al desarrollo de la gestión y seguridad radiológica del país, mediante la mejora de sus capacidades tecnológicas y humanas, lo que le permitirá a la redefinición de unidades estratigráficas y aportar al conocimiento geológico del territorio colombiano. La Dirección de Asuntos Nucleares plantea como objetivo central “Contribuir al desarrollo de la gestión y seguridad radiológica, nuclear e isotópica de los laboratorios e instalaciones del Servicio Geológico Colombiano en el país”, de lo cual se desglosan dos objetivos específicos así:

- a. Mejorar la capacidad técnica y operativa en las técnicas nucleares, radiactivas e isotópicas: La finalidad de este objetivo es impulsar el desarrollo de las técnicas nucleares, radiactivas e isotópicas, mejorando las capacidades técnicas y operativas que conlleven al incremento de la productividad, la mejora de los procesos del Sistema de Gestión Institucional, el cual es la base para la gestión ambiental, de seguridad y salud en el trabajo, la seguridad de la información y la competencia para generar la realización de ensayos y calibraciones acreditados, que aseguren la estandarización de las prácticas, conductas y lineamientos técnicos.

b. Desarrollar servicios en el ámbito de las técnicas nucleares, radiactivas e isotópicas: Con este objetivo se quiere llevar al desarrollo de servicios que es el conjunto de actividades que buscan responder a las necesidades del cliente aportando a la sociedad, contribuyendo al progreso del país basado en la estructuración de un modelo de producción científica y tecnológica en asuntos nucleares. Se hace necesario materializar el aporte al desarrollo social y económico del país ofreciendo servicios de calidad e incluyendo la divulgación de documentos de investigación asociados a los ensayos y las calibraciones.

2. Estructura funcional (grupos de trabajo e integrantes, discriminando tipo de vinculación)

La Dirección de Asuntos Nucleares – DAN, está conformada por cuatro (4) grupos de trabajo o coordinaciones: Grupo de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares y Geocronológicas – GIANG, Grupo del Reactor Nuclear – GRN, Grupo de Investigaciones y Aplicaciones Radiactivas – GIAR y Grupo de Licenciamiento y Control – GLyC. La DAN, se encuentra operando en la Sede del CAN del SGC, donde tiene sus oficinas, sus instalaciones radiactivas y nucleares y sus laboratorios especializados únicos en el país. Adicionalmente, la Dirección Técnica, cuenta con un grupo de investigación en “Asuntos Nucleares”, (creado en 2014), reconocido en categoría “C” por COLCIENCIAS (actual MINCIENCIAS) en las convocatorias No. 781 de 2017 y 833 de 2018, el cual se destaca por poseer el mayor número relativo de investigadores en la entidad (8 de un total de 20 categorizados). Tal como se muestra en el siguiente diagrama:



Proyecto Mejoramiento, desarrollo y promoción de las capacidades científicas y tecnológicas de las aplicaciones nucleares y radiactivas.

Desde el mes de marzo hasta el mes de diciembre de 2020 (época donde se declaró la emergencia sanitaria por el COVID-19), los grupos de trabajo identificaron las tareas que eran posible realizarlas desde el trabajo en casa y también se determinó un plan de trabajo en los laboratorios para realizar labores semipresenciales. Por ejemplo, el Grupo de Licenciamiento y Control pudo realizar los estudios de la documentación para las autorizaciones desde el trabajo en casa y durante el último trimestre se realizaron algunas actividades presenciales de evaluación de instalaciones y en los otros grupos de trabajo se fue involucrando personal de manera alternada en los laboratorios y en las instalaciones nucleares y radiactivas de acuerdo a las necesidades de la Dirección Técnica y haciendo estricto cumplimiento al protocolo institucional de bioseguridad.

3.Grupo de Aplicaciones Nucleares y Geocronología

Análisis de Isótopos Estables en Agua Líquida:

Durante el año 2020 se avanzó en la prestación de servicios de determinación de $\delta^2\text{H}$ y $\delta^{18}\text{O}$ de muestras de agua líquida de los proyectos institucionales que se muestran a continuación:

- Investigación, monitoreo y evaluación de amenazas geológicas del territorio nacional
- Operación y Mantenimiento de redes de monitoreo
- Exploración e investigación en aguas subterráneas

Se realizó el trabajo relacionado con la coordinación de la red nacional de isotopía en conjunto con el IDEAM, en la cual se modificó el plan de trabajo del convenio interadministrativo No. 0006 de 2016, incluyendo la creación de un comité coordinador de la red y modificación del documento "Red nacional de Isotopía".

Se avanzó en la realización del convenio específico entre el SGC y la corporación autónoma regional de Chivor - Corpochivor, el cual tiene como objeto "Aunar esfuerzos técnicos y administrativos entre el SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO y la CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DE CHIVOR -CORPOCHIVOR, para adelantar en marco de sus competencias acciones de fortalecimiento, cooperación, investigación y apoyo mutuo dirigidas a contribuir en la generación de conocimiento geocientífico por medio de técnicas isotópicas, para implementar acciones de uso sostenible del recurso hídrico en los municipios de la jurisdicción de Corpochivor."

Se realizó el envío del artículo de investigación "ELABORATION OF COLOMBIAN STANDARDS OF HIGH, MEDIUM AND LOW WATER ENRICHED IN ISOTOPIC RELATIONS $\delta^2\text{H}$ AND $\delta^{18}\text{O}$ " a la revista Accreditation & Quality Assurance. En espera de revisión por pares internacionales.

Se avanza en el proyecto de Cooperación Técnica RLA/7/024, Integración de la Hidrología Isotópica en las Evaluaciones Nacionales de los Recursos Hídricos, se realizó la recepción e instalación del equipo analizador de isótopos estables IWA 35-EP – 2021, se avanzó en los parámetros de estandarización de la técnica.

Isótopos Estables en Muestras Sólidas:

Los avances en este laboratorio para el año 2020, Se avanzó en la implementación de las metodologías analíticas en de isotopos estables:

- a. Determinación de la Relación Isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ en matriz carbonatos mediante el sistema de

- b.

Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas Delta V Advantage acoplado a un analizador elemental (EA-IRMS) y acoplado a un sistema de tratamiento de muestras líquidas y gaseosas GasBench II (GB-IRMS). Fecha de implementación: diciembre 2020.

- c. Determinación de la Relación Isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ en matriz carbonatos mediante el sistema de Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas Delta V Advantage acoplado a un analizador elemental (EA-IRMS) y acoplado a un sistema de tratamiento de muestras líquidas y gaseosas GasBench II (GB-IRMS). Fecha de implementación: diciembre 2020.

- d.

Así mismo se avanzó en la revalidación de técnicas: durante este periodo de tiempo se desarrollaron actividades planteadas en el plan de investigación-proyectos o validación de metodologías concernientes con la revalidación de las técnicas de carbono y nitrógeno en carbones, evaluando la linealidad y la exactitud expresa como precisión, repetibilidad y precisión intermedia.

Se realizaron las siguientes publicaciones y participaciones en eventos y artículos generados, durante el año 2020 se generaron los siguientes productos:

- Participación en el Congreso Colombiano del carbón, modalidad poster. Título “Caracterización isotópica $\delta^{13}\text{C}$ de secuencias carboníferas del flanco occidental de la Cordillera Oriental mediante Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas (EA-IRMS)”.
- Resumen para congreso latinoamericano de química: Título “Determinación de la edad relativa de rocas calcáreas por medio de las relaciones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en carbonatos de la Serranía del Perijá.
- Desarrollo del plan de investigación para el 2020 del LIES: este plan consta de tres actividades fundamentales desarrolladas durante 2020 y que seguirán en curso para el 2021.

Se avanza con las determinaciones para trampa de hidrocarburos asociada a Diapiros (Foraminíferos y algas) para $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ por la técnica implementada con el Gasbench (IRMS-GB).

Datación U/Pb:

Laboratorio implementado en el año 2014 y presta el servicio de Datación U/Pb en circones para las diferentes direcciones del SGC desde el año 2015. Cuenta con un sistema de espectrometría de masas de acoplamiento inductivo a plasma Element 2 tipo sector magnético unido a un equipo de ablación láser y un sistema de espectrometría de masas de acoplamiento inductivo a plasma tipo cuadrupolo:



Avance proyecto nuevos minerales (xenotima, apatito, monacita)

La Xenotima es un fosfato común en rocas metamórficas de grado bajo a alto, y puede ser directamente datado utilizando geocronología U-Pb además de utilizarse como termómetro cuando está en equilibrio con monacita y granate. Este mineral posee una concentración elevada en Itrio, lo que permite que sea estable a temperaturas y presiones altas, esta característica mineralógica hace que la datación U-Pb en Xenotima sea un campo interesante en estudios enfocados en petrocronología. El Laboratorio de Datación U-Pb, se realizó la validación de esta técnica, Estudio de Xenotima para datación U/Pb por plasma inductivamente acoplado a espectrometría de masas con ablación láser (LA-ICP-MS-MC).

Además, el Laboratorio de Datación U-Pb, adquirió el estándar de referencia de apatito MAD, el cual posee una edad referencia TIMS publicado en Thomson et al., (2018) ca. 474.25 ± 0.41 . Este análisis se realizó el análisis en el equipo Element 2, dando como resultado una edad de 473.64 ± 3.20 (6.50 Ma b).

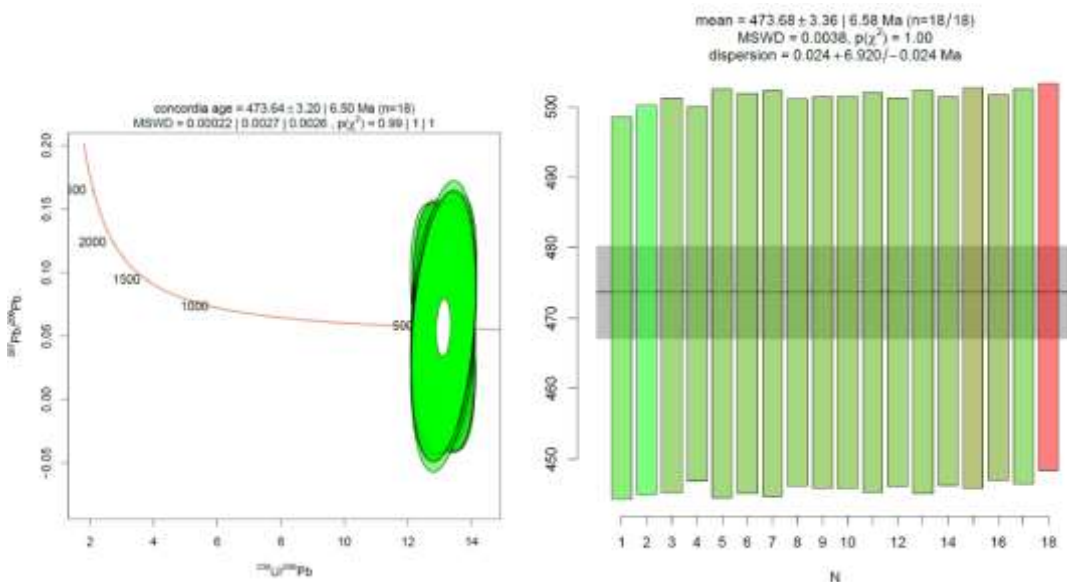


Fig. 1 Diagrama de concordia Tera-Wasserburg apatito Madagascar MAD-2 edad $473.64 \pm 3.20 | 6.50$ Ma b) mediana ponderada del apatito MAD-2 edad $473.68 \pm 3.36 | 6.58$ Ma, ambas edades son virtualmente idénticas al valor de referencia TIMS publicado en Thomson et al., (2018) ca. 474.25 ± 0.41 .

NOTA: En el mes de septiembre, el laboratorio realizó la solicitud para la adquisición de nuevos materiales de referencia (Monacita), a diferentes laboratorios de datación, el día 19 de noviembre el Dr. Michael Wiedenbeck de la Universidad de Postdam, envió el número de guía del material enviado desde Alemania, y el material llegó al Laboratorio de Datación U-Pb el **día 7 de diciembre**.

- Ensayos del estándar 91500 como material de referencia primario

Se llevó a cabo el análisis de este ensayo con 3 analistas, utilizando el estándar de referencia 91500 como estándar primario cuyo objetivo primordial es comparar los resultados de exactitud y precisión que se obtenían con el Plesovice vs los obtenidos en esta validación con el 91500 con el fin de hacer el cambio de material de referencia primario hacia 91500, ya que es un material de referencia primario mucho más utilizado a nivel mundial que el Plesovice por sus condiciones de homogeneidad y concentraciones de U/Pb mucho más adecuadas para medir en el modo conteo en el ICP-MS Element 2. Los materiales de referencia evaluados fueron los siguientes: 91500, Plesovice, Dromedary, OG-1, R-33, Temora, FC-1, Peixe, Rack-17, Z-SGC 3, MundTank, con el fin de abarcar un rango desde los 100 Ma hasta los 3500 Ma. El informe de validación será desarrollado en 2021.

Avance del proyecto nuevo de investigación SGC/ANH, Petro-termocronología de minerales accesorios, controles en la transferencia de sedimentos desde los macizos a las cuencas Colombianas

El proyecto de investigación titulado: “Petro-termocronología de minerales accesorios, controles en la transferencia de sedimentos desde los macizos a las cuencas Colombianas” ha tenido una evolución significativa durante el año 2020. Tiempo durante el cual paso de una etapa de concepción de la idea de investigación planeación inicial de actividades, selección de posibles áreas de estudio, a finalmente ser presentado ante una entidad financiadora, en este caso la ANH, que aportara un valor a esta investigación de \$18.000.000.000 m/Cte.

El propósito de este proyecto es mediante un despliegue de técnicas analíticas y talento humano lograr la adquisición de información geocientífica de última generación en cuencas frontera, la cual es fundamental para la exploración de nuevos yacimientos en el país que garanticen su sostenibilidad energética a mediano plazo. En este proyecto se busca expandir el conocimiento en la cuenca frontera Cagüán-Putumayo entre los municipios de Florencia, Acacias y San José del Guaviare, cubriendo un área de 85.000 km², que involucra el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental y la región del antepaís hasta la Serranía La Lindosa en el departamento de Guaviare en su límite más oriental.

La caracterización de fuentes y sistemas de facies impactara las reconstrucciones paleogeográficas para el Cretácico Tardío- Cenozoico, ya que esta cuenca frontera fue separada del VSM durante el levantamiento de los Andes. Otros aspectos a considerar, como las variaciones mineralógicas en la señal detrítica, indicarían periodos de erosión/exhumación, que conllevan a la construcción del relieve posiblemente contemporáneos a la formación de trampas estructurales y compartimentalización de cuencas sedimentarias.

Para lograr esta ambiciosa estrategia se plantea la adquisición de nuevos instrumentos para el desarrollo análisis U-Th/He, Ar-Ar, LA-ICP-MS-MC en sistemas isotópicos Lu-Hf, Rb-Sr, Sr-Sr y Sm-Nd, con la integración de herramientas adicionales como petrología automatizada AMICS-SEM, obtención de concentrados minerales de alta pureza SELFRAG, química mineral EPMA y espectroscopia RAMAN, sumando estas nuevas tecnologías a las capacidades y laboratorios existentes (HF, U-Pb, LIES, SEM).

Se estudiaron los productos de investigación, la información adquirida será integrada en un contexto estratigráfico y estructural a una cartografía geológica en 4 planchas a escala 1:50.000, a la realización de columnas estratigráficas y secciones estructurales involucrando información de superficie y subsuelo que son las bases para una restauración cinemática del frente de deformación del piedemonte llanero, cuyos constreñimientos temporales se derivaran de la información geocronológica e isotópica.

Laboratorio de Carbono 14:

Las actividades principales desarrolladas en el laboratorio fueron las siguientes: se hicieron dos seminarios sobre la técnica de datación por Carbono 14 a usuarios finales internos. El primero titulado “Carbono-14: Del Dato a la Fecha” se impartió a personal del Grupo de Geología de Volcanes, y se enfocó al análisis e interpretación de los datos, incluyendo las correcciones a realizar para cada tipo de medición, las diferentes formas y convenciones para expresar las determinaciones por Carbono-14 y su interconversión, los tipos de errores y la calibración a edad de calendario. El segundo, titulado “Datación por Carbono-14: Fundamento y Aplicaciones” se impartió a personal del grupo del Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez, exponiéndose los fundamentos y aplicaciones de la técnica y discutiéndose la posibilidad de datar muestras procedentes del yacimiento paleontológico encontrado recientemente en una cueva del departamento de Santander.

A su vez, se ha elaborado una propuesta de tarifas preliminares para el Laboratorio de Carbono-14, para la datación de matrices carbón, madera y sedimento. En este proceso se ha completado el análisis de mercado, se han evaluado los costes previstos por muestra correspondientes a la depreciación y el mantenimiento de equipos de laboratorio, insumos y reactivos, luz y agua y subcontratación del análisis de isótopos estables. También se ha estimado el tiempo necesario para el tratamiento, síntesis, medición y análisis de datos por muestra para calcular el gasto de personal.

Se han analizado y registrado en base de datos interna las edades de contramuestras para estudio de intercomparación. De este análisis se desprende que se tienen a disposición 19 muestras de carbón y madera para realizar el estudio de intercomparación, con edades que representan adecuadamente el intervalo de 0 a 1 vida media de radiocarbono (0-5400 años BP). Para ampliar el rango de edades del estudio de intercomparación a más de una vida media, se ha establecido contacto con Bernardo Pulgarín y su grupo para obtener más contramuestras previamente datadas.

También se recopiló información sobre las diferentes condiciones empleadas por distintos autores durante el tratamiento químico de muestras de carbón, madera y sedimentos y se ha revisado en profundidad los artículos correspondientes a la publicación de las nuevas curvas de calibración internacional para Carbono-14 (IntCal20), publicados en un número especial de la revista Radiocarbon. De dicha revisión cabe destacar que para regiones tropicales y subtropicales, como es el caso concreto de Colombia, se recomienda calibrar la edad convencional de radiocarbono con una mezcla 50:50 de las curvas IntCAL20 y SHCal20 (hemisferio norte y sur).

Se avanzó en la optimización de parámetros analíticos para la técnica de geometría de medición por espectrometría de centelleo líquido, utilizando viales Pico Glass (Perkin Elmer) y centelleador b-PBD.

Microscopía Electrónica de Barrido:

Durante la vigencia correspondiente al 2020 el laboratorio SEM se analizaron un total de 96 muestras, representando la adquisición de un total de 4787 imágenes (SED, BED y CL) y consecución de 484 análisis EDS, entre espectros, perfiles y mapas composicionales. Se logró poner al día el cronograma de ejecución de análisis del laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) al cierre del mes de noviembre de 2020. De esta forma el laboratorio SEM cierra el 2020 teniendo ordenes de servicio con fechas estimadas de entrega de resultados posteriores al mes de febrero del año 2021.

En relación al proyecto de “caracterización composicional y morfológica de partículas de emisión de ceniza del volcán Nevado del Ruiz” se ha venido apoyando el proceso de preparación del manuscrito en preparación a ser sometido ante el Journal of Volcanology and Geothermal Research. Durante 2020 se realizaron ponencias para la apropiación social del conocimiento geocientífico, de esta forma en la primera semana del mes de marzo fue realizada la videoconferencia titulada “Contribución al diagnóstico de la actividad del Volcán Nevado del Ruiz entre los años 2012 y 2019, a partir de la caracterización composicional y morfológica de partículas de emisión de ceniza” en el contexto del primer Congreso ALVO de la Universidad Católica del Norte de Chile, posteriormente en el mes de septiembre se realizó una presentación ante el personal del Observatorio Vulcanológico de Manizales, titulada “Análisis morfológico y composicional de las emisiones de ceniza del VRN de 1985 a 2019”.

Respecto al proyecto Análisis SEM en Shales Enfocados a la Caracterización de Yacimientos No Convencionales del VMM y con el objetivo de tener los conceptos claros en relación a la caracterización SEM de YNC de forma anticipada a la selección de muestras por parte del personal de la Dirección de hidrocarburos, se ha venido realizado la lectura de artículos sobre la caracterización SEM de YNC, construyendo subsecuentemente un registro conceptos destacados en formato Excel, además de un resumen en formato Word que contienen información como el autor, año de publicación, título del trabajo, traducción abstract (artículos originalmente en inglés) y por supuesto los conceptos relevantes en cuanto a preparación de muestras para este tipo de análisis y especificaciones técnicas para la consecución de análisis de microscopía electrónica de barrido.

Para el proyecto Petrocronología de Rocas Metamórficas – Unidad La Secreta, durante el mes de mayo-2020 en conjunto con Alejandro Piraquive fue realizada la revisión de los resultados SEM (EDS, CL Poli), preparando así la información necesaria previamente a la datación U-Pb de los cristales de circón seleccionados en secciones delgadas pulidas; este proyecto hace parte del proceso de construcción de una nueva metodología integrada entre petrografía, SEM y U-Pb, especialmente útil para la datación de rocas metamórficas, pero no exclusiva para éstas. Por otra parte, en julio-2020 se completó la

compilación bibliográfica para el proyecto, adicionando 8 referencias sobre datación in situ U-Pb en sección delgada pulida/sección pulida, para su correspondiente revisión exhaustiva.

En el contexto del proyecto de Cuantificación Elemental en Minerales a partir del Tratamiento de Espectros EDS, Utilizando El Microscopio Electrónico De Barrido Del Servicio Geológico Colombiano, durante el mes de marzo-2020 se realizaron tratamientos de espectros EDS de versiones crudas MSA y EMSA de materiales de referencia y especímenes geológicos. Adicionalmente, se generaron los datos necesarios para la elaboración del resumen a ser sometido ante el comité científico del Congreso Latinoamericano de Química (CLAQ).

Implementación Microsonda Electrónica de Emisión de Campo (Feg-Epma) –

Se avanzó en colaboración en conjunto con las direcciones de Geociencias Básicas y Asuntos Nucleares, en el proceso de contratación en: Adquisición, instalación y puesta en funcionamiento de una Microsonda electrónica de emisión de campo FIELD EMISSION GUN ELECTRON PROBE MICROANALYZER para el Servicio Geológico Colombiano.

Una Microsonda electrónica de emisión de campo (Field Emission Gun Electron Probe MicroAnalyzer- FEG-EPMA por siglas en inglés) realiza análisis químico cuantitativo de elementos mayores, menores y trazas con una resolución espacial menor a 1 μm , sobre diversos minerales y sus paragénesis, lo que posibilita el análisis puntual sistemático de granos heterogéneos de (zonados, exsoluciones), además de permitir el análisis en inclusiones minerales por alta resolución espacial y analítica. Tiene aplicaciones en diversas ramas de la geología como en Geoquímica, mineralogía, geocronología, metalogenia, y otras. Para el Servicio Geológico Colombiano – SGC, su adquisición favorece la investigación en petrogénesis de rocas ígneas y metamórficas, vulcanología, estratigrafía, y recursos minerales entre otras, lo que conlleva a favorecer a todas las direcciones del SGC como Geoamenazas, Hidrocarburos, Recursos minerales, donde se desarrollan proyectos que involucran esta técnica analítica.

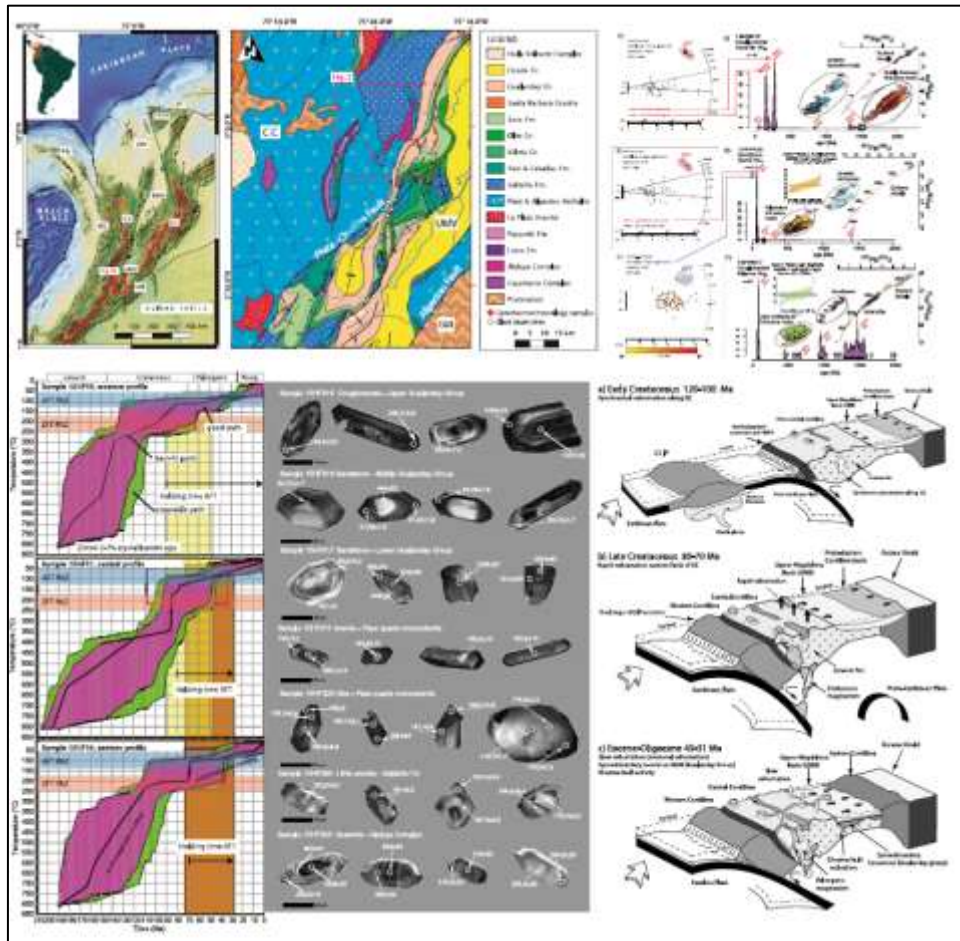
Para el SGC, la adquisición de este equipo conlleva a fortalecer la estructura de laboratorios que la componen, ya que es una técnica complementaria para los laboratorios de Termocronología (permitirá el mapeo composicional de U en minerales como apatito), Datación U-Pb (Geocronología en monacita, análisis de elementos mayores, menores y trazas en minerales), SEM (Datos cuantitativos en minerales).

Datación por huellas de fisión:

Dentro de las actividades principales desarrolladas por el laboratorio fueron las siguientes:

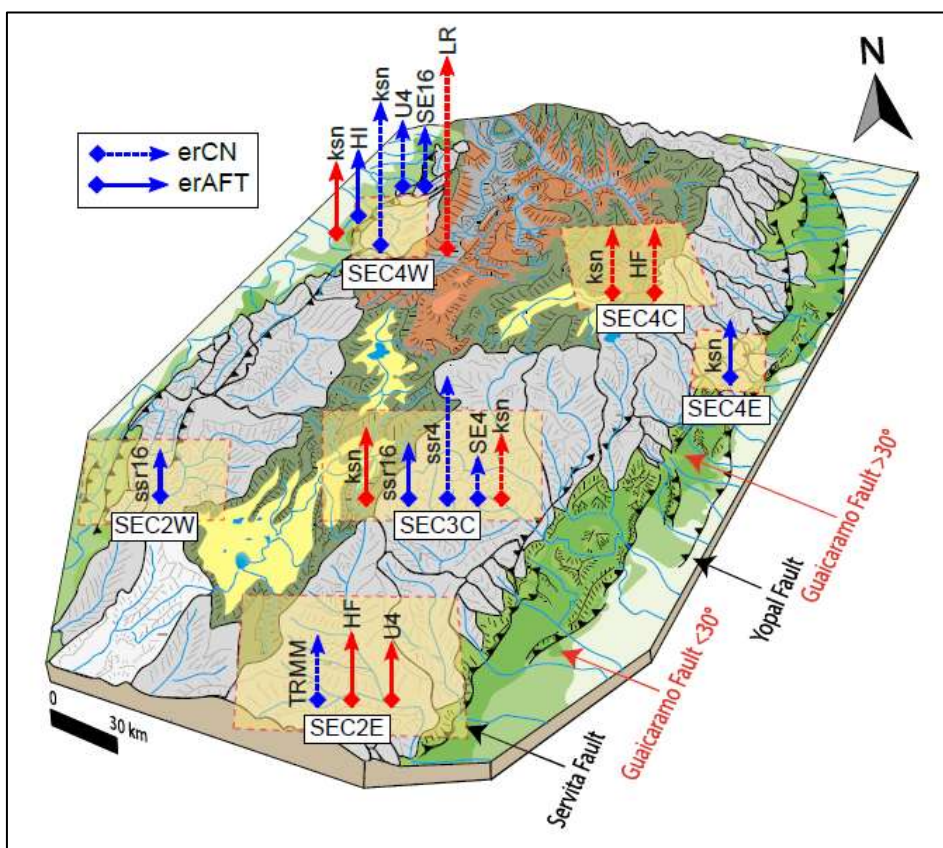
- Separación y montaje de minerales pesados usando métodos gravimétricos y magnéticos, donde finalmente se separan haciendo picking (separación manual) y se obtiene la muestra en su fase inicial.
- Análisis de huellas de fisión de circones y apatitos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, donde este último necesita un mayor número de cristales dependiendo del enfoque de la investigación.
- Modelado de la historia termal usando software especializado (HeFTy & QTQt).

Se avanzó en la producción científica el laboratorio de huellas de fisión del artículo **“Thermal history of the southern Central Cordillera and its exhumation record in the Cenozoic deposits of the Upper Magdalena Valley, Colombia”** sometido al **Journal of South American Earth Sciences**. (Graphical Abstract, Figura adjunta). Con esta publicación el laboratorio tiene como meta ser referente a nivel de América Latina.



A su vez otros proyectos se han venido desarrollando como el artículo “Tectonostratigraphic evolution from Permo-Triassic to Lower Cretaceous of Middle Magdalena Valley Basin, a geochronological approach, Colombia” enfocado en análisis de proveniencia del Valle Medio del Magdalena en colaboración con la dirección de Hidrocarburos del SGC.

Otra producción científica fue la participación de uno de los integrantes en una publicación científica titulada “Climate or tectonics? **What controls the spatial-temporal variations in erosion rates across the Eastern Cordillera of Colombia?**” sometida al journal **Global and Planetary Change**, y a la espera de revisiones por parte de los revisores asignados (Figura adjunta).



Bloque diagrama de la Cordillera Oriental mostrando la distribución especial de cada subregión analizada y su mayor valor precedido (considerando solo el coeficiente estandarizado >0.6) either for erCN (dashed arrow) and/or erAFT (full arrow).

Análisis por activación neutrónica:

El Análisis por Activación Neutrónica Instrumental (AANI) es un método de análisis químico multielemental que envuelve dos procesos físicos de origen nuclear: La

activación por captura de neutrones y la medida de la radiación electromagnética inducida. La activación de la muestra se da por medio de su exposición a un alto flujo de neutrones, que produce una reacción nuclear de captura neutrónica, dejando el núcleo en un estado excitado. Después se produce una emisión de radiación gamma, que se mide e identifica con detectores semiconductores apropiados.

Durante el año 2020 las actividades de investigación desarrolladas por el equipo de profesionales y colaboradores que laboran en los laboratorios de neutrónica se centraron en los siguientes frentes:

- Análisis de espectros y cálculos de las fracciones de masa ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de los elementos de interés para las muestras irradiadas en el primer trimestre y el mes de diciembre de 2020. Estos análisis y cálculos incluyen muestras de los proyectos de consolidación del centro de geocronología, validación del método de activación en matriz geológica en el canal de irradiación de reflector de grafito y del proyecto posdoctoral de Evolución Cortical de la Serranía del Perijá.
- Avance en la elaboración del informe de validación del ensayo de AANI en material geológico para la determinación de elementos formadores de radionúclidos de vida media corta, mediante el sistema neumático de transferencia de muestras (SNT).
- Avance en la etapa de formulación de proyectos de investigación en temas selectos de neutrónica como la caracterización de flujo neutrónico por métodos radiométricos, caracterización de filtros de aire mediante AANI, evaluación de efectos de suma en espectrometría gamma, medición de radón y participación en las actividades desarrolladas del proyecto de NORM. Todos estos proyectos asociados a la línea de investigación en Neutrónica de la Dirección de Asuntos Nucleares.
- Avance en actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto “Análisis de Material Particulado por Activación Neutrónica Instrumental”
- Formulación del plan de validación para la determinación de Uranio y Torio mediante la técnica de Conteo de Neutrones Retardados (CNR).
- Puesta a punto de la instrumentación asociada al laboratorio de CNR.
- Realización de experimentos de con sales de cadmio para la determinación de Torio mediante CNR.

2.1 Desarrollo de nuevas metodologías

Durante el año 2020 los laboratorios de neutrónica avanzaron en la implementación de nuevas metodologías basadas en fenómenos físicos de captura de neutrones y de emisión de neutrones retardados, para así aumentar el portafolio de opciones de análisis disponibles mediante la utilización del Reactor Nuclear de Investigación IAN-R1. Dentro de las metodologías que tuvieron un avance en su desarrollo en 2020 se resalta:

- Determinación de elementos formadores de radionúclidos de vida corta mediante AANI en material geológico (Dy, Ti, V, Al, Mn, Ca): Para esta metodología se logró ejecutar parte del

plan de validación generado para su implementación, incluyendo los ensayos para selectividad, límites de detección, linealidad y reproducibilidad.

- Determinación de Uranio y Torio mediante CNR en material geológico: En este caso se avanzó en la formulación del plan de validación, en la realización de experimentos de optimización de las condiciones del análisis y en la puesta a punto de la instrumentación de las líneas de conteo de neutrones.
- Determinación simultánea de elementos de vida media corta mediante AANI y de Uranio y Torio mediante CNR: Respecto de esta metodología se avanzó en la formulación del proyecto de investigación y en la recuperación de sistemas de detección de radiación gamma de germanio hiper puro para su acople con el actual sistema de CNR.

Producción científica y divulgación

- Publicación en la revista IAN del SGC el siguiente trabajo: “Determinación de Lantano (La) en suelos mediante Análisis por Activación Neutrónica / Determination of Lanthanum (La) in soil by Neutron Activation Analysis”.
- Colaboración en la elaboración del documento “lineamientos NORM” encaminado a adelantar las actividades del proyecto sobre explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales que se adelanta con Ecopetrol.
- Participación en el evento internacional de nombre “Training Workshop on Optimization of Performance and Processes in Neutron Activation Analysis”, mediante dos presentaciones orales: “Preliminary validation results for short lived radionuclide forming elements determination in geological matrix by INAA”; “Topic Summary: Automation in NAA and data processing”.
- Trabajo aceptado en el congreso colombiano del carbono: “activación neutrónica instrumental (AANI) en la caracterización elemental de cenizas producidas durante la combustión del carbón”.

2.2. Implementación de la norma ISO/IEC 17025:2017

Respecto de la implementación de la norma ISO de acreditación de ensayos, los laboratorios de neutrónica desarrollaron las siguientes actividades:

- Revisión y actualización de la documentación técnica interna del laboratorio incluyendo 6 instructivos, 1 método de ensayo, y los formatos relacionados. lo anterior con el fin de poner a punto la documentación bajo las condiciones de la norma ISO/IEC 17025.
- Actualización del método de ensayo para la determinación de Uranio y Torio mediante CNR y sus instructivos asociados.
- Avance en la elaboración de los anexos A-K requeridos por la ONAC dentro del proceso de acreditación de ensayos.
- Asistencia y aprobación de cursos de implementador y auditor de la norma ISO/IEC 17025:2017 por parte de algunos trabajadores de la planta global del SGC vinculados a los laboratorios de neutrónica.
- Inicio de la validación de AANI para la determinación de elementos formadores de radionúclidos de vida media corta.

- Elaboración de planes de validación para el ensayo de CNR.

Proyecto investigación en radiactividad natural

Los avances del proyecto NORM a lo largo de 2020, fueron los siguientes:

Realización de las actividades de planeación e implementación del proyecto de investigación en radiactividad natural, avance en el plan de muestreo sistemático para la fase #1 del proyecto, relacionada con las actividades del Ecopetrol SA como contratista de los PPII en Colombia; esto permitirá al proyecto sentar un antecedente sobre las capacidades técnicas y administrativas de la DTAN como un laboratorio de referencia para el estudio e investigación sistemática, en conjunto con la aplicación de las mismas sobre radiactividad en materiales naturales.

Se desarrolló la homologación de metodologías a partir de artículos, documentos técnicos, reportes y guías de diversas fuentes. La metodología propuesta se espera mejore a lo largo del tiempo y en función de la experiencia que vaya adquiriendo los equipos de investigación mejorarán con miras al desarrollo de la presente y futuras fases del proyecto NORM.

Desarrollar una metodología de planeación técnico-administrativa para los estudios NORM que requieran comisiones de campo. Se definieron las especificaciones técnicas sobre la última tecnología de equipos e insumos necesarios a partir de las metodologías homologadas, esto desembocó en la selección de 6 equipos para campo cuyo proceso de adquisición se encuentra en desarrollo para el 2021. Igualmente, se llevó a cabo el proceso para la selección de personal.

Se participó activamente en el desarrollo de lineamientos propios y ajenos al instituto sobre los protocolos ambientales relacionados con implementación de los PPII de YNC en Colombia. Se definieron bases para el desarrollo de la fase de investigación en radiactividad natural en el marco de los PPII YNC y también en futuros proyectos.

Se trabajó la propuesta y convenio con Ecopetrol, proponiendo y desarrollando sus propios proyectos, entre los cuales cabe destacar la recopilación y divulgación de información en metodologías de medición de radón en diversas matrices junto con proyectos de investigación independientes como el proyecto Sumapaz.

Radioquímica y Preparación de Muestras (Rqp)

El Laboratorio de Radioquímica y preparación de muestras (RQP), permitirá realizar la preparación fisicoquímica previa al análisis en otros laboratorios y estudios de procesos

radioquímicos. Las técnicas a realizar consisten en diferentes métodos que permiten la separación de elementos radiactivos de las muestras, los cuales posteriormente serán analizados en los laboratorios anexos al proyecto, como el laboratorio de radiometría ambiental y Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica, contribuyendo a través del desarrollo de nuevos métodos analíticos a la ampliación del conocimiento de materiales radiactivos presentes en el subsuelo colombiano y en otras matrices. Esta iniciativa aportará a los proyectos de investigación de las Direcciones Técnicas de Geociencias Básicas, de Recursos Minerales, de Hidrocarburos, de Geoamenazas y de Asuntos Nucleares, donde sea necesario caracterizar contenidos de radiactividad natural principalmente debida a la presencia de las series de decaimiento del uranio y el torio, y otros radioelementos como el potasio 40 y el tritio.

Se realizaron varios inventarios de los insumos con los que cuenta actualmente el laboratorio de RQP, esto más la información recolectada por medio de las referencias técnicas y la experiencia de los funcionarios en laboratorios de otros países ya acreditados, darán como resultado los futuros pedidos que se deben realizar para cubrir las necesidades de este laboratorio en cuanto a equipos, materiales y sustancias químicas. Se resalta la notificación al ANLA sobre las modificaciones que se la van a hacer al laboratorio anexando la matriz ambiental además del oficio del análisis de esta misma con objeto de comunicar que las técnicas del laboratorio están dentro del alcance del PMA y mediante la evaluación de impacto ambiental de determina que el montaje y la operación del laboratorio hacen parte de los programas de manejo ambiental documentados en las fichas ICA.

Se realiza el estudio del laboratorio RQP obteniendo un primer acercamiento como laboratorio de categoría cinco quedando pendiente el documento técnico y el oficio para su respectiva notificación al Ministerio de Minas y Energía.

En relación al proceso contractual se concluyen las especificaciones técnicas quedando pendiente unos ajustes menores, así mismo otros documentos de este proceso (criterios de evaluación, requisitos técnicos habilitantes, requisitos jurídicos).

Proceso de acreditación de ensayos

Durante todo el 2020 se trabajó en el cierre de brechas relacionado con la transición de la norma 17025 de la versión 2005 a la 2017. Encontrando que los ensayos acreditados bajo la norma 2005 cumplían con un 74,8 % de cumplimiento para los cinco requisitos estipulados por el nuevo estándar. Con el fin de realizar el cumplimiento del 100% de los requisitos de la norma actualizada se realizaron las siguientes actividades:

- Actualización documental: se realizó la actualización documental para los laboratorios de Datación U/Pb, Análisis de Isótopos Estables en Muestras Líquidas

(LAIE) e Isotopos Estables en Muestras Sólidas (LIES). Esta actualización fue realizada bajo los códigos TNU-TN, TNU-IE y TNU-IES, los cuales contemplan procedimientos técnicos que hacen referencia a las actividades rutinarias de los laboratorios de ensayo y sus 5 técnicas implementadas, las cuales son 1 de datación U/Pb, 2 para el LAIE y 2 para el LIES. Dentro de esta actualización también se contemplaron documentos relacionados con procesos transversales como la matriz de roles y responsabilidades, instructivos de cartas control, validación, guías de orden se aseo y

- limpieza de los laboratorios, de aseguramiento de la calidad, formatos de evaluación de conocimientos y entrenamientos de personal, análisis de tarifas, entre otros. Aparte se trabajaron en documentos trasversales a la DAN de aseguramiento metrológico del proceso AEO.
- Preparación y recepción de auditoría interna: se realizó la preparación de los laboratorios y su personal para la recepción de la auditoría interna la cual fue realizada por los expertos Mauricio Quiroz, el experto técnico Dr. Juan Carlos Silva y la química Rocío Bojacá durante 21 al 25 de septiembre de 2020 y la primera semana de octubre. En esta auditoría se encontraron un total de 12 no conformidades de las cuales 2 hacen referencia a actividades del Laboratorio de Isótopos Estables en Muestras Sólidas LIES, 2 del LAIE y 2 de U/Pb. Se elaboró el plan de acción para el tratamiento de estas. Cada plan de acción contemplo el análisis de las correcciones, descripción de causas por el método del los tres porqués y las correspondientes acciones correctivas para cada una de las no conformidades generadas.
- Preparación y recepción de la auditoria del ente acreditador nacional ONAC: posterior a la auditoría interna realizada a los laboratorios del SGC por parte de los expertos técnicos y la auditora líder en cada una de las técnicas acreditadas, se realizó el desarrollo del plan de acción de las no conformidades generadas y su posterior tratamiento en el módulo de mejoramiento institucional Isolucion. Posterior a esta auditoría se realizó la preparación de los tres laboratorios acreditados para la recepción de la auditoría por parte de ONAC. Para tan fin se trabajó en la recopilación de los anexos para ONAC de A a la Z basados en el *RAC-3.0-01 Reglas del servicio de acreditación*. Cada laboratorio recopiló la información y fue radicada en conjunto en las oficinas del ONAC previo a la auditoría de seguimiento. Se realizó la recopilación de esta información se trabajó en una última actualización documental debida a la auditoría interna realizada a los laboratorios acreditados, con el fin de enviar documentos actualizados a ONAC. En el mes de noviembre se realizó la atención de la auditoría externa de ONAC bajo la norma ISO/NTC 17025:2017 en los numerales 6.4 Equipos, 6.5 Trazabilidad, 6.3 Condiciones ambientales, 7.2 Selección de métodos, verificación y validación, 7.5 Registros técnicos, 8.4 Control de registros, 7.6 Incertidumbre, 7.7 Aseguramiento de la validez, 7.8 Informes, 7.11 Control de los datos y control de la de la información de

la norma ISO 17025:2017. El mayor logro durante este periodo de tiempo es que no se presentaron no conformidades para los laboratorios de ensayos de la Dirección Técnica de Asuntos Nucleares Datación por U/Pb, isótopos estables en muestras sólidas y líquidas.

4. Grupo de Investigación en Aplicaciones Radiactivas

a. Instalación Centralizada para la Gestión de Desechos Radiactivos ICGDR y el Almacén Temporal de Fuentes Radiactivas en Desuso - Almacén 1

A pesar de la emergencia sanitaria declarada por el Gobierno Nacional, durante el primer semestre del año el Ministerio de Minas y Energía otorgó la renovación de la Licencia de Operación del Almacén Temporal de Fuentes Radiactivas en Desuso – Almacén 1 en el mes de febrero; adicionalmente se actualizó y elaboró la documentación necesaria para la renovación y ampliación de la autorización de operación de la Instalación Centralizada para la Gestión de Desechos Radiactivos (ICGDR), la cual fue otorgada en el mes de septiembre, la vigencia de las autorizaciones va hasta el año 2024. A partir del segundo semestre del año se retomaron actividades presenciales alternas entre el trabajo en casa y operación presencial.

Dentro del programa para el manejo integral de los desechos radiactivos en Colombia, en el periodo comprendido entre los meses de enero a diciembre del año 2020, se llevaron a cabo 10 recepciones en la ICGDR del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Se resalta que ocho de las diez recepciones hacen parte de la participación activa del Servicio Geológico Colombiano en la Segunda Fase del Proyecto de Consolidación de Fuentes de alta actividad en posesión de usuarios. Adicionalmente, personal de la ICGDR realizó acompañamiento a una de las expediciones de la Segunda Fase del Proyecto de Consolidación de Fuentes de alta actividad en posesión de usuarios, realizada en las ciudades de Pasto y Popayán, de donde se trasladaron, un cabezal con fuente radiactiva, un cabezal sin fuente radiactiva, los respectivos colimadores y tres fuentes de Sr-90. Se dieron de baja a dos unidades del Almacén Temporal de Fuentes Radiactivas en Desuso - Almacén 1 que se encontraban en almacenamiento transitorio.

Se prestaron dos servicios de caracterización *in situ*, uno en el Hospital Universitario de Santander para una fuente recuperada de una caja de inspección de aguas negras, y el segundo en la Siderúrgica DIACO-GERDAU en la planta ubicada en Tuta Boyacá para fuentes radiactivas huérfanas encontradas en chatarra. Paralelamente se llevó a cabo cuatro (4) operaciones de acondicionamiento de fuentes tipo III (Capsulas fijas y blindadas por diseño a los contenedores de grandes dimensiones) y tipo IV (laminas radiactivas donde las fugas de radiactividad son usuales), tal como se muestra en la siguiente tabla. Para tipo III se realizó el acondicionamiento de tres cabezales con fuente de Co-60. En tipo cuatro se acondicionaron 1047 detectores de humo, procedimiento

implico mayor tiempo de dedicación de todo el personal de la ICGDR para dar cumplimiento a requerimiento de la Autoridad Reguladora.

Tabla 1. Operaciones de Acondicionamiento 2020

Cantidad de Unidades padres	Cantidad de Unidades hijas	No. Subunidades	Tipo de desecho	Radionúclido
3	3	3	III	Co-60 /U-emp
15	1	1047	IV	Am-241
18	4	1050	Total	

En la tabla 2 se presenta los avances en porcentaje en el proyecto Servicios de Gestión de Desechos Radiactivos – 1001241, donde se observa el porcentaje completado contra lo esperado a la fecha de corte del 31 de diciembre relacionando cada una de tareas generales.

Tabla 2. Porcentajes de avance fase 2020, 30 de noviembre.

Nombre	% Completado	% Esperado Progresión
Servicios de Gestión de Desechos Radiactivos	94	100
Fase 2020	89	100
Vigilancia radiológica	95	100
Programa operacional	62	100
Recolectar Residuos peligrosos no radiactivos	80	100
Cumplimiento Compromisos Regulatorios	100	100
Plan de Manejo Ambiental	100	100
Modificación documentación GDR	100	100
Programa de mantenimiento	85	100

Las solicitudes recibidas por los usuarios externos fueron 15, entre solicitudes de información o emisión de cotización de las cuales se les prestó el servicio a 4.

- Investigación:
 - Avances de las actividades ejecutadas del plan de investigación-proyectos o validación de metodologías

Tabla 3. Proyectos de investigación

CARACTERIZACIÓN PIEZAS ACTIVADAS CICLOTRÓN	
	Descripción
Alcance:	Caracterización por medio de espectrometría gamma de los radionúclidos presentes en las piezas activadas y su relación con los parámetros de operación de un ciclotrón Siemens Eclipse para producción de 18F.
Actividades Ejecutadas:	- Se está elaborando el informe preliminar de resultados.
Metodología:	Presentación del informe preliminar de resultados. Evaluación de informe.
Resultados hasta el momento:	Se realizó el análisis de los espectros y su correlación con los parámetros de operación del ciclotrón.
Conclusiones:	Conclusiones a desarrollar.
Observaciones Adicionales:	A la espera de la revisión del informe.
	Descripción
Alcance:	Caracterización por medio de espectrometría gamma de la presencia de I-131 en el río Bogotá.
Actividades Ejecutadas:	- Toma de muestras a lo largo de la cuenca media del río Bogotá.
	- Análisis de muestras mediante sistemas de espectrometría gamma.
	- Generación del artículo de investigación
Metodología:	Se realizaron muestreos puntuales en 30 lugares a lo largo de la cuenca media del río Bogotá, identificando las descargas más importantes que recibe este cuerpo de agua, como los son el río Salitre, Fucha y Tunjuelo. Análisis de muestras mediante espectrometría de rayos gamma.
Resultados y Análisis de Resultados:	En el río Bogotá se determinó la presencia de 131I en 27 de los 30 puntos evaluados a lo largo de la cuenca media del río Bogotá, es importante tener en cuenta que los valores máximos medidos se encuentran alrededor de Bq L-1, presentándose además 13 lecturas inferiores a los umbrales de los límites de detección.
Conclusiones:	
Observaciones Adicionales:	Investigación finalizada y en proceso de publicación en la revista Logos y Ciencia de la Policía Nacional.

- Documentación realizada por cada instalación:

Almacén 2: Instalación Centralizada para la Gestión de Desechos Radiactivos.

Tabla 4. Documentación actualizada de la ICGDR

Documento	Código
Transporte de material radiactivo gestión de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-040

Documento	Código
Sistema de seguridad física del almacén 2 de desechos radiactivos	MO-NUC-GDR-004
Plan de respuesta a emergencias radiológicas en el almacén 2 de desechos radiactivos.	MO-NUC-GDR-005
Mantenimiento preventivo de los sistemas que componen el almacén 2 de desechos radiactivos.	MO-NUC-GDR-006
Informe de seguridad de la instalación centralizada para la gestión de desechos radiactivos - almacén 2 y vehículo de transporte,	MO-NUC-GDR-010.
Lista de chequeo transporte.	F-NUC-GDR-050
Manual de protección radiológica del almacén 2 de desechos radiactivos	MO-NUC-GDR-003
Lista chequeo operación transporte	F-NUC-GDR-051
Niveles de radiación durante el transporte de material radiactivo	F-NUC-GDR-049
Evaluación sistema de seguridad del almacén 2 de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-010
Monitoreo radiológico del almacén 2 de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-016
Recepción en el almacén 2 de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-017
Verificación visual de unidades en almacenamiento transitorio, zona de procesamiento y contenedor del almacén 2	IN-NUC-GDR-044
Almacenamiento transitorio en el contenedor del almacén 2 de desechos radiactivos.	IN-NUC-GDR-046
Acta de recepción de gestión de desechos radiactivos	F-NUC-GDR-001
Monitoreo radiológico en el almacén 2 de desechos radiactivos	F-NUC-GDR-014
Plan de emergencia transporte de material radiactivo en arreglo especial	IN-NUC-GDR-041
Evaluación del sistema de seguridad del vehículo para el transporte de material radiactivo.	F-NUC-GDR-055
Registro de dosis para el personal durante el transporte de material radiactivo.	F-NUC-GDR-056
Monitoreo radiológico del vehículo para transporte de material radiactivo.	IN-NUC-GDR-045
Registro de dosis para el personal durante el transporte o caracterización in-situ.	F-NUC-GDR-057
Evaluación de conocimiento para el personal en entrenamiento en Gestión de Desechos Radiactivos.	F-NUC-GDR-058
Informe de seguridad de la instalación centralizada para la gestión de desechos radiactivos almacén 2.	MO-NUC-GDR-010
Evaluación del sistema de seguridad del almacén 2 de desechos radiactivos.	F-NUC-GDR-019
Transporte de material radiactivo gestión de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-040
Sistema de seguridad física del almacén 2 de desechos radiactivos	MO-NUC-GDR-004
Plan de respuesta a emergencias radiológicas en el almacén 2 de desechos radiactivos.	MO-NUC-GDR-005
Mantenimiento preventivo de los sistemas que componen el almacén 2 de desechos radiactivos.	MO-NUC-GDR-006
Informe de seguridad de la instalación centralizada para la gestión de desechos radiactivos - almacén 2 y vehículo de transporte,	MO-NUC-GDR-010.
Lista de chequeo transporte.	F-NUC-GDR-050
Manual de protección radiológica del almacén 2 de desechos radiactivos	MO-NUC-GDR-003
Lista chequeo operación transporte	F-NUC-GDR-051
Niveles de radiación durante el transporte de material radiactivo	F-NUC-GDR-049

Documento	Código
Evaluación sistema de seguridad del almacén 2 de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-010
Monitoreo radiológico del almacén 2 de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-016
Recepción en el almacén 2 de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-017
Verificación visual de unidades en almacenamiento transitorio, zona de procesamiento y contenedor del almacén 2	IN-NUC-GDR-044
Almacenamiento transitorio en el contenedor del almacén 2 de desechos radiactivos.	IN-NUC-GDR-046
Acta de recepción de gestión de desechos radiactivos	F-NUC-GDR-001
Monitoreo radiológico en el almacén 2 de desechos radiactivos	F-NUC-GDR-014
Plan de emergencia transporte de material radiactivo en arreglo especial	IN-NUC-GDR-041
Evaluación del sistema de seguridad del vehículo para el transporte de material radiactivo.	F-NUC-GDR-055
Registro de dosis para el personal durante el transporte de material radiactivo.	F-NUC-GDR-056
Monitoreo radiológico del vehículo para transporte de material radiactivo.	IN-NUC-GDR-045
Registro de dosis para el personal durante el transporte o caracterización in-situ.	F-NUC-GDR-057
Evaluación de conocimiento para el personal en entrenamiento en Gestión de Desechos Radiactivos.	F-NUC-GDR-058
Informe de seguridad de la instalación centralizada para la gestión de desechos radiactivos almacén 2.	MO-NUC-GDR-010
Evaluación del sistema de seguridad del almacén 2 de desechos radiactivos.	F-NUC-GDR-019
Manejo de residuos peligrosos generados en los almacenes de gestión de desechos radiactivos	IN-NUC-GDR-036
Plan de contingencia facilidad	Anexo 7 PMA

Se actualizo el inventario de uranio junto con el personal de Ministerio de Minas Energía, adicionalmente se remitieron 4 informes trimestrales de inventario de cada instalación como también las respectivas notificaciones ingreso, salida y acondicionamiento de unidades.

Durante el periodo de enero a diciembre de 2020 se realizaron 4 informes del Plan de Manejo Ambiental de las instalaciones, el cual se envía trimestralmente a la Secretaria Distrital de Ambiente. De igual manera durante este periodo se realizaron las actividades propias del programa de vigilancia radiológica tales como los monitoreos y frotis de áreas potencialmente contaminadas de ambos almacenes; como también los mantenimientos y desarrollo del plan de entrenamiento que estaban programados.

Logros Fase 2020 proyecto 1001241 Servicios de Gestión de Desechos Radiactivos:

- Siete informes de avance en el Programa de Vigilancia Radiológica.
- Dos Informes de traslado de unidades.
- Dos Informes de recepción y procesamiento de desechos.
- Siete registros de recolección de RESPEL.

