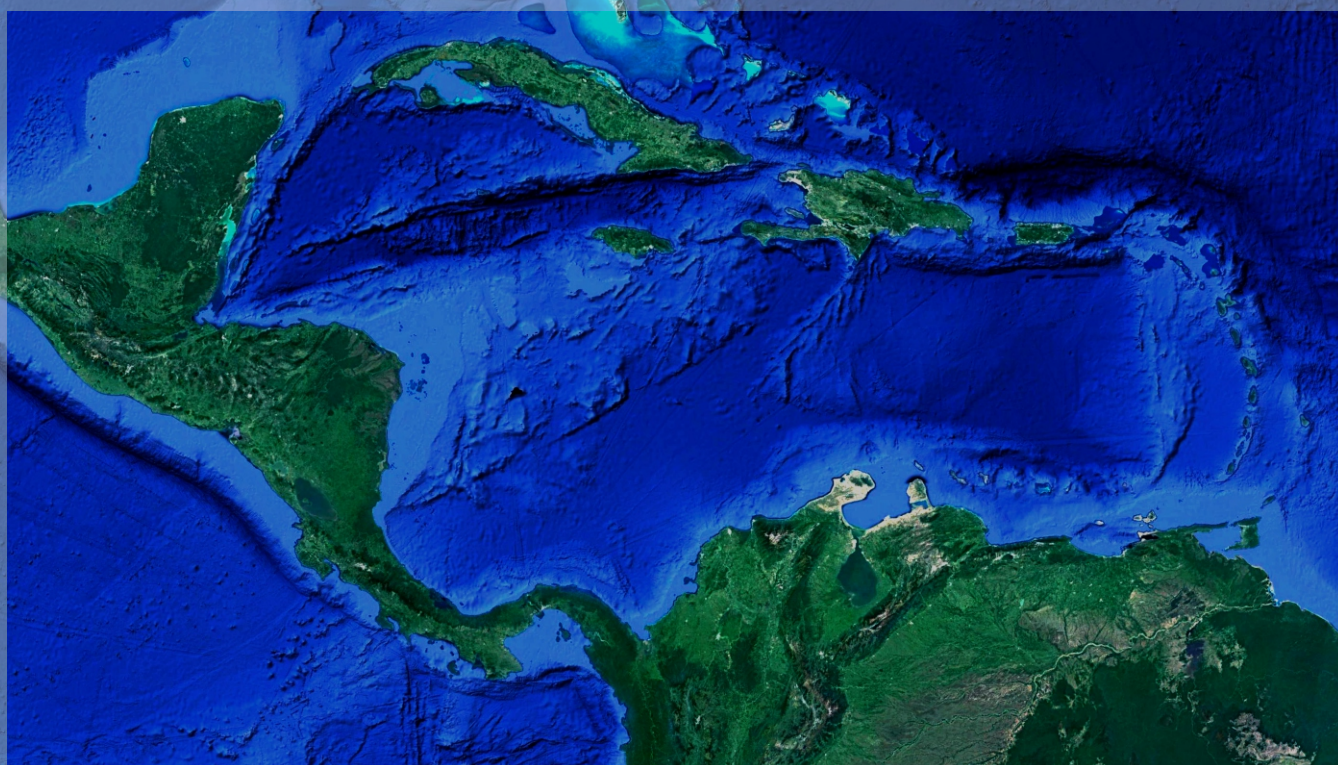


# MAPA METALOGENÉTICO DE AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

1:4.000.000



Eduardo O. Zappettini, Gloria Prieto Rincón, Natalia Amezcuca,  
Santiago Muñoz Tapia, Janeth Sepúlveda Ospina,  
Carlos Mario Celada Arango, David Jara, Xiomara Cazañas Díaz,  
Jorge Luis Torres Zafra, Jorge Luis Cobiella Reguera, Lukas Zurcher,  
Greta Orris, Floyd Gray, Carolina Maldonado Díaz, Noé Rodríguez,  
Ramón Mérida Montiel y Carlos Zarruk

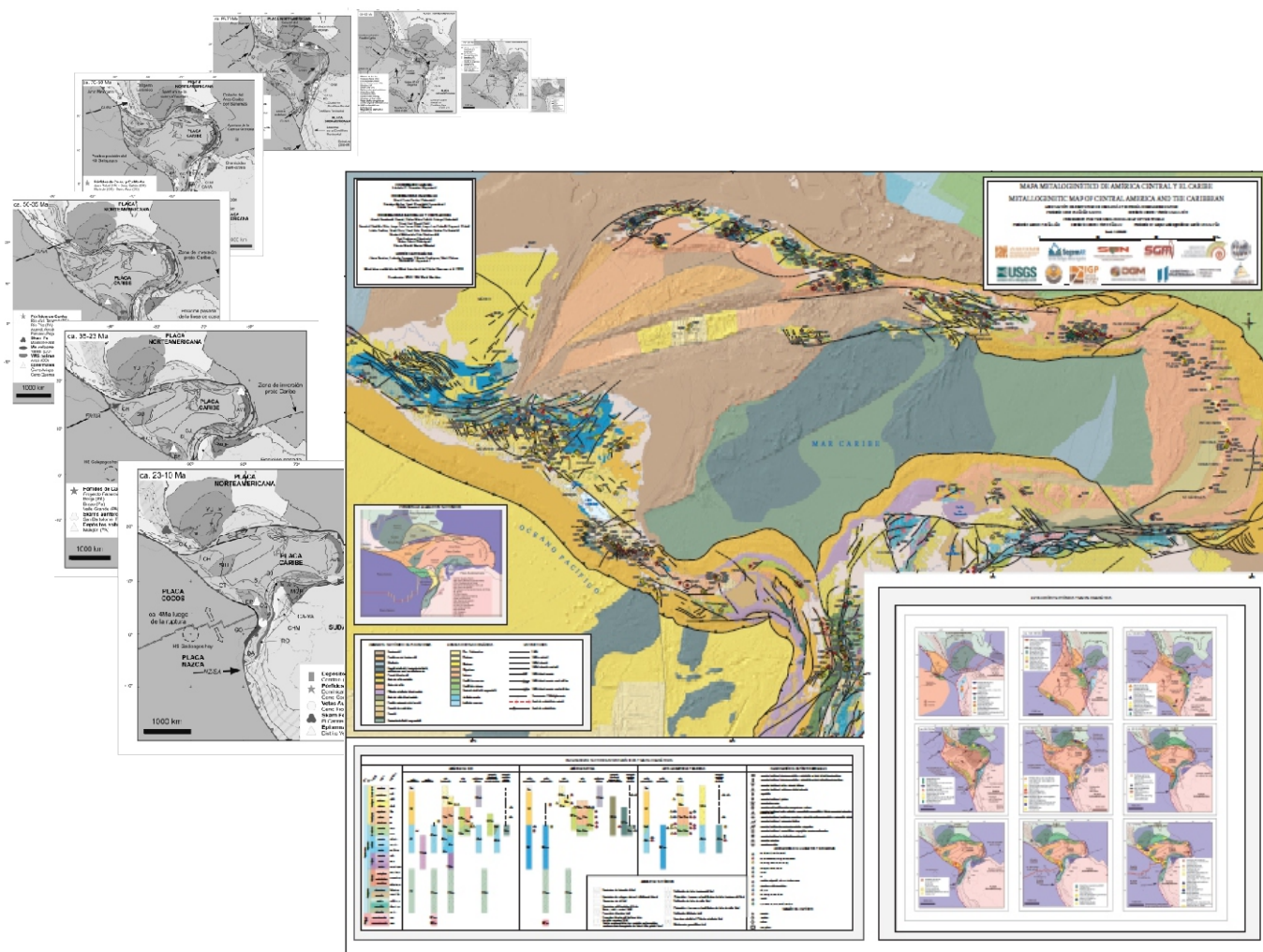




# MAPA METALOGENÉTICO DE AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

1:4.000.000

MEMORIA EXPLICATIVA



# MAPA METALOGENÉTICO DE AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

1:4.000.000

## MEMORIA EXPLICATIVA

### Coordinador General

EDUARDO O. ZAPPETTINI (ARGENTINA)

### Coordinadores Regionales

GLORIA PRIETO RINCÓN (COLOMBIA)

NATALIA AMEZCUA (MÉXICO)

SANTIAGO MUÑOZ TAPIA (REPÚBLICA DOMINICANA)

### Coordinadores Nacionales y Compiladores

JANETH SEPÚLVEDA OSPINA,  
CARLOS MARIO CELADA ARANGO (COLOMBIA)

DAVID JARA (COSTA RICA)

XIOMARA CAZAÑAS DÍAZ, JORGE LUIS TORRES ZAFRA,  
JORGE LUIS COBIELLA REGUERA (CUBA)

LUKAS ZURCHER, GRETA ORRIS,  
FLOYD GRAY (ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA)

CAROLINA MALDONADO DÍAZ (GUATEMALA)

NOÉ RODRÍGUEZ (HONDURAS)

RAMÓN MÉRIDA MONTIEL (MÉXICO)

CARLOS ZARRUK (NICARAGUA)

**2020**

ANALES 59 | ISSN 0328-2325

# ÍNDICE

## MAPA METALOGÉNICO DE AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. COORDINADORES Y COMPILADORES .....	1
3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MAPA .....	1
4. TABLAS EXPLICATIVAS .....	2
4.1. Clasificación de depósitos .....	2
4.2. Asociaciones de elementos y minerales de interés económico.....	2
4.3. Límites de tamaño de los depósitos minerales .....	2
5. MAPA BASE GEOTECTÓNICO .....	2

## ELEMENTOS TECTÓNICOS, UNIDADES TECTONOESTRATIGRÁFICAS Y RECURSOS MINERALES ASOCIADOS

1. EL FONDO DEL MAR CARIBE .....	7
2. FOSA CAIMÁN .....	8
3. ARCO DE LAS ANTILLAS MAYORES.....	9
3.1. Segmento Cubano .....	10
3.2. Jamaica .....	22
3.3. Española .....	23
3.4. Puerto Rico .....	28
4. ARCO DE LAS ANTILLAS MENORES.....	29
5. TRINIDAD Y TOBAGO, ISLA MARGARITA Y LAS ANTILLAS DE SOTAVENTO .....	30
6. ZONA DE SUTURA DE MOTAGUA.....	31
7. AMÉRICA CENTRAL .....	33
7.1. Bloque Chortis .....	34
7.2. Bloque Siuna .....	35
7.3. Bloque Chorotega .....	36
7.4. Bloque Panamá-Chocó .....	37
7.5. Arco Volcánico de América Central (CAVA) .....	40
8. ANDES DEL NORTE .....	50
8.1. Terreno Compuesto Guajira-Falcón (GU-FA).....	51
8.2. Subplaca o Flotante Orogénico de Maracaibo (MOF) .....	52
8.3. Asociación de Terrenos Caribe (CAT).....	56
8.4. Dominio Tectónico Central (CTR).....	61
8.5. Asociación de Terrenos Pacífico-PAT.....	69

## EVOLUCIÓN TECTÓNICA, ÉPOCAS DE MINERALIZACIÓN Y FAJAS METALOGÉNICAS ASOCIADAS

1. LA TECTÓNICA PRE-MESOZOICA.....	77
1.1. Proterozoico .....	77
1.2. Paleozoico inferior .....	77
1.3. Paleozoico superior-Triásico .....	78
2. JURÁSICO INFERIOR A MEDIO (180 - 163,5 Ma).....	79
3. JURÁSICO SUPERIOR (163,5–145 Ma).....	79
4. CRETÁCICO INFERIOR (145–100 Ma).....	80
5. CRETÁCICO SUPERIOR I (100–85 Ma).....	82
5.1. Evolución del límite entre las placas Caribe y América del Norte.....	82
5.2. Evolución del límite oriental de la placa Caribe - el sistema de subducción de las Antillas menores .....	82
5.3. Evolución del límite entre las placas Caribe y sudamericana .....	82
6. CRETÁCICO SUPERIOR II (85 - 70 Ma).....	83
6.1. Evolución del límite entre las placas Caribe y América del Norte.....	83
6.2. Evolución del límite entre las placas Caribe y Farallón .....	84
6.3. Evolución del margen occidental del continente sudamericano.....	85
7. MAASTRICHTIANO-EOCENO INFERIOR (70–50 Ma) .....	85



7.1. Evolución del límite entre las placas Caribe y Norteamérica .....	85
7.2. El sistema de subducción de las Antillas menores .....	85
7.3. Evolución del límite sudoccidental de la Placa Caribe.....	85
8. EOCENO (50-35 Ma) .....	86
8.1. Evolución del límite entre las placas Caribe y norteamericana.....	86
8.2. Evolución del límite entre las placas Caribe-Farallón y Cocos-Nazca y del borde noroccidental sudamericano .....	87
9. EOCENO SUPERIOR-OLIGOCENO (35 - 23 Ma).....	88
10. MIOCENO INFERIOR A MEDIO (23-10 Ma).....	88
11. MIOCENO SUPERIOR - HOLOCENO (10 - 0 Ma).....	89
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	90
<b>ANEXO I : TABLA DE DEPÓSITOS MINERALES</b> .....	91
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	114

### ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Categorías de grupos de depósitos y simbología utilizada en el mapa .....	3
Tabla 2. Modelos de depósitos del U.S. Geological Survey identificados en el área del mapa.....	4
Tabla 3. Contenido de commodities por grupo y colores utilizados en el mapa.....	4
Tabla 4. Escala de tamaños .....	5
Tabla 5. Límites de tamaño por elemento o sustancia .....	5
Figura 1. Principales elementos tectónicos del área del Mapa Metalogénico de América Central y el Caribe....	7
Figura 2. Anomalías magnéticas de la Fosa Caimán .....	9
Figura 3. Ubicación de las áreas de afloramiento de secuencias de margen continental en las Antillas Mayores .....	10
Figura 4. Distribución de los afloramientos de las secuencias máfico - ultramáficas en las Antillas Mayores .....	15
Figura 5. Distribución del magmatismo de arco de islas cretácico y paleógeno en las Antillas Mayores .....	16
Figura 6. Distribución de los recursos de bauxita en Jamaica y las plantas de bauxita y refinería de alúmina .....	24
Figura 7. La zona de sutura de Motagua.....	33
Figura 8. Distribución de las fases del magmatismo del Arco Volcánico de América Central .....	42
Figura 9. Mapa morfoestructural y litotectónico del noroeste de América del Sur .....	53
Figura 10. Arcos magmáticos de los Andes del Norte y sedimentitas asociadas.....	67
Figura 11. Reconstrucción de Pangea al final del Paleozoico.....	78
Figura 12. Reconstrucción para el lapso 201-163,5 Ma y modelos de depósitos asociados .....	79
Figura 13. Reconstrucción para el lapso 163,5-145 Ma y modelos de depósitos asociados .....	80
Figura 14. Reconstrucción para el lapso 145-100 Ma y modelos de depósitos asociados .....	81
Figura 15. Reconstrucción para el lapso 100-85 Ma y modelos de depósitos asociados .....	83
Figura 16. Reconstrucción para el lapso 85-70 Ma y modelos de depósitos asociados .....	84
Figura 17. Reconstrucción para el lapso 70-50 Ma y modelos de depósitos asociados .....	86
Figura 18. Reconstrucción para el lapso 50-35 Ma y modelos de depósitos asociados .....	87
Figura 19. Reconstrucción para el lapso 35-23 Ma y modelos de depósitos asociados .....	88
Figura 20. Reconstrucción para el lapso 23-10 Ma y modelos de depósitos asociados .....	89
Figura 21. Reconstrucción para el lapso 1-20 Ma y modelos de depósitos asociados .....	90

### GLOSARIO DE ABREVIATURAS

<b>BIF:</b> depósito de hierro bandeado	<b>Moz:</b> Millones de onzas
<b>CBM:</b> Carbonato con metales base	<b>Ma:</b> Millones de años
<b>CLIP:</b> Gran Provincia Ígnea del Caribe	<b>VMS:</b> Sulfuros masivos volcanogénicos
<b>CUZAC:</b> Complejo Ultramáfico Zonado del Alto Condoto	<b>SEDEX:</b> Sedimentario-exhalativo
<b>AGP:</b> Elementos del Grupo del Platino	<b>MVT:</b> Tipo Mississippi Valley
<b>ETR:</b> Elementos de tierras raras	<b>LA-ICP-MS:</b> ablación láser asociada con un espectrómetros de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo
<b>IOCG:</b> Óxidos de hierro con cobre y oro	
<b>LILE:</b> Elementos litófilos de radio iónico grande	
<b>Mt:</b> Millones de toneladas	





# MAPA METALOGENÉTICO DE AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE

## 1. INTRODUCCIÓN

La Asociación de Servicios Geológicos y Mineros de Iberoamérica (ASGMI), bajo los auspicios de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo (CCGM) preparó la primera versión del Mapa Metalogénico de América Central y el Caribe. La coordinación general estuvo a cargo del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), con tres coordinaciones regionales: América Central a cargo del Servicio Geológico Mexicano (SGM), las islas del Caribe a cargo del Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana y el norte de América del Sur a cargo del Servicio Geológico Colombiano. Participaron además los Servicios Geológicos, Direcciones de Minería u organismos equivalentes de los países involucrados, que designaron Coordinadores Nacionales.

El proyecto fue presentado y aprobado en ocasión de la Asamblea de ASGMI realizada en La Habana (Cuba) en 2017. Posteriormente fue presentado ante la Comisión de la Carta Geológica del Mundo (CCGM) en París en 2018. Los objetivos, criterios metodológicos y cronograma de trabajo fueron así establecidos.

En los años 2018 y 2019 se realizaron dos reuniones de los participantes, una en Santo Domingo, República Dominicana, y otra en Tegucigalpa, Honduras. Los avances del mapa fueron presentados durante la Reunión Santo Domingo de 2018 y en ocasión del XV Simposio IAGOD, celebrado en Salta (Argentina) ese mismo año.

