



**Servicio Nacional
de Geología y
Minería**



Gobierno de Chile



AVANCES Y PROYECCIONES DEL PLAN NACIONAL DE GEOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE IGP PARA LA EXPLORACIÓN

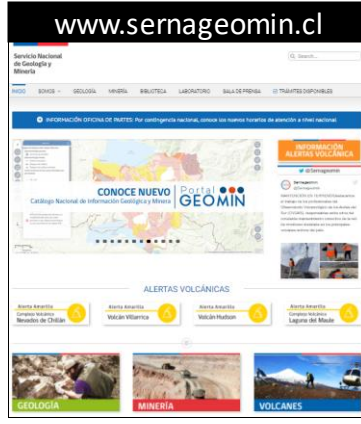
Felipe Espinoza, PhD.

Jefe Departamento Geología General
Plan Nacional de Geología

Mayo 25 - 27, 2021
3ª Feria de Exploraciones y Minas
Versión Virtual - Plataforma FEXMIN

1

**Servicio Nacional
de Geología y
Minería**



Gobierno de Chile

Contenido

1. Antecedentes Programa “Plan Nacional de Geología” (PNG)
 - i. Definiciones y Comparaciones
 - ii. Metodología
 - a) Gestión de Proyectos
 - b) Proceso integrado de “Publicaciones Geológicas”
 - c) Sistema de Producción de Cartografía Digital (SPCD)
 - iii. Vinculación con el Medio
2. Estrategia de Desarrollo: Etapas 1 y 2
3. Avances periodo 2010–2021 y proyecciones
4. Publicaciones/iniciativas en temáticas de Metalogénesis
5. Conclusiones

2

I. Antecedentes

PLAN NACIONAL DE GEOLOGÍA

Plan Nacional de Geología
desarrollado por el Departamento de Geología General
de la Subdirección Nacional de Geología

3

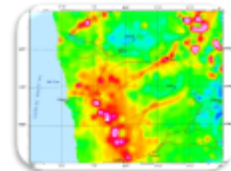
Objetivo General

Generar y poner a disposición pública conocimiento geológico del territorio nacional a través de tres programas científicos:

1. **Geología Básica**
2. **Geoquímica**
3. **Geofísica**

Objetivos Específicos

- Completar la cobertura de cartografía geológica temática del país.
- Apoyar al fomento de la exploración de recursos minerales, energéticos e hídricos en el país.
- Proveer información de base, necesaria para
 - ✓ desarrollo de sectores productivos estratégicos
 - ✓ mejorar la calidad de vida de la población.



4

Servicio Nacional de Geología y Minería

PROGRAMAS INTERNACIONALES EQUIVALENTES

Gobierno de Chile

Geo-mapping the North by 2020
Modernizing the geological picture of the North

The Geo-mapping for Energy and Minerals (GEM) program generates new regional-scale geological maps and data sets for Canada's North

The GEM program generates new geoscience knowledge through five stages of research

Engage	Plan	Collect	Analyze	Share
Discussions held with northerners, territories and provinces	Aerial and remotely sensed data is combined with previously collected data to target field work	Field researchers gather information and samples	Samples are brought back to public and private labs for analysis and synthesis	Scientific knowledge and insight are integrated into maps and reports, which are released online for free
Established 65 committees and working	Over 2 million km ² data for geologists	4,000 people days in the field of work time	Over 40,000 samples collected	Over 1,000 publications released on the web

Knowledge from the GEM program guides decisions across the North

Indigenous peoples, Northern institutions, Geologists, Mineral exploration industry, Prospectors, Land-use planners, Entrepreneurs, Oil and gas industry, Infrastructure planners, Decision makers

nrcan.gc.ca/GEM

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, as represented by the Minister of Natural Resources, 2016 July 2016

Department of State Development

Fact Sheet

PACE Copper

There is a critical issue facing the resources sector right now – a significant decline in exploration investment and project advancement which has led to increased unemployment.

The time is right for South Australia to deliver a new precompetitive geoscientific initiative.

An initiative that will help the exploration industry recover from the challenging global economic cycle of the past five years and confidently face the next global surge in exploration for strategic metals such as copper.

\$20 MILLION INITIATIVE

PACE Copper is a \$20 million initiative that will lead the transformation of the South Australian mineral exploration industry over the next two years.

FUTURE & EMPLOYMENT

PACE Copper is both a future and employment focused initiative that will provide essential foundations for the South Australian Government Economic Priority #1: Unlocking the full potential of South Australia's resources, energy and renewable assets.

NEW DISCOVERIES

This new initiative will provide the necessary information and opportunity to bring forward new discoveries and set the foundations for the next generation of mineral industry growth and job creation in the services, supplies and manufacturing sectors.

HIGH-QUALITY COPPER RESOURCES

PACE Copper is also a critical upstream component of the State's Copper Strategy, driving the discovery of new high-quality copper resources.

WORLD'S LARGEST GEOPHYSICAL PROGRAM

PACE Copper will deliver:

- the world's largest high-resolution airborne geophysical and terrain imaging program as part of a 'regeneration' of exploration in the highly prospective Gawler Craton
- industry-government collaborative drilling on new targets and domains
- world-class data and interpretation that will open up an untouched mineral province in the State's Far West (Eulca Basin/Basement).