- Cuatro informes trimestrales de inventario.
- Cuatro informes trimestrales del Plan de Manejo Ambiental.
- Tres informes de avance de la actualización del Plan de Manejo Ambiental.
- Informe Consolidación RESPEL Acondicionados.
- Tres informes de actualización de documentación Gestión de Desechos Radiactivos.
- Siete registros de verificación del programa de mantenimiento.
- Acondicionamientos tipo III, programados uno, realizados 3.
- Acondicionamiento tipo IV, programado uno de aproximadamente 250 detectores de humo, realizado uno, pero de 1047 detectores de humo.
- Participación activa de Gestión de Desechos Radiactivos en la segunda fase del proyecto de consolidación nacional de fuentes radiactivas en desuso de Co-60 de alta actividad en posesión de usuarios, realizando la recepción de ocho (8) cabezales, uno de ellos sin fuente radiactiva, sus respectivos colimadores, tres (3) fuentes de Sr-90, adicionalmente se realizó el acompañamiento en el transporte de material radiactivo proveniente del Instituto Cancerológico de Nariño en la ciudad de Pasto y del Hospital San José de Popayán.
- Dos informes de impacto sobre el alcance del proyecto causado por la pandemia del Covid-19.

Dificultades y Restricciones Fase 2020 proyecto 1001241 Servicios de Gestión de Desechos Radiactivos:

- ✓ Solo teletrabajo desde el mes de marzo hasta el mes de junio.
- ✓ Se retomaron de forma parcial las actividades presenciales a partir de julio; tres miembros del personal con tres días a la semana y el cuarto miembro solo dos días a la semana.
- ✓ Uno de los miembros del personal fue designado como responsable de Calidad desde el mes de abril hasta el mes de octubre.
- ✓ Dentro de la programación se tenían un acondicionamiento del tipo I, tipo II, tipo III, tipo IV y tipo V; por la situación de emergencia sanitaria, el aislamiento preventivo, y que hasta mes de julio se retomaron de forma parcial las actividades presenciales, no se logró realizar los acondicionamientos tipo I, II y V, adicionalmente se debía dar prioridad a requerimientos del Ministerio de Minas y Energía para la renovación de la licencia de operación de la ICGDR y la segunda fase del Proyecto de consolidación de fuentes de alta actividad.
- ✓ De las 95 unidades programadas para acondicionar durante la vigencia 2020, se lograron acondicionar 18 unidades; que corresponden a tres cabezales con fuente de Cobalto 60 y 1047 detectores de humo con fuente de Americio 241;

que desde el punto de vista cantidad de fuentes radiactivas se acondicionaron 1050 en total.

- ✓ Actividades programas para el primer semestre del año no se lograron realizar, porque se debían realizar en el momento que se tenían programadas.

Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD)

A pesar de la emergencia sanitaria declarada por el Gobierno Nacional, durante el segundo semestre del año el Ministerio de Minas y Energía otorgó la Licencia de Operación para la fuente de Co-60 del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) en el mes de octubre; adicionalmente se actualizó y elaboró la documentación necesaria para la aprobación de la licencia de importación de material radiactivo para la fuente de Co-60, la cual fue otorgada por el Ministerio de Minas y energía en el mes de noviembre.

Durante la vigencia del año 2020 se elaboraron, actualizaron y presentaron los documentos necesarios para realizar la solicitud de licencia en la práctica de investigación para el equipo de Rayos X que se encuentra en el LSCD ante la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá, actualmente se encuentra en curso de estudio y aprobación.

A partir del segundo semestre del año con la implementación de los protocolos de bioseguridad, se retomaron actividades presenciales alternas entre el trabajo en casa y operación presencial en el desarrollo de actividades técnicas esenciales para el Laboratorio.

En la primera etapa de retoma de actividades presenciales del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica se realizaron los procedimientos correspondientes a:

- Control metrológico de condiciones ambientales (termómetros, barómetros, termohigrómetros)
- Control metrológico de los patrones de referencia y patrones de trabajo.
- -Control metrológico de los haces Cs-137 (alineación laser, teodolito, tasas de referencia, homogeneidad)

Estas actividades encaminadas a garantizar la trazabilidad metrológica del Laboratorio y así mismo los requerimientos de acreditación de la norma ISO NTC 17025:2005, aseguramiento de calidad y de protección radiológica. A su vez se realizaron las actividades de elaboración, actualización y aprobación de documentos en el marco del plan del cierre de brechas de transición a la norma ISO NTC 17025:2017.

Posterior a las actividades mencionadas, se reestableció la prestación de servicios de calibración de equipos detectores de radiación ionizante, la meta propuesta para la

vigencia 2020 era de novecientos cuarenta (940) servicios de calibración entre medidores de tasa de dosis, dosímetros personales, medidores de contaminación superficial e irradiaciones controladas, sin embargo con la suspensión de actividades presenciales por el aislamiento social obligatorio y las disposiciones posteriores de función pública esta meta fue modificada.

Respecto a los servicios recibidos, se inició con la calibración de equipos de usuarios internos del SGC y posteriormente con usuarios externos. Es importante destacar que la cantidad de calibraciones es homologable con los sistemas dosimétricos en una equivalencia de 40 equipos de campo por un sistema dosimétrico; la calibración de dosímetros es homologable con la irradiación controlada de dosímetros del MME con relación de uno a uno. Fue así como a final de año se llegó a un acumulado de 801 servicios de calibraciones de equipos de campo, discriminados de la siguiente manera.

Tabla 1. Servicios de calibración prestados en el LSCD

Número de servicio	Medidor de tasa de dosis H*(10)	Dosímetros Hp(10)	Monitores de contaminación superficial	Dosímetros irradiados con dosis controlada	Sistemas Dosimétricos
Primero	12056	2347	2206		18
Ultimo	12199	2403	2261		29
Total servicios	148	57	56	60	12*40=480

En la tabla 2 se presenta el porcentaje de avance en el proyecto -Servicios de calibración de equipos nucleares y radiológicos – 1001244, donde se observa el porcentaje completado contra lo esperado a la fecha de corte del 31 de diciembre relacionando cada una de tareas generales.

Tabla 2. Avance del proyecto 1001244.

Nombre	% Completado	% Esperado Progresión
Servicios Calibración Equipos Nuclear – Radiológicos	100	100
Calibración de equipos de protección radiológica	100	100
Implementación de servicios de Cobalto – 60	100	100
Implementación de servicio de Rayos X	100	100

El Laboratorio Secundario de Calibración es una instalación sujeta a cumplimiento de lo establecido dentro de la autorización de operación y la acreditación de la ONAC.

Cabe destacar que durante el periodo de enero a diciembre 31 del 2020 los siguientes se alcanzaron los siguientes logros:

- ✓ 801 servicios de calibración en equipos de protección radiológica realizados.
- ✓ Avance en el análisis de costos y tarifas de los servicios que se prestan en el Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica.
- ✓ Cierre de brechas de la Norma ISO 17025:2005-2017. Documentos y procedimientos actualizados.
- ✓ Se ejecuto auditoría interna y plan de acción para cumplimiento de requisitos auditoria ONAC.
- ✓ Se ejecuto evaluación de seguimiento y transición por parte de ONAC bajo la Norma ISO 17025:2017. Se reporto 1 no conformidad para el LSCD el cual tiene 6 magnitudes acreditadas, como conclusión de la auditoria de seguimiento realizada por la ONAC se ratificó el mantenimiento de la acreditación obtenida en el año 2019. Se realizó análisis de causas para la no conformidad.
- ✓ Recalibración del patrón de referencia en radio protección en el OIEA y revalidación del método con una reducción en la incertidumbre reportada a ONAC.
- ✓ Se realizó mantenimiento a: sistemas de seguridad, sistemas de apertura de puertas, sistemas de posicionamiento e implementación de sistemas de circuito cerrado de TV.
- ✓ Adquisición de nuevos patrones de trabajo y accesorios para las magnitudes acreditadas.
- ✓ Capacitación del personal de planta en la norma ISO 17025:2017.
- ✓ Evaluación y certificación en competencias laborales, titulado “Preparar las condiciones de laboratorio de acuerdo con los procedimientos técnicos”, ante el SENA para todo el personal del LSCD que participa en las calibraciones de equipos.
- ✓ Entrenamiento teórico al personal ingresado al LSCD en el año 2020.

Nuevas metodologías

- Teleterapia: Irradiador de Co-60 a instalarse en el primer trimestre de 2021. Licencia de importación y de operación emitidas por parte del Grupo de Energías no Convencionales y Asuntos Nucleares del Ministerio de Minas y Energía.

- Rayos X (diagnóstico terapia y protección radiológica): Irradiador de Rayos X instalado actualmente en el LSCD. Implementación técnica en proceso. Trámite de licencia iniciado con MINSALUD.
- Braquiterapia: adquisición de equipamiento. Gestión para la calibración del patrón de referencia avance en documentación de protocolos de calibración.

Proyección

- Estructuración y presentación de proyecto Sistema Nacional de Calidad Dosimétrica. El proyecto ha sido incluido en la plataforma Planview para ser ejecutado a partir del año 2021.
- Avance en implementaciones para aplicación como Instituto Designado ante el INM.

Planes de investigación

Se realizaron varias reuniones de la Línea de Investigación en Metrología de las Radiaciones Ionizantes con el objetivo de hacer seguimiento al avance de los 5 trabajos de investigación en desarrollo dentro de la línea.

1. Se estructuró el proyecto Sistema Nacional de Calidad Dosimétrica, con el cual se plantea la ejecución de un proyecto de gran alcance con cobertura nacional. La estructuración de este proyecto requirió del trabajo constante de los miembros del laboratorio durante el desarrollo de actividades en casa. Se presentó el proyecto Sistema Nacional de Calidad Dosimétrica en el Comité Científico de la DAN (COCIEN) donde se obtuvo la aprobación para gestionar su ejecución.
2. Se realizaron avances en revisión bibliográfica y estado del arte de los proyectos: Estudio de parámetros eléctricos en una celda fotovoltaica sometida a radiación gamma, Dosis en órgano en imágenes de Rayos X, mediante calidades de radiación de referencia trazables y Estudio de comportamiento de instrumentos de medición ante gradientes de temperatura y su aporte a la incertidumbre.
3. Se adelantaron convenios interinstitucionales con el Instituto Nacional de Metrología para lograr la designación del LSCD como referente nacional en magnitudes de radiaciones ionizantes; con el Instituto Nacional de Cancerología para el control de usos médicos de las radiaciones ionizantes.
4. Se desarrollaron actividades de apropiación social de conocimiento con publicaciones en el GEOFLASH respecto a los avances e implementación de Rayos X y Co-60.

b. Planta de irradiación gamma (PIG)

Durante el trabajo en casa debido a la emergencia sanitaria declarada por el Gobierno Nacional, durante el primer semestre del año se realizó la actualización de la documentación necesaria para solicitar ante el Ministerio de Minas y Energía la renovación de la Licencia de Operación PI-001 para la planta de irradiación gamma, fue así como en septiembre se presentó dicha solicitud, la cual actualmente se encuentra en proceso de aprobación. A partir del mes de julio se retomaron actividades presenciales alternas entre el trabajo en casa y operación presencial.

Durante la época de pandemia fue la primera instalación de la Dirección de Asuntos Nucleares que reinicio actividades presenciales, en la primera fase se realizaron las pruebas preoperativas para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, durante la segunda fase se realizó la prestación de servicios de irradiación, hasta el mes de agosto momento en el que se presentó la ocurrencia de evento averso a la operación normal de la planta debido a descarrilamiento del bastidor donde están ubicadas las fuentes radiactivas, lo cual dejo fuera de servicio la planta hasta tanto no se realice el mantenimiento correctivo del sistema de izaje de fuentes.

Durante el año 2020 la Planta de Irradiación Gamma ha prestado sus servicios a usuarios externos como se describe a continuación:

Servicios solicitados: 32

Servicios prestados: 13

Otras actividades realizadas en la planta de irradiación gamma:

- ✓ Durante el trabajo en casa se actualizo de los siguientes documentos técnicos y se solicitó ante el Ministerio de Minas y Energía la renovación de la licencia de operación de la PG.

MO-TNU-PG-005 Análisis de seguridad

MO-TNU-PG-001 Manual de Protección Radiológica

MO-TNU-PG-002 Manual Emergencias Radiológicas

MO-TNU-PG-007 Manual de mantenimiento

MO-TNU-PG-009 Manual de procedimientos

F-TNU-PG-009 Formato Chequeo detectores de radiación

F-TNU-PG-001 Formato inspección de azotea, y paredes externas

F-TNU-PG-003 Chequeo del funcionamiento de iluminación

F-TNU-PG-007 Monitoreo de niveles de radiación en zonas controladas

F-TNU-PG-008 Monitoreo de niveles de radiación al público

El IN-TNU-PG-012 Dosimetría de lectura directa

- ✓ Atención a Inspectores Ministerio de Minas y Energía para la realización de inspección de carácter regulatorio dentro del proceso de renovación de la licencia de operación de la PG
- ✓ Análisis de Costos y tarifas de la prestación de servicios prestados por la planta de irradiación gamma.
- ✓ Informe al Ministerio de Minas Energía del evento adverso
- ✓ Atención a Inspectores Ministerio de Minas y Energía para la realización de inspección de carácter regulador, dentro del proceso de renovación de la licencia de operación de la P.G.
- ✓ Solicitud de autorización especial para manejo de fuentes al fondo de la piscina de almacenamiento ante la Autoridad Reguladora (Grupo de Energías no Convencionales y asuntos Nucleares del Ministerio de Minas y Energía), para atender el evento adverso a la operación de la planta de irradiación gamma, en proceso de revisión y aprobación.

Desde el mes de agosto en la planta de irradiación gamma su staff ha venido realizando el diseño de nuevas herramientas y procedimientos operativos, para restituir la operación normal de la planta de irradiación, para ello se elaboró:

1. Cronograma de actividades
2. Diseño grilla porta lápiz de Co-60 en el fondo de piscina y Herramientas auxiliares
3. Estudios previos para la contratación de la fabricación de herramientas e implementos para realizar el mantenimiento del sistema de izaje de las fuentes radiactivas.
4. Procedimiento para el manejo de fuentes radiactivas en fondo de Piscina
5. Solicito de autorización ante el Ministerio de Minas y Energía para la ejecución de los procedimientos para el manejo de fuentes radiactivas en el fondo de piscina (en proceso de autorización).
6. Inicio del proceso de entrenamiento en frio para el movimiento de fuentes.
7. Asesoría con el experto internacional Pablo Antonio Vásquez Salvador del Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Comissão Nacional de

Energía Nuclear (CNEN), Cidade Universitaria Sao Paulo, con relación a la atención de eventos aversos en plantas de irradiación.

c. Laboratorio de Radiometría Ambiental (LRA)

En el laboratorio de Radiometría Ambiental, entre el 1 de enero y 31 de diciembre de 2020, se analizaron 201 muestras. De las cuales se recibieron 36 solicitudes gestionadas en 2020, con un total de 144 muestras analizadas en matriz de aguas, alimentos, suelos, materiales de origen geológico, lodos, frotis de fuentes radiactivas y 57 muestras analizadas en el mes de diciembre de 2019 correspondientes al proyecto NORM: Pesca-lza-Firavitoba.

Otras actividades realizadas durante el año 2019 en el Laboratorio de radiometría ambiental son las siguientes:

- ✓ Participación del Laboratorio de Radiometría Ambiental en el ejercicio de Intercomparación denominado “Proeficiency Test IAEA -TEL-2020-03 Part II” en el cual se obtuvo una calificación aceptada para el 100 % de los radionucleidos reportados.
- ✓ Gestión para la entrega de nitrógeno líquido y posterior recarga de los sistemas de espectrometría gamma.
- ✓ Verificación de balanzas LRA y registro en carta control.
- ✓ Verificación de incubadora de baja temperatura LRA y registro en carta control.
- ✓ Verificación de horno LRA y registro en carta control
- ✓ Verificación sistemas de espectrometría gamma DET01 y DET02.
- ✓ Ajustes iniciales sistemas de espectrometría gamma, calibración por energía y verificaciones.
- ✓ Verificación de multiparámetro portátil LRA y registro en carta control.
- ✓ Atención presencial: visita cabinas de extracción – Diagnóstico
- ✓ Inventario físico de muestras NORM, lavado de material, guardar muestra seca pescado PT-2020
- ✓ Participación Seminario Virtual de Divulgación e Investigación en Asuntos Nucleares.
- ✓ Actualización de tarifas del Laboratorio de Radiometría Ambiental

Durante el trabajo en casa se actualizaron los siguientes documentos técnicos, con vistas a preparar el laboratorio de radiometría ambiental al proceso de acreditación ante la ONAC:

1. f-tnu-ra-033_Fondos y Blancos Equipos Gamma
2. f-tnu-ra-034_Control Interno del Método
3. f-tnu-ra-035_Calibración de Referencia
4. f-tnu-ra-032_Control de Peso Materiales de referencia certificados - PARA MODIFICAR
5. f-tnu-ra-024_Carta Espectrometría Gamma

6. Actualización formato F-TNU-RA-027_Listado Materiales de Referencia - Patrones de Trabajo V1.
7. Actualización de formato f-psg-pnc-002
8. Avance - in-tnu-ra-009_ Recepción, Identificación, Manejo y Disposición de Muestras V3.

5.Grupo del Reactor Nuclear

Conformación de staff principal y alternativo para la operación continua:

En el 2020 se logró el fortalecimiento del staff de operación del reactor nuclear disponiendo de certificaciones para los diferentes roles y además consiguiendo staff alternativo con el fin de garantizar la operación continua de la instalación nuclear. En la tabla se muestra la disponibilidad de personas certificadas con corte a diciembre de 2020:

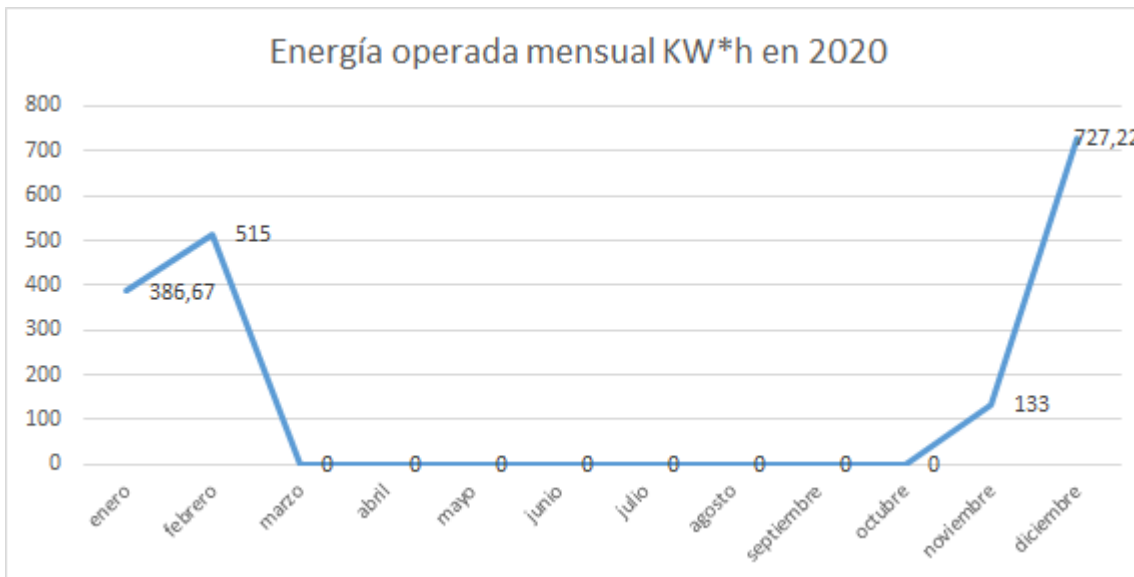
Estado de la certificación	Rol en el reactor*			
	Supervisor	Operador	Oficial de Protección Radiológica	Mantenimiento
Obtenida y vigente	2	1	2	3
En proceso	0	2	0	2

* En algunos casos una misma persona ostenta certificación para más de un rol

Irradiación de muestras y operación del reactor:

Durante el 2020 se irradiaron un total de 320 muestras en el reactor nuclear, las anteriores principalmente orientadas a apoyar proyectos de conocimiento geocientífico del país mediante el análisis multielemental de muestras geológicas, lo anterior, pese a las afectaciones propias del estado de emergencia sanitaria a nivel mundial.

En relación con el tiempo y energía, durante 2020 se operó una energía de 1761,89 KW*h. A continuación se presenta la evolución mensual de la energía operada en el reactor, la misma se expresa como el producto de la potencia operada y el tiempo de operación.



Evaluación preliminar para uso de tubos de haces:

Con la colaboración de personal con experiencia en reactores nucleares de investigación de Argentina, se inició el estudio de factibilidad para el uso de los tubos de haces de neutrones para ampliar las capacidades de la instalación mediante la implementación la técnica de neutrografía y se mostraron las ventajas de la técnica a los miembros del Comité de Seguridad del Reactor Nuclear.

Adecuaciones de infraestructura física:

En el 2020 se realizó el arreglo del domo reactor nuclear debido al deterioro de las cubiertas fue necesario:

- Remoción pintura y manto asfáltico existente.
- Pintura exterior del domo con pintura epóxica.
- Arreglo bajantes y construcción de nuevas canales del domo exterior.
- Remoción pintura epóxica interior del domo.
- Aplicación pintura epóxica interior.
- Pintura general del recinto del reactor nuclear.

Producción científica línea de reactores de investigación:

En cuanto avances de la línea en el 2020 encaminados a desarrollar y promover la investigación básica y aplicada en Reactores Nucleares para contribuir al conocimiento científico del país, se tiene lo siguiente:

- Se adelantó una guía para realizar la calibración de potencia por el método térmico, mediante datos obtenidos durante operación y suministrados por el personal de operación, este trabajo se realiza con fines de entrenamiento de nuevo personal de operación y estudiantes de universidades interesados en aprender sobre operación de reactores nucleares.
-
- Avance para la contratación mantenimiento integral del Reactor Nuclear de Investigación IAN-R1 con el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México ININ. Con el fin de continuar con la prestación regular servicios de irradiación de muestras mediante el uso del reactor nuclear de investigación IAN-R1, para caracterización de material geológico, estudio de materiales, investigación y docencia se realizó un proceso de contratación para realizar el mantenimiento integral del reactor con el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México, en lo relacionado con los sistemas de control, actualización y mejoras en métodos de medición remota de elementos de control, parámetros radiométricos, sistemas de enfriamiento, sistemas de seguridad nuclear, entre otros. La ejecución de este contrato está programada para cuando se restablezcan las condiciones para transporte de la empresa Nacional Mexicana a Colombia.
- Estudio de reactividad del Reactor Nuclear IAN-R1. En cuanto al estudio de reactividad del IAN-R1, se estableció un plan de trabajo durante los últimos meses del 2020 que ha incluido capacitación por medio de exposiciones presenciales realizadas por cada uno de los miembros de la línea, así como reforzamiento de conocimientos de cómo realizar trabajos científicos en la línea de investigación. Se estructuró dentro del plan de estudio de reactividad del IAN-R1 un plan de trabajo y estudio sobre la influencia de sales de cadmio sobre la reactividad del IAN-R1, en este plan de trabajo.
- Estandarización de las mediciones de flujo del IAN-R1. Se presentó avance para el desarrollo de las mediciones de flujo mediante la utilización de sonda de vanadio para mapear el flujo neutrónico en el IAN-R1.

- Se impartieron entrenamientos al staff de operación relacionados con el reactor nuclear así:
 - Estudio de reactividad del IAN-R1.
 - Métodos de calibración de barras de control.
 - Sistemas de control nuclear basados en PLC's.
 - Curso introductorio JAVA.

6.Grupo de Licenciamiento y Control

El Grupo de licenciamiento y Control – GLyC cuyas actividades se encaminan a cumplir con las funciones delegadas por el Ministerio de Minas y Energía- MME en lo que respecta al control regulatorio del uso del material radiactivo en el territorio nacional de acuerdo con la Resolución 9-0698 de 2014 prorrogada por la Resolución 4-0569 de 2019, ambas emitidas por el MME. Para ello, está a cargo del licenciamiento e inspección de todas las instalaciones radiactivas en el país con excepción de las propias del SGC.

Se destacan los siguientes logros en 2020:

- Fortalecimiento de las estrategias para la implementación de la norma de Autorizaciones para instalaciones radiactivas por parte del Grupo de Licenciamiento y Control con el fin de atender los retos derivados de la entrada en vigor de dicha norma; así como la evolución en los resultados del Grupo a partir de la entrada en vigor de la Resolución 9 0874 de 2014, es decir, desde el 12 de febrero de 2015. Tal mejoría en los indicadores obedece al constante esfuerzo institucional para la adopción de estrategias dirigidas hacia la implementación integral de la Resolución 9 0874 de 2014, de suerte que además de resolver los trámites dentro del término establecido se busca que estos sean resueltos mediante la emisión de la autorización correspondiente; efecto para el cual se adelanta un proceso de acompañamiento y retroalimentación permanente con los solicitantes a fin de que logren el cumplimiento total de los requisitos exigidos en la regulación vigente sobre protección y seguridad radiológica.
- Respecto a la ejecución del Plan Operativo de Licenciamiento y Control 2020, desde el 1 de enero hasta al 31 de diciembre de 2020 se emitieron cuarenta y tres (43) decisiones y veintiún (21) oficios de requerimientos; de igual manera se realizaron veintiún (21) inspecciones de verificación o control regulatorio, lo cual equivale a un avance del 61% respecto a la meta establecida para el año 2020 (35 decisiones o su equivalente, 90 evaluaciones técnicas y 160 inspecciones a 31 de diciembre de 2020).

Desde el 12 de febrero de 2015 con la entrada en vigencia de la Resolución 9 0874, al 31 de diciembre de 2020, el Grupo de Licenciamiento y Control ha emitido doscientas ochenta y nueve (289) autorizaciones para la operación de instalaciones radiactivas categorías 1 a 4, lo cual implica un avance del ochenta y dos por ciento (82%) en la implementación de la normativa en mención.

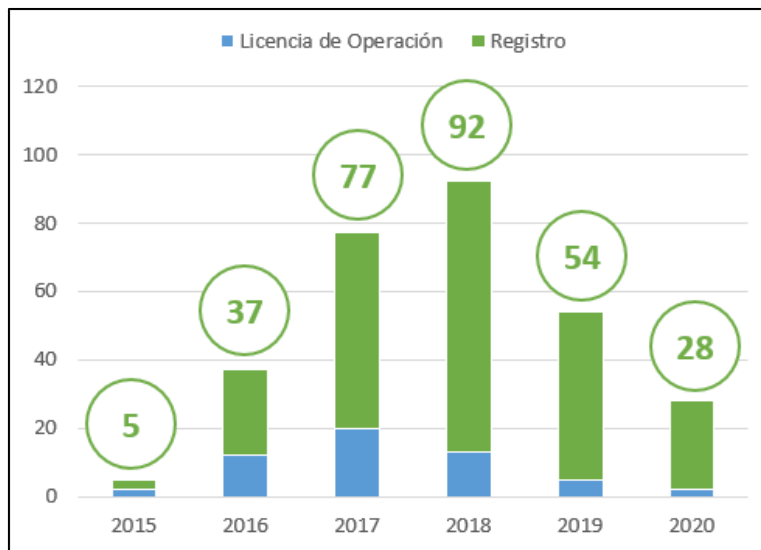
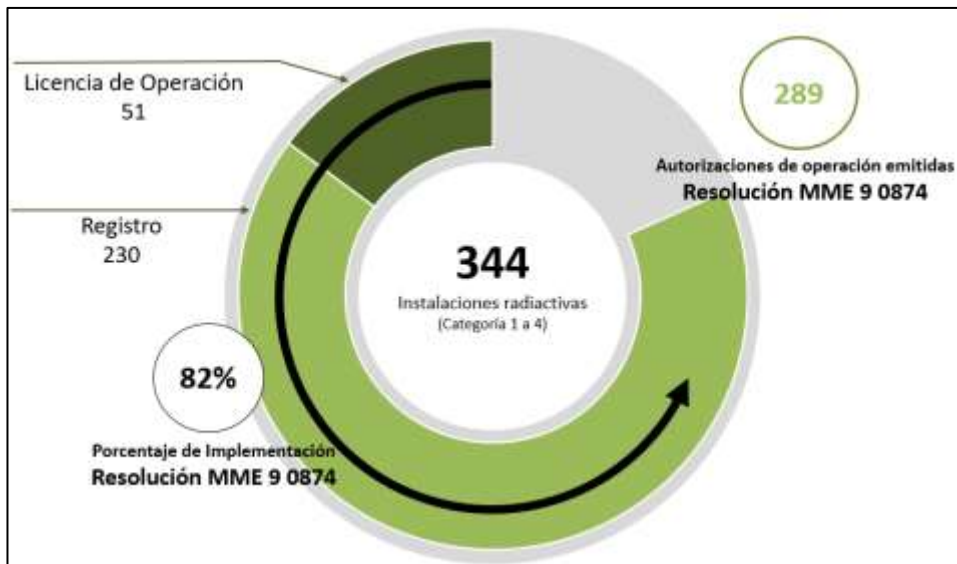


Ilustración 2: Histórico de autorización de operación emitidas desde la entrada en vigor de la Resolución 90874, con fecha de corte a 31 de diciembre de 2020.

Como se observa en la Gráfica, durante la vigencia 2020 se emitieron veintiocho (28) autorizaciones, distribuidas así:

- Dos (2) Licencias de Operación para instalaciones radiactivas categorías 1 o 2 (con fuentes radiactivas asociadas altamente peligrosas y extremadamente peligrosas) y
- Veintiséis (26) Registros de Operación para instalaciones radiactivas categorías 3 o 4 (con fuentes radiactivas asociadas peligrosas o improbablemente peligrosas).

Así mismo se emitieron dos (2) Licencias de diseño para instalaciones radiactivas categorías 1 o 2 (con fuentes radiactivas asociadas altamente peligrosas y extremadamente peligrosas).

Los resultados sobre la implementación de la Resolución 9 0874 obtenidos para el año 2020, son consecuencia, de las medidas implementadas desde diciembre de 2016 sobre el fortalecimiento de los canales de interacción y comunicación con el usuario por medio de reuniones, llamadas telefónicas y por videoconferencia.

El SGC para el año 2020, llevó a cabo ciento once (111) reuniones personalizadas con usuarios de material radiactivo, en las cuales se revisó su estado de licenciamiento, se aclararon dudas respecto a los trámites en curso, y se identificaron las medidas a ser implementadas para acercar a las instalaciones hacia el cumplimiento de los requisitos exigidos en la normativa vigente. Dentro de las reuniones llevadas a cabo con los usuarios de material radiactivo, entre el 01 de enero al 31 de diciembre de 2019, se aplicaron ochenta y dos (82) encuestas, a fin de evaluar el nivel de satisfacción del usuario respecto a la solución de dudas dentro de la reunión, así como la atención recibida de parte del servidor público, con un promedio de calificación de 4.7, de una calificación de 1 a 5. Durante el año 2020, y debido a la situación de teletrabajo, se continuó la realización de reuniones con los usuarios a través de llamadas y videollamadas.

Conforme a los esfuerzos realizados por el SGC para la implementación integral de la Resolución 9-0874 de 2014, durante la vigencia 2020 se observó un aumento en el porcentaje de éxito de los trámites de licencia de operación, registro y licencia de diseño; de acuerdo con lo alcanzado en el año 2019.

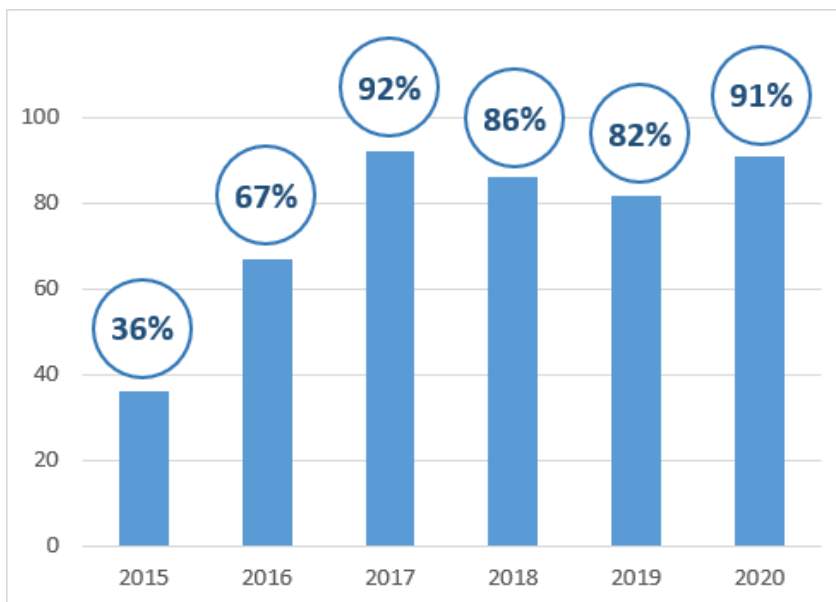


Ilustración 3: Porcentaje de autorizaciones respecto a trámites decididos por año.

Como se muestra en la Gráfica, en 2020 el noventa y un por ciento (91%) de los trámites de decididos terminaron en autorización, este valor es superior al alcanzado en los dos años anteriores.

Respecto a las actividades de licenciamiento y control regulatorio en el lugar de ejecución de práctica autorizada, el SGC durante 2020 llevaron a veintiún (21) inspecciones distribuidas así:

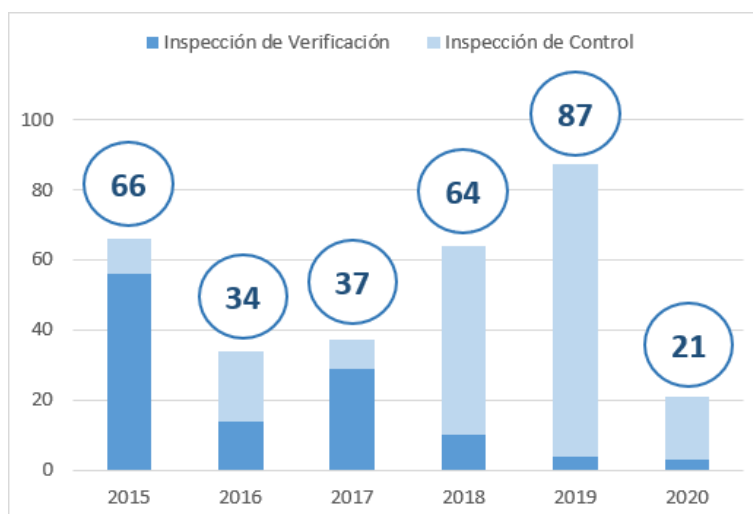


Ilustración 4: Número de inspecciones realizadas por año a partir de la entrada en vigor de la Resolución 9 0874.

- Tres (03) visitas de inspección en el marco de procesos de autorización de Licencia de Operación y Licencia de Diseño.
- Dieciocho (18) visitas de control regulatorio.

El número de inspecciones realizadas durante 2020 se vio seriamente afectado debido a la emergencia

sanitaria producto de la pandemia de COVID-19, ya que desde marzo de 2020 se canceló la realización de las mismas.

Así mismo, durante 2020 se resolvieron mil doscientas setenta y cuatro (1274) solicitudes relacionados con los trámites de: Licencia de clausura, licencia de cese temporal, licencia de importación de material radiactivo, Licencia de reexportación de material radiactivo, modificación de autorización, cumplimiento de plazos, notificaciones, derechos de petición, consultas, petición de documentos e información, entre otros.

Durante el 2020 el Grupo de Licenciamiento y Control emitió dos mil ochenta y dos (2082) vistos buenos en la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), respuestas dadas dentro de los términos establecidos en la normativa.

Tabla 1: Notificaciones y otras solicitudes resueltas en el marco del Plan Operativo de Licenciamiento y Control 2020 con corte al 31 de diciembre.

TIPO DE SOLICITUD	# DE SOLICITUDES RESUELTAS
Notificación Fuentes Categoría 5	15
Licencia de Clausura	8
Licencia de Cese Temporal	0
Licencia de Importación	122
Licencia de Reexportación	69
Prórroga de Licencia de Importación	53
Modificación de Autorización	131
Notificación de Autorización	140
Notificación de Transferencia	97
Notificación de Expedición	8
Notificación de Importación	76
Notificación de Reexportación	32

TIPO DE SOLICITUD	# DE SOLICITUDES RESUELTAS
Notificación de Clausura	1
Notificación de Cese Temporal	1
Otras Notificaciones	80
Informe de Incidentes y Accidentes	16
Corrección de Pronunciamiento	33
Coerción	28
Cumplimiento de Plazos	44
Petición de Documentos y/o Información	120
Derecho de Petición	22
Consulta	10
Informe Anual de Práctica	74
Informe Anual de Gestión de Desechos	11
Informe de Distribución	83
VoBo VUCE	2082
Total	3356

-Como respuesta a la situación de emergencia sanitaria por COVID-19, se adaptó el modelo de trabajo del Grupo de Licenciamiento y Control para la gestión de trámites y otras solicitudes a través de canales completamente electrónicos.

-Se trasladaron los canales de comunicación con los usuarios de material radiactivo a plataformas tecnológicas en línea: Llamadas telefónicas enrutadas, correo electrónico, videoconferencias.

-Se realizó la evaluación técnica y respuesta de fondo sobre mil doscientos cinco (1205) trámites y otras solicitudes presentadas por los usuarios de material radiactivo en el país. Llegando al cumplimiento del ochenta y nueve por ciento (89%) de la meta con fecha de corte a 30 de noviembre.

-Emisión de mil setecientos ochenta y nueve (1789) vistos buenos en la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), de los cuales mil seiscientos sesenta y seis (1666) corresponden a régimen libre y ciento veinte tres (123) corresponden a régimen previa. Los vistos buenos se otorgaron con los siguientes conceptos: 89.4 % (No Requiere), 10.1 % (Aprobado) y 0,6 % (Negado). Llegando al cumplimiento del cien por ciento (100%) respecto a la meta con fecha de corte a 30 de noviembre y dentro de los términos establecidos en la normativa.

-Emisión de noventa y ocho (98) requerimientos en la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) para el régimen previa.

6. INVESTIGACIÓN EN RECURSOS DEL SUBSUELO Y EVALUAR SU POTENCIAL. (RECURSOS MINERALES)

Introducción Dirección de Recursos Minerales.

El área de conocimiento de Recursos Minerales produce conocimiento geocientífico mediante estudios e investigaciones en geología (condiciones de formación del territorio), geoquímica (composición química del terreno), geofísica (características físicas) y metalogenia (condiciones de formación de minerales), como base para evaluar el potencial de recursos minerales metálicos, energéticos y no metálicos e industriales en el territorio colombiano. La información producida en ésta Dirección aporta conocimiento geocientífico al servicio de toda la comunidad y puede ser utilizada para proyectar usos del suelo, aprovechamiento de recursos del subsuelo, planear actividades productivas y evaluar en qué condiciones se promueve el desarrollo del país.

Esta área de conocimiento desarrolla sus proyectos y actividades con cuatro grupos de investigación: Investigación y Prospección de Recursos Minerales Metálicos, Investigación en Geoquímica y Geofísica aplicada, Investigación y Prospección de Recursos Minerales No Metálicos e Industriales, e Investigación y Prospección de Recursos Minerales Energéticos.

La Dirección de Recursos Minerales (DRM), ejecutó 11 proyectos en los cuales se desarrollaron diversas actividades que permitieron cumplir con las metas y objetivos planeados para el año 2020 tal y como se registra para cada grupo.

1. Grupo de Investigación en Geoquímica y Geofísica Aplicada

- Proyecto 1001370 Anomalías Geoquímicas para Recursos Minerales (Multipropósito)
- Proyecto 1001368 Anomalías Geofísicas para Recursos Minerales (Multipropósito)
- Proyecto 1001091 Huella Digital de Minerales en Colombia

En éste primer grupo se avanzó en el conocimiento de disciplinas básicas temáticas como la geoquímica y la geofísica, como insumo fundamental para que los otros grupos de investigación profundicen en sus aplicaciones para evaluar el potencial mineral en minerales metálicos, energéticos y no metálicos e industriales.

Adicionalmente en éste grupo de ejecutó el proyecto sobre huella digital de minerales que es una aplicación específica de geoquímica y mineralogía ultra fina y de niveles de concentración de ultra trazas, de gran utilidad para identificar el origen de los minerales

contribuyendo con información a la trazabilidad de la cadena de producción de los minerales en el país.

2. Grupo de Investigación y Prospección de Recursos Minerales Metálicos

- Proyecto 1001372 Mapa Metalogénico de Colombia
- Proyecto 1001373 Áreas con Potencial para Recursos Minerales

En este segundo grupo se finalizó el Mapa Metalogénico de Colombia (MMC) versión 2020. El MMC es la carta de navegación en conocimiento Metalogénico o de aptitud geológica para la ocurrencia de minerales de Colombia (dominios, provincias, sub-provincias, cinturones, distritos metalogénicos); y también registra ocurrencias y depósitos minerales del país.

En este grupo con información geológica orientada a recursos minerales, y los insumos de información geoquímica, geofísica y metalogénica, se realizó la evaluación del potencial mineral en distritos metalogénicos, en éste año con énfasis en cobre y otros minerales estratégicos, y se identificaron áreas prospectivas para éstos minerales en Colombia.

3. Grupo de Investigación y Prospección de Recursos Minerales Energéticos

- Proyecto 1001365 Investigación y Prospección de Gas Metano Asociado al carbón
- Proyecto 1001367 Investigación Prospección y Evaluación de Recursos Carboníferos
- Proyecto 1001369 Investigación y prospección de uranio

En éste grupo de investigación se avanzó en la evaluación sistemática de Gas Metano Asociado a Carbón (GMAC) en cuencas carboníferas del país

Igualmente se prospectaron y caracterizaron recursos carboníferos en áreas de cuencas sedimentarias que no habían sido objeto de éstos estudios en Colombia.

Finalmente, éste grupo avanzó en la prospección de uranio en áreas con potencial para éste mineral energético.

4. Grupo de Investigación y Prospección de Recursos Minerales No Metálicos e Industriales

- Proyecto 1001374 Prospección y Exploración Fosfatos y Magnesio
- Proyecto 1001375 Prospección y Exploración de Materiales de Construcción
- Proyecto 1001376 Prospección y Exploración de Arcillas Industriales

En éste cuarto grupo se avanzó es la exploración regional de fosfatos y magnesio como minerales estratégicos para insumos agrícolas que requiere Colombia.

Se avanzó en la caracterización y prospección de materiales de construcción en la zona piloto de Bogotá que incluye amplias zonas de la parte central de Colombia.

Finalmente, éste grupo avanzó en la prospección y caracterización de arcillas de uso industrial que son insumo para el desarrollo de la industria nacional.

a. Objetivos y funciones del área de conocimiento.

Objetivo General:

Generar conocimiento geocientífico empleando estudios e investigaciones geológicas, geoquímicas y geofísicas para evaluar el potencial de recursos minerales metálicos, energéticos, y no metálicos e industriales en el territorio colombiano, como aporte al desarrollo económico y social del país.

Objetivos Específicos:

- Aumentar el conocimiento geológico, geoquímico, geofísico y metalogénico en escalas apropiadas para recursos minerales.
- Aumentar el conocimiento geocientífico sobre recursos minerales metálicos, no metálicos e industriales, y energéticos.
- Evaluar potencial mineral e identificar áreas con potencial mineral en Colombia (metálicos, no metálicos y energéticos).

b. Estructura funcional (grupos de trabajo e integrantes, discriminando tipo de vinculación).



Objetivos propuestos vs. Avances de los proyectos en el año 2020.

Las actividades particulares desarrolladas y ejecutadas por cada uno de los cuatro grupos de trabajo en los 11 proyectos de investigación en el año 2020, se resumen a continuación.

1. Grupo Investigación en Geoquímica y Geofísica Aplicada

- Proyecto 1001370 Anomalías Geoquímicas para Recursos Minerales (Multipropósito)

Descripción del Proyecto: La geoquímica como ciencia que estudia el origen, distribución, dispersión y acumulación de elementos químicos en un territorio, se aplica a identificación e investigación de recursos especialmente minerales, a investigación en agricultura, medio ambiente, salud y planes de ordenamiento del territorio, en tal sentido para cumplir con el objeto misional del SGC se debe consolidar, complementar y actualizar la información geoquímica a las escalas apropiadas para establecer línea base geoquímica global, nacional y local, investigar el potencial de recursos minerales,, planeación del uso del suelo e identificación de factores potencialmente nocivos para la salud, entre otros.

Objetivo: Adquisición, procesamiento, integración, análisis e interpretación de información geoquímica con el objetivo de aplicarla elaboración de documentos técnicos, mapas, y modelos, entre otros, que representen la distribución de los elementos químicos en el territorio colombiano, a diferentes escalas, para aplicarla en recursos minerales y otras aplicaciones en geociencias.

Productos y Entregables:

1. Datos e información geoquímica a diferentes escalas (global, nacional, regional, local).
2. Atlas geoquímico de Colombia (avance anual)
3. Mapas geoquímicos (concentración y distribución de elementos) y mapas de anomalías geoquímicas
4. Investigaciones sobre elementos potencialmente peligrosos (geomedicina, minería y medio ambiente)
5. Documentos técnicos y de investigación temático

Beneficios: El Gobierno Nacional contará con un instrumento de consulta para toma de decisiones. El SGC contará con información geoquímica para la investigación de áreas con potencial para recursos minerales, insumo para el conocimiento de la evolución metalogenética del territorio, estudios de línea base geoquímica y geomedicina, entre otros.

Avances y logros:

Los avances se centran en cuatro aspectos principales:

- I. **Mapa geoquímico de baja densidad en Colombia- línea base geoquímica global**
 1. Se realizaron actividades del Mapeo de baja densidad geoquímica de Colombia” (SGC – SGCh), para levantamiento de línea base geoquímica global (verificación,

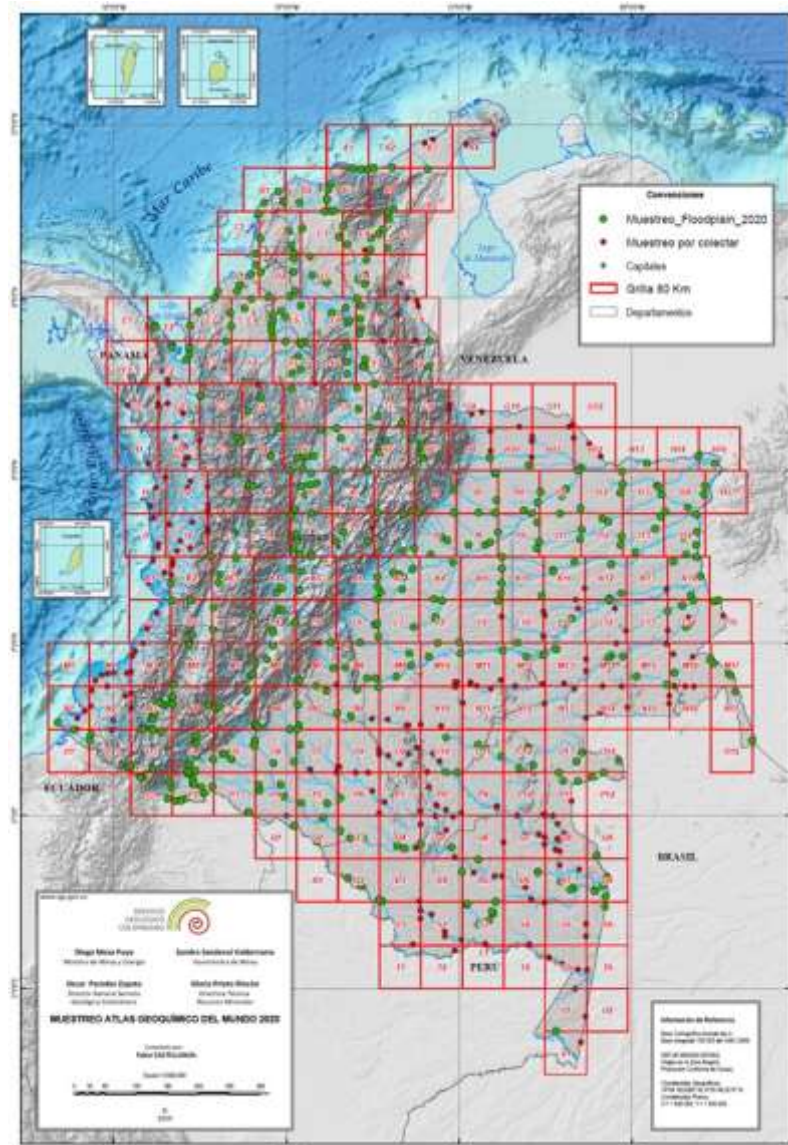
- archivo de información en GDB EXPLORA, análisis en laboratorios especializados, avances en informe científico, y elaboración de mapas)
2. Se adelantaron actividades de verificación, de información de campo, y validación de la calidad analítica de los resultados y se archivaron datos e información en la Geodatabase EXPLORA.
 3. Se realizaron análisis geoquímicos de muestras en los laboratorios del IGGE de China (convenio SGC-SGCh) y se han recibido análisis de más de 60 elementos químicos para cada muestra colectada y analizada.
 4. Se adelantaron actividades de procesamiento, análisis, interpretación y producción de mapas para el mapa de línea base geoquímica de Colombia para identificar dominios geoquímicos para aplicaciones en recursos, medio ambiente, agricultura, salud, planes de ordenamiento del territorio, entre otras.
 5. Se avanzó en la actualización y ampliación de la Geodatabase EXPLORA en la cual se compila, archiva y maneja la información geocientífica (geológica, geoquímica, geofísica, metalogénica, etc.) de la Dirección de Recursos Minerales (contratación especializada externa).



Muestreo en la región amazónica, Puerto Nariño, Colombia



Perfil de muestreo (160 cm) y muestra de sedimento de llanura de inundación (floodplain)



Cubrimiento en muestreo de ultra baja densidad para línea base geoquímica global.

II. Muestreo Geoquímico de Media y Alta Densidad para Mapa Geoquímico de Colombia

1. Se realizó análisis QA/QC, revisión de métodos analíticos, procesamiento y análisis estadístico de información geoquímica y se identificaron anomalías geoquímicas para evaluar potencial mineral en distritos metalogénicos.
2. Se desarrollaron protocolos para diseño y levantamiento de información geoquímica de alta densidad para apoyar evaluación de potencial mineral en distritos metalogénicos.

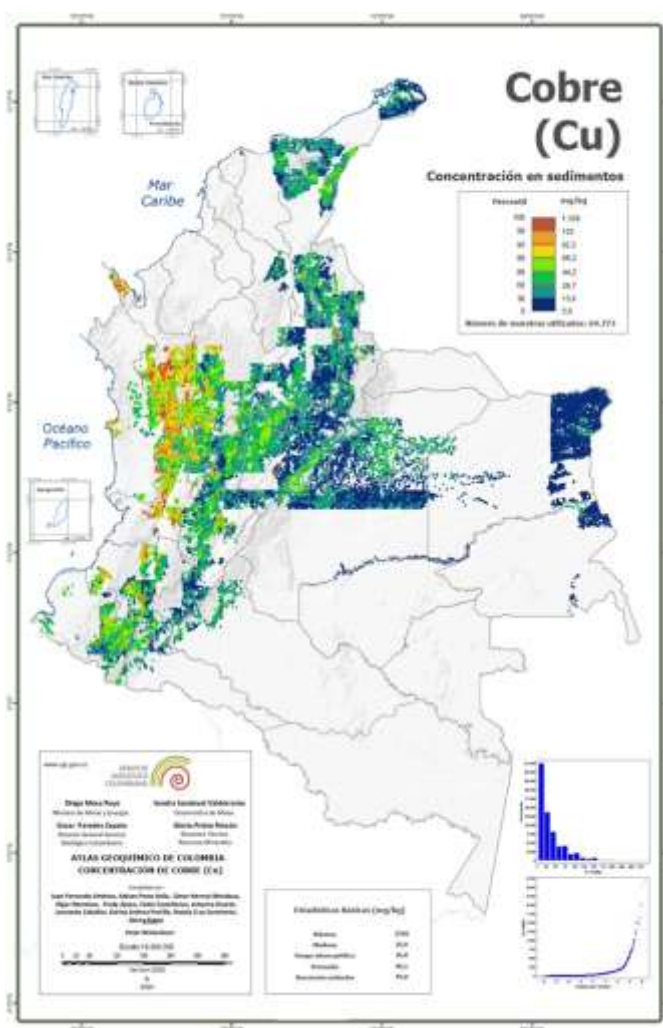
3. Se efectuó diseño de muestreo para adquirir información geoquímica en los distritos metalogénicos en los cuales se evaluará potencial mineral.
4. Se verificó la información de campo, se validó la calidad analítica de los resultados y se archivaron datos e información en la Geodatabase EXPLORA.
5. Se realizaron análisis geoquímicos especializados de muestras en laboratorios nacionales y extranjeros para más de 60 elementos químicos.
6. Se procesó, analizó, interpretó y produjeron mapas para evaluación de potencial mineral en distritos metalogénicos.
7. Se compiló información geoquímica sobre afloramientos de Anortositas de Colombia, para proyecto ASICAL de la Unión Europea.
8. Se prepararon protocolos para socialización, divulgación y apropiación social del conocimiento de la información geoquímica.
9. Se adquirieron equipos especializados para realizar las actividades requeridas por el proyecto.



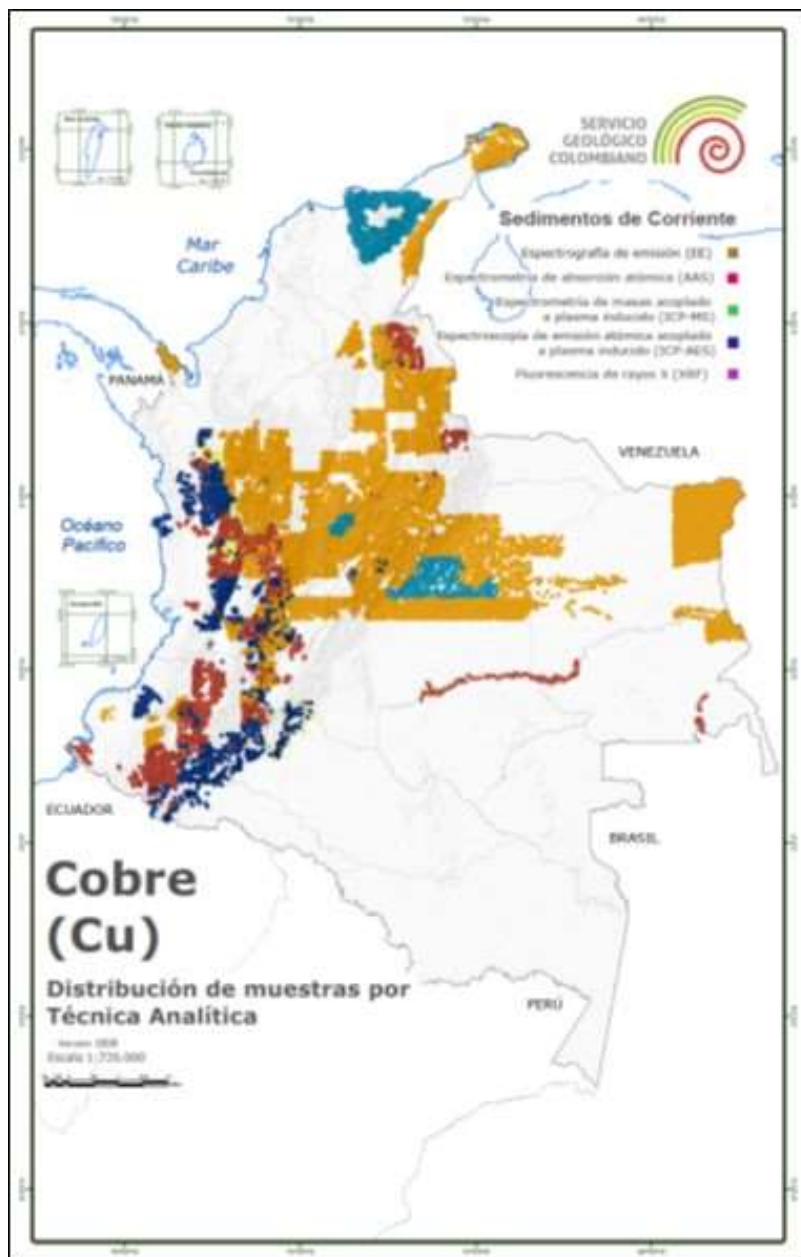
Cubrimiento con muestreo geoquímico de sedimentos de corriente a diferentes densidades de muestreo de acuerdo con las aplicaciones (1 muestra/25 km², 1 muestra / 16 km², 1 muestra / 9 km² and 1 muestra / 1 km²)

III. Atlas Geoquímico de Colombia

1. Se verificó, validó información y datos para completar información para el Atlas geoquímico de Colombia.
2. Se realizó el procesamiento de datos para cada elemento químico representado en el Atlas y se obtuvieron estadísticos básicos (AED), estadística multivariada, asociaciones, etc.
3. Se elaboraron para cada elemento químico, cuatro tipos de mapas: (a) Concentración química por Elemento, (b) Distribución de muestras totales incluidas y excluida, (c) Distribución de muestras por Técnica Analítica y (d) Distribución por técnicas de descomposición de la muestra.