El mapa fue generado digitalmente a partir del Mapa Estructural del Caribe (Bouysse *et al.*, 2020), provisto por la Comisión de la Carta Geológica del Mundo, realizándose una actualización de la información geológica, a partir de la bibliografía citada en el texto. Los polígonos fueron reclasificados y reagrupados en orden a definir unidades tectonoestratigráficas y mejor reflejar la metalogénesis de la región.

El proyecto en SIG creado es también mostrado en la página WEB de ASGMI ([www.asgmi.org.es](http://www.asgmi.org.es)) con el fin de facilitar la difusión de los datos del mapa creado. Su formato digital y su disponibilidad en la WEB aseguran un fácil acceso para actualizar la información y hacerlo accesible a los usuarios.

## 2. COORDINADORES Y COMPILADORES

Los Servicios Geológicos y Mineros de Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Estados Unidos de América (Puerto Rico e Islas Vírgenes), Honduras, México y República Dominicana tomaron parte en la preparación del mapa de base y de la información relacionada con los depósitos minerales, que fue incorporada a una extensa base de datos.

La lista que sigue indica los participantes para cada país, identificando la Coordinación General (CG) las Coordinaciones Regionales (CR), Coordinaciones Nacionales (CN) y los compiladores que estuvieron directamente involucrados en la preparación del mapa:

*Argentina:* Eduardo Zappettini (CG)

*Colombia:* Gloria Prieto Rincón (CR), Janeth Sepúlveda Ospina, Carlos Mario Celada Arango

*Costa Rica:* David Jara (CN)

*Cuba:* Xiomara Cazañas Díaz (CN), Jorge Luis Torres Zafra, Jorge Luis Cobiella Reguera

*Estados Unidos de América (Puerto Rico e Islas Vírgenes):* Lukas Zurcher (CN), Greta Orris, Floyd Gray

*Guatemala:* Carolina Maldonado Díaz (CN)

*Honduras:* Noé Rodríguez (CN)

*México:* Natalia Amezcua (CR), Ramón Mérida Montiel

*Nicaragua:* Carlos Zarruk (CN)

*República Dominicana:* Santiago Muñoz Tapia (CR)

La cartografía digital fue preparada por Federico Ferpozzi, Valentín Rodríguez, Javier Benítez y Silvia Chavez del área Sensores Remotos, SIG y Cartografía Digital del SEGEMAR.

## 3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MAPA

El mapa fue preparado a escala 1:4.000.000; cubre una superficie de aproximadamente 4 millones de km<sup>2</sup> y presenta información de 567 depósitos de minerales metalíferos, industriales y gemas. En la base de datos se incluyen, adicionalmente, datos de 333 yacimientos y ocurrencias que no fueron representados en el mapa

por razones de escala y superposición con otros igualmente representativos de los modelos de depósitos involucrados (ver tablas en Anexo I).

El mapa presenta los principales depósitos minerales y describe las características esenciales en su contexto tectonoestratigráfico. Es acompañado del presente texto explicativo en el que se describen los elementos tectonoestratigráficos, los depósitos minerales asociados y una síntesis de la evolución tectónica y metalogénica regional.

La clasificación de los depósitos minerales sigue los criterios genéticos que básicamente coinciden con otros Mapas Metalogénicos Continentales de la CCGM-CGMW. Se han individualizado depósitos típicos de márgenes activos, como los tipos pórfiro y epitermales asociados con magmatismo de arco continental o de islas. Se adoptó una clasificación simplificada de asociaciones paragenéticas, indicadas con diferentes colores. La escala de tamaños sigue la clasificación internacional utilizada en otros mapas metalogénicos internacionales.

En la parte principal de este informe se presentan los principales depósitos minerales, incluyendo información sobre sus características esenciales (incluyendo nombre, ubicación, morfología, recursos, leyes, mineralogía y génesis) en su contexto tectonoestratigráfico. La descripción de cada unidad tectonoestratigráfica incluye unidades formales involucradas, litología, estructura y edad.

La clasificación de los depósitos minerales considerada para la construcción del mapa incluye su génesis (forma del símbolo), asociaciones de elementos y minerales de interés económico (color del símbolo) y tamaño (tamaño del símbolo).

Se incluye una base de datos de los depósitos minerales considerados en la versión digital, que permite una mejor explotación de la información en un SIG.

## 4. TABLAS EXPLICATIVAS

### 4.1. CLASIFICACIÓN DE DEPÓSITOS

Los depósitos están agrupados en 16 categorías relacionadas con su génesis, así como con las asociaciones litológicas con las que se relacionan. Estos son individualizados mediante símbolos de diferentes formas (Tabla 1).

La base de datos digital asociada incluye además de los grupos o clanes de depósitos, la clasificación en modelos de depósitos definidos siguiendo la no-

menclatura establecida por el Servicio Geológico de Estados Unidos. Los principales modelos identificados se listan en la Tabla 2.

### 4.2. ASOCIACIONES DE ELEMENTOS Y MINERALES DE INTERÉS ECONÓMICO

Las asociaciones de elementos y minerales de interés económico se indica mediante diferentes colores de los símbolos de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla 3.

### 4.3. LÍMITES DE TAMAÑO DE LOS DEPÓSITOS MINERALES

El tamaño de los depósitos se describe en cuatro categorías: (1) pequeño, (2) mediano, (3) grande y (4) muy grande – gigante.

Se utilizó asimismo una quinta categoría (0) para describir las manifestaciones minerales sin estimación de recursos. La categoría de tamaño es representada mediante un círculo de diámetro variable que rodea al símbolo que indica el clan o grupo de depósito (Tabla 4).

Los límites de tamaño, indicados en la Tabla 5, están de acuerdo con estándares internacionales y están relacionados con el total de recursos de cada depósito (explotados + recursos conocidos).

## 5. MAPA BASE GEOTECTÓNICO

El mapa base geotectónico fue preparado con la información geológica y geotectónica más reciente disponible de cada país. En particular, para la clasificación de las unidades tectonoestratigráficas se han consultado las fuentes indicadas en el capítulo ELEMENTOS TECTÓNICOS, UNIDADES TECTONOESTRATIGRÁFICAS Y RECURSOS MINERALES ASOCIADOS.

Los eventos magmáticos y las secuencias sedimentarias fueron clasificados siguiendo las convenciones que se indican más abajo. Las unidades metamórficas fueron clasificadas considerando el origen del protolito, cuando éste es conocido; en los otros casos se enfatizó el origen sedimentario o magmático. Se elaboraron así las referencias tectonoestratigráficas para América del Sur, para América Central y para las Antillas Mayores y Menores. A cada unidad se asociaron los principales episodios metalogénicos, indicando en cada caso el tipo de



depósito asociado. El código identificatorio de cada unidad incluye la edad en letras mayúsculas seguidas por letras minúsculas que indican la clasificación geotectónica, de acuerdo con la lista que sigue.

Las unidades magmáticas están clasificadas de acuerdo con el siguiente criterio:

1. Arco magmático (am)
  - a. Volcanitas (amv)
  - b. Plutonitas (amp)
2. Magmatismo alcalino (ma)
  - a. Volcanitas (mav)
  - b. Plutonitas (map)
3. Arco de islas (con o sin intercalaciones sedimentarias) (ai)
  - a. Volcanitas (aiv)
  - b. Plutonitas (aip)
4. Complejo ofiolítico, *plateau* oceánico, *mélange* ofiolítica (co)

Las secuencias sedimentarias son identificadas de acuerdo con el siguiente modelo:

1. Depósitos de plataforma y margen pasivo (dmp)
2. Depósitos de *rift* (dr)
3. Complejo acrecional / prisma de acreción (incluye fragmentos de *plateau* oceánico y/o arco de islas (ca)
4. Depósitos de ante-arco / intra-arco / retro-arco (da)
5. Depósitos de cuenca de antepaís (dca)
6. Depósitos intracratónicos (dic)
7. Depósitos no consolidados / superficiales

Las unidades que no fueron clasificadas en función del origen de sus protolitos fueron diferenciadas de acuerdo con los componentes predominantes en:

1. Unidades sedimentarias o volcano-sedimentarias metamorfizadas (ms)
2. Unidades ígneas metamorfizadas (mi)

















CATEGORÍA	SÍMBOLO	GRUPO DE DEPÓSITOS
1		<b>Depósitos asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente estables:</b> Cr, Ni, Cu, EGP, Fe-Ti, Minerales Industriales (asbesto, vermiculita), Rocas Ornamentales
2		<b>Depósitos asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente inestables:</b> Cr, Co, Ni-Cu-Co, EGP, Au, Gemas, Minerales Industriales
3		<b>Depósitos asociados a rocas y sistemas alcalinos:</b> Th-ETR, Gemas, Ti, Fosfatos, Nb, Cu-Au-U-ETR, F
4		<b>Depósitos asociados a volcanismo máfico continental:</b> Cu, Gemas
5		<b>Pegmatitas:</b> Be-Li, Sn-Nb-Ta, Minerales Industriales, Gemas
6		<b>Depósitos asociados a granitos:</b> Sn, W, Cu-Au, U, Ta-Zr, Pb-Ag-Zn, Minerales Industriales (fluorita), Gemas (esmeralda), Rocas Ornamentales
7		<b>Depósitos tipo pórfiro:</b> Cu, Cu-Mo, Cu-Au, Mo, Sn
8		<b>Depósitos metasomáticos (incluyendo greissens y skarns):</b> Cu, Au, Pb-Ag-Zn, W, Fe, Sn, U, Minerales Industriales
9		<b>Depósitos asociados a rocas volcánicas y subvolcánicas mesosilíceas a ácidas en dominio continental o de arco de islas:</b> Cu-Pb-Ag-Zn, Sn-Ag-Zn, Au-Ag, Cu-Au, Hg, S, Fe, Mn, Minerales Industriales
10		<b>Depósitos asociados a volcanismo submarino y secuencias volcanosedimentarias y sedimentarias marinas (incluye sulfuros masivos y mineralizaciones SEDEX):</b> Cu, Co-Cr-Ni, Cu-Pb-Zn, Cu-Pb-Zn-Au, Pb-Ag-Zn, Fe, Mn, Minerales Industriales
11		<b>Depósitos asociados a sedimentos clásticos:</b> U-Cu-V, Mn, Cu, Ta, Minerales Industriales, Gemas
12		<b>Depósitos asociados a sedimentos químicos y biogénicos:</b> Pb-Zn-Ba (tipo MVT), Mn, Fe, Fosfatos, Minerales Industriales, Gemas
13		<b>Depósitos asociados a deshidratación y segregación de fluidos metamórficos:</b> Au-Ag (incluye Au orogénico), Pb-Zn, Sb
14		<b>Depósitos asociados a cristalización metamórfica:</b> Minerales Industriales, Gemas
15		<b>Depósitos residuales:</b> Ni, Ti, Al, Fe, Co, Sc, Au, Minerales Industriales
16		<b>Depósitos de Placer:</b> Au, Sn, EGP, Ti, Gemas

Tabla 1. Categorías de grupos de depósitos y simbología utilizada en el mapa

Modelo N°	Modelo de depósito
3	Fe-Ti-V tipo Bushveld
7b	Ti en anortositas
8a	Cromita podiforme
8d	Asbesto alojado en serpentinita
8e	Magnesita alojada en serpentinita
8f	Magnesita alojada en rocas ultramáficas
8g	Talco alojado en rocas ultramáficas
11d	Vetas con Th-ETR
13f	Mica en pegmatita
15a	Vetas con W
17	Pórfiro de Cu
18b	Skarn Cu
18c	Skarn Pb-Zn
18d	Skarn Fe
18f	Skarn portador de Au
18g	Wollastonita
19a	Reemplazo polimetálico
20c	Pórfiro de Cu-Au
20d	Pórfiro de Au
21a	Pórfiro de Cu-Mo
22c	Vetas polimetálicas
23	Cu basáltico
24a	VMS tipo Chipre
24b	VMS tipo Besshi
24c	Mn volcanogénico
25	Epitermal
25a	Hot-spring Au-Ag
25b	Epitermal tipo Creede
25c	Comstock (cuarzo-adularia)
25d	Epitermal tipo Sado
25e	Epitermal Au de alta sulfuración
25g	Epitermal Mn
25i	Magnetita en volcanitas

Modelo N°	Modelo de depósito
25l.2	Caolín hidrotermal
25m	Azufre fumarólico
25o	Zeolita en tobos
27a	Hot-spring Hg
27d	Vetas de Sb simples
28a	VMS tipo Kuroko
28b	Fe tipo Algoma
28e	Bentonita sedimentaria
30b	Cu alojado en sedimentitas
30c	U en areniscas
31a	SEDEX Zn-Pb
31b	SEDEX Baritina
31k	Caolín sedimentario
31s	Diatomita lacustre
32a-b	MVT Pb-Zn
32g	Caliza
33b	Cortezas de Mn
34c	Fosfato
34f	Fe oolítico
35a.3	Sal de cuencas marinas
35a.5	Yeso de cuencas marinas
35b.4	Yeso lacustre
35b.5	Sal lacustre
35d	Travertino
36a	Au orogénico
36c	Vetas de Au-Sb
37f	Grafito en escamas
38a	Ni laterítico
38b	Bauxita tipo laterita
38c	Bauxita tipo karst
39a	Placer Au-EGP
39b	Placer EGP-Au
39c	Placer costero Ti
39i	Arena silícea

Tabla 2. Modelos de depósitos del U.S. Geological Survey identificados en el área del mapa













CATEGORÍA		ASOCIACIONES
1		Cr, Ni, Co, Ti, Fe-Ti-V, Cu-Ni
2		Cr, Cu, Cu-Pb-Zn, Cu-Ag, Cu-Au, Cu-Mo
3		Au, Au-Ag, EGP, Au-Cu, As, Se, Te, Hg
4		Pb-Ag-Zn, Pb-Zn, Pb, Zn
5		Fe, Mn
6		Al
7		Fosfatos, Magnesita, Sales de Na, K, B, Li, Yeso, Nitratos
8		Minerales Industriales
9		Ba, F, Sr
10		Sn, Sn-Ag, W, Mo, Bi, Sb
11		Gemas
12		U, U-V-Cu, Th, REE, Nb, Ta, Be, Li, Zr

Tabla 3. Contenido de elementos y minerales de interés económico por grupo y colores utilizados en el mapa



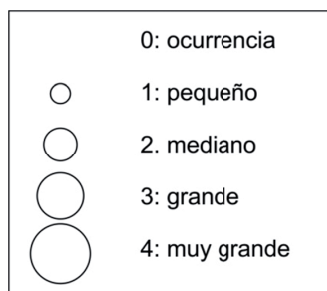


Tabla 4. Escala de tamaños

<i>Elemento o Sustancia</i>	Límite de tamaño (en toneladas métricas)		
	1-2	2-3	3-4
Ag	250	5,000	10,000
Al (Bauxita)	10.000.000	100.000.000	1.000.000.000
Arcillas	500.000	5.000.000	10.000.000
Asbesto	100.000	2.000.000	10.000.000
Au	25	250	5.000
Baritina	50.000	5.000.000	20.000.000
Bentonita	500.000	5.000.000	10.000.000
Caliza (para cal)	2.500.000	10.000.000	50.000.000
Caliza (para cemento)	20.000.000	50.000.000	200.000.000
Caliza industrial	750.000	5.000.000	20.000.000
Caolín	500.000	5.000.000	10.000.000
Cianita	1.000.000	5.000.000	10.000.000
Co	1.000	20.000	100.000
Cr	50.000	1.000.000	100.000.000
Cu	50.000	1.000.000	10.000.000
Diatomita	100.000	2.000.000	20.000.000
Fe	10.000.000	100.000.000	1.000.000.000
Fosfato	1.000.000	200.000.000	2.000.000.000
Grafito	10.000	1.000.000	10.000.000
Granate	10.000.000	100.000.000	1.000.000.000
Hg	10.000	500.000	2.000.000
Magnesita	1.000.000	10.000.000	100.000.000
Mármol	10.000.000	100.000.000	1.000.000.000
Mica	1.000	10.000	100.000
Mn	100.000	10.000.000	100.000.000
Ni	25.000	500.000	5.000.000
Olivina (dunita)	50.000.000	200.000.000	500.000.000
Pb	50.000	1.000.000	5.000.000
Pirofilita	100.000	1.000.000	15.000.000
Pt	25	500	10.000
Sal (Cloruro de sodio)	1.000.000	100.000.000	1.000.000.000
Sb	5.000	50.000	500.000
Talco	1.000.000	10.000.000	50.000.000
Th	1.000	10.000	
Ti (óxido)	1.000.000	10.000.000	100.000.000
U	1.000	5.000	50.000
V	500	10.000	50.000.000
W	500	10.000	50.000
Wollastonita	50.000	500.000	1.000.000
Yeso	5.000.000	100.000.000	1.000.000.000
Zeolitas	10.000	500.000	1.000.000
Zn	50.000	1.000.000	5.000.000

Tabla 5. Límites de tamaño por elemento o sustancia





# ELEMENTOS TECTÓNICOS, UNIDADES TECTONOESTRATIGRÁFICAS Y RECURSOS MINERALES ASOCIADOS

La corteza oceánica del Caribe se formó al oeste de los continentes de América del Norte y del Sur, probablemente desde el Jurásico tardío hasta el Cretácico temprano. Su evolución posterior ha resultado de una compleja historia tectónica gobernada por la interacción de las placas norteamericana, sudamericana y (paleo) pacífica. Durante toda su evolución tectónica, la Placa del Caribe estuvo rodeada en gran parte por subducción y por fallas transformantes, y a la corteza oceánica se superpuso la Gran Provincia Ignea del Caribe (Caribbean Large Igneous Province o *CLIP*) a partir de los 90 Ma. La consecuente ausencia de márgenes pasivos y anomalías magnéticas marinas medibles dificulta una integración al modelo global de movimientos de placas. En esta síntesis se sigue la reconstrucción de la región del Caribe (fig. 1), de acuerdo con el modelo presentado por

Pindell y Kennan (2009), actualizado por Boschman *et al.* (2014) y Cediel y Shaw (2019). Se describen sucintamente cada uno de los elementos tectónicos, su constitución geológica y yacimientos asociados.