COLLABORATIVE DRILLING

WORLD-CLASS DATA

5

Servicio Nacional de Geología y Minería

Gobierno de Chile

I. Antecedentes

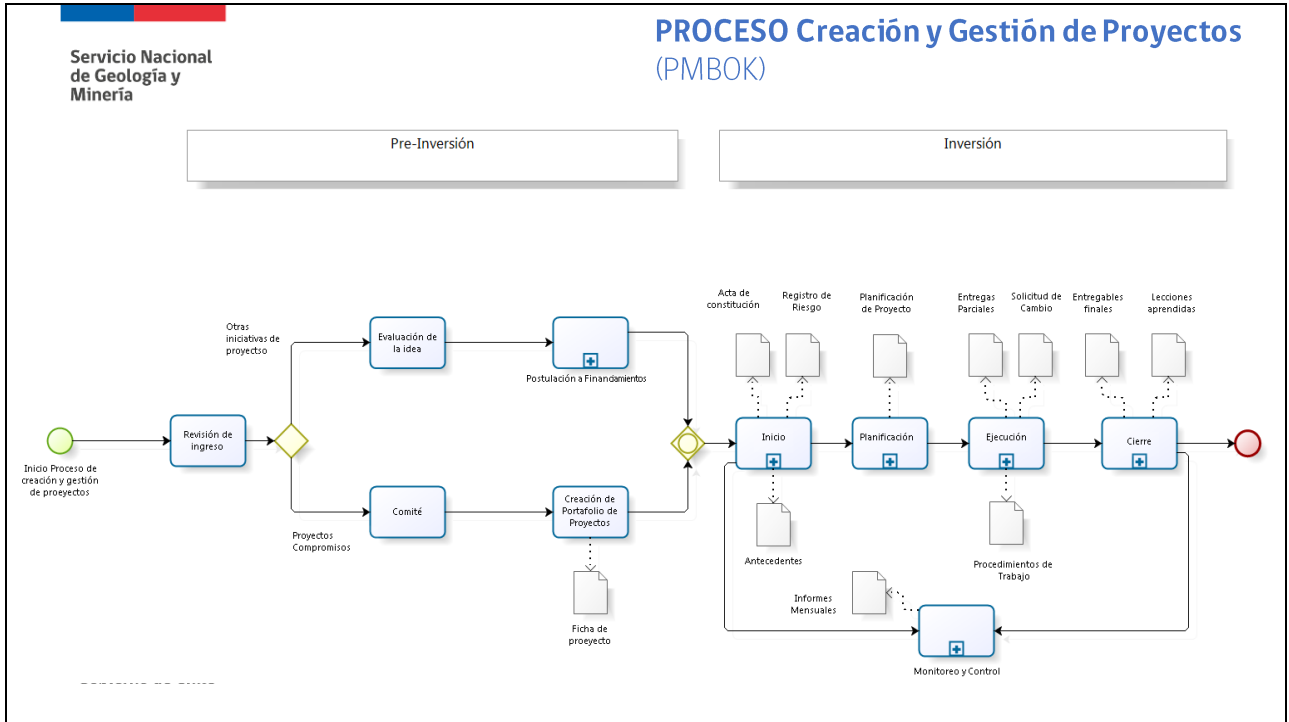
PLAN NACIONAL DE GEOLOGÍA

ii) Metodología

- Gestión de Proyectos
- Proceso integrado de "Publicaciones Geológicas"
- Sistema de Producción de Cartografía Digital (SPCD)