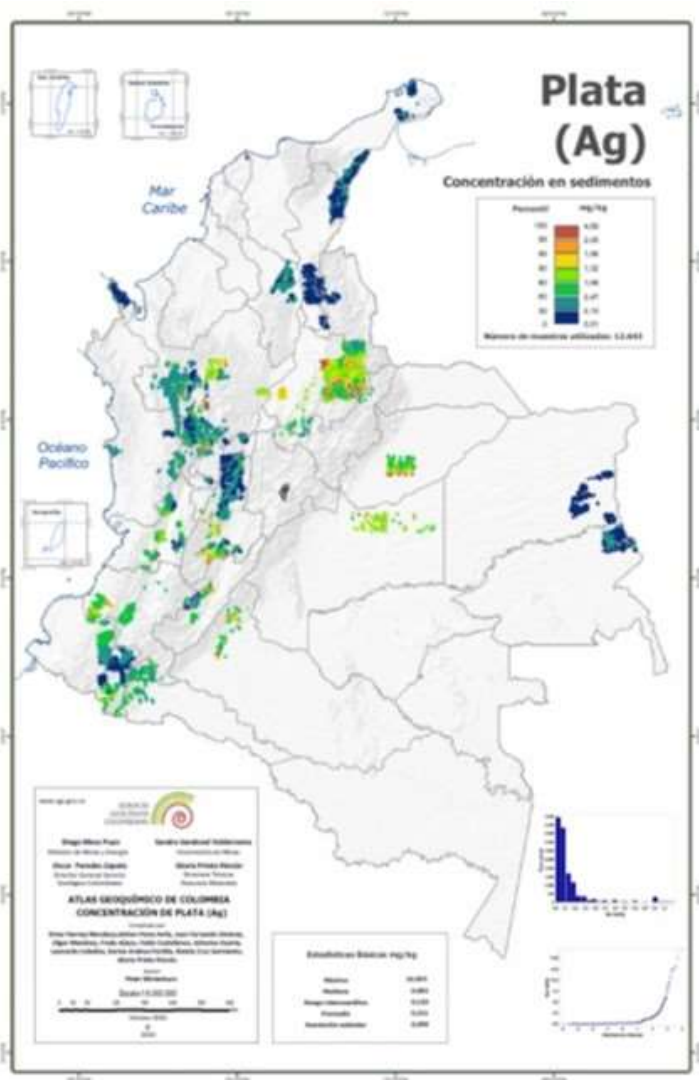
Atlas Geoquímico de Colombia, Versión 2020, Mapa de distribución de cobre (Cu) en sedimentos de corriente.



Atlas Geoquímico de Colombia, Versión 2020, Distribución de Muestras por Técnica Analítica para el elemento Cobre (Cu)

4. Se finalizó el Atlas Geoquímico de Colombia, versión 2020 con información geoquímica de sedimentos finos activos de corriente y sedimentos finos activos de lecho seco, el cual contiene 228 mapas temáticos que representan la distribución espacial de la concentración de 57 elementos químicos en el territorio nacional, cuya escala de presentación es 1:6.000.000.

5. Se elaboró memoria explicativa para cada uno de los 57 elementos incluidos en el Atlas incluyendo descripción tendencias geoquímicas en el territorio colombiano.
6. Se alista la publicación del Atlas Geoquímico de Colombia (AGC) versión 2020.
7. Se elaboraron contenidos para el micro sitio web de Geoquímica Aplicada en el portal del SGC, y la divulgación y entrega de información geoquímica de la DRM (gráficos, textos, audios, videos, entre otros).
8. Se desarrollaron actividades de apropiación social del conocimiento en Simposio virtual CGS2020.



Atlas Geoquímico de Colombia, Versión 2020, Mapa de distribución de plata (Ag) en sedimentos de corriente.

IV. Geología Médica

1. Se validó, organizó y almacenó la información en la Geodatabase EXPLORA
2. Se procesó, analizó, integró, interpretó y produjeron mapas y modelos para cada temática y zona investigada sobre efectos en salud de EPPs.
3. Se elaboraron informes técnicos sobre caracterización geoquímica de elementos potencialmente peligrosos para selenio en la cuenca del río Suárez en Palmas del Socorro Santander; para cadmio en San Vicente de Chucurí Santander; y para arsénico en Risaralda (Convenio SGC - Carder).
4. Se elaboró informe técnico sobre determinación de cadmio en suelos del Municipio de San Vicente de Chucurí, Santander.
5. Se elaboró informe técnico de investigación sobre Línea Base de Mercurio en Carbón para la zona carbonífera de Santander, parte occidental.
6. Se elaboró informe técnico de investigación sobre Línea Base de Mercurio en Carbón para la zona carbonífera de Checua-Lenguazaque (Cundinamarca y Boyacá)
7. Se elaboró informe técnico de investigación sobre Línea Base de Mercurio en Carbón para la zona carbonífera de Guataquí-Jerusalén, Guaduas-Caparrapí (Cundinamarca).
8. Se elaboró informe técnico de investigación sobre Línea Base de Mercurio en Carbón para la zona carbonífera de Tunja-Paipa-Duitama (Boyacá).
9. Se desarrollaron actividades de apropiación social del conocimiento sobre metodologías para estudios de movilidad de mercurio (Dirección Laboratorios SGC), Primer foro virtual "Hablemos de mercurio, uso, alternativas y gestión" (CAR).

apropiada para prospección de recursos minerales y aumentar el conocimiento geofísico del territorio nacional.

Objetivo Adquisición, procesamiento, integración, análisis e interpretación de información geofísica con el objetivo de aplicarla a elaboración de documentos, mapas, modelos, entre otros, para identificación de áreas con potencial para recursos minerales y otras aplicaciones en geociencias.

Productos y Entregables:

1. Datos e información geofísica a diferentes escalas (nacional, regional, local).
2. Mapas de anomalías geofísicas para Recursos Minerales (avance anual).
3. Modelos geofísicos
4. Documentos técnicos y de investigación temáticos

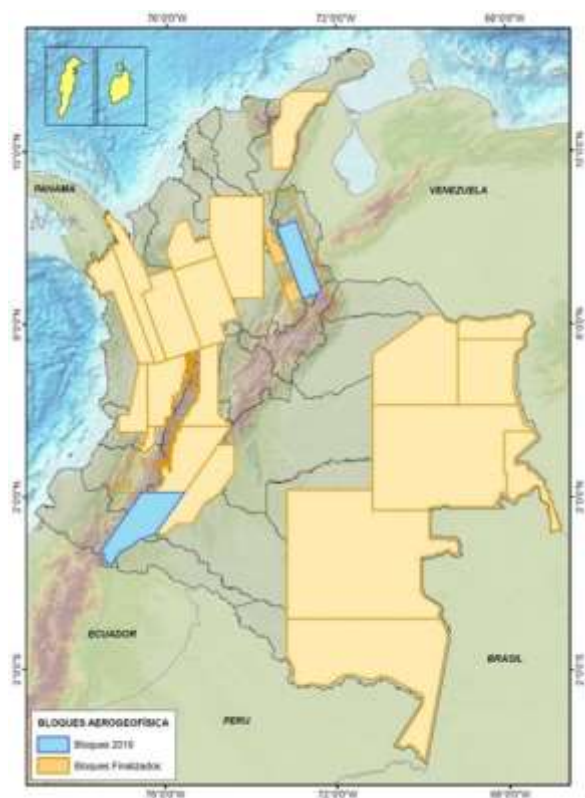
Beneficios: Disposición de información para la priorización de áreas de interés para investigación del potencial de recursos minerales en donde la información en terreno es escasa. Apoyo en la realización de estudios metalogenéticos y geológicos, e insumo en el diagnóstico de áreas de interés mineral investigadas por la Dirección de Recursos Minerales.

Avances y logros:

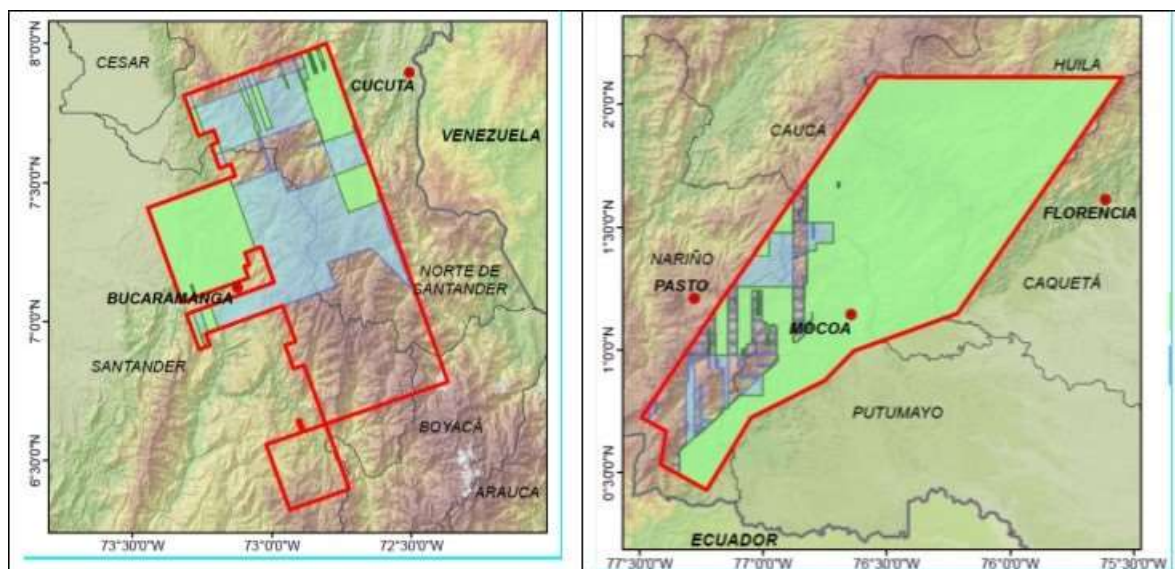
Los avances se centran en cuatro aspectos principales:

I. Adquisición de datos e información geofísica a diferentes escalas (nacional, regional, local).

1. Se avanzó en la fase de adquisición de información aerogeofísica de magnetometría y gama espectrometría en el bloque Nariño E, con un avance de 31.210 km lineales y 8.068 km lineales, respectivamente, que corresponden al 67% del total contratado (57.769 km lineales).
2. La información adquirida se verificó, validó, estructuró y almacenó en repositorio de la geodatabase EXPLORA.
3. La información geofísica disponible se procesó, analizó e interpretó para su uso en correlación geológica e identificación de potencial de recursos minerales.
4. Se verificó y seleccionó información geofísica para apoyar evaluación de potencial mineral en distritos metalogénicos.



Bloques de adquisición de magnetometría y gamma espectrometría aerotransportada. Azul Bloques Nariño E y Macizo.



Avance en adquisición de información aerogeofísica, Bloques Macizo (izquierda) y Nariño E (derecha). Azul: Información adquirida, Verde: cubrimiento completo.

5. Se adquirieron equipos especializados y software especializado para realizar las actividades requeridas por el proyecto (susceptibilímetros, magnetómetros).



Equipos de medición de susceptibilidad magnética y accesorios adquiridos



Equipos de gamaespectrometría adquiridos

II. Mapas de anomalías geofísicas para Recursos Minerales (Magnetometría y Gammaespectrometría versión 2020)

1. Se efectuó procesamiento, revisión, análisis estadístico de los datos de susceptibilidad magnética vs litología mediante diagramas de dispersión,

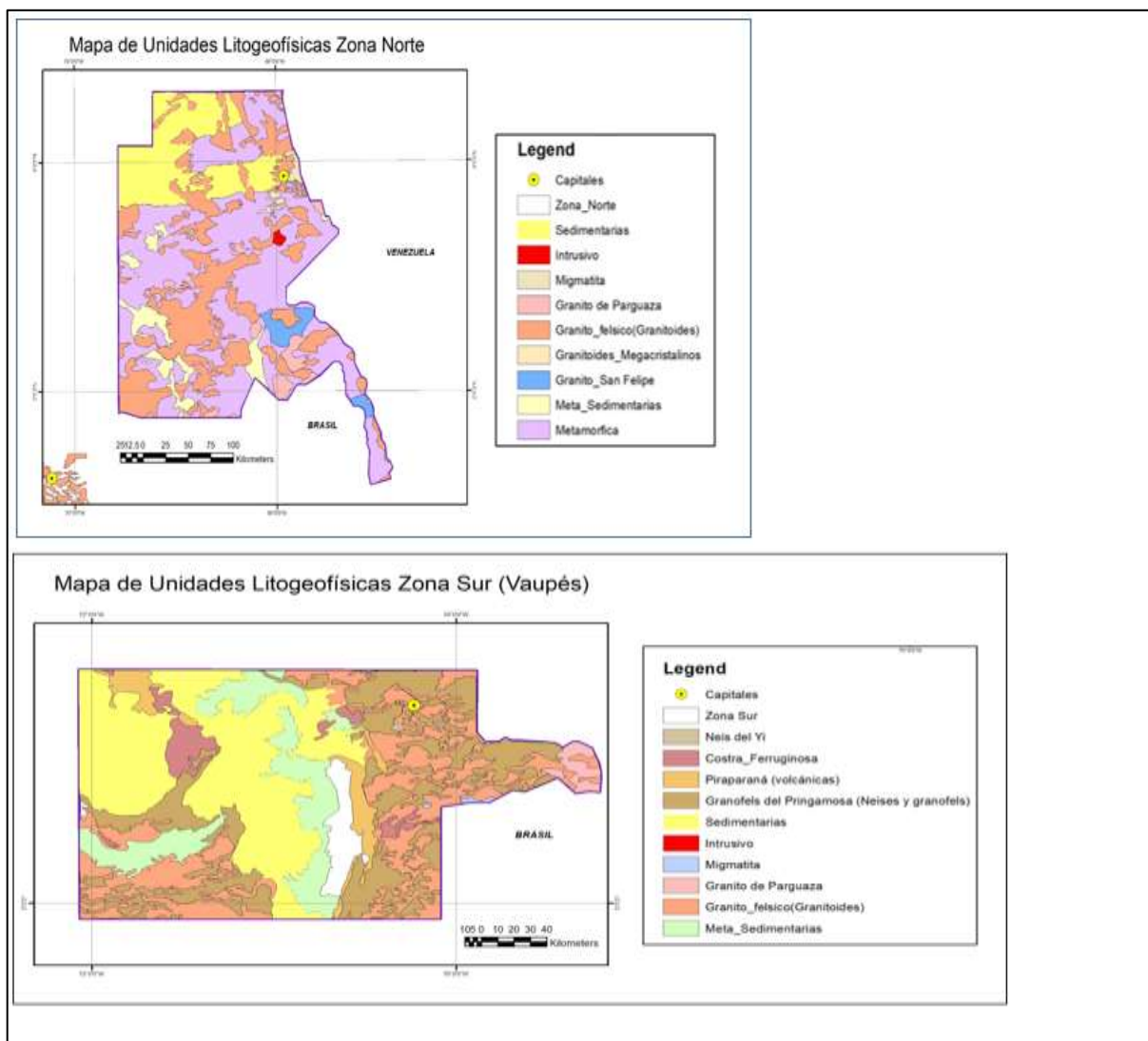
- interpretación y elaboración de informe científico y mapas de Integración Geológica – Geofísica de la Serranía de San Lucas – Batolito Antioqueño.
2. Se elaboró el Atlas de Integración Geológica – Geofísica para Bolívar y Antioquia (Serranía de San Lucas y Batolito Antioqueño) compilando 6 planchas a escala 1:200.000.
 3. Se elaboró el Atlas de Integración Geológica – Geofísica para el Oriente de Colombia (Orinoquía y Amazonía) compilando 10 planchas escala 1:500.000.
 4. Se realizó revisión, compilación, procesamiento, análisis, interpretación de información geofísica y elaboración de mapas de anomalías geofísicas para evaluar potencial mineral en distritos metalogénicos.
 5. Se realizó depuración geológica, geofísica y descripción detallada de las anomalías de las 25 fuentes magnéticas del bloque de Garzón.
 6. Se realizó el procesamiento, análisis, identificación de anomalías y elaboración de tabla de sectores de interés geofísico para evaluación de potencial mineral correspondientes al oriente colombiano.
 7. Se elaboraron los 4 mapas temáticos correspondientes al Mapa de Anomalías Geofísicas de Colombia versión 2020, (magnetometría y gamma espectrometría) versión 2020 que contiene 17 bloques.
 8. Se elaboró memoria del Mapa de Anomalías Geofísicas de Colombia versión 2020 incluyendo fuentes magnéticas y conceptualización geológica.
 9. Se avanzó conjuntamente con el grupo del Mapa Metalogénico de Colombia en la integración de la interpretación geofísica en la Versión 2020 del MMC (zonas: Andina oriental, Andina central, Andino Occidental - Sector Córdoba, Chocó - Sector Centro, Bloque Cauca Romeral - Sector Buenaventura), de las zonas: Andina oriental, Andina central, Andino Occidental - Sector Córdoba, Chocó - Sector Centro, Bloque Cauca Romeral - Sector Buenaventura.
 10. Se elaboraron anexos técnicos sobre la metodología para la interpretación de kimberlitas y carbonatitas en el oriente colombiano y sobre integración de información de anomalías geofísicas para el mapa Metalogénico de Colombia V2020.
 11. Se avanzó en la generación e interpretación de información geofísica para los informes diagnósticos en Áreas de Interés Mineral para la evaluación de potencial mineral del territorio nacional.

III. Modelos geofísicos

1. Se validó, analizó e interpretó información de las zonas Caribe, Andina y Amazónica y se identificaron dominios y estructuras magnéticas.
2. Se validó, analizó e interpretó información de las zonas Caribe, Andina y Amazónica y se identificaron dominios gamma espectrométricos.
3. Se elaboraron modelos 3D para correlación geológica y evaluación de potencial mineral en distritos metalogénicos.

IV. Documentos técnicos y de investigación temáticos y apropiación social del conocimiento

1. Se elaboraron documentos de investigación (artículos científicos) y documentos técnicos de divulgación y apropiación social del conocimiento en geofísica y sus aplicaciones:
 - Integración regional y modelado 3D de datos geofísicos aerotransportados, ejemplo: Mapa de anomalías geofísicas de Colombia para recursos minerales, Versión 2018.
 - Integración geológica – geofísica para Colombia. casos de estudio: Serranía de San Lucas – Batolito Antioqueño y oriente colombiano.
 - Datos geofísicos de magnetometría y gamma espectrometría aerotransportada para investigación del potencial de recursos minerales y conocimiento geocientífico en Colombia.
 - Caracterización de la respuesta magnética de depósitos minerales tipo pórfido en Colombia.
 - Estudio e integración de datos geológicos de superficie y métodos geofísicos (magnetometría y radiometría) en el sector oriental de la Amazonia y sur de la Orinoquia colombianas.
 - Interpretación geológica y geofísica integrada en los bloques Guainía y Vaupés en la Amazonia colombiana.
 - Interpretation of geophysical anomalies for mineral resource potential evaluation in Colombia: Examples from the northern Andes and Amazonian regions”; para el Boletín Geológico del SGC
2. Se integraron parámetros y directrices para distribución de datos e información geofísica y geoquímica aerotransportada de acuerdo con políticas de diferentes servicios geológicos a nivel mundial.
3. Se prepararon protocolos para socialización, divulgación y apropiación social del conocimiento de la información geofísica.
4. Se elaboraron cartillas y videos temáticos de apropiación social de conocimiento en geofísica



Mapas geofísicos de Oriente Colombiano

- **Proyecto 1001091 Huella Digital de Minerales en Colombia**

Descripción del Proyecto: La huella digital de un mineral está dada por una ensamble o asociación de elementos muy particular y específica de elementos químicos y sus isótopos, lo cual se logra mediante metodologías de química ultra fina. La identificación de la huella de los minerales es fundamental apoyar el proceso de trazabilidad y control en la cadena productiva minera

Objetivo: Identificar la huella digital de minerales en Colombia, mediante la implementación de metodologías de caracterización, análisis e interpretación de química ultra fina.

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre huella de minerales en depósitos minerales de Distritos mineros
2. Mapas temáticos (modelos de mineralización, otros).
3. Huella digital de minerales en depósitos minerales (Banco de Huella de minerales)
4. Documentos técnicos y de investigación temáticos

Beneficios: A largo plazo se pretende establecer un mecanismo de trazabilidad y control, de manera que esta herramienta sirva para fortalecer el proceso de fiscalización de la producción minera en Colombia.

Avances y logros:

Los avances se centran en cuatro aspectos principales:

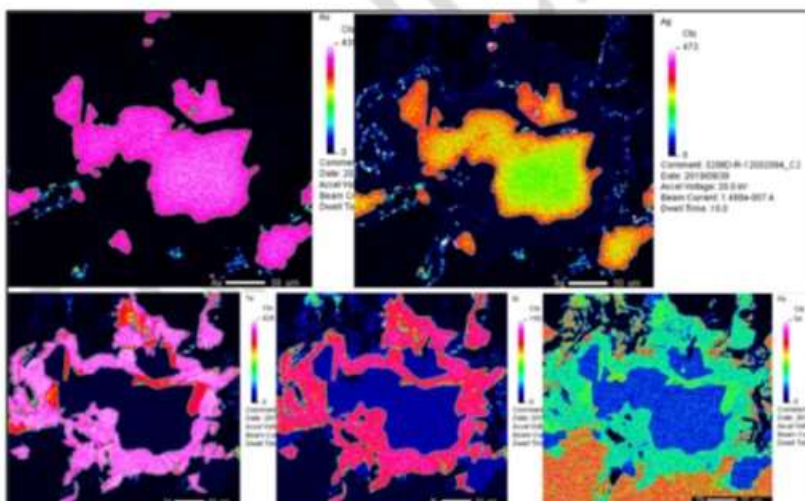
I. Distritos Mineros Investigados

1. Se identificaron muestras de otros proyectos de la DRM y de la DL, para analizarlas y utilizarlas para identificar la huella de minerales ante la imposibilidad de realizar muestras de campo por la emergencia de salud pública que vive el país.
2. Se adelantaron actividades para la caracterización e identificación de huella de minerales en el marco del Convenio 05 de 2020 SGC –DRM y UNAL Bogotá: informes diagnósticos, e informes de avance (Distritos mineros de Lobas, Mojana Bolivarense e Itsmina).
3. Se adelantó revisión del informe del distrito de Segovia - Remedios y sus respectivos anexos
4. Se realizaron análisis de laboratorio sobre las muestras disponibles (caracterización geológica, geoquímica, metalogénica, metalúrgicas, entre otras) en laboratorios especializados en Colombia (Universidad Nacional de Colombia, SGC) y altamente especializados en el exterior (Sur África y Australia).
5. Se efectuó análisis QA/QC de resultados de ICP-MS y LA-ICP-MS en granos de oro obtenidos en el laboratorio TSW de Australia.
6. Se Verificó, validó, y almacenó la información en la Geodatabase EXPLORA.
7. Se avanzó en el procesamiento, análisis, integración e interpretación de información y producción de modelos (estadística básica, bivariada, multivariada, geoquímica especializada, identificación de huella mineral).
8. Se elaboraron informes técnicos de investigación sobre cada distrito minero investigado: Análisis estadístico y procesamiento de datos e información, interpretación para identificación de huella de oro, y mapas, etc., de distritos trabajados (Buenos Aires - El Tambo, Marmato, Tesalia Aipe y La Llanada, y Segovia- Remedios, entre otros).



Distritos mineros en investigación para identificación de huella digital de oro.

9. Se realizó la revisión bibliográfica sobre análisis discriminantes y minerales.
10. Se elaboraron salidas gráficas de los mapas geológicos y de localización para los distritos mineros investigados.
11. Se actualizaron protocolos para muestreo de rocas para identificación de huella mineral
12. Se elaboraron documentos técnicos sobre huella digital de minerales – oro en las fases de beneficio de minerales auríferos y en la fase de refinación de oro.
13. Se revisaron análisis estadísticos realizados de EPMA y LA-ICP-MS y análisis individuales y grupales (comparativos) por distrito, sectores y zonas para ambas técnicas.



Ejemplo de mapa composicional de Rayos X de grano de oro asociado a telururos de bismuto, obtenido por EPMA.

II. Adquisición de Equipos Especializados para Laboratorio de Huella de Minerales

1. Se adquirieron equipos especializados para la adecuación del laboratorio de huella de minerales en el SGC, a fin de proveer los servicios analíticos necesarios para identificar la huella de minerales auríferos en Colombia, tales como espectrometría de masas acoplado a ablación láser - LA-ICP-MS, Espectrometría de masas - ICP-MS, Microfluorescencia de Rayos X - μ FRX, Difracción de Rayos X - DRX, Metasystem, Microtermometría, y Microraman, entre otros.
2. Se avanzó en la planificación y elaboración de protocolos y procedimientos para implementación de técnicas analíticas para identificación de huella de minerales en Colombia (DL – Cali).
3. Se avanzó en la Guía de procedimientos de laboratorio para muestras de Concentrados de Batea y en la “Guía para la descripción de la “ocurrencia”; o disposición de granos de oro en sección delgada pulida”.
4. Se adquirieron e instalaron microscopio triocular motorizado y sistema automatizado para digitalización de láminas petrográficas, dos equipos de microtermometría (uno para minerales traslúcidos y otro para minerales opacos), y un equipo microraman. Contratación Selección Abreviada - Subasta Inversa - SASI.

III. Implementación del Banco de Huella de Minerales

1. Se conceptualizó, implementó y adelantó fase de pruebas de aceptación del PMV (producto Mínimo Viable) del Banco de huella de minerales de Colombia en convenio especial de cooperación SGC - Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

2. Se realizaron jornadas técnicas de discusión sobre banco de huella de minerales con los grupos del proyecto del SGC (DGI- UNAL Medellín).
3. Se avanzó en el desarrollo de la plataforma tecnológica para el Banco de Huella de Minerales en convenio SGC - UNAL Medellín.
4. Se apoyó a base de datos, en el proceso para la actualización de la Base de Datos Explora. Se apoyó la revisión de formatos de toma de muestra de roca, toma de muestra de concentrado de batea, análisis metalográfico y análisis de infrarrojo. Apoyo en la fase de pruebas de Plataforma Explora

IV. Apropiación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de apropiación social del conocimiento en eventos nacionales e internacionales.
2. Se elaboraron cartillas y videos temáticos de apropiación social de conocimiento en huella digital de minerales

2. Grupo Investigación y Prospección de Recursos Minerales Metálicos

Proyecto 1001372 Mapa Metalogénico de Colombia

Descripción del Proyecto: El Mapa Metalogénico de Colombia es un mapa a escala regional que contiene elementos metaogénicos como dominios, provincias, cinturones y distritos en los cuales se presenta la distribución espacial y temporal de los depósitos minerales, ocurrencias, y prospectos de Colombia, con lo que se convierte en una herramienta fundamental para la prospección y exploración de minerales.

Necesidad de la definición de la distribución, edades y características de los diferentes tipos de depósitos minerales para la investigación del potencial para recursos minerales en el territorio colombiano.

Objetivo: Generar, compilar, analizar e interpretar información sobre depósitos, ocurrencias y prospectos minerales para delimitar dominios, provincias, cinturones y distritos metalogénicos del territorio colombiano.

Productos y Entregables:

1. Datos e información metalogénica a diferentes escalas (nacional, regional, local)
2. Mapa Metalogénico (avance anual)
3. Mapas de depósitos minerales
4. Distritos metalogénicos
5. Documentos técnicos temáticos.

Beneficios: Como herramienta de Investigación, prospección y exploración de minerales es fundamental para el diagnóstico y evaluación del potencial mineral de un área en función de qué tipo de recurso mineral puede estar presente. Aportar en el conocimiento de la historia geológica del territorio, en términos metalogenéticos.

Avances y logros:

Los avances se centran en cuatro aspectos principales:

I. Compilación de Información para el Mapa Metalogénico de Colombia

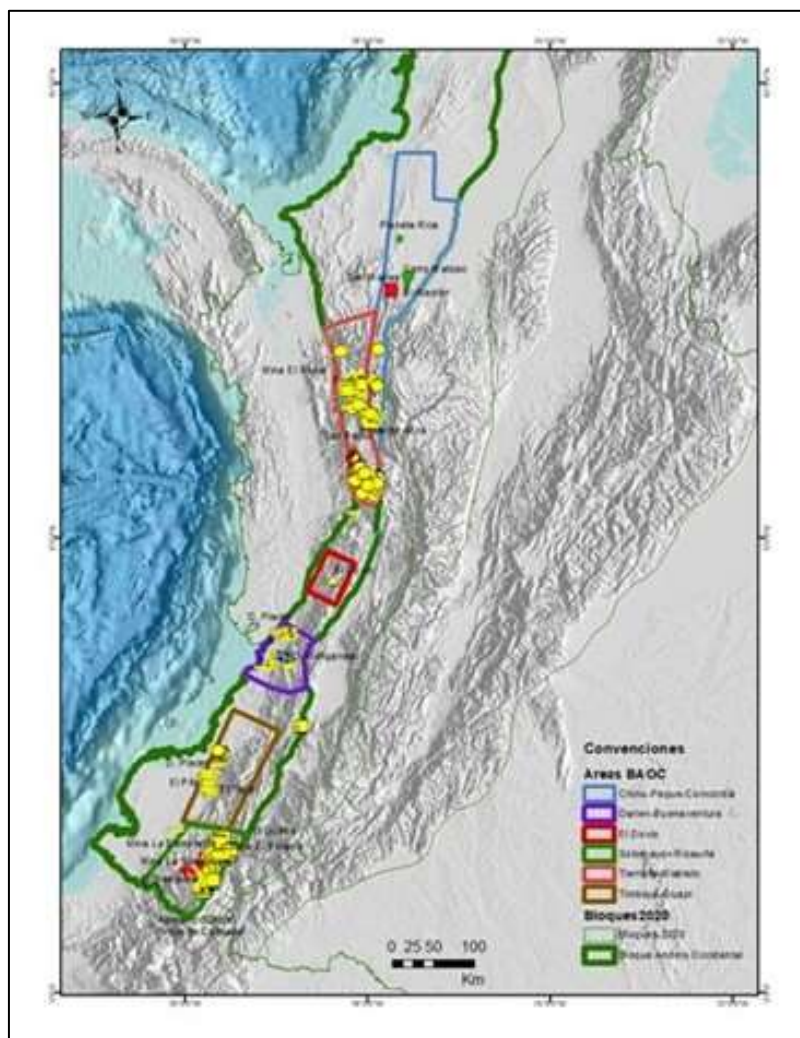
1. Se compiló, revisó, validó, actualizó y verificó información sobre depósitos, mineralizaciones, ocurrencias para el Mapa Metalogénico de Colombia versión 2020 (MMC).
2. Se actualizó información geocronológica asociada a magmatismo y depósitos minerales para actualizar base de datos de depósitos minerales para la versión 2020 del MMC
3. Se compiló y analizó información geológica y tectónica para el marco geotectónico del MMC versión 2020.
4. Se estructuró y almacenó la información en la Geodatabase EXPLORA.

II. Levantamiento de información metalogénica

1. Se ejecutaron actividades de análisis de información metalogénica (e.g., geocronología, litogeoquímica, metalografía) para consolidación de modelos regionales y locales por el SGC y en convenio con MDRU - UBC.
2. Se organizó, verificó y almacenó información y muestras colectadas (veta y roca caja) de las áreas de Interés Metalogénico: Batolito Antioqueño y sector N del Cinturón Paleoceno/Plioceno, en los municipios de Segovia, Zaragoza, Remedios, Yalí, Argelia, Sonsón y Abejorral (Antioquia)
3. Se ejecutaron actividades de verificación y selección de muestras para caracterización metalogénica de distritos metalogenéticos para evaluación de potencial mineral (Convenio SGC – Universidad Nacional de Colombia).
4. Se ejecutaron análisis especializados para metalogeniay para caracterización metalogenética de distritos metalogénicos en laboratorios nacionales SGC, UNAL (petrografía de roca, espectrometría de infrarrojo, microtermometría y micro-Raman de inclusiones fluidas, entre otros) y externos especializados en MDRU-UBC (geoquímica especializada, geocronología).
5. Se elaboraron informes diagnósticos sobre distritos metalogenéticos (Convenio SGC – UNAL de Colombia).
6. Se avanzó en la elaboración de informes sobre caracterización de distritos metalogénicos (Convenio SGC – UNAL de Colombia).

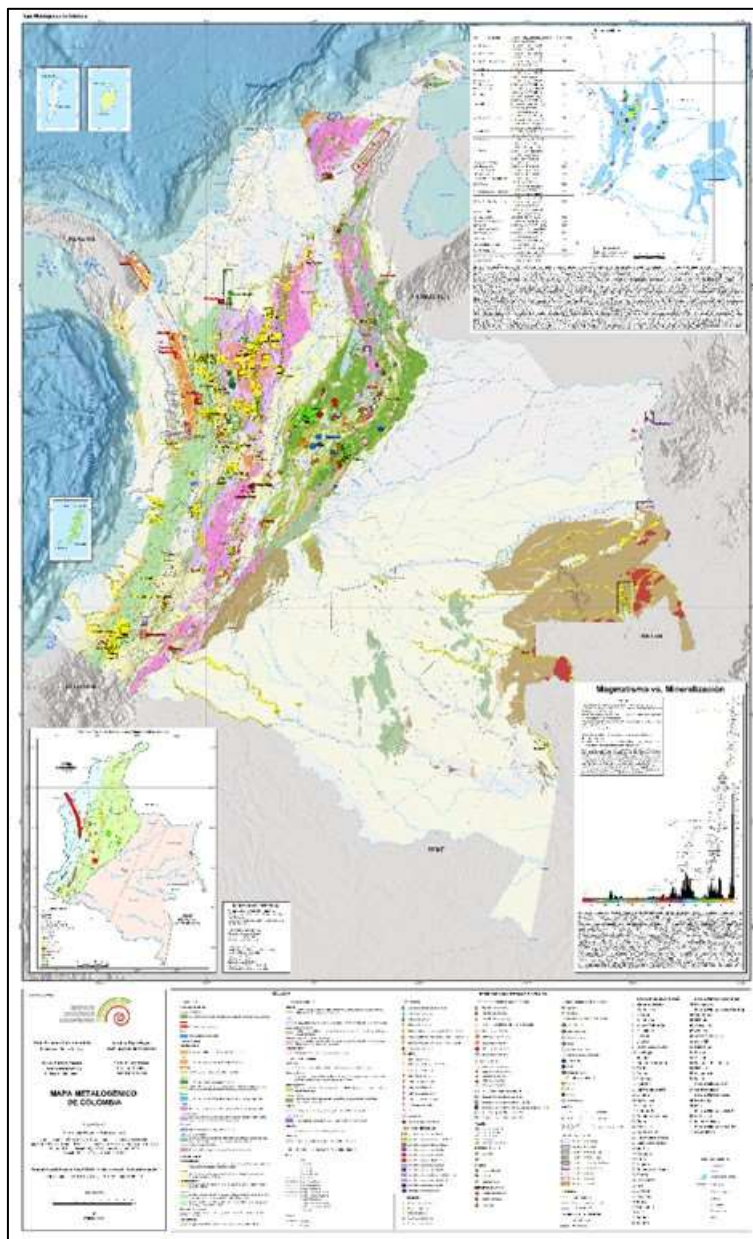
III. Elaboración del Mapa Metalogénico de Colombia (MMC) versión 2020

1. Se avanzó en las actividades del convenio especial de cooperación SGC - MDRU orientado a adquirir información metalogénica en depósitos mineros para la versión 2020 del MMC.
2. Se analizó e integró información geoquímica y geofísica regional para definir elementos metalogénicos del MMC versión 2020.
3. Se realizó el análisis multicapa de la información geoquímica (Atlas geoquímico) y geofísica para Serranía de San Lucas y Bloque Oriente.
4. Se integró y se hizo interpretación regional de la información metalogénica para los bloques andino central, occidental, Chocó y Guajira.
5. Se analizó e integró información metalogénica detallada para definir elementos metalogénicos del MMC versión 2020.
6. Se compiló y analizó información sobre la evolución geológica y tectónica para definir el marco geotectónico de la versión 2020 del MMC.
7. Se compiló y estandarizó información litogeoquímica y geocronológica de Colombia para MMC versión 2020.
8. Se actualizaron y generalizaron las unidades litoestratigráficas y las estructuras geológicas registradas en el Mapa Geológico de Colombia (50k, 100k y 1.5M) para la elaboración y salida gráfica del MMC versión 2020.
9. Se elaboró el Mapa Metalogénico de Colombia versión 2020.
10. Se elaboró memoria explicativa del Mapa Metalogénico de Colombia versión 2020.
11. Se participó en la elaboración del Mapa Metalogénico de América Central y El Caribe junto con los servicios geológicos integrantes de ASGMI.
12. Se elaboró informe sobre anortositas como fuentes de Al para la ASGMI y proyecto de la Unión Europea.



Análisis temático por zona. Bloque andino occidental

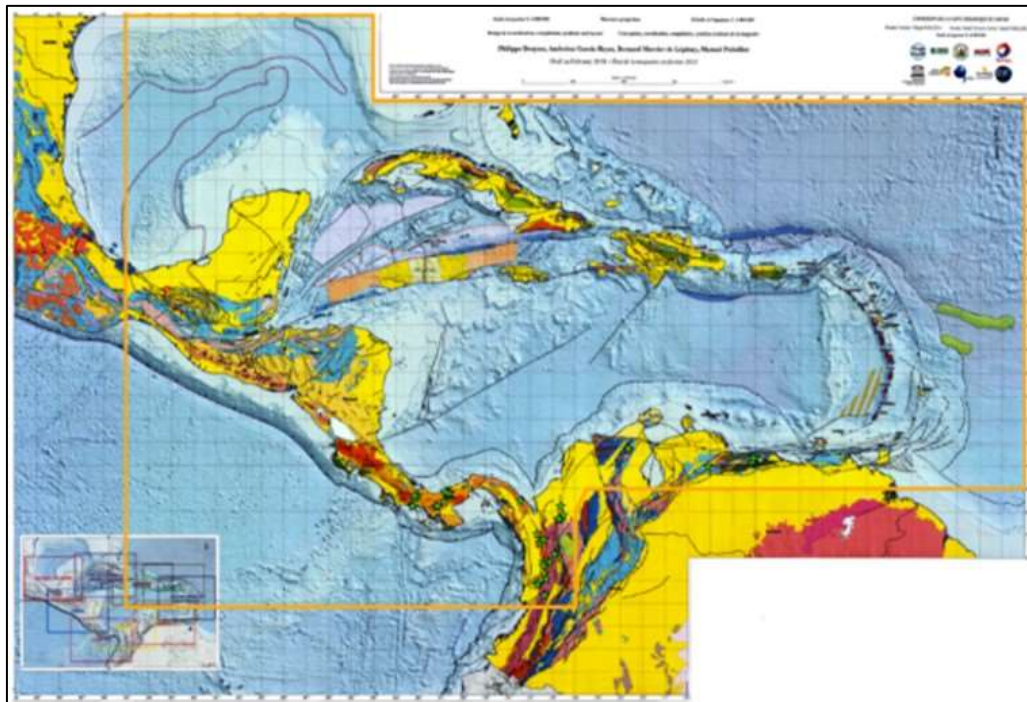
13. En el marco del Convenio SGC-UNAL 011 de 2020 y por parte de la supervisión del SGC, se avanzó así:
 - a. Petrografía de secciones delgadas.
 - b. Espectrometría de infrarrojo
 - c. Microtermometría y micro-Raman de inclusiones fluidas
14. Se revisaron informes de caracterización metalogénica de cuatro (4) zonas (convenio SGC-UNAL 011 de 2020).
15. Se estandarizaron, validaron y cargaron nuevos registros de depósitos en la GDB EXPLORA



Mapa Metalogénico de Colombia (MMC) versión 2020

IV. Apropiación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de apropiación social del conocimiento en eventos nacionales e internacionales.
2. Se elaboraron cartillas y videos temáticos de apropiación social de conocimiento en metalogenia



Región del Mapa Metalogénico de América Central y el Caribe

- **Proyecto 1001373 Áreas con Potencial para Recursos Minerales**

Descripción del Proyecto: En cumplimiento del objeto misiones del SGC de generar conocimiento del subsuelo del territorio nacional y en particular de la Dirección de Recursos Minerales de aportar al conocimiento del potencial de recursos minerales de Colombia, se identifican áreas con potencial mineral para brindar información al sector Minero-energético para planear el aprovechamiento sostenible de recursos para el desarrollo económico y social de Colombia

Objetivo: Integrar la información Geológica, Geoquímica, Geofísica y Metalogenética para identificar blancos de interés y realizar la evaluación del potencial de un territorio para alojar mineralizaciones y de ésta manera aportar información para tomar decisiones sobre su aprovechamiento sostenible en lo económica, ambiental y social.

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre caracterización metalogénica y de potencial de minerales de áreas de interés.
2. Mapas temáticos (zonificación de alteración, otros)
3. Áreas con potencial mineral identificadas

4. Informes técnicos (evaluación del potencial mineral de áreas)

Beneficios: Se proveen herramientas técnicas para la ANM y sector minero-energético sobre las cuales realizar gestión del potencial minero del territorio.
Se aporta al conocimiento geológico/metalogenético en áreas no conocidas.

Avances y logros:

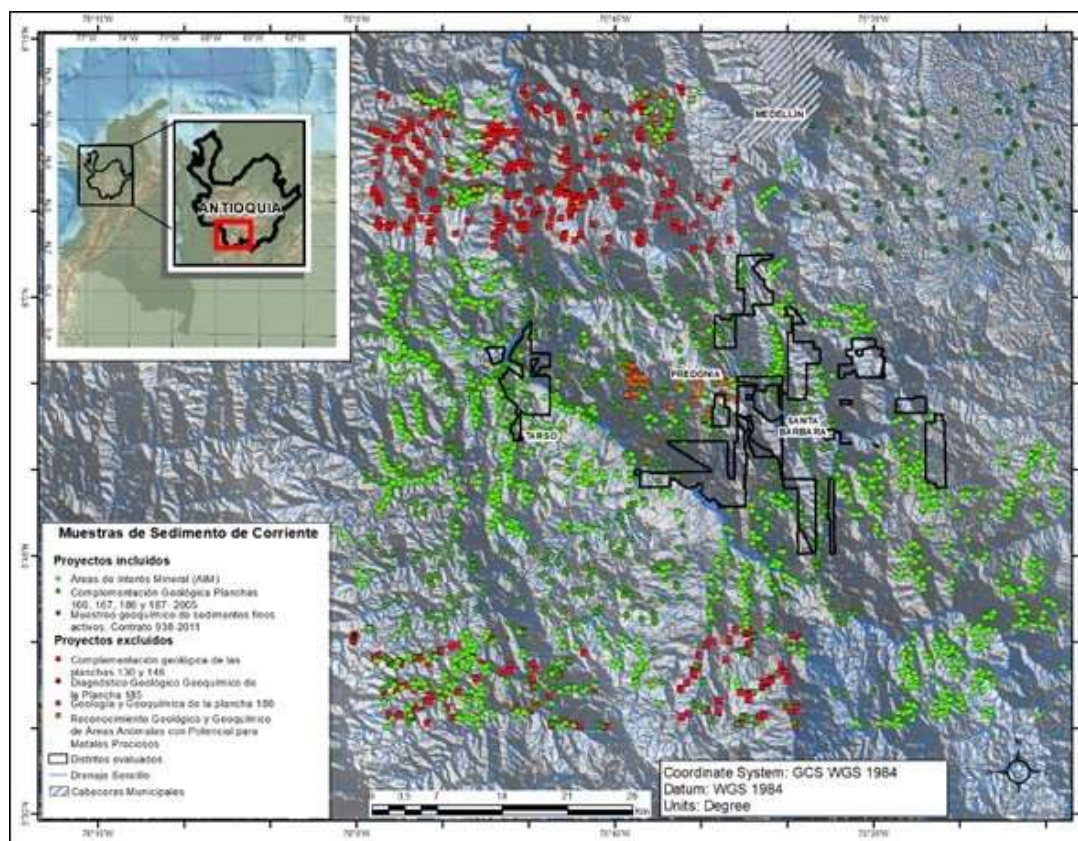
Los avances se centran en cuatro aspectos principales:

I. Identificación de distritos metalogénicos para evaluación de potencial mineral

1. Se identificaron 20 distritos metalogénicos para evaluar potencial mineral de minerales de cobre, oro y polimetálicos.
2. Se elaboraron informes diagnósticos para 20 distritos metalogénicos identificados con potencial para cobre polimetálicos y otros minerales estratégicos para el país.
3. Se Identificaron 11 nuevos distritos metalogénicos para continuar la evaluación de potencial mineral.

II. Adquisición de información para evaluación de potencial mineral en distritos metalogénicos

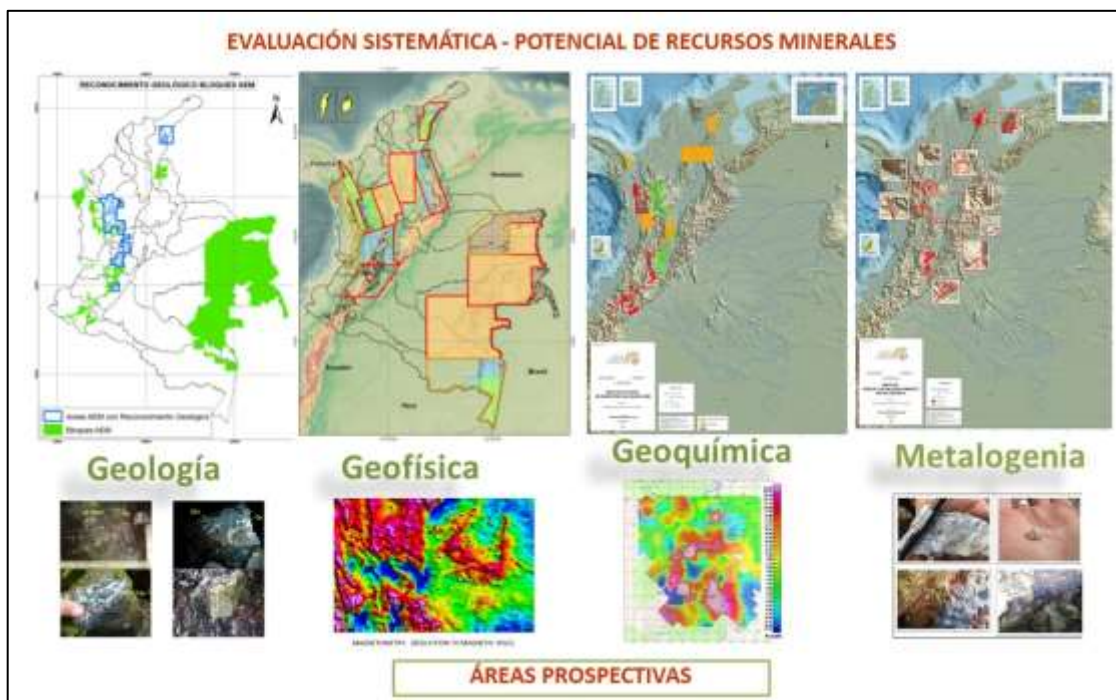
1. Se adquirió información y muestras de rocas, sedimentos y concentrados, para caracterizarlos y evaluar potencial mineral en distritos metalogénicos de interés para oro, cobre y polimetálicos.
2. Se seleccionaron muestras para nuevos análisis (sedimentos, rocas, mineralizaciones, etc.) en distritos metalogénicos con potencial para cobre polimetálicos y otros minerales estratégicos para Colombia.
3. Se ejecutaron análisis de laboratorio geológicos, geoquímicos especializados, geocronológicos, entre otros, en laboratorios especializados y en el SGC y en la Universidad Nacional (Convenio UNAL - SGC).
4. Se verificó, validó y archivó la información en la geodatabase EXPLORA.



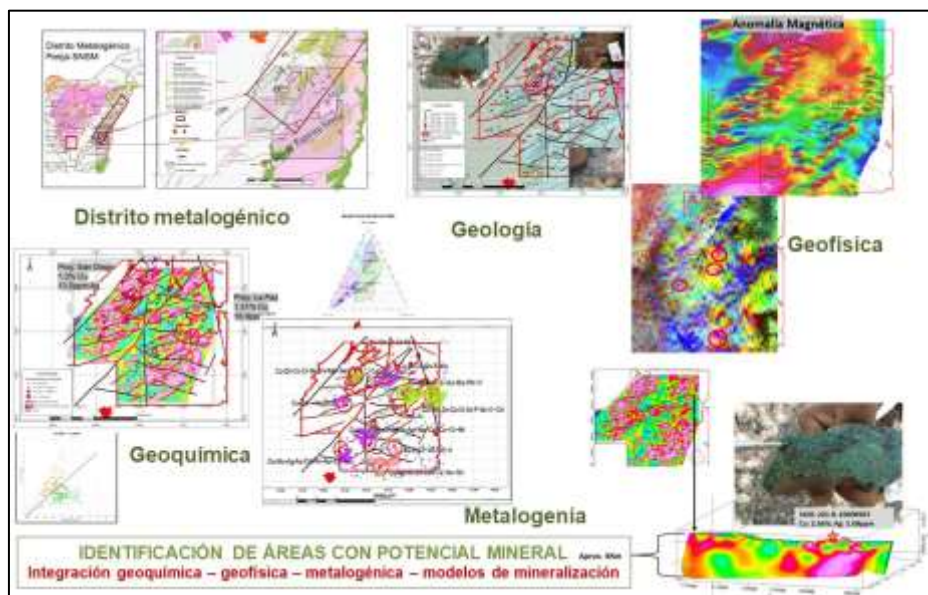
Muestreo de sedimentos de corriente en distrito metalogénico de Fredonia, Antioquia

III. Evaluación de potencial mineral en distritos metalogénicos

1. Se elaboraron 20 informes diagnósticos en distritos metalogénicos para evaluar potencial mineral de cobre, oro y polimetálicos, integrando información geológica, geoquímica, geofísica y metalogénica disponible.

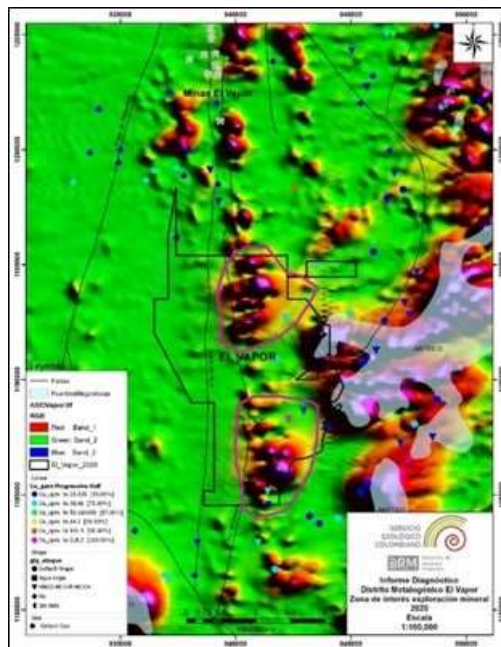


Esquema general para evaluación de potencial mineral en la DRM.

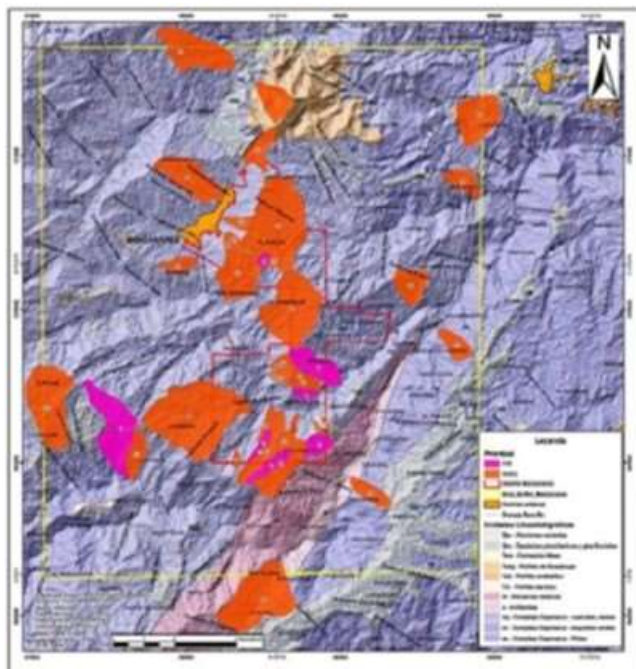


Evaluación de potencial mineral en distritos metalogénicos.

2. Se avanzó en análisis de laboratorio de muestras disponibles.
3. Se procesó, integró (geología, geoquímica, geofísica, metalogenia), analizó, interpretó, se produjeron mapas de evaluación de potencial mineral en los distritos investigados.



Zonas de prioridad para desarrollar los trabajos de exploración dentro del distrito metalogénico de El Vapor.



Evaluación de potencial geoquímico en distritos metalogénicos localizados en el departamento de Caldas.

4. Se evaluó potencial mineral para cobre y polimetálicos en cinco (5) distritos metalogénicos.
5. Se realizaron informes de evaluación de potencial mineral en cinco (5) distritos metalogénicos.
6. Se avanzó en la evaluación de potencial mineral en 5 distritos metalogénicos, en los cuales se programarán actividades de campo para completar la evaluación de potencial mineral correspondiente.

IV. Apropiación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de apropiación social del conocimiento en eventos nacionales e internacionales (CGS2020, ASGMI, EU).
2. Se elaboraron cartillas y videos temáticos de apropiación social de conocimiento en áreas con potencial mineral.