## 1. EL FONDO DEL MAR CARIBE

El fondo del Mar Caribe contiene varias cuencas y altos con varios tipos de basamento. De noroeste a sureste, comprende la cuenca norte y sur de Nicaragua, la Cuenca Colombiana, la cresta de Beata y la Cuenca Venezolana. Otras cuencas y altos formadas dentro de la placa del Caribe incluyen la Cuenca de Yucatán, la Fosa Caimán, la Cuenca de Aves, la Cuenca de Granada, el Arco de las Antillas Menores y la Cuenca de Tobago. El límite entre la Elevación

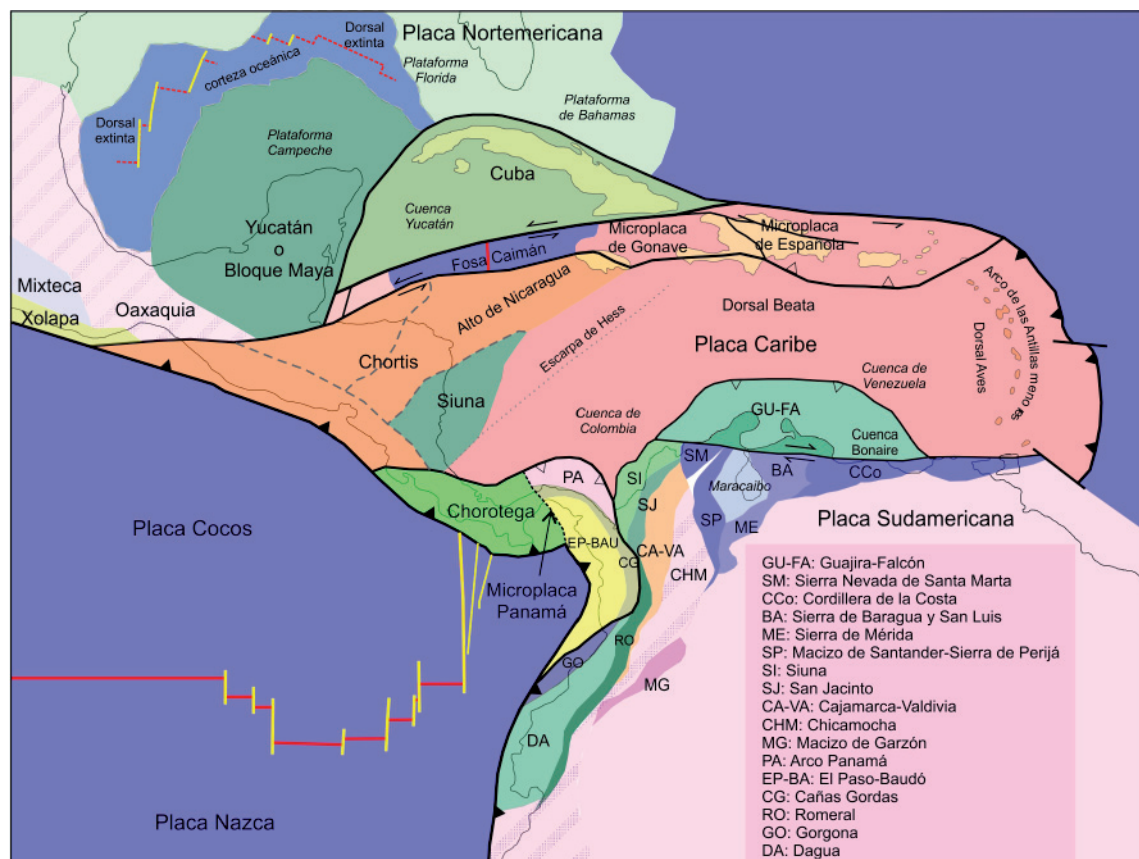


Figura 1. Principales elementos tectónicos del área del Mapa Metalogenético de América Central y el Caribe (modificado de Pindell y Kenan, 2009 y Cediel, 2019)

Nicaragüense y la Cuenca Colombiana es una escarpa de falla mayor, la escarpa de Hess, que se ha interpretado como inactiva desde el Cretácico tardío, excepto en su sección suroeste que ha estado activa en los últimos tiempos (Case *et al.*, 1990; Bowland, 1993). La Cuenca Colombiana, la cresta de Beata y la Cuenca Venezolana se encuentran subyacidas por una corteza de *plateau* oceánico, interpretada como parte del *CLIP* (Donnelly *et al.*, 1973). A pesar de la presencia del *CLIP*, Ghosh *et al.* (1984) identificaron algunas anomalías magnéticas en el fondo oceánico de las cuencas orientales, que interpretaron como típicamente relacionadas con la propagación, aunque su edad sigue siendo incierta. Estas anomalías tienen actualmente tendencias NE - SO.

La orientación original de las anomalías no se conoce, como resultado de las edades desconocidas, y de las rotaciones de la Placa del Caribe después de la propagación. Por lo tanto, la orientación probable de la cresta de extensión y, perpendicular a eso, la dirección de la paleo-propagación no se puede determinar con precisión. El basamento oceánico de la isla La Désirade en las Antillas Menores, formada en un entorno de supra-subducción de arco posterior, tiene una edad U-Pb de  $143,74 \pm 0,33$  Ma (Mattinson *et al.*, 2008), lo que sugiere que la extensión del océano continuó al menos hasta el Jurásico más tardío. No hay evidencia de propagación dentro de la placa del Caribe desde el emplazamiento de los basaltos *CLIP* (a excepción de la Cuenca de Granada en el extremo este y la Cuenca de Yucatán y la Depresión de Caimán en el norte), por lo que las edades del material *CLIP* en las Cuencas de Venezuela y Colombia proporcionan una edad mínima para la propagación del fondo marino. A partir de los 91-88 Ma, el interior de la placa del Caribe no aumentó de tamaño y sólo se ha reducido por subducción debajo de la placa Sudamericana.

La Elevación Nicaragüense se localiza entre el escarpe de Hess y la Depresión de Caimán y cubre un área de aproximadamente  $4 \times 10^5$  km<sup>2</sup>. Consiste en una fina corteza continental con afloramientos correlativos en el norte de América Central y rocas de arco de islas calcoalcalinas del Cretácico Superior-Paleoceno (Arden, 1975; Perfit y Heezen, 1978; Lewis *et al.*, 1990, 2011; Ott *et al.*, 2013). La sección austral está compuesta por una gruesa corteza de *plateau* oceánico similar a las cuencas de Venezuela y Colombia y se interpreta como material *CLIP* (Case *et al.*, 1990; Mauffret y Leroy, 1997).

Observaciones recientes de GPS indican que el interior de la placa caribeña no es rígido, sino que se

deforma internamente a razón de 1–3 mm/año. Un modelo de dos placas explica mejor los datos, pero el límite es desconocido. Se sugiere que los movimientos relativos entre la placa del Caribe occidental y oriental se acomoden en la Elevación de Nicaragua o la Cresta de Beata (Mattioli *et al.*, 2014).

En resumen, el Mar Caribe se puede dividir en dos partes: la corteza oceánica formada antes del emplazamiento del *CLIP* (sur de Nicaragua, cuencas colombianas y venezolanas y la cresta de Beata) y localmente, la corteza que se formó por extensión después del emplazamiento del *CLIP* (Cuenca de Yucatán, Fosa Caimán, Cuencas de Granada y Tobago). Las direcciones de paleo-expansión en las orientaciones modernas fueron NO-SE, y las pocas edades disponibles sugieren que la expansión ocurrió al menos en la época jurásica tardía.

## 2. FOSA CAIMÁN

Es una cuenca extensional oceánica que se formó a lo largo de la extensión hacia el este de la zona de falla de Motagua (fig. 2). Es una depresión rectangular en el límite de la placa de transformación entre la placa del Caribe y el segmento cubano, actualmente parte de la placa de América del Norte, que se extiende desde el margen de Belice hasta Jamaica. La depresión está subyacida por corteza oceánica acrecionada a lo largo de un centro de expansión con tendencia N - S de unos 110 km de largo (Ballard *et al.*, 1979).

Holcombe *et al.* (1973) fueron los primeros en proporcionar evidencia de la propagación de los fondos marinos en la Depresión Caimán, cuyas anomalías magnéticas fueron identificadas por MacDonald y Holcombe (1978). Aunque la identificación de las anomalías fue problemática y se basó en modelos, Leroy *et al.* (2000) reinterpretaron esas anomalías y sugirieron una edad de 49,4 Ma para el inicio de la apertura. La formación de corteza oceánica fue precedida por un proceso de *rifting* durante el Paleoceno Temprano -Eoceno (Mann y Burke, 1990).

### *Chimeneas hidrotermales (VMS en formación)*

En la región de la Fosa Caimán se han descubierto chimeneas hidrotermales (Connelly, 2012) que son consideradas sistemas tipo VMS en formación (Webber *et al.*, 2015). Se destaca el campo **Beebe** (Beebe Vent Field -BVF), localizado en la dorsal Cayman que comprende chimeneas tipo *black smoker* que están

formando una concentración de sulfuros de Cu-Zn-Fe, ricos en Au. El fluido hidrotermal es rico en Au, con valores de hasta 94 g/t Au. El sistema comprende seis colinas con tres sitios activos, localizados al oeste de un domo de lavas almohadilladas (*pillow lava*). La temperatura de los fluidos es del orden de los 400° C. Cada sitio tiene diámetros del orden de los 100 m y una altura de 30-50 m. Las chimeneas individuales tienen un diámetro de 0,5 a 3 m y una altura de 3 a 30 m. La mineralogía comprende calcopirita, bornita, calcosina, pirrotina, esfalerita, anhidrita, pirita. La sílice está presente en cantidades menores. La chimenea designada Beeve-125 contiene 47% Cu y 0,03-0,24% Zn y 0,5-8 g/t Au, en tanto las chimeneas en Beeve Woods contienen 0,5-4% Cu, 0,7-14% Zn, 48,8-93,6 g/t Au y hasta 500 g/t Ag, con una relación Au:Ag de 0,15. Los contenidos en Ba, Ni y Sb son bajos. Se han estimado recursos del orden de 1 Mt que contienen 172.000 oz Au (Webber *et al.*, 2015). El campo de chimeneas **Von Damm**, identificado por Connelly *et al.* (2012), fue estudiado en detalle por Hodgkinson (2015). Está alojado en gabros y serpentinitas de un complejo oceánico. Comprende tres colinas cónicas, siendo la mayor la que concentra la actividad hidrotermal y cubre un área de unos 30.000 m<sup>2</sup> y tiene una altura de 80 m. Los fluidos tienen temperaturas del orden de los 215° C. Hacia el este y sur del sitio hay otras colinas inactivas. Las chimeneas de descarga son pequeñas, de hasta 4 m de altura y 2 m de diámetro. Están constituidas por talco y esmectitas con sílice microcristalina (en general <10%) y sulfuros. En la chimenea principal los sulfuros consisten en calcopirita (hasta 70%) y pirita (entre 20 y 40%), con esfalerita (<10%), bornita (<5%) y galena (<5%). En las chimeneas de menor temperatura predomina la marcasita.

### 3. ARCO DE LAS ANTILLAS MAYORES

Entre el Cretácico Superior y el Eoceno medio, una sección de rocas de la Placa de América del Norte se desprendió del extremo suroeste de la península mexicana y formó el borde principal del *CLIP*. Esta faja, que ahora está representada por las islas de Cuba, Española, Puerto Rico y Jamaica, incluía un arco intraoceánico primitivo de edad cretácica inferior y posiblemente algunos componentes del margen continental. A medida que el *CLIP* avanzaba hacia el (actual) ENE entre América del Norte y América del Sur, y giraba en sentido antihorario, la subducción oblicua de corteza oceánica de OSO a SO por debajo de la Placa del Caribe nororiental, generó el Arco Magmático de las Antillas Mayores de más de 2000 km de longitud, entre el Cretácico y el Eoceno, sobre el arco primitivo y la franja del "basamento" del margen continental norteamericano en el arco de islas de las Antillas Mayores (Nagle, 1974; Kesler *et al.*, 1975; Case y Holcombe, 1980; Pindell y Dewey, 1982; Sykes *et al.*, 1982; Donnelly *et al.*, 1990; Draper *et al.*, 1994; Mann, 1999). Las secciones del extremo oriental del arco podrían haberse originado como un arco de islas, cuando se encontraban frente a la costa oeste de Sudamérica, que se habría transportado al noreste hasta su ubicación actual (Gray *et al.*, 2014; Elston y Krushensky, 1982; Krushensky y Elston, 1983). El basamento del arco primitivo probablemente representa la zona tectónica de los Andes del norte anterior al Cretácico medio que había ocupado la brecha entre América del Sur y América del Norte. Esta brecha fue ocupada posteriormente por el bloque Chortis y la microplaca de Panamá a raíz de la migración hacia el este de la placa Caribe.

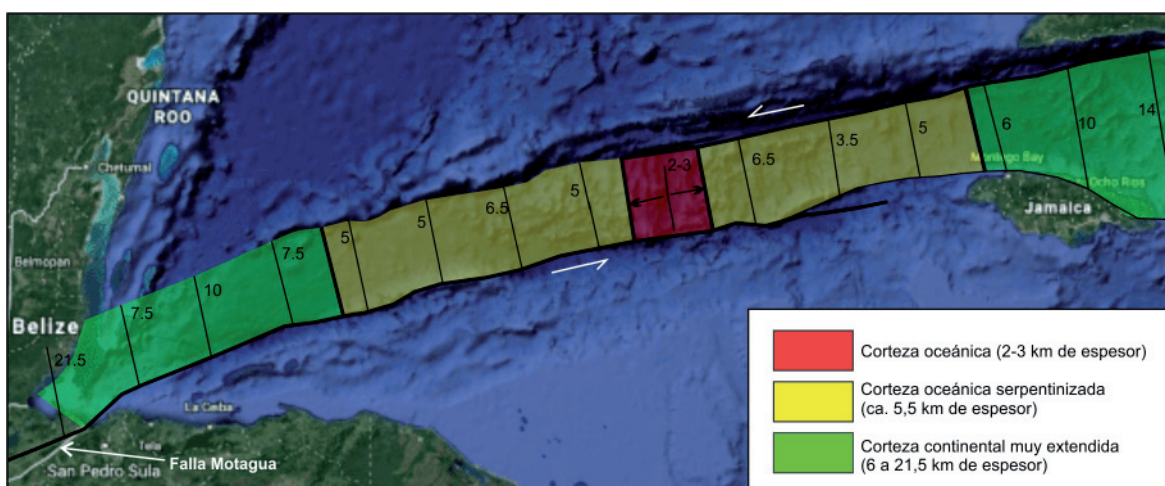


Figura 2. Anomalías magnéticas de la Fosa Caimán. Los valores representan el espesor cortical (de ten Brink *et al.*, 2002)



La sección correspondiente al arco paleógeno ha sido interpretada como la etapa final del desarrollo del arco cretácico relacionado a una subducción hacia el SO por algunos autores (*e.g.*, Pindell *et al.*, 2005; Pindell y Kennan, 2009) en tanto otros proponen una subducción hacia el norte (Meschede y Frisch, 1998; Stanek, 2000; Sommer, 2009).

### 3.1. SEGMENTO CUBANO

El segmento cubano está formado por la Cuenca de Yucatán y la isla de Cuba, que expone dos grandes unidades estructurales y estratigráficas: zócalo y cubierta (cinturón plegado y neoaútóctono, *sensu* Iturralde-Vinent (1996a).

El zócalo es el complejo geológico que yace por debajo de las unidades poco deformadas eocenas, que se subdivide en: a. Basamento Proterozoico - Paleozoico, b. Basamento Mesozoico y c. Cinturón plegado y fallado del Paleógeno.

Las rocas precámbricas greenvillianas consisten en pequeños afloramientos alóctonos. Están emplazadas tectónicamente en la parte norte - central de la isla, cerca de los límites entre las provincias de Matanzas y Villa Clara. Representadas por mármoles flogopíticos, se han reportado edades K-Ar entre 910 y 945 Ma en Sierra Morena (Somin y Millán-Trujillo, 1980) y  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de 903 Ma en flogopita en mármoles del complejo Socorro (Renne *et al.*, 1989). El Paleozoico, por su parte, sólo aparece representado en el basamento de la Cuenca de Yucatán (Schlager y Buffler, 1984). En ninguno de los dos casos hay depósitos minerales asociados.

El paleomargen mesozoico pasivo de América del Norte (fig. 3) está representado por las secuencias

de la Unidad Tectono-Estructural Guaniguanico que forman parte de la sección que aflora en el sector más noroccidental de Cuba, pertenecientes al Bloque Maya, en las provincias de Pinar del Río y Artemisa. Ellas comprenden los depósitos siliciclásticos (limolita, argilita) de un gran paleodelta jurásico (etapa de *sin-rift sensu* Linares *et al.*, 2011), compuesta por rocas acumuladas en paleoambientes desde continentales a litorales y submarinos turbidíticos (Haczewski, 1976), agrupadas en las formaciones San Cayetano y Esperanza. Las limolitas y argilitas suelen contener abundante materia orgánica, siendo muy carbonosas y con una coloración gris muy oscura a negra cuando no están meteorizadas. Sobre el paleodelta yace un corte mayormente carbonatado de la etapa de *postrift* o deriva (Linares *et al.*, 2011), distribuido en distintas unidades tectono-estructurales que definen un gran apilado de napas de varios kilómetros de espesor (Hatten, 1957; Rigassi-Studer, 1963; Piotrowska, 1978; Iturralde-Vinent, 1996a; Cobiella-Reguera, 2000, 2008).