Gobierno de Chile

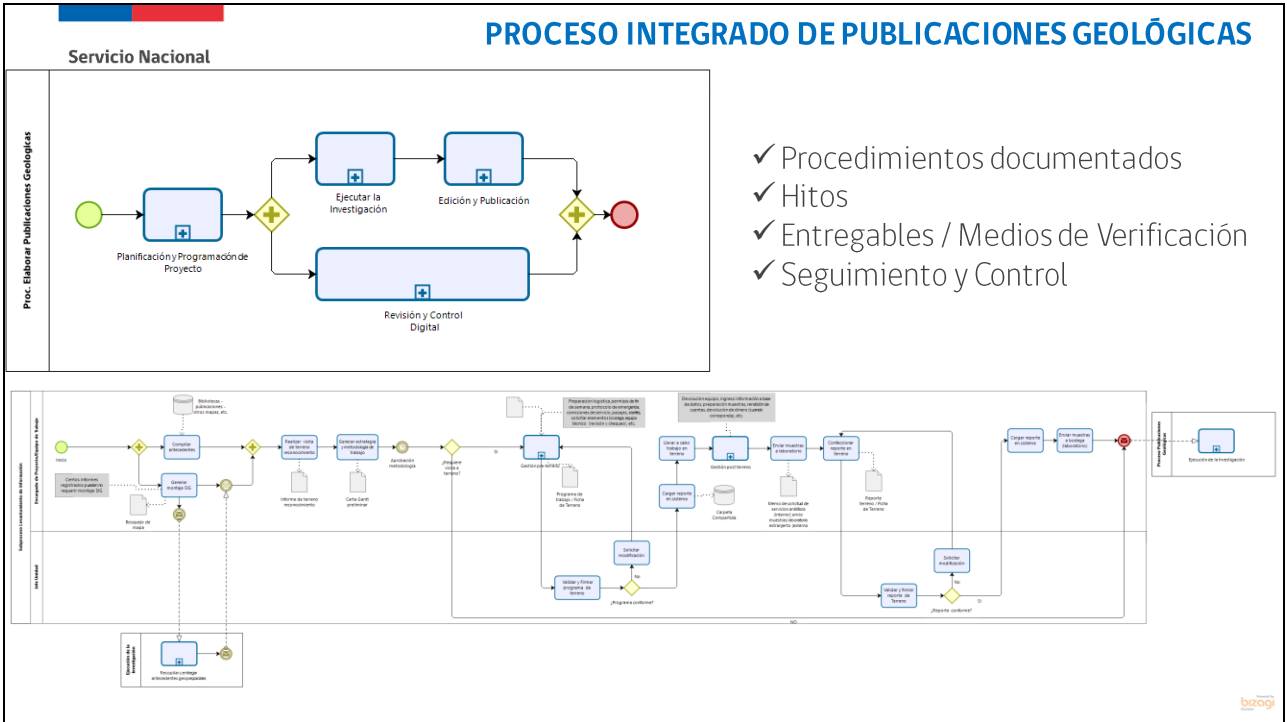
6



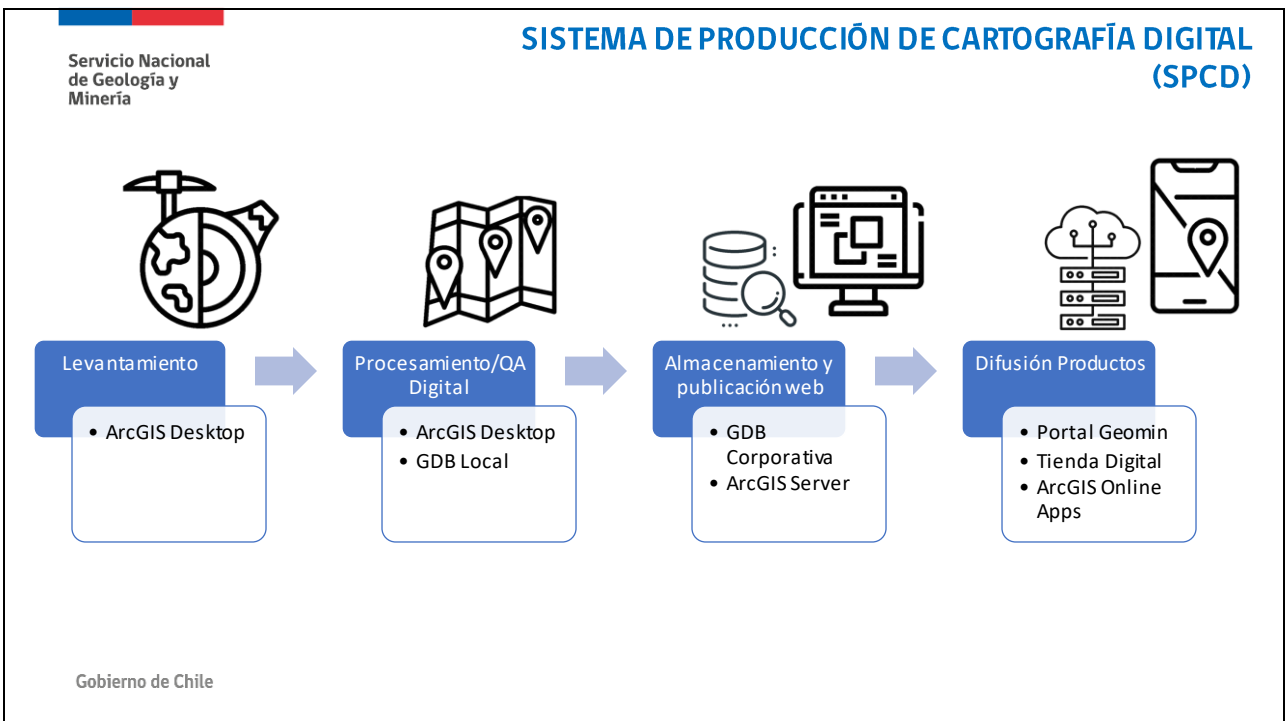
7



8



9



10

I. Antecedentes PLAN NACIONAL DE GEOLOGÍA

iii) Vinculación con el Medio

The screenshot displays the 'Portal GEOMIN' website interface. On the left, a geological map is shown with a grid overlay, and a sidebar lists categories like 'Geología Básica', 'Mineral', and 'Geología Ambiental'. The main content area features a banner for 'Tienda Digital SERNAGEOMIN' with a photograph of red pickup trucks in a desert landscape. Below the banner, there is a product listing for a geological map of 'Arica y Parinacota, Escala 1:100,000'. The product details include a price of \$99,976 and a description of the map's content and scale. The URL 'https://portalgeominbeta.sernageomin.cl/' is visible at the top.

PROGRAMA DE DIFUSIÓN & DIVULGACIÓN

<https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/>

Servicio Nacional
de Geología y
Minería

Página WEB (ES & EN)

- Facilita acceso a **productos & proyectos** (buscadores, listados, links a E-commerce)
- Nuevo **visor espacial** (GEOMAP), búsqueda por distintos criterios
- **Difusión** Programa, Departamento y Equipo de trabajo
- **Descarga** de contenidos

Contenido Audiovisual

- Animaciones 2D (serie animada "Geólogos", seis capítulos)
- Cápsulas de Entrevista

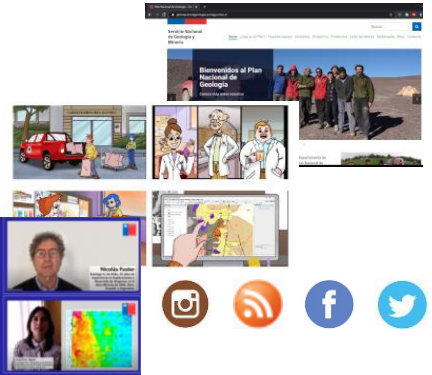
Blog & Newsletter

- Publicación y envío regular de noticias

Programa RRSS

- Divulgación de contenido geocientífico & promoción del Programa y sus productos

Gobierno de Chile



13

PROGRAMA DE DIFUSIÓN & DIVULGACIÓN VISOR GEOMAP

<https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/>

Servicio Nacional
de Geología y
Minería

14

Servicio Nacional de Geología y Minería

Plan Nacional de Geología Publicaciones 2021

Simbología

- Geología regional
- Geoquímica
- Geofísica
- Mapa gravimétrico
- Informe registrado

- Geoquímica de sedimentos de la Hoja El Salvador (escala 1:250.000), Región de Atacama
- Geoquímica de sedimentos de la Hoja Copiapó (escala 1:250.000), Región de Atacama
- Revisión de la estratigrafía cretácica del norte de Chile entre los 28°30' y 30° S, Regiones de Atacama y Coquimbo
- Carta Placo Elqui-Río La Gloria (escala 1:100.000), Región de Coquimbo
- IR - Geología del área San Fernando (escala 1:100.000), Regiones de O'Higgins y Maule
- Hoja gravimétrica Constitución (escala 1:250.000), Región del Maule
- IR - Estudio geofísico de la cuenca del río Pudeto, Región de Los Lagos
- IR - Geología de la parte norte de la isla Navarino, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena

Ficha proyecto
CARTA GEOLÓGICA CUPO-TOCONCE (1:100.000), REGIÓN DE ANTOFAGASTA

[Regresar a Proyectos](#)

Datos del proyecto

Año de publicación: 2022
Departamento: Geología General
Región: Región de Antofagasta
Profesionales: Alvarez, P.; Tunik, M.; Giambiagi, L.; Rodríguez, C.
Palabras claves

OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este estudio es la elaboración de cartografía de geología básica a escala 1:100.000 del sector que se ubica en la alta cordillera de la Región de Antofagasta (21°00'-21°30'S/68°30'-69°00' E), e involucra 6 cuadrángulos escala 1:50.000 del IGM. Se encuentra en el flanco oeste de la Cordillera de los Andes de la Región de Antofagasta, unos 80 km al este de la ciudad de Calama. Dentro de la misma se encuentran los poblados de Toconce, Caspana y Cupo y el campo geotérmico de El Tatío.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Generación de un mapa a escala 1:100.000 y un texto que describa adecuadamente y en orden cronológico, las unidades geológicas reconocidas y diferenciadas.
2. El estudio caracterizará los sistemas estructurales y estratigráficos presentes y se propondrá un esquema de evolución geológica del área en este sector de los Andes.
3. La generación de un modelo geológico evolutivo que sirva a autoridades y privados en la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales.

15

Servicio Nacional de Geología y Minería

II. Estrategia de Desarrollo: Etapas 1 y 2

Plan Nacional de Geología
desarrollado por el Departamento de Geología General
de la Subdirección Nacional de Geología

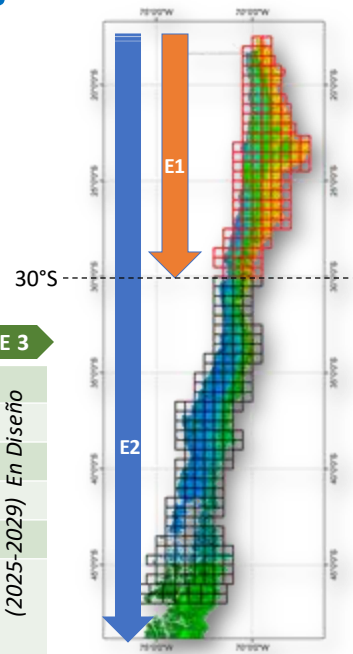
Gobierno de Chile

16

Estrategia de Desarrollo: Etapas

Evolución del Programa

- Nuevos requerimientos asociados a escalas, formato, oportunidad
- Requerimientos desde áreas no consideradas en E1 (sur 30°S)
- Demanda por información para desarrollo de "otros" estudios aplicados (peligros - geológicos, recursos hídricos, ordenamiento territorial)
- Potenciar *salidas* digitales
- Aumentar agilidad y flexibilidad del programa



Etapa 1: 2011-2019	Etapa 2: 2020-2024	E 3
META por cobertura (165.000 km ²)	META por # publicaciones (43)	En Diseño (2025-2029)
KPI por % cobertura [km ²]/año	KPI por #publicaciones/año	
Macrozona Norte 18°-30°S (36%)	Alcance Nacional 18°-55°S (100%)	
Duración 10 años	Actualización cada 5 años	
Monoproducto:	Multi producto:	
<ul style="list-style-type: none"> • Cartografía (escala fija) 	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Cartografía (escala variable), 2) bases de datos, 3) informes técnicos, 4) artículos científicos 	