3. Grupo Investigación y Exploración de Recursos Minerales Energéticos

- **Proyecto 1001365 Investigación y Prospección de Gas Metano Asociado al carbón**

Descripción del Proyecto: Colombia necesita explorar fuentes alternas de minerales energéticos para disponer de información que le permita decidir acerca de los planes de producción de energía y en tal sentido el gas metano asociado a carbón (GMAC) se constituye en una fuente alterna de energía. *La DRM del SGC, inicia con los estudios de exploración de Gas Metano Asociado al Carbón (GMAC), para obtener información sobre el origen, acumulación y potencialidad de este recurso, como fuente de energía, implicaciones como gas Efecto invernadero y manejo eficiente para garantizar seguridad minera*

Objetivo: Investigar, prospeccionar y explorar recursos de gas metano asociado al carbón (GMAC) en áreas carboníferas del país

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre GMAC
2. Mapas temáticos Modelos de mineralizaciones
3. Áreas con potencial mineral identificadas
4. Informes y documentos técnicos temáticos

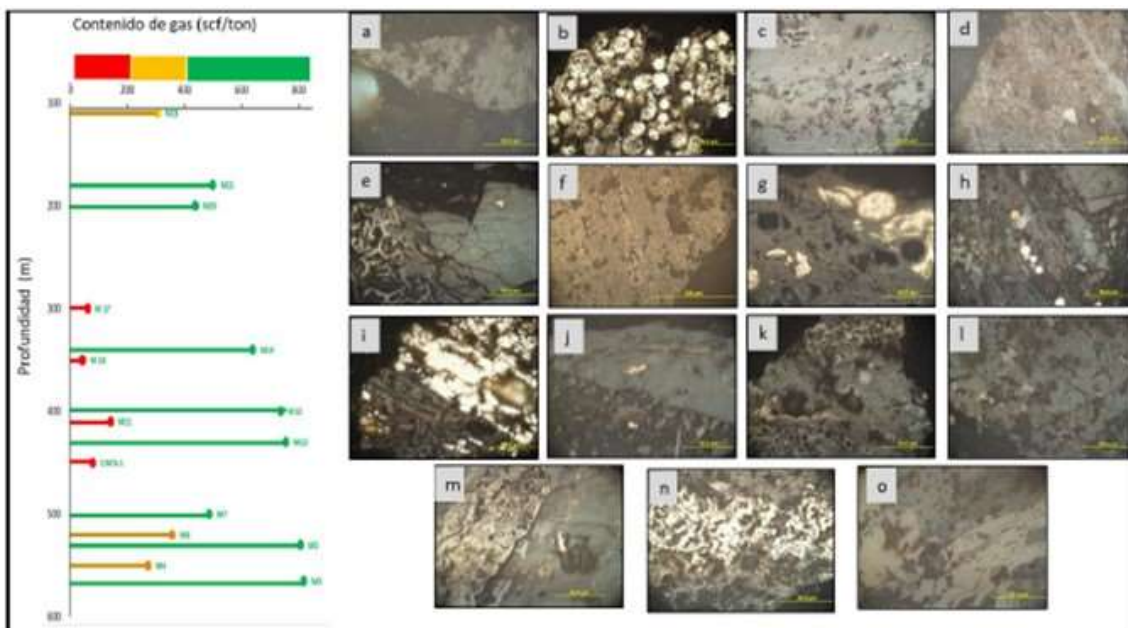
Beneficios: Encontrar fuentes alternas de energía, disponer de información sobre su rol como gas de efecto invernadero y optimizar su manejo para la seguridad minera.

Avances y logros:

Los avances se centran en dos aspectos principales:

I. Investigación y prospección de Gas Metano Asociado a Carbón (GMAC)

1. Se entregaron a la litoteca del SGC 1200 metros de núcleos de perforación recuperados
2. Se procesó, interpretó información, y produjeron mapas geológicos, escala 1:25.000 del área Cucunubá – Guachetá, Departamento de Cundinamarca para evaluación de potencial de Gas Metano asociado a Carbón (GMAC).
3. Se realizó interpretación estratigráfica y sedimentológica, mediante el registro fotográfico de los núcleos obtenidos en la realización de las perforaciones estratigráficas realizadas.
4. Se elaboró informe final sobre Prospección y Evaluación de Gas Metano Asociado al Carbón en el área Cucunubá – Guachetá, Departamento de Cundinamarca, incluyendo cálculos de recursos de Gas Metano asociado a los Mantos de Carbón, mediante la utilización del software Terragam en las muestras tomadas en las perforaciones realizadas en los municipios de Lenguaque y Guachetá, Departamento de Cundinamarca.
5. Se inició efectuaron análisis petrológico de los carbones del área de Landázuri, Departamento de Santander, como continuación del estudio realizado perforación de dos pozos estratigráficos para la investigación de contenido de GMAC en el Sinclinal de Armas, localizado al sureste de la cuenca del Valle Medio del Magdalena. El énfasis será determinar la composición orgánica y rango de los carbones como producto de los estados de carbonización del material vegetal original de la turba y del marco deposicional, como elementos para inferir las facies del carbón y la capacidad de los macerales de adsorber y desorber gas, relacionado con la porosidad y permeabilidad del carbón y la generación de gas metano.



Imágenes de análisis petrográfico de mantos de carbón

6. Se adelantó cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA.
7. Se realizó investigación e informe técnico “Análisis petrológico de los carbones del área de Landázuri – VMM, Departamento de Santander.
8. Se realizó informe de avance de recopilación bibliográfica de información geológica en el área de Zulia –Chinacota, Departamento de Norte de Santander, se realizaron pruebas en el formato “Data Collector” para el posterior investigación y prospección de gas metano asociado al carbón en ésta área.
9. Se avanzó en la elaboración de la primera versión del “Mapa de Potencial de Gas Metano asociado al Carbón en Colombia” y su correspondiente memoria técnica.
10. Se finalizó el documento técnico sobre recopilación de información bibliográfica de carbón en el área Zulia – Chinacota, Departamento de Norte de Santander para investigar y prospeccionar gas metano asociado al carbón en ésta área, con colecta de información en campo, ejecución de perforaciones estratigráficas para muestrear mantos de carbón y evaluar contenido de gas metano.
11. Se finalizó el documento técnico “Análisis petrológico de los carbones del área de Landázuri – VMM, relacionado con el contenido de gas”. A partir de 26 muestras de mantos de carbones de pozos perforados en el proyecto GMAC de 2016 en el área de Landázuri, Departamento de Santander. Con las mediciones de contenido de gas y el estudio petrográfico detallado de la naturaleza y grado de preservación de los macerales y materia mineral que se realizó para el presente estudio, se determinó la relación existente entre la composición de la materia orgánica y el gas desorbido.



Prospección de gas metano asociado a carbón (GMAC)

II. Apropriación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de divulgación y apropiación social del conocimiento sobre gas metano asociado a carbón (GMAC).

- **Proyecto 1001367 Investigación Prospección y Evaluación de Recursos Carboníferos**

Descripción del Proyecto: Colombia requiere explorar los recursos carboníferos en áreas que no han sido objeto de evaluación de recursos en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander, Meta, Casanare, entre otros, conocer la calidad y características de éstos carbones, evaluar y calcular éstos recursos. Adicionalmente ante las tendencias mundiales, deben investigarse usos alternativos y su utilidad como fuente de otros minerales críticos o estratégicos.

Colombia requiere investigar sobre usos alternos de carbones colombianos Se realizan estudios en el marco que corresponde al estudio de áreas de potenciar carboníferas que no han sido evaluadas, se busca realizar cartografía de los mantos de carbón.

Objetivo: Investigar, prospeccionar, explorar y evaluar sistemáticamente recursos carboníferos del país.

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre carbones
2. Mapas temáticos Modelos de mineralizaciones
3. Áreas con potencial mineral identificadas
4. Informes y documentos técnicos temáticos

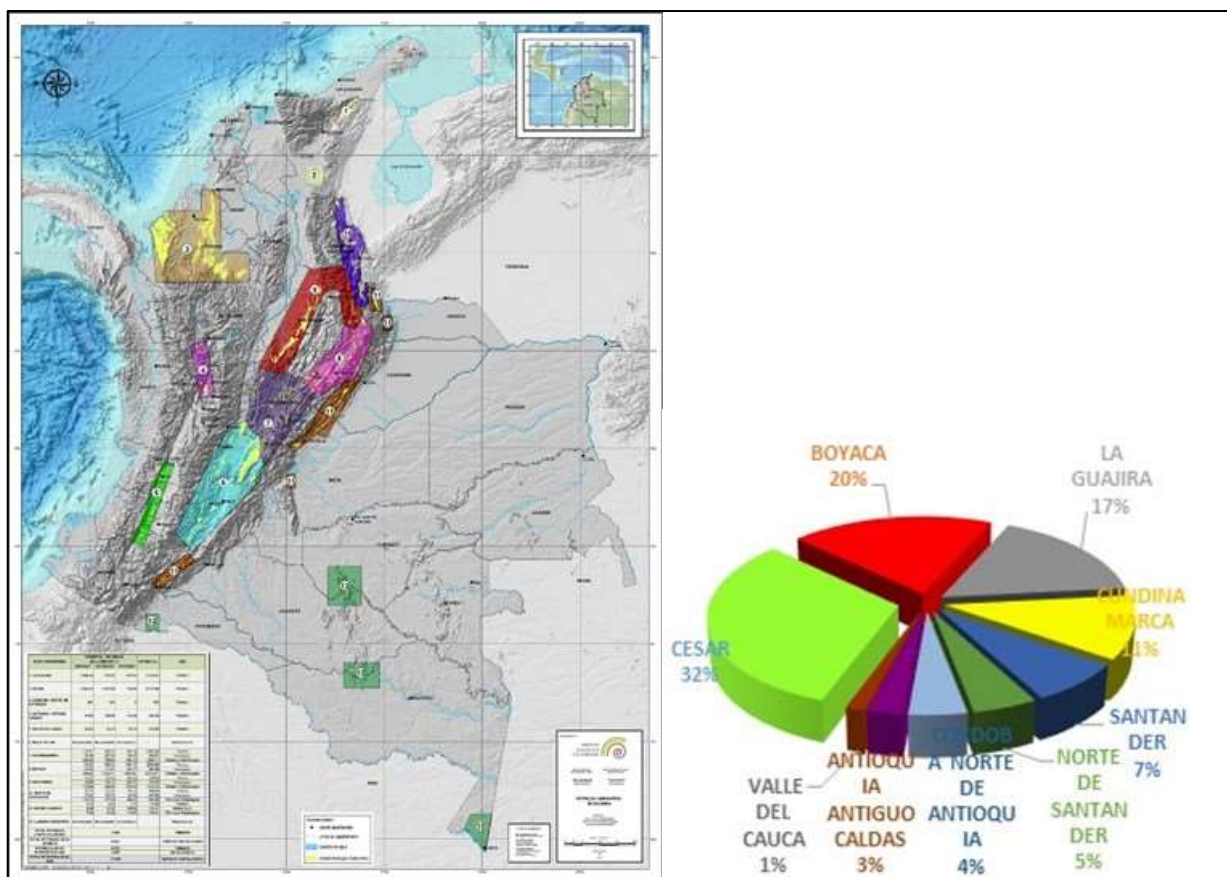
Beneficios: Generar información sobre el conocimiento geocientífico del país y del potencial, características y potencial de uso de recursos carboníferos del país.

Avances y logros:

Los avances se centran en dos aspectos principales:

I. Investigación y prospección de carbones

1. Se realizó cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA
2. Se realizó integración, procesamiento e interpretación de información y de datos.



Cuencas carboníferas objeto de investigación.

3. Se finalizó el procesamiento, interpretación de la información en el área de Ciénaga de Oro, Departamento de Córdoba.
4. Se finalizó informe sobre Prospección y Evaluación de Recursos Carboníferos en el área de Ciénaga de Oro, Departamento de Córdoba: 4 mapas geológicos, 24 mapas de contornos estructurales escala 1:25.000 e informe técnico.

5. Se realizó investigación y se produjo informe técnico sobre Petrología de carbones en el Pie de Monte Llanero.
6. Se procesaron y analizaron los datos adquiridos de mediciones gamaespectrométricas realizadas en el área carbonífera de Amaga – Antioquia, con un equipo gamaespectrometro RS 230 portátil, para medir la presencia de elementos radioactivos asociados a los mantos de carbón o a las rocas adyacentes, como estudio preliminar para identificar presencia de elementos de Tierras Raras (ERE) asociados a los mantos de carbón, en una zona piloto del Departamento de Antioquia.
7. Se avanzó en investigación sobre usos alternativos del carbón.
8. Se avanzó en el análisis de información sobre estudios relacionados con elementos de Tierras Raras (REE) asociados a carbones.
9. y se finalizó el documento técnico “Estudio diagnóstico sobre Potencial de Tierras Raras (REE) en cuencas carboníferas de Colombia”, haciendo énfasis en técnicas analíticas utilizadas para los estudios de presencia de tierras raras asociadas a carbones y de los contextos geológicos de los depósitos de carbón en Colombia y su relación con presencia de elementos de tierras raras. El documento contiene análisis de información para establecer ambientes tectónicos-sedimentarios, posibles áreas fuentes de sedimentos, actividad volcánica y eventos intrusivos registrados, entre otros factores, ocurridos en las once cuencas sedimentarias con presencia de carbones
10. Se analizó la información y se concluyó que cada una de las cuencas analizadas posee características particulares que influyen en el enriquecimiento de tierras raras, de tal modo que la exploración de tierras raras en las áreas carboníferas exige una metodología detallada que defina la secuencia estratigráfica y caractericen los mantos en un contexto geológico. Lo anterior definirá el programa de actividades para realizar un muestreo de carbones y de rocas adyacentes a los mantos de carbón que sea sistemático y representativo de cada una de las áreas de interés.
11. Se elaboró artículo para publicación en revista internacional del artículo “Petrological studies of coal in the Piedemonte Llanero basin – Colombia”.

Objetivo: Investigar, prospeccionar y explorar potencial de uranio con sus asociados torio y potasio.

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre Uranio
2. Mapas temáticos Modelos de mineralizaciones
3. Anomalías y áreas con potencial mineral identificadas
4. Informes y documentos técnicos temáticos

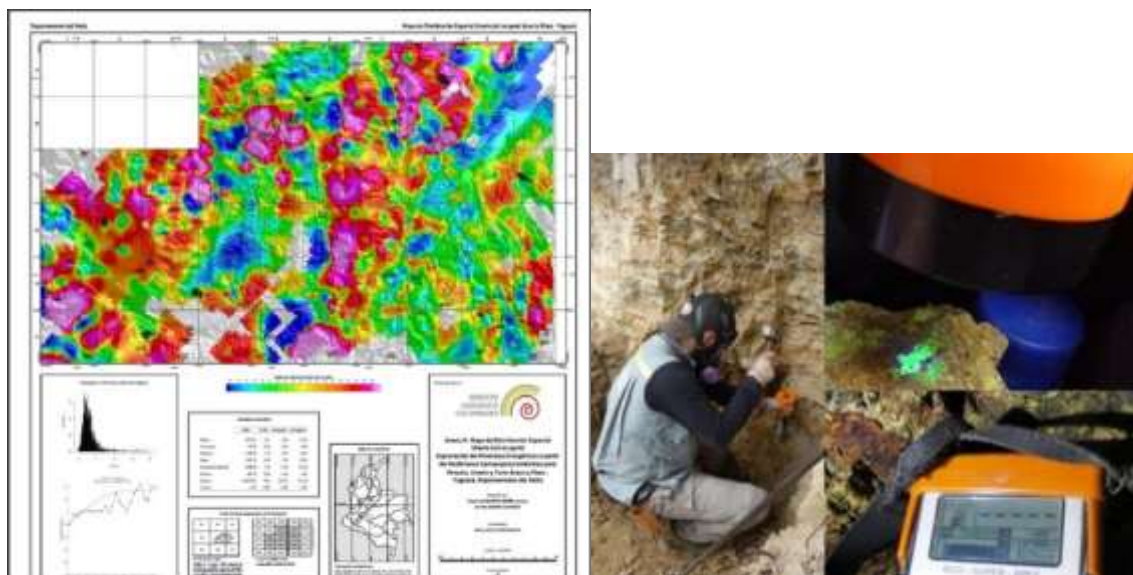
Beneficios: Generar información geocientífica de Colombia y sobre anomalías de uranio para tener en cuenta en desarrollo energético y en el ordenamiento territorial de los municipios, entre otros.

Avances y logros:

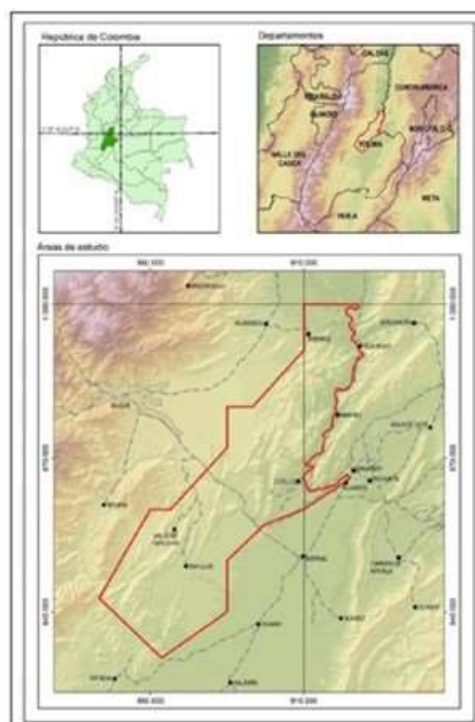
Los avances se centran en dos aspectos principales:

I. Investigación y Prospección de Uranio

1. Se adelantó cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase Explora.
2. Se realizó la integración, procesamiento e interpretación de la información de campo y datos de laboratorio.
3. Se elaboraron mapas geológicos y mapas geoestadísticos de anomalías de uranio, torio y potasio de las zonas investigadas
4. Se procesó e interpretó la información de 785 mediciones gamaespectrométricas tomadas en campo en la comisión de marzo de 2020, en el área Campo Alegre – Colombia, Departamento del Huila, para definir zonas y unidades de interés para continuar con la prospección de minerales energéticos.
5. Se elaboraron informes técnicos, mapas geológicos y mapas geoestadísticos de anomalías de uranio, torio y potasio para “Nariño – Jerusalén, Departamento de Cundinamarca”.
6. Se elaboraron informes técnicos, mapas geológicos y mapas geoestadísticos de anomalías de uranio, torio y potasio y “Ortega – Piedras, Departamento del Tolima”..
7. Se finalizó investigación sobre manifestaciones de elementos incompatibles y elementos de tierras raras (REE) asociados a pirocloros en la sienita nefelínica de San José del Guaviare.
8. Se elaboró artículo científico sobre Manifestaciones de elementos incompatibles y elementos de tierras raras (REE) asociados a Pirocloros en la Sienita Nefelínica de San José del Guaviare, Guaviare – Colombia.
9. Se inició la recopilación de información para elaborar un mapa de áreas prospectivas de potencial de uranio en Colombia.



Investigación, prospección y exploración de uranio en Colombia.



Ubicación geográfica del área Ortega – Piedras, Departamento del Tolima.

10. Se avanzó en el informe del área Ortega – Piedras, Departamento del Tolima, realizando cortes geológicos en los sitios con valores atípicos para uranio en niveles de fosforitas del Grupo Olini, lo anterior, con el objetivo de evaluar su potencial siguiendo la metodología que se utiliza para evaluar recursos en rocas estratificadas.

11. Se finalizó el informe técnico “Prospección de Minerales Energéticos a partir de mediciones gamaespectrométricas para potasio, uranio y torio en el área Ortega-Piedras, Departamento del Tolima”, el cual incluye áreas de los municipios de Ortega, San Luis, Valle de San Juan y Piedras.
12. A partir de muestreos de campo realizados a finales de 2019, se realizaron 1957 mediciones espectrométricas gama a partir de las cuales se obtuvieron valores promedio de 0.75 % K y un máximo de 15.9 % K, 4.02 ppm eU promedio y 135 ppm eU máximo, y 6.83 ppm eTh promedio y 87.3 ppm eTh máximo. El informe técnico incluye la memoria técnica, mapa geológico, mapas de distribución espacial de contenidos de % de potasio, ppm de uranio y ppm de torio.

II. Apropiación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de divulgación y apropiación social del conocimiento sobre uranio y *de elementos incompatibles y elementos de tierras raras (REE) asociados a pirocloros en la sienita nefelínica de San José del Guaviare.*

4. Grupo Investigación y Exploración de Recursos Minerales No Metálicos e Industriales

- Proyecto 1001374 Prospección y Exploración Fosfatos y Magnesio

Descripción del Proyecto: Los minerales de fósforo y magnesio son insumos indispensables para el desarrollo agrícola del país, de tal modo que el documento Conpes 3577 de 2009 designa al SGC para realizar prospección y exploración de fertilizantes agrícolas y solicita que se incluya en el Programa de exploración del territorio y en los planes operativos la exploración de las fuentes minerales de P, K, Ca, Mg y S.

Objetivo: Investigar, prospectar y explorar minerales de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre para identificar zonas potenciales para éstos minerales indispensables para producción de fertilizantes agrícolas.

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre minerales de fosfatos y magnesio
2. Mapas temáticos Modelos de mineralizaciones
3. Áreas con potencial mineral identificadas
4. Informes y documentos técnicos temáticos

Beneficios: Beneficios para el Sector Agrícola del país al obtener materias primas nacionales que incentiven la producción nacional de fertilizantes, por parte del sector privado.

Avances y logros:

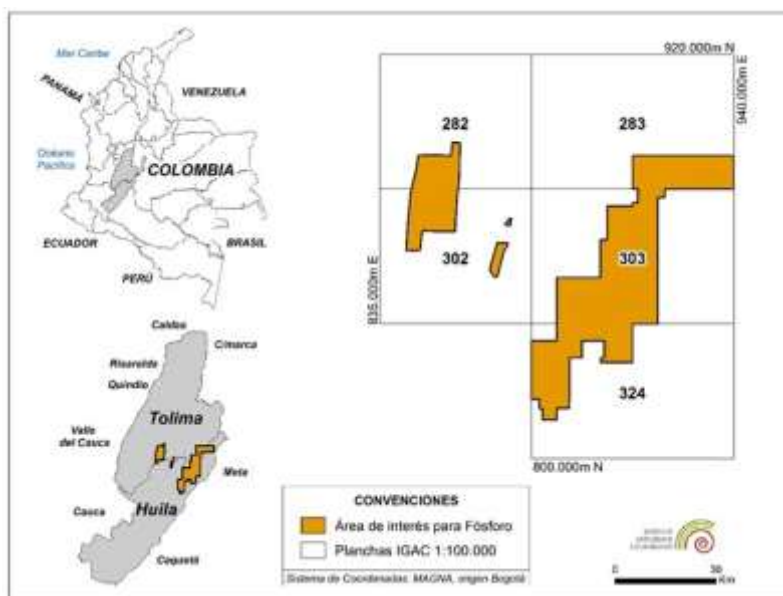
Los avances se centran en dos aspectos principales:

I. Levantamiento de información para prospección de fosfatos y magnesio

1. Se realizó compilación y análisis de información para prospección de fosfatos y magnesio en los departamentos del Huila y del Tolima, costado oriental del río Magdalena, corregimientos de Vegalarga, Fortalecillas y Río de las Ceibas, vereda Santa Helena) del municipio de Neiva, y en los municipios de Dolores, Colombia, Alpujarra, Baraya, Tello, y entre Aipe y Ataco al sur del Tolima.
2. Se efectuaron análisis y ensayos de laboratorio, especializados.
3. Se verificó, validó y almacenó la información y los datos en la geodatabase EXPLORA.
4. Se elaboró informe de investigación "Exploración geológica de fosfatos en el departamento del Huila, costado occidental del río Magdalena, planchas 302, 323, 344, 345 y 366".
5. Se elaboró informe de investigación "Exploración geológica de magnesio en el flanco oriental de la cordillera central de Colombia Bloque Huila".



Zonas con potencial para minerales de fosfatos



Llocalización de las áreas para prospección de fosfatos en el departamento del Huila y Tolima para el año 2020

II. Apropiación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de divulgación y apropiación social del conocimiento sobre prospección de fosfatos en Boyacá, Huila y Tolima.

• Proyecto 1001375 Prospección y Exploración de Materiales de Construcción.

Descripción del Proyecto: Realizar exploración y caracterización de materiales de construcción es de gran importancia para la proyección y ejecución de obras de infraestructura que requiere el desarrollo del país.

Objetivo: Investigar, prospectar y caracterizar materias primas para la industria de la construcción como agregados pétreos, y materiales para base y sub-base de carreteras en Colombia.

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre materiales de construcción
2. Mapas temáticos Modelos de mineralizaciones
3. Áreas con potencial mineral identificadas
4. Informes y documentos técnicos temáticos

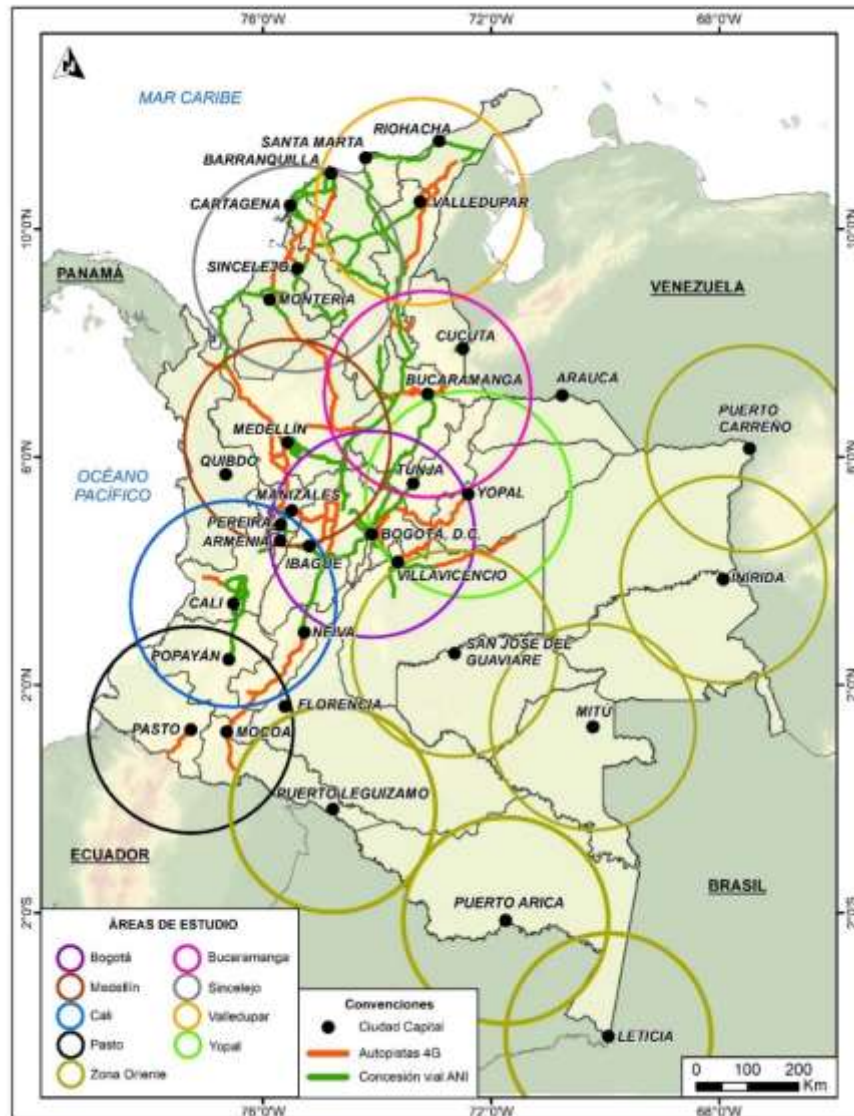
Beneficios: El conocimiento de los recursos minerales empleados como materiales de construcción es fundamental para gestionar eficientemente y al menos costo para el país los insumos básicos empleados para la construcción de la infraestructura.

Avances y logros:

Los avances se centran en dos aspectos principales:

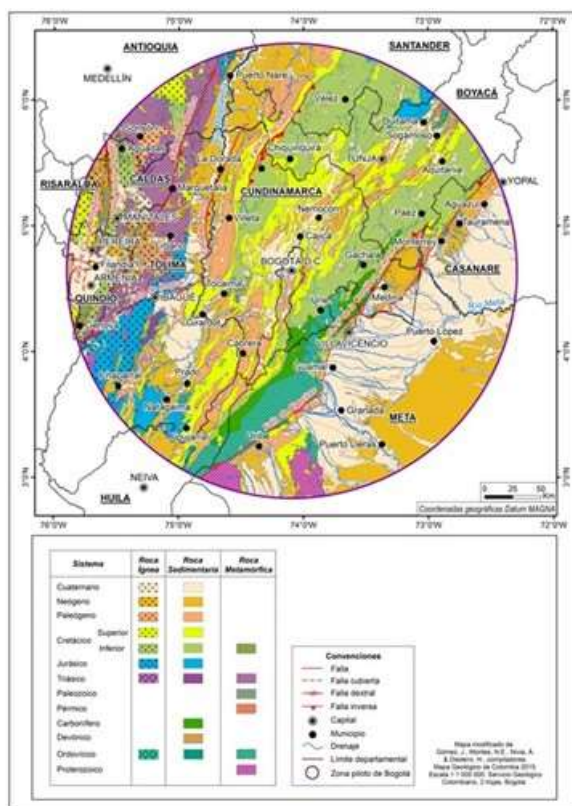
1. Levantamiento de información para prospección de materiales de construcción

1. Se adaptaron e implementaron metodologías para pruebas geomecánica en materiales de construcción.
2. Se elaboró protocolo para la prospección de materiales de construcción en Colombia que incluye la metodología para definir zonas específicas para prospección detallada en cada zona identificada.



Zonas (círculos) para investigación y prospección de materiales de construcción

3. Se realizaron ensayos y análisis de laboratorio: 59 ensayos geomecánicos de desgaste en máquina de los ángeles de los cuales, 27 muestras para sección delgada, 43 muestras para Difracción de Rayos X.
4. Se verificó, validó y almacenó la información y los datos en la geodatabase EXPLORA.
5. Se realizó informe de avance sobre la prospección para materiales de construcción realizada hasta el año 2019 en el área piloto de Bogotá.
6. Se definieron zonas específicas para prospección detallada a escala 1: 25.000 o eventualmente 1: 10.000, en el área piloto de Bogotá, priorizando aquellas áreas localizadas a 50 km alrededor de Bogotá, luego las áreas que se ubiquen en un círculo de 100 km, posteriormente las que se localicen en un círculo de 150 km, para finalizar con aquellas áreas que se ubiquen en el círculo de 200 km alrededor de Bogotá.



Mapa geológico simplificado de la zona piloto de Bogotá para Materiales de Construcción

II. Apropiación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de divulgación y apropiación social del conocimiento sobre materiales de construcción en la zona piloto de Bogotá.

- Proyecto 1001376 Prospección y Exploración de Arcillas Industriales.

Descripción del Proyecto: Las arcillas industriales son fundamentales para diferentes sectores industriales que impulsan el desarrollo del país. En Colombia los depósitos de arcillas caracterizados son muy pocos, y no hay un programa sistemático para establecer el potencial económico de las rocas con altos contenidos de arcillas que puedan considerarse de interés económico.

Objetivo: Investigar y prospeccionar arcillas con el objetivo de identificar depósitos de arcillas industriales de unidades litoestratigráficas reconocidas que no hayan sido objeto de estudios detallados y específicos para establecer su potencial económico.

Productos y Entregables:

1. Datos e información sobre arcillas industriales
2. Mapas temáticos Modelos de mineralizaciones
3. Áreas con potencial mineral identificadas
4. Informes y documentos técnicos temáticos

Beneficios: El país se favorece de estos estudios porque se va a aumentar significativamente en determinadas regiones, el potencial económico de este recurso, lo cual beneficiará directamente a la industria nacional.

Avances y logros:

Los avances se centran en dos aspectos principales:

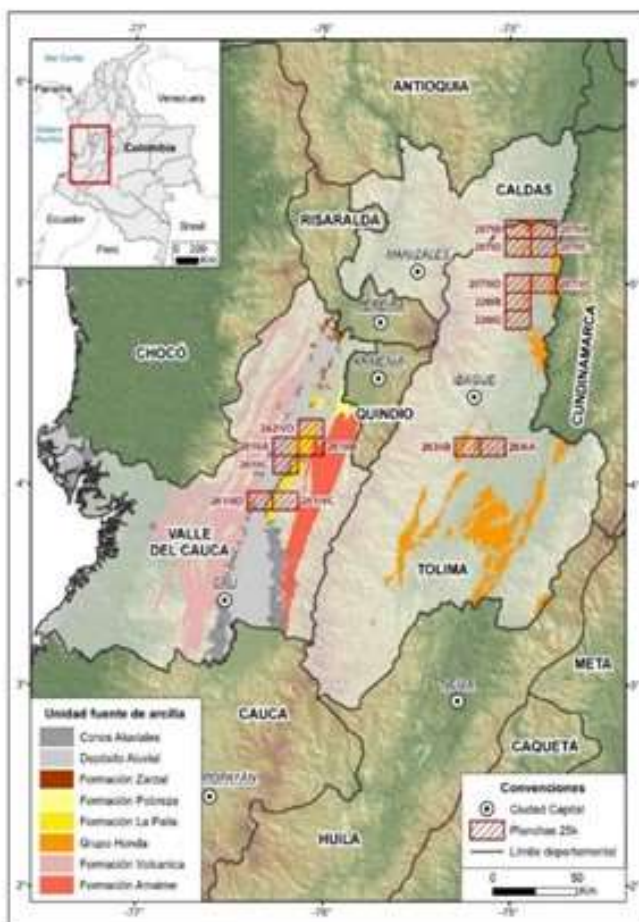
I. Levantamiento de información para prospección de arcillas industriales

1. Se realizaron análisis de laboratorio (DRX, químicos y análisis geotécnicos especializados) 143 muestras de arcillas.

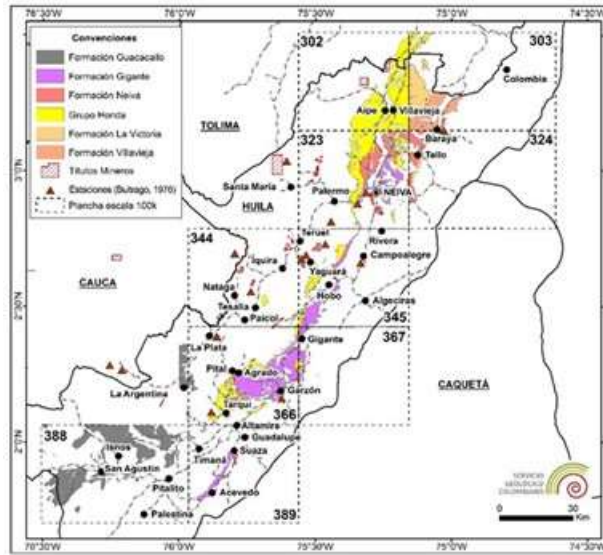
Regiones	Rocas sedimentarias Cenozoicas	Suelos residuales rocas ígneas y metamórficas	Depósitos recientes	Regiones	Rocas sedimentarias Cenozoicas	Suelos residuales rocas ígneas y metamórficas	Depósitos recientes
 Caribe	 Unidad detrítica de La Popa	 Rocas ígneas del Cenozoico y metamórficas del Paleozoico	 Coluvio-aluviales, eólicas, terrazas aluviales	 Eje Cafetero, Antioquia	 Formación Amagá	 Rocas ígneas del cretáceo (Batolito Antioqueño y de Altavista), Stock de Mistrató	 Arcillas residuales del Glacis del Quindío (piroclásticos, cenizas volcánicas, flujos de lodo)
Centro Oriente	Formaciones Bogotá, Guaduas, Tilatá, Usme, Sabana, Socha	Rocas ígneas del Cretáceo (Batolito de Bucaramanga)		El Llano	Arcillas del Limbo, San Fernando y Diablo		Depósitos aluviales y coluviales
Centro Sur	Grupos Honda y Gualanday	Rocas ígneas del Cretáceo (Batolito de Ibagué)	Arcillas de origen aluvial, coluvial y volcánico	Pacífico	Formaciones La Pobreza y Zarzal	Formaciones Volcánica y Amaime, suelos residuales de la Formación Popayán	Aluviales y lacustres

Zonas con potencial para arcillas industriales.

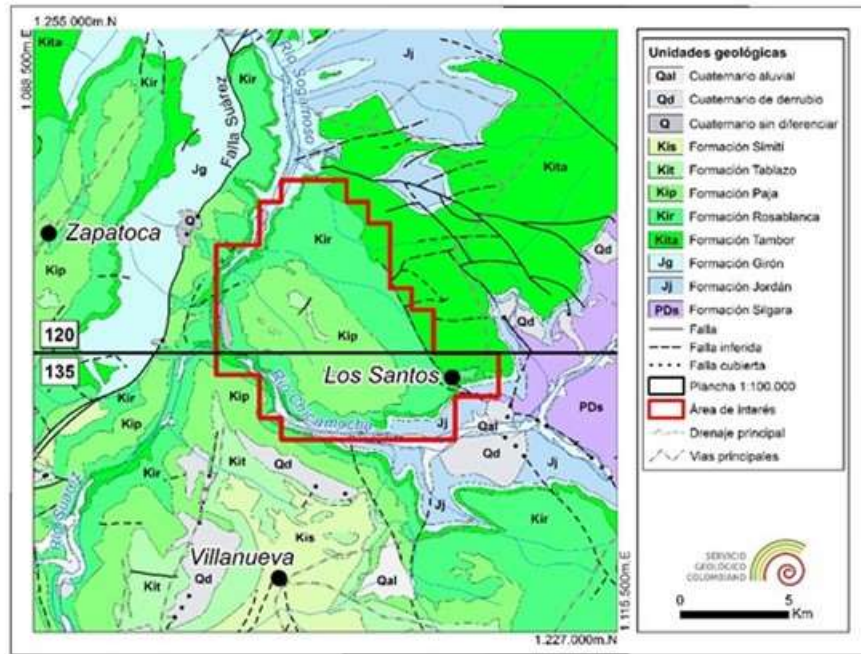
2. Se elaboró informe sobre la prospección para arcillas industriales realizada en el área piloto del Valle del Cauca.
3. Se realizó informe de compilación y análisis de información de las áreas definidas para prospección en el municipio de Gigante (Huila) y Tolima con potencial para arcillas bentoníticas (planchas 302, 303, 323, 324, 344, 345, 366,367, 388 y 389).
4. Se realizó informe de compilación y análisis de información sobre potencial para arcillas en el municipio de Los Santos (Santander) en rocas finogranulares ricas en sales de Potasio (planchas 120 y 135).
5. Se verificó, validó y almacenó la información y los datos en la geodatabase EXPLORA.



Áreas de interés para arcillas industriales en la zona piloto del Valle del Cauca y Tolima; los polígonos de color morado con rayas diagonales representan planchas 1:25.000 donde se localizan las áreas de interés



Unidades geológicas potenciales para arcillas bentoníticas en los departamentos de Huila y Tolima.



Área de interés para sales de Potasio en la Mesa de Los Santos, Santander

II. Apropiación social del conocimiento

1. Se realizaron actividades de divulgación y apropiación social del conocimiento sobre arcillas industriales en el Valle y Huila.

7. GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOCIENTÍFICO EN MATERIA DE HIDROCARBUROS. (HIDROCARBUROS)

1. Proyecto de Gestión ID 1001106: Evaluación de Cuencas Gondwánicas Llanos-Putumayo

Gerente del Proyecto: Juan Carlos Montaña

Descripción del Proyecto: Para el área de los Llanos Orientales se prevé la evaluación de la cuenca con el objeto definir un sistema petrolífero, basado en la recopilación de información geofísica, geoquímica, estratigráfica y de pozos, para integrar en el programa Petrel.

Objetivos del Proyecto: Evaluar la prospectividad de hidrocarburos en la secuencia pre-cretácica en las cuencas sedimentarias de Llanos y Putumayo.

Informe cuarto trimestre 2020

Las actividades en este trimestre fueron:

- **Interpretación de transectas sísmicas**

Se finaliza la interpretación de transectas programadas en la cuenca de los Llanos Orientales. Para este trabajo se revisan los informes técnicos y de registros eléctricos, además se cargan los pozos y se amarran a las líneas sísmicas, para finalmente realizar la interpretación de la transecta. En la Figura 1 se observan la interpretación de un sector de la transecta que se ubica en la parte norte de la cuenca (Arauca-Casanare) cerca a los pozos La Coral y Chilacoa.

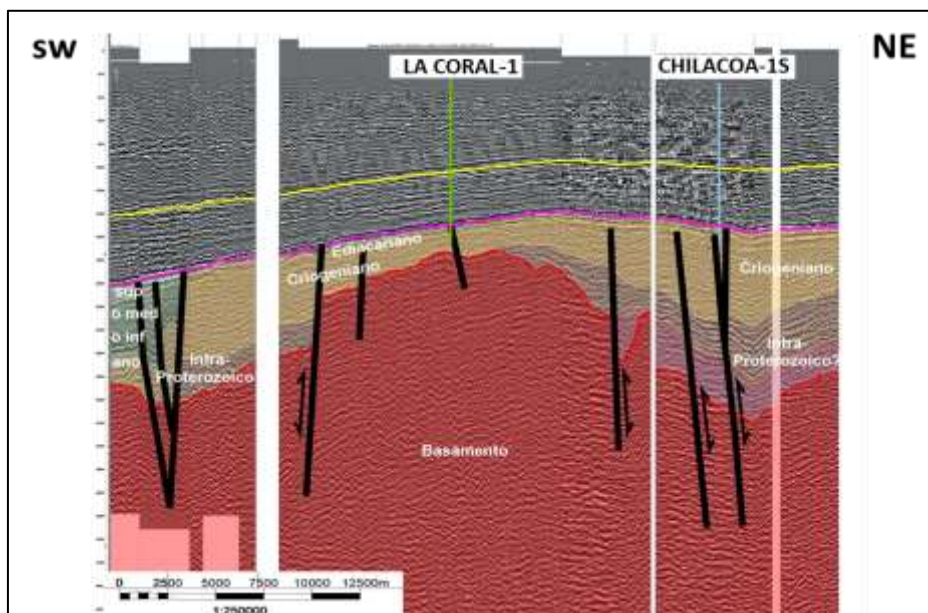


Figura 1. Transecta norte al lado del Alto de La Lipa; se interpretó una sucesión sedimentaria del Proterozoico haciendo *onlaps*, y estructuras de crecimiento.

Estos pozos perforaron secuencias Neoproterozoicas del Ediacarano, algo probablemente del Cryogeniano y un delgado nivel del Cámbrico, por lo que la discordancia resulta diacrónica con el Cenozoico, sin embargo, se evidencia en la sísmica que en el centro del sinforme existe una espesa secuencia Meso y/o Paleoproterozoica, sucesiones sedimentarias que rellenaban los *rif*t y los espacios intracratónicos en esos tiempos geológicos y que en Sudamérica, se encuentran identificados como el Grupo Roraima. A su vez, se observa el alto de Lipa asociado con el sistema de fallas verticales de alto ángulo que involucran Basamento ígneo-metamórfico.

- **Mapas Paleogeográficos**

Como un producto de la interpretación sísmica, se construyeron los mapas de cuatro horizontes sísmicos a nivel regional, donde se evidencian su distribución geográfica. El Mapa en tiempo (TWT) del basamento ígneo-metamórfico (Figura 2), el cual es la base y contenedor de las secuencias sedimentarias de esta cuenca, se encuentra obviamente distribuido en toda la cuenca y mapeable para este caso hasta donde hay información sísmica. Este basamento se profundiza hacia el Occidente de la cuenca y se someriza hacia el Oriente, el cual se encuentra altamente afectado por grandes estructuras en el Norte y Sur de la Cuenca.

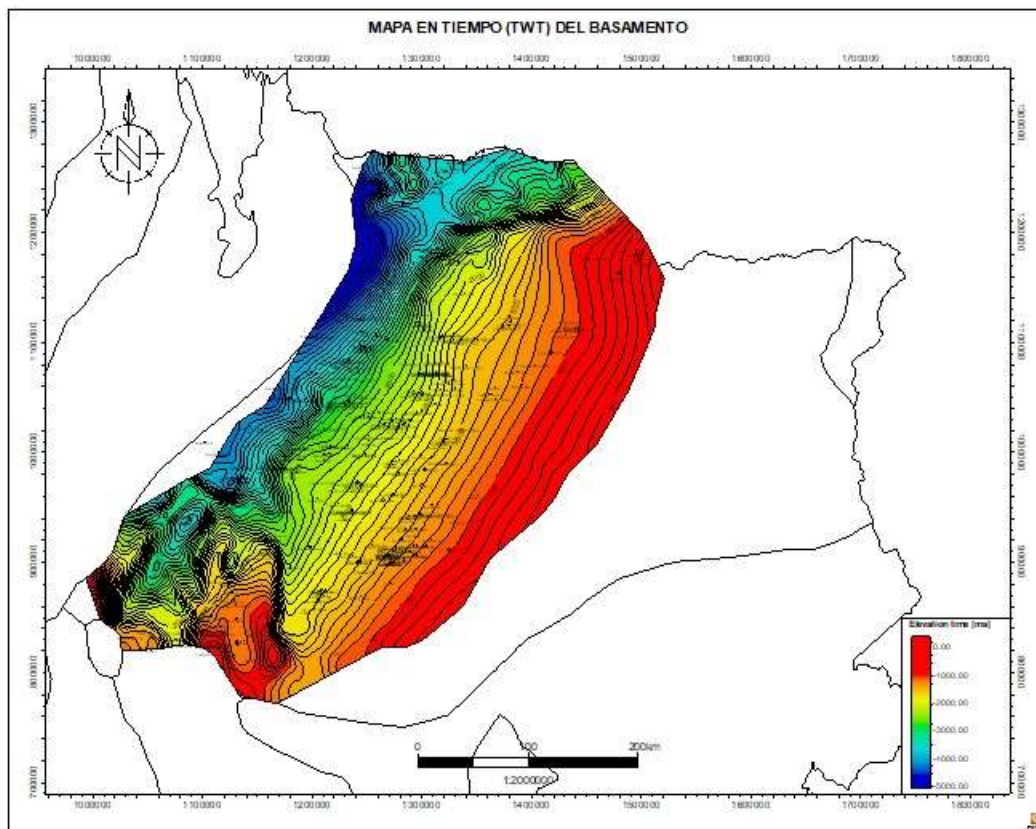


Figura 2. Mapa del tope del basamento al este de la falla El Viento

- **Modelo tridimensional.**

Conforme a la información sísmica y de pozos que tiene un alcance geográfico y así mismo un componente vertical en tiempo, y utilizando el software petrotécnico de Petrel, se recreó un modelo en tres dimensiones con el objetivo principal de hacer un modelo geológico regional del Paleozoico en la Cuenca de los Llanos Orientales.

Las aproximaciones bidimensionales de las estructuras geológicas que se observan en las transectas regionales, implican una serie de errores y simplificaciones, que se ven resueltas o minimizadas con la modelización de las secuencias, conllevando a una mejor comprensión de la geología del subsuelo.

El tope o discordancia del Paleozoico es una superficie modelada, que muestra la morfología buzante hacia el Occidente de la Cuenca en donde se profundiza y se observa claramente como someriza hacia el Oriente, en donde coloca en evidencia el basamento correspondiente a las rocas cratónicas, por otra parte, se observa su ausencia en el alto de Lipa, indicador de que posiblemente fue erosionado o no depositado, Figura 3.

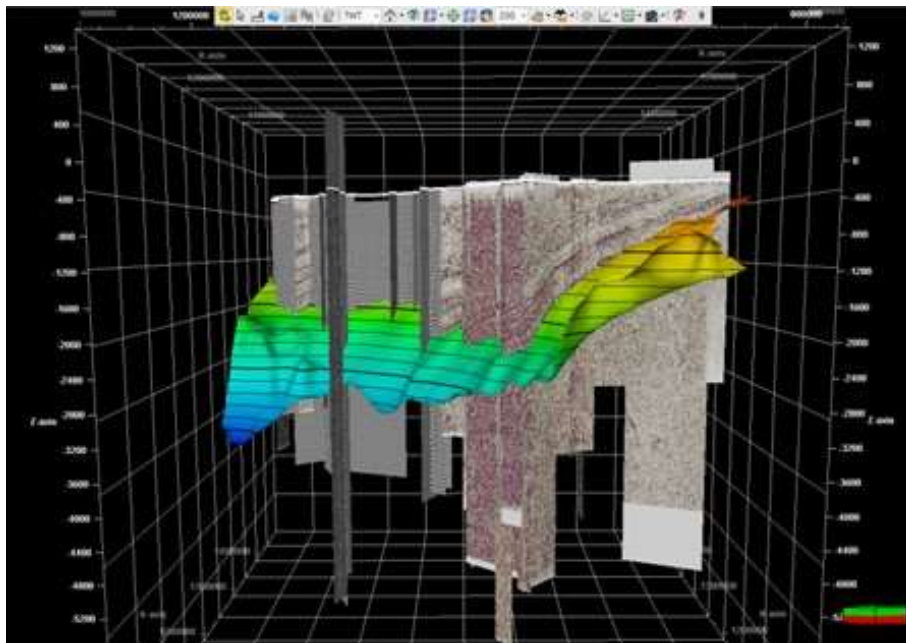


Figura 3. Modelo tridimensional de la superficie de la Discordancia el Paleozoico con la sísmica 2D interpretada.

- **Sistema Petrolífero**

Con base en la interpretación de la información disponible hasta la fecha se postula la presencia del sistema petrolífero Devónico - Carbonífero (?). Esta hipótesis, para ser confirmada, requiere que se lleven a cabo estudios más detallados de diferentes tipos como por ejemplo de geoquímica, petrofísica, etc que permitan obtener información acerca de cada uno de los elementos y procesos del sistema petrolífero. De cualquier manera, la presencia de hidrocarburos en arenitas del Carbonífero es una excelente evidencia de que en algún momento se generaron hidrocarburos y estos alcanzaron unidades con propiedades de reservorio, abriendo horizontes para futuras campañas de exploración.

Con la interpretación de las transectas programadas y la construcción del modelo tridimensional de la cuenca se plantea un sistema petrolífero paleozoico en el informe final del proyecto, dando cumplimiento a los objetivos propuestos en el proyecto para el año 2020.

2. Proyecto de Gestión ID 1001151: Distribución de reservorios en San Jacinto & Sinú

Gerente del Proyecto: Juan Manuel Herrera

Objetivo General del proyecto

Precisar la continuidad de las unidades estratigráficas, potencialmente almacenadoras de hidrocarburos, en los Cinturones San Jacinto y Sinú, teniendo como área piloto dos sectores, uno de ellos relacionado a la roca generadora de hidrocarburos, sector del Sector Cerro Cansona, y otro de ellos relacionado a las unidades de roca mencionadas en la literatura como las principales almacenadoras de hidrocarburos, Sector de Cerro Maco.

Alcance General

En el área muestra Maco, se generará un mapa de distribución de las Formaciones Chengue-Tolujiejo-San Jacinto, unidades esenciales en el sistema petrolífero del área San Jacinto.

Con los datos colectados en campo, durante una corta salida al Cerro Cansona, se ajustó el Mapa del Cerro Cansona, ubicado al sur del área Muestra Maco, lugares fundamentales para el entendimiento de las unidades que rellenan las cuencas de San Jacinto y Sinú, ya que en esta región se hizo referencia por primera vez a las unidades del sistema petrolífero de la región.

Informe cuarto trimestre de 2020 - Avances a 31 de diciembre

Durante el cuarto trimestre de 2020 se adelantaron las siguientes labores:

- Se efectuó el cierre del Mapa Geológico a escala 1:25.000 en donde se da continuidad a las unidades geológicas que intervienen en el sistema petrolífero de la región (figura 1).
-
- Y con relación a este mapa, se elaboró una memoria geológica con 8 capítulos, los cuales describen tanto los aspectos bibliográficos relevantes de la zona, como los nuevos datos obtenidos e interpretados por cada uno de los participantes en el proyecto:

Capitulos:

1 Generalidades

2 Estratigrafía

3 Caracterización Fósil, Interpretación Batimétrica Y Bioestratigráfica

4 Geología Estructural

5 Geocronología U-Pb Para Dataciones Absolutas Y Análisis De Procedencia

6 Geoquímica

7 Subsuelo

8 Sistema Petrolífero

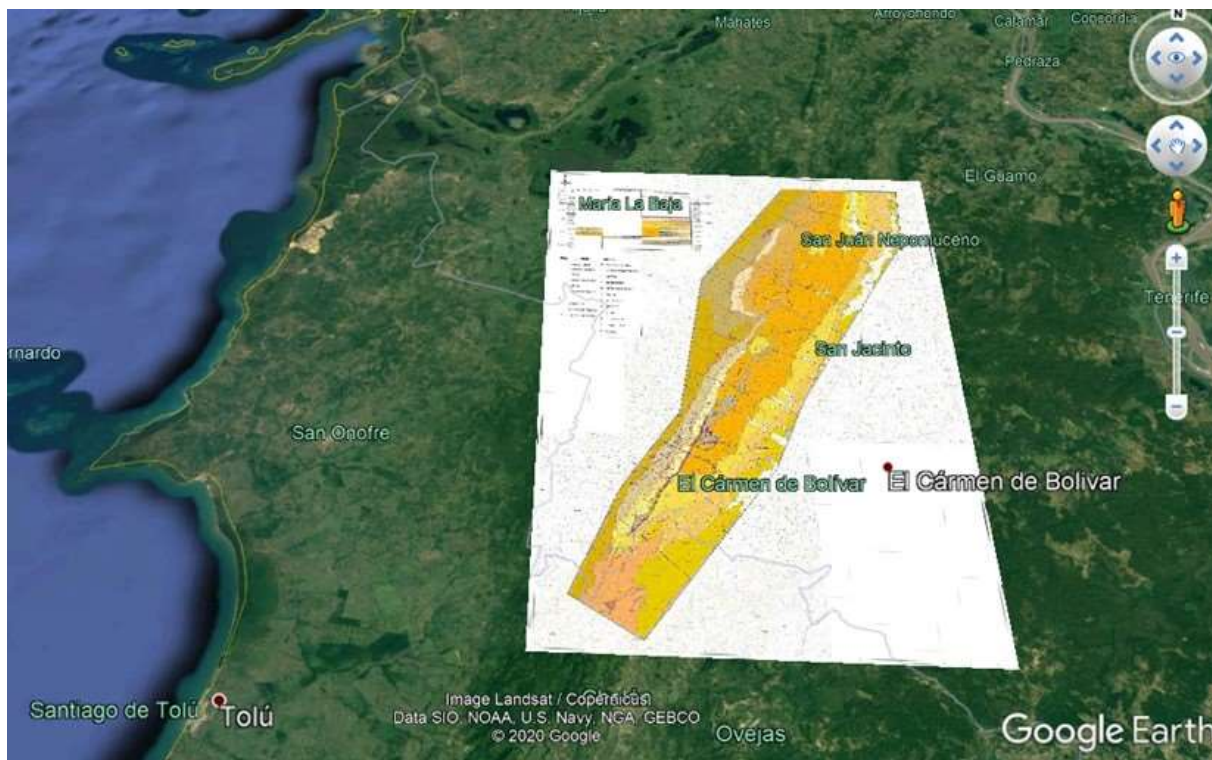


Figura 1 Cartografía detallada (Mapa Geológico Maco – Cansona), elaborada con 1671 observaciones puntuales de campo en 1575 estaciones cartográficas

Se aportan nuevos datos para mejorar el entendimiento de cómo puede ser el sistema petrolífero de la región, para ello se interpreta una línea sísmica que involucra la posible generación y entrapamiento de hidrocarburos

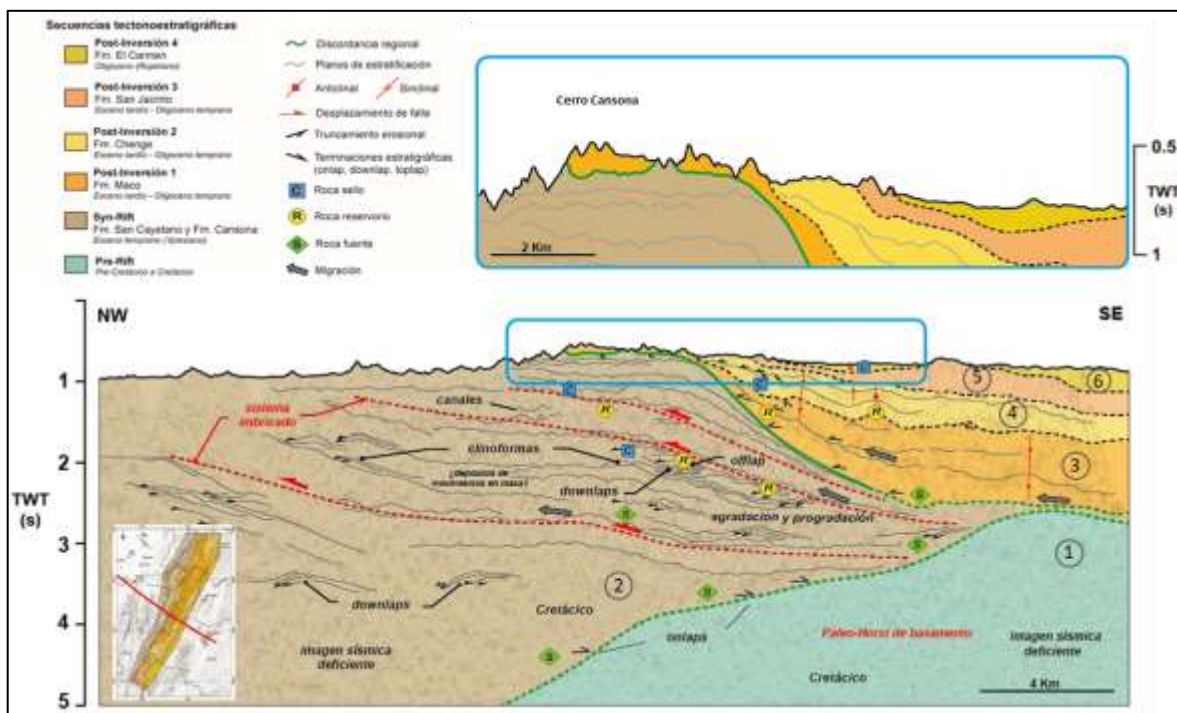


Figura 2. Traversa sísmica SS-2010-2240 sin interpretación y con interpretación. El recuadro azul indica la ubicación del polígono Cansona-Maco y el amarre con el mapa geológico 1:25000.