#### Depósitos polimetálicos tipo SEDEX

La Formación San Cayetano del Jurásico Inferior - Jurásico Superior (Oxfordiano) hospeda depósitos exhalativo - sedimentarios proximales y distales del subtipo Selwyn, ejemplificado por el yacimiento **Santa Lucía-Castellanos**. El mismo está encajado en una secuencia compuesta por lutitas pizarrosas hidromicáceas y limolitas carbonosas, con 1,2 a 3% de carbono orgánico total, con ocasional presencia de areniscas y limolitas calcáreas. **Santa Lucía** es la parte distal del depósito, con bandeamiento y laminación interna formada por minerales de baja temperatura, mientras **Castellanos** es la parte proximal,

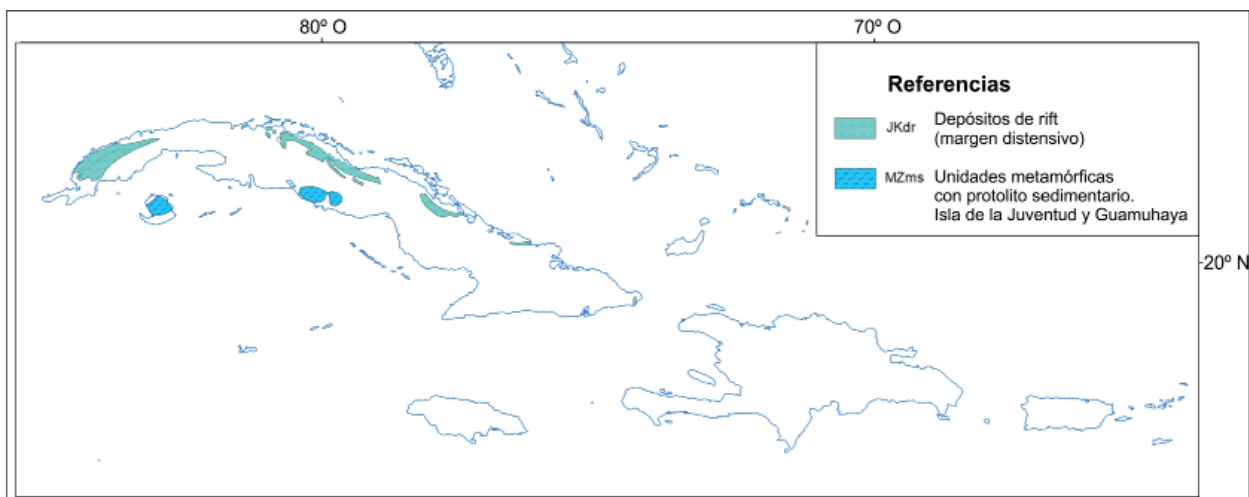


Figura 3. Áreas de afloramiento de secuencias de margen continental en las Antillas Mayores (esta publicación)



que cuenta con cuerpos estratiformes y debajo de ellos una zona de raíz o alimentación caracterizada por un *stockwork* pirítico-calcopirítico. Las menas son sinsedimentarias y los fluidos mineralizantes fueron sulfurados, reducidos y ácidos (Cazañas Díaz *et al.*, 2017).

**Santa Lucía** comprende más de 20 cuerpos conocidos pirítico-polimetálicos, barítico-polimetálicos, piríticos y pirítico-baríticos. El N° 1 es el principal y tiene 1060 m de longitud por el rumbo, aflorando a lo largo de 410 m. Alcanza un espesor máximo de 53 m y contiene el 82% de los recursos evaluados en el depósito. Los contactos del cuerpo N° 1 con el encajante son nítidos en el 53% de las intersecciones. En el resto, el paso de uno a otro ocurre en un intervalo de 1 a 3 m. **Castellanos**, por su parte, tiene un cuerpo mineral principal de 850 m de longitud por el rumbo, con un espesor máximo de 60 m, siendo las variaciones de espesor controladas por los pliegues del medio encajante. Todavía no ha sido completamente explorado.

En los depósitos de Zn-Pb-Ag tipo SEDEX se distingue claramente una etapa temprana de mineralización, bien estudiado en los yacimientos **Castellanos** y **Santa Lucía**. Este se caracteriza por la precipitación de bisulfuros de hierro (pirita framboidal, marcasita y melnikovita), acompañados por otros sulfuros, principalmente esfalerita y galena. Los estudios han permitido detallar el proceso de precipitación y formación de los sulfuros singenéticos, indicativos de la naturaleza sedimentaria de estas menas tempranas. Por otra parte, los valores de  $\delta^{34}\text{S}$  en el yacimiento **Castellanos** (Aniatov *et al.*, 1983), muestran un amplio rango de dispersión, indicativo de aporte de azufre biogénico y magmático en la formación de las menas. La segunda etapa de mineralización comienza con la recristalización de la pirita preexistente y la precipitación de nuevos cristales de este mineral, seguida por la precipitación de esfalerita, galena y calcopirita, con cobres grises, pirrotita, marcasita, bornita, covellina y cubanita. Al final, se precipitó la barita. La ganga en este yacimiento es representada por carbonatos, cuarzo y clorita. Los recursos actuales del yacimiento **Castellanos** son 37 Mt. Whitehead *et al.* (1996) reportan leyes de 2,4% Zn, 3,2% Pb, 43 g/t Ag y 7,9% Ba. Las menas oxidadas contienen 1,76 g/t Au y 20,69 g/t Ag (Cazañas Díaz *et al.*, 2017).

#### *Cu ± Ag ± Co hospedado en sedimentos*

En la Formación San Cayetano también se encuentra el yacimiento de Cu **Matahambre**, explotado entre 1914 y 1997 hasta una profundidad de 1545 m. De

yacencia abrupta, está formado por cinco cuerpos minerales (cuatro cupríferos y uno polimetálico) concordantes con la estratificación de las rocas encajantes, las que buzcan al NO de modo monoclinal, compuestas por areniscas, limolitas y pizarras negras. Los cinco cuerpos están ubicados escalonadamente, estando los superiores desplazados hacia el N y NO con relación a los inferiores, coincidiendo su inclinación con el buzamiento de los estratos y siendo paralelos entre sí. Aunque hay sectores masivos y diseminados de menas cupríferas con cuarzo, cada uno de los cuerpos cupríferos forman un todo único. Los cuerpos minerales presentan un marcado control litológico. De ellos el cuerpo 44 es el mayor, con más de 1100 m de longitud por el buzamiento (de la secuencia encajante), de 120 m a 150 m de ancho y espesor que oscila entre 40 m y 70 m. En superficie es representado por una zona de intensa limonitización y silicificación. En el yacimiento, del cuerpo 70 (en el nivel superior) hacia los cuerpos 44 y 14 (en los niveles inferiores), el contenido de calcopirita aumenta, mientras disminuyen la pirita y la pirrotina, así como el contenido de galena y esfalerita. La ley de la mena extraída osciló entre 1% y 18% de Cu, con hasta 1.015 oz/t de Ag. En la zona de oxidación hay presencia de oro (hasta 0,85 g/t), también observado en las menas primarias cupríferas, en las que aparecen además pequeñas cantidades de Co y Ag.

Los afloramientos de este depósito están constituidos por óxidos de Fe con cuarzo, con manchas de minerales de Cu. Las rocas hospederas son pizarras y areniscas. El mineral principal de mena es la calcopirita, acompañada además por malaquita, azurita, bornita y calcosina. En la parte superior del depósito (hasta 150 m de profundidad) se encontró calcopirita masiva en pizarras, areniscas y margas pizarrosas. Del nivel 5 de la mina hacia arriba se hallan los carbonatos de Cu; en el nivel 5 aparece en gran abundancia el Cu nativo.

Cuando hay rocas silíceas en los bordes del cuerpo mineral, estas aparecen ligeramente mineralizadas, pero cuando el cuerpo mineral contacta directamente con margas pizarrosas y pizarras, no hay mineralización alguna en la roca encajante.

La ley de la mena extraída entre 1914 y 1926 oscilaba entre 1% y 18% de Cu, con hasta 1,015 oz/t de Ag, alcanzando hasta 22% de Cu en algunos arranques sin clasificar. La producción acumulada de este yacimiento en toda su vida productiva (1914 - 1997) asciende a 13 Mt, con 4,2% Cu (Cazañas *et al.*, 2017), existiendo aún recursos sin extraer.

*VMS máfico - siliciclásticos*

Estos depósitos se localizan dentro de la Formación Esperanza del Jurásico Superior (Tithoniano)-Cretácico Inferior (Valanginiano), compuesta por una sucesión silicolástica - carbonatada con un 10 a 30% de rocas máficas, que forman cuerpos ígneos concordantes y diques, relacionados con *rifting*. Los más representativos son el prospecto **Unión-Juan Manuel** y el yacimiento **Hierro Mantua**. El primero consta de alrededor de 90 cuerpos minerales (incluidos 9 cuerpos principales) distribuidos en 3 niveles mineralizados, todos concordantes y plegados conjuntamente con la secuencia que hospeda la mineralización, abarcando una longitud total de 6 km. El segundo consta de un cuerpo principal y cuatro subordinados. Ambos representan mineralización estratiforme sinsedimentaria y diagenética de Cu - Co  $\pm$  Zn, Au, Ag y se ubican cerca de cuerpos ígneos máficos concordantes. Los minerales principales son pirita cobaltífera y calcopirita. En el caso de Hierro Mantua, gran parte de las menas han sufrido procesos de enriquecimiento secundario, caracterizadas por una mineralogía muy variada y compleja. Mientras Hierro Mantua tiene 12 Mt, Unión - Juan Manuel presenta un total de 24 Mt. En **Hierro Mantua**, se ha detectado además la presencia de contenidos anómalos de In y Ge. En **Juan Manuel** las menas oxidadas contienen entre 0,1 y 0,8 g/t Au.

La naturaleza singenética de las menas de los depósitos del tipo VMS máfico-siliciclástico es evidenciada por la presencia de pirita framboidal (Hierro Mantua y Unión-Juan Manuel) y globular (Unión-Juan Manuel), así como de marcasita y materia orgánica en ambos depósitos mencionados. La yacencia concordante de las menas, plegada conjuntamente con el medio encajante, la morfología estratiforme de los cuerpos minerales y su distribución en varios niveles mineralizados, y el carácter difuso de los contactos mena - rocas encajantes, son otros elementos que indican una génesis singenética primaria para estos depósitos. Su mineralogía consiste principalmente en pirita, calcopirita, cubanita, cobre nativo, azurita, enargita, esfalerita, calcosina, bornita, magnetita, malaquita, marcasita y pirrotita. Los valores de  $\delta^{34}\text{S}$  sugieren que la fuente dominante de S fue la reducción inorgánica del  $\text{SO}_4$  marino, a través de la interacción del agua de mar con el material efusivo básico, caliente a temperaturas por encima de los 250°C (García, 1990). No se descarta que haya aporte de S magmático.

Los fluidos mineralizantes, portadores de metales base y preciosos, que dieron origen a los depósitos

de este y los otros dos modelos antes mencionados fueron reducidos y ácidos. Esto se explica por el carácter reductor de la mayor parte de la estratigrafía del Jurásico-Cretácico Inferior existente en la Unidad Tectonoestratigráfica Guaniguanico y a su vez explica la presencia de Au en ellos (Cazañas Díaz *et al.*, 2017).

El Bloque Florida-Bahamas se extiende, en afloramientos y en subsuelo, por toda la parte septentrional de Cuba desde la provincia de La Habana, en el occidente, hasta la punta de Maisí, en el extremo oriental. El mismo presenta una marcada zonación, definida por cuatro unidades tectono estructurales extendidas paralelamente unas a otras de ONO a ESE (Cayo Cocos, Remedios, Camajuaní y Placetas) (Ducloz y Vuagnat, 1962). A pesar del predominio de las litologías carbonatadas en estas unidades por lo que son de gran importancia para la geología del petróleo en Cuba, ellas carecen, hasta ahora, de mineralización metálica de interés. En cambio contienen depósitos de rocas y minerales industriales, principalmente materiales para la industria de la construcción. También se destaca por la presencia de considerables espesores de evaporitas (San Adrián, Punta Alegre, Cunagua).

*Depósitos asociados con sedimentos químicos y biogénicos*

El principal ejemplo es el yacimiento **Punta Alegre** (provincia de Ciego de Ávila), el cual constituye la base de las elevaciones conocidas como Lomas de Yeso. El yacimiento ocupa un área de 10 x 4 km y se extiende por debajo de las mencionadas elevaciones y sus alrededores. El cuerpo mineral está inclinado hacia el Sur. La sucesión evaporítica puede ser dividida en dos partes, la superior formada por yeso, dolomita y anhidrita, extendida entre los 100 m y 518 m de profundidad, y la inferior, de sal gema, que se extiende hasta los 1207 m de profundidad. Su génesis es diapírica, aunque su forma tabular no es la típica en los domos salinos. A sus recursos evaluados en 22 Gt de NaCl y 22,7 Mt de yeso se añade el potencial existente en estructuras diapíricas vecinas como las de Loma Cunagua y Turiguanó, a no más de 50 km de distancia.

Los Terrenos Metamórficos Meridionales se encuentran localizados en la parte meridional de Cuba, al Sur del Terreno de Arcos Volcánicos Cretácico. Aunque regionalmente metamorfizados, también representan secuencias de margen continental pasivo, pertenecientes al bloque Maya (Yucatán), en sentido

general similares a las presentes en Guaniguanico, con su parte inferior siliciclástica, correspondiente a la etapa *sin-rift*, y la superior carbonatada, correspondiente al *postrift*. Son representados por los terrenos Pinos y Guamuhaya.

El Terreno Pinos, situado en la Isla de la Juventud, ubicada entre el Golfo de Batabanó y el Mar Caribe, en la parte occidental de Cuba, se compone de rocas metasedimentarias afectadas por un metamorfismo regional de alta temperatura/media presión (Millán-Trujillo, 1997). La parte inferior de la sección contiene metapelitas y metapsamitas cuarcíferas y cuarzo-micáceos con buena estratificación, con intercalaciones de esquistos ricos en moscovita y grafito, y a veces también en plagioclasas (Formación Cañada, de edad jurásica). Por encima de ella hay esquistos meta-siliciclásticos, muchas veces ricos en granate, estauroлита, cianita y a veces en sillimanita, con intercalaciones de mármoles silicatados y otras rocas calcosilicatadas poliminerales, a veces abundantes (Formación Agua Santa, de edad jurásica). La parte superior, carbonatada, del corte se compone casi enteramente de mármoles dolomíticos grises y negros (Grupo Gerona, del Jurásico Superior-Cretácico Inferior). El magmatismo de margen continental está representado por anfibolitas de protolito máfico presentes en el extremo SE de la parte aflorante de este terreno (Iturralde-Vinent, 2011), incluidas en esquistos de la Formación Agua Santa. Las edades Ar/Ar en biotitas y moscovitas, obtenidos en filitas de medio a alto grado, arrojan consistentemente unos  $68 \pm 2$  Ma, lo que se interpreta como la edad del enfriamiento y fecha de inicio del proceso de exhumación (Iturralde-Vinent, 2011).

#### *Vetas de W*

El prospecto de W **Lela** está encajado en una secuencia de esquistos grafito-micáceo-cuarzosos de la Formación Cañada. Al parecer se trata de un depósito mineral zonado complejo, con interés para Cu y Mo además de W y Au y Ag acompañante, cuya génesis se relaciona con la presencia de intrusivos y diques ácidos (riolitas y riodacitas) probablemente emplazadas al final del Cretácico Superior, de acuerdo con la datación de 60 - 68 Ma de uno de estos diques (Buguelsky *et al.*, 1985). Su mineralogía es compleja e incluye pirita, calcopirita, ferberita, scheelita, molibdenita, esfalerita, galena, arsenopirita, marcasita, pirrotita, hematites, casiterita, bismutinina, wolframita, magnetita, limonita, oro nativo, cobre nativo y malaquita, con cuarzo y turmalina como principales minerales de ganga.

El depósito se asocia a una zona de greissenitización de unos 10 km de longitud y 2 km de ancho. La parte aflorada representa un tercio del total. En él son abundantes los diques de riolitas y dacitas, existiendo diques de microdioritas y lamprófidos, así como vetas de cuarzo y cuarzo-turmalina. En su conjunto, presenta una zonación químico - mineralógica gobernada térmicamente, ubicándose la mineralización de Mo, de estilo porfirico, en posición proximal al intrusivo que es la fuente de calor y metales, seguida de la de W y Cu - W hospedada mayormente en vetas de cuarzo - turmalina y más lejos la mineralización estratoligada cuprífera, ocupando el Au y la Ag la posición más distal. En total, por lo conocido hasta ahora, contiene alrededor de 1 Mt de mena.

#### *Au orogénico hospedado en secuencias siliciclásticas*

La Formación Cañada alberga al yacimiento de **Delita**, que se ubica en la zona tectónica de igual nombre y asociado a un sistema de vetas de cuarzo y brechas, dentro de esquistos cuarzo - micáceos y moscovíticos, localmente enriquecidos en grafito. Los cuerpos minerales principales son 4 y están constituidos por vetas de cuarzo, y zonas de brechas, que se disponen casi paralelamente, existiendo zonas con varios cuerpos más pequeños en posición paralela o subparalela en relación con los principales. La mineralogía de este depósito es compleja, integrada por cerca de 50 minerales, entre los que figuran arsenopirita, pirita, oro y plata nativos, estibnita, boulangerita, jamesonita, esfalerita, galena, bornita, zincita, antimonita, calcopirita, valerita, argentita, *electrum*, tetraedrita y proustita. (López-Kramer, 1988; López-Kramer *et al.*, 1998). El cuarzo, ocupa con frecuencia más del 80 a 85% del volumen y es acompañado por caolín, sericita y ankerita. El principal mineral portador de oro es la arsenopirita que contiene entre 5,4 y 56 ppm Au (Bortnikov *et al.*, 1989, 1993), pero también hay oro nativo. Este depósito, el mayor de Au en Cuba tiene 13 Mt de mena con una ley promedio de 3,5 g/t de Au y 33 g/t de Ag y no se explota desde la década de los 80 del siglo XX, pero se trabaja en el desarrollo de una tecnología más limpia.