17

III. Avances periodo 2010-2021 y Proyecciones

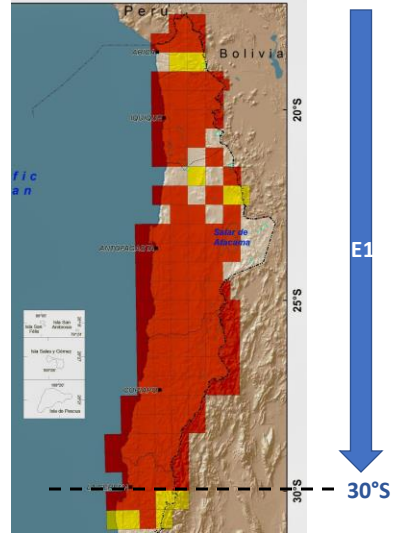
Plan Nacional de Geología
desarrollado por el Departamento de Geología General
de la Subdirección Nacional de Geología

18

Servicio Nacional
de Geología y
Minería

ETAPA 1: 2011-2019; 18°S-30°S

GEOLOGÍA BÁSICA	# mapas 1:100.000 (Publicaciones)		Km ²		% superficie Chile continental
Sernageomin 1996-2012 (17 años)	57	3,4/año	141.210	8.307/año	18,7 %
Plan Nacional Geología 2011-2019 (9 años)	55	6,1/año	149.315	16.591/año	19,7 %
Aumento tasa producción anual		182%		200%	
TOTAL	112		290.525		38,4 %

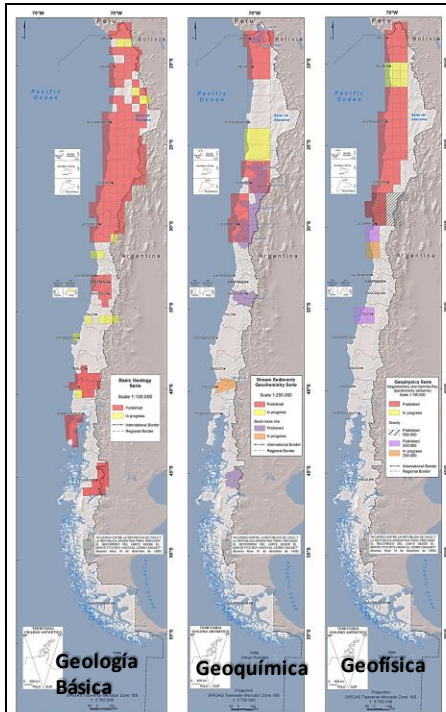


Gobierno de Chile

19

Avances 2021

Programa	Escala	Cobertura Chile cont. [%]
Geología Básica	1: 1 MM	100 %
	1: 250 M	87 %
	1: 100 M	39,6 %
	1: 50 M	4 %
Geoquímica (mapa & BD)	1: 250 M	9 %
Aerogeofísica (mag., espect.)	1: 100 M	21 %*




Avances PNG (2021)
Rojo, lila, a churado: publicado
Amarillo, naranja: en desarrollo

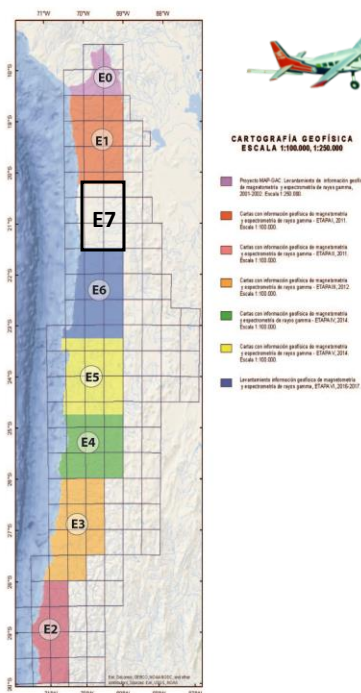
20

Servicio Nacional de Geología y Minería

Programa de Aerogeofísica



- ❑ Magnetometría y espectrometría de rayos gamma (U, Th, K)
- ❑ 7 Etapas de levantamiento (2011-2022) para la Macrozona Norte
 - ✓ 162.000 km² (21% Chile Continental)
 - ✓ 383.000 Km lineales de vuelo
- ❑ Financiamiento íntegro PNG, mediante licitaciones públicas internacionales
 - ✓ E1-E7: USD 4,2 millones
- ❑ Publicación de mapas escala 1:100.000
 1. Mapa magnético
 2. Mapa U
 3. Mapa K
 4. Mapa Th
 5. Datos crudos magnetometría
 6. Datos crudos espectrometría




CARTOGRAFIA GEOFISICA
ESCALA 1:100.000, 1:250.000

- Planificación PNG: levantamiento de información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E0) Escala 1:250.000
- Carta con información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E1) Escala 1:100.000
- Carta con información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E2) Escala 1:100.000
- Carta con información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E3) Escala 1:100.000
- Carta con información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E4) Escala 1:100.000
- Carta con información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E5) Escala 1:100.000
- Carta con información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E6) Escala 1:100.000
- Carta con información geofísica de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E7) Escala 1:100.000
- Levantamiento aerofotogramétrico de exploración y levantamiento de rayos gamma. (E0-E7) Escala 1:100.000