El ajuste de la edad o de los ambientes sedimentarios propuestos para establecer la génesis de las unidades de roca se basó en hallazgos y estudios de fósiles (Figura 3), así como en la determinación de edad proveniente de cristales de circones, por primera vez reportados y analizados en la cuenca (Figura 4).

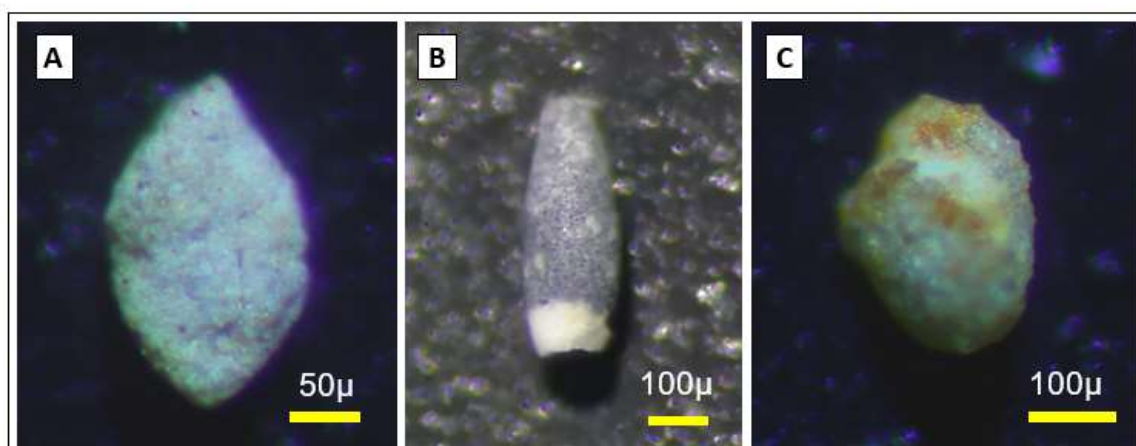


Figura 3 Foraminíferos bentónicos con posibles señales de retrabajamiento. A) *Rzehakinasp.* con alta alteración en el test aglutinado. B) *Nodosariasp.* con una cámara partida. C) *Subreophaxsp.* con una pátina de óxido en el test.

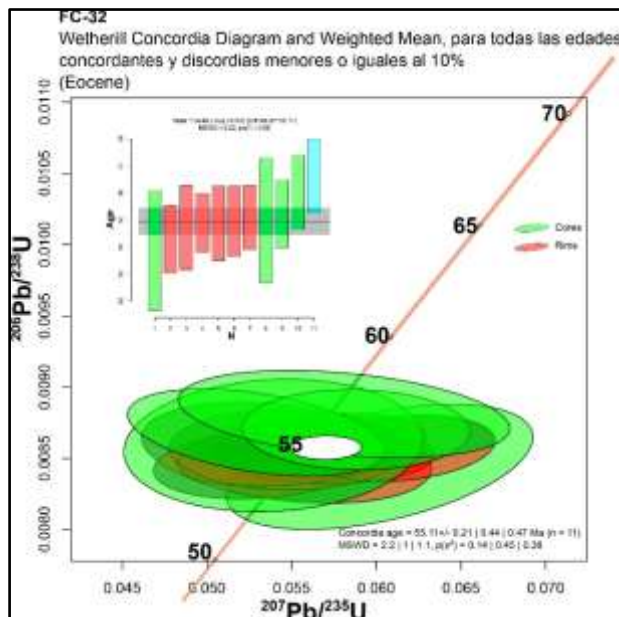


Figura 4 Resultados de geocronología de U/Pb para una bentonita, muestra FC-32, edades Eoceno

En la actualidad los capítulos se encuentran en revisión de estilo y se espera sean oficializados durante el primer trimestre de 2021

3. Proyecto de Gestión ID 1001197. Caracterización estratigráfica de Yacimientos No Convencionales en roca Generadora.

Gerente del Proyecto: Oscar Arturo Romero Ballén

Objetivo del Proyecto:

Caracterizar las unidades estratigráficas según los parámetros sedimentológicos, mineralógicos y geoquímicos relevantes para ser prospectivas como yacimiento no convencional en roca generadora.

Justificación del Proyecto:

Los no convencionales son muy importantes en la industria de los hidrocarburos. Este tipo de yacimientos tiene mucho potencial en Colombia; específicamente, en la cuenca del Valle Medio del Magdalena y Cesar Ranchería. Vargas (2012) estimó para la cuenca unos recursos de Shale-oil en un escenario hipotético pesimista y un análisis intermedio de probabilidad (P50) un valor de 294.6 MMBbl. El mismo autor para Shale Gas calculó con los mismos escenarios un valor de 4 Tcf de gas. Esto nos dice que incluso en un escenario

conservador el recurso hidrocarburífero en los yacimientos en roca generadora en estas cuencas es grande por la espesa sucesión de rocas depositadas durante el cretácico con comprobado potencial generador.

Es perentorio que el estado tenga más conocimiento de los factores geológicos que determinan la prospectividad de dichos recursos en las diferentes áreas, tanto para conocer mejor su potencial, como para aumentar el conocimiento disminuyendo el riesgo de compañías que potencialmente estén interesadas en invertir bloques exploratorios. Este proyecto pretende aumentar el conocimiento de los factores geológicos relevantes en la prospección de los no convencionales en roca generadora. Los factores geológicos que se investigaran en este proyecto son: 1) la geometría y continuidad de los yacimientos; 2) La cantidad y la calidad de la materia orgánica y su ubicación en el registro estratigráfico; 3) La fracturabilidad de los intervalos estratigráficos.

Para atacar esos factores se utilizan varias herramientas y se realizaran varios análisis de laboratorio. Para conocer la geometría y continuidad lateral se realizará interpretación de datos geofísicos del subsuelo que se analizarán en el contexto estratigráfico regional. Para saber la cantidad y calidad de la materia orgánica se realizarán análisis de TOC y pirólisis en muestras levantadas en secciones levantadas con amarre bioestratigráfico. Para estimar la fracturabilidad de los intervalos se harán estudios de estratigrafía de fracturas que junto con los análisis composicionales mineralógicos nos darán luz acerca de cuáles son los intervalos con condiciones fracturables y a que espesores corresponden. Para la madurez termal se realizarán mapas de reflectancia de la vitrinita (Ro) con datos compilados del Banco de información petrolera (BIP), además se tomarán nuevos datos de Ro.

Beneficios del Proyecto:

- Calienta áreas con la visión de interesar a terceros en la petición de bloques para la exploración de hidrocarburos.
- Aumento del conocimiento de la geología de los hidrocarburos es en general estratégico para la seguridad de suficiencia energética del país.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Dos (2) columnas estratigráficas con datos de caracterización estratigráfica de yacimiento no convencional; con base de datos información estratigráfica.
- Dos (2) correlaciones estratigráficas usando al menos seis pozos y las columnas levantadas en campo.
- Informe final con descripción e interpretación de resultados.

Fecha de inicio real: 04/03/2019

Fecha finalización planificada: 31/12/2020

Avances del cuarto trimestre 2020, (séptimo y último trimestre del proyecto):

Se terminó la interpretación de tres (3) transectas regionales. Estas transectas tienen amarre a pozos a partir de registros de velocidad. Se construyen correlaciones regionales que son anexas al informe final de resultados. La figura 1 muestra la geometría y estilo estructural que se interpreta del subsuelo de la cuenca del Cesar. Además, el informe reporta los resultados de análisis geoquímicos y mineralógicos que fueron realizados a muestras tomadas en secciones de rocas, levantadas en columnas de espesas sucesiones de rocas generadoras cretácicas de las formaciones La Luna y Aguas Blancas. Estas dos (2) columnas estratigráficas levantadas en los piedemontes de la serranía del Perijá y la sierra Nevada de Santa Marta suman más de 700 metros estratigráficos de columnas descritas y muestreadas. En la figura 2 se observa una columna generalizada de la sección del caño el Boquete. Además, se realizaron análisis de facies a partir de las descripciones de los afloramientos y a partir de las facies se establecieron los procesos sedimentológicos en el momento de la sedimentación y según el apilamiento de esas facies se proponen ambientes sedimentarios (3) para las diferentes unidades.

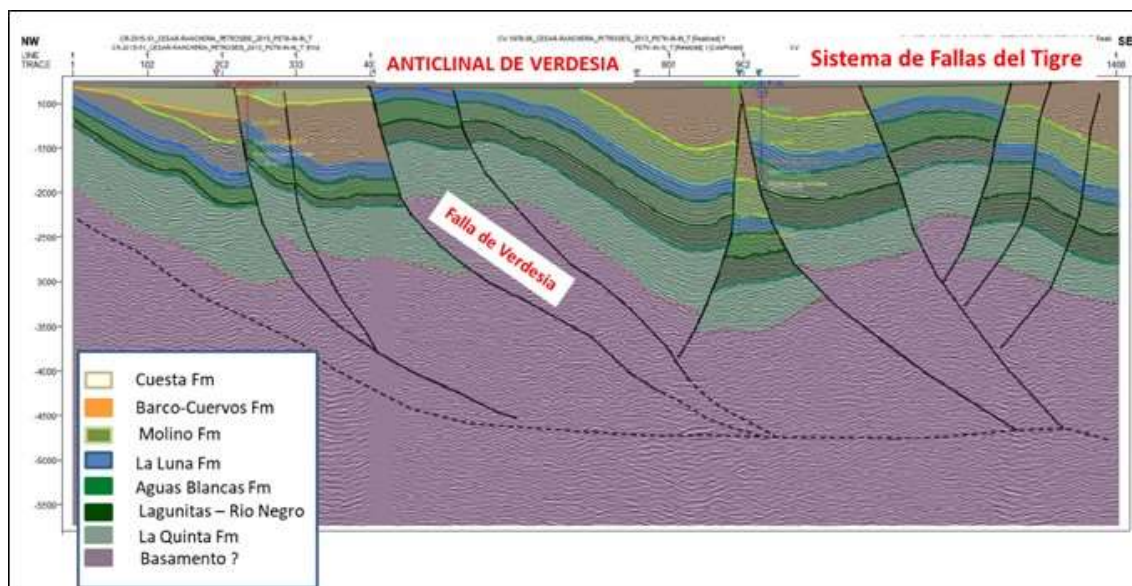


Figura 1. Transecta E-W en parte norte de la cuenca Cesar.

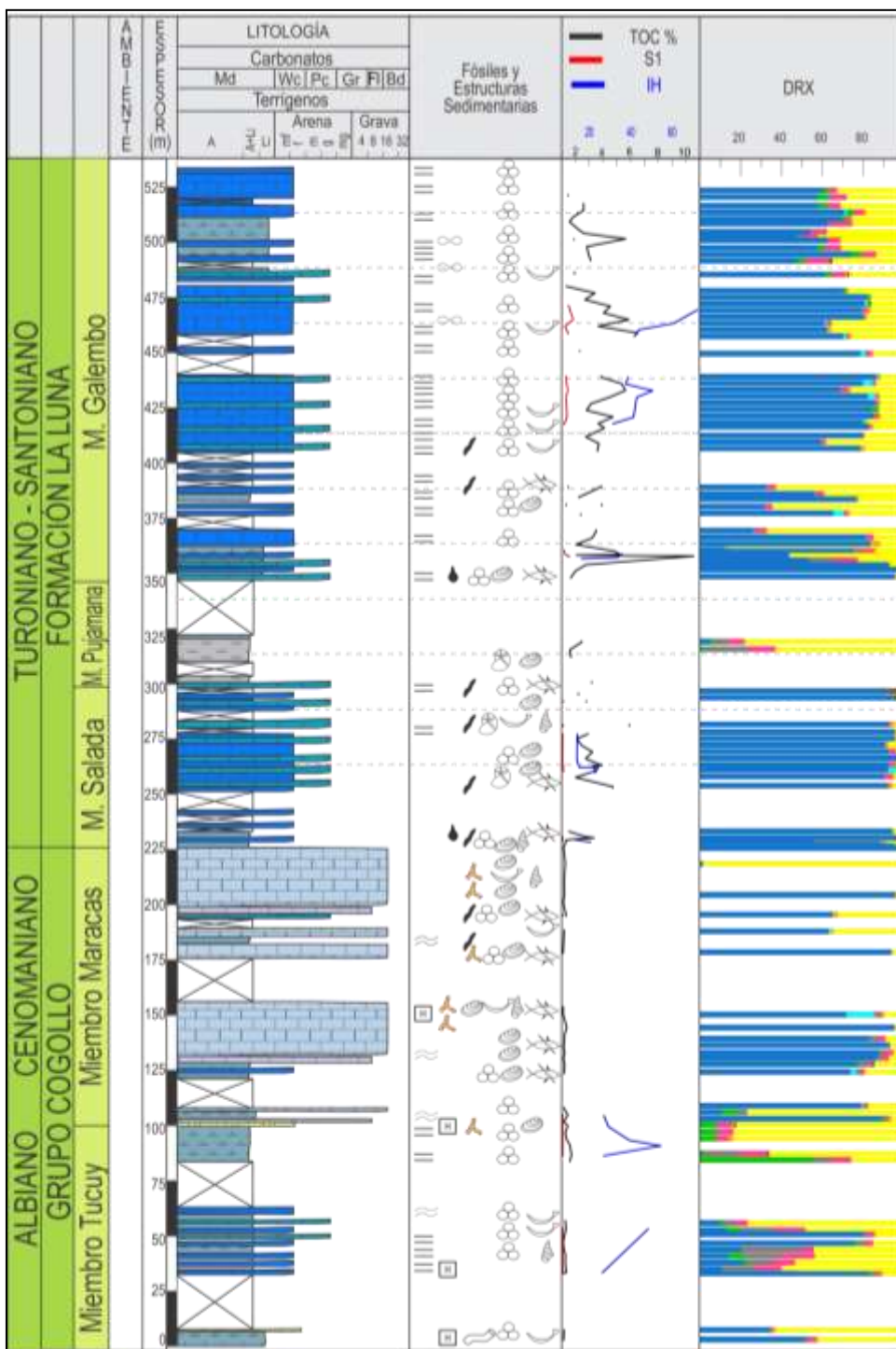


Figura 1. Columna estratigráfica generalizada con datos geoquímicos y mineralógicos del caño el Boquete, Becerril, Cesar.

En el último trimestre se terminó el estudio de los patrones de fracturamiento de los sectores Bosconia y Becerril en la cuenca del Cesar, enfocado a la generación de

conocimiento asociado a los yacimientos no convencionales en roca generadora. Un ejemplo de estos análisis se encuentra en la Figura 3.

Como conclusión en la carpeta institucional:

Z:\Tecnico\Pre_oficialización\YNC- Roca generadora Cesar

Quedan los productos finales del proyecto que corresponden:

- Tres transectas sísmicas de las áreas con su interpretación geológica estructural.
- Dos columnas estratigráficas a escala 1:200 de sucesiones de rocas generadoras cretácicas con datos de DRX, Pirólisis, TOC. Las columnas incluyen la cartografía geológica a escala 1:25000 del área cercana a las secciones levantadas y sus poligonales.
- Base de datos estratigráficos en formato numérico aplicado al lenguaje R.

Un informe de resultados que incluye un capítulo de subsuelo que incluye **dos (2) correlaciones regionales entre pozos**, un capítulo con la interpretación estratigráfica y sedimentológica con análisis de facies de las sucesiones estudiadas, un capítulo con los análisis de fracturas y estratigrafía de fracturas y algunas observaciones sobre los resultados geoquímicos y mineralógicos.

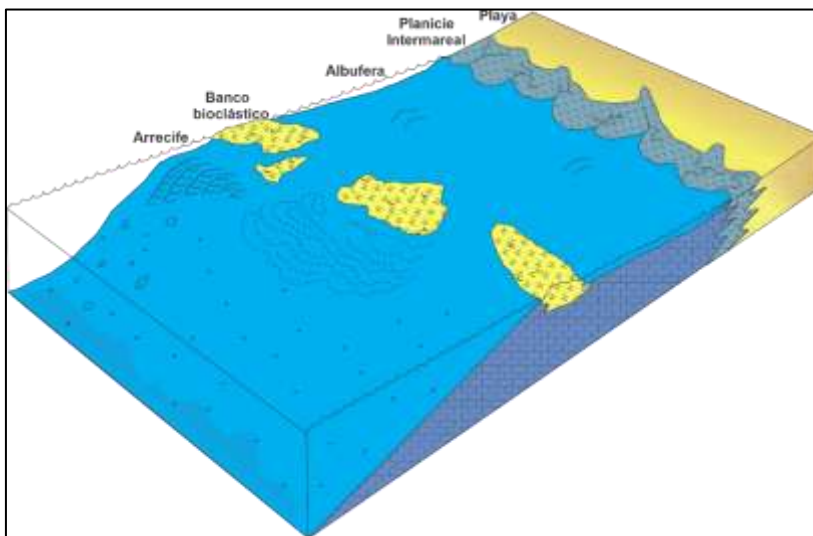


Figura 2. Interpretación paleoambiental del Miembro Maracas de la Formación Aguas Blancas

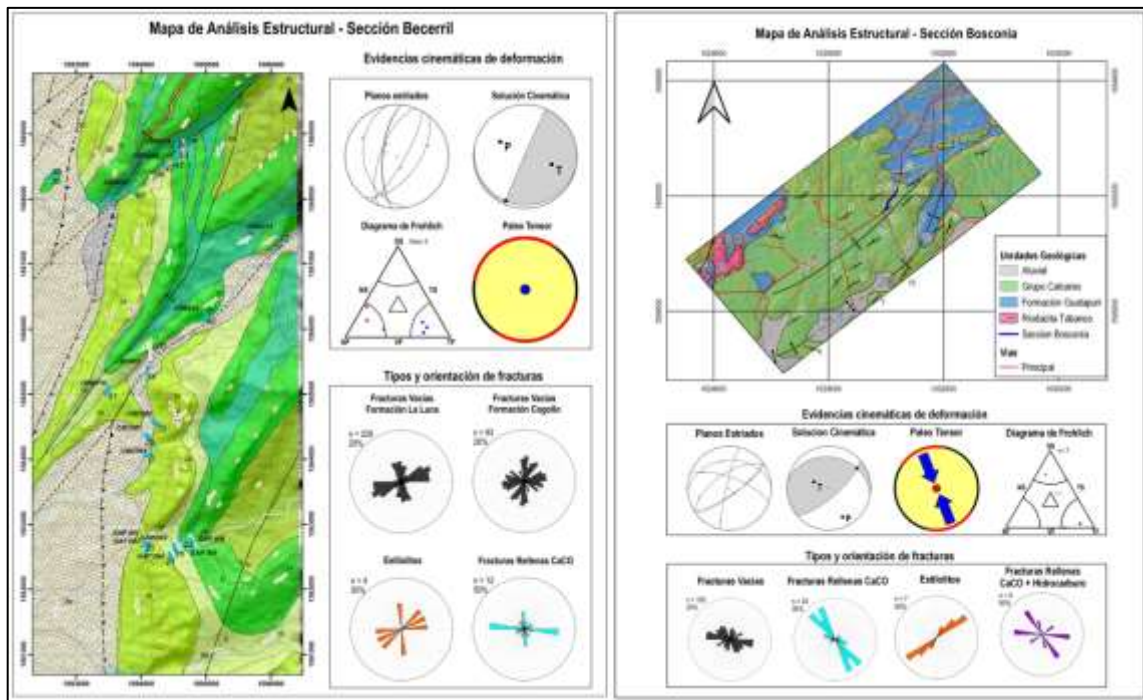


Figura 3. Diagramas con los análisis estructurales y de fracturas en las áreas de Bosconia y Becerril.

4. Proyecto de Gestión ID 1001102: Interpretación del subsuelo para Hidrocarburos

Gerente del Proyecto: Virgilio Antonio Amaris Ibáñez

Objetivo General del proyecto

Generar modelos geológicos del subsuelo y documentos técnicos guía, en las diferentes temáticas que necesiten otras Direcciones del SGC, con soporte en el software petrotécnico (Geographix y Petrel) haciendo uso de la información suministrada por el EPIS.

- Apoyo a la Dirección de Geoamenazas en la generación de las especificaciones técnicas para el seguimiento y monitoreo de la sismicidad inducida relacionada con la inyección de agua para la extracción de hidrocarburos, en el campo Chichimene.
- Generar un modelo hidrogeológico conceptual del subsuelo en colaboración con la Dirección de Geociencias Básicas (Hidrogeología), que sirva como línea base de referencia en el área de las planchas 108 y 119 en el sector de Puerto Wilches.
- Generar un modelo del subsuelo en el área de la plancha 60 Canaletes en colaboración con la Dirección de Geociencias Básicas (Volcanes de Lodo), que permita comprender la

dinámica de dichas litologías.

Informe cuarto trimestre 2020

Para el proyecto Chichimene se integró la información de la interpretación del campo con la información aportada del análisis post mortem de algunos pozos cercanos al campo.

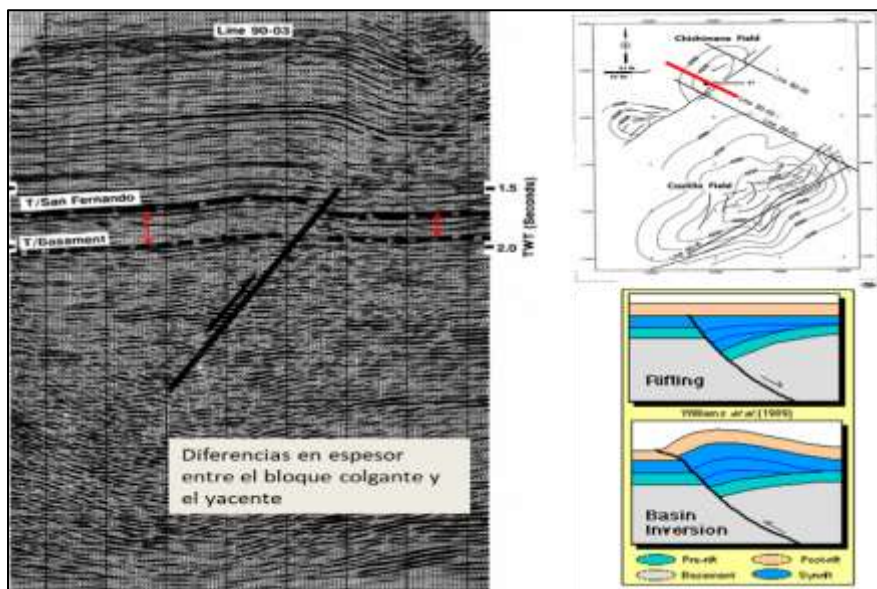


Figura 1. Línea sísmica de dirección NW del campo Chichimene; se observa que es una estructura que ha sufrido inversión por los distintos eventos tectónicos que ha presentado la Cuenca de los Llanos Orientales durante su evolución geológica. (Tomado de Kluth et al, 1997)

- **Carga de datos sísmicos**

La información sísmica utilizada para la interpretación estructural del Campo se seleccionó de la base de datos del Banco de Información Petrolera (BIP). En general esta información tiene buena calidad para realizar interpretaciones de tipo estructural en la que se observa un anticlinal fallado con cierre en tres direcciones muy evidente y se propone una inversión tectónica en la trampa.

La carga e interpretación se realizó utilizando el sistema de coordenadas Magna-Sirgas Colombia Bogotá Zone, y un datum de 600 metros, que coincide con el datum de procesamiento de los programas utilizados. El proyecto se encuentra en el servidor del SGC <\\srv-gex2\GEOAMENAZAS LLANOS>.

Interpretación del subsuelo de la plancha 60 Canaletes

Este informe se presentó en el 2019, de acuerdo con la información de líneas existentes para el área de estudio, el sector de la Plancha 60 Canaletes, posee un total de 76 líneas sísmicas, Sin embargo, al hacer la solicitud al BIP, solo se encuentran solo 21 líneas sísmica, 18 son de buzamiento (dirección NW-SE) y 3 de rumbo (dirección NE-SW).

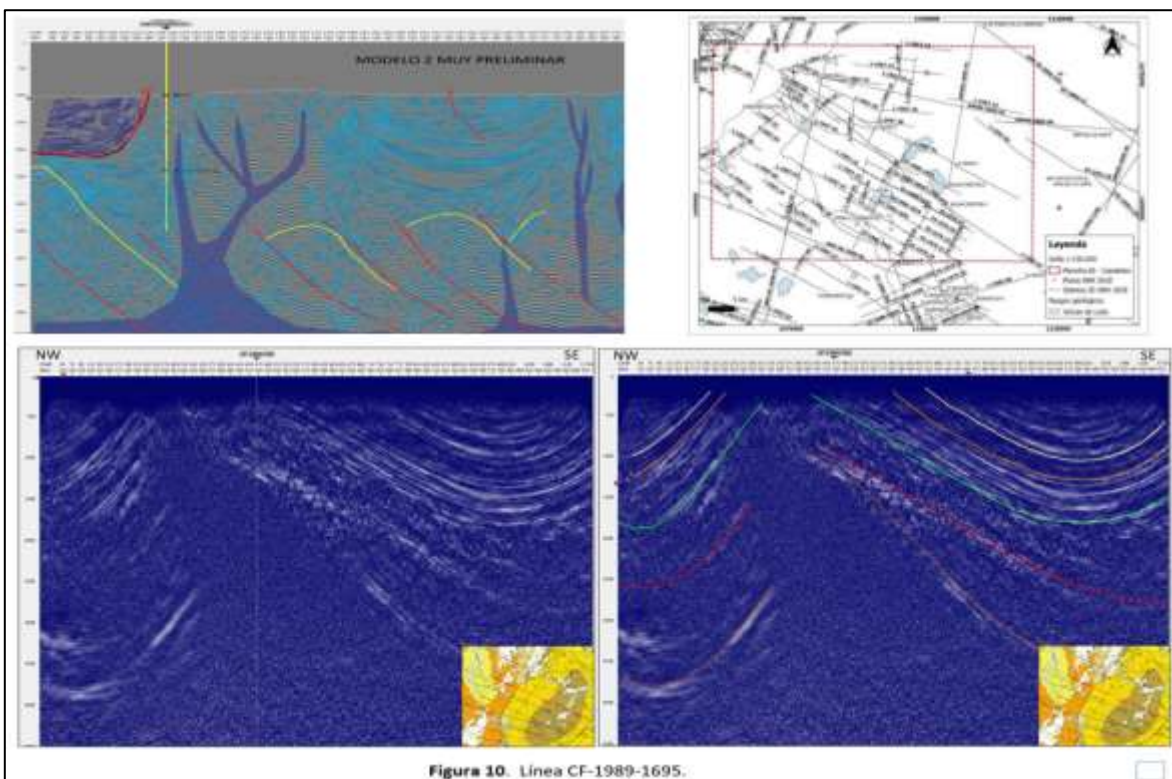
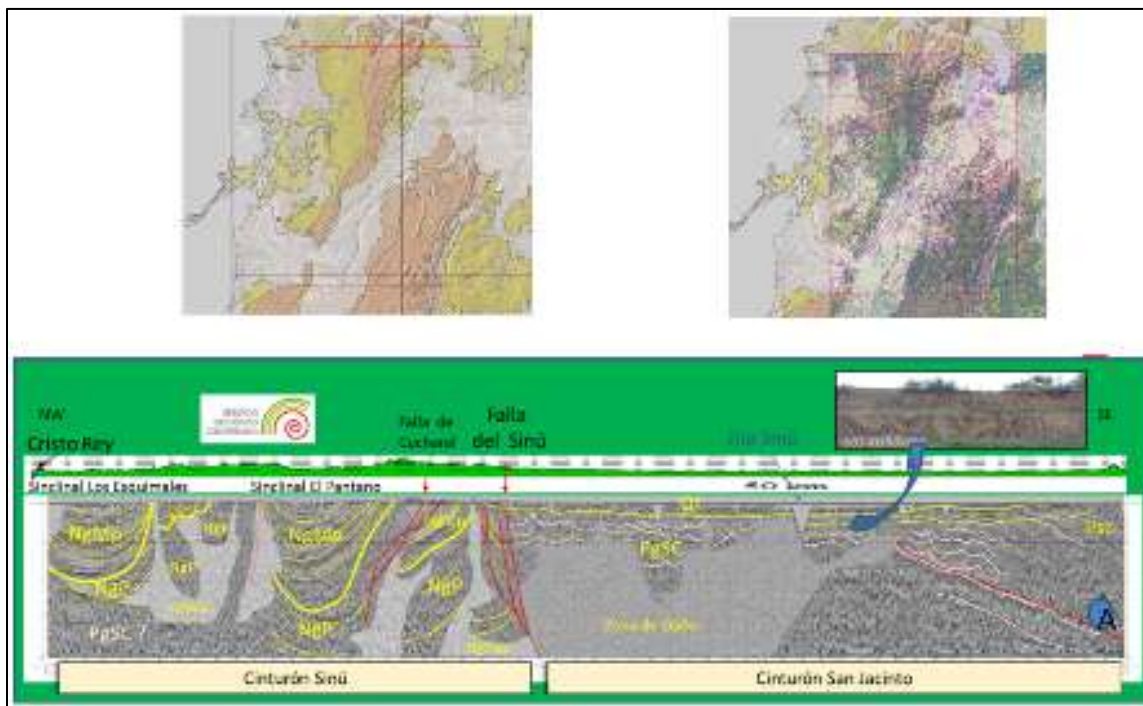


Figura 10. Línea CF-1989-1695.

La calidad de la sísmica en cuanto a imagen es regular a mala, y en algunos casos las líneas no tienen coordenadas, lo que dificulta su carga al tener que vincular ukooa de otros procesos, este informe se puede consultar en la siguiente dirección en Planview:

(<https://sgc.pvcloud.com/planview/ContentManagement/readdoc.asp?dsn=sgcprod&id=8421>).

Interpretación del subsuelo en el área de Sinú-San Jacinto



Este informe se presentó al grupo de la Dirección de Hidrocarburos, dentro del proyecto de gestión denominado “Trampas de hidrocarburos asociadas a diapirismo de lodo en el cinturón plegado de Sinú San Jacinto”, dirigido por Juan Manuel Herrera, interpreto el subsuelo del área de interés para el presente proyecto, por lo que la interpretación realizada se presentó al grupo de Geociencias Básicas en lo que fue una serie de asesorías prestadas dentro del presente proyecto, como apoyo en la plancha Sinú San Jacinto realizada por el grupo de Geociencias Básicas.

Como conclusiones pueden apartarse:

- Los fenómenos de diapirismo de lodo activo están en el bloque yacente de la Falla San Jacinto, intruyendo la Formación Floresanto. Se plantea que los lodos podrían originarse de unidades del Eoceno inferior ya que este mismo fenómeno es observado en el miembro basal de la Formación Brechas de Cispatá.
- La Formación Cansona únicamente está presente en una porción muy pequeña del área, en donde las dataciones biostratigráficas (Jaramillo *et al.*, 2011) señalan una edad cretácico superior, sin embargo, su litología parece correlacionarse más con un nivel superior de la Formación San Cayetano de edad Eoceno temprano, correspondiente con la Formación Chert de la Candelaria.

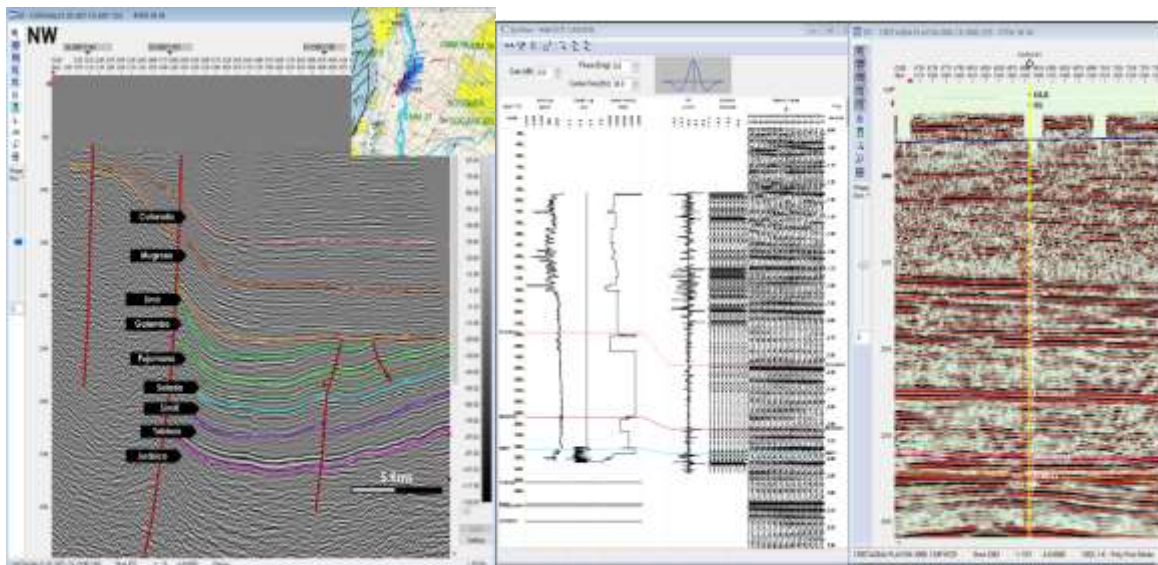
Este informe se encuentra en la siguiente dirección en Planview:

(<https://sgc.pvcloud.com/planview/ContentManagement/readdoc.asp?dsn=sgcprod&id=8452>)

Modelo geológico del subsuelo en el área Puerto Wilches

Como parte del apoyo a otras direcciones, en el presente informe se resume el apoyo brindado a la dirección de Geociencias básicas, en la interpretación del área del bloque VMM-37, en el sector de Puerto Wilches en el Valle Medio del Magdalena (VMM), la Dirección de Hidrocarburos colaboró principalmente en la presentación de la interpretación que la Dirección Técnica de Hidrocarburos (DTH) tiene de la cuenca, con base en el trabajo realizado por más de dos años en la región, por parte de los geólogos Oscar Romero y Felipe Pastor, consistió en compartir la información con los geólogos del grupo de aguas subterráneas, bajo la coordinación de Hugo Cañas. La información se ha consolidado en un proyecto inicial desarrollado en Geographix y también en petrel, el proyecto se encuentra en el servidor del SGC [\\srv-gex2\HIDROGEOLOGIA VMM37](https://sgc.pvcloud.com/planview/ContentManagement/readdoc.asp?dsn=sgcprod&id=8610) y en Planview en la siguiente dirección:

(<https://sgc.pvcloud.com/planview/ContentManagement/readdoc.asp?dsn=sgcprod&id=8610>)



Se propuso una extensión en el conocimiento del área mediante una evaluación estratigráfica y estructural de las cuencas del Valle Medio del Magdalena y la cuenca Cesar Ranchería el cuál se presenta en Planview en la siguiente dirección:

(<https://sgc.pvcloud.com/planview/ContentManagement/addurl.asp?rc=&code=85123&id=0&popup=1&back=closereload>)

Conclusiones

Dentro de las actividades ejecutadas en el proyecto se tienen:

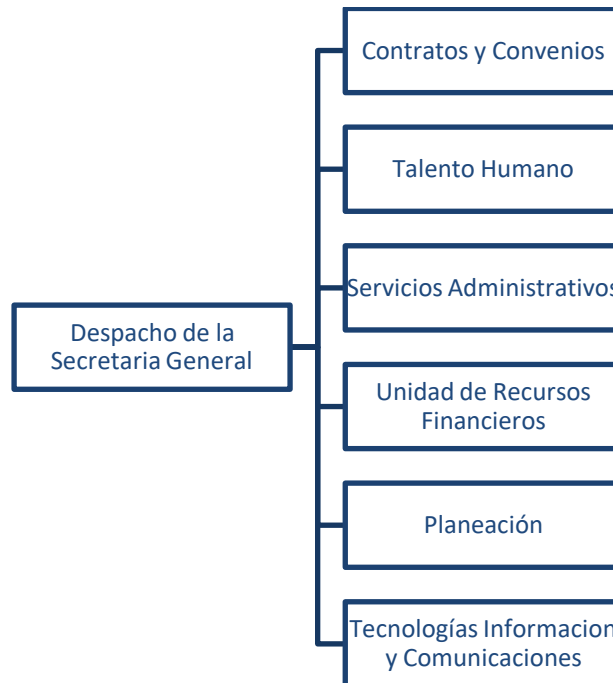
1. Se presentó el informe final del subsuelo del área Canaletes.
2. Se presentó un informe final del subsuelo del área Sinú San Jacinto.
3. Se integró el *Checkshot* o registro sísmico en el proyecto Chichimene con la sísmica interpretada.
4. Se presentó un informe final del subsuelo para Hidrogeología.
5. Se entregó un informe de interpretación sísmica en el área de Chichimene, integrado a un análisis post mortem de pozos vecinos.
6. Se realizó un Análisis estratigráfico integral acorde al estado actual del conocimiento de las cuencas Valle Medio y Cesar Ranchería y se plantean hipótesis de su evolución.

8. FORTALECIMIENTO EN LA GESTIÓN INSTITUCIONAL PARA DAR CUMPLIMIENTO A LA MISIÓN Y POLÍTICAS DE LA ENTIDAD. (SECRETARÍA GENERAL)

Esta área del conocimiento contempla los proyectos y operaciones desarrolladas por la Secretaría General, el Grupo de Comunicaciones y Participación Ciudadana, la Oficina Asesora Jurídica y la Oficina de Control Interno, en este capítulo se presenta el Informe de gestión en el periodo comprendido entre el 01 de enero y el 31 de diciembre de 2020

8.1. Informe de gestión Secretaría General

Para el cumplimiento de sus funciones y proyectos la Secretaría General esta conformada por los grupos de trabajo



Durante esta vigencia, fundamentado en los múltiples frentes que abarca las funciones de la Secretaría General, se considera necesario destacar los siguientes proyectos que se ejecutaron y que estuvieron a cargo de la Secretaria General los proyectos:

Proyecto de Gestión ID 1000839: Fortalecimiento a las actividades transversales SGC

Objetivo General

Coordinar los procesos transversales de apoyo a las áreas misionales, propendiendo por el fortalecimiento de la gestión, desarrollo y seguimiento de las políticas y estrategias en materia de administración del talento humano, recursos físicos y financieros, control interno disciplinario y contratación institucional.

Productos y entregables:

Coordinar los procesos transversales a nivel nacional relacionados con:

- Administración y ejecución de los recursos financieros.
- Procesos de contratación que requiera la entidad.
- Sistemas de desarrollo administrativo.
- Manuales de procedimientos.
- Formulación, evaluación y control de los planes.
- Gestión institucional.
- Formulación y evaluación de los proyectos de inversión.
- Satisfacer las necesidades de los grupos de Interés.

Avances y logros:

Se asistió a la Dirección General en la determinación de las políticas, objetivos y estrategias relacionadas con la administración de la entidad.

- Se dirigieron los procesos y proyectos de alto impacto de la entidad, encaminados a lograr los objetivos estratégicos institucionales.
- Al elaborarse y pasar a firmas las liquidaciones de los contratos, se procede a dar cumplimiento a la ley, en lo que respecta a la obligación de adelantar dicho trámite dentro de la etapa pos contractual.
- Se evitó que el Secretario General o el Director General firmaran documentos que contenían errores y que podían ocasionar inconvenientes a la entidad.
- Se mantuvo concordancia entre los documentos suscritos y las normatividad y actividades que corresponden a la función delegada del SGR.
- Se apoyó la revisión de memorandos dentro del trámite de contratación de personal que requiere la Secretaría General.
- Se participó y/o ejerció la secretaría de los distintos Comités que se desarrollan la entidad.
- Se emitió concepto jurídico relacionado con las comisiones de servicios y desplazamiento, que, entre otros, ordenan gastos con cargo al SGR.
- Se logró la clasificación de cada una de las resoluciones y circulares, de acuerdo el orden de llegada al correo electrónico, con el fin de que cada resolución se emitirá en los tiempos estipulados para tal fin.

- Porcentaje de avance actividades (progresión) en Planview: A 31 de diciembre de 2020, el proyecto se encuentra con un rendimiento del 100%.

Proyecto de Gestión ID 1000871 Centro de Excelencia en Geociencias

Objetivo General

Dentro del alcance de este proyecto para la realización del Centro de Excelencia en Geociencias está la terminación de las actividades de permisos y licencias.

Avances y logros:

- En espera de aprobación por parte del Ministerio de Hacienda de los recursos para su financiación, por lo cual se coordinó una reunión
- Se entregó la última versión del estudio costo/beneficio, al cual se le están realizando ajustes.
- Se realizó la gestión de aprobación ante la Vicepresidencia a través de la realización de la presentación.
- A través de la Oficina de Planeación del SGC se está creando en el banco de proyectos del DNP, el proyecto del Centro de Excelencia

8.2 Grupo de Trabajo Contratos y Convenios

Proyecto de Gestión ID 1001335 Fortalecimiento gestión contractual de Bienes y Servicios

Objetivo General:

Asesorar, gestionar y mejorar cada una de las etapas del proceso de adquisición de bienes y servicios en el marco de la gestión del conocimiento y la gestión institucional, contribuyendo al logro de los objetivos estratégicos del SGC.

Avances y logros:

Durante la vigencia 2020, se realizó acompañamiento, estructuración y adjudicación de 913 procesos de contratación.

Se adelantaron procesos de contratación bajo las siguientes modalidades de Selección:

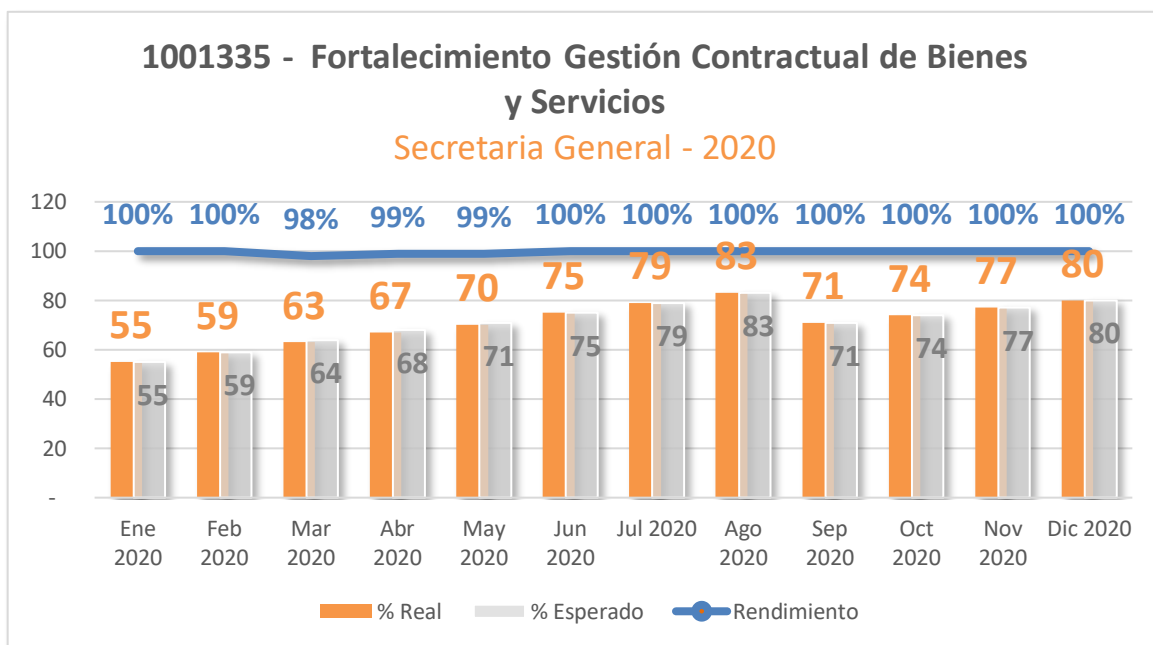
MODALIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE
LICITACIÓN PÚBLICA	4	0,44
CONCURSO DE MERITOS	1	0,11
SELECCIÓN ABREVIADA SUBASTAS INVERSA	54	5,91
MENOR CUANTÍA	2	0,22
ACUERDOS MARCO DE PRECIOS	43	4,71
MÍNIMA CUANTÍA	52	5,70
CONTRATACIÓN DIRECTA CIENCIA Y TECNOLOGÍA	5	0,55
PROVEEDOR EXCLUSIVO	59	6,46
ARRENDAMIENTOS	3	0,33
CONTRATOS Y CONVENIOS INTERAMINISTRATIVOS	9	0,99
CONVENIOS ESPECIALES DE COOPERACIÓN	22	2,41
PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE APOYO A LA GESTIÓN PERSONA JURÍDICA Y NATURAL	659	72,18

Con relación a los procesos por modalidad, en su mayor parte se celebraron por proveedor exclusivo seguido por Subasta Inversa, Mínima Cuantía y Acuerdos Marco de precios, tal como se evidencia en la siguiente tabla:

MODALIDAD	CANTIDAD
Contratación Directa (Proveedor Exclusivo)	59
Subasta Inversa	54
Mínima Cuantía	52
Acuerdos Marco de Precios	43

Adicionalmente, el Grupo de trabajo de Contratos y Convenios, dentro de sus productos presentó informes mensuales del avance de la contratación ante la Contraloría General de la Nación y el Ministerio de Minas y Energía, a través de las plataformas dispuestas para este fin.

Finalmente, se brindó apoyo y asesoría a las direcciones técnicas en todos los temas contractuales y pos -contractuales que tuvieron lugar durante el 2020, logrando un rendimiento promedio del proyecto, para la vigencia 2020, de 80%, según datos extraídos del aplicativo para el seguimiento de proyectos Plan View.



8.3 Talento Humano

Proyecto de gestión ID 1001040 Gestión del Talento Humano

La planta de personal del Servicio Geológico Colombiano aprobada por el Decreto N° 2704 del 22 de noviembre de 2013, corresponde a 329 cargos, distribuidos de la siguiente manera: Trecientos diez (310) cargos son de carrera administrativa y diecinueve (19) cargos son de libre nombramiento y remoción de los cuales al comienzo de la vigencia 2020 se encontraban provistos:

Clase de vinculación	Cantidad
Funcionarios de Carrera Administrativa	237
Funcionarios en periodo de prueba	3
Funcionarios con nombramiento provisional	61
Funcionarios en cargos de libre nombramiento y remoción	17
Total cargos provistos a 2 de enero de 2020	318

En el período de enero a diciembre de 2020, se vincularon 18 funcionarios: dos (2) de libre nombramiento y remoción, tres (3) en periodo de prueba y trece (13) mediante nombramiento provisional.

En 2020 se desvincularon 17 funcionarios distribuidos así: renuncia por pensión dos (2), por encontrarse en período de prueba en otra entidad se desvincularon ocho (8), por renuncia voluntaria siete (7).

La planta de personal del Servicio Geológico Colombiano a 31 de diciembre de 2020 se distribuyó de la siguiente manera:

Clase de vinculación	Cantidad
Funcionarios de carrera administrativa	231
Funcionarios en período de prueba	1
Funcionarios con nombramiento provisional	70
Funcionarios en cargos de Libre nombramiento y remoción	17
Total cargos provistos a 31 de diciembre de 2020	319

En relación con el desarrollo de la Convocatoria 432 de 2016, se adelantó la provisión de tres (3) empleos en período de prueba con elegibles haciendo uso de las listas expedidas en 2018, en cargos vacantes por renuncia de sus titulares.

Se continuó con la planeación de la convocatoria para proveer cincuenta y seis (56) cargos vacantes en forma definitiva que fueron reportados y registrados en el SIMO de la CNSC en 2019 y al finalizar 2020 se registraron seis (6) vacantes más para un total de sesenta y dos (62) cargos, distribuidos por dependencias de la siguiente manera:

DEPENDENCIA	PROFESIONAL	TECNICO	ASISTENCIA	TOTAL
Dirección General		1	1	2
Oficina Asesora Jurídica			1	1
Oficina de Control Interno	1			1
Secretaría General	7	4	4	15
Dirección de Geociencias Básicas	10			10
Dirección de Recursos Minerales	3		1	4
Dirección de Geoamenazas	8	1	2	11
Dirección Gestión Información	3	2	1	6
Dirección Asuntos Nucleares	2		1	3
Dirección Laboratorios	5	3	1	9
TOTAL	39	11	12	62

De estos cargos reportados y registrados en el SIMO, fueron seleccionados por el Comité de Desempeño Institucional del SGC, quince (15) empleos, para que sean provistos mediante el sistema de ascenso establecido en la Ley 1960 de 2019.

En coordinación con la CNSC y el SGC se establecieron las pruebas que deberán aplicarse a los aspirantes a los cargos y la CNSC adelanta lo correspondiente a la expedición del Acuerdo para la Convocatoria a Concurso de Méritos.

En el año 2019, el Servicio Geológico Colombiano, adelantó un proyecto de modernización organizacional, producto del cual cuenta con un estudio técnico, atendiendo a las necesidades de la entidad en calidad de Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación, quedando pendiente para desarrollar en 2020 la fase subsiguiente consistente en la implementación del proceso de modernización institucional.

Para este propósito el Servicio Geológico Colombiano suscribió el contrato interadministrativo 015 de 2020 con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con el objeto de adelantar el trámite, de aprobación e implementación de la propuesta de Modernización Institucional, producto del estudio técnico elaborado en el año 2019, atendiendo a las necesidades de la entidad en calidad de Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación de acuerdo con los lineamientos definidos en la guía de Rediseño institucional para entidades públicas del Orden Nacional, ante las instancias correspondientes y ajustar el Manual Específico de Funciones y Competencias Laborales.

➤ **Otras actividades**

- Coordinación, seguimiento, asesoría y capacitación a funcionarios evaluados y evaluadores sobre el proceso de evaluación del desempeño.
- Se mantuvo actualizado al 100% los módulos del Sistema de Información y Gestión del Empleo Público SIGEP: Hoja de Vida, Declaración de Bienes y Rentas y Registro de Novedades.
- Se realizaron los trámites correspondientes al Registro Público de Carrera Administrativa ante la Comisión Nacional del Servicio Civil.
- Se realizó seguimiento a los planes de trabajo del grupo de Talento Humano, así mismo consolidación de las diferentes áreas del SGC.

Proyecto de Gestión ID 1001314 Plan Institucional de Capacitación

Objetivo General:

Atender las necesidades de capacitación y los requerimientos de formación institucional identificados llevando a cabo una eficiente gestión de los recursos para la implementación de actividades de aprendizaje que potencien el desarrollo y fortalecimiento de competencias laborales que contribuyan al logro de las metas institucionales.

Avances y Logros

Respecto a los indicadores de ejecución y seguimiento establecidos en el PIC 2020, se encuentran los siguientes resultados a 31 de diciembre de 2020:

NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	META	EJECUCIÓN
Cobertura	No. de Funcionarios Capacitados / No. de Empleados de Planta	100%	317 funcionarios capacitados / 327 funcionarios en planta = 97%
Cumplimiento	No. de Eventos de Capacitación Ejecutados / No. de Eventos de Capacitación Programados	100%	174 eventos ejecutados/174 eventos programados
Asistencia	No. de Funcionarios Asistentes a los Eventos de Capacitación / No. de Funcionarios Programados a los Eventos de Capacitación.	80%	99% de asistencia, en promedio, a los eventos de capacitación ejecutados.
Presupuesto ejecutado	\$ Valor Presupuesto Ejecutado en Eventos de Capacitación / \$ Valor Presupuesto Establecido en POA para Eventos de Capacitación	100%	\$203.170.000=/\$203.750.000= 99%

El presupuesto asignado al rubro capacitación para la vigencia 2019 fue de \$203.750.000, de los cuales se logró la ejecución de \$203.170.000, correspondiente al 99%.

