



Marco de Sendai para Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

Prevenir la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes implementando medidas integradas e inclusivas que prevengan y reduzcan el grado de exposición a amenazas y la vulnerabilidad ante los desastres, aumenten la preparación para la respuesta y recuperación y refuercen de ese modo la resiliencia.

Acuerdo de Escazú (2018)

Garantizar la implementación plena y efectiva de los derechos de acceso a la información ambiental, la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible.

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

17 objetivos que buscan adoptar medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar la vida de manera sostenible para las generaciones futuras.

Convenio de Minamata sobre el Mercurio (2017)

Proteger la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio.

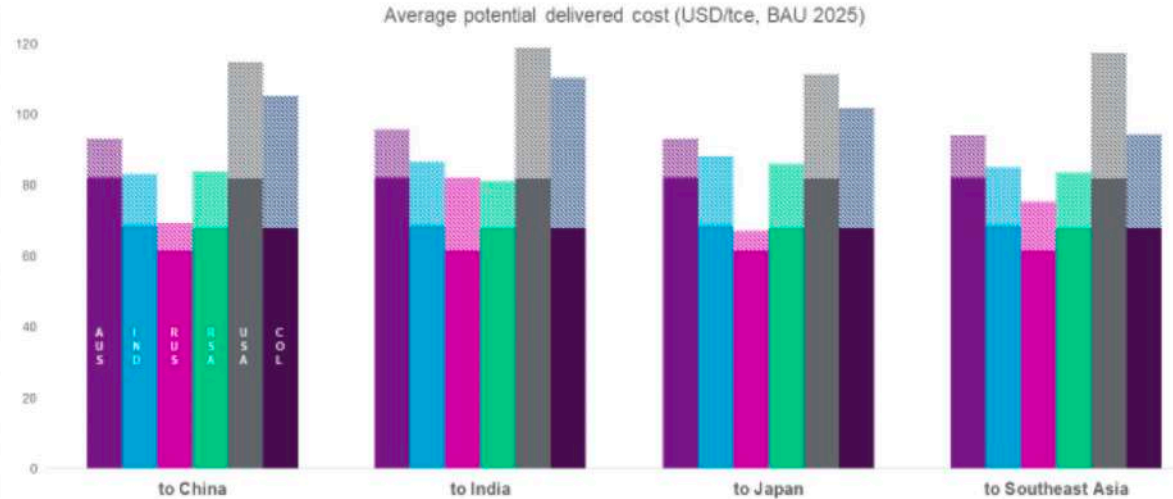
Acuerdo de París (2016)

Limitar el calentamiento global a muy por debajo de 2, preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales.

ASPECTOS GLOBALES QUE IMPULSAN TRANSICIÓN

Las incertidumbres respecto a los mercados internacionales de carbón – el papel de los fletes

Figure 8: Delivered cost of Colombian coal to Asian markets (BAU 2025)¹⁵⁵ (Colombian coal is on the right of each set of bars)



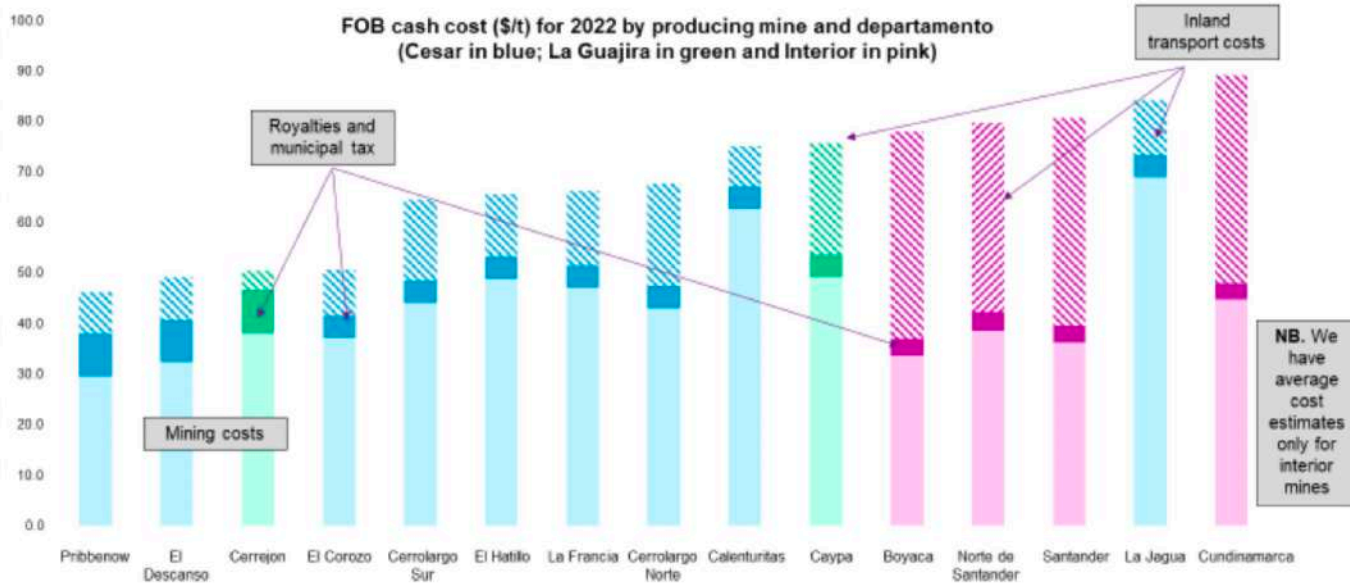
Fuente: Huxham & Anwar (en prensa)

ASPECTOS GLOBALES QUE IMPULSAN TRANSICIÓN

Las incertidumbres respecto a los mercados internacionales de carbón – los costos de extracción