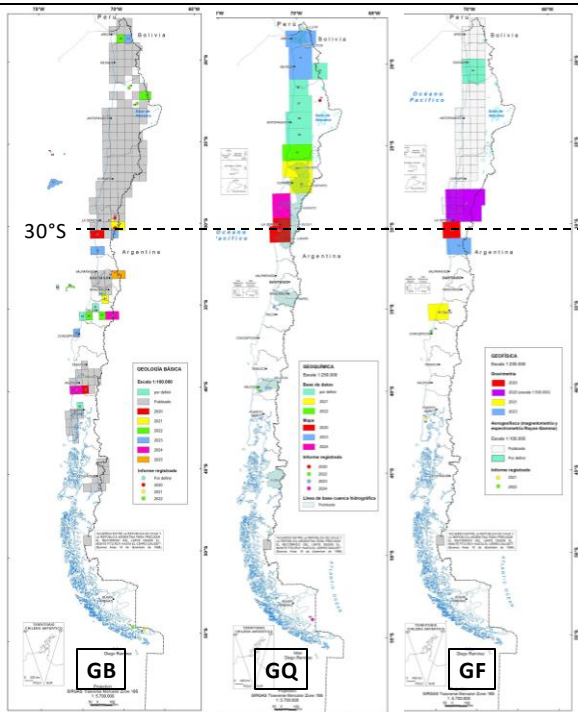
21

Servicio Nacional de Geología y Minería

ETAPA 2: 2020-2024; 18°S-55°S

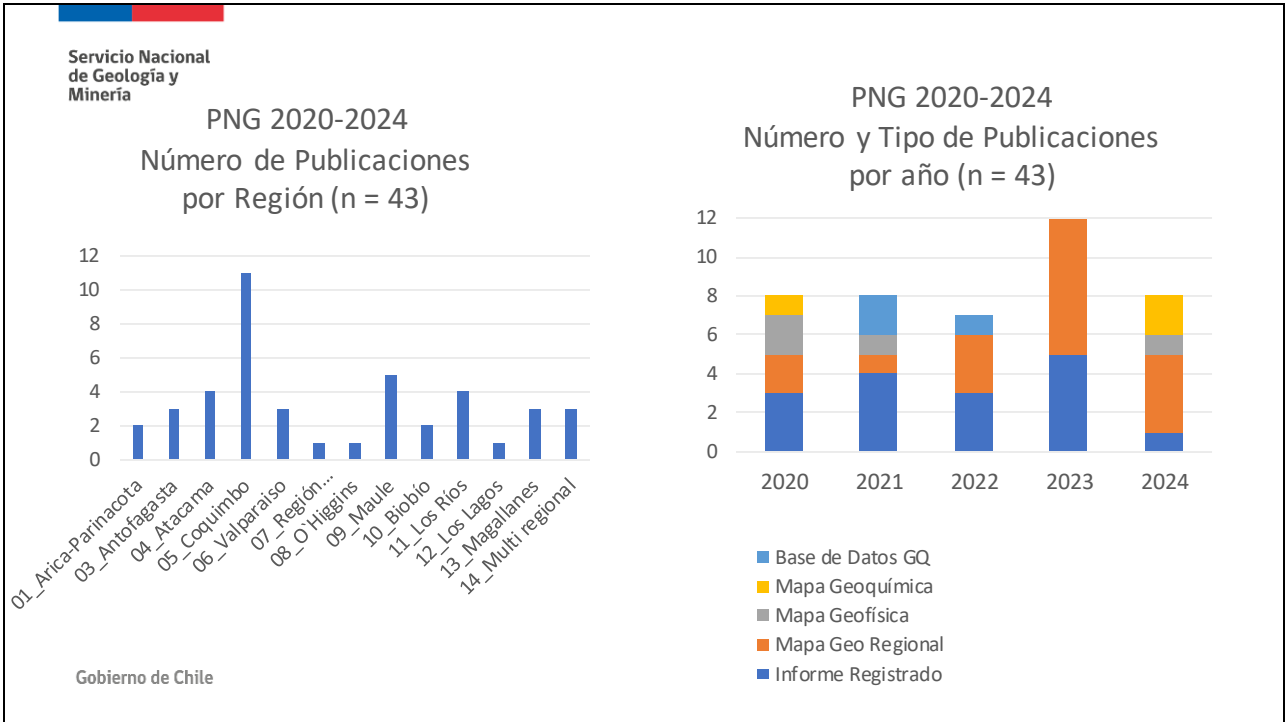


PNG E2	# cantidad	Km2
Cartas geológicas 1:100.000	17	36.235
Cartas gravimétricas 1:250.000 & 1:500.000	4	62.377
Hojas y BD geoquímica sedimentos 1:250.000	6	81.887
Estudios GR	9	
Estudios GQ	5	
Estudios GF	2	
TOTAL	43	180.498

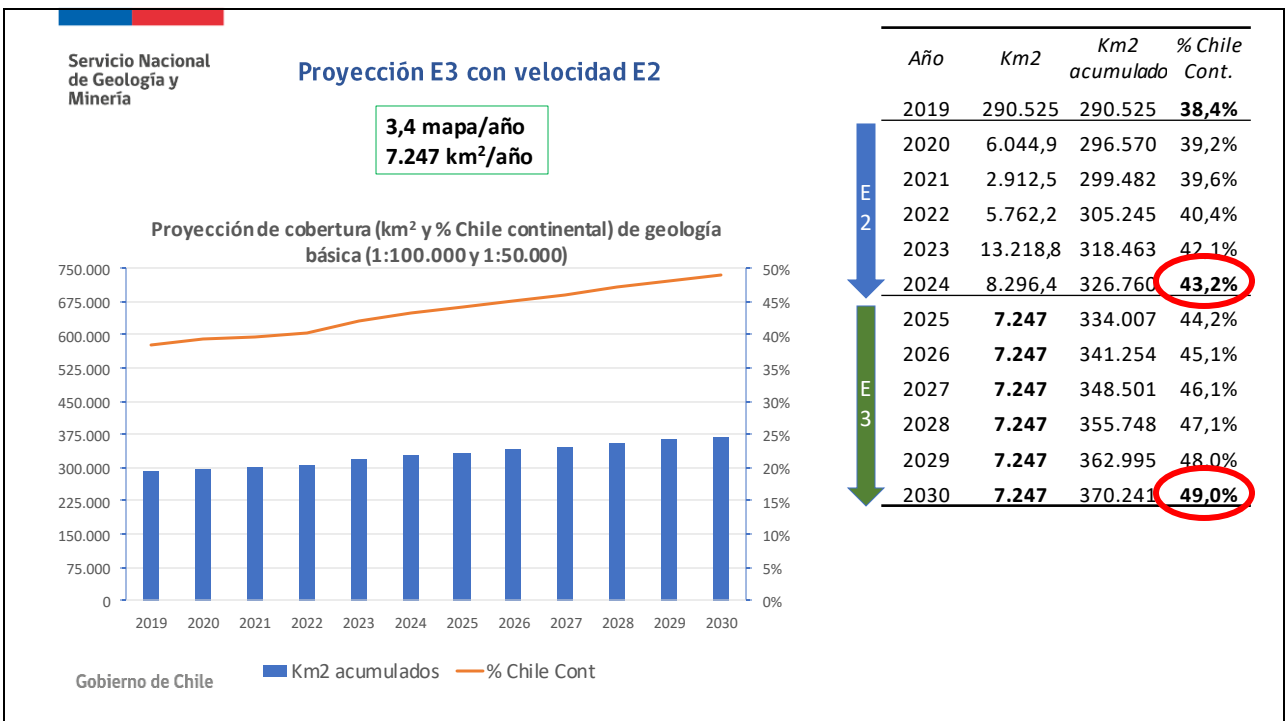


Gobierno de Chile

22



23



24

Servicio Nacional de Geología y Minería

POLITICA NACIONAL MINERA 2050

Mesa Sostenibilidad Económica
Capítulo EXPLORACIONES

- Impulsar Exploración
- Fortalecimiento de la generación de información geológica básica
 - Deficiente cobertura de información geológica
- Transparencia y acceso a la información Minera (Minería Abierta)
 - Gratuidad de la información
 - Baja accesibilidad a la información
- Acceso a información geológica y no geológica de exploración pública y privada (SIGEX)
- Diversificación de la Minería

Gobierno de Chile

Iniciativa: generar sistema de información geológica y no geológica de calidad, impulsora de la exploración y creación de valor

Actualmente no se dispone de la información geocientífica precompetitiva necesaria y suficiente para impulsar la exploración en el país. Abordar este desafío tiene varios componentes o líneas de acción, entre las que destacan las siguientes:

- a. **Acelerar el Plan Nacional de Geología (PNG)** impulsado por Sernameomin: Actualmente el PNG ha cubierto con cartografía geológica básica a escala 1:100,000 alrededor de un 35% del territorio nacional (al norte del paralelo 30°S). Adicionalmente, ha avanzado lentamente en la cartografía geoquímica y geofísica básica. Sin embargo, todavía queda mucho trabajo por realizar. Se propone darle prioridad a este programa nacional, con el objetivo de incentivar la exploración geológica en territorios que históricamente han tenido baja actividad de exploración, y en zonas previamente exploradas pero que con información geocientífica actualizada puedan atraer nuevos actores. En el estado actual, debe evaluarse si es conveniente transferir algunas de las funciones de fiscalización que Sernameomin realiza a otra entidad, o bien, incrementar

62 Insumos para la POLÍTICA NACIONAL MINERA 2050 #PolíticaNacionalMinera #2050



el staff de profesionales y técnicos del servicio con el fin de agilizar el Plan Nacional de Geología. Es importante asegurar que exista un acceso público a la información.