#### *Depósitos de cristalización metamórfica*

La Formación Agua Santa alberga el depósito de mica **El Alemán**, con 130.000 t de reservas probadas y probables. De génesis metamorfofígenica, la mineralización se encuentra en paquetes dentro de las secuencias metamorfizadas constituidas por

granito, migmatita y gneis migmatítico, siendo en los paquetes de granito en donde se ha detectado una mayor concentración.

#### *Depósitos residuales de caolín*

El depósito de caolín blanco y gris **Río del Callejón**, está ubicado en la zona tectónica de la Falla Juventud, dentro de un manto de meteorización que alcanza entre 50 m y 100 m de espesor. En este predomina la caolinita, con contenidos variables de cuarzo y montmorillonita, así como diseminaciones de  $Fe_2O_3$ . Aparece en capas irregulares de un espesor útil promedio de 10 a 20 m y lentes de tamaño variable con espesor de hasta 10 m. Su formación se produjo a partir de esquistos siliciclásticos frecuentemente enriquecidos en granate, estauroлита, cianita y en ocasiones sillimanita, que pasaron a formar productos supergénicos de color blanco, rojizo o pardo - rojizos, hasta abigarrados. Hacia la base del depósito, en la zona de transición, se observa en el caolín la textura relíctica de la roca madre siliciclástica, indicio inequívoco del carácter eluvial sobre roca metamórfica de dicho depósito.

El Terreno Guamuhaya (también conocido como Escambray) se ubica en la parte meridional de la región central de Cuba, entre las ciudades de Cienfuegos y Sancti Spíritus. Presenta en la parte inferior del corte rocas meta-siliciclásticas, acompañadas por cuerpos máficos metamorizados concordantes. Encima aparece una secuencia siliciclástica - carbonatada, también metamorizada, cubierta a su vez por mármoles esquistosos negros o gris azulado oscuro, a veces fétidos, generalmente con grafito disperso o concentrado (Grupo San Juan, del Jurásico Superior-Cretácico Inferior). A diferencia de las unidades anteriormente descritas, en el Terreno Guamuhaya hay también secuencias volcánogeno-sedimentarias metamorizadas (Formación Yaguanabo, del Cretácico) situadas encima de la carbonatada, así como escamas de *mélange* serpentinitico con relictos de corteza oceánica. Estas últimas representan una antigua zona de subducción. El magmatismo de margen continental es representado por gabros y diabasas metamorizados, emplazados en condiciones geotectónicas extensionales, principalmente en forma de cuerpos lenticulares o tabulares concordantes (Iturralde-Vinent, 1995; Millán-Trujillo, 1997). El metamorfismo regional que afecta todo el corte es de alta presión, siendo la posible edad de su emplazamiento pre-Coniaciano (Stanek *et al.*, 2006). Las edades radiométricas más antiguas registradas en este terreno (105 - 90 Ma) corresponden a bloques exóticos de serpentinita y reflejan el

proceso de subducción previo de la corteza oceánica protocaribeña (Iturralde-Vinent, 2011).

#### *Depósitos MVT del subtipo Irlandés*

Son depósitos de sulfuros masivos de Cu-Zn-(Au  $\pm$  Co). Entre ellos se destacan los del **Distrito Carlota-Guachinango**, formados por cuerpos lenticulares alargados concordantes con la secuencia encajante. Se hospedan en una secuencia carbonatada de gran espesor, con generalizada y abundante presencia de grafito, así como ubicua diseminación pirítica autígena, con ausencia de volcanitas en sus cercanías. Se presentan asociados espacial y genéticamente con dolomías que constituye su envoltura. Las menas son masivas y bandeadas, se componen principalmente de pirita cobaltífera (colomórfica, globular y metacolooidal relíctica), acompañada por calcopirita, esfalerita y galena. Además hay bornita, calcocita y otros minerales de Cu, oro y plata nativos, pirrotita, millerita y pentlandita. Los minerales de ganga principales son dolomita, ankerita, clorita y cuarzo. Contiene de 23% a 38,7% de S, 0,75% de Cu y 0,64% de Zn (promedio), variando el contenido de Co entre 0,042% y 0,093% y el de Au entre 0,21 g/t a 1,475 g/t. Sus recursos totalizan 12 Mt de mena.

Los fluidos generadores de mena fueron reducidos, ácidos y sulfurados, lo que explica la baja concentración de metales base y la presencia de Au en ellos. El Co fue aportado por los cuerpos de mafitas cercanos, también concordantes con la estratificación y se concentra en la pirita. El proceso de mineralización se extendió desde el final del Jurásico hasta el Cretácico Superior (Campaniano) debido a la superposición de una mineralización sincolisional sobre la singenética más antigua (Cazañas Díaz *et al.*, 2017).

#### *Depósitos de cristalización metamórfica*

El Terreno Guamuhaya alberga, además, el depósito de granate y mica **La Belleza** así como al depósito de cuarzo de alta pureza **Cacahual**, ambos de origen metamorfogénico. El primero está compuesto por rocas eclogíticas y esquistos cristalinos. Las eclogitas son de composición onfácítico granatífera y ocupa la parte superior del depósito, en tanto los esquistos cristalinos componen su parte inferior. Aunque de composición polimineral, siempre aparecen en ellos cuarzo, moscovita y granate como minerales principales. El granate forma cristales idiomórficos de tamaño variable entre 1 y 15 mm, predominando los de 2 a 5 mm, con mayor desarrollo de los tipos almandino y espesartina y cantidades subordinadas de piropo y grosularia. Cuando se les tritura, dan frag-



mentos de bordes angulosos y filosos, característica esta que aumenta su poder abrasivo.

El depósito **El Cacahual** se compone de 16 vetas del tipo alpino, encajadas en esquistos cuarzo-moscovíticos, generalmente enriquecidos en cuarzo y con contenido variable de moscovita, y de esquistos carbonáticos muy bien estratificados de aspecto turbidítico, compuestos por calcita, moscovita y grafito, con un contenido siempre apreciable y variable de albita y cuarzo, todas metamorizadas en la facies de esquistos verdes. La mayoría de las vetas son concordantes con el sistema de esquistosidad de las rocas encajantes.

El Cinturón Ofiolítico Septentrional contiene más del 90% de todas las ofiolitas de Cuba y abarca un 5 a 6% del territorio cubano, extendiéndose por cerca de 1000 km a lo largo de la mitad septentrional de la isla de Cuba (fig. 4). Está formado por bloques compuestos principalmente por litologías de la asociación ofiolítica (rocas máficas y ultramáficas), representativas de todos los niveles del sistema, embebidas en una matriz serpentinitica fuertemente deformada, conjunto transportado hacia el Norte sobre el borde sur de la placa norteamericana (Cobiella-Reguera, 2005). Las edades radiométricas K-Ar determinadas van desde 126 Ma a 52 Ma (Iturralde-Vinent, 1996b). Si bien los valores correspondientes al Cretácico Inferior muestran un buen acuerdo general con los datos estratigráficos y paleontológicos, las más jóvenes reflejan eventos tectónicos y/o térmicos posteriores.

#### *Depósitos de cromititas podiformes*

La metalogena de la asociación ofiolítica mesozoica se caracteriza por la presencia de mineralización or-

tomagmática de cromititas ricas en Al y de cromititas ricas en Cr con *EGP* (elementos del grupo del platino). Los depósitos de cromita podiforme están asociados tanto a tectonitas harzburgíticas como a la zona de transición manto - corteza. Suelen tener forma tabular y lenticular o ser más o menos irregulares. Son de tamaño variable y poseen un amplio rango de composición química, que va desde cromitas ricas en Cr (tipo metalúrgico) a cromitas ricas en Al (tipo refractario). Las ofiolitas ricas en Cr son, por otra parte, las más enriquecidas en *EGP* y en ocasiones también contienen Au. Los principales depósitos de cromitas en Cuba se ubican en los macizos ofiolíticos Mayarí, Moa-Baracoa y Camagüey. Las ricas en Cr son las más enriquecidas en *EGP* (laurita, erlichmanita, irarizita-hollinworthita, aleaciones y óxidos de Ru-Os-Ir-Fe-Ni-(Rh) y en ocasiones también contienen Au (Proenza *et al.*, 2006). Aunque el contenido de *EGP* suele ser bajo, en ocasiones es superior a 1 mg/kg. En cuanto a la cantidad de mena, los mayores depósitos de este tipo conocidos en Cuba alcanzan las 700 mil t. En el segundo de los macizos mencionados se localiza el depósito de cromititas podiforme más grande de Cuba y del continente americano, **Merceditas**, con recursos superiores a 5 Mt (Proenza y Melgarejo, 1998).

#### *VMS máfico-ultramáfico*

El yacimiento **Júcaro** es el más representativo. Comprende cinco zonas mineralizadas alargadas y potentes y otras menores, asociadas preferentemente a las zonas de trituración y agrietamiento en los contactos de los cuerpos subvolcánicos con el medio encajante. Su yacencia es subconcordante con el rumbo y el buzamiento de las rocas y contienen en promedio 2,68% de Cu. Su mineralogía es bastante típica para este tipo de depósito.

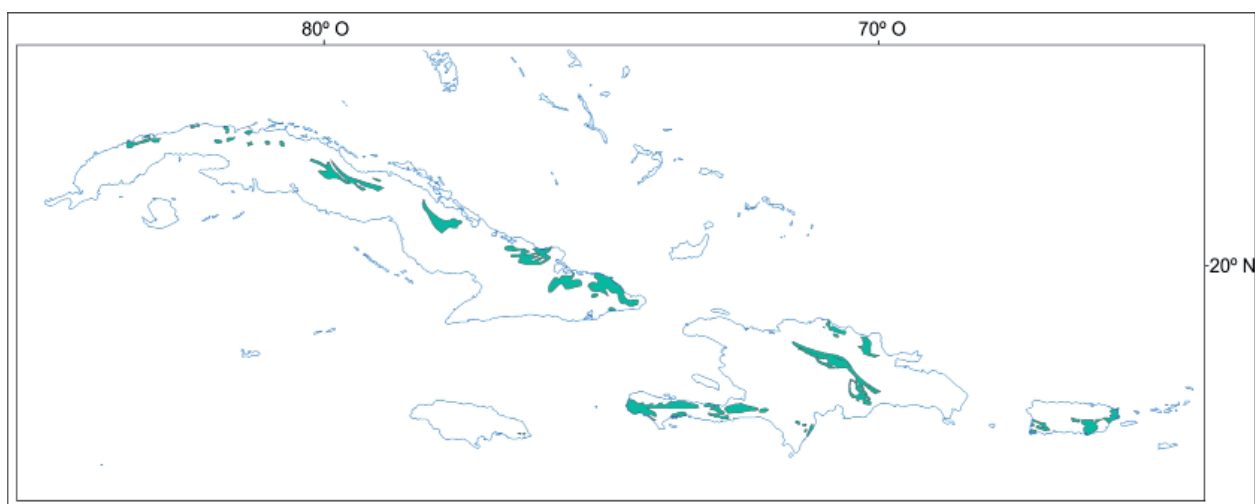


Figura 4. Distribución de los afloramientos de las unidades máfico-ultramáficas en las Antillas Mayores (esta publicación)

### Depósitos de cristalización metamórfica

Esta unidad también alberga el depósito de jadeítita **Macambo**, con un área de aproximadamente 7 km<sup>2</sup>. Estas jadeítitas presentan un color predominantemente grisáceo con tonalidades de color verde. Se observan cuerpos de jadeítita de hasta 30 x 30 m en forma de *stock* embebidos dentro de los paquetes de serpentinita antigórfica de alta presión, asociadas a anfibolitas y gneises. Son masivas y con bajo grado de fracturación, muy semejantes a las jadeítitas de Guatemala (Cárdenas-Párraga *et al.*, 2010).

El Terreno de Arcos Volcánicos Insulares del Cretácico se extiende por gran parte de Cuba, ubicándose generalmente sus afloramientos hacia el eje axial de esta isla. El terreno está constituido por un considerable número de unidades litoestratigráficas distribuidas a todo lo largo de Cuba y también está presente en el extremo NO de la Isla de la Juventud (fig. 5).

La constitución interna de este terreno está mejor representada en la región central de Cuba. Esta es la única región de Cuba donde aparece el Complejo Mabujina, así como rocas volcánicas del Cretácico Inferior. El Complejo Mabujina es una secuencia de rocas máficas generalmente toleíticas, pertenecientes a un arco volcánico insular intraoceánico, transformadas en anfibolitas con una alta relación temperatura/presión. Este complejo está cortado por gran número de intrusiones de variadas dimensiones. Las más antiguas, con edades radiométricas entre 133 Ma y 110 Ma, son plagiogranitos con estructura gneílica, y fueron metamorfizados junto con las anfibolitas en un evento colisional ocurrido entre 90 Ma y 88 Ma.

Sobreyaciendo a este complejo se encuentran unidades volcano-sedimentarias de dos arcos vol-

cánicos insulares (uno más antiguo Hauteriviano - Albiano y uno más joven Cenomaniano - Campaniano alto), separados por un paquete rico en rocas sedimentarias (Formación Provincial, Albiano-Cenomaniano).

En Cuba occidental, los afloramientos volcano-sedimentarios cretácicos son muy limitados y no se registran granitoides asociados a las sucesiones volcánicas. Un rasgo distintivo la composición calcoalcalina - alcalina (con predominio de la primera) de las rocas de esta parte del arco volcánico insular del Cretácico Superior. La abundancia en esta región de secuencias volcanomícticas indica asimismo la presencia en ella de un importante volcanismo subaéreo (Díaz de Villalvilla, 1997).

Más al este, los granitoides están ausentes. Su rasgo más distintivo es, sin embargo, la intensa mezcla de unidades desmembradas de secuencias pertenecientes a los arcos volcánicos cretácicos y a las ultramafitas ofiolíticas, con amplio desarrollo del *mélange* serpentinitico-volcánico, resultante de la colisión del arco volcánico insular del Cretácico superior con el margen del Bloque Florida - Bahamas en el Paleoceno - Eoceno Medio. Otra característica llamativa es la presencia de cuerpos subvolcánicos, más jóvenes y tectónicamente alineados, que cortan a todos los elementos de la secuencia sobrecorrida (rocas volcánicas - sedimentarias, ofiolitas y zonas tectónicas).

Por último, en la parte más oriental de Cuba, en las provincias de Holguín y Guantánamo, las rocas del arco volcánico insular del Cretácico Superior son toleíticas y calcoalcalinas, incluidas las regionalmente metamorfizadas situadas en la Sierra del Purial. Los depósitos minerales metálicos de esta parte del país están poco estudiados y son generalmente de tipo metamorfizado.

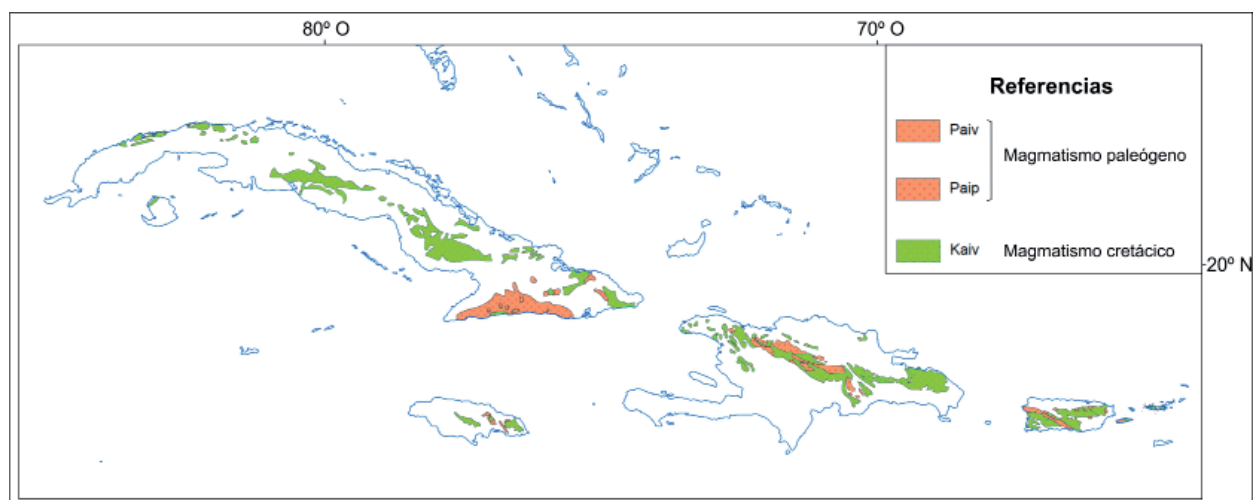


Figura 5. Distribución del magmatismo de arco de islas cretácico y paleógeno en las Antillas Mayores (esta publicación)

*Depósitos polimetálicos tipo VMS bimodal máfico*

Predomina en la sección correspondiente a Cuba Central, siendo **San Fernando y Antonio** sus mejores ejemplos. Ambos depósitos son portadores de Cu, Zn, Au y Ag, hospedados en una secuencia volcánica submarina bimodal (Formación Los Pasos), formada por hasta tres ciclos, que comienzan con flujos basálticos basales, y culminan con rocas volcánicas félsicas, principalmente piroclásticas, de composición riolítica. **San Fernando** contiene de 0,07% a 8,93% de Cu, 0,09% - 18,06% de Zn, 2,10 g/t - 298,26 g/t de Ag y de 0,005 a 3,59 g/t de Au, y **Antonio** con 1,64% de Cu, 3,8% de Zn, 20,7 g/t de Ag y 35,8% de S promedio y entre 0,1 g/t y 3,2 g/t de Au. Entre los dos reúnen unos 6 Mt de mena.