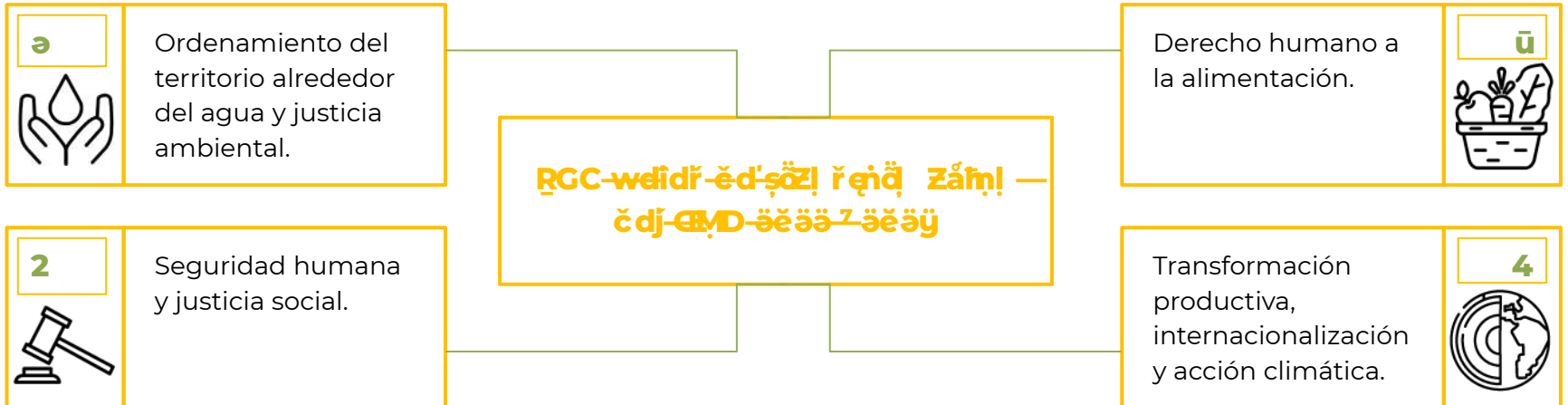
Figure 9: Mining costs vs. shipping costs for Colombian mines (WTW and UniAndes estimate, 2022)



Fuente: Huxham & Anwar (en prensa)

El PND 2022 -2026 **Colombia, potencia mundial de la vida** busca:

*“Sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida, a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, **el cambio de nuestra forma de relacionarnos con el ambiente, y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza**”.*



Transición energética justa:

- Energías no convencionales
- Favorabilidad geológica de minerales estratégicos

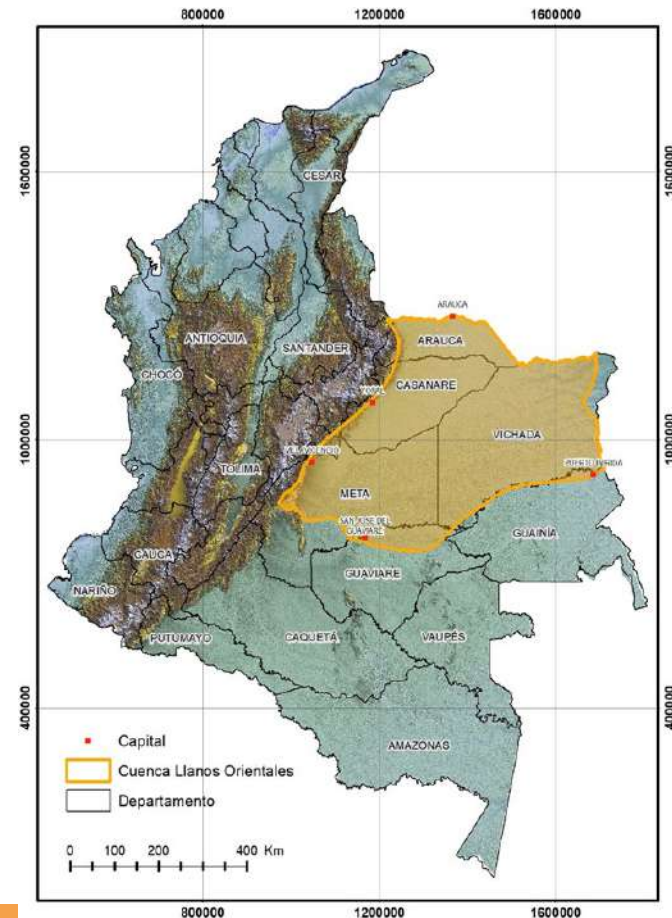


Hidrógeno blanco

Proyecto de prospección de hidrógeno blanco o natural en la cuenca Llanos Orientales, usando información geocientífica y de imágenes satelitales.

Beneficios

Tener la posibilidad de generar electricidad con una fuente de energía limpia, en zonas desconectadas de la red eléctrica nacional.



Hidrógeno blanco

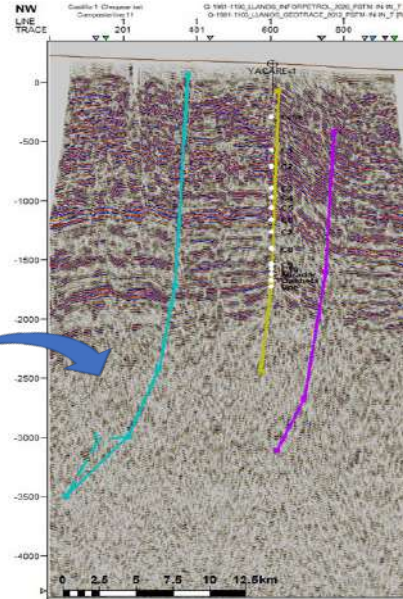
Clăăt jnr-ě-d'êžč žř

Superficie



Son pequeñas depresiones semicirculares por donde fluye el hidrógeno blanco natural.

Subsuelo

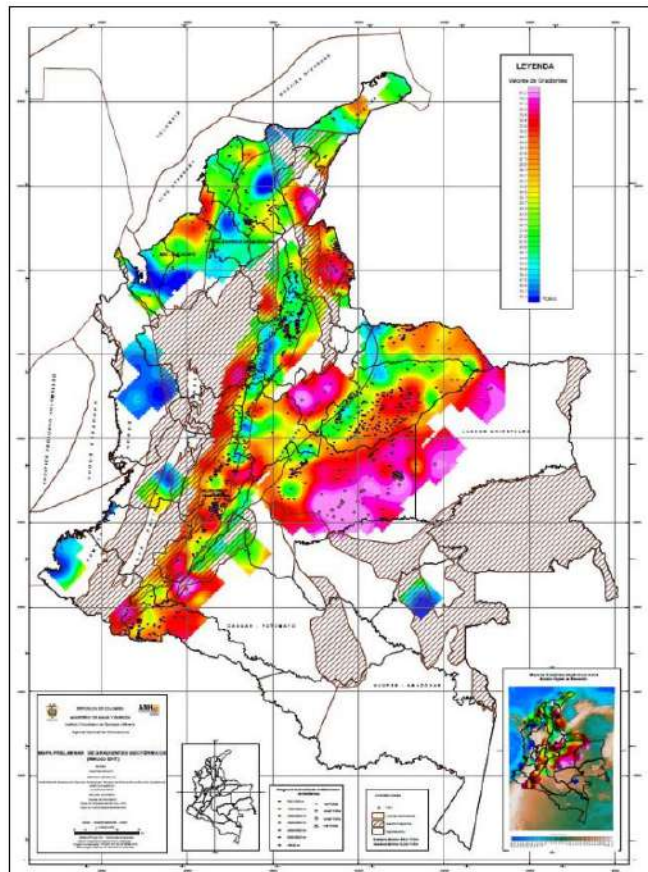


Se relacionan con fallas geológicas muy profundas, que sirven de vías para el flujo de gas.