El total de las actividades gestionadas por el Grupo de Talento Humano en el marco del PIC 2019, fueron las siguientes:

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
1	ACCESIBILIDAD DIGITAL Y DOCUMENTOS ACCESIBLES	E	WEBINAR	MAYO	8	8	100%	2 HORAS
2	ACTITUD POSITIVA PARA AFRONTAR LA CRISIS	E	COLMENA	MENSUAL DESDE JUNIO	5	5	100%	2 HORAS
3	ADAPTACION LABORAL DESPUES DEL AISLAMIENTO	E	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	10	10	100%	2 HORAS
4	ADMINISTRACION DOCUMENTAL EN EL ENTORNO LABORAL	I	SENA	ABRIL	1	1	100%	40 HORAS
5	AFRONTAMIENTO Y TEMOR AL CONTAGIO	E	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	2	2	100%	2 HORAS
6	ANALÍTICA DE DATOS Y BIG DATA	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	OCTUBRE	30	30	100%	16 HORAS
7	ASPECTOS CLAVES PARA EL CIERRE PRESUPUESTAL 2020	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	2	2	100%	5 HORAS
8	ASPECTOS DE MAYOR IMPACTO DEL DECRETO LEY 806/2020 PARA EL SECTOR PÚBLICO	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	1	1	100%	5 HORAS
9	ASPECTOS PRÁCTICOS DE LA GESTIÓN DE ALMACÉN E INVENTARIOS EN ENTIDADES ESTATALES	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	3	3	100%	5 HORAS
10	ASPECTOS PRÁCTICOS DEL DERECHO DISCIPLINARIO	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	1	1	100%	10 HORAS

Informe de Gestión 2020 Servicio Geológico Colombiano

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
11	ASPECTOS PRÁCTICOS PARA EL MANEJO DEL CONTROL Y AUDITORÍAS INTERNOS	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	1	1	100%	10 HORAS
12	ATENCIÓN Y SERVICIO AL CLIENTE	I	EAN	JUNIO	3	3	100%	2 HORAS
13	AUDITOR EN SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRADOS HSEQ	E	UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA	SEPTIEMBRE-OCTUBRE	30	30	100%	50 HORAS
14	AUDITOR NORMA ISO/IEC 17025:2017	E	UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA	OCTUBRE-NOVIEMBRE	30	30	100%	24 HORAS
15	AUDITORIA INTERNA DEL SGSST	I	COLMENA	JULIO	1	1	100%	4 HORAS
16	CATEDRA DEL MAR SERVIDORES PUBLICOS GUARDIANES DEL MAR	E	DIMAR	JULIO	2	2	100%	2 HORAS
17	CLAVES PARA ELABORACION PLANES DE TALENTO HUMANO 2021	E	F&C CONSULTORES	JULIO	1	1	100%	5 HORAS
18	CLAVES PARA LA GESTIÓN DE PERSONAL EN EL SECTOR PÚBLICO	E	F&C CONSULTORES	JULIO	3	3	100%	5 HORAS
19	CNSC EVALUACION DEL DESEMPEÑO LABORAL	E	CNSC	JULIO	65	65	100%	2 HORAS
20	COMANDO DE INCIDENTES Y CONFORMACION DE EQUIPOS DE EMERGENCIA	I	SGC - INTERNA	MARZO	1	1	100%	2 HORAS
21	COMITE DE CONVIVENCIA LABORAL	I	SGC - INTERNA	MARZO-NOVIEMBRE	3	3	100%	2 HORAS
22	COMO ENVIAR UN ARTICULO CIENTIFICO A UNA REVISTA Y LOGRAR QUE SEA PUBLICADO	I	ENAGO ACADEMY	MAYO	2	2	100%	16 HORAS
23	COMO ESCRIBIR UN TRABAJO DE INVESTIGACION DE MANERA EFECTIVA	I	ENAGO ACADEMY	MAYO	2	2	100%	16 HORAS
24	COMUNICACIÓN ASERTIVA CON EL EQUIPO	E	Conferencia Online COMPENSAR	ABRIL	1	1	100%	2 HORAS
25	COMUNICACION EFECTIVA APRENDE A HABLAR EN PUBLICO	I	DAFP	JUNIO	1	1	100%	2 HORAS
26	COMUNICACIÓN Y LENGUAJE TECNOLÓGICO	E	UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA	OCTUBRE	30	30	100%	16 HORAS
27	CONFLICTO DE INTERESES	E	DAFP	MAYO Y JULIO	6	6	100%	3 HORAS
28	CONFORMACION DE EQUIPOS DE TRABAJO EN EMERGENCIA	E	COLMENA	AGOSTO	1	1	100%	2 HORAS
29	CONFORMACION Y FUNCIONAMIENTO DEL COPASST	I	COLMENA	MAYO	4	4	100%	20 HORAS
30	CONGRESO NACIONAL DE CONTRATACION ESTATAL	E	F&C CONSULTORES	OCTUBRE	1	1	100%	30 HORAS
31	CONMEMORACIÓN DEL SERVIDOR PÚBLICO	I	SGC - INTERNA	JUNIO	56	56	100%	1 HORAS

Informe de Gestión 2020 Servicio Geológico Colombiano

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
32	CONSTRUYENDO LIDERES A DISTANCIA	I	COLMENA	MAYO	1	1	100%	1 HORAS
33	CONTABILIDAD EN LAS ORGANIZACIONES	I	SENA	ABRIL	1	1	100%	40 HORAS
34	CONTROL DE INCENDIOS BASICO	I	SGC - INTERNA	OCTUBRE	1	1	100%	2 HORAS
35	CONTROL DE LA EXPOSICION A CONTAMINANTES QUIMICOS	E	COLMENA	MAYO	3	3	100%	2 HORAS
36	CONVERSATORIO CÓMO PROMOVER SOCIEDADES PACIFICAS	E	ONU	AGOSTO	3	3	100%	2 HORAS
37	CONVIVENCIA FAMILIAR	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	8	8	100%	2 HORAS
38	CORONAVIRUS COVID-19 TRANQUILOS Y PREPARADOS	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	21	21	100%	2 HORAS
39	CUIDADO EMOCIONAL GENERAL Y APOYO SOCIAL	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	16	16	100%	2 HORAS
40	CUIDADO PSICOLOGICO GENERAL	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	13	13	100%	2 HORAS
41	CUIDANDO A LOS CUIDADORES	I	SGC - INTERNA	JULIO	7	7	100%	2 HORAS
42	CURSO DE INDUCCION	I	SGC - INTERNA	ENERO - SEPTIEMBRE	25	25	100%	50 HORAS
43	CURSO MIXTO MIPG - ESAP	E	ESAP	MAYO	1	1	100%	40 HORAS
44	DDHH, LIDERAZGO PARA LA PAZ	E	ESAP	AGOSTO-DICIEMBRE	1	1	100%	60 HORAS
45	DECLARACION DE RENTA 2019	I	DIAN	AGOSTO	19	19	100%	3 HORAS
46	DERECHO DE PETICION	I	AGENCIA NACIONAL DEFENSA JURIDICA DEL ESTADO	JULIO	1	1	100%	2 HORAS
47	DIPLOMADO CONTRATACION ESTATAL ESAP	E	ESAP	AGOSTO-SEPTIEMBRE	2	2	100%	80 HORAS
48	DIPLOMADO EN GESTION INTEGRAL DEL SERVICIO	E	POLITECNICO SUPERIOR DE COLOMBIA	ABRIL	1	1	100%	120 HORAS
49	DIPLOMADO EN SERVICIO Y COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE	E	POLITECNICO SUPERIOR DE COLOMBIA	ABRIL	1	1	100%	120 HORAS
50	DUELO, PERDÓN Y RESILENCIA	I	SGC - INTERNA	SEPTIEMBRE	16	16	100%	2 HORAS
51	EL DERECHO DE LAS MUJERES A UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIAS	E	DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DEL SERVICIO CIVIL DISTRITAL	JULIO	2	2	100%	40 HORAS
52	ELABORACION DE PLAN DE ACCION Y SEGUIM. INDICADORES ACCIDENT.	I	COLMENA	AGOSTO	1	1	100%	2 HORAS
53	ENTRENAMIENTO TRANSPORTE DESECHOS RADIATIVOS	I	SGC - INTERNA	SEPTIEMBRE	1	1	100%	1 HORAS
54	EQUIDAD DE GÉNERO	E	ESAP	SEPTIEMBRE-DICIEMBRE	5	5	100%	100 HORAS

Informe de Gestión 2020 Servicio Geológico Colombiano

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
55	ESTRATEGIAS PARA EL ACCESO Y USO DE LA INFORMACIÓN	I	SENA	SEPTIEMBRE	1	1	100%	40 HORAS
56	EVALUACION DEL DESEMPEÑO LABORAL JULIO	I	SGC - INTERNA	JULIO	80	80	100%	2 HORAS
57	FACTURA ELECTRONICA	I	SGC - INTERNA	ABRIL	49	49	100%	3 HORAS
58	FORMACION BRIGADA DE EMERGENCIAS	I	SGC - INTERNA	AGOSTO-SEPTIEMBRE	18	18	100%	4 HORAS
59	FORMULACIÓN, EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	DE DICIEMBRE	46	44	96%	16 HORAS
60	FORTALECIMIENTO DE LA EMPATÍA CON EL EQUIPO A NIVEL VIRTUAL	E	Conferencia Online COMPENSAR	MARZO	7	7	100%	2 HORAS
61	FUNCIONES DEL COPASST EN TIEMPOS DE COVID 19	I	COLMENA	AGOSTO	3	3	100%	2 HORAS
62	FUNDAMENTOS DE INNOVACION CCB	E	CCB	MAYO	4	4	100%	16 HORAS
63	GEOESTADÍSTICA APLICADA A LOS LABORATORIOS	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	DE DICIEMBRE	29	19	66%	24 HORAS
64	GESTIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	I	SGC - INTERNA	OCTUBRE	1	1	100%	2 HORAS
65	GESTION DE LA EXPERIENCIA DEL SERVICIO AL CLIENTE	I	EAN	JUNIO	1	1	100%	3 HORAS
66	GESTION DE PROYECTOS CCB	E	CCB	MAYO	6	6	100%	16 HORAS
67	GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, INNOVACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	OCTUBRE-NOVIEMBRE	34	34	100%	16 HORAS
68	GOOGLE CALENDARIO Y VIDEOLLAMADA MEET	I	SGC - INTERNA	MAYO	31	31	100%	1 HORAS
69	HABITOS SALUDABLES PARA EL MANEJO DEL COVID-19	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	9	9	100%	2 HORAS
70	HERRAMIENTAS VIRTUALES	E	Conferencia Online COMPENSAR	ABRIL	5	5	100%	2 HORAS
71	IDENTIDADES, DIVERSIDAD, INCLUSIÓN Y RELACIÓN CON EL OTRO	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	DE DICIEMBRE	29	29	100%	16 HORAS
72	IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2017	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	DE SEPTIEMBRE - OCTUBRE	30	28	93%	24 HORAS
73	IMPLEMENTACION PROTOCOLO COVID 19	I	SGC - INTERNA	MARZO	11	11	100%	2 HORAS
74	INDICADORES SGSST	I	COLMENA	JUNIO	1	1	100%	4 HORAS
75	INDUCCION NOMINA Y SGSST	I	SGC - INTERNA	FEBRERO	42	42	100%	2 HORAS
76	INDUCCIÓN PARA SERVIDORES PÚBLICOS DE ALTA GERENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	E	ESAP	NOVIEMBRE-DICIEMBRE	3	3	100%	16 HORAS
77	INNOVACION EN EL SECTOR PUBLICO	E	ESAP	MAYO	3	3	100%	80 HORAS

Informe de Gestión 2020 Servicio Geológico Colombiano

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
78	INTEGRIDAD TRANSPARENCIA Y LUCHA CONTRA LA CORRUPCION	E	DAFP	JUNIO Y SEPTIEMBRE	11	11	100%	20 HORAS
79	INTELIGENCIA EMOCIONAL	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	9	9	100%	2 HORAS
80	INTEROPERABILIDAD DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN MEDIANTE X-ROAD	E	UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA	OCTUBRE-DICIEMBRE	1	1	100%	120 HORAS
81	INTRODUCCION A LA PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES	I	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO	JULIO	1	1	100%	3 HORAS
82	INVESTIGACION MAS ALLA DEL CONTENIDO	I	RESEARCHER ACADEMY	MAYO	1	1	100%	16 HORAS
83	KNOVEL - LA SOLUCION PARA INGENIERIA	I	RESEARCHER ACADEMY	MAYO	1	1	100%	16 HORAS
84	LENGUAJE CLARO	E	DNP	MENSUAL DESDE MAYO	11	11	100%	8 HORAS
85	LENGUAJE DE SEÑAS	E	INCI	FEBRERO	7	7	100%	16 HORAS
86	LIDERAZGO EN ÉPOCA DE INCERTIDUMBRE	I	Conferencia Online COMPENSAR	MENSUAL DESDE MARZO	7	7	100%	2 HORAS
87	LIDERAZGO EN EQUIPOS VIRTUALES	I	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	1	1	100%	1 HORAS
88	LIDERAZGO TRANSFORMACIONAL	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	60	60	100%	30 HORAS
89	LIDERES Y ACOMPAÑAMIENTO AL EQUIPO DE TRABAJO	E	COLMENA	MENSUAL DESDE MARZO	18	18	100%	2 HORAS
90	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN GENERAL EN EL HOGAR	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	11	11	100%	2 HORAS
91	LIMPIEZA Y DESINFECCION TRANSPORTE	E	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	11	11	100%	2 HORAS
92	LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SVE COVID19	I	SGC - INTERNA	OCTUBRE	1	1	100%	2 HORAS
93	MANEJO ADECUADO PARA PERSONAS DISCAPACIDAD AUDITIVA	I	SGC - INTERNA	OCTUBRE	1	1	100%	2 HORAS
94	MANEJO DE LA GESTIÓN DOCUMENTAL Y ARCHIVO PARA CIERRE DEL 2020	E	F&C CONSULTORES	DICIEMBRE	4	4	100%	5 HORAS
95	MANEJO DE RESIDUOS EN TIEMPOS DE COVID 19	I	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	1	1	100%	1 HORAS
96	MANEJO DEL TIEMPO USO CREATIVO Y HABITOS PARA APROVECHAR EL TIEMPO LABORAL	E	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	9	9	100%	2 HORAS
97	MARKET PLACE	I	SGC - INTERNA	MAYO	2	2	100%	2 HORAS
98	MODELO INTEGRADO DE PLANEACION Y GESTION	E	DAFP	AGOSTO	6	6	100%	16 HORAS
99	NEGOCIACIÓN COLECTIVA DE EMPLEADOS OFICIALES	E	F&C CONSULTORES	OCTUBRE	6	6	100%	5 HORAS
100	NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS A1	E		JULIO-SEPTIEMBRE	1	1	100%	36 HORAS

Informe de Gestión 2020 Servicio Geológico Colombiano

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
101	NOVEDADES EN CONTABILIDAD PÚBLICA	E	F&C CONSULTORES	OCTUBRE	2	2	100%	5 HORAS
102	NOVEDADES EN EL MANEJO DE LA SEGURIDAD SOCIAL EN EL SECTOR PÚBLICO	E	F&C CONSULTORES	OCTUBRE	2	2	100%	5 HORAS
103	NOVEDADES Y ASPECTOS MÁS RELEVANTES NUEVA GUÍA AUDITORÍA INTERNA BASADA EN RIESGOS PARA ENTIDADES PÚBLICAS	E	F&C CONSULTORES	OCTUBRE	2	2	100%	5 HORAS
104	NOVEDADES Y ASPECTOS MÁS RELEVANTES PARA EL MANEJO DE CONTRATISTAS EN EL SECTOR PÚBLICO	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	12	12	100%	5 HORAS
105	NOVEDADES Y ASPECTOS MÁS RELEVANTES PARA EL MANEJO DE LA RETENCIÓN EN LA FUENTE POR CONCEPTOS SALARIALES Y DE SEGURIDAD SOCIAL PARA EL SECTOR PÚBLICO	E	F&C CONSULTORES	NOVIEMBRE	3	3	100%	5 HORAS
106	OPERACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y PLATAFORMAS PARA EL TRABAJO COLABORATIVO	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	NOVIEMBRE-DICIEMBRE	34	34	100%	16 HORAS
107	PASIVOS AMBIENTALES MINEROS	I	MINMINAS	SEPTIEMBRE	1	1	100%	6 HORAS
108	PERITO ERGONOMO: ERGONOMO FORENSE	I	SGC - INTERNA	OCTUBRE	1	1	100%	2 HORAS
109	PLAN DE EMERGENCIAS Y ANALISIS DE VULNERABILIDAD	I	COLMENA	AGOSTO	1	1	100%	2 HORAS
110	PLAN VIEW: COMO EJECUTAR Y CONTROLAR UN CRONOGRAMA	I	WEBINAR	MAYO	5	5	100%	2 HORAS
111	PLAN VIEW: COMO NAVEGAR EN LA HERRAMIENTA	I	WEBINAR	MAYO	5	5	100%	2 HORAS
112	PLAN VIEW: COMO PLANEAR UN CRONOGRAMA	I	WEBINAR	MAYO	3	3	100%	2 HORAS
113	PREVENCION DE RIESGOS EN EL TELETRABAJO	E	COLMENA	MENSUAL DESDE ABRIL	6	6	100%	2 HORAS
114	PRIMER CONGRESO VIRTUAL DE TALENTO HUMANO	E	Conferencia Online COMPENSAR	ABRIL	2	2	100%	2 HORAS
115	PRIMEROS AUXILIOS EN CAMPO	I	SGC - INTERNA	JUNIO-JULIO	30	30	100%	2 HORAS
116	PRIMEROS AUXILIOS ENTORNO LABORAL	E	COLMENA	MENSUAL DESDE JUNIO	4	4	100%	2 HORAS
117	PROCESO DE INNOVACION CCB	E	CCB	MAYO	1	1	100%	16 HORAS
118	PRODUCTIVIDAD EN AMBIENTES ADVERSOS	I	Webinar seminarium	MENSUAL DESDE MAYO	1	1	100%	1 HORAS
119	PROGRAMA AGORA - DISCAPACIDAD	E	INCI	SEPTIEMBRE	6	6	100%	2 HORAS
120	PROGRAMA DE TRABAJO SEGURO EN ALTURAS	I	COLMENA	JUNIO	1	1	100%	2 HORAS

Informe de Gestión 2020 Servicio Geológico Colombiano

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
121	PROTOCOLO GENERAL DE BIOSEGURIDAD	I	SGC - INTERNA	JULIO-AGOSTO	191	191	100%	2 HORAS
122	QUINIENTOS AÑOS DE DOCUMENTACION VOLCAN GALERAS	I	SGC - INTERNA	SEPTIEMBRE	1	1	100%	1 HORAS
123	Quiz C2 Advanced calibration	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
124	Quiz C3 Uncertainty of Measurement Part1	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
125	Quiz C4 Uncertainty of Measurement Part2	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
126	Quiz C5 Gamma Ray Self Attenuation	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
127	Quiz I1 Germanium detectors Part1	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
128	Quiz I2 Germanium detectors Part2	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
129	Quiz I3 Gamma Ray Spectrometer Electronics	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
130	Quiz I4 Gamma-ray spectrometry	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
131	Quiz I5 Dead time and pile-up correction	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
132	Quiz I6 Shapes of Gamma Ray Spectra	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
133	Quiz I7 Background Radiation and Shielding	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
134	Quiz I8 Compton Suppression and Coincidence SCORM	E		SEPTIEMBRE	1	1	100%	3 HORAS
135	REDACCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	SEPTIEMBRE	31	31	100%	24 HORAS
136	RETORNO SEGURO AL TRABAJO DESPUES DEL AISLAMIENTO	E	COLMENA	MENSUAL DESDE JUNIO	6	6	100%	2 HORAS
137	RETOS Y DESAFIOS DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL RURAL EN COLOMBIA	I	WEBINAR	ABRIL	1	1	100%	2 HORAS
138	SAN ANDRES COMO ARCHIPELAGO Y EL FALLO DE LA HAYA	I	SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE COLOMBIA	SEPTIEMBRE	1	1	100%	2 HORAS
139	SENSIBILIZACION PROCESO CERTIFICACION COMPETENCIAS LABORALES EN METROLOGIA	E	SENA	AGOSTO	17	17	100%	2 HORAS
140	SENSIBILIZACION VIOLENCIA DE GENERO ACOSO LABORAL	E	MINTRABAJO	OCTUBRE	153	153	100%	2 HORAS
141	SENSIBILIZACION Y FUNCIONES DE LA BRIGADA DE EMERGENCIAS	I	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	5	5	100%	3 HORAS
142	SERVICIO AL USUARIO: UNA GESTION EMOCIONALMENTE INTELIGENTE	I	SGC - INTERNA	SEPTIEMBRE	14	14	100%	6 HORAS
143	SISTEMA COMANDO DE INCIDENTES	I	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	1	1	100%	2 HORAS

No.	ACCIÓN DE CAPACITACIÓN	INT/EXT	ENTIDAD OFERENTE	FECHA	No .Convocados	Asistentes	% DE ASISTENCIA	INTESIDAD HORARIA
144	SISTEMA DE GESTION DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	E	COLMENA	MENSUAL DESDE MAYO	2	2	100%	50 HORAS
145	SISTEMA DE SUBSIDIO FAMILIAR	I	SGC - INTERNA	OCTUBRE	1	1	100%	1 HORAS
146	SOCIEDAD Y NATURALEZA EN LA HISTORIA DEL PENSAMIENTO GEOGRAFICO COLOMBIANO	I	SGC - INTERNA	OCTUBRE	1	1	100%	2 HORAS
147	TALLER DE EVALUACION DEL DESEMPEÑO LABORAL	I	SGC - INTERNA	ENERO - FEBRERO	154	154	100%	3 HORAS
148	TALLER DE PLANEACION Y PRESUPUESTACION CON ENFOQUE DE GÉNERO	I	MINMINAS	SEPTIEMBRE	4	4	100%	2 HORAS
149	TRABAJO CASA Y AISLAMIENTO	E	COLMENA	ABRIL- DICIEMBRE	2	2	100%	2 HORAS
150	TRANSPARENCIA Y DERECHO DE ACCESO A LA INFORMACION PÚBLICA	E	DEFENSORIA DEL PUEBLO	JUNIO	1	1	100%	5 HORAS
151	TRANSPORTE DE MATERIAL RADIATIVO	I	SGC - INTERNA	SEPTIEMBRE	1	1	100%	1 HORAS
152	TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS	I	SGC - INTERNA	MARZO	2	2	100%	8 HORAS
153	VALIDACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	DE DICIEMBRE	28	28	100%	24 HORAS
154	VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA DEL RIESGO PSICOSOCIAL	I	COLMENA	AGOSTO	1	1	100%	2 HORAS
155	VIOLENCIAS Y CREACIÓN DE PAZ	E	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	NOVIEMBRE	32	32	100%	16 HORAS
156	WEBINAR EFICIENCIA EN LA GESTION VIRTUAL	E	WEBINAR	ABRIL	1	1	100%	4 HORAS
157	WEBINAR HERRAMIENTAS DE TELETRABAJO -G-SUITE DE GOOGLE	E	WEBINAR	ABRIL	4	4	100%	2 HORAS

El promedio de porcentaje de asistencia a las capacitaciones realizadas es del 99%.

Se suscribió el contrato interadministrativo No. 023 de 2020 con la Universidad Nacional de Colombia por valor de \$136.100.000. El número de asistentes a las 9 acciones de capacitación ejecutadas para la vigencia 2020 fue de 400 asistentes, para un total de 402 horas de capacitación impartidas.

Teniendo en cuenta que dentro del diagnóstico de necesidades de capacitación se presentaron necesidades de tipo individual, y otras que, por su especificidad en los temas propios de la administración pública, o debido a necesidades de tipo transversal que por norma se requieren desarrollar en la anualidad, incluidas en el PIC 2019, el Grupo de Talento Humano gestionó el contrato de prestación de servicios No. 438 de 2020 que se suscribió con la firma F&C Consultores.

Con la firma se realizaron 16 eventos de capacitación, donde se presentaron 104 asistentes y se realizaron 140 horas de capacitación.

Proyecto de Gestión ID 1001311 Implementación de las Estrategia de Bienestar

Objetivo General:

Generar condiciones y herramientas mediante los cuales sea posible mejorar la calidad de vida interior y laboral de cada uno de los funcionarios, promoviendo espacios de participación, prevención e integración social; dando atención a los requerimientos de tipo cultural, recreativo, humano y familiar, a través de diversas actividades, talleres, y estrategias de intervención.

Avances y Logros

- Bienestar Social e Incentivos
-

El Programa de Bienestar Social e Incentivos busca contribuir, a través de acciones participativas y de integración basadas en la promoción, prevención y participación en la construcción de una mejor calidad de vida, en los aspectos educativo, cognitivo, recreativo, deportivo y cultural de los funcionarios y su grupo familiar. Para la vigencia 2020 se desarrollaron las siguientes actividades:

ÁREAS DE INTERVENCIÓN		
ÁREA	ACTIVIDAD	PROGRAMACIÓN
Área de Calidad de Vida Laboral	Actividad Valores Código de Integridad	Se elaboró los siguientes artículos que fueron publicados por comunicaciones: “Conflictos de Interés de Servidores Públicos”; “Ley 2016 del 27 de febrero de 2020 Código de Integridad de los servidores públicos en Colombia (El Camino Hacia la Integridad)”; reflexión sobre “Solidaridad: Estrategia en Tiempos de Pandemia”; “Conmemoración Día del Niño y de la Niña”, “Conmemoración Día del Servidor Público”. Se efectuó nota sobre conflicto de intereses. Se publicó invitación a las siguientes charlas virtuales: Conflicto de Intereses – Minenergía (9 participantes); DAFP: Cambio cultural enfocado en la integridad pública, agosto 21 (47 participantes); DAFP: Código de Integridad, septiembre 29, (7 participantes). En las jornadas de Intervención en Clima y Cultura Organizacional Fase 3 2020 se reforzaron los valores del Código de Integridad, como instrumento formal que describe los principios y valores que orientan el SER Y EL OBRAR de los servidores públicos
	Taller de Pre pensionados Preparación para la Jubilación	Se efectuó Taller Preparación Para la Jubilación de 16 horas en el que se abordó el Proyecto de Vida, Manejo de relaciones interpersonales y tiempo libre, Claves para el manejo de hábitos y conductas saludables, Aspectos Legales de la Jubilación y Condiciones particulares que pueden diferir el reconocimiento de una pensión, Inteligencia

		Financiera (Finanzas e Inversiones), Conceptos básicos para el manejo de la tecnología y seguridad de la información personal en la web. (15 participantes).
	Preparación para la Jubilación: Taller Colpensiones	Se coordinó y efectuó logística para llevar a cabo talleres de Colpensiones Régimen Prima Media (50 participantes), Corrección Historia Laboral (22 participantes) y Taller de prepensionados realizados de manera virtual por la pandemia (33 participantes).
	Presentación Anual de resultados 2020.	Se realizó la Presentación Anual de Resultados SGC 2020 en forma Online. Se exalto y reconoció la labor desarrollada en forma ininterrumpida a los funcionarios que cumplían 10, 20, 30 y 40 años de servicio en la Entidad.
	Apoyos Económicos Para Educación Formal	Dando cumplimiento a lo establecido en la Resolución D-158 del 23 de agosto de 2013, el Comité de Bienestar Social e Incentivos para el segundo semestre, se aprobaron (4) apoyos económicos para estudios de postgrado, doctorado y maestría de los cuales se beneficiaron 3 funcionarios de la sede Central y 1 de Pasto.
Área de Protección y Servicios Sociales	Asesorías Seguridad Social	Asesorías Compensar EPS y Caja de Compensación Familiar: En febrero y marzo se coordinó la visita presencial de las asesoras a la sede Central y al Can y por la pandemia se efectuó logística para efectuar la atención en forma virtual, la cual se realizó 1 vez al mes desde junio a noviembre del 2020. Se socializaron los múltiples privilegios y beneficios que ofrece la Tarjeta de Compensar. Asesoría Fondo Nacional del Ahorro: En temas de financiación de vivienda nueva o usada, ahorro voluntario, ahorro arriendo, cesantías, crédito hipotecario realizadas en febrero y marzo en la visita presencial de la asesora a la sede Central y al Can y luego por consecuencia de las restricciones de la Pandemia las asesorías se realizaron de manera virtual una vez al mes de junio a noviembre del 2020.
	Actividades Online de Compensar	Se han publicado las actividades online brindadas por Compensar y la programación diaria de “Tiempos de Bienestar” desde marzo a diciembre de 2020, donde los funcionarios pueden encontrar diversas actividades culturales, recreativas, deportivas, de crecimiento personal, prevención y salud, y familiares.
	Promoción de Programas de Vivienda FERIA de Vivienda	Se programó y efectuó la Feria Virtual de Vivienda el día 31 de julio, actividad que contó con la participación del Fondo Nacional del Ahorro FNA, en compañía de las constructoras Colpatria y Marval y de la Caja de Compensación Familiar Compensar. Se socializó invitación de las Ferias de Vivienda realizadas por Compensar, FNA y UPME.
	Talleres de la Familia	Se efectuaron tres talleres de la familia vía online: “Pautas de Crianza”, “Prevención de la Violencia Intrafamiliar” y “Prevención de las Violencias Contra la Mujer (Camino hacia la igualdad)”.
	Día de la Familia	Se entregaron bonos de alimentos, para que el funcionario comparta con su familia. Se brindó media jornada para compartir en familia.
	Otras Actividades	Inducción de Servicios Compensar
Feria Programa Servimos		Se realizó la feria del Programa Servimos el 26 de febrero de 2020 con la participación de las siguientes entidades aliadas: La Previsora Seguros S.A., Colpensiones, Icetex, Uniempresarial Cámara de Comercio, Conexión Teatral, IMF Bussines School, El tiempo, Icetex Positiva, Unir e Instituto Caro y Cuervo. (47 participantes)

Conmemoración Día de la Secretaria	El día de la Secretaría, se envió tarjeta conmemorativa de saludo y se coordinó y efectuó logística para llevar a cabo un Stand Up Comedy con el Pollo López brindada por Compensar.
Conmemoración Día del Servidor Público	El día del Servidor Público se envió tarjeta y saludo de conmemoración. Se coordinó y efectuó logística para realizar charla Online con apoyo del Departamento Administrativo de la Función Pública, el día 26 de junio; Temática: valores del Código de Integridad, lucha, corrupción, honestidad, servicio. Conto con la participación de 75 participantes.
Tarjeta y mensaje de Conmemoración de profesiones y fechas especiales.	Se realizó y envió saludo y tarjeta en conmemoración a cada una de las fechas especiales y de cada profesión, exaltando su rol en ellas.
Saludos de Condolencia	Se remitieron saludos de condolencia en el transcurso de la vigencia 2020.
Feria Virtual de Emprendimiento de las entidades del Sector Minero Energético	Se coordinó y realizó logística para efectuar la Feria Virtual de Emprendimiento de las Entidades del Sector Minero Energético los días 26 y 27 de noviembre llevándose a cabo charlas de emprendimiento del SENA y de COMPENSAR y presentación de una muestra de 12 emprendimientos (3 de ANH, 1 de Ministerio de Minas y Energía, 1 de UPME y 7 del SGC).
Guardianes de los Animales	Se realizó invitación a los conversatorios online del Instituto Distrital de Protección y Bienestar Animal "Guardianes de los Animales".
Conferencias Sociedad Geográfica de Colombia	Se realizó la socialización de las invitaciones a las conferencias online efectuadas por la Sociedad Geográfica de Colombia.
Plan de Incentivos	En la Presentación Anual de Resultados SGC 2020, se reconoció a los funcionarios de Carrera Administrativa que durante el 2020 fueron elegidos como mejores funcionarios del nivel Profesional, Técnico y Asistencial y al mejor funcionario de Libre Nombramiento y Remoción y al mejor funcionario de Carrera Administrativa de la Entidad.
Alianzas	Se realizó gestión para efectuar alianza con los restaurantes Presto y Oma.
Vacaciones Recreativas en casa	Se programó, coordino, y gestiono con el Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez la realización de las vacaciones recreativas. (24 participantes). Se realizó la entrega de un kit cultural cada uno con una cajita feliz a 45 niños que se inscribieron para participar en las vacaciones recreativas, la cual fue remitida a través de la Caja de Compensación Familiar Compensar.

- Programa de Fortalecimiento de Clima y Cultura Organizacional

II PROGRAMA DE CLIMA Y CULTURA ORGANIZACIONAL		
PRESUPUESTO ASIGNADO \$ 200.000.000	RECURSO: PROYECTO DE INVERSIÓN	CONTRATO No. 016 DE 2020 \$ 200.000.000
Continuidad Fase III Programa de Intervención en Clima y Cultura Organizacional 2020		

Charla Online Cambio Cultural enfocado en la Integridad Pública – Conflicto de Intereses	Se efectuó la Charla Online Cambio Cultural enfocado en la Integridad Pública – Conflicto de Intereses, en la cual se abordaron los comportamientos diarios en las entidades que afecta el interés general. Charla que conto con 47 participantes. (DAFP).
Boletines Talento Humano	Se elaboraron y efectuaron Boletines (2) denominado la Dieta para mejorar el clima y la cultura organizacional Online. y Boletines sobre Integridad (3), Se diseñó Campaña Juntos Mejoraremos el Clima Emocional en Nuestro Hogar (9).
Conmemoración Profesionales	Se realizó conmemoración de las diferentes profesiones en el transcurso de la vigencia.
PROYECTO INSTITUCIONAL DE FORTALECIMIENTO DEL CLIMA Y LA CULTURA ORGANIZACIONAL	
Socialización	Se efectuó al 100% la socialización de resultados vía online de los resultados de la Intervención de la Fase II - 2019 y de los resultados de la Medición del Clima y la Cultura Organizacional 2019, por cada equipo de trabajo, en el cual se dio a conocer el resultado a nivel general y particular de cada dependencia y se actualizó la información de la misma. Total, participantes: 234 funcionarios del SGC.
Intervención Equipo Directivo	Se efectuó al 100%. Se realizó socialización vía online de avance con el equipo directivo, en el cual se dieron a conocer las estrategias de intervención, los alcances de las estrategias, los antecedentes, lo programado y las metodologías. Total, participantes: 11 funcionarios del SGC.
Intervención Directores y Coordinadores:	Se efectuó al 100% la intervención vía online. Se brindaron herramientas a través de estrategias de intervención en las que se brindaron asesorías al desarrollo del proyecto formulado por dependencias en la fase II - 2019, como resultado de la actividad Problemas a Proyectos. Total participantes: 52 funcionarios del SGC
Intervención con Grupos de Trabajo Nivel Coordinadores	Se efectuó al 100% la intervención vía online. Se brindaron herramientas a través de estrategias de intervención que permitieron el aprendizaje, apropiación y desarrollo de las siguientes competencias: supervisión (cómo delegar), cómo liderar, retroalimentación (cómo evaluar), y la gestión de conflictos, de acuerdo a los resultados del diagnóstico de Clima y Cultura Organizacional 2019 y a la intervención efectuada en la fase II- 2019. Total participantes: 33 Coordinadores.
Intervención Coordinadores- Grupos de Trabajo	Se efectuó al 100% la intervención vía online. Se brindaron herramientas a través de estrategias de intervención que partieron de las problemáticas identificadas, los acuerdos logrados y los mínimos éticos establecidos en los grupos de trabajo intervenidos en la fase II - 2019. Así mismo, se desarrollaron estrategias por grupo de trabajo de acuerdo con las nuevas problemáticas, propias de la coyuntura del país. Se abordaron las variables procesos y procedimientos, comunicación y retroalimentación, articulación entre áreas “trabajo en equipo” y solución de conflictos”.
Funcionarios Nuevos/líderes mínimos éticos	Se efectuó al 100% la intervención vía online al nivel Directivo y/o Coordinadores y/o Jefes de Oficina nuevos en la entidad en la cual se contextualizó y enriqueció el perfil gerencial de los mismos.

Cafés de Interacción	Se efectuó el seguimiento en el primer bimestre, La actividad fue posteriormente cancelada como consecuencia de la Pandemia por el Covid 19.
-----------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Proyecto ID 1001434 Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo

Objetivo General 2020: Fomentar entornos de trabajo seguro y saludable, mediante la implementación, mantenimiento y mejora del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en el Servicio Geológico Colombiano. (Mencionar que se desarrolló en dos proyectos)

Objetivos específicos del Plan de Trabajo en SST 2020:

1. Fortalecer el compromiso con la Seguridad y la Salud en el Trabajo de todas las partes interesadas, mediante la actualización, divulgación y sensibilización de los elementos que integran el SG-SST.
2. Propender por el cumplimiento de la normatividad vigente aplicable en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, fortaleciendo los mecanismos de control y mejora continua en el desarrollo de los diferentes procesos institucionales.
3. Fomentar la participación transversal e interdisciplinaria, en torno a la adopción de medidas eficaces para la prevención de ATEL y la promoción de la salud integral de la población trabajadora.

Para el cumplimiento de este objetivo general y los específicos el SG-SST se desarrolló enmarcado en dos proyectos institucionales:

- Proyecto de Gestión ID 1001045: Fortalecer el Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo (PGN e Inversión).
- Proyecto de Gestión ID 1001434: Fortalecer el Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo (Regalías).

Consolidado de la gestión del SG-SST acorde con los objetivos planteados

De acuerdo con el plan de trabajo planteado para el año 2020, se dio continuidad al cumplimiento con los objetivos establecidos de acuerdo con la normatividad vigente, con la actualización de los peligros y riesgos prioritarios, así como con el análisis de los indicadores de resultado relacionados con los diferentes programas que conforman la gestión permanente e inherente al SG-SST. Sin embargo, ante las nuevas y desafiantes realidades asociadas a la pandemia por COVID 19, se hizo necesario orientar recursos, talentos y estrategias hacia el fortalecimiento de la promoción de la salud física y de la

salud mental en la gestión de los cambios inherentes a la prevención del contagio y de los impactos asociados, protegiendo la seguridad y la salud de todos los colaboradores. A continuación, se presentan las principales actividades ejecutadas acordes con los proyectos:

Proyecto de Gestión ID 1001045 Fortalecer el Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo (PGN e Inversión)

- ✓ Porcentaje de gestión en la implementación y mantenimiento del SG-SST: Respecto al año 2019, se logró un incremento del 20% en cuanto al cumplimiento con los estándares mínimos establecidos en la Resolución 0312 de 2019, teniendo en cuenta los diagnósticos efectuados por parte de la ARL Colmena, a julio de 2019 (76%) y diciembre de 2020 (96%).



Dentro de las actividades desarrolladas en esta gestión se destacan las siguientes:

- ✓ Durante el año 2020 se realizaron **dos monitoreos** relacionados con la identificación de condiciones de trabajo en casa e impactos de la pandemia por COVID-19 en la población trabajadora: el primero de ellos **en abril a través de los coordinadores** de los diferentes grupos de trabajo y el segundo **en mayo**, a través de la **encuesta sociodemográfica y de condiciones de trabajo en casa**. Esta última fue diligenciada por **595 trabajadores** a nivel nacional (59% contratistas y 41% funcionarios de planta). Los resultados obtenidos permitieron no solo realizar un **análisis sociodemográfico** y de las condiciones en cuanto a nuevas dinámicas laborales y psicosociales, sino también identificar **aspectos positivos y dificultades presentadas al trabajar en casa** como resultado del aislamiento preventivo y aspectos de **sintomatología física y emocional**, que permitieron la gestión de recursos, la identificación de alertas tempranas para realizar valoraciones, recomendaciones e

intervenciones específicas por parte del equipo interdisciplinario de Seguridad y Salud en el Trabajo.

✓ **Gestión relacionada con los Sistemas de Vigilancia Epidemiológica:**

El **Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Factores de Riesgo Psicosocial** fue fortalecido en el año 2020, mediante la contratación de profesional en Psicología Clínica como parte del proyecto de Fortalecimiento Institucional, la gestión de este programa, se sintetiza en los siguientes productos y servicios: el diseño de los **protocolos psicosociales específicos del SGC** correspondientes a atención en crisis, manejo de duelo, estrés crónico, entornos de trabajo saludables en la administración pública, prevención del acoso laboral y del acoso sexual laboral en su primera versión, consolidación de tendencias de personalidad y estilos de afrontamiento ante situaciones estresantes.

Se realizó monitoreo psicosocial personalizado a **307** colaboradores que reportaron sintomatología emocional en la encuesta sociodemográfica y de condiciones de trabajo en casa, atención y orientación psicológica a **213** casos con un promedio de **110** horas mensuales de acompañamiento psicosocial, **28** de estos casos asociados con dificultades de relacionamiento laboral fueron resueltos en esta instancia y dos de ellos remitidos a Comité de Convivencia Laboral. Se logró cobertura a **877** colaboradores de todos los grupos de trabajo a nivel nacional con sesiones de intervención psicosocial grupales, a través de conversatorios relacionados con autocuidado, relaciones laborales, salud mental y convivencia durante la pandemia. Se llevó a cabo **asesoría técnica** permanente al Comité de Convivencia Laboral que continuó funcionando periódicamente, así como a Coordinaciones y Direcciones Técnicas en relación con la prevención de factores psicosociales específicos a sus diferentes Grupos de Trabajo.

En el **Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Radiaciones Ionizantes** se realiza la toma y revisión de laboratorios realizados a 28 trabajadores expuestos como parte del seguimiento biológico.

Se realiza seguimiento a condiciones de salud basado en el Sistema de vigilancia epidemiológica a 3 trabajadores.

En el **Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo Biomecánico, prevención y control de Desordenes Musculo-esqueléticos**, ante la emergencia sanitaria generada por el COVID-19 y aislamiento preventivo obligatorio asociado al mismo, la mayoría de colaboradores tuvieron que realizar adaptaciones en su lugar de vivienda, para dar continuidad a las labores trabajando desde casa. En algunos hogares no cuentan con los elementos ergonómicos adecuados para realizar estas funciones, por lo cual se realizó seguimiento médico en compañía de Fisioterapeuta de la ARL Colmena de manera

virtual, dando recomendaciones generales de uso adecuado de la silla, mesa, computador, mouse, teclado, iluminación y posturas, así como fomentando pausas activas y visuales durante la jornada laboral.

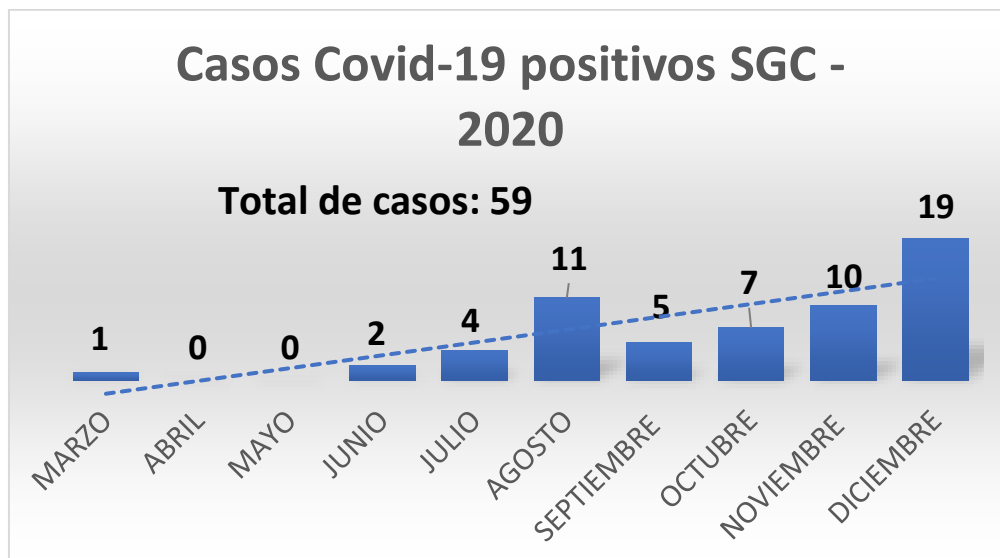
Durante el periodo 2020 se efectuó el envío de recomendaciones a **421** trabajadores. Como parte de las herramientas para tener un mayor acercamiento con los trabajadores que reportaron síntomas, se realizó el seguimiento a través de contacto por videollamada con **21** trabajadores, donde se brindaron recomendaciones sobre la adecuación del puesto de trabajo en casa y las medidas de autocuidado para la prevención y control de los desórdenes musculoesqueléticos.

- ✓ Se crearon los siguientes Sistemas de Vigilancia Epidemiológica con sus respectivos indicadores:
 - SVE de Riesgo Biológico - COVID-19
 - SVE de Conservación Visual
 - SVE de Riesgo Químico – Respiratorio

En cuanto al **Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Riesgo Biológico – COVID-19**, con la herramienta de auto-reporte “Registro diario de condiciones de salud por COVID-19” se logró la detección e identificación precoz de contagio por COVID-19 y permitiendo realizar el seguimiento de los casos sospechosos y confirmado de COVID-19, así:



Durante el año 2020 (31 de diciembre) se presentaron 59 casos de COVID-19 positivos a nivel nacional en el SGC. El 66.1% de estos en contratistas, 22% en funcionarios y 11.9% en personal de proveedores de servicios externos. A continuación se presenta el comportamiento del número de contagios por mes:



- ✓ Diseño, divulgación e implementación del Protocolo de bioseguridad del SGC
- ✓ Divulgación y sensibilización SST
- ✓ Formación en SST a través de plataformas tecnológicas: Inscripción y participación de **448** colaboradores a los diferentes temas de capacitación establecidos en el cronograma de capacitación del SG-SST.

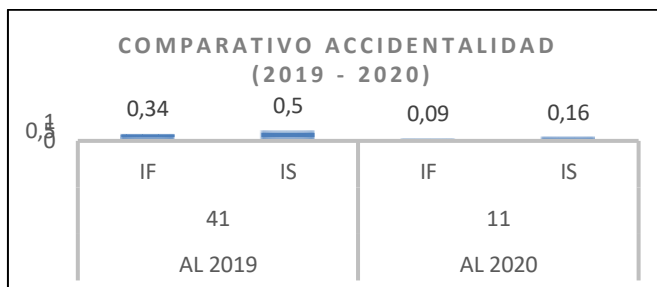
Proyecto de Gestión ID 1001434: Fortalecer el Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo (Regalías)

- ✓ Gestión de riesgos laborales:

Validación, actualización y/o afiliación de los colaboradores del SGC al Sistema General de Riesgos Laborales, con la respectiva generación de planillas de pago de ARL de trabajadores independientes reportados para ejecución de actividades de campo de las diferentes Direcciones Técnicas.

- ✓ Seguimiento e intervención relacionada con la prevención de ATEL (Regalías):

Durante el año 2020 se presentaron **11** accidentes laborales (AL) en donde el mecanismo de ocurrencia fue derivado por sobreesfuerzos o esfuerzos excesivos, respecto al año anterior en donde se presentaron **41** accidentes laborales derivados de dos mecanismos sobreesfuerzos o esfuerzos excesivos (11 AL) y caídas de personas por ambientes de trabajo (10 AL).



IF - Índice de Frecuencia: Por cada cien (100) trabajadores que laboraron en el mes, se presentaron X accidentes laborales.

IS - Índice de Severidad: Por cada cien (100) trabajadores que laboran en el mes, se perdieron X días por accidente laborales.

- ✓ Actualización de matriz de peligros y riesgos, migración a nueva metodología e inclusión de los riesgos asociados al contagio de COVID-19.
- ✓ Entrega de ropa de trabajo y EPP:
 Compilado de necesidades y entrega de ropa de trabajo y Elementos de Protección Personal (EPP) a 253 colaboradores de las siguientes Direcciones Técnicas: 24 colaboradores de la Dirección Técnica de Asuntos Nucleares, 57 colaboradores de la Dirección Técnica de Geoamenazas, 56 colaboradores de la Dirección Técnica de Geociencias Básicas, 10 colaboradores de la Dirección Técnica de Gestión de la Información, 68 colaboradores de la Dirección Técnica de Laboratorios, 28 colaboradores de la Dirección Técnica de Recursos Minerales y 10 colaboradores de la Dirección Técnica de Hidrocarburos.
- ✓ Programa de trabajo seguro en alturas y protección contra caídas
- ✓ Gestión de emergencias:
 - Capacitación y entrenamiento a la brigada de emergencias en los siguientes temas, integrando a las regionales de la entidad: Conformación de Brigadas, Liderazgo y Motivación, Atención básica de Covid-19, Emergencias en el hogar con 20 participantes; Definición primeros auxilios, urgencia, emergencia, red nacional y local de urgencias, Valoración primaria y secundaria, lesiones de tejido blando y cuerpos extraños con 42 participantes; Lesiones de Tejido (Óseo, Articular y Muscular), Transporte de Heridos, Botiquín de Primeros Auxilios, Participación Simulacro de Autoprotección con 40 participantes; Control de Incendios con 28 participantes.
 - Inspección y reposición de elementos botiquines Vehiculares Bogotá
 - Inspección y reposición de elementos botiquines fijos sede CAN

- ✓ Realización de mesas de trabajo en temáticas de SST con líderes y equipos de trabajo
- ✓ Actualización de la documentación de Seguridad y Salud en el Trabajo:
 - Matriz de IPEVR a nivel nacional: migración a nueva metodología e inclusión de los riesgos asociados al contagio de COVID-19.
 - Plan de Prevención, Preparación y Respuesta ante Emergencias a nivel nacional.
 - Matriz Legal en Seguridad y Salud en el Trabajo.

8.4 Servicios Administrativos

Proyecto de Gestión ID 1000818: Servicios Administrativos

Objetivo General

Brindar el soporte integral y necesario para el desarrollo de las actividades de todo el personal que labora en las áreas misionales y de apoyo de la entidad.

Avances y Logros

Servicio de Vigilancia y Seguridad Privada. El Servicio se prestó en todas y cada una de las sedes, mediante contrato de prestación de servicios con una empresa externa. Los recursos fueron ejecutados en su totalidad.

Servicio Integral de Aseo y Cafetería. La prestación del servicio integral de aseo y cafetería, incluidos insumos, para todas las sedes del Servicio Geológico Colombiano, se prestó en todas y cada una de las sedes mediante la adhesión al Acuerdo Marco de Precios de Colombia Compra Eficiente.

Transporte Aéreo Personal de La Entidad. La prestación del servicio se realizó de manera normal hasta el mes de marzo, mediante la adhesión al Acuerdo Marco de Precios de Colombia Compra Eficiente. Dadas las restricciones por la emergencia sanitaria, se restringieron las comisiones y por consiguiente los vuelos a nivel nacional e internacional. Los recursos no fueron ejecutados en su totalidad dadas las condiciones mencionadas

Aseguramiento General. Todos los bienes de la Entidad se encuentran amparados mediante la contratación de las pólizas. Las siguientes pólizas fueron adquiridas mediante contrato de prestación de servicios:

- Todo riesgo daños materiales
- Manejo global para entidades oficiales
- Responsabilidad Civil extracontractual
- Transporte de valores
- Transporte de mercancías
- Todo riesgo maquinaria y equipo
- Todo riesgo daños materiales laboratorio de investigación reactor
- Responsabilidad civil servidores públicos
- SOAT

La póliza que cubre contra todo riesgo los vehículos fue adquirida mediante orden de compra contratadas mediante la adhesión al Acuerdo Marco de Precios de Colombia Compra Eficiente.

Servicio de Vehículos. Los servicios de mantenimiento y suministro de combustible para el parque automotor de la Entidad fueron contratados con empresas externas mediante contratos de prestación de servicios para mantenimiento y órdenes de compra mediante la adhesión al Acuerdo Marco de Precios de Colombia Compra Eficiente. Ambos servicios fueron prestados de manera normal en cada una de las regionales de la Entidad.

Servicio de Distribución y Correo. Los servicios de correo, correspondencia, mensajería expresa, y transporte de mercancías a nivel nacional e internacional, mediante la adhesión al Acuerdo Marco de Precios de Colombia Compra Eficiente, que corresponden a Segmento 1: Mensajería Expresa Nacional – Objetos postales con peso menor o igual a 5 kilogramos en el territorio colombiano; Segmento 2: Mensajería Expresa Internacional – destinos fuera de Colombia; Segmento 3: Transporte de carga mayores a 5 kilogramos hasta 150 kilogramos en todo territorio nacional, y con el contrato Interadministrativo suscrito con Servicios Postales Nacionales S.A para los servicios de Suministro de personal y Coordinador del Centro de Administración de Correspondencia (Sede Central y CAN), Correo Certificado, Correo electrónico certificado y Encomienda Nacional Servicio de correo que permite hacer envíos de paquetería y mercancías a todo el territorio nacional.

Mantenimiento Infraestructura Física. Las labores de mantenimiento rutinario y mejoras locativas, dadas las condiciones de la emergencia sanitaria, no se pudieron realizar de manera normal en todas las sedes del Servicio Geológico Colombiano. El mantenimiento rutinario se logró realizar en las sedes Central y Can en Bogotá. En las regionales mediante la contratación de empresas externas se realizaron algunos procesos de mantenimiento. Así mismo se realizaron acciones y adecuaciones en las diferentes sedes para apoyar el plan de contingencia adoptado para mitigar el contagio del COVID-19 como fue la compra de lockers, lavamanos portátiles, carpas,

demarcaciones en parqueaderos y zonas de tránsito como también la adecuación de la recepción de la sede central para mantener control y distanciamiento del personal.

Gestión de Inventario de Bienes de La Entidad. El Servicio Geológico realizó el proceso de baja de 5.365 bienes ubicados en las diferentes sedes a nivel nacional que por razones de obsolescencia tecnológica o por deterioro en su uso normal se almacenaban en las bodegas de obsoletos e inservibles, conforme a las resoluciones No. 376 y 378 de diciembre de 2020. Así mismo mediante Resolución No. 377 de diciembre de 2020 se realiza la baja de algunos elementos servibles no necesarios para el servicio, los cuales se han ofrecido para que las entidades públicas manifiesten su interés de recibirlos a título gratuito. Durante este periodo se realizaron los registros de los movimientos de ingresos, salidas y traslados de los elementos de consumo y devolutivos

Al proyecto de Servicios Administrativos 1000818 le fueron asignados \$ 11.880.670.537 de los cuales fueron comprometidos el 91,39 %.

Proyecto de Gestión ID 1001543 PINAR 2019-Servicios de Gestión Documental.

Objetivo General

Fortalecer las capacidades para la atención y servicio al ciudadano, actualizando los instrumentos archivísticos, cumpliendo con las metas cumpliendo el Plan de Mejoramiento Archivístico PMA y las metas establecidas en el proyecto de inversión y los requerimientos del ente rector en la política archivística- Archivo General de la Nación.

Avances y Logros

La ejecución de los recursos asignados para el 2020 fue de \$ 514.000.000, con los que se logró conformar un equipo interdisciplinario de ocho profesionales, un técnico y un asistencial con los siguientes resultados:

- Se logra presentar y sustentar el 22 de octubre del 2020 ante el Comité Evaluador del Archivo General de la Nación las Tablas de Retención Documental, las cuales quedan aprobadas y convalidadas sin observaciones como consta en el acta No 17 emanada por dicha entidad.
- Se realizó compilación de los actos administrativos para la elaboración de los periodos institucionales y la compilación de los organigramas, se revisaron y analizaron los registros comprendientes a los inventarios documentales del periodo documental correspondiente, como insumo para las Tablas de Valoración Documental, se avanzó en la historia institucional con fines archivísticos.

- Se elabora la actualización del Plan Institucional de Archivos PINAR y Programa de Gestión Documental PGD con sus programas específicos. También se elabora y entrega la Política de Gestión Documental de la Entidad.
- Se elabora el modelo de requisitos de documentos electrónicos MOREQ.
- Se elaboran los procedimientos y formatos, gías e instructivos, los cuales son socializados por medio de entrenamientos y piezas comunicacionales, con el fin de dar lineamientos en materia de gestión documental en la entidad.
- Se realizan limpiezas a los archivos como avance en el Sistema integrado de conservación SIC con los entrenamientos respectivos y diligenciamiento de formatos.
- Se presenta avance en la organización de las series intervenidas por Procesos y Servicios SAS.
- Se realizaron entrenamientos en el Sistema de Gestión documental ORFEO, con el fin de sensibilizar la importancia del adecuado manejo de la herramienta en la entidad.