*Depósitos epitermales de Au-Ag*

Constituye el estilo de mineralización predominante en la sección Ciego de Ávila-Camagüey-Las Tunas y es representada por depósitos epitermales de alta (**Golden Hill**) y baja sulfuración (**Jacinto y Florencia**). El depósito de Cu-Au **Golden Hill**, clasificado como epitermal de alta sulfuración por Kesler *et al.* (1996), sobre la base de la presencia de enargita, pirofilita, natro-alunita y diásporo, se encuentra localizado dentro de una estructura concéntrica erosionada tipo caldera, donde se observan facies lávicas de volcanismo basáltico y traquito-basáltico, andesito - basáltico y traquiandesitas basálticas, con una distribución limitada de las facies tobáceas y de jaspes. Diques postminerales, de composición andesítica a traquiandesítica, cortan todas las litologías antes mencionadas, así como todos los tipos de alteración y mineralización. Los resultados del estudio de inclusiones fluidas en cuarzo y barita sugieren la participación de una mezcla de fluidos meteóricos y magmáticos en la formación del depósito. La presencia de este último tipo de fluido es también sugerida por la ocurrencia de W, Bi y Mo como impurezas dentro de los minerales.

El prospecto **Jacinto** abarca un área de unos 5 km<sup>2</sup>, donde, hasta el momento, se han identificado 10 vetas auríferas, con una longitud máxima de hasta 1500 metros. Su mineralogía es simple (oro nativo, pirita, calcopirita) y tiene 1,7 Mt de mena. Los estudios de inclusiones fluidas en cuarzo realizados en el depósito revelan la participación de un proceso de ebullición en la formación de las vetas auríferas, con temperaturas de homogenización entre 200 y 320° C, y salinidad del fluido menor de 1% en peso de NaCl equivalente. En cuanto a su edad, en dos muestras de adularia, procedentes de vetas de cuarzo, fueron

determinadas, mediante el método <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar, edades absolutas de 73,3 y 69,8 Ma, respectivamente. Esto sugiere que la mineralización aurífera epitermal presente en esta parte de Cuba se formó en el Campaniano y el Maestrichtiano.

El prospecto **Florencia** consta de dos zonas minerales. En la zona Norte predomina la mineralización piritica - calcopirítica. En la zona Sur aparece además mineralización polimetálica (Pb, Zn, Ag), lo cual sugiere que la misma representa una porción del depósito más elevada en el corte. Este depósito llama la atención especialmente por la abundancia de teluros: petzita, calaverita, silvanita, hessita, volinskita y altaita, así como de stutzita, tsumoita y raklidzita. Esta abundancia de teluros es, dentro de los depósitos epitermales de baja sulfuración, un rasgo típico de los del subtipo alcalino.

*Depósitos de Cu-Mo ± Au tipo pórfiro*

El depósito de Cu-Mo-Au porfírico **Arimao** (provincia de Cienfuegos) se encuentra en una secuencia de rocas volcánicas de composición basáltica a dacítica. La secuencia es cortada por pequeños *stocks* y diques félsicos granitoides. El depósito consta de pirita y calcopirita diseminada y en vetillas dentro de un bien desarrollado *stockwork* de cuarzo, el cual ocupa un área de 500 x 500 m. Dentro del mismo hay una zona de silicificación de unos 500 m de largo y 20 - 75 m de ancho enriquecida en Au. También se observa aumento en los contenidos de Cu y Au en las zonas donde el depósito está enriquecido en magnetita. La profundidad máxima reportada para la mineralización es de 245 m, siendo 345 m la máxima estudiada. Contiene desde 0,05 hasta 1,5% de Cu (0,31% promedio), hasta 0,0096% de Mo y hasta 3,2 g/t de Au y de 1 g/t a 7 g/t de Ag. Otros depósitos de este tipo son **Macagua** (provincia de Cienfuegos), **Guáimaro y Palo Seco** (provincia de Camagüey). Su composición mineralógica incluye pirita, calcopirita, oro nativo, azurita, bornita, calcocita, covellina, esfalerita, limonita, magnetita, malaquita y molibdenita, con cuarzo, epidoto y clorita como ganga. Contiene 60,6 Mt de mena.

*Depósitos de ETR asociados a cuerpos alcalinos*

Las manifestaciones **Embarque y Tres Antenas** de ETR están asociadas con intrusivos sieníticos alcalinos. **Embarque** consiste en un sistema de vetas cuarzosas y cuarzo-carbonatadas asociadas a fajas de ankerita y siderita, con una extensión de hasta 100 m y hasta 3,7 m de espesor. Presenta leyes entre 0,1 y 0,6% de ETR, hasta 2 g/t de Au y 0,6 a 1% de Cu (Cazañas Díaz *et al.*, 2017).

*Depósitos de Fe tipo Kiruna*

El depósito **Palo Seco I** de Fe magnetítico está alojado en anfibolitas cuyo protolito corresponde al arco volcánico del Cretácico Superior. Es posiblemente asignable al tipo Kiruna.

*Depósitos orogénicos de Au-Ag*

Presentes en el NO de la provincia de Holguín, tienen su mejor representación en el **Distrito Mineral Aguas Claras-Guajabales**, donde se encuentran los prospectos **Reina Victoria**, **Nuevo Potosí**, **Holguinera** y **Agrupada**, a los que se agrega el prospecto **Cuatro Palmas**, situado fuera del mencionado distrito mineral, los que se caracterizan por presentar una amplia mineralogía, en la cual los principales minerales de mena son pirita, calcopirita arsenopirita y oro nativo, acompañados por *electrum*, amalgama, cinabrio y otros, con cuarzo, calcita, talco y clorita como principales minerales de ganga. Con la presencia de estos depósitos también se asocia el desarrollo de un amplio conjunto de alteraciones hidrotermales. En su conjunto, estos depósitos albergan unos 3 Mt de mena.

Los análisis de microsonda realizados a 16 muestras de la mineralización aurífera del prospecto **Nuevo Potosí** (López-Kramer, 1988), muestran la existencia, en todos los casos, de una íntima asociación de Au y Ag con Hg, cuyo contenido va desde 0,14% a 0,94% en las muestras de oro nativo y desde 7,57% hasta 12,02% en las de amalgama.

*Depósitos orogénicos de Cu-Zn-Au-Ag ± Co*

Son depósitos orogénicos de sulfuros masivos de Cu-Zn-Au-Ag, a veces con Co y Ti, estos dos últimos de origen ofiolítico. Estos depósitos (**Santa María**, **Mayabe**, **Charco Prieto** y **Las Margaritas**, entre otros), hospedados en secuencias sobrecorridas, se ubican a lo largo de zonas tectónicas transcurrentes, cortadas, al igual que en el caso del modelo precedente, por cuerpos subvolcánicos más jóvenes (de máficos a félsicos) sincolisionales o postcolisionales.

Estos depósitos, se caracterizan por un marcado control estructural de la mineralización y por aparecer no pocas veces en el contacto entre unidades contrastantes por su composición litológica (rocas de arco volcánico y ofiolíticas). Se trata de cuerpos minerales con mineralización vetiforme y diseminada densa y masiva, de forma lenticular, laminar y tabular, ubicados en zonas de brechas y milonitas. Los principales minerales de mena consisten en pirita, calcopirita, y marcasita, en ganga de cuarzo.

En menor proporción aparecen bornita, covellina, calcocita, azurita, malaquita, limonita, hematita, goethita, barita, cobre nativo, oro nativo, amalgama, esfalerita, antimonita, rutilo, leucoxeno, titanomagnetita, magnetita, cinabrio, casiterita y cromita. Por su parte, los minerales de ganga y alteración principales son cuarzo y minerales del grupo de la serpentina, acompañados por calcita, yeso, epidoto, talco, clorita, biotita, caolinita, montmorillonita, plagioclasas, piroxenos, anfíbol actinolita-tremolita-actinolita y sericita. Esta variedad mineralógica se refleja en su firma geoquímica compleja, donde pueden aparecer Cu, Zn, Ni, Au, Ag, Pb, Ba, Mo, Ti, V, Mn, Cr y Co. Las alteraciones hidrotermales presentes abarcan también un amplio espectro y dependen, en gran medida, de la composición litológica de las rocas encajantes afectadas.

*Depósitos de zeolitas*

Las secuencias correspondientes al arco volcánico del Cretácico Superior son portadoras de importantes depósitos de zeolitas, como **Tasajera**. Por lo general, ellos se forman a partir de rocas volcánicas de composición media a félsica. Por lo común, están formados por una mezcla de clinoptilolita y mordenita, aunque en algunos casos, predomina ampliamente una de las dos variedades, cuyo origen se debe a la transformación del vidrio volcánico contenido en niveles de toba. **Tasajera** se caracteriza por la gran homogeneidad, espesor de sus estratos, con alto contenido de las zeolitas tipo clinoptilolita y mordenita, predominando la primera, caracterizada por una alta capacidad de intercambio catiónico.

*Depósitos metasomáticos de wollastonita*

Por otro lado, en Cuba central este terreno alberga al depósito de wollastonita **Arímao Norte**. El depósito está hospedado en calizas, de masivas hasta estratificadas, bien recristalizadas, afectadas por el metamorfismo de contacto producido por cuerpos de básicos. El *skarn* es de tipo wollastonítico - granatífero, con clinopirexeno y calcita y recursos que ascienden a más de 16 Mt, con 31 % de wollastonita y 28 % de granate.

Tras la extinción del arco volcánico del Cretácico Superior y la reestructuración del límite de placas (Cobiella-Reguera, 2000, 2005, 2008), en el Paleógeno temprano y medio se desarrollaron las siguientes unidades estructurales: a. Cuenca de antepaís, b. Cuenca a cuestras (cuencas de *piggyback*),



c. Arco volcánico Sierra Maestra-Cresta Caimán y  
d. Cuenca Intramontana Oriental.

La cuenca de antepaís, extendida a lo largo del norte de Cuba, desde el NO de Pinar del Río, hasta Gibara (Holguín), representada por sedimentos siliciclásticos acumulados por delante del gran apilado de nappes generado por la orogenia cubana del Paleoceno tardío al Eoceno Medio, y las cuencas a cuestas, especialmente las formadas durante el Paleógeno temprano en el territorio extendido desde la provincia de Artemisa hasta el NO de Holguín, se caracterizan por la presencia de depósitos de materiales de construcción y de arcillas, incluidos los de bentonita (Managua) y paligorskita (Indira).

El Arco Volcánico Insular Turquino-Cresta Caimán es una extensa estructura, gran parte de la cual está cubierta por depósitos del Eoceno Medio alto y más jóvenes o por las aguas del mar Caribe. A diferencia de los terrenos volcánicos cretácicos, esta es una estructura esencialmente in situ. En tierra sus afloramientos pueden seguirse fundamentalmente por Cuba oriental, desde el borde sur de las Alturas de Maniabón y las montañas del NE de Cuba (sierras de Nipe-Cristal y Sagua-Baracoa), hasta la costa caribeña. Más al oeste buena parte de esta estructura yace bajo las aguas someras del sur de Cuba (golfos de Guacanayabo y Ana Maria y la Cresta de Caimán). En él se distinguen dos grandes estructuras, la región axial del arco y la cuenca de trasarco.

La región axial presenta una sucesión de rocas volcánicas de varios miles de metros de espesor clasificadas como calcoalcalinas de origen intraoceánico (Rojas-Agramonte *et al.*, 2006). Su composición varía entre riolítica y basáltica, predominando las andesitas (Jakus, 1983). Las determinaciones U-Pb realizadas en zircones dan edades entre 60 Ma y 48 Ma (Paleoceno - Eoceno Medio; Rojas-Agramonte *et al.*, 2006). Gran parte de las rocas son piroclásticas y reflejan un volcanismo esencialmente submarino, ocurrido a profundidades variables (Cobiella-Reguera, 1988).

Lo anterior se refleja en la zonación metalogénica que presenta la Sierra Maestra en dirección S - N. Así, junto a la costa sur, vinculados con el eje magmático del arco del Paleógeno, se presentan los depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo ± Au, seguidos hacia el norte por los depósitos tipo *skarn* de Fe y Fe-Cu. A continuación aparecen los VMS (mayoritariamente del tipo bimodal máfico) y finalmente los depósitos de Mn volcanogénico tipo cubano. Es de notar que esta zonación metalogénica horizontal también es vertical.

#### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo*

La mineralización porfírica aparentemente está poco desarrollada. El ejemplo más representativo conocido hasta ahora es el depósito **Buey Cabón**, desarrollado en un intrusivo complejo de porfiritas diorítico-hornblendíticas y de dioritas de grano fino, con 0,808% de Cu promedio (de 0,05% a 5,34% de Cu) y hasta 0,05% de Mo. Consiste de mineralización vetiforme y diseminada, acompañada por silicificación, sericitización, cloritización, biotitización y carbonatización. En su composición mineralógica hay pirita, pirrotina, calcopirita, molibdenita, bornita, magnetita y galena; con cuarzo y clorita como minerales de ganga principales.

#### *Depósitos tipo skarn de Fe y Fe-Cu*

Los depósitos tipo *skarn* de Fe y Fe-Cu se encuentran muy bien desarrollados en la Sierra Maestra, representados por los tipos *skarn* de Fe y *skarn* de Fe-Cu. Se trata de *skarns* principalmente del tipo cálcico, granático - magnetíticos y granático - epidótico - magnetíticos los más comunes. Es necesario destacar que los *skarns* de Fe-Cu se distinguen de los *skarns* de Fe por la presencia de cantidades significativas de Cu, Zn, Au y Ag como elementos acompañantes, a la vez que mantienen altos contenidos de magnetita. El **Distrito Hierro Santiago**, ubicado en la falda meridional de la Sierra de La Gran Piedra (al ESE de la ciudad de Santiago de Cuba), contiene ambos tipos de *skarn*. Usualmente, este distrito aparece nombrado en la literatura internacional como yacimiento **Daiquirí** o **Firmeza**. Este distrito abarca los depósitos **La Grande, Chiquita, Concordia, Yuca, El Norte, Chicharrones, Folía, Vinent, Alfredo, Abundancia, Providencia** (*skarn* de Fe), así como Antoñica, Arroyo de la Poza y Descanso (*skarn* de Fe - Cu). Durante todo el período de explotación, desde 1884 hasta 1947, se extrajeron cerca de 22 Mt de menas ricas, con Fe total entre 58% y 65%, 0,032% de S y 0,036 a 0,042% de P. Los recursos de menas magnetíticas remanentes (alrededor de 40 Mt) tienen una ley promedio de 40,25% de Fe.

Mientras la mineralogía de los *skarns* de Fe es simple, la de los *skarns* de Fe-Cu tiene magnetita, hematita, pirita y calcopirita como minerales principales de mena, acompañados con frecuencia por cantidades significativas de esfalerita. El oro (0,3 a 3 g/t) aparece en forma nativa y de *electrum*, en granos redondeados, a veces irregulares. En ocasiones está incluido en la magnetita y la pirita. El tamaño de sus granos es de 0,001 a 0,002 mm. Otros minerales presentes son bornita, pirrotita, covellina, galena, malaquita,

azurita, calcocita, cubanita y cobre nativo. Estas menas contienen de 36,75% a 41,66% de Fe, entre 1% y 8,9% de Cu; de 0,03 a 2 g/t de Au, de 0,7 a 1,40% de Zn y de 2,2 a 60 g/t de Ag.

Estos depósitos presentan similitudes con los del tipo IOCG: presencia de la asociación óxidos de hierro, cobre y oro, magnetita pobre en Ti, granate rico en Fe y pobre en Mn, así como presencia de una alteración albitica temprana bien desarrollada. La primera de estas semejanzas es particularmente clara en los depósitos de *skarn* de Fe - Cu. Esta semejanza es también genética, pues los depósitos del **Distrito Hierro Santiago** se formaron como resultado de la redistribución del Fe que poseían las volcanitas al ser lixiviado parte considerable del mismo durante el proceso de descomposición de los minerales máficos (albitización) de estas rocas, en tanto otra parte fue reagrupada a partir de la mineralización dispersa en las volcanitas. Sin embargo, se distinguen por la carencia de cantidades significativas de P, U y ETR.

#### *Depósitos polimetálicos tipo VMS bimodal máfico*

El yacimiento **El Cobre** se localiza en el poblado del mismo nombre, cerca de la ciudad de Santiago de Cuba. Su descubrimiento data aproximadamente del año 1530 y comenzó a explotarse de inmediato, siendo la primera mina de cobre de la América colonial. Su explotación se extendió, de forma discontinua, por casi 5 siglos, hasta el 2001, fecha en que, una vez más, se cerró la mina, estimándose sus recursos totales, extraídos y por extraer, en 13 Mt. La mineralización en el depósito se localiza sobre la falla El Cobre, en un área de aproximadamente 1200 m de largo por 140 m de ancho. La mineralización se ha explorado hasta profundidades entre 200 m y 500 m, con una ley de Cu mayor a 0,7%. Por debajo de este rango de profundidad los recursos no están delimitados. En su formación participaron tres fluidos (Cazañas Díaz *et al.*, 2017): agua del mar (fluido I), un fluido de salinidad inferior a la del agua del mar (fluido II) y un fluido salino, con salinidad mayor que la del agua del mar (fluido III).

**El Cobre** presenta cuatro estilos de mineralización: a) estratiforme de sulfatos de anhidrita y barita, b) estratoligada de sulfuros de Cu - Zn con Au, c) filoniano de Cu y de *stockwork* de cuarzo con Cu y, d) de sulfatos con Cu, Zn  $\pm$  Pb. Las menas estratiformes de sulfatos (anhidrita, barita y criptomelano) se formaron por la descarga de los fluidos hidrotermales en el lecho marino. La mineralización filoniana de Cu constituye la zona raíz de los cuerpos estratiformes, con morfología de *stockwork* en la parte superficial y de filones subverticales en

profundidad. En ella predominan la piritita y la calcopiritita en asociación con cuarzo, excepto en algunos filones someros, donde predomina la esfalerita asociada a la anhidrita. En filones superficiales también puede presentarse el Au en asociación con teluros. Las alteraciones relacionadas son cloritización y silicificación en los sectores más profundos y sericitización y caolinitización en los más superficiales. La mineralización estratoligada de sulfuros de Cu - Zn con Au (generalmente en forma de Au libre) es contemporánea con la mineralización filoniana de Cu y se produjo por reemplazamiento de diversos niveles favorables de la secuencia encajante: calizas en la parte inferior y el estratiforme de sulfatos en la parte superior.