Muestreo y analizador de gases



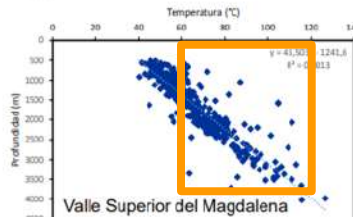
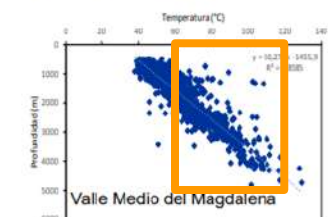
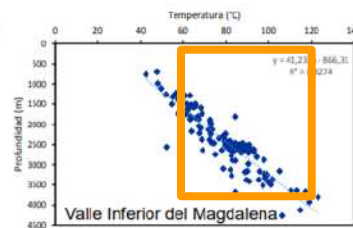
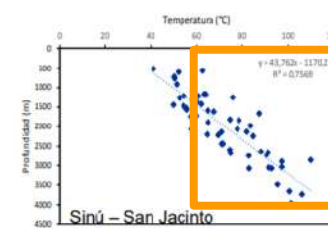
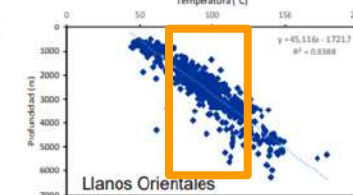
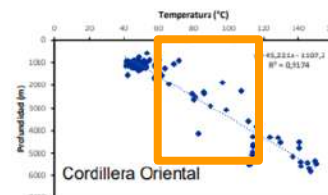
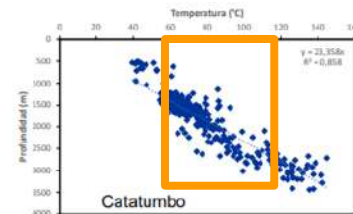
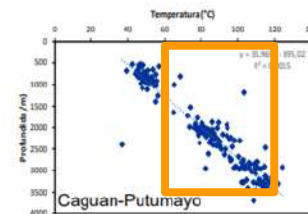


Temperatura a la profundidad máxima registrada (BHT) en alrededor de 4600 pozos perforados en su mayoría por el sector petrolero, corregidas por el **método empírico** de la AAPG



Zona dorada

Geotermia



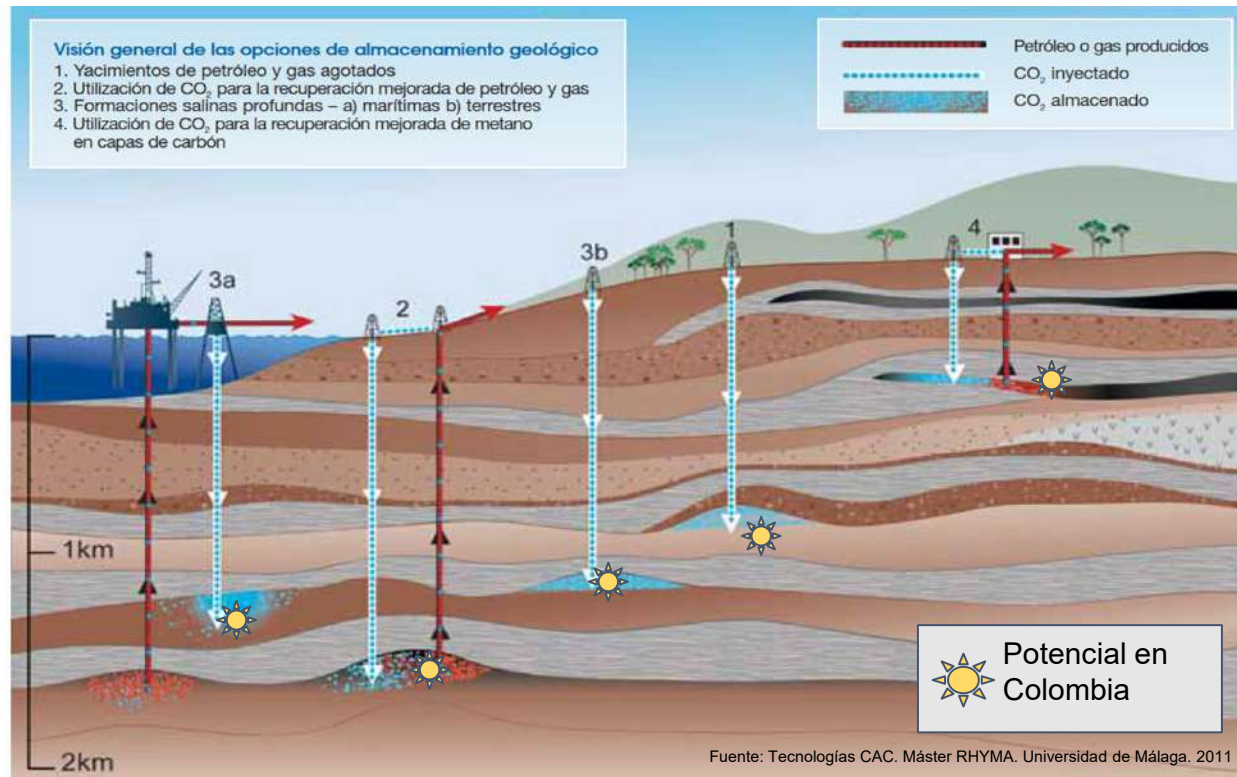
Emisiones CO₂:

- Colombia 2021:
77,57 Megatoneladas
- 1,53 toneladas por habitante

Fuente: <https://datosmacro.expansion.com>

Piloto de estudio SGC 2023 - 2024

Paz del Río, Boyacá



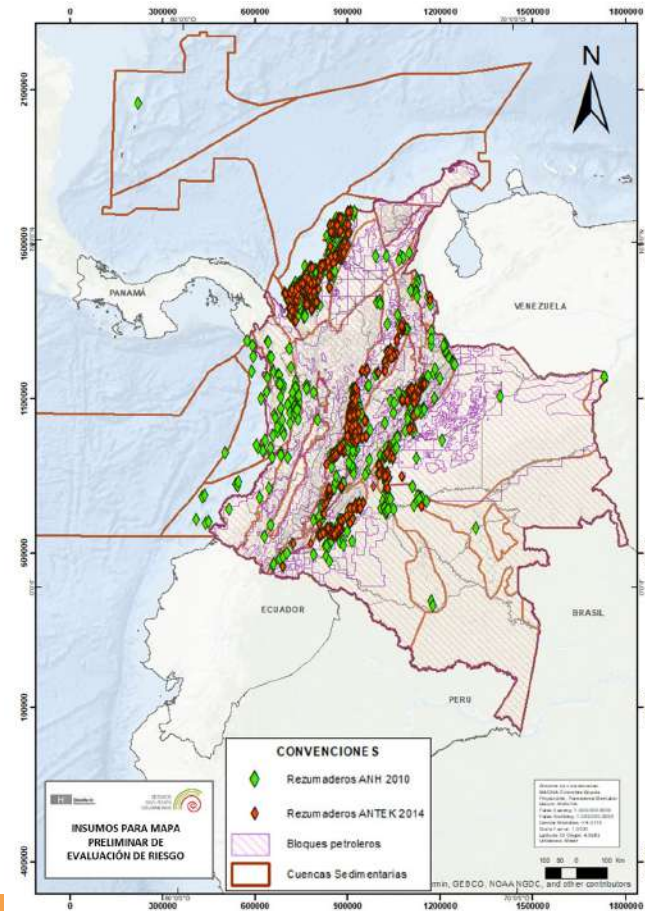
Almacenamiento CO₂

Evaluación de áreas para almacenamiento (sin riesgo de fugas)

- Profundidad de las formaciones geológicas
- Tectónica activa - sismicidad.
- Yacimientos de hidrocarburos agotados (bloques petroleros con mayor tiempo de desarrollo)
- Integridad de trampa y sello - rezumaderos de hidrocarburos.

El proyecto busca estandarizar una metodología para la evaluación de almacenamiento geológico de CO₂ en el país, y a su vez áreas favorables para dicho fin.

Almacenamiento CO₂



República de Colombia



Libertad y Orden

AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA

RESOLUCIÓN NÚMERO 1006 DE 30 NOV 2023

Apoyo técnico a la Agencia Nacional de Minería en el “Establecimiento de Minerales Estratégicos” priorizando los minerales para la transición energética justa, la seguridad alimentaria y la infraestructura crítica

“Por medio de la cual se determinan los minerales de interés estratégico para el País”

- Cobre (Cu) y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Níquel (Ni) y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Zinc (Zn) y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Metales del Grupo del Platino [Platino (Pt), Paladio (Pd), Rutenio (Ru), Rodio (Rh), y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Hierro (Fe) y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Manganeso (Mn) y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Carbón metalúrgico
- Fosfatos [fosforita o roca fosfórica ($P_2O_5 > 20\%$) y roca fosfática ($P_2O_5 < 20\%$)] y sus derivados o concentrados
- Minerales de Magnesio (Mg) y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Bauxita y demás minerales de Aluminio, y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Oro (Au) y sus minerales asociados o concentrados
- Esmeraldas y sus minerales asociados
- Materiales de construcción, limitados únicamente a arenas, gravas y arcillas
- Arenas silíceas, Silicio (Si) y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Caliza y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Yeso y sus minerales asociados, derivados o concentrados
- Cromo y sus minerales asociados, derivados o concentrados

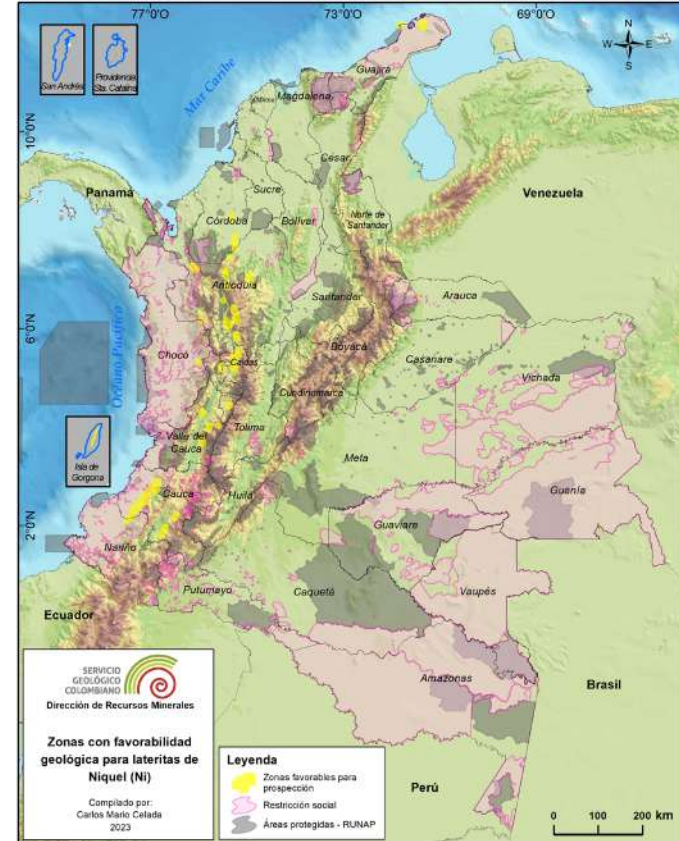
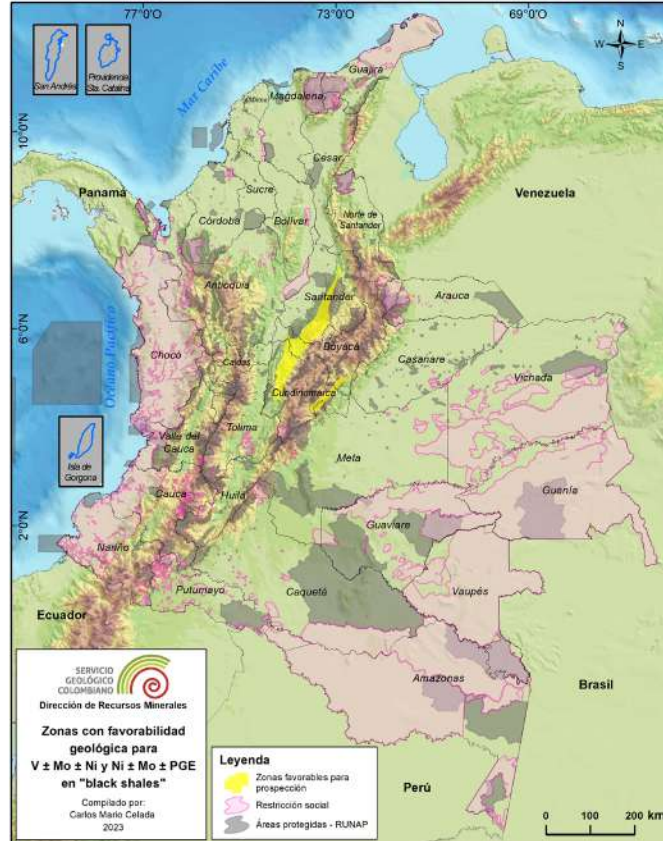