25

Servicio Nacional de Geología y Minería

IV. Publicaciones recientes en temáticas de Metalogénesis

Plan Nacional de Geología
desarrollado por el Departamento de Geología General
de la Subdirección Nacional de Geología

Gobierno de Chile

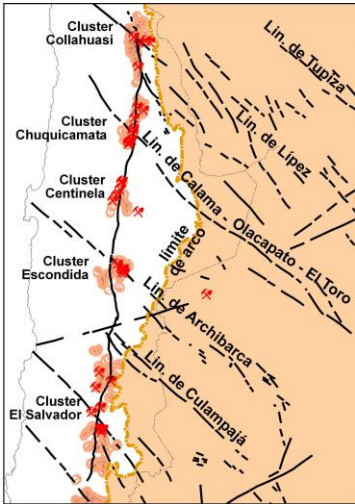

26

Servicio Nacional de Geología y Minería

Tomlinson *et al.* (2019) SEG

Pórfidos Eoceno-Oligoceno

- ✓ Centros de magmatismo y pórfidos de Cu se encuentran agrupados en clusters.
- ✓ Comprender los factores que generan esta agrupación dará a los modelos de exploración una mayor capacidad predictiva.
- ✓ La intersección de estructuras regionales ha sido uno de los factores propuestos para enfocar centros de actividad magmática y mineralización.

Modificado desde Salfity (1985)

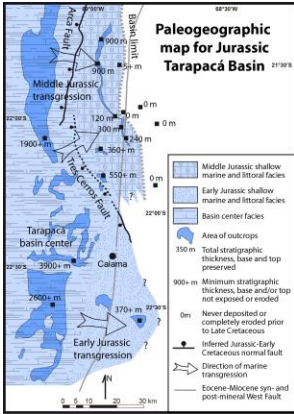
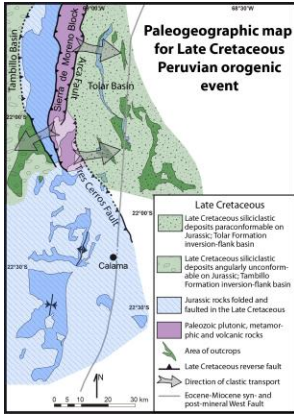
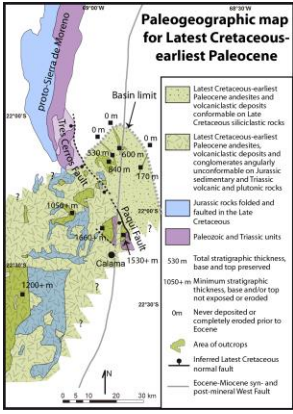
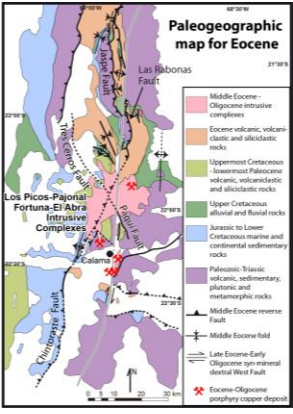
Gobierno de Chile

27

Servicio Nacional de Geología y Minería

Tomlinson *et al.* (2019) SEG

- ✓ Nueva data del PNG permite reconstruir la **historia geológica y paleogeográfica** de estos distritos.
- ✓ En **clúster Chuquicamata-El Abra-Toki** se confirma que el centro magmático eoceno-oligoceno que generó los depósitos de Cu, está emplazado en la intersección de una falla NW, de actividad jurásica a paleocena, con un sistema de fallas inversas eocenas.

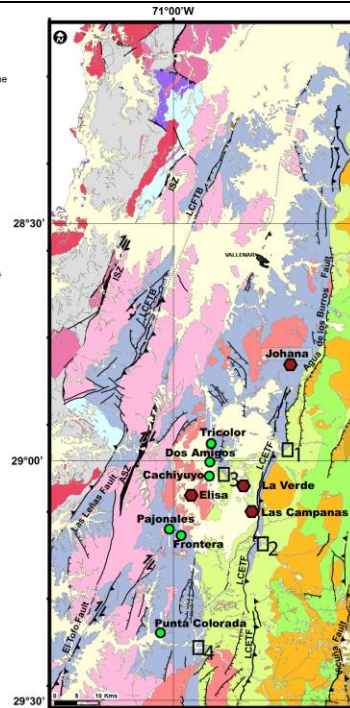
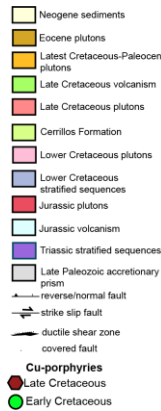
28

Servicio Nacional de Geología y Minería

Creixell et al. (2020) Andean Geology

Al sur de Vallenar, **Pórfidos de Cu del Cretácico Temprano** se asocian espacial y temporalmente a estructuras *transpresivas* de las ramas más orientales de la Zona de Falla de Atacama.

Pórfidos de Cu del Cretácico Tardío se asocian a volcanismo y estructuras *compresivas* activas durante la Fase Peruana (fallas Agua de Los Burros, Las Cañas-El Torito).



Fuente:

- *Cartas Geológicas Estación Chañar-Junta de Chingoles, Vallenar-Domeyko, Carrizalillo-El Tofo, Freirina-El Morado*

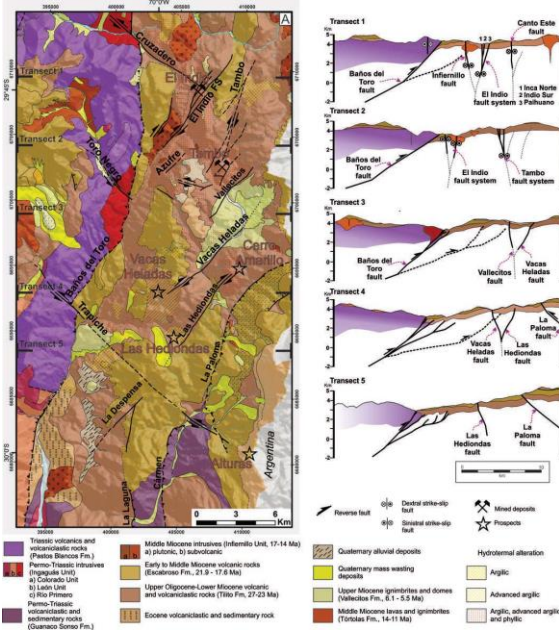
Gobierno de Chile

Servicio Nacional de Geología y Minería

Giambiagi et al. (2017) Tectonics

Distrito El Indio

Cartografía geológica regional, junto con geocronología de detalle (Ar/Ar y U-Pb) y estudios estructurales en fallas frágiles y vetas, demuestran fuerte **control estructural por fallas dextrales NE-SW y sinistralas NW-SE** sobre la mineralización epitermal de Au (Mioceno), durante cambios en el tensor de esfuerzos regionales.