**El Cobre** y otros semejantes a él, como **La Cristina**, **La Mañana** y **La Nicolasa**, se distinguen por sus muy bajos contenidos de Pb, lo cual está en concordancia con la naturaleza toleítica de la secuencia volcánica encajante. Los depósitos **Infierno** y **Cinco Ranchos**, en cambio, presentan contenidos de Pb relativamente más elevados, por lo que se asemejan más a los VMS del tipo félsico (subtipo bimodal félsico). Es de señalar que los dos últimos depósitos mencionados se ubican en un sector del Arco Volcánico Sierra Maestra - Caimán edificado sobre las secuencias del Terreno de Arcos Volcánicos Cretácicos, demostrado por el afloramiento de las formaciones Turquino y Palma Mocha, de edad cretácica, junto a la costa sur. Esta superposición de secuencias volcánico - sedimentarias con un volumen considerable de sedimentos, explica la mayor presencia de Pb en ambos depósitos.

#### *Depósitos de Mn volcanogénico tipo cubano*

El segmento cubano del Arco Volcánico Insular Turquino - Cresta Caimán es la región tipo mundial de este modelo de depósitos (Mosier y Page, 1988), que se asocia genéticamente con volcanismo submarino y se hospeda en rocas volcánicas y volcanoclásticas, preferentemente de composición intermedia a máfica, con tendencia a formar grupos de depósitos. Los depósitos de Mn se presentan en forma de cuerpos estratiformes de óxidos de Mn, localizados en diversos niveles litoestratigráficos de la secuencia volcanogénica - sedimentaria aunque en ocasiones pueden aparecer formando vetas cortantes a la secuencia encajante. Los depósitos estratiformes presentan zonación vertical, con una secuencia típica que de base a techo está constituida por: jaspe, cuerpos de mena masiva (esencialmente de todorokita) y niveles volcanoclásticos cementados por óxidos de Mn. Hacia la base de los cuerpos mineralizados

existe una intensa alteración celadonítica, lo que indica el carácter proximal de esta mineralización con relación a los centros exhalativos. En la parte superior de los depósitos, por otro lado, puede existir alteración zeolítica y hematítica. La mineralogía de estos depósitos tiene a la todorokita como mineral principal, con pirolusita, psilomelano, manganita, criptomelano, hollandita, limonita, hematita y magnetita. En **Margarita de Cambute** aparecen además calcopirita y pirita, esta última también reportada en **Ponupo-Sultana-Balcanes-Barrancas**. La hollandita puede ser rica en Sr y Ba. Aquí, como es habitual en estas mineralizaciones, hacia la superficie se desarrolla la pirolusita, un mineral con una estructura más estable ante la meteorización. Los depósitos más grandes conocidos hasta ahora de este tipo son **Ponupo-Sultana-Balcanes-Barrancas, Margarita de Cambute, Charco Redondo, El Quinto y Los Chivos**, con 8, 7, 5, 5 y 3 Mt de mena respectivamente.

En general, la mineralización es de tipo exhalativo y se formó tanto en la parte más interna del arco volcánico insular como en la cuenca de trasarco, siempre en medio ambiente submarino. Una evidencia de ello es la presencia de restos de gusanos de tubo, cuyo hábitat se encuentra en las inmediaciones de las chimeneas hidrotermales submarinas, los que viven en simbiosis con bacterias sulfato-reductoras, que, en ausencia de azufre, reducen el Mn. Los fluidos mineralizantes accedieron al fondo marino por fallas sinsedimentarias que controlaban la formación de subcuencas.

Un caso de asociación espacial entre depósitos de Mn de este tipo y mineralización VMS bimodal máfica se presenta en el flanco O (sector Melgarejo) del yacimiento El Cobre, donde aparece una zona mineralizada con óxidos de manganeso, la cual presenta un espesor total de alrededor de 4 m. Por otra parte, en el depósito **La Margarita** se reporta la presencia de escasos granos de calcopirita y pirita de tamaño submicroscópico, dispersos entre los cristales de celadonita. Igualmente, se reporta la presencia de contenidos anómalos de Ba, Sr y Zn (Cazañas *et al.*, 1998).

Con la cuenca intramontana de Cuba oriental se asocian depósitos de arcillas, como el de Novaliche, de origen residual, en la provincia de Guantánamo, utilizado para cerámica roja.

La cubierta sedimentaria eoceno-cuaternaria constituye depósitos de cuencas de intraplaca, aflora en más del 50% de la superficie actual de la isla y comprende estratos poco deformados, acumulados

después de concluida la orogenia paleocena. En Cuba oriental, al sur del lineamiento Guacanayabo-Nipe, la cubierta abarca las sedimentitas que se acumularon tras la culminación de la actividad ígnea del Eoceno tardío.

Esta cubierta carece de actividad hidrotermal y depósitos minerales metálicos endógenos. En cambio, con este ambiente geotectónico se relaciona el desarrollo de las mineralizaciones supergénicas resultantes de la meteorización de rocas del zócalo y de depósitos minerales formados en él. Entre ellas destacan las lateritas, formadas en las áreas de afloramiento del cinturón ofiolítico septentrional, que aloja los grandes yacimientos de Fe-Ni-Co  $\pm$  Sc, Au y EGP situados en las provincias de Holguín y Guantánamo.

#### *Depósitos de Fe-Ni-Co en lateritas y saprolitas*

Las lateritas cubren en Cuba el 25% - 30% de la superficie aflorada de los macizos máfico - ultramáficos, con un espesor promedio de 10 m. La zonalidad litológica vertical existente y su variación dan lugar a diferentes tipos de perfiles litológicos (ocho tipos en Cuba), entre los que se distinguen los lateríticos, los saprolíticos y los laterítico-saprolíticos. La continuidad espacial de determinados tipos de estos perfiles y su predominio, condicionan la existencia en el país de dos tipos (modelos) principales de depósitos minerales supergénicos: Fe-Ni-Co laterítico y Fe-Ni-Co laterítico-saprolítico, los que albergan prácticamente la totalidad de los recursos de Fe, Ni y Co de los mantos de meteorización de rocas ultramáficas de Cuba. Su génesis es esencialmente eluvial (Cazañas Díaz *et al.*, 2017).

Los depósitos del tipo laterítico constituyen el 40% del total de los recursos minerales económicos de Fe-Ni-Co, mientras los del tipo laterítico-saprolítico aportan el restante 60%. Incluyen los yacimientos **Pinares de Mayarí Oeste, Las Camariocas** (Camarioca Norte, Camarioca Sur, Moa, Punta Gorda), **Martí** (cerrada) y **San Felipe**. La parte laterítica del perfil de estos depósitos se compone mayormente de goethita (65 a 77%) que a su vez concentra entre el 73 y 96% del Ni. Por otro lado, la parte saprolítica en los depósitos laterítico-saprolíticos serpentínicos está mayormente compuesta por serpentinas supergénicas (22 a 65%), que junto con esmectitas (12 a 35%) contienen entre el 82 y el 85% del Ni. Por último, en los depósitos laterítico-saprolíticos arcillosos, son las esmectitas (nontronita y montmorillonita) las que aportan la mayor cantidad de Ni (40 a 60%) en la parte saprolítica, mientras que las serpentinas

aportan entre 14 y 44%. En todos los casos el Co se asocia mayormente (hasta 90%) con los minerales de Mn, principalmente asbolana, con minoritaria litioforita (Cazañas Díaz *et al.*, 2017). Los yacimientos de Fe-Ni-Co presentan leyes de 36,77 a 46,45% de Fe, 1,04 y 1,27% de Ni y 0,093 a 0,141% de Co. En general, los depósitos individuales de lateritas de Fe - Ni - Co más grandes alcanzan los 200 Mt de mena. Adicionalmente, se conoce la presencia en ellos de Au, Sc y EGP, así como de otros metales.

#### *Depósitos de Fe supergénico*

Las lateritas no constituyen las únicas acumulaciones de Fe en Cuba, pues también hay menas supergénicas limonítico-hematíticas que forman acumulaciones eluvio-deluviales, ampliamente desarrolladas en el Terreno Pinos sobre esquistos de protolito siliciclástico, ricos en materia orgánica, a partir de la oxidación de la abundante piritita diseminada singénica contenida en estas secuencias. Un ejemplo de ello es el prospecto **San Francisco**, una acumulación eluvio - coluvial de fragmentos (comúnmente denominados perdigones) de hierro pardo que forma una amplia y delgada capa de 0,6 m de espesor sobre los esquistos micáceos de la Formación Agua Santa de edad jurásica, compuestos principalmente por limonita, goethita y hematita para el cual se han estimado 33 Mt de mena.

#### *Gossan de Au-Ag*

Los gossans o sombreros de hierro aparecen mejor desarrollados en las secuencias de margen continental de la parte oeste y central de Cuba. Su interés se centra principalmente en la extracción de los metales preciosos (Au y Ag), que con frecuencia aparecen en ellos. Dado que en la mayoría de los casos existen menas sulfurosas primarias en profundidad, estas menas supergénicas son consideradas partes oxidadas de los correspondientes depósitos de sulfuros, no depósitos independientes.

El depósito de Ag **Loma de Hierro**, con 2 Mt de mena, yace dentro de un manto de meteorización bien desarrollado que afectó tanto a la mineralización de sulfuros que resultó oxidada en casi su totalidad, como a las rocas encajantes (limolita). El manto de meteorización consta de un coluvio oxidado de hematita, limonita, magnetita, barita y cuarzo; también aparece saprolita limonítica situada por encima del cuerpo mineral oxidado, con una zona de transición de óxidos e hidróxidos de hierro en la base. En las menas oxidadas predominan los haluros de Ag (clorargirita, yodargirita) y menor argentita/acantita,

asociados a goethita y a oxi-hidróxidos de hierro, en tanto una escasa mineralización de sulfuros está asociada con baritina.

#### *Depósitos de arena silícea*

El yacimiento **Santa Teresa** (provincia Pinar del Río) es de génesis aluvial - litoral. La arena de este yacimiento es de composición monomineral, formada por granos de cuarzo de alta pureza, donde sólo se detectan pátinas de materia orgánica y hierro, las cuales recubren los granos de cuarzo; la forma de los granos es por lo general angulosa. Otros depósitos de este tipo se encuentran en el SO de la mencionada provincia y en la Isla de la Juventud.

### 3.2. JAMAICA

La isla de Jamaica está ubicada entre la Cuenca de Yucatán al norte y el Mar Caribe al sur. El basamento consta de rocas relacionadas con el arco plutónico del Cretáceo inferior al Paleoceno de composición similar a la encontrada en la elevación del norte de Nicaragua, y rocas metamórficas (Westphalia Schist y Mt. Hibernia Schist, con características geoquímicas propias de un arco de islas y del CLIP, respectivamente) y serpentinitas (Abbott *et al.* 1996, 1999; Mitchell, 2006; Hastie *et al.*, 2010; Lewis *et al.*, 2011; West *et al.*, 2014). Las rocas metamórficas están cubiertas por sedimentos del Maestrichtiano tardío (Robinson, 1994).

Antes de ~70 Ma, la isla era parte del Gran Arco activo. El Cretácico está representado, predominantemente, por una secuencia de rocas basálticas y volcánicas andesíticas, brechas, conglomerados, areniscas y lavas porfíricas, que están cubiertas por calizas de aguas poco profundas y lutitas. Todas estas rocas están intruidas por una serie de diques, filones capa y *stocks* de diorita, granodiorita y tonalita, entre los cuales el pórfiro de la Puerta de Bellas ha sido datado en 83 Ma (Barrie, 2015). Las reconstrucciones tectónicas entre ~70 y ~50 Ma (por ejemplo, Ross y Scotese, 1988; Pindell y Kennan, 2009) ubican la isla de Jamaica adyacente al margen sur de Yucatán y permiten correlacionar los esquistos azules de la isla con los complejos Rabinal y Chuacús de América Central, formando así un vínculo entre las rocas del Gran Arco de Siuna y Cuba. Jamaica, es considerada en este modelo una porción expuesta de la parte norte de la Elevación de Nicaragua. Las rocas cretácicas están afectadas por estructuras anticlinales este-oeste bien desarrolladas, modificadas por *rifting* local y fallamiento de orientación NNO.



Esta sección del arco magmático cretácico contiene mineralizaciones tipo pórfiro de Cu-Au.

#### Depósitos tipo pórfiro de Cu-Au

Los prospectos **Bellas Gate/Connors**, constituyen un conjunto de manifestaciones de cobre y oro distribuidas siguiendo corredores lineales en un área orientada al NNO de  $\sim 10 \times 6$  km. Esta región comprende el stock **Ginger Ridge** del Cretácico superior de 5 km<sup>2</sup> ( $85 \pm 9$  Ma, Lewis *et al.*, 1973). Se han reconocido cuatro tipos principales de mineralización: i. sulfuros diseminados, y en vetas, con una alta proporción pirita:calcopirita. La alteración hidrotermal incluye cuarzo, sericita, clorita, pirita, biotita secundaria y escaso feldespato potásico; ii. vetillas y *stockwork* de cuarzo y/o carbonato que contienen mineralización de cobre de alta ley y variable contenido en oro; iii. cuerpos de reemplazo en rocas sedimentarias calcáreas con mineralización de carbonatos de cobre; iv. zonas de contactos de dique o zonas de cizalla con calcopirita, bornita y sus productos oxidados. Se han calculado los recursos para algunas secciones del depósito: pórfiro de **Connors-Ginger Ridge**: 3,5 Mt con 0,5% Cu y Au asociado; Pórfiro de **Camel Hill**: 13,2 Mt con 0,35% Cu y 0,17 g/t Au; Mina **Stamford Hill**: 0,56 Mt con 5% Cu, 4,5 g/t Au y 303 g/t Ag.

El levantamiento de la isla comenzó en el Mioceno tardío, a través de movimientos transcurrentes (Mann *et al.*, 2007). Esto dio lugar a la elevación y exposición de los carbonatos de plataforma en Jamaica. Se dieron así las condiciones de formación de los depósitos de bauxita cuya explotación corresponde al 8% de la producción mundial (18% en la década de 1970).

#### Depósitos de bauxita

La bauxita es un producto de la meteorización que contiene una alta proporción de óxidos de aluminio hidratados (gibbsita y boehmita). En Jamaica, el protolito es ceniza volcánica (Comer, 1971) que se descompone para formar un suelo ferruginoso rico en alúmina y que típicamente contiene menos del 5% de sílice. Las menas contienen entre 40% y 50% de alúmina y se explotan a cielo abierto. El procesamiento emplea el proceso de Bayer, que implica la disolución de alúmina con hidróxido de sodio seguido de precipitación de sílice disuelta, separación de residuos sólidos, precipitación de gibbsita pura y calcinación para expulsar el agua. La planta de procesamiento en Kirkvine entró en producción en 1952, seguida por Ewarton, Nain (1969), Maggotty (1971 y cerrada en 1976 por problemas de procesamiento) y Halse Hall (1973). En la actualidad las compañías que operan las plantas son ALPART (Nain), propiedad de Jiuquan Iron & Steel Company, con una capacidad de 1,6 Mt/año; JAMALCO (Halse Hall), con una capacidad de refinación de alúmina de 1,4 Mt/año que explota la mina **Mt. Oliphant**; Noranda Jamaica Bauxite Partners, con planta en Port Rhoades, con una capacidad de producción de bauxita de 5,4 Mt/año a partir de la explotación de canteras en **St. Ann**; y WINDALCO (Ewarton y Kirkvine), con una producción de 0,6 Mt/año de alúmina a partir de mineral explotado en la mina **Lydford**.

Los depósitos de bauxita son los más grandes de las Antillas Mayores y se encuentran en las tierras altas centrales (fig. 6). Los depósitos constituyen concentraciones irregulares que rellenan cavidades de disolución en el Grupo White Limestone del Eoceno Medio al Mioceno Medio (Fenton, 1981), secuencia

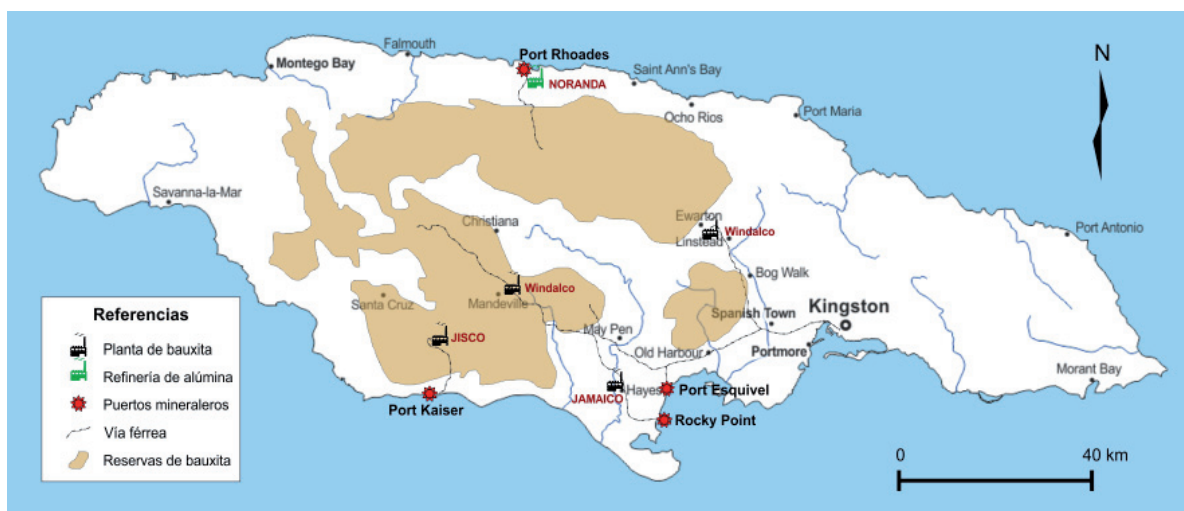


Figura 6. Distribución de los recursos de bauxita en Jamaica y de las plantas de bauxita y refinería de alúmina (de Drakapoulos, 2018)

de hasta 3000 metros de espesor de carbonatos de plataforma. El contacto entre el mineral de bauxita y la caliza es neto, aunque bastante irregular. Las concentraciones individuales alcanzan 5 Mt de mineral, aunque en su mayoría son mucho menores. Los niveles mineralizados alcanzan hasta 30 m de espesor.