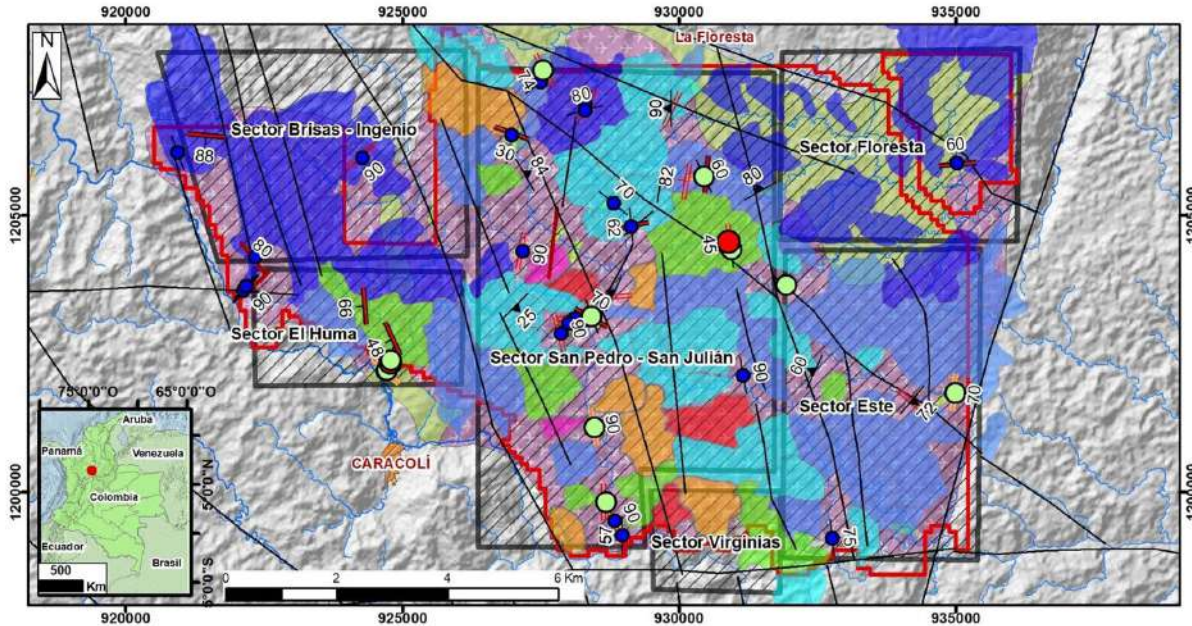
Vereda El Cerrito –
Departamento de La
Guajira
Minerales de cobre y
hierro en la unidad
litoestrigráfica Riolitas
del Golero de edad
Jurásico

Fuente:
SGC

Consideraciones ambientales para la evaluación de potencial de minerales estratégicos

Áreas con favorabilidad geológica de cobre, hierro, níquel, cobalto, aluminio y arenas silíceas (enfoque regional)





Evaluación de potencial para minerales de cobre (Nivel de detalle local)

Geología_Maceo_II		Estructuras_Campo Cu ppm		Convenciones	
Dique Andesita	Contacto	Cu ppm to 76.3 [100%]	Lineamientos Maceo II	Distri Maceo II	
Dique Diorita-cuarzodiorita	Diaclasa	Cu ppm to 74.8 [98%]	Red drenaje	Municipio	
Batolito Antioqueño	Dique	Cu ppm to 72.7 [95%]		Sectores Interes	
Gneis cuarzofeldespatico	Foliación	Cu ppm to 67.3 [90%]			
Mineralización	Venas	Cu ppm to 58 [80%]			
Pirita	Vetillas	Cu ppm to 47.1 [80%]			
2 - 5	Falla	Cu ppm to 32.6 [30%]			
6 - 10	Angulo buzamiento				
1					

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

DRM Dirección de Recursos Minerales

GEOQUÍMICA Cu - ESTRUCTURAS - GEOLOGIA

MAGNA_Colombia_Bogota
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: Northing: 1000000.0
Central_Meridian: -74.07750791666
Latitude_Of_Origin: 4.596200416666

Consideraciones ambientales para la evaluación de potencial de minerales estratégicos

- **Análisis de información desde el punto de la geoquímica ambiental y geología médica**
 - Identificación de las concentraciones de elementos potencialmente peligrosos (arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo, otros) presentes en las matrices ambientales (roca, agua, sedimento y suelo) y su comparación con valores de referencia relacionados con salud.
- **Potencialidad de generación de drenaje ácido**
 - Diagnóstico preliminar de la potencialidad de generación de aguas ácidas y/o alcalinas, a partir de la composición mineralógica de las rocas presentes en el área de estudio.
 - Balance ácido-base (ABA) mineralógico para una primera clasificación de alta/baja/nula potencialidad de generación de aguas ácidas.
- **Análisis preliminares sobre los principales efectos en la salud asociados a elementos potencialmente peligrosos**
- **Conclusiones preliminares enmarcadas en la afectación a la salud por la posible exposición**

Para conocer si existen afectaciones a la salud de una población o al medio ambiente, se deben realizar estudios para que permitan determinar la exposición a elementos potencialmente peligrosos de una población a través de una evaluación de riesgo a la salud (evaluación de vías, rutas, dosis y biomarcadores de exposición).



Relaves

- Evaluación de residuos de minería para posible aprovechamiento.
- Diseño de rutas metalúrgicas alternativas para el aprovechamiento de relaves mitigando efectos adversos en el ambiente.

Carbón

- Análisis de tierras raras en cenizas de carbones con potencial aplicación en la transición energética.
- Uso de carbones como materia prima para materiales elaboración de nuevos materiales como: nanocébollas, electrodos, supercapacitores, con posible aplicación en la transición energética justa y calidad de agua.