Fuente:

- *Carta Geológica Guanta-Los Cuartitos*

Gobierno de Chile

Servicio Nacional de Geología y Minería

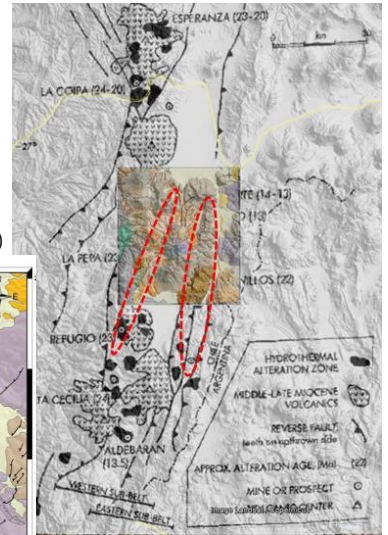
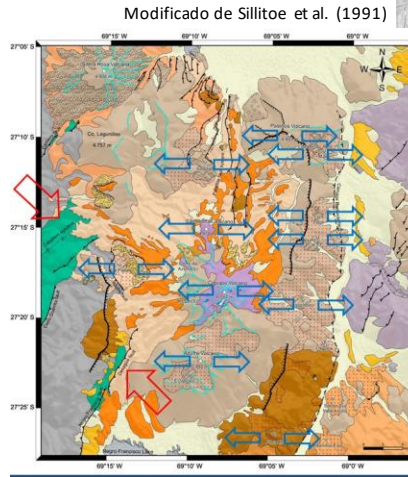
Naranjo et al. (2019) SEG

Reinterpretación del modelo de **dos franjas metalogénicas** en la parte sur del llamado **Maricunga Belt**, caracterizado por pórfidos y depósitos epitermales Au-Ag(Cu).

Alineamientos conjugados orientados al NW controlaron la formación de stockworks mineralizados auríferos, que migraron desde el suroeste (La Pepa, Mioceno Inferior), hacia el noreste (Marte, Mioceno Medio), dentro del sistema de la caldera Copiapó (fuente de la ignimbrita homónima), en un ambiente glaciar.

Fuente: **Carta Geológica Nevado Ojos del Salado y Cerro El Fraile**

Gobierno de Chile



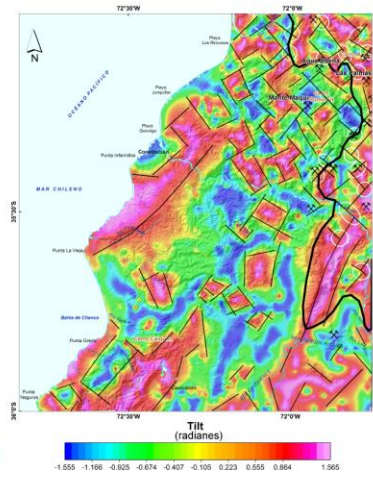
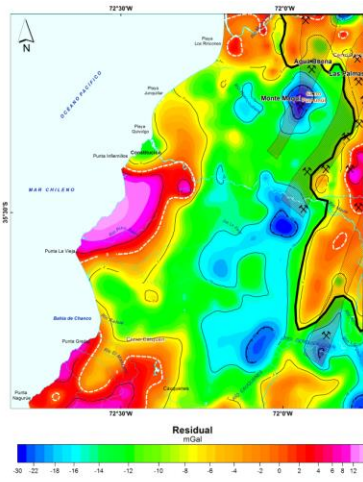
Servicio Nacional de Geología y Minería

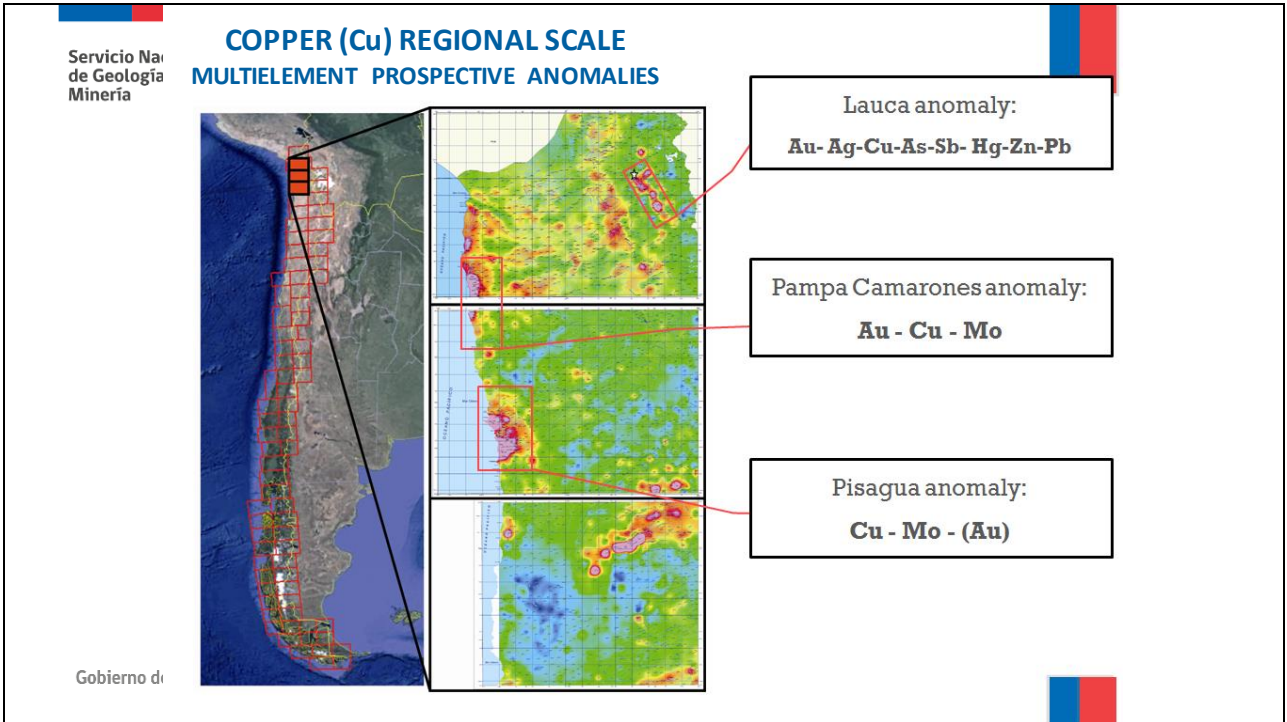
Aguilef y Morales (2021). Latin Geophysics Explore