8.5 Unidad de Recursos Financieros

Proyecto de Gestión ID 1001174 Gestión Financiera Integral de los recursos del SGC

Objetivo General

Gestión de la Unidad de Recursos Financieros como apoyo y gestión financiera integral para la ejecución de proyectos de las áreas de conocimiento en marco de la función delegada.

Avances y Logros

La Unidad de Recursos Financieros al cierre de la vigencia 2020 contaba con 16 funcionarios de planta y 13 contratistas financiados en un 90% con recursos del SGR y en un 10% con recursos del PGN.

Durante el año 2020, la Secretaría General a través de la Unidad de Recursos Financieros – URF presentó en oportunidad la totalidad de los informes y reportes establecidos, respecto a los aspectos financieros, presupuestales y contables, a entes de control como la Contraloría General de la República – CGR, Ministerio de Hacienda y Crédito Público - MHCP, Ministerio de Minas y Energía – MME, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN, entre otros.

La información de los recursos asignados por el Presupuesto General de la Nación – PGN y por el Sistema General de Regalías - SGR, es revisada y analizada por objeto de gasto, para la correcta ejecución de los proyectos o dependencias asociadas a cada área, grupo

o dirección técnica; con el fin de adelantar los procesos de trámite asociados con la ejecución de los mismos desde la desagregación o distribución de los recursos, disponibilidades, compromisos, obligaciones y pagos, así como la gestión de saldos, así como el control y seguimiento a la afectación contable de estos movimientos. Adicionalmente, desde la Unidad de Recursos Financieros se realiza la revisión y análisis de la información contable registrada en los aplicativos SIF NACION II y SPGR, para garantizar que la información que reflejan los estados financieros, sea consistente con las operaciones efectuadas por la entidad.

Entre los logros están:

- La Unidad de Recursos Financieros-URF durante la vigencia 2020 realizó el acompañamiento profesional a las diferentes áreas de la entidad a través de comunicaciones, memorandos, correos, y mesas de trabajo para la recepción y ejecución de recursos, producto de contratos, convenios interadministrativos, resoluciones y demás actos administrativos.
- Atención oportuna de requerimientos institucionales desde el trabajo que se realiza a control remoto en casa, el personal comprometido con las actividades propias en cada uno de sus Grupos de trabajo y ha logrado responder activamente a los requerimientos que demanda la entidad. Se tramitaron las cuentas de cobro de manera digital teniendo en cuenta de acuerdo a las medidas del Gobierno Nacional y acatadas a partir del mes de marzo de 2020, se ha dado estricto cumplimiento a estas disposiciones y a todas las que suman significativamente en esta labor de prevención, contribuyendo a la disminución de la velocidad de contagio por COVID-19, realizando el proceso de cuenta por pagar, obligación y orden de pago a excepción de los casos no permitidos por PAC o no radicadas en los tiempos informados en la circular de cierre expedida por la entidad en concordancia con las instrucciones del MHCP.
- Cumplimiento a los topes establecidos para la constitución de reservas presupuestales, gracias a las campañas realizadas y seguimiento permanente para el trámite de pago y la liberación de saldos no sujetos a ejecución de los compromisos vigentes.
- Trámite de la totalidad del rezago correspondiente a la vigencia 2019, garantizando la no generación de vigencias expiradas.
- Publicación de los informes contables mensuales de conformidad con la normatividad vigente; estos se presentan de conforma consolidada incluyendo la información de la regalías.
- Se gestionaron los trámites asociados con el "Traslado dentro del Presupuesto General del Servicio Geológico Colombiano para el pago de la Cuota de Auditoría", dando cumplimiento a la transferencia de recursos asociados dentro de la vigencia

2020.

- Entrega oportuna del Boletín de Deudores Morosos del Estado-BDME ante la CGN, en lo referente al reporte semestral con corte a mayo y noviembre de 2020
- Para el mes de diciembre se logró la separación de bienes por origen desde su adquisición lo que permite tener contabilidades separadas tanto para recursos PGN como para SPGR¹.
- Se efectuó la implementación de la facturación electrónica en los tiempos establecidos, acatando las instrucciones del MHCP.
- Presentación de declaraciones tributarias asociadas con el impuesto de industria y comercio del Distrito de Bogotá en aplicación de la normatividad vigente.
- Apoyo en la presentación de respuestas y sustentación de conceptos contables asociados con el conocimiento Geocientífico, en desarrollo de los procesos de auditoría financiera.
- Contribución en la gestión administrativa que coadyuva a la ejecución de los diferentes proyectos ejecutados por el SGC.
- Se efectuó la gestión de comisiones y giro de recursos tanto a contratistas como a funcionarios para adelantar actividades propias de la misión institucional fuera de la sede habitual para realizar trabajo de campo e investigaciones y actualizaciones de la información geológica del subsuelo colombiano, y legalización de las mismas, adicionalmente, se realizó la Implementación de controles que permiten mejorar la gestión de los recursos del SGR, utilizados en comisiones y/o desplazamientos, a pesar de las situaciones actuales de emergencia sanitaria.
- Presentación de campañas comunicativas para agilizar trámites relacionados con la URF, así como el conocimiento de aspectos relevantes para la gestión.

Los principales avances son:

- Elaboración de propuesta de modificación a resolución 297 de 2015 de comisiones con aspectos a incluir, aclarar o implementar para mejorar los procesos asociados.
- Suscripción del Convenio con la ANM para la utilización en el Servicio Geológico Colombiano del radicador virtual de cuentas que facilitará los procesos de gestión de pagos a contratistas de la entidad.
- Identificación y reporte, de situaciones Propiedad, Planta y Equipo, Software y Licencias pendientes de subsanar desde su control y administración, asociadas Bienes No Explotados, Bs muebles en bodega nuevos, Comodatos, Bs en Control Fiscal, Construcciones en Curso, Vidas útiles, Depreciación, Intangibles (Licencias y Software), Actualización del Manual para el manejo y Control de bienes, Bienes de menor Cuantía, Separación de Bs por origen de adquisición.
- Se efectuó reunión con la CGN para presentar los aspectos contemplados en el reconocimiento de activos intangibles desarrollados internamente con el objetivo de

¹¹ Situación pendiente por parte de la entidad debido a dificultades con el aplicativo de gestión de la propiedad, planta y equipo

efectuar un Convenio para adelantar un proyecto que permita dirimir las diferencias argumentativas en torno al tema y permita obtener una postura unificada en cuanto a la interpretación de los criterios de reconocimiento cuyos resultados puedan contribuir como un piloto para los demás institutos públicos que generan conocimiento, ciencia, tecnología e innovación.

Dificultades

- Se evidencian dentro del equipo de trabajo, situaciones de estrés, dificultades en la conexión a internet de los colaboradores generando problemas de acceso remoto, largas jornadas laborales por el volumen de operaciones y amplios requerimientos de entes de control.
- Demoras en la realización de los trámites solicitados, por reiteradas devoluciones especialmente en la gestión de cuentas de cobro por documentación que se adjunta incompleta, ilegible, sin nitidez, errada y/o sin los requisitos exigidos.
- Deficiencia de personal para efectuar análisis en la gestión contable en miras a optimizar los procesos y garantizar la actualización normativa en el proceso e información reportada de los hechos económicos de la entidad.
- Falta de personal en la gestión de cuentas por pagar para garantizar la oportunidad, recurriendo a alternativas de solución que permitieran efectuar el proceso con el equipo de la Unidad, afectando la gestión de los Grupos de Trabajo.
- No se cuenta con una consolidación automática o interface en los sistemas de SPGR y SIIF NACION II por cuanto este proceso debe hacerse manualmente lo que genera riesgos de error, adicionalmente requiere que se incluya en los procedimientos contables, este proceso, así como su validación.
- Los reintegros en SPGR presentan inconvenientes de oportunidad y registro automático por tanto se requiere apoyo de la CGN y el MINHACIENDA en su solución.

La Unidad de Recursos Financieros se compone de la gestión de la información presupuestal, de tesorería y contable; por lo cual a continuación se presenta una síntesis respecto de las actividades más relevantes desarrolladas durante la vigencia 2020

Gestión Presupuestal

La gestión presupuestal inicia con el proceso de planeación² y programación de recursos, que posteriormente se ve reflejado en la ejecución, verificación y gestión según las necesidades de gasto en concordancia con los planes, programas y proyectos. Se exponen los siguientes datos relevantes a saber:

² Gestión efectuada desde el Grupo de Planeación

Ejecución Presupuestal Gastos – PGN

Mediante Decreto 2411 de 2019, se le asignó al Servicio Geológico Colombiano la suma de \$75.304.073.199, los cuales fueron incorporados y desagregados mediante Resolución 001 de 2020. Luego de la aplicación de incorporaciones y reducciones, se finalizó la vigencia con una apropiación definitiva de \$83.113.819.455, de los cuales 57.593 millones de pesos corresponden a aportes de la Nación (69,29% y \$25.521 millones de pesos a aportes propios (30,71%), distribuidos en los siguientes rubros:

Tabla 1 - Apropiación presupuestal vigencia 2020 – SGC

Descripción	Valor
A. Funcionamiento	59.569.421.000
Gastos de personal	29.878.285.274
Adquisición de bienes y servicios	14.944.385.056
Transferencias corrientes	1.135.330.000
Gastos de comercialización y producción	11.771.706.801
Gastos por tributos, multas, sanciones e intereses de mora	1.839.713.869
B. Inversión	23.544.398.455
Gestión de la información en el sector minero energético	20.918.064.114
Fortalecimiento de la gestión y dirección del sector Minas y Energía	2.626.334.341
Total Presupuesto	83.113.819.455

De la apropiación asignada en la vigencia 2020, las distintas dependencias del Servicio Geológico Colombiano comprometieron recursos por valor de \$73.011.331.119, de los cuales fueron obligados \$69.982.969.379 y pagados \$67.940.189.978.

Tabla 2 - Ejecución presupuestal con corte a 31-Dic-20³

Concepto	Apropiación vigencia	Compromisos	Obligaciones	Pagos
A. Funcionamiento	59.569.421.000	53.338.242.892	52.116.470.248	51.689.796.424
Gastos de personal	29.878.285.274	29.708.129.991	29.645.398.006	29.645.398.006
Adquisición de bienes y servicios	14.944.385.056	13.251.647.574	12.353.812.577	12.092.877.387
Transferencias corrientes	1.135.330.000	75.008.102	75.008.102	75.008.102
Gastos de comercialización y producción	11.771.706.801	9.244.991.142	8.983.785.480	8.858.629.846
Gastos por tributos, multas, sanciones e intereses de mora	1.839.713.869	1.058.466.083	1.058.466.083	1.017.883.083
A. Inversión	23.544.398.455	19.673.088.227	17.866.499.131	16.250.393.554
Gestión de la información en el sector minero energético	20.918.064.114	17.086.856.432	15.318.877.017	13.785.220.958
Fortalecimiento de la gestión y dirección del sector Minas y Energía	2.626.334.341	2.586.231.795	2.547.622.114	2.465.172.596

³ Datos preliminares previos a la gestión en el periodo de transición

Concepto	Apropiación vigencia	Compromisos	Obligaciones	Pagos
Total Presupuesto	83.113.819.455	73.011.331.119	69.982.969.379	67.940.189.978

Reservas Presupuestales y Cuentas por Pagar (Rezago 2019)

En la vigencia 2020, se tramitó el rezago presupuestal de la vigencia 2019, el cual fue de \$3.708.954.317.

Tabla 3 - Rezago presupuestal vigencia 2019, gestionado en 2020

Rezago presupuestal	Valor
Reserva presupuestal	2.759.934.803
Cuentas por pagar	949.019.514
Sumatoria	3.708.954.317

Ejecución Presupuestal Gastos - SGR

El Servicio Geológico Colombiano, con ocasión a la delegación por parte del Ministerio de Minas y Energía, de la función de realizar las actividades relacionadas con el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano, es ejecutor de recursos del Sistema General de Regalías – SGR, de conformidad con lo señalado en el artículo 361 de la Constitución Política de Colombia.

Durante la vigencia 2020, se continuo con la ejecución de la apropiación del bienio 2019-2020, la cual fue incorporada y distribuida por áreas de conocimiento a través de las Resoluciones No. 007, 056, 153 y 015, 057, 155, respectivamente, por un valor total de \$340.357.526.960, cifra que se compone de los saldos no ejecutados y compromisos pendientes de pago del bienio 2017-2018, así como la asignación del bienio 2019-2020. La ejecución de los recursos con corte a 31 de diciembre de 2020, fue así:

Tabla 4- Ejecución presupuestal recursos SGR bienio 2019-2020 - SGC

Descripción	Apropiación vigencia	Comprometida	Obligada	Pagada
Presupuesto de fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos, el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo	340.357.526.960	224.562.009.300	82.086.076.755	179.641.240.879

Comisiones - PGN

Desde el Grupo de Presupuesto se realiza la gestión de comisiones de servicios en cuanto a los procesos de recepción de solicitudes, proceso de trámite presupuestal, de pago y

legalizaciones. Las herramientas utilizadas son los sistemas de información SIF Nación⁴ II así como el aplicativo Web SAFI para la programación y legalización de comisiones. Adicionalmente, se realizan los procesos de entrenamiento, capacitación, asesoría y acompañamiento a los diferentes grupos en el proceso de comisiones, se hace seguimiento y se elaboran informes de la ejecución y legalización de comisiones.

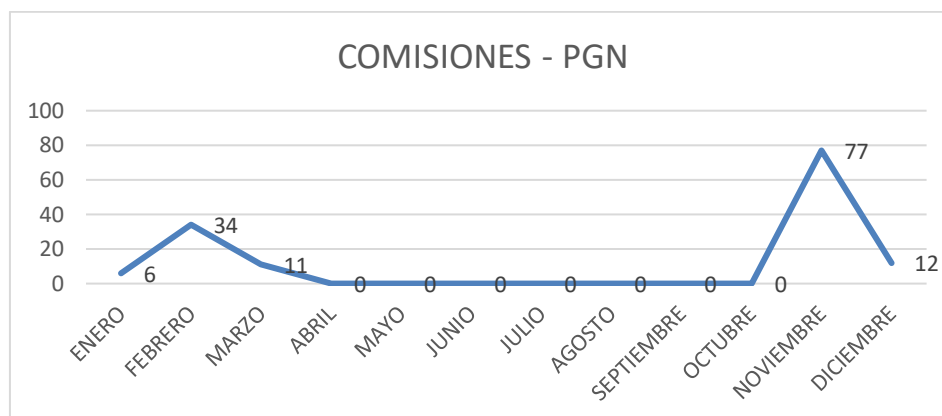
En la vigencia 2020, se realizaron diversas actividades asociadas con las comisiones de servicios a saber:

- Expedición de la Circular 020 del 28 de agosto de 2020 para la actualización de las tarifas de comisiones, una vez fue expedido el decreto 1175 el 27 de agosto de 2020.
- Implementación del formato F-FIN-COM-014 formato legalización de gasto de transporte terrestre contratado en comisión y/o desplazamiento, como parte de las acciones de mejora.
- Se elaboró la guía para la programación de recursos por comisión o desplazamiento web SAFI – PGN con código GU-FIN-COM-001.
- Con ocasión a las actualizaciones efectuadas al módulo de viáticos del SIF Nación II, se habilitó el aplicativo interno denominado Web Safi para efectuar la programación y legalización de los recursos entregados por comisión y desplazamiento, como son los gastos de alojamiento y alimentación, gastos de viáticos, gastos de taxis entre aeropuertos y gastos conexos.
- Expedición de la Circular 023 de 23 de octubre de 2020 para la programación y ejecución de comisiones de servicio al interior del país.
- Expedición de la Circular 024 de 09 de noviembre de 2020 para programación y legalización de comisiones con recursos del presupuesto general de la nación – PGN.
- Propuesta de modificación a resolución 297 de 2015 de comisiones con aspectos a incluir, aclarar o implementar para mejorar los procesos asociados.
- Campañas informativas en temas de comisiones y aspectos a tener en cuenta.

Mediante el módulo de comisiones del aplicativo WebSAFI con la generación de planes de comisión, generación de resoluciones, cargue masivo de CDP, RP, órdenes de pago elaborados mediante cadena presupuestal y a través del módulo de viáticos de SIF se generaron solicitudes de comisión con cargo a CDP's globales, en la vigencia se gestionaron 140 Registros Presupuestales de comisiones pagadas y legalizadas.

A continuación, se presenta el resumen de comisiones gestionadas durante la vigencia 2020 con recursos de PGN así:

⁴ En el SIF Nación II se utiliza el módulo de viáticos PGN, así como los demás módulos asociados con la cadena presupuestal (expedición de CDP, RP, Obligación, orden de pago hasta su pago y legalización).



A continuación, se detalla el total de las comisiones por áreas, el valor total pagado, legalizado y el valor reintegrado.

Tabla 5 Comisiones tramitadas con recursos del PGN

COMISIONES - PGN					
Área	CANTIDAD	DIAS (LEG)	VALOR PAGOS	VALOR LEGALIZADO EN SOPORTES	VALOR REINTEGROS
COMUNICACIONES	4	12	2.576.582	2.576.582	-
DESPACHO DE DIRECCIÓN GENERAL	4	6	2.650.248	2.554.148	96.100
DIRECCIÓN DE ASUNTOS NUCLEARES	34	99,5	24.718.015	21.367.436	3.350.579
DIRECCIÓN DE GEOAMENAZAS	52	324,5	127.452.592	114.572.500	12.880.092
DIRECCION DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	23	30,5	8.210.555	7.897.635	312.920
OFICINA ASESORA JURIDICA	5	3,5	1.253.294	1.253.294	-
SECRETARÍA GENERAL	18	33	7.611.080	5.669.970	1.941.110
TOTAL	140	509	174.472.366	155.891.565	18.580.801

Comisiones - SGR

Las comisiones financiadas con recursos del SPGR se gestionan mediante el aplicativo web SAFI y el CDP, RP, obligación y pagos se gestionan a través del SPGR por el mecanismo de cadena presupuestal, a continuación, se muestra el total de Registros Presupuestales de comisiones pagadas y legalizadas en la vigencia 2020, de conformidad a los requerimientos de las Direcciones Técnicas.



Comportamiento de las comisiones durante el 2020

Tabla 6– Comisiones tramitadas con recursos del SGR6

COMISIONES – SGR					
Área	CANTIDAD	DIAS (LEG)	VALOR PAGOS	VALOR LEGALIZADO EN SOPORTES	VALOR REINTEGROS
COMUNICACIONES	2	11	3.083.520	2.983.520	100.000
DIRECCIÓN DE ASUNTOS NUCLEARES	6	8	3.367.024	2.541.646	825.378
DIRECCION DE GEOAMENAZAS	554	2.935	1.665.688.054	1.377.978.152	287.709.902
DIRECCION DE GEOCIENCIAS BASICAS	186	1.330	868.463.335	627.803.775	240.659.560
DIRECCION DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	54	162	45.211.385	36.813.561	8.397.824
DIRECCIÓN DE HIDROCARBUROS	7	69	41.699.369	26.513.810	15.185.559
DIRECCION DE LABORATORIOS	18	75	34.152.783	28.933.798	5.218.985
DIRECCION DE RECURSOS MINERALES	76	646	557.473.223	392.752.608	164.720.615
OFICINA ASESORA JURÍDICA	6	10	2.821.200	2.713.200	108.000
TOTAL	909	5.243	3.221.959.893	2.499.034.071	722.925.822

Cajas Menores

En la vigencia 2020 se constituyeron ocho (8) cajas menores, de conformidad con lo establecido en el Título 5 del Decreto Único Reglamentario No. 1068 de 2015 y el procedimiento interno de cajas menores PR-FIN-CAM-001 versión 2. Las cajas menores fueron legalizadas dentro del periodo, haciéndose los respectivos reintegros y su saldo a 31 de diciembre es cero (\$0). A continuación, se relaciona cada una de las cajas menores con las que cuenta la entidad.

Tabla 7 – Cajas menores SGC

Caja menor	Sede	Resolución constitución	Total ejecutado en el periodo 2020	Tipo de presupuesto	Cuenta bancaria
120. Dirección General	Bogotá	D-007 del 03 de enero de 2020	\$18.665.797	Nación	000-20838-9
220. Secretaría General	Bogotá	D-030 del 20 de enero de 2020	\$690.673	Nación	000-20839-7
320. Dirección de Laboratorios ⁵	Bogotá	D-031 del 20 de enero de 2020	\$0	Nación	000-27004-1
420. Grupo de Trabajo Cali	Cali	D-032 del 20 de enero de 2020	\$1.168.984	Nación	0159-6999-9117
520. Litoteca Nacional	Bucaramanga	D-033 del 20 de enero de 2020	\$497.500	Nación	469-34410-5
620. OVS Pasto	Observatorio Vulcanológico y Sismológico Pasto	D-034 del 20 de enero de 2020	\$1.190.000	Nación	428-56650-9
720. OVS Popayán ⁶	Observatorio Vulcanológico y Sismológico Popayán	D-034 del 20 de enero de 2020	\$0	Nación	520-64265-3
820 OVS Manizales	Observatorio Vulcanológico y Sismológico Manizales	D-034 del 20 de enero de 2020	\$2.600.000	Nación	466-57830-9

Gestión Contabilidad

La información financiera contribuye a la toma de decisiones para el logro de las metas y objetivos institucionales, y permiten dar respuesta a las necesidades de los usuarios de la información financiera, en tanto la información es relevante y representa fielmente los hechos económicos. El Grupo de Contabilidad realiza el reconocimiento de los hechos económicos y seguimiento a la información financiera.

A la fecha de solicitud del informe, los últimos estados financieros presentados fueron los elaborados con corte 31 de diciembre de 2019, los cuales fueron presentados ante el Consejo Directivo el 16 de abril de 2020. De conformidad con la Resolución 182 de 2017 y 079 de 2020, expedidas por la Contaduría General de la Nación - CGN, se han preparado los informes contables mensuales, el último corresponde al del mes de noviembre de 2020 y a continuación se presentan sus cifras.

⁵ Esta caja menor fue constituida por valor de \$2.090.000, sin embargo, durante la vigencia 2020 no se efectuaron gastos.

⁶ Esta caja menor fue constituida por valor de \$1.750.000, sin embargo, durante la vigencia 2020 no se efectuaron gastos.

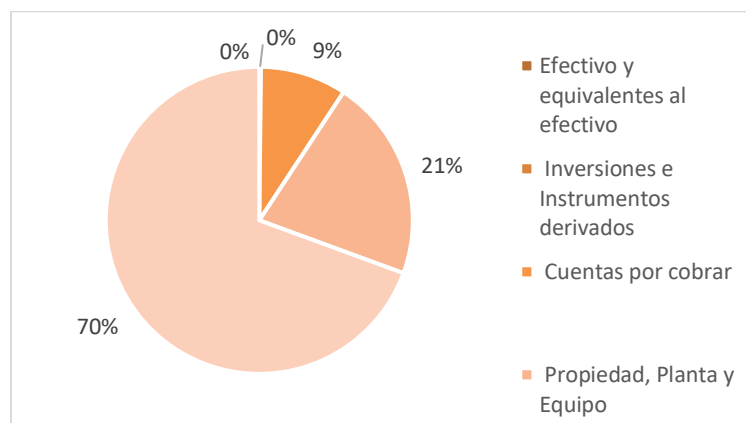
Tabla 8– Estado de situación financiera comparativo noviembre 2019-2020

Estado de la Situación Financiera a 30-Nov-20 comparativo 2019				
(Cifras en COP)				
Concepto	2020	2019	Variación	Composición
			COP	%
Activo	1.614.769.481.678	1.543.367.448.465	71.402.033.213	100%
Corriente	203.040.175.639	214.948.875.743	-11.908.700.104	13%
No corriente	1.411.729.306.039	1.328.418.572.722	83.310.733.317	87%
Pasivo	29.278.378.285	10.495.570.841	18.782.807.444	100%
Corriente	24.963.004.329	9.993.282.158	14.969.722.171	85%
No corriente	4.315.373.956	502.288.683	3.813.085.273	15%
Patrimonio	1.585.491.103.394	1.532.871.877.624	52.619.225.770	0
Pasivo + Patrimonio	1.614.769.481.678	1.543.367.448.465	71.402.033.213	0

Activos.

El Estado de Situación Financiera de la Entidad con corte a 30 de noviembre de 2020, refleja un incremento más significativo en el Activo, y específicamente en el Activo No corriente dado por los grupos de Propiedad, Planta y Equipo (\$21.769.126.962) y los Otros Activos (\$61.541.606.355), grupo que incluye el Activo más importante de la Entidad, Intangible “Conocimiento Geo Científico generado internamente” en la ejecución y el desarrollo de sus Proyectos de Investigación en cumplimiento de la misión del Instituto.

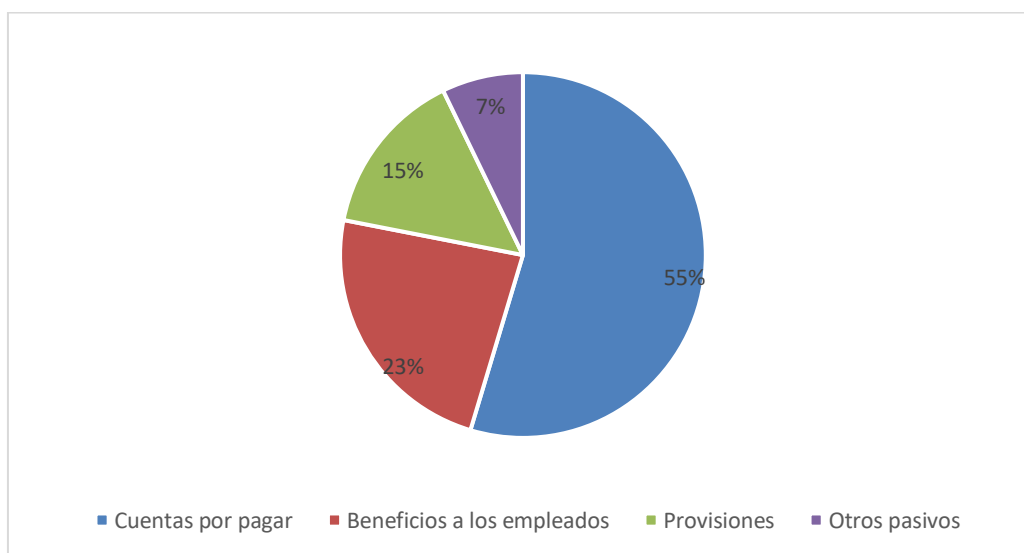
Este Activo Intangible representa el 65.18 % del Activo, su valor asciende a \$1.052.450.702.731, representados en \$939.336.241.706 Productos Oficializados y No oficializados de conocimiento geo científico y \$113.114.461.025 Conocimiento que se encuentra en Fase de desarrollo.



Gráfica 1- Activos por grupos a 30-Nov-20

Pasivos.

El valor más representativo en los pasivos de la Entidad son las Cuentas por Pagar que ascienden a \$15.997.349.111 de los cuales \$13.055.618.934 corresponden a Adquisición de Bienes y Servicios Nacionales con un incremento significativo dado que en el año 2019 su valor correspondía a \$1.535.284.003, siendo esta la variación más representativa así como el grupo de cuentas correspondiente a los recursos entregados en administración con \$1.600.712.408 más que el año 2019, originada principalmente por los convenios interadministrativos suscritos, y la provisión por litigios que presentó un incremento de \$ 3.813.085.273 para el año 2020, por la actualización de la Provisión de los Procesos Judiciales en contra de la Entidad con Alta Probabilidad de ocurrencia.



Gráfica 2- Pasivos por grupos a 30-Nov-20

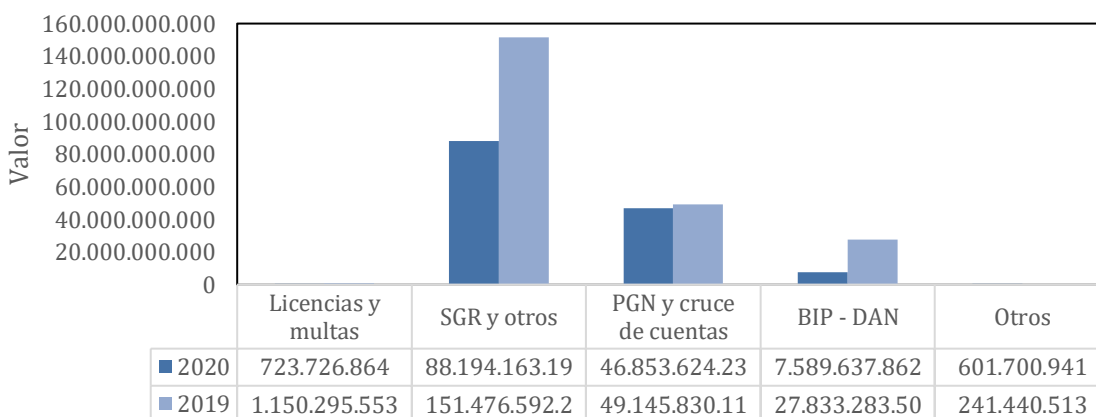
Estado de resultados del 1 de enero al 30 de noviembre – Comparativo.

Tabla 9 – Estado de resultados comparativo noviembre 2019-2020

Estado de Resultados			
Del 1 de Enero al 30 de Noviembre de 2020 comparativo 2019			
Actividades Ordinarias	2020	2019	Variación
Ingresos sin contraprestación	135.771.514.293	201.772.717.929	-66.001.203.636
Ingresos con contraprestación	7.589.637.862	27.833.283.502	-20.243.645.640
Gastos	86.974.228.175	76.721.584.735	10.252.643.440
Costos	6.642.260.331	1.761.574.019	4.880.686.312
Resultado Operación Ordinaria	49.744.663.649	151.122.842.677	-101.378.179.028
Ingresos con contraprestación	601.700.941	241.440.513	360.260.428
Gastos no operacionales	15.728.100.488	11.094.829.793	4.633.270.695
Déficit no operacional	-15.126.399.547	-10.853.389.280	-4.273.010.267
Resultado del ejercicio	34.618.264.102	140.269.453.397	-105.651.189.295

Se evidencia una notable disminución del resultado del ejercicio del 75.32% dada la disminución considerable de los Ingresos de la entidad en el presente año vs el incremento significativo de los gastos y costos de la Entidad.

A continuación, un análisis detallado de la composición de los Ingresos.



Gráfica 3- Variación de ingresos al 30-Nov-20 comparativo con el año 2019

Gestión Tesorería

La información de tesorería se desarrolla al atender tres principales funciones como son el recaudo y el pago de obligaciones y la presentación y pago de declaraciones tributarias; todo con el propósito de optimizar el manejo de los recursos financieros, garantizando transparencia, eficiencia y oportunidad, para lo cual se cuenta con unos controles específicos para la seguridad en las operaciones y transacciones.

Los ingresos del Servicio Geológico Colombiano con corte a 31 de diciembre de 2020 ascienden a la suma de \$37.767.022.624,00, obtenidos principalmente de los servicios prestados por el Banco de Información Petrolera-BIP y la Dirección de Asuntos Nucleares-DAN, adicionalmente se perciben ingresos por otros conceptos como son la celebración de convenios interadministrativos, intereses de mora, sanciones contractuales, reintegros, mantenimiento de la red de acelerógrafos y excedentes financieros.

Tabla 10 – Ingresos 2020

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO	
INGRESOS DEL AÑO 2020	
CONCEPTO	VALOR
PROPIOS CORRIENTES	9.241.270.395
VENTAS DE BIENES Y SERVICIOS	8.370.094.992
SERVICIOS INFORMATICOS	8.200.016.514

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA RED DE ACELEROGRAFOS	81.020.775
CALIBRACIONES A NIVEL DE RADIOPROTECCION	61.604.335
PLANTA DE IRRADIACION GAMMA	4.126.656
CARACTERIZACION Y GESTION DE FUENTES RADIATIVAS	23.326.712
TASAS MULTAS Y CONTRIBUCIONES	871.175.404
LICENCIAS	751.472.509
SANCIONES CONTRACTUALES	116.793.979
INTERESES DE MORA	2.908.916
APORTES DE OTRAS ENTIDADES	10.197.095.897
APORTES DE OTRAS ENTIDADES	10.197.095.897
OTROS INGRESOS	0
FOTOCOPIAS	0
RECURSOS DE CAPITAL	18.328.656.332
TOTAL RENDIMIENTOS FINANCIEROS	18.328.656.332
EXCEDENTES FINANCIEROS	7.194.783.000
REINTEGROS GASTOS DE INVERSION	11.056.034.415
REINTEGROS GASTOS DE FUNCIONAMIENTO	45.569.060
REINTEGRO INCAPACIDADES	32.269.857
TOTALES	37.767.022.624



Cabe resaltar que la Dirección de Asuntos Nucleares (DAN) presta otros servicios en sus laboratorios como :

- El Laboratorio de Secundarios encargado de prestar los servicios de Calibración y Dosimetrización de equipos
- El Laboratorio de Radiometría Ambiental en donde se presta el servicio de Pruebas de Estanqueidad

- El Laboratorio de Planta Gama en el que se proporciona los servicios de Irradiación de isotopos
- El Grupo de Gestión de desechos radioactivos encargado del manejo de residuos en desuso
- El Grupo de Licenciamiento y Control el cual se encarga de la expedición y prorroga de licencias

ÁREA	VALOR RECAUDADO
LAB. PLANTA GAMMA	4.126.656
LAB. SECUNDARIO	61.604.335
LICENCIAMIENTO	751.472.509
LAB. RADIOMETRIA AMBIENTAL	23.326.712
TOTAL	840.530.212

Tabla 3 – Ingresos DAN 2020



Para el reconocimiento de los Ingresos Recibidos por Anticipado (DAN) correspondientes a vigencias anteriores, el Servicio Geológico Colombiano realizó el proceso de recaudos recibidos por anticipado mediante la generación de causaciones, las cuales tienen afectación contable más no presupuestal, estas se formalizaron durante la vigencia 2020 mediante el proceso de generación de facturas electrónicas, siendo así las cosas y para cumplir con lo requerido en la norma vigente.

Facturación Electrónica

El SGC se preparó para el proceso de Facturador Electrónico teniendo en cuenta lo establecido en la siguiente normatividad. De acuerdo con la circular N.º 36 del 25 de septiembre de 2020 remitida por la Administración del Siif Nación “Solicitud Información Factura Electrónica – Decreto 358 de Marzo de 2020, la Resolución 000042 de Mayo de 2020 y demás normas expedidas por la DIAN en materia de facturación electrónica, establecen la obligatoriedad que tienen las entidades de Derecho Público de facturar electrónicamente aquellas operaciones derivadas de la venta de bienes y/o prestación de servicios” en donde la administración del Siif Nación II adelantó las actividades según circular 39 “Lineamientos facturación electrónica Siif Nación II - las entidades del Estado deben implementar la factura electrónica a partir del próximo 1o de Octubre de 2020, según el calendario definido en la citada norma; en donde la administración del Siif Nación II informa que está en el proceso de integrar la funcionalidad que permite emitir y recibir facturas electrónicas, esta información fue sustituida por la circular N.º 40 “Cambio fecha implementación facturación electrónica SIIF Nación - Mediante resolución 000094 del 30 de Septiembre de 2020 expedida por la DIAN, se modifica parcialmente el numeral 2 del artículo 20 de la resolución 000042 de mayo 5 de 2020” en el resuelve Artículo 1 parágrafo “Las entidades del Estado del orden nacional y territorial tendrán como fecha máxima para iniciar a expedir factura electrónica de venta el primero de diciembre de 2020”

Posteriormente se recibió mediante correo electrónico del primero de diciembre de 2020 la circular externa 053 del mismo día, en donde se informa la habilitación del sistema para la elaboración de facturas electrónicas de venta “La Administración del SIIF Nación informa que a partir del primero de diciembre de 2020 se encuentra disponible la funcionalidad que permita a las entidades del Presupuesto General de la Nación la generación, transmisión, validación, expedición y recepción de facturas electrónicas de venta, notas débito, notas crédito y demás instrumentos electrónicos que se deriven de la factura electrónica de venta con validación previa a su expedición”. Por lo cual se procedió a la verificación de la información encontrándose con una serie de inconsistencias las cuales fueron reportadas mediante Incidentes a la mesa de ayuda del Siif Nación II

A pesar de que el SGC realizó todas las actividades necesarias para la implementación de la generación de facturas electrónicas mediante el aplicativo Siif Nación II por ser una entidad emisora y receptora de factura electrónica señaladas en el la circular 53 no se ha logrado implementar la funcionalidad del sistema Siif Nación II, por lo que se decidió implementar lo establecido en la norma antes en su parágrafo citada en la circular N.º 39 emitida por la administración del Siif Nación II en su parágrafo “...; la Administración del SIIF Nación informa que el proceso de integración con la solución que permite emitir y recibir facturas electrónicas de venta con validación previa no se ha culminado, razón por la cual se definen los siguientes aspectos a tener en cuenta para iniciar en la fecha prevista, como Plan alternativo, el Uso de la Solución Gratuita de la DIAN, mientras

culminamos los desarrollos para que el SIIF Nación emita y reciba facturas electrónicas de los proveedores obligados a emitirla

Siendo, así las cosas, el Servicio Geológico Colombiano realizó las acciones de registro y habilitación como facturador electrónico, solicitud de toque que ofrece la plataforma y la solicitud de numeración con los respectivos prefijos los cuales son necesarios para operar desde el servidor gratuito de la Dian el cual se ha utilizado desde el siete de diciembre de 2020

8.6 Planeación

Proyecto de Gestión ID Fortalecimiento Gestión Delegada Conocimiento y Cartografía Geológica

Objetivo General

Avances y Logros

1. En el mes de diciembre, se realizó la ejecución presupuestal para las diferentes áreas de conocimiento, realizando seguimiento y control diferenciado para los compromisos y obligaciones con saldo 2017-2018 y los recursos vigentes del bienio actual.
2. Se realizó la verificación de cada una de las liberaciones y certificaciones realizadas por el grupo de presupuesto de la unidad de recursos financieros, consolidando la gestión realizada y la distribución de los mismos en los proyectos vigentes de las áreas de conocimiento. Así mismo, se realizaron las gestiones para realizar la distribución de las liberaciones conforme a la aprobación del MME.
3. Informe del mes de octubre para ser cargado en el aplicativo SIRECI con la ejecución presupuestal de los recursos del Sistema General de Regalías 2019-2020 (disponibilidad inicial) y asignación actual.
4. Elaboración plan de choque detallado para recursos de SGR para diligenciamiento de las diferentes áreas y los grupos de planeación y de contratos, mejorando así el seguimiento y control al PAA.
5. Elaboración de los informes mensuales presupuestales de SGR para el MME, del mes de diciembre de 2020, incluyendo la revisión del listado de contratos suscritos en el mes elaborado por el grupo de contratos y convenios respecto al listado de compromisos del SPGR y posterior retroalimentación.

6. Gestionar y adelantar actividades sobre la depuración y mejora del Plan Anual de Adquisiciones con recursos del 2% de las regalías, etapa de revisión y ajustes.

7. Realizar la gestión de las vigencias futuras de ejecución de las áreas de conocimiento

8. Reuniones de coordinación y seguimiento al convenio 379 de 2016 con el MME.

En forma general se alcanza un rendimiento del proyecto del 100% a corte 31 de diciembre

Proyecto de Gestión ID 1001492 Fortalecimiento Gestión Estratégica Integral

- Actualización de documentos del Sistema de Gestión, del cual se establecerán los avances para evaluar las necesidades en materia de esta actividad para 2020.
- Ejecución de Auditorías Internas las cuales serán finalizadas en el mes de Noviembre.
- Se realizó la gestión de avance respecto de las actividades de RESPEL, Monitoreos Ambientales y Programas Ambientales.
- Se ejecutan acciones de actualización en los módulos de la herramienta ISOLUCIÓN.
- Se continúa en la consolidación del Mapa de Riesgos de Gestión y de Corrupción.
- Se recopilan evidencias con el objeto de realizar el seguimiento a los planes de implementación de las Políticas de Gestión y Desempeño y se establecen puntos de control y mejora de los planes.
- Se han ejecutado las Auditorías Internas del Sistema de Gestión Institucional.
- Se han ejecutado los Monitoreos Ambientales y las actividades de RESPEL.
- Se ha ejecutado el Seguimiento a la implementación de las Políticas de Gestión y Desempeño.
- Se acompaña a la Dirección de Asuntos Nucleares en la atención a la Auditoría de Seguimiento de Acreditación.
- Se ha ejecutado actividades de acuerdo con lo planificado en el proyecto lográndose avances en la implementación del Sistema de Gestión Institucional y de las Políticas de Gestión y Desempeño del MIPG a pesar de los retrasos normales presentes por la condición de la PANDEMIA MUNDIAL por COVID-19. Se realiza todo lo posible por que se culminen las metas planificadas en este proyecto y alcanzado un rendimiento del proyecto del 100%

8.7 Participación Ciudadana y Comunicaciones

Descripción del proyecto

A través de este proyecto se realiza la gestión de las Comunicaciones y el apoyo a la Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico mediante la implementación de

acciones que permiten una mayor divulgación y socialización de los planes y programas de la entidad; la difusión del conocimiento geocientífico generado; los espacios de apropiación social del conocimiento; los mecanismos para el ejercicio de los derechos de los ciudadanos, con especial énfasis en el derecho de petición; así como la participación en los ejercicios de rendición de cuentas. Todas estas actividades son realizadas por el Servicio Geológico Colombiano en concordancia con su quehacer misional.

Así mismo, se lleva a cabo el diseño y puesta en marcha de la estrategia de comunicación institucional interna y externa, así como la actualización permanente de la información puesta a disposición de la ciudadanía a través de la página web institucional y las redes sociales Twitter, Facebook, Instagram y YouTube, en concordancia con los lineamientos trazados por la Alta Consejería Presidencial para las Comunicaciones

Objetivo General

Gestionar y fortalecer las comunicaciones para garantizar el posicionamiento del Servicio Geológico Colombiano como una de las instituciones de ciencia, tecnología e innovación rectora de las geociencias del país, en los diferentes canales de comunicación con los que dispone la entidad, asegurando la apropiación social del conocimiento y los espacios de participación ciudadana, para el control social de la gestión institucional.

Proyecto de Gestión 1000878 Gestionar las comunicaciones y apoyar la ASCG

PQRSD

En cumplimiento de la normatividad vigente y los principios de la participación ciudadana, para el periodo comprendido entre el 1° de enero y el 31 de diciembre de 2020, se realizó el trámite, direccionamiento, seguimiento y reporte de 1695 PQRSD que fueron recibidas, por el área de Participación Ciudadana y Comunicaciones, redireccionadas a las oficinas competentes según el caso, de las cuales 1635 corresponden a Derechos de Petición (de información, documentos y consultas), 13 Felicitaciones, 5 Quejas, 2 Recursos de Reposición, 5 Sugerencias, 6 Denuncias y 29 Reclamos.

Con ocasión del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica, se expidió el Decreto 491 del 28 de marzo de 2020, que amplió los términos para dar respuesta a las peticiones ciudadanas. Esta reglamentación se ha socializado con todos los peticionarios y ha sido ampliamente divulgada a través de la página web institucional y las redes sociales

<https://www2.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/Los-tiempos-para-atender-las-peticiones-.aspx>

En relación con la política del Servicio al Ciudadano, se tramitaron 1501 solicitudes a través del correo electrónico cliente@sgc.gov.co. Así mismo, se atendieron presencialmente 1221 ciudadanos que acudieron a las diferentes sedes de la entidad y fueron recibidos en las Oficinas de Atención al Ciudadano a nivel nacional. Finalmente, se recibieron 151 solicitudes de información vía telefónica.

Se actualizó el banco de preguntas frecuentes en la página web institucional. Se atendió el canal de chat en la página web institucional y se realizaron 309 interacciones; así mismo, se habilitó la atención personalizada mediante el canal virtual a través del agendamiento de citas, teniendo en cuenta que la Oficina de Atención al Ciudadano no está prestando atención personalizada.

Se actualizó el Procedimiento de PQRSD para adaptar a los desarrollos normativos y jurisprudenciales recientes, a las actualizaciones del aplicativo de gestión documental y a la norma técnica ISO 17025:2017. Así mismo, se hizo la socialización a diferentes áreas de la entidad y se divulgó por medio de una pieza informativa a toda la entidad. Durante 2021 se revisará nuevamente el procedimiento y se continuará con el trabajo de socialización.

Plan de Mercadeo

Para el desarrollo de este Plan se visitaron las diferentes sedes regionales con que cuenta el SGC, para conocer su cercanía y proyectos con la ciudadanía en general, se revisaron los diferentes proyectos de socialización desde las áreas técnicas y se evaluaron los diferentes nichos de valor. Esto con el fin de poder establecer una ruta de trabajo que fortalezca y acerque el posicionamiento de la Entidad, partiendo desde su interior con los colaboradores del SGC, y así fortalecer la apropiación de la misionalidad y el servicio como Entidad pública, como fortalecer y acercar nuevas participaciones a nivel nacional con nichos de valor no especializados.

El Plan de mercadeo tiene como objetivo principal: buscar que el Servicio Geológico Colombiano desarrolle mayor acercamiento con la ciudadanía y los grupos de valor como Entidad líder en investigación y generación de conocimiento geocientífico. Entre sus objetivos específicos, estratégicamente organizados esta:

- Posicionar el SGC como una Entidad de ciencia y tecnología que ofrece conocimiento geocientífico al país.
- Acercamiento a nuevos grupos de valor que contemple a la ciudadanía desde las zonas urbanas hasta las rurales, como también a los grupos especiales (NARP – Discapacidad).
- Aumentar el nivel de calidad percibido por los usuarios de los trámites, productos y servicios.

- Implementar el fortalecimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible como estrategia de valor (fortalecer las capacidades de la sociedad para tomar decisiones que contribuyan a resolver conflictos e involucren conocimientos).

Productos/Servicios en Lengua de Señas Colombiana y Braille

Atención a la Población con Discapacidad - El Grupo de Trabajo de Participación Ciudadana y Comunicaciones, con el apoyo de diferentes áreas del SGC, adelantó las siguientes acciones en el marco de la política de inclusión y accesibilidad en materia de discapacidad:

1. Se subtitularon 16 vídeos institucionales y se continúa con la práctica de incluir subtítulos en los materiales audiovisuales que se producen.
2. Se recibió asesoría por parte del INCI sobre “Introducción a la accesibilidad y documentos”. En estos talleres participaron servidores de diversas áreas del SGC.
3. Se suscribió el contrato interadministrativo 035 de 2020 con el Instituto Nacional para Ciegos - INCI, a través del cual se imprimieron cinco (5) cartillas en Braille para fortalecer el conocimiento geocientífico y fomentar los mecanismos de participación ciudadana con este nuevo nicho de valor, estas son:
 - Cartilla Participación Ciudadana
 - Lo que debes saber sobre los Sismos.
 - Carta de Trato Digno.
 - Fósiles representativos de la colección paleontológica.
 - Recomendaciones peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y denuncias (PQRSD).



4. Servidores del área de Participación Ciudadana asistieron al curso virtual sobre Lengua de Señas Colombiana (Nivel 1), promovido por Biblored.
5. Se suscribió el contrato interadministrativo 022 de 2020 con el INSOR; en el marco del cual se realizó un taller de sensibilización en Lengua de Señas Colombiana, un vídeo institucional accesible dirigido a personas con discapacidad auditiva; inclusión del recuadro en lengua de señas colombiana en 4 vídeos institucionales y gifs para la página web de la Entidad. Igualmente, se contó con interpretación en lengua de señas colombiana para la Rendición de Cuentas del SGC 2020.
6. Se contrató una profesional con experiencia en el trabajo con la comunidad sorda, que brindó asesoría en materia de accesibilidad dirigida a dicho grupo de interés.
 - Se realizó una mesa de trabajo para acercar la Lengua de Señas Colombiana a servidores y contratistas que hacen parte del primer frente ante al ciudadano.
 - Se realizaron diferentes GIFs que se usaron en la página Web, que hablan sobre nuestros canales de atención.



- Se desarrollaron GIFs que fueron utilizados en una campaña interna para acercar a un lenguaje básico en Lengua de Señas.



- Se realizó la traducción en lengua de señas de los siguientes vídeos:

A- Link Tips atención al ciudadano

https://drive.google.com/file/d/1elh6F_K3ItFgaiJoFdkXmlqSUVnPkoKQ/view

B- Cómo atender un ciudadano en Lengua de Señas

https://drive.google.com/file/d/1cF7BcThSx_a-LUwh85OfDFLwvgPeiol/view

C- Campaña Video-GIF LENGUA DE SEÑAS



D- Video Tips en LENGUA DE SEÑAS

https://drive.google.com/file/d/1JdzGA3j_RTnk2UqpHzGivTgeC-0cEvrI/view

- Se realizó el video conmemorativo para la Semana Internacional de las Personas Sordas.



- 7. Se brindaron capacitaciones personalizadas a los servidores que prestan atención al público y al personal de vigilancia, en las cuales se socializaron los protocolos de atención a los ciudadanos en situación de discapacidad.
- 8. Se realizó y se difundió una campaña de acercamiento para conocer el interés de conocimiento geocientífico con personas en discapacidad. La campaña fue socializada por las redes sociales institucionales y el INCI.



- 9. Se difundieron piezas de sensibilización con ocasión en día memorables como:

- Día mundial de la sordoceguera el 27 de junio, Día mundial internacional de las personas con discapacidad, 3 de diciembre, Día nacional de las personas ciegas, 15 de octubre,



- Día mundial de la visión, 8 de octubre.



- Se realizó el vídeo sobre el reto aceptado por el SGC para el mes de las personas sordas, donde se trata la accesibilidad y los derechos en lengua de señas.



- Entre otros días especiales que hacen parte de fortalecer la inclusión en género, discapacidad y comunidades. Todas bajo una campaña #SGCIncluyente.

10. Sobre la Carta de Trato Digno se habilitó el QR lector para acceso a aquellas personas con dificultad visual.

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

CARTA de TRATO DIGNO a los CIUDADANOS

¿Qué es la Carta de Trato Digno?

El Servicio Geológico Colombiano tiene como compromiso hacer los servicios que presta a los ciudadanos en los ámbitos de atención y producción que están en permanente actualización, gestión y en constante mejoramiento.

Respetamos y reconocemos la diversidad en los aspectos de género, etnia, discapacidad y edad, así como el acceso al territorio, el medio ambiente y el patrimonio de origen geológico. La investigación y el conocimiento de los recursos geológicos de los componentes físico, químico, biológico y atmosférico del estudio, para garantizar el acceso a los recursos naturales, sociales y culturales con dignidad y equidad, principios de la investigación geológica. Servicio Geológico Colombiano y el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

17 Principios de la Carta de Trato Digno:

1. Respeto de las personas, sus ideas y opiniones.
2. Respeto a la diversidad de género, etnia y opiniones.
3. Respeto a la diversidad de capacidades físicas, mentales y emocionales.
4. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
5. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
6. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
7. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
8. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
9. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
10. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
11. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
12. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
13. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
14. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
15. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
16. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.
17. Respeto a la diversidad de opiniones y puntos de vista.

Sedes del SGC:

- 1. Bogotá
- 2. Medellín
- 3. Cali
- 4. Bucaramanga
- 5. Barranquilla
- 6. Bogotá
- 7. Bogotá
- 8. Bogotá
- 9. Bogotá
- 10. Bogotá
- 11. Bogotá
- 12. Bogotá
- 13. Bogotá
- 14. Bogotá
- 15. Bogotá
- 16. Bogotá
- 17. Bogotá

Redes sociales:

SGC Colombia

11. Se actualizó el Manual de Servicio al Ciudadano, en el cual están definidos los protocolos de atención a las personas con discapacidad.

12. Se participó en las capacitaciones organizadas por una de las entidades del sector de Minas y Energía para la población con discapacidad auditiva y visual.

Proyecto de Gestión 1001207 Gestionar las comunicaciones y apoyar la ASCG

Comunicación Interna y Externa

En relación con los temas de comunicaciones internas y externas, el Grupo de Trabajo de Participación Ciudadana y Comunicaciones para el periodo comprendido entre el 1° de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 realizó y divulgó 52 boletines informativos Geoflash, con el fin de divulgar de manera permanente y oportuna acciones relevantes de la gestión de la entidad. Así mismo, se desarrollaron y se publicaron 282 noticias en la página Web de la entidad y 46 en la Intranet.

Por otra parte, en redes sociales se hicieron alrededor de 3000 tweets y se cuenta actualmente con más de 338.000 seguidores, en Facebook se publicaron alrededor de 2500 post con alrededor de 318.000 seguidores y en Instagram se han hecho alrededor de 500 publicaciones con 230.000 seguidores.

Se ejecutaron 53 campañas entre internas y externas que se mencionan a continuación: Cuenta de cobro, Defensa estratégica, Seguridad, COPASST, PMO, Página Web, Aplicaciones de volcanes, V Bienal Nacional, Geología de volcanes, Museo, Sismicidad histórica, Mapa Geológico de Suramérica, Modelo Hidrogeológico Valle Medio del Magdalena, Sobrevuelo al Volcán Nevado del Ruiz, Publicación del libro de Recursos Minerales de Colombia Tomo 1 y 2, SGC es conocimiento, Sabías qué?, SGC se SECOPIIZA, Piense Positivo - buen trato, Brigada de emergencia, La tolerancia, Certificado de ingresos y retenciones, Cambia tu mente x el Medio Ambiente, solicitudes_mantenimiento@sgc.gov.co, Todos somos SGC, Por eso aquí ese virus no corona, Para trabajar de manera remota, SGC sí cumple, #Simulacro vital, Sistema Nacional de Bibliotecas, Radicación correspondencia de entrada, La Revista ciencia e ingeniería neogranadina, Monitoreo de los volcanes de Colombia, Los tiempos para atender, Comité editorial, Convocatoria IAN, Para trabajar desde casa, Gracias, Unidad de Recursos Financieros, Buenas prácticas en la comunicación virtual, SGC trabaja por la igualdad de género, Recuerda Que - La Gestión Documental un compromiso de todos, Liderazgo, Eres mucho más que los miedos escondidos en tu mente, Construimos conocimiento juntos - #SGCEsConocimiento, Integridad Pública en el SGC, La nueva obra del SGC, Reglas para una reunión virtual, El don del perdón, Hablemos de honestidad, Campaña de Servicio al Ciudadano, EnRoyados y la Exploración Geotérmica.

Por otra parte, el Grupo de Trabajo de Participación Ciudadana y Comunicaciones, por medio de su equipo periodístico, hizo el acompañamiento al trabajo de campo que se adelantó desde las direcciones técnicas a principios de la presente vigencia, que solicitaron su apoyo para evidenciar el uso de los recursos del Instituto y el fruto de sus aplicaciones en el desarrollo e investigación en ciencias de la tierra.

Frente a la atención de los medios de comunicación, se tramitaron en su totalidad las solicitudes de información que estos necesitaban, tanto de manera directa a través de entrevistas presenciales y declaraciones, así como también en grabaciones para publicaciones diferidas contando con el envío de información al sector.

Así mismo, se continúa con la divulgación de información al interior del instituto a través de Geocápsula (hasta el mes de septiembre), To2 Conecta2 y Correo Electrónico; herramientas que facilitaron el acceso, la socialización de la información y las campañas de manera coordinada, efectiva y eficaz, tanto en la sede central como en las sedes regionales, actualizando los mecanismos de información interna de la entidad.