DE MANERA PRELIMINAR, EN LOS RELAVES:

1. Se ha encontrado oro que se puede recuperar en esquemas MAPE
2. Unidades con alta concentración de caolinita con posible aprovechamiento en materiales cerámicos para construcción
3. Unidades con altos contenidos de cuarzo que pueden servir para materiales de construcción
4. Unidades con alta concentración de minerales ricos en titanio como ilmenita, rutilo, anatasa
5. Muestras que contienen corindón que sirve como material abrasivo

Ambiente y cambio climático:

- Ciclo del agua
- Paleoclima
- Geología oceánica





Generar información geocientífica como insumo para la toma de decisiones (fuente alternativa de abastecimiento, ordenamiento del territorio alrededor del agua – zonas de recarga de acuíferos, impactos/pasivos/daños ambientales).



Estudios en ecosistemas estratégicos (páramos).



Entendimiento del ciclo del agua.

Papel del SGC en el entendimiento del agua subterránea

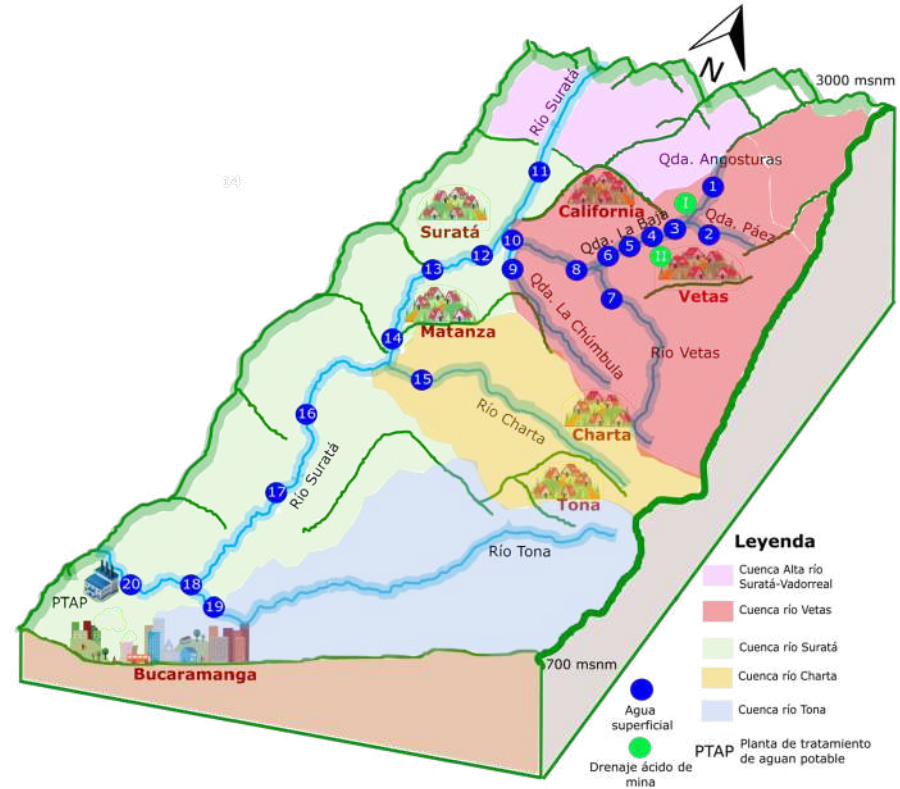
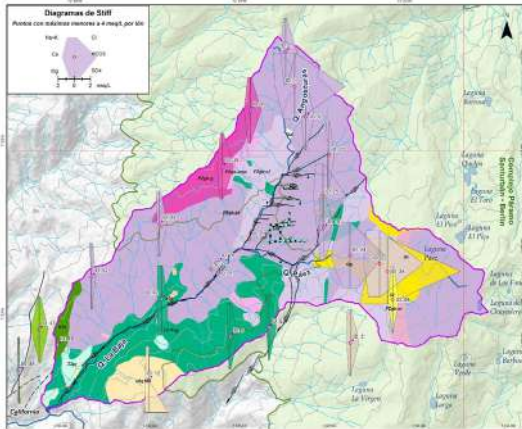
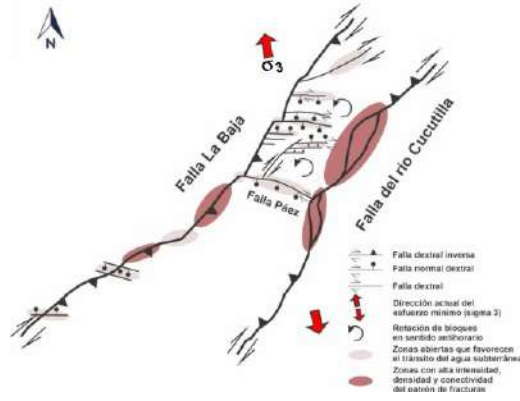


Formulación de modelos hidrogeológicos conceptuales.

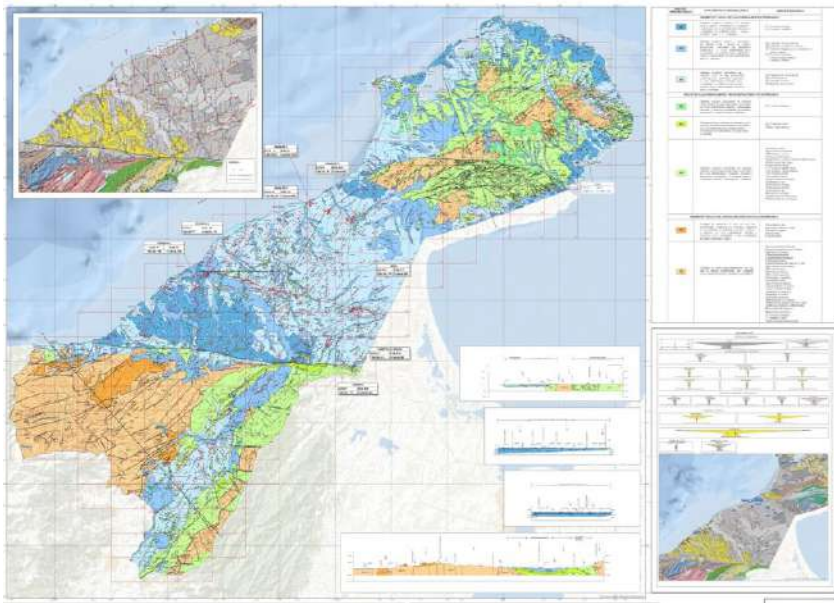
Implementación de técnicas analíticas.

Adquisición de nuevos equipos.