Depósitos epitermales de la Cordillera de la Costa, VII Región

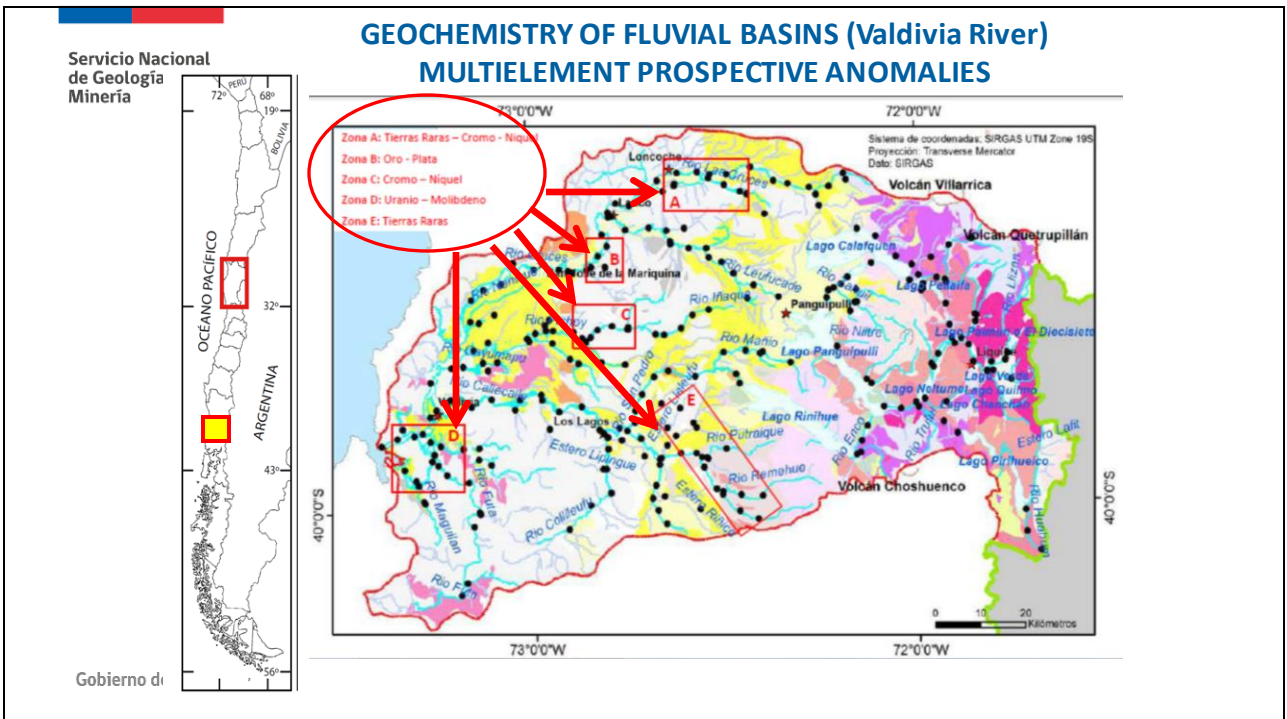
Vetas de Au-Cu asociadas a unidades volcánicas del Jurásico-Cretácico Inferior con fuerte control estructural de la mineralización. Buena correlación entre **anomalía residual** (altos gravimétricos) y tales unidades litoestratigráficas. Lineamientos y/o estructuras (**derivada Tilt** aplicada a la anomalía residual) definen zonas prospectivas en la intersección de sistemas NNE y conjugadas NW.

Gobierno de Chile





33



34

Servicio Nacional de Geología y Minería



CHILEPOLIMETÁLICO




Comisión Chilena del Cobre
Ministerio de Minería
Gobierno de Chile

Proyecto apoyado por



CORFO

SERNAGEOMIN
participamos en
COMITÉ TÉCNICO

"Mapas estratégicos para la diversificación de la minería en Chile"

Objetivo: Identificación de Brechas y definición de un Plan de Acción para el desarrollo de una **Industria minera diversificada**, generando las bases de una estrategia nacional para la diversificación de la minería chilena con una **perspectiva polimetálica**, más allá del cobre.

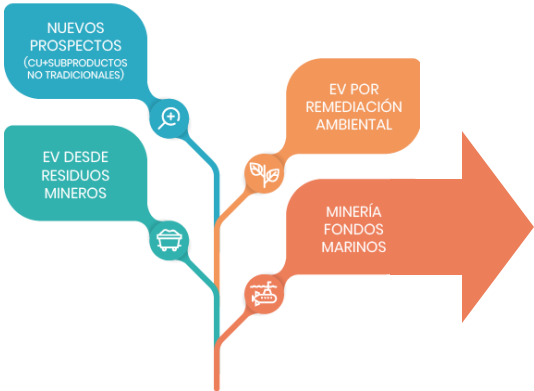
Gobierno de Chile

35

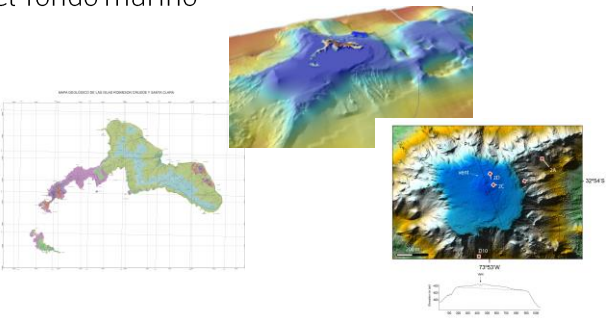

Servicio Nacional de Geología y Minería

Programa de Geología y Geofísica Marina del PNG

fuente: Chile Polimetálico –Alta Ley



- Geología / Geofísica de islas oceánicas y montes submarinos (**cartografía 1:50.000**)
- Geología y evaluación de recursos minerales del fondo marino

- ❖ Cortezas de Fe-Co : montes submarinos (500-2.000 m b.n.m.)
- ❖ Sul furos masivos: dorsales activas o fósiles
- ❖ Nódulos de Mn: planicies a bisales

Gobierno de Chile

36

CONCLUSIONES

- ❑ PROGRAMA NIVEL INTERNACIONAL
- ❑ METODOLOGÍAS CERTIFICADAS
- ❑ GENERACIÓN & PUBLICACIÓN DE INFORMACIÓN
- ❑ DESARROLLO DE CONOCIMIENTO
- ❑ FLEXIBILIDAD PROGRAMA
- ❑ ATENCIÓN A NUEVOS REQUERIMIENTOS
- ❑ TRANSPARENCIA
- ❑ FACILITAR ACCESO INFORMACIÓN / DATA (gratuidad...)
- ❑ DESAFÍOS PRESENTE → MIRADA FUTURO

37



38