Igualmente se brindó apoyo a la Dirección General y a las áreas técnicas, con la elaboración y edición de cerca de 37 presentaciones institucionales, así como a la información presentada en los 12 Consejos Directivos realizados durante el año 2020.

También se trabajó en los siguientes puntos, entre otros:

- Asesorar al Cuerpo Directivo en temas de comunicación.
- Apoyar la realización de eventos virtuales a las diferentes áreas técnicas y administrativas de la Entidad a través de la realización de contenido multimedia, apoyo logístico y la divulgación de los mismos en los canales de comunicación oficiales.
- Divulgar las actividades de Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico adelantadas por la Entidad.
- Velar por el cumplimiento y buen uso del Manual de Identidad del SGC.
- Divulgar la información que se genere desde las dependencias, Grupos de Trabajo Regional y Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos del Instituto.
- Acompañar de manera periodística y descriptiva a las coordinaciones y grupos de trabajo que realizan trabajos de campo cuando sea necesario y/o lo soliciten.
- Coordinar y velar por que la información que se publique en intranet, web, correos electrónicos y otros medios digitales esté acorde con el manual de política web.
- Dar a conocer los planes, programas, proyectos e iniciativas que presenten las diferentes áreas de la entidad.
- Asesorar al cuerpo directivo en la atención y respuesta a las solicitudes y requerimientos de los medios de comunicación.
- Coordinar el protocolo para el manejo y atención de los medios de comunicación cuando se acerquen al instituto.
- Reportar a la Dirección General la información (noticias, opiniones, comentarios, artículos, grabaciones, entrevistas, crónicas y reportajes) emitidas por los medios de comunicación.

- Asesorar y elaborar estrategias para la promoción y divulgación de investigaciones, programas, proyectos, eventos y servicios del Instituto.
- Apoyar el cubrimiento de cualquier evento que se lleve a cabo dentro y fuera del Instituto: local, nacional o internacional.
- Velar por el buen uso y cumplimiento de los conceptos gráficos establecidos para las publicaciones del Instituto.

Servicio al Ciudadano

Los productos geocientíficos son accesibles y disponibles para los ciudadanos mediante herramientas tecnológicas que se encuentran en la página web institucional y en las diferentes plataformas implementadas por el SGC. Frente a las ventas de productos (planchas, mapas, libros, informes y publicaciones), de conformidad con la resolución N° 366 de 27 de agosto de 2019, en desarrollo del principio de gratuidad de la información pública nacional, el SGC actualmente no vende a la ciudadanía los productos editoriales generados por de la Entidad en cumplimiento de su misión.

Con el fin de dar continuidad a la política de difusión del conocimiento geocientífico, se hizo entrega de publicaciones físicas que fueron solicitadas por los ciudadanos. Entre estas se incluye el libro “Estudios Geológicos y Paleontológicos del Cretácico en la Región del Embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena”, así como las publicaciones especiales No. 33 (Vulcanismo de Lodo) y 34 (Clasificación de Movimientos en Masa y su Distribución en Terrenos Geológicos de Colombia), “Recursos Minerales de Colombia” Tomos I y II, al igual que “Geología, Ciencia y Cultura”.

En cuanto a los estudios de percepción, se desarrollaron seis (6) informes, a saber:

- Estudio de percepción de los usuarios y/o ciudadanos con relación al servicio de las PQRSD (vigencia 2020)
- Estudio de percepción de los usuarios sobre calidad del servicio prestado por el Grupo de Trabajo del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD)
- Estudio de percepción de los usuarios internos sobre la calidad del servicio prestado por los Grupos de Trabajo del Servicio Geológico Colombiano (SGC)
- Estudio de percepción de los usuarios con relación a la calidad del servicio de la Dirección de Laboratorios
- Estudio de percepción de los usuarios sobre calidad del servicio en general
- Estudio de Percepción de la Rendición de Cuentas 2020 del Servicio Geológico Colombiano

Es de resaltar que el resultado de estos estudios constituye un insumo importante para la toma de decisiones referente al mejoramiento de la calidad de la prestación del

servicio, tanto al usuario interno como el externo, con el fin de aumentar los niveles de satisfacción de los mismos.

Con el propósito de fortalecer la atención ofrecida a los usuarios en los distintos canales de atención, el Grupo de Trabajo de Participación Ciudadana y Comunicaciones construyó y ejecutó la Campaña de Servicio al Ciudadano. Se realizaron varias actividades y productos como:

- Sensibilización de servidores públicos y Política de Servicio al Ciudadano
- Taller: Una gestión emocionalmente inteligente
- Piezas de concientización e informativas relacionadas a los valores y la atención telefónica
- Divulgación de vídeos con Tips para fortalecer la atención de los canales
- Se hizo un estudio de percepción para identificar la opinión de los usuarios con relación al servicio ofrecido en los canales de atención del SGC durante la vigencia 2020



Para atender a usuarios internacionales, el grupo de trabajo realizó la traducción del español al inglés de diversos contenidos publicados en la página Web del SGC acerca del Servicio Geológico Colombiano. La entidad ha tenido un contacto cada vez más estrecho con la comunidad internacional, especialmente con expertos en las diferentes áreas de las geociencias y los asuntos nucleares.

Con el propósito de seguir llevando nuestro servicio a la ciudadanía, sin distinción alguna y observando la necesidad de acercar nuestra misionalidad a toda la población Colombiana, en un trabajo coproducido con la comunidad Nasa, se logró la traducción de nuestra Carta de Trato Digno en lengua Nasa Yuwe.



Se desarrolló la Caracterización de los Usuarios 2020, que tuvo como grupo objeto de estudio a los grupos de valor del SGC y este se implementó durante el segundo semestre del 2020. En el estudio se amplió el alcance en comparación con anteriores vigencias, pues estaban dirigidas a caracterizar los usuarios reales de los puntos de atención, pero que en el presente año se incluyó a los grupos de interés que son todos aquellos grupos que se ven afectados directa o indirectamente por el desarrollo de las actividades de la entidad, y por lo tanto, también tienen la capacidad de afectar el desarrollo de las mismas. Este documento permite clasificar a los usuarios y grupos de interés en diferentes categorías de tipo geográfica (sedes distribuidos en el país, departamentos donde residen los usuarios, ubicación de zona rural y/o urbano), demográfica (género, edad, grupo étnico, condición de discapacidad, estado civil, ocupación, idioma, educación y sector económico), intrínseca (nivel de conocimiento, canales y puntos de

atención) y comportamental (frecuencia de uso y beneficio esperado). Será una herramienta útil no solo para conocer quienes frecuentan el SGC sino sobre todo para la toma de decisiones con el fin de enfocar estrategias de mercadeo para permitir un mayor acercamiento con los grupos de valor, fortaleciendo la participación ciudadana y el posicionamiento institucional.

Adicionalmente, el Grupo de Trabajo de Participación Ciudadana y Comunicaciones prestó el servicio de encuadernación, anillado y corte de papel de manera permanente durante los primeros dos meses y medio del año, antes del decreto de cuarentena general. Estas labores suplieron tanto las necesidades del grupo en cuanto a la preparación de logística, como las de otras áreas que manifestaron la necesidad del servicio. Durante el periodo de aislamiento con trabajo a distancia, ocasionalmente se llevaron a cabo tales actividades cuando fueron requeridas.

Espacios de Apropiación Social del Conocimiento

En el marco del contrato interadministrativo N° 007 de 2019 suscrito entre el SGC con el operador logístico Sociedad Hotelera Tequendama, se llevaron a cabo los siguientes espacios de apropiación social del conocimiento en la vigencia 2020:

1. Entrenamiento en Puesto de Trabajo de Técnicas de Redacción y Ortografía para textos técnicos.
2. Reunión-Entrenamiento sobre análisis de caídas piroclásticas de tipo pliniano para evaluación de amenaza volcánica.
3. Apropiación social del conocimiento geocientífico en torno al Mapa Geológico de Suramérica.
4. Comité Editorial N° 51
5. V Bienal de Niños y Niñas
6. Conversatorio Día Internacional de la mujer y la niña en la ciencia.
7. Entrenamiento en Puesto de Trabajo en conceptos acerca de neoformación de estructuras y la reactivación de estructuras previas.
8. Primer encuentro de Patrimonio Geológico y Reunión Técnica para el intercambio de información de información científica para el diagnóstico y atención del Hallazgo paleontológico en la cueva la tronera El Peñón-Santander- Comisión técnica-Parte 1
9. Reunión Técnica de Apropiación Social del Conocimiento-Seguimiento Convenio DIMAR-SGC.
10. Lanzamiento online del libro estudios geológicos y paleontológicos del cretácico en la región del embalse del Río Sogamoso, valle medio del Magdalena. (2 de Julio de 2020)
11. Taller virtual de implementación de Modelado 3D en Geosoft (Julio a agosto del 2020).
12. Taller virtual de Redacción avanzada (10 al 14 de agosto)

13. Reunión Técnica Virtual para el intercambio de información que permite la introducción a conceptos sobre procesamiento básico de señales sísmicas aplicándolas en la exploración geotérmica del Volcán Cerro Machín. (18 al 20 de agosto de 2020)
14. “Entrenamiento en Puesto de Trabajo - Interpretación Estructural Sísmica de Pliegues Asociados a Fallas Inversas y Normales, Implicaciones para la Exploración y Producción de Hidrocarburos”. (18 al 31 de Agosto)
15. Jornada de Apropiación Social del Conocimiento en interpretación sísmica y perfiles de pozos-Modalidad On Line (31 de agosto al 11 de septiembre)
16. Mesa de trabajo virtual sobre la evaluación técnica en ensayos de isotopía líquida, isotopía sólida, datación de minerales por Uranio-Plomo y calibraciones para radiaciones ionizantes. (14 al 24 de septiembre 2020 al 8 de octubre)
17. Reunión técnica virtual para el intercambio de información que permite la introducción a conceptos sobre tomografías sísmicas aplicadas en la exploración geotérmica del Volcán Cerro Machín. (28, 30 de septiembre y 2 de octubre de 2020).
18. Entrenamiento teórico práctica de calidad del aire y emisiones atmosféricas de acuerdo con necesidades y alcances de proyectos de caracterización de emisiones de mercurio en centrales de generación térmica. (4 al 6 de noviembre)
19. Jornada de apropiación social del conocimiento geocientífico sobre los 35 años de la erupción del volcán nevado del Ruiz, en noviembre de 1985(9 al 11 de noviembre)
20. Mesa de trabajo virtual sobre la evaluación técnica en ensayos de cromatografía iónica, descomposición térmica, amalgamación y espectrofotometría de Absorción Atómica (17 al 20 de noviembre).
21. Taller de Apropiación Social del conocimiento en Metodologías para estudios de Movilidad de Mercurio (17,18 y 19 de noviembre).
22. Simposio virtual The Geology of Colombia: la historia geológica del territorio colombiano (24 al 27 de noviembre)
23. Reunión Técnica sobre la implementación sobre la implementación de la red Gravedad Absoluta para Colombia (9, 10 y 13 de marzo de 2020).
24. Lanzamiento Fondo Documental Enrique Hubach (3 de diciembre de 2020)
25. Mesas de trabajo para la co-producción del documento de "Lineamientos metodológicos para la
26. incorporación de geoamenazas en macroproyectos de infraestructura”. (10 al 11 de diciembre de 2020)
27. Presentación Anual de Resultados 2020(15 de diciembre de 2020).
28. Audiencia pública de rendición de cuentas del servicio geológico colombiano-2020(11 de diciembre de 2020)
29. Taller para la socialización y retroalimentación del documento: "Lineamientos metodológicos para la incorporación de geoamenazas en macroproyectos de infraestructura”. (16 de diciembre de 2020)

En el mes de diciembre de 2020 se suscribieron (2) otrosí para la adición de recursos por orden de \$ 8.624.971 y otro para la prórroga del contrato interadministrativo N° 007 de 2019 hasta el 31 de diciembre o hasta agotar presupuesto lo primero que ocurra, estas argumentaciones y justificaciones se socializaron en los documentos suscritos.

Adicionalmente, el grupo apoyó el proceso de contratación a las direcciones técnicas para la participación integral de la entidad en 3 eventos, en las que los servidores públicos de la entidad realizaron trabajos de socialización e intercambio del conocimiento técnico y científico de competencia del SGC, con el fin de retroalimentar los procesos.

Eventos:

- XXXV Congreso Nacional de Ingeniería
- 10° Foro Carbón y Coque Colombiano
- III Cumbre del Petróleo y Gas

El grupo participó en la conformación del equipo líder para la Rendición de Cuentas y prestó el apoyo logístico y cubrimiento periodístico para la realización de la Rendición de Cuentas del SGC del 2020.

Documentos Participación Ciudadana

Se actualizó en su cuarta (4°) versión el Procedimiento de Percepción Ciudadana, en el cual cabe destacar algunos cambios en la parte normativa, incluyendo la metodología de evaluación, periodicidad de aplicación sobre todo concerniente a los servicios y trámites prestados por los laboratorios de la Dirección de Asuntos Nucleares y la Dirección de los Laboratorios y en las etapas y documentación requerida para llevar a cabo los estudios de percepción de una forma correcta. Posteriormente, se realizó la socialización del procedimiento con la asistencia de los colaboradores pertenecientes a las dos Direcciones Técnicas anteriormente mencionadas.

Para el año 2020 hubo avances y se brindó apoyo a otras áreas para dar cumplimiento a las actividades y metas establecidas en los diversos planes en los que participa el Grupo de Trabajo de Participación Ciudadana y Comunicaciones, tales como: el “Plan Institucional de Anticorrupción y Atención al Ciudadano”, “Tres (3) políticas del Modelo Integrado de Planeación y Gestión - MIPG”, “Austeridad en el Gasto Público”, la “Estrategia de Rendición de Cuentas”, al igual que el “Plan Sectorial para la Atención de la Población en Situación de Discapacidad 2019 - 2022”, que es liderado por el Ministerio de Minas y Energía. Durante el presente año 2020 se realizó el primer reporte al Grupo de Trabajo de Planeación del SGC del primer corte de seguimiento, con el diligenciamiento de las 3 matrices de las políticas (MIPG) establecidas y la

correspondiente consolidación de evidencias, así mismo, se entregó la matriz de logros, retos y obstáculos.

Para la vigencia 2020 el Grupo de Trabajo de Participación Ciudadana y Comunicaciones realizó adecuadamente seguimiento al reporte del Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano de la vigencia.

Adicionalmente el Grupo apoyó la construcción del documento Plan de Participación Ciudadana 2020, el cual se encuentra debidamente publicado en la página web del SGC en <https://www2.sgc.gov.co/ControlYRendicion/TransparenciasYAccesoAlaInformacion/Documentos/Plan-de-participacion-ciudadana-2020.pdf>

8.8 Oficina Asesora Jurídica

Proyecto de Gestión ID 1001364: Mejora y Fortalecimiento Defensa Jurídica

Objetivo General: Gestionar y apoyar jurídicamente a las diferentes áreas de conocimiento encargadas de desarrollar los proyectos e investigaciones geocientíficas del subsuelo de la nación.

Durante la vigencia 2020 la Oficina Asesora Jurídica brindó apoyo y asesoría jurídica tanto a la Dirección General del Instituto, como a las diferentes dependencias de la entidad, haciendo claridad y estableciendo criterios sobre la aplicación de las normas legales vigentes que son de competencia de la entidad, en materias tales como administración de personal al servicio del estado, contratación administrativa, ambiental, régimen disciplinario, derecho probatorio, procesos sancionatorios, derecho de petición, procedimiento administrativo en materia radiológica y nuclear, entre otros.

Asesorías Jurídicas y Apoyo a las Dependencias

La OAJ consciente de la importancia de que las dependencias de la entidad den cumplimiento a los requisitos y términos existentes para responder los requerimientos judiciales y peticiones presentadas por las autoridades judiciales y los particulares, desarrolló los lineamientos y parámetros de respuesta para varios de los aspectos en los cuales habitualmente se solicita información al Instituto.

Al respecto durante la gestión desempeñada en el periodo comprendido entre el 01 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2020, se presentaron 48 solicitudes.

De igual forma, la OAJ atendió oportunamente 43 requerimientos judiciales en la vigencia 2020, relacionados principalmente con solicitudes de estudios y conceptos técnicos en materia de movimientos en masa.

Sobre este punto, cabe resaltar el apoyo que brinda la Oficina Asesora Jurídica a las Direcciones Técnicas y al Grupo de Planeación en relación con los requerimientos realizados por las autoridades ambientales, avance de los planes de manejo ambiental, informes de caracterización de vertimientos, así como de los cobros realizados por estas y otras autoridades de orden local y regional, no obstante que dicho componente es coordinado por el Grupo de Planeación y la Secretaria General.

De forma permanente la Oficina Asesora Jurídica profirió pronunciamientos sobre la interpretación de las normas legales vigentes de su competencia, los cuales se encuentran consignados en la relación de conceptos proferidos por la Oficina Asesora Jurídica, los cuales ascienden en la vigencia a la suma de 32.

La OAJ durante el periodo objeto de este informe, realizó la proyección y/o revisión de 386 resoluciones de la Dirección General en el 2020, las cuales reposan en dicha dependencia.

Especialmente, se prestó un apoyo constante a la Dirección Técnica de Asuntos Nucleares durante el proceso de expedición de autorizaciones para la operación de materiales radiactivos, brindado su asesoría en 341 solicitudes escritas e igual número en asesorías verbales con respuesta a 10 conceptos relacionados con el desarrollo de los trámites de dichas autorizaciones y adicionalmente se hizo el acompañamiento a las reuniones realizadas por la Coordinación de Licenciamiento y Control con cada uno de los usuarios.

De otra parte, la OAJ ha prestado apoyo al Grupo de Talento Humano en lo relacionado a situaciones administrativas y a lo referente a la provisión de cargos con base en las listas de elegibles confeccionadas por la Comisión Nacional del servicio Civil a propósito de la Convocatoria 432 de 2016, siendo revisadas aproximadamente 100 solicitudes.

Asimismo, se prestó apoyo al Grupo de Trabajo de Servicios Administrativos con la revisión del acto administrativo, por medio del cual el Servicio Geológico Colombiano adopta las tablas de retención documental.

Por otro lado, dentro del periodo se realizó la revisión y ajuste del Manual de Funciones de los funcionarios que, conforme al estudio de cargas de trabajo se planea hagan parte de la Oficina Asesora Jurídica, estableciendo la procedencia de trabajo suplementario en todos los casos

Estudio, Conceptualización y Proyección de los Actos Administrativos

En el mismo sentido se apoyó en la revisión de las siguientes Resoluciones: i) *“Por la cual se ordena dar de baja y ofrecer a título gratuito unos bienes muebles propiedad del Servicio Geológico Colombiano a otras entidades públicas”* y ii) *“Por la cual se ordena dar de baja y realizar la disposición final los bienes obsoletos e inservibles de propiedad del Servicio Geológico Colombiano”*.

De igual manera, se expidieron tres (3) actos administrativos suspendiendo los términos administrativos en razón al Estado de Emergencia Decretado por la pandemia Covid - 19, cuya legalidad fue analizada por el Consejo de Estado dentro del proceso 11001-03-15-000-2020-01127-00 acumulado de los siguientes actos:

1. Resolución N° 123 del 18 de marzo de 2020 “Mediante la cual el Director General del SGC suspende los términos procesales dentro de las actuaciones administrativas, procesos de incumplimiento y procesos disciplinarios adelantados por la entidad”
2. Resolución N° 125 del 31 de marzo de 2020 "Por medio del cual se proroga la medida de suspensión de términos adoptada mediante la Resolución 123 del 18 de marzo de 2020".
3. Resolución N° 135 del 17 de abril de 2020 "Por la cual se proroga la medida de suspensión de términos”.

Proyectos regulatorios

La OAJ ha presentado varios proyectos de resolución con impacto al público en general entre los cuales se destacan los siguientes:

1. “Por la se establece la tabla de honorarios para personas naturales que suscriban contratos de prestación de servicios profesionales y de apoyo a la gestión, con el Servicio Geológico Colombiano – SGC”.
2. “Por medio de la cual se adopta el Modelo Nacional de Amenaza Sísmica de Colombia y se implementa su sistema de consulta”.
3. “Por la cual se adopta el Manual de Entrega de Información Técnica y Geológica derivada de los contratos de Evaluación, Exploración y Producción de Hidrocarburos al Banco de Información Petrolera del Servicio Geológico Colombiano – SGC”.
4. “Mediante el cual se establecen lineamientos técnicos del monitoreo de sismicidad para el desarrollo de los Proyectos piloto de Investigación Integral - PPII en Yacimientos No Convencionales - YNC de Hidrocarburos a través de la Técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal - FH-PH, de conformidad con lo previsto en la Resolución D-184 de 2017”.

5. "Por la cual se modifica la Resolución 450 de 2016, mediante la cual se adopta la lista de precios de productos y servicios asociados a la información técnica contenida en el EPIS y en la Litoteca Nacional"
6. Proyecto de "Lineamientos técnicos para el procedimiento de muestreo y análisis de laboratorio de materiales radiactivos de origen natural en los PPII" el cual se encuentra a cargo de la Dirección de Asuntos Nucleares. Dicho proyecto ha sido analizado con el Ministerio de Minas y Energía y se remitió a las autoridades ambientales a fin de unificar los términos de referencia.

El SGC en su calidad de autoridad geológica y de acuerdo a las funciones a su cargo, a través de la OAJ ha adelantado con el Ministerio de Minas y Energía y el Gobierno Nacional, la revisión, entre otros, de los siguientes proyectos:

1. Proyecto de Decreto "por el cual se fijan lineamientos para adelantar Proyectos Piloto de Investigación Integral -PPII sobre Yacimientos No Convencionales - YNC de hidrocarburos con la utilización de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal - FH-PH, y se dictan otras disposiciones." Hoy Decreto 320 de 2020
2. Proyecto resolución "por la cual se establecen lineamientos técnicos para el desarrollo de Proyectos Pilotos de Investigación Integral (PPII) en Yacimientos No Convencionales (YNC) de Hidrocarburos a través de la técnica de Fracturamiento Hidráulico Multietapa con Perforación Horizontal (FH-PH)".
3. Proyecto de Ley 218 de 2020 "Por medio de la cual se protege el patrimonio espeleológico colombiano"
4. proyecto de Decreto "Por medio del cual se establecen disposiciones para desarrollar actividades orientadas a la generación de energía eléctrica a través de geotermia".

Apoyo Protección Integral del Patrimonio Geológico y Paleontológico

La Oficina Asesora Jurídica ha apoyado el proceso de implementación y puesta en marcha del Decreto 1353 de 2018 "*por el cual se Adiciona el Capítulo 10 al Título V de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía en lo relacionado con la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se dictan otras disposiciones*", efectuando el apoyo jurídico requerido y necesario al Grupo de Trabajo de Museo Geológico e Investigaciones Asociadas de la Dirección Técnica de Geociencias Básicas en la aplicación de las disposiciones consagradas en la citada normativa, en los siguientes aspectos:

1. Desarrollo de los trámites para la identificación, protección, conservación de los bienes de interés geológico y paleontológico de la Nación, conforme a lo contemplado en el Decreto 1073 de 2015, adicionado por el Decreto 1353 de 2018 y la Resolución 732 de 2018.

2. Interpretación y aplicación del marco normativo del patrimonio cultural colombiano en consonancia con las disposiciones especiales consagradas en el Decreto 1073 de 2015, adicionado por el Decreto 1353 de 2018.

3. Acompañamiento en las diferentes reuniones celebradas entre el Grupo de Museo Geológico e Investigaciones Asociadas con las entidades territoriales en la Gestión de hallazgos paleontológicos.

4. Apoyo en la aplicación del marco normativo en la implementación de la metodología de valoración mueble e inmueble del patrimonio geológico y paleontológico.

Asimismo, ha participado de manera activa en el cumplimiento de los compromisos adquiridos en razón de la suscripción del Convenio de Cooperación 2990-1 de 2017 de cumplimiento a las funciones administrativas para prevenir y contrarrestar el tráfico ilícito de bienes del patrimonio cultural colombiano, a través de la participación en las sesiones del Comité Técnico y cumplimiento las tareas acordadas en los mismos.

Aunado a lo anterior, se ha brindado la asesoría necesaria en respuestas a derechos de petición y demás requerimientos relacionados con las competencias del Grupo de Museo Geológico e Investigaciones Asociadas relacionados con la aplicación del marco normativo para la protección del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación como parte del Sistema de Gestión Integral para la identificación, protección, conservación, rehabilitación y la transmisión a las futuras generaciones

Unificación y Armonización de las Normas Jurídicas Relacionadas con Objetivos, Funciones y Aspectos de Competencia del Instituto

La Oficina Asesora Jurídica realiza la actualización normativa de la entidad, la cual se encuentra publicada conforme a lo dispuesto en el artículo 9 de la Ley 1712 de 2014, en el link:

<https://www2.sgc.gov.co/Nosotros/Normatividad/Paginas/Normograma.aspx>

Concurso de Méritos 432 de 2016

Con relación al Concurso de méritos 432 de 2016, debe decirse que el mismo fue impugnado mediante acción de nulidad simple ante el Consejo de Estado, donde se acumularon los radicados 110010325000-2017-00670-00 (N.I. 3297-2017) y 110010325000-2017-00869-00 (N.I. 4757-2017). En el marco de ese proceso judicial, el 14 de febrero de 2020 se notificó el fallo a favor de la entidad. Paralelo a ello, el proceso de nombramiento de las listas de elegibles continuó hasta el vencimiento de las listas

de elegibles emitidas con base en dicho Concurso. Del mismo modo, se acompañó a la Dirección General y a las demás dependencias en el proceso de evaluación de los periodos de prueba.

Representar Judicial y Extrajudicialmente a la Entidad

La Oficina Asesora Jurídica realiza la representación Judicial y Extrajudicialmente a la Entidad en los procesos y actuaciones que se instauren en su contra o que ésta deba promover en los siguientes puntos.

Comité de Conciliación

En cuanto al Comité de Conciliación debe tenerse en cuenta que este es una instancia administrativa del Instituto, que tiene como finalidad estudiar, analizar y formular las políticas sobre prevención del daño antijurídico, así como velar por la defensa de los intereses de la entidad.

De otra parte, es necesario resaltar que a la fecha, la Oficina Asesora Jurídica ha estudiado un total de 12 casos en el periodo acá reportado, entre los que se encuentran, solicitudes de conciliación extrajudicial, conciliaciones judiciales y repeticiones.

Así mismo fueron radicadas ante la Procuraduría General de la Nación 2 casos estudiados por el Comité de Conciliación mediante comunicaciones externas No. 202011000214611 del 9 de marzo de 2020 y 20201100088871 del 16 de diciembre de 2020.

Seguimiento de la Política de Defensa Jurídica

Por otro lado, la Agencia Nacional de Defensa Judicial aprobó la política de prevención del daño antijurídico 2020 – 2021, cuyas acciones fueron implementadas así:

FORMULACIÓN DEL INDICADOR			
Descripción del numerador	Descripción del denominador	Fórmula del indicador	Resultado
Procedimiento y formatos elaborados de comisión	Procedimientos y formatos proyectados de comisión	(Procedimiento y formatos elaborados de comisión / Procedimientos y formatos proyectados de comisión) * 100	Se implementó el 100%, el 23 de octubre de 2020 las medida fue implementada y se actualizó el procedimiento PR-FIN-COM-00 comisiones de servicios
Circular elaborada y difundida	Circular proyectada	(Circular elaborada y difundida / Circular proyectada) * 100	Se implementó el 100%, el 23 de octubre de 2020 las medida fue implementada y el Secretario

FORMULACIÓN DEL INDICADOR			
Descripción del numerador	Descripción del denominador	Fórmula del indicador	Resultado
			General expidió la circular 23 de 2020, el día 23 de octubre de 2020, asunto: programación y ejecución de comisiones de servicio al interior del país

Certificación en el Modelo Óptimo de Gestión -MOG-

El Servicio Geológico Colombiano fue seleccionado para implementar el Modelo Óptimo de Gestión -MOG- en el segundo semestre de 2020 con 11 entidades más.

El Modelo Óptimo de Gestión -MOG- es un modelo de gerencia jurídica desarrollado por la Agencia de Defensa Jurídica del Estado, con herramientas y metodologías estratégicas y prácticas para el mejoramiento de la gestión en actividades propias del ciclo de defensa jurídica.

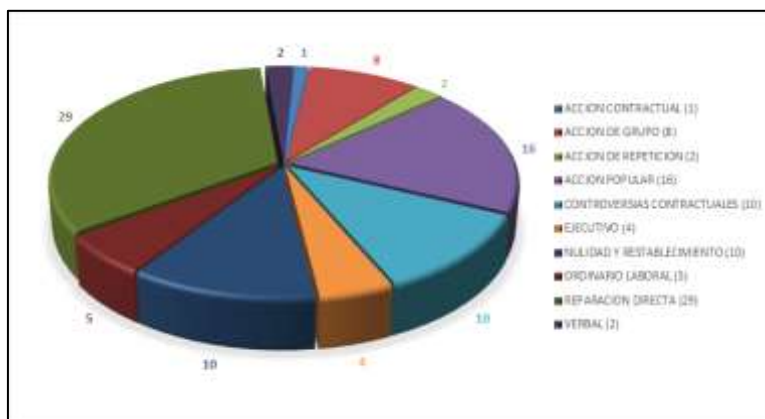
Durante el proceso de implementación, se tuvo permanentemente acompañamiento por parte de los asesores de la Dirección de Políticas y Estrategias de la Agencia, con el propósito de lograr la efectiva y eficiente implementación del proyecto.

El MOG se desarrolló a través de 10 puntos que se implementaron en su totalidad, siendo certificada la entidad el 18 de diciembre de 2020.

Procesos Judiciales de la entidad

Conforme a la información descargada del aplicativo e-Kogui con corte al 29 de diciembre de 2020, el detalle del total de los procesos activos (sin tener en cuenta los procesos penales) donde participa el Servicio Geológico Colombiano, es de ochenta y siete (87) procesos, de los cuales, el SGC actúa como demandado en 75 procesos y en calidad de demandante en 12 procesos.

Con respecto a los procesos en los que el Servicio Geológico Colombiano hace parte como demandante o demandado actualmente, los mismos pueden identificarse en la siguiente gráfica:



Teniendo en cuenta el número total de procesos judiciales en que es parte la entidad, debe señalarse que, dentro de las causas generadoras de vinculación del Instituto, dentro de procesos judiciales continúan prevaleciendo aquellas que tienen relación con la actividad minera, dado que, aunque la delegación otorgada tuvo vigencia hasta el 2 de junio de 2012, aún persisten las demandas por esta actividad.

Adicionalmente, también se han presentado demandas a la Entidad con ocasión de deslizamientos y movimientos en masa en diferentes zonas del país, como es del caso de la acción de grupo instaurada por habitantes del municipio de Mocoa (Putumayo), en la que se vinculó a la entidad por la destrucción del municipio por un movimiento en masa ocurrido en el mes de marzo de 2017. Las pretensiones de la acción de grupo más avanzada ascienden a la suma de un billón ochocientos trece mil millones de pesos moneda corriente (\$1.813.000.000.000).

Fallos a favor durante el periodo

1. Reparación Directa 2014-288 DEYCY RUBY CHILITO HERNÁNDEZ Y OTROS CONTRA LA ENTIDAD COMO VINCULADA - 07/12/2020 - Mediante notificación electrónica remite fallo de primera instancia del 04/12/2020, el cual NIEGA las pretensiones de la demanda
2. Acción Popular 2013-02134 GUILLERMO LEÓN LAGUNA ORTÍZ CONTRA LA ENTIDAD COMO VINCULAD - FALLO de fecha 08/09/2020, Declara no probada la excepción denominada falta de legitimación en la causa por pasiva, propuesta por los Ministerios de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y el Servicio Geológico Colombiano y se DENIEGAN las pretensiones de la demanda.
3. Reparación Directa - 2016-386, BERTA MIRA MANCO PULGARÍN Y OTRO CONTRA LA ENTIDAD COMO VINCULADA - 01/06/2020, SENTENCIA PRIMERA INSTANCIA: Declaró probada la excepción falta de legitimación en la causa por pasiva al SGC y negó las pretensiones de la demanda

Fallos en contra durante el periodo

Controversias Contractuales 2018-015, SGC CONTRA MUNICIPIO DE BUENOS AIRES 23/04/2020 FALLO DE PRIMERA INSTANCIA: Fallo primera instancia desfavorable - Se presentó recurso de apelación.

Sobre este proceso debemos indicar que luego, de un conflicto de competencias negativo, donde el Consejo de Estado determinó que el SGC debía continuar con los procesos que venían vigentes de Minercol e Ingeominas a propósito de los recursos de regalías entregados por el extinto Fondo Nacional de Regalías, el SGC fue notificado de diversas resoluciones, por las cuales el Departamento Nacional de Planeación (en calidad de sucesor legal del extinto FNR) liquidó cada uno de esos proyectos.

Dentro de esos proyectos, se liquidó aquel relacionado con el Municipio de Buenos Aires y aunque, en la práctica el proyecto avanzó y quedó operativo según el último informe, dado que se hizo en forma tardía, el DNP rechazó por completo la ejecución y declaró al SGC deudor de la totalidad de los recursos.

En esas condiciones, se presentó demanda contra el Municipio para que el Tribunal se pronunciara al respecto. Si la jurisdicción contencioso administrativa declara que el Municipio cumplió (como lo hizo en primera instancia el Tribunal) ese argumento puede ser utilizado en el proceso contra el DNP a propósito de la ejecución de esos recursos. Si por el contrario, la jurisdicción declara que el Municipio no cumplió, el Municipio deberá reintegrar los recursos que a su vez, está cobrando el DNP.

En este momento el Tribunal señaló que el Municipio cumplió con sus obligaciones. Se presentó recurso de apelación y nos encontramos a la espera del fallo de segunda instancia, pues tal pronunciamiento definirá la estrategia jurídica a seguir en el proceso iniciado contra el DNP por los mismos hechos.

Durante el periodo reportado se notificó el fallo de segunda instancia en contra de los intereses de la entidad del 28 de octubre de 2020 por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, dentro del Proceso Ejecutivo Expediente No. 110013331-722-2012-00071-00 Demandante: Fondo Nacional de Regalías en Liquidación Demandado: Servicio Geológico Colombiano, antes Ingeominas.

En dicho asunto, el SGC había sido condenado a pagar la suma de \$286.840.320, más los intereses causados desde el 23 de mayo de 2008. En segunda instancia se reconoció la prosperidad de la excepción de pago parcial en cuantía de \$145.936.755 por reintegro de valores no ejecutados y \$8.139.355 por rendimientos financieros reintegrados de enero de 2008 a agosto de 2009. No obstante lo anterior, el 16 de diciembre de 2020 se solicitó adición y aclaración de la sentencia con el fin de establecer los lineamientos

temporales respecto de los cuales debe practicarse la correspondiente liquidación y posterior pago. Tal asunto será objeto de decisión durante el año 2021.

Procesos Penales

Con respecto a los procesos penales instaurados por el Instituto, la OAJ ha realizado su seguimiento encontrando que en su mayoría estas investigaciones son adelantadas con ocasión de los presuntos punibles de tráfico, transporte y posesión de material radiactivo o sustancias nucleares, falsedad en documento privado y público, hurto, peculado culposo, entre otros, estando activos 12 procesos actualmente.

Es importante informar que se han venido presentando procesos por receptación de patrimonio cultural, con ocasión de la función regulada mediante Decreto 353 de 2018, respecto a la protección integral del patrimonio geológico y paleontológico

Acciones de tutela

Ahora bien, en relación con las acciones de tutela, la OAJ ha adelantado la defensa de los intereses del Instituto en 28 tutelas en el 2020, teniendo pendiente por decisión el proceso 2020-124 ante el Juzgado 01 Ejecución Penas Medidas Seguridad - Cundinamarca – Caqueza

Procesos de Cobro Coactivo

La Oficina Asesora Jurídica tiene registrados los siguientes procesos:

1. LEONEL ANGULO ESTACIO: Actualmente se está contemplando la posibilidad de hacer una recomendación de castigo de cartera, toda vez que en la indagación de bienes del deudor sólo se encontró una cuota parte de un bien inmueble en el municipio de Barbacoas, Nariño, y a la fecha ha sido imposible ubicar al señor. El motivo para la recomendación del castigo de cartera, se realizará en virtud de la causal establecida en el literal e del artículo 2.5.6.3 del Decreto 445 de 2017 "Cuando la relación costo-beneficio al realizar su cobro no resulta eficiente"

2. FRANKLIN TRIANA: Está en etapa de cobro coactivo, y dentro de esta, se ordenó el embargo de un vehículo de propiedad del señor y dicho embargo ya se encuentra registrado de conformidad con el certificado de tradición y libertad expedido por SIETT-SEDE OPERATIVA LA CALERA. Se verifica la existencia de bienes y se actualiza la liquidación de la deuda a corte 30 de noviembre de 2020.

3. EDGAR ERNESTO RODRÍGUEZ: Se encuentra en etapa de cobro persuasivo y se solicitó el 10 de julio de 2019 mediante Resolución 1370 se libra mandamiento de

pago y se envía citatorio para notificación personal, oficio con radicado interno 20191100047571. El 16 de octubre de 2019 se envió solicitud a la Superintendencia de Notariado y Registro, DIAN y RUNT, solicitando información sobre los bienes reportados a nombre de EDGAR RODRIGUEZ a cada una de estas entidades según su competencia. El 18 de octubre de 2019 se envió notificación por aviso de la resolución 1370 de 2019, oficio con radicado interno 20191100075431 y 20191100075441. Se verifica la existencia de bienes y se actualiza la liquidación de la deuda a corte 30 de noviembre de 2020.

4. FUNDACIÓN INSTITUTO DE INMUNOLOGÍA DE COLOMBIA – FIDIC. El 5 de julio de 2019 se celebró acuerdo de pago con el representante legal de la Fundación, Profesor Manuel Elkin Patarroyo.

Mediante Radicado SGC 20201100009261 de 10 de febrero de 2020, el SGC le informó a FIDIC el monto actualizado de la deuda y le solicitó remitir las fechas estimadas de pago, junto con la remisión de los correspondientes soportes.

En respuesta, mediante Oficio DAFF-3300-263-0037 de 28 de febrero de 2020, el Director de la Fundación, informó que, a partir del mes de marzo de 2020, se efectuarían pagos mensuales sucesivos en cuantía de treinta millones de pesos (\$30.000.000,00) hasta completar el monto de lo adeudado.

Dado que a junio de 2020 no se había evidenciado reporte de cumplimiento del Acuerdo de Pago, mediante comunicación 20201100047961 de 9 de junio de 2020, se requirió al Representante Legal para que acreditara el cumplimiento de los compromisos ya mencionados.

Finalmente, se requirió a la Unidad de Recursos Financieros la actualización de los valores adeudados con el fin de remitir nueva comunicación con corte de cuentas a 31 de diciembre de 2020.

Informes Sobre las Actividades Desarrolladas por la Dependencia

Mensualmente se reporta en el Plan View el avance de las metas de la OAJ aportando como soporte las bases de datos en las que se respalda el avance que se ha tenido con cada una de las tareas a cargo de la OAJ, cumpliendo al 100% la ejecución de las tareas asignadas a esta Oficina como pasa a verse a continuación:

Objetivo General: Gestionar y apoyar jurídicamente a las diferentes áreas de conocimiento encargadas de desarrollar los proyectos e investigaciones geocientíficas del subsuelo de la nación.

Productos:

- Informe de gestión integral anual sobre el cumplimiento y fortalecimiento legal de la función delegada y normativa vigente.

Avances en el período:

- Informe cualitativo del proyecto en Planview.

En relación con el apoyo jurídico realizado por parte de la Oficina Asesora Jurídica a todas las áreas de conocimiento encargadas de desarrollar los proyectos de conocimiento geocientífico del subsuelo y la producción científica, este se evidencia en la coordinación para la atención de los diferentes requerimientos judiciales realizados a la entidad; así como de las peticiones presentadas por entes de control, incluyendo autoridades ambientales y de la comunidad ubicada en las zonas en las cuales el SGC lleva a cabo los proyectos para el conocimiento geocientífico, adecuando las respuestas a la normativa legal y el marco funcional previsto en el Decreto Ley 4131 de 2011, para la vigencia 2020 así:

- Peticiones: 48
- Requerimientos: 43
- Conceptos: 32

Adicionalmente, la Oficina Asesora Jurídica participa activamente del proceso de contratación estatal de la entidad como miembro permanente del Comité Asesor Evaluador en todos los procesos de adquisición de bienes, servicios, obras y demás que adelanta la entidad, para lo cual ha llevado a cabo la siguiente gestión como evaluador jurídico de los siguientes procesos:

Tipo de proceso	Procesos de Selección Calificados
Licitación Pública	4
Selección Abreviada Subasta Inversa	54
Selección Abreviada Menor Cuantía	2
Contratación Directa	7
Concurso de méritos	1
Mínima cuantía	52
Condiciones Uniformes	2

8.8 Oficina de Control Interno

Proyecto de Gestión ID 1001208: Fortalecimiento del Sistema de Control Interno SGC

Objetivo: Contribuir al fortalecimiento del Sistema de Control Interno del SGC mediante la ejecución de acciones que aporten a su mejoramiento continuo, agregando valor en sus procesos estratégicos, misionales, de apoyo y evaluación, en cumplimiento de las funciones asignadas y delegadas a la entidad por la normatividad vigente.

Avances y Logros:

El Proyecto ID 1001208: Fortalecimiento del Sistema de Control Interno SGC, a cargo de la Oficina de Control Interno, fue creado en el sistema Planview a partir del 20 de mayo de 2019 y contiene el Plan de Auditoría para la vigencia 2020.

Durante el primer semestre de 2020 y conforme a las fechas programadas para cada una de las actividades incluidas en el Proyecto 1001208, las siguientes son las Auditorías, Informes y seguimientos que fueron culminadas y que afectan de manera directa o transversal a la Institución, cuyos documentos soporte se encuentran disponibles en el repositorio Y:\AÑO 2020\INFORMES OCI 2020 y en el respectivo aplicativo de Planview:

- Se culmina y envía Informe OCI-01-2020: Auditoría al Grupo de Trabajo Investigación en Geometalurgia y Geoambiental para el procesamiento de minerales de los depósitos en Colombia- Grupo de Trabajo Cali.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano, con corte a diciembre 2019, con número de informe OCI-02-2020.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al Mapa de Riesgos de Corrupción, con corte a diciembre 2019, con número de informe OCI-03-2020.
- Informe de seguimiento a la gestión adelantada en el SGC, para la evaluación de los Acuerdos de Gestión, OCI-04-2020.
- Se realiza y consolida Informe pormenorizado del Estado del Control Interno en el Servicio Geológico Colombiano OCI-06-2020, correspondiente a los meses de noviembre y diciembre de 2019, el cual fue remitido mediante radicado No. 20201300004763.
- Se consolida y envía informe de Evaluación por Dependencias OCI-07-2020, que contempló la revisión de los proyectos ejecutados durante el 2019 por las diferentes áreas de conocimiento de la entidad, así:
 - ✓ Dirección de Recursos Minerales, remitido mediante radicado No. 20201300005153.
 - ✓ Dirección Técnica de Hidrocarburos, remitido mediante radicado No. 20201300004923.
 - ✓ Dirección de Asuntos Nucleares, radicado No. 20201300006123.
 - ✓ Dirección de Laboratorios, radicado No. 20201300006003.
 - ✓ Dirección de Geoamenazas, radicado No. 20201300005933.
 - ✓ Dirección de Geociencias Básicas, radicado No. 20201300005653.
 - ✓ Dirección de Gestión de Información, radicado No. 20201300006233.
 - ✓ Oficina Asesora Jurídica, radicado No. 20201300006293.
 - ✓ Grupo Participación Ciudadana y Comunicaciones, radicado No. 20201300006023.
 - ✓ Secretaría General, y sus Grupos de Trabajo, radicado No. 20201300006573.
 - ✓ Oficina de Control Interno, a manera de autoevaluación.

- Se culmina y envía Informe OCI-08-2020, Auditoría al Proyecto Consolidación del Centro de Geocronología, Código 1001245.
- Se consolida y se envía Informe de Seguimiento al Plan de Mejoramiento suscrito con la Contraloría General de la República – CGR, con número de informe OCI-09-2020.
- Se consolida y envía Informe de Verificación y certificación acerca del registro de información litigiosa del Servicio Geológico Colombiano en el Sistema eKOGUI, para lo correspondiente al segundo semestre de 2019, Informe OCI-10-2020 remitido con el radicado No. 20201300008593.
- Se consolida y envía Informe OCI-11-2020, Evaluación del Sistema de Control Interno Contable del Servicio Geológico Colombiano, correspondiente al periodo comprendido entre el 1° de enero y el 31 de diciembre de 2019, remitido bajo el radicado No. 20201300009633.
- Se consolida y envía Informe OCI-12-2020 de seguimiento al cumplimiento sobre Normas de Derecho de Autor – Software en el Servicio Geológico Colombiano, remitido bajo el radicado No. 20201300011743.
- Se consolida y envía Informe OCI-13-2020, Verificación Convenio 023 de 2019 suscrito entre la ANH y el SGC, y contrato de prestación de servicios de apoyo No. 1149 de 2019.
- Se consolida y se envía Informe OCI-15-2020, de Verificación al cumplimiento por parte del Servicio Geológico Colombiano, frente a las normas de austeridad en el gasto, dictadas por el Gobierno Nacional, en lo correspondiente al cuarto trimestre de 2019, con relación a algunos de los rubros incluidos en las directrices asociadas a la Austeridad del Gasto Público, y demás normatividad que le aplique y se encuentre vigente, el cual fue remitido bajo el radicado No. 20201300013053.
- Se consolida y se envía Informe de seguimiento a la atención que se prestó por parte del Servicio Geológico Colombiano a las Peticiones, Quejas, Reclamos, Denuncias y Sugerencias - PQRDS recibidas durante el segundo semestre de 2019 y que se haya dado de acuerdo con las normas y plazos legales vigentes, en cumplimiento del Artículo 76 de la Ley 1474 de 2011 y los procedimientos internos establecidos. Informe OCI-16-2020 enviado con el radicado No. 20201300013323.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al Mapa de Riesgos de Corrupción, con corte a abril 2020, con número de informe OCI-17-2020.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano, con corte a abril de 2020, con número de informe OCI-18-2020.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento a la implementación de los Artículos 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, y 17 del Decreto 491 del 2020, por el cual se adopta medidas de urgencia para garantizar la atención y la prestación de los servicios por parte de las autoridades públicas y los particulares que cumplan funciones públicas y se tomaron medidas para la protección laboral y de los contratistas de prestación de servicios de las entidades públicas, en el marco del Estado de Emergencia Económica. Informe OCI-19-2020, remitido bajo el radicado No. 20201300016033.

- Se realiza y consolida Informe OCI-20-2020, Auditoría a las actividades correspondientes al uso, administración y mantenimiento del parque automotor del SGC por parte del Grupo de Servicios Administrativos, durante el periodo septiembre de 2019 a febrero de 2020, remitido con el radicado No. 20201300016373.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al cumplimiento de los compromisos adquiridos por la entidad en las nuevas actividades programadas en el Plan de Mejoramiento Archivístico – PMA aprobado por parte del Comité Institucional de Gestión y Desempeño, el cual se realizó para el periodo comprendido entre el 13 de noviembre de 2019 y el 13 de mayo de 2020.
- Se envía alerta a la Secretaría General con oficio del 6 de febrero del 2020 radicado bajo el número 20201300005213, respecto a los avances del Plan de Mejoramiento Archivístico – PMA.
- Se envía alerta al Coordinador Grupo de Trabajo Planeación con oficio del 27 de abril del 2020 radicado bajo el número 20201300012683, respecto a la Actualización Planes de Manejo Ambiental Reactor Nuclear, Planta de Irradiación Gamma y Laboratorios Anexos.
- Se consolida y se envía Informe de atención a la solicitud recibida de la ANH del asunto "Traslado de la queja presentada por la señora Gleubis Belén Silveira con relación a los manejos del convenio 023 de 2019 suscrito entre la ANH y el SGC". Soportes disponibles en Planview y en la carpeta Y:\AÑO 2020\INFORMES OCI\14 ATENCIÓN A SOLICITUD RECIBIDA DE LA ANH TRASLADO QUEJA del servidor central de la institución.
- Se realiza el análisis de la metodología de trabajo de la Oficina de Control Interno-OCI, desde su rol de enfoque hacia la prevención, para la atención de lo establecido en el Decreto 491 de 2020 por parte del SGC, respecto a las medidas sanitarias a raíz de la emergencia por COVID 19.
- Informe de avance segundo semestre de 2020:
- Durante el segundo semestre de 2020 y conforme a las fechas programadas para cada una de las actividades incluidas en el Proyecto 1001208, las siguientes son las Auditorías, Informes y seguimientos que fueron culminadas y que afectan de manera directa o transversal a la Institución, cuyos documentos soporte se encuentran disponibles en el repositorio Y:\AÑO 2020\INFORMES OCI 2020 y en el respectivo aplicativo de Planview.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento a la implementación del Artículo 5 del Decreto 491 del 2020.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento a la implementación del Artículo 3 del Decreto 491 del 2020.
- Se realiza y consolida informe de verificación del cumplimiento por parte del SGC de la Norma Técnica Colombiana NTC 5854, respecto a los requisitos de accesibilidad aplicables a la página web institucional.

- Se realiza y consolida Informe de seguimiento a las acciones resultantes del Informe OCI-36-2018 "Auditoría al Centro de Datos Alterno del SGC".
- Se realiza y consolida tercer informe de seguimiento a las acciones resultantes del Informe de Arquitectura Empresarial 2018.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al Mapa de Riesgos de Corrupción, con corte a agosto 2020.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano, con corte a agosto de 2020.
- Se realiza y consolida Informe de auditoría realizada al Contrato 737 de 2019, suscrito entre el Servicio Geológico Colombiano y la Unión Temporal UT Elite Cointer 2019.
- Se consolida y se envía Informe de Verificación y certificación acerca del registro de información litigiosa del Servicio Geológico Colombiano en el Sistema eKOGUI.
- Se realiza y consolida Informe de auditoría de Verificación a la ejecución de actividades definidas en el Procedimiento de Oficialización de Productos Geocientíficos CÓDIGO: PR-GGC-OPG-001, como parte de la gestión adelantada por el Grupo de Trabajo de Servicios y Divulgación de Información Geocientífica y Museal de la Dirección de Gestión de Información, durante el periodo enero a octubre de 2019.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento a la implementación del Artículo 16 del Decreto 491 del 2020.
- Se realiza y consolida Informe de auditoría que evalúa el cumplimiento de las actividades descritas en el Procedimiento de Comisiones de Servicios PR-FIN-COM-001, VERSIÓN 8, por parte de funcionarios y contratistas del Servicio Geológico Colombiano, que hayan sido financiadas tanto con recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN) como del Sistema General de Regalías (SGR) durante el periodo comprendido entre julio de 2019 y marzo de 2020.
- Se realiza y consolida Informe de Verificación del cumplimiento por parte del Servicio Geológico Colombiano, frente a las normas de austeridad en el gasto, dictadas por el Gobierno Nacional, en lo correspondiente al primer trimestre de 2020, con relación a algunos de los rubros incluidos en las directrices asociadas a la Austeridad del Gasto Público, y demás normatividad que le aplique y se encuentre vigente.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al cumplimiento de las medidas adoptadas en el Protocolo General de Bioseguridad para minimizar factores de riesgo asociados al contagio del COVID-19 y al aislamiento preventivo inteligente en el SGC (Código IN-GTH-GSO-009); para lo cual de manera atenta le solicito informar cual es la versión vigente de dicho Protocolo.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al cumplimiento a las instrucciones impartidas para la Oficina de Control Interno, en virtud del Decreto 491 del 28/03/2020, 440 del 20/03/2020 y de las Circulares 100-008-2020 y 010 del 21/05/202.

- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al registro, almacenamiento, consolidación, seguimiento y evaluación de la información organizacional del SGC en el SIGEP, en lo correspondiente a Hojas de Vida y Declaraciones de Bienes y Rentas, y determinar si existen situaciones sobre las cuales se requiera acciones de mejoramiento. Esto, conforme los parámetros establecidos por el DAFP y el Decreto 1083 de 2015, tomando como fecha de corte el 30 de junio de 2019.
- Se realiza y consolida Informe de Verificación del cumplimiento por parte del Servicio Geológico Colombiano, frente a las normas de austeridad en el gasto, dictadas por el Gobierno Nacional, en lo correspondiente al segundo trimestre de 2020, con relación a algunos de los rubros incluidos en las directrices asociadas a la Austeridad del Gasto Público, y demás normatividad que le aplique y se encuentre vigente.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al cumplimiento del Servicio Geológico Colombiano – SGC, con relación al primer reporte del Formulario CGN2020_004_COVID_19, correspondiente a los meses de abril a junio de 2020, así como su acuse de recibo y/o mensaje de validación del sistema CHIP que confirma que "La operación se ha ejecutado correctamente". Soportes disponibles en Planview y en la carpeta Y:\AÑO 2020\04 INFORMES OCI del servidor central de la institución.
- Se realiza y consolida Informe de evaluación al cumplimiento de las políticas, protocolos de seguridad en la instalación, operación y mantenimiento del aplicativo CHIP; además, valida el cumplimiento según lo establecido en las Guías "Para la Instalación y Operación del Chip Local" y "Manejo Parámetros Seguridad CHIP", ambas guías pertenecientes a la Contaduría General de la Nación - CGN.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al cumplimiento de las Políticas de Operación y Seguridad de la Información SIIF Nación por parte de los usuarios del SGC, durante lo corrido del presente año, a fin de verificar que en la entidad se viene garantizando el adecuado manejo y reporte de la información financiera a través de este aplicativo. Lo anterior, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público en el Decreto 1068 de 2015, y la Circular Externa No 040 de octubre de 2015, así como el reglamento de uso del SIIF Nación aprobado en sesión ordinaria del Comité Directivo del SIIF Nación el 26 de febrero de 2013.
- Se realiza y consolida Informe de cumplimiento de lo establecido en el Parágrafo 2 del Artículo 2.8.8.4.6. del Decreto 1080 del 26 de mayo de 2015, "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura", con el tercer seguimiento al cumplimiento de los compromisos adquiridos por la entidad en las nuevas actividades programadas en el Plan de Mejoramiento Archivístico PMA, aprobado por parte del Comité Institucional de Gestión y Desempeño.
- Se realiza y consolida Informe de seguimiento al cumplimiento de las medidas adoptadas en el Protocolo General de Bioseguridad para minimizar factores de riesgo asociados al contagio del COVID-19 y al aislamiento preventivo inteligente en el SGC (Código IN-GTH-GSO-009), dando cumplimiento a lo establecido en el Artículo 3 de la Resolución 188 del 1° de julio de 2020 del Servicio Geológico Colombiano.

- Se realiza y consolida Informe de Seguimiento al Procedimiento de Inspecciones de Control Regulatorio.
- Se realiza y consolida Informe para el segundo semestre del año 2020 relacionado con la función delegada, del Servicio Geológico Colombiano.
- Se continúan las actividades de seguimiento, con solicitud de información, aclaración y soportes a las áreas responsables, para la atención de lo establecido en el Decreto 491 de 2020 por parte del SGC, respecto a las medidas sanitarias a raíz de la emergencia por Covid 19.

El Proyecto 1001208 se ejecutó conforme a lo programado y a 31 de diciembre de 2020 se encuentra con un rendimiento del 100%, resultado del avance del 100% sobre una meta esperada del 100% para la fase 2020.