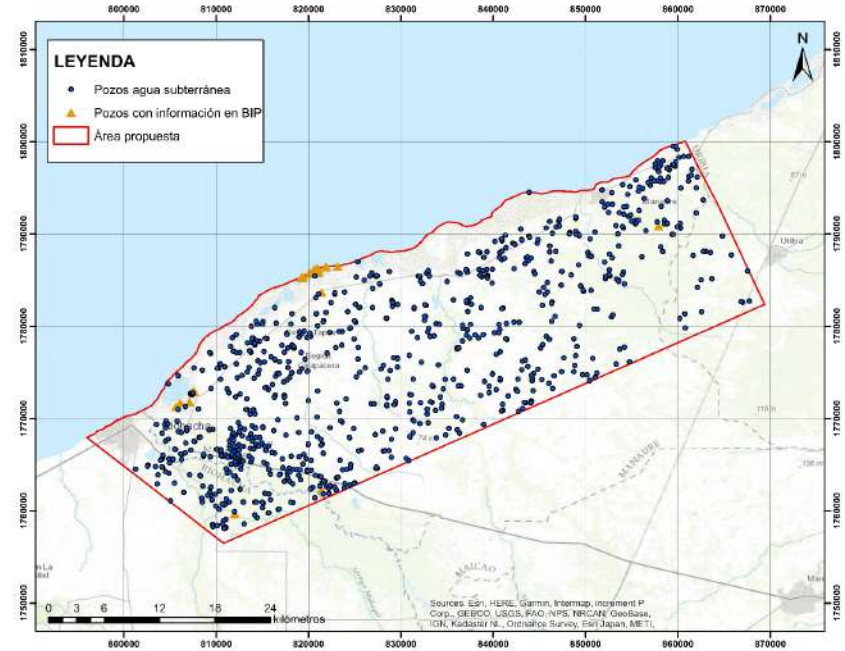
Avances para mejorar el estado del conocimiento y la evaluación de las aguas subterráneas en Colombia



Modelos hidrogeológicos para delimitación de áreas protegidas (páramos)

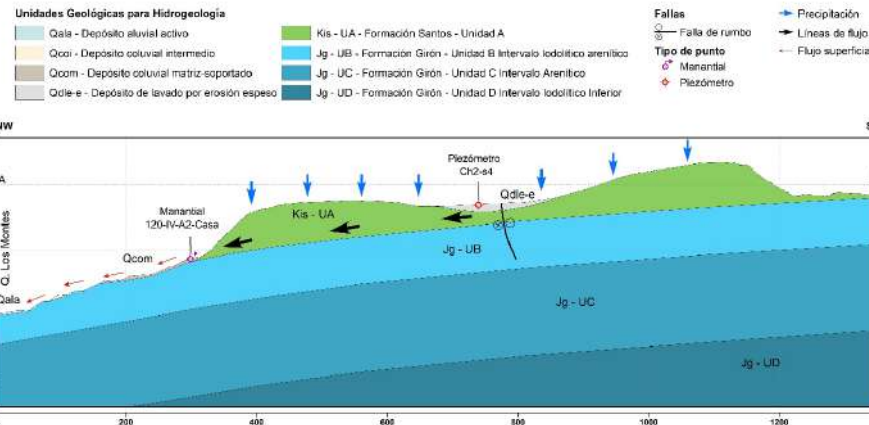
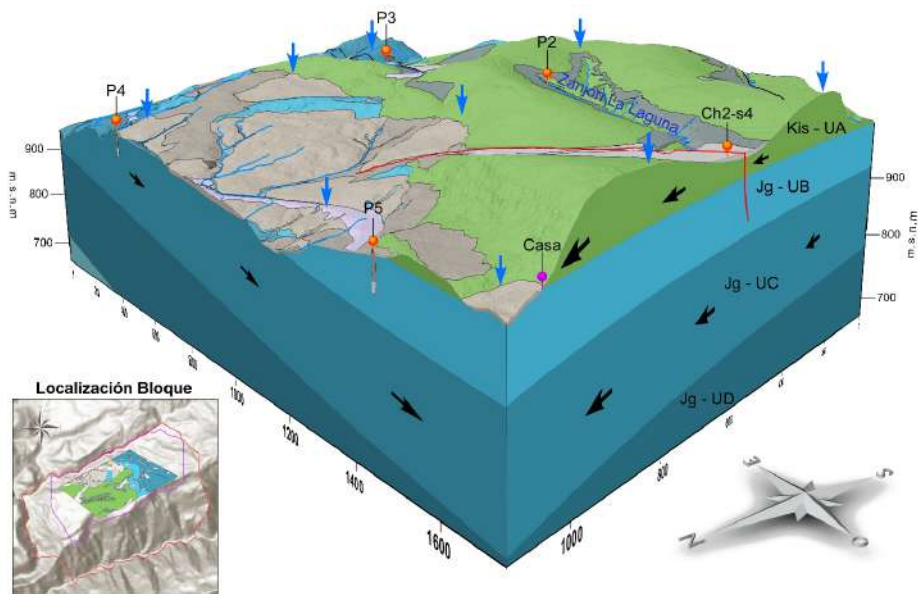


Modelo La Guajira (2016)
1:250.000



Objetivo: Caracterizar el estado actual de la cuña salina en un área costera comprendida entre los municipios de Riohacha y Manaure en el departamento de La Guajira.

Modelos hidrogeológicos conceptuales para suministro de agua



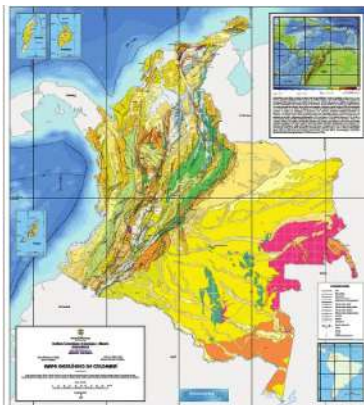
Leyenda

Convenciones		Unidades Geológicas	

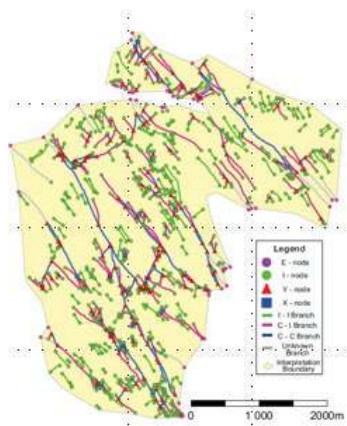
Estudios permitan establecer la ocurrencia de agua subterránea dentro de predio donde se pretenden acumular basuras.

Objetivo: Definir los aspectos conceptuales y metodológicos para la identificación y delimitación de zonas de recarga potencial de acuíferos a escala regional en el país

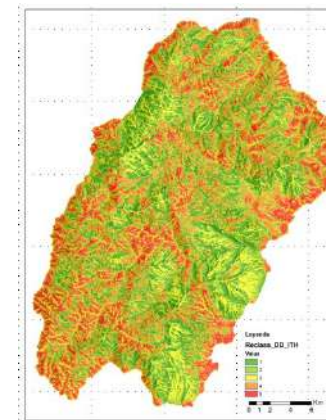
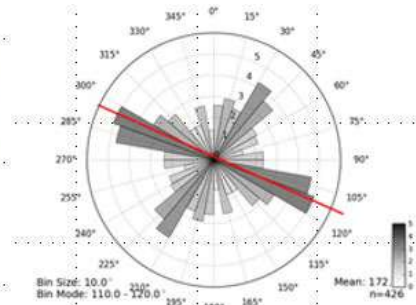
Planteamiento de las tres variables elaboradas por el SGC:



Litología
 Diagrama de decisión



Incidencia Estructural
 Sensores remotos
 Cartografía geológica
 Análisis estructural



Relieve
 Densidad de drenaje
 Índice Topográfico de
 Humedad

Guía zonas de probabilidad de recarga de acuíferos

Sedimentología y registros fósiles

- **Análisis de núcleos de pozos:** Altiplano Andino, desierto natural, Orinoquía/Amazonía
- **Perforaciones someras:** lagunas altoandinas
- ***Piston cores:*** Caribe y Pacífico
- **Depósitos eólicos en Orinoquía y desierto de La Guajira**

Técnicas:

Sedimentología, geoquímica, bioestratigrafía, paleotemperaturas y paleoprecipitaciones ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{17}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, δD . Modelos de edades: U-Th, U-Pb (TIMS), ^{14}C , OSL)

Sistemas calcáreos

Reconstrucciones paleoclimáticas del Cuaternario usando espeleotemas y depósitos evaporíticos

($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ e isótopos de Sr, así como geoquímica multielemental)

Glaciología

Línea base para determinaciones paleoclimáticas en glaciares

- **Modelos 3D** (DEM y GPR)
- **Perforaciones someras** (δD , $\delta^{18}\text{O}$, isótopos de S, geofísica)



Pozo Funza-2. Foto de Almanza (2024)



Caverna La Romera. Foto por Almanza (2023)



SGC

Sistemas calcáreos



Cueva La Romera. Foto de Almanza (2023)



**Las cavernas son
bibliotecas del clima**

Sistemas glaciares



**Excepcionales y en desaparición
Bibliotecas de la atmósfera**

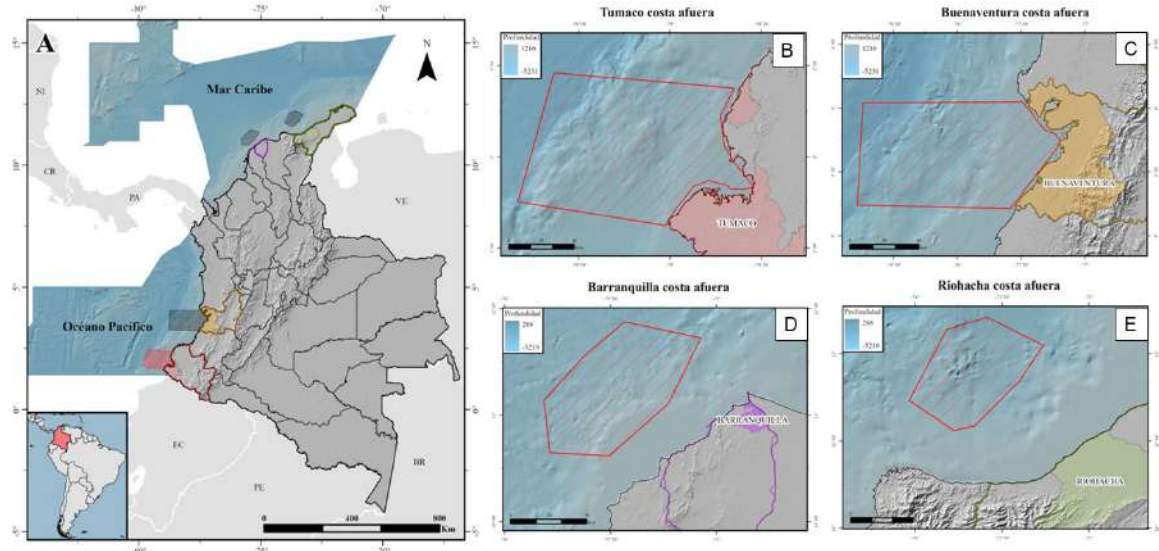
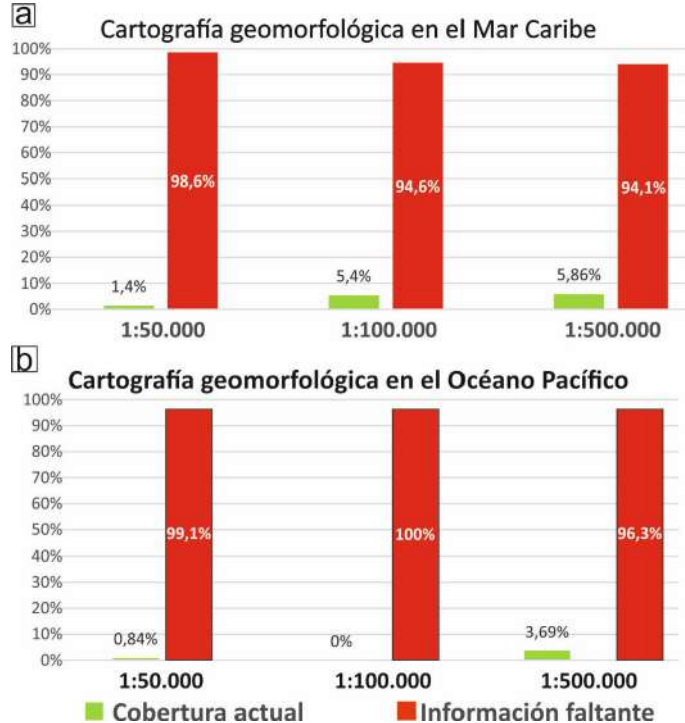
Bibliotecas de los ecosistemas del pasado:

El SGC tiene a su haber:

- 15 km de registros de perforación petrolera
- 1 millón de km de líneas sísmicas 2D
 - 140 mil km² de 3D en Colombia



Estudio geomorfológico y geológico del fondo marino para determinación de potenciales geoamenazas y generación de línea base de información mares y océanos territoriales colombianos (Caribe y Pacífico)



GRACIAS



Servicio Geologico Colombiano



@sgcol



Servicio Geologico Colombiano



serviciogeologicocolombiano