La producción de bauxita inició en 1952. La industria prosperó y, en 1957, Jamaica era el principal productor mundial de aluminio. La producción de Jamaica ha seguido aumentando con los años a niveles actuales de alrededor de 15 Mt por año de bauxita y 4 Mt de alúmina. El Instituto de Bauxita de Jamaica estimó el total de recursos de bauxita para la isla en 2,5 Gt en 2010.

### 3.3. ESPAÑOLA

La isla comprende Haití y República Dominicana. Se encuentra inmediatamente al este de Cuba, en el margen norte de la Placa del Caribe, en su límite con la Placa de América del Norte. Las rocas del Arco Magmático de las Antillas Mayores están expuestas como un cinturón longitudinal que sigue la columna vertebral de la isla. Están limitados al norte por un complejo ofiolítico de 8 km de espesor, que separa el arco de una secuencia estructuralmente subyacente de rocas mesozoicas metasedimentarias y metaígneas al norte que representan un arco de islas primitivo del Cretácico Inferior, continuidad del descrito en la isla de Cuba. Estas *suites* están en gran parte cubiertas por estratos marinos post-Eoceno. Al sur de la faja de ofiolitas, el arco magmático está subyacente discordantemente por anfibolitas mesozoicas, rocas metasedimentarias y parte del arco de islas pre-Aptiano descrito al norte (Mann *et al.*, 1991).

Entre las rocas acrecionadas de las Bahamas y la ofiolita se encuentra una *mélange* de esquistos azules y eclogitas en matriz de serpentinita (Escuder-Viruete *et al.*, 2006, 2013; Krebs *et al.*, 2008, 2011a). Las rocas ofiolíticas (datadas en  $136,4 \pm 0,32$  Ma, U–Pb de Escuder-Viruete *et al.*, 2011c) y las *mélanges* se pueden encontrar en la parte más septentrional de la isla, al norte de la falla Septentrional, por ejemplo, los complejos Río San Juan y Puerto Plata (Draper y Lewis, 1991; Draper y Nagle, 1991; Escuder-Viruete *et al.*, 2013). Estos complejos están separados entre sí unos 50 km y son esencialmente iguales, pero están desplazados por una falla transcurrente (Krebs *et al.*, 2008). En la península de Samaná, al este del complejo Río San Juan, está expuesto el terreno

metamórfico Samaná (Escuder-Viruete *et al.*, 2011a, 2011b), unidad interpretada como parte de Caribeana (García-Casco *et al.*, 2008a).

El arco de islas del Cretácico medio comprende plutonitas y volcanitas, y se desarrolló principalmente en un entorno submarino. La subducción se inició poco antes de 116 Ma, y está indicada por un complejo volcánico con tres unidades: i. boninitas y volcanitas toleíticas de arco de islas deprimidas en tierras raras livianas en la parte inferior; ii. una unidad intermedia datada en 116 Ma y; iii. toleitas de arco de islas normales en la parte superior. Se interpreta que las rocas no metamórficas se depositaron en una cuenca de antearco (Escuder-Viruete *et al.*, 2013).

Los depósitos epitermales caracterizados por asociaciones minerales de alta sulfuración están mejor desarrollados en la porción más antigua, toleítica de arco. Los depósitos caracterizados por asociaciones minerales de baja sulfuración son mucho menos importantes económicamente y están mejor desarrollados en la porción más joven, calcoalcalina.

#### *Depósitos epitermales Au-Ag de alta sulfuración*

El distrito de **Pueblo Viejo** produjo entre 1975 y 1996 5,3 Moz Au y 24,4 Moz Ag a partir de mineral de óxido (1975-1996). En 2007 Barrick definió 248,6 Mt de recursos medidos e indicados con 2,8 g/t Au, 13,4 g/t Ag 0,5% Zn y 0,04% Cu, totalizando 22,7 Moz Au y 42,9 Moz Ag.

Pueblo Viejo está alojado en la Formación Los Ranchos del Cretácico Inferior (121 a 144 Ma), una serie de rocas volcánicas y volcanoclásticas que se extienden a lo largo de la mitad oriental de la República Dominicana. El miembro Pueblo Viejo está limitado al este por rocas volcánicas, y al norte y oeste por flujos de espilita y cúpulas dacíticas. Hacia el sur, el Miembro Pueblo Viejo es cubierto por las calizas de la Formación Hatillo, de edad cretácica (Albiano a Cenomaniano). La propiedad **Pueblo Viejo** comprende varios depósitos epitermales de alta sulfuración (ácido sulfato) de los cuales **Moore** y **Monte Negro** son los más grandes. Los depósitos se caracterizan por una envolvente con forma de embudo de alteración argílica avanzada donde los fluidos hidrotermales migraron hacia arriba y lateralmente a lo largo de horizontes permeables.

Las zonas de alteración se caracterizan típicamente por la presencia de sílice, pirofilita, pirita, caolinita y alunita.

Los límites de las zonas de alteración están marcados por un cambio rápido (en unos pocos metros) en la

mineralogía. Fuera de las zonas de alteración, las rocas sedimentarias de grano más fino contienen framboides de pirita o siderita y presentan condiciones diagenéticas que sugieren una cuenca anóxica y restringida. Dentro de la mineralización, la siderita es completamente reemplazada por pirita.

En el depósito de **Moore**, la sílice y la caolinita son más comunes en las partes superiores del sistema. En la mineralización de óxido ahora agotada, la silicificación se asoció estrechamente con la mineralización de oro y causó que las zonas mineralizadas formaran colinas con un relieve de unos 200 m. En áreas de intensa silicificación, se produjeron masas de jasperoides, se destruyeron completamente las texturas sedimentarias originales y se eliminó el material carbonoso. Localmente, las venas y masas de pirofilita cortan los cuerpos de jasperoides.

En **Monte Negro**, la sílice y la caolinita son de nuevo más abundantes en las porciones superiores del depósito, y hay un tapón de sílice. La silicificación está más extendida en Monte Negro y no está tan asociada a la mineralización de oro. En cualquier caso, el contenido de oro suele ser mayor en roca silicificada o parcialmente silicificada (cuarzo-pirofilita).

La mineralización fue controlada por estructuras que controlaron el emplazamiento de las cúpulas de lava. La mineralización metálica en las áreas de depósito es predominantemente pirita con cantidades menores de esfalerita y enargita. La mineralización de pirita se produce como diseminaciones, capas, reemplazos y vetas. La mineralización de esfalerita y enargita se encuentra principalmente en las venas, pero la esfalerita diseminada se ha observado en el núcleo.

Hubo tres etapas de alteración argílica avanzada asociada con la mineralización de metales preciosos: La Etapa I produjo alunita, sílice, pirita y oro depositado en asociación con pirita diseminada, la Etapa II sobrepuesta a la Etapa I, que produjo pirofilita y un tapón de sílice superpuesta y, finalmente la Etapa III que se produjo cuando la fractura hidráulica de la cubierta de sílice produjo vetas de pirita-esfalerita-enargita con halos silicificados.

Las venas de Etapa III individuales tienen un espesor promedio de 4 cm y en general menor de 10 cm. Expuestas en la superficie, las venas individuales se pueden seguir verticalmente sobre tres bancos de los open pits (30 m). Las venas se concentran típicamente en zonas que son alargadas de norte a noroeste, con una longitud de 250 m, un ancho de 100 m y un desarrollo vertical de 100 m. Las venas del estadio III contienen los valores más altos de metales preciosos

y básicos y se distribuyen más ampliamente en las porciones superiores de los depósitos.

Las venas tienden a ser paralelas a una serie de estructuras locales que cruzan el depósito. Esas estructuras tienen una tendencia hacia el norte en **Monte Negro y Moore**, con una tendencia noroeste-sureste también presente en este último.

Los minerales más comunes son pirita, esfalerita y cuarzo, con cantidades menores de enargita, barita y pirofilita. También se encuentran en las venas trazas de *electrum*, argentita, colusita, tetraedrita-tennantita, geocronita, galena, siderita y telururos. La abundancia de pirita y esfalerita dentro de las venas varía en las áreas de depósito.

El oro está íntimamente asociado con las venas de pirita, las diseminaciones, los reemplazos y las capas dentro de las zonas de alteración argílica avanzada. Los valores de oro son generalmente más altos en zonas de silicificación o fuerte alteración de cuarzo-pirofilita. Las vetas de sulfuros la etapa III también tienen valores de oro más altos que la mineralización del tipo reemplazo. El oro se presenta como oro nativo, silvanita y auroestibnita. El principal portador de oro es la pirita, donde el oro sub-microscópico se presenta en microinclusiones de tamaño coloidal (menos de 0,5  $\mu\text{m}$ ) y como una solución sólida dentro de la estructura cristalina de la pirita. La plata está fuertemente asociada con las vetas de sulfuros de la Etapa III, donde se encuentra como plata nativa y pirargirita, hessita, silvanita, petzita y tetraedrita.

Los análisis de Re-Os de la pirita del distrito epitermal de alta sulfuración de **Pueblo Viejo** (en **Monte Negro y Moore**) arrojan una edad de  $111,9 \pm 3,7$  Ma (Kirk *et al.*, 2014). Esta edad está de acuerdo con las hipótesis originales que asignaban una edad cretácica temprana al depósito, y coetánea con la Formación Los Ranchos, que lo aloja. Recientes determinaciones paleontológicas en la Formación Hatillo asignan a esta una edad solo un poco más joven que la Formación Los Ranchos, lo que abre la posibilidad de que la mineralización en la Formación Hatillo también podría estar relacionada con las etapas finales del magmatismo de Los Ranchos. Se descarta así el modelo propuesto por Sillitoe *et al.* (2006) que lo vinculaba al Cretácico Superior-Paleógeno.

El distrito de **Bayaguana** está ubicado aproximadamente a 60 km al este de Pueblo Viejo. La mineralización epitermal de oro, plata y cobre está relacionada con un campo de domos volcánicos (Chenard, 2006). Un gran sistema de alteración hidrotermal, similar en tamaño al de Pueblo Viejo, cubre más de 50 km<sup>2</sup> y

está alojado en las rocas volcánicas de la Formación Los Ranchos del mismo arco de islas toleítico. La mineralización consiste en diseminaciones y venillas de sulfuros dominados por piritita, calcopiritita y bornita y localmente enriquecidos en oro y plata. Tres depósitos epitermales (**Cerro Kiosko**, **Doña Amanda** y **Doña Loretta**) han sido identificados y estudiados mediante perforación.

**Cerro Kiosko** es un enjambre de venas de cuarzo; la mineralización consiste en piritita y calcopiritita con calcocita local, bornita y enargita. En **Doña Amanda**, un nivel de enriquecimiento supergénico (calcocita y covelita) de aproximadamente 100 metros de espesor se encuentra sobre rocas volcánicas máficas fuertemente silicificadas y mineralizadas que son intruídas por dacita porfírica. La mineralización hipogénica diseminada y el *stockwork* en **Doña Amanda** consisten en piritita y calcopiritita con enargita local y pirofilita (Chenard, 2006). Un domo dacítico en Ceja del Coco fue datado en  $116 \pm 0,8$  Ma (Escuder-Virueite *et al.*, 2006), unos pocos millones de años anterior al emplazamiento de la cúpula volcánica en Pueblo Viejo (108 a 112 Ma).

El magmatismo de edad cretácica superior está representado por la Formación Tireo, que comprende tobas, lavas basálticas, andesíticas, dacíticas y riolíticas y cuerpos menores intrusivos mesosilícicos que ocupan una faja de 290 km a lo largo de la Cordillera Central en la República Dominicana y en el Massif du Nord en Haití. La unidad contiene términos básicos en su parte inferior y ácidos en la superior (Lewis *et al.*, 1991). Escuder-Virueite *et al.* (2006) definieron que la sección inferior de la unidad corresponde a una serie toleítica de arco de islas, en tanto la superior tiene afinidades calcoalcalinas y adakíticas.

En la sección inferior de la Formación Tireo hay andesitas datadas en  $115,8 \pm 10$  Ma (Torró *et al.*, 2018), con las que se vincula mineralización de sulfuros masivos.

#### *Depositos tipo VMS*

El yacimiento polimetálico aurífero **Romero**, localizado en la Cordillera Central de la República Dominicana consiste en un *stockwork* con sílice, calcopiritita, esfalerita y piritita acompañadas por *electrum* y telururos de Au y Ag, en su parte inferior y un nivel superior que comprende lentes de sulfuros masivos y sulfuros diseminados en un nivel de nódulos de yeso-anhidrita de 20 m de espesor. Hay asociadas alteraciones propilítica y argílica. El depó-

sito se interpreta como un VMS tipo Kuroko asociado a lavas depositadas en un ambiente de antearco, relacionado a las etapas iniciales de la subducción (Torró *et al.*, 2018). Las reservas probables han sido estimadas en 7,03 Mt con 3,72 g/t Au, 4,33 g/t Ag y 0,8% Cu, en tanto los recursos indicados (incluyendo el cuerpo Romero Sur) alcanzan 20,23 Mt con 2,67 g/t Au, 4,0 g/t Ag, 0,61% Cu y 0,3% Zn (Macdonald *et al.*, 2016).

#### *Depositos tipo pórfiro de Cu-Au*

Los depósitos de Cu-Au de pórfiro de **Blondin** y **Douvray**, que se encuentran en el noreste de Haití están separados menos de 2 km por rocas menos alteradas y mineralizadas. La mineralización de **Douvray** está alojada en intrusiones de tonalita a granodiorita, y tobas, flujos y aglomerados circundantes. La mineralización es rica en bornita y con un bajo contenido de sulfuros en general. El conjunto de alteraciones incluye clorita, sericita, epidoto y cuarzo, mientras que los minerales de mena incluyen calcopiritita, bornita, enargita, calcocita, molibdenita, covelita, tennantita, *electrum* y piritita, con malaquita, azurita, crisocola y brochantita en la superficie. Una datación Re-Os en molibdenita del depósito **Douvray** dio  $93,3 \pm 0,3$  Ma (Nelson *et al.*, 2015). Gray *et al.* (2014) citan un recurso combinado de 327 Mt con 0,44% Cu y 0,3 g/t Au. Bosc y Barrie (2013) estimaron un recurso combinado de óxido + sulfuro sólo en **Douvray** de 189,5 Mt con 0,30% Cu, 0,05 g/t Au, 1,12 g/t Ag y 23,05 ppm Mo con una ley de corte de 0,1% Cu (que incluye 10,9 Mt de mineral oxidado con 0,23% Cu, 0,02 g/t Au y 5,86 g/t Ag).

Dos ocurrencias de pórfiro de cobre (**Vallièrre** y **Mont Organisé**) se encuentran en el Massif du Nord, cerca del margen occidental del distrito de **Restauración**. Solo el depósito de **Vallièrre** tiene estimación de recursos, que alcanzan 84 Mt con 0,44% Cu, 1,5 g/t Ag (Espaillat, 1996).

El distrito **Restauración** está ubicado en la Cordillera Central occidental de la República Dominicana próximo a la frontera con Haití. Los depósitos y prospectos del distrito han sido descritos por Amarante *et al.* (1989) y Amarante y Lewis (1996). La mineralización incluye pórfiros de Cu-Au y depósitos polimetálicos (Cu-Zn-Pb-Au-Ag) con presencia de baritina masiva, rasgo característico de la mineralización epitermal en este distrito y hacia el oeste en Haití, que ha sido alternativamente clasificada como epitermal de alta sulfuración o tipo VMS. Se destaca el yacimiento **Candelones**, con recursos estimados en 16,57 Mt con 4,32 g/t Au y 0,3% Cu (Lewis *et al.*, 2015). La



mineralización ha sido datada en  $89,1 \pm 0,1$  Ma (Goulet-Lessard, 2012).

La exploración en el distrito **Restauración** permitió identificar prospectos que podrían responder al modelo pórfiro de Cu, tal es el caso de **El Corozo** cuyos recursos no han sido aún evaluados y al que se asocian manifestaciones de oro epitermal periféricas.

#### *Depósitos polimetálicos auríferos*

Entre las mineralizaciones polimetálicas **Candelones** es el mayor depósito descubierto hasta la fecha, que forma parte del distrito **Restauración**. Está emplazado en rocas volcanosedimentarias del Cretácico superior (Formación Tireo). Comprende vetas de cuarzo *vuggy* que contienen oro junto con pirita, enargita y baritina, y están rodeadas por un *stockwork* de vetas con oro y por mineralización diseminada. En niveles poco profundos, las venas de baritina portadoras de oro y las brechas de baritina gradan a reemplazos masivos de baritina controlados estructuralmente. Las fases múltiples de alteración incluyen un *stockwork* temprano de pirita-illita acompañado de dickita, caolinita y alunita en proximidades de la mena. Los recursos estimados para el depósito son 11,33 Mt con 3,88 g/t Au y 0,28% Cu (Lewis *et al.*, 2015).

**La Miel** es un proyecto epitermal en etapa inicial dentro del cinturón epitermal Restauración - La Miel, que se encuentra en Haití, cercano a la frontera con la República Dominicana. La alteración y la mineralización están controladas por fallas NO y contactos litológicos. Estos contactos están cortados por fallas normales postmineralización. Se identificaron vetas epitermales bandeadas y brechadas con contenido anómalo de oro en un área de 1,5 x 2 km. El prospecto **Savanne La Place** forma parte del proyecto **La Miel** y contiene una mineralización de varios ppm de Au alojada en una brecha freatomagmática ciega identificada en perforaciones. Está ubicado a ocho kilómetros al noroeste de Candelones, en el lado haitiano de la frontera, muestra características similares en superficie y probablemente pertenece al mismo sistema hidrotermal que Candelones.

La edad de **Savanne La Place** se ve limitada por una datación U-Pb de  $84,2 \pm 1,4$  Ma en un domo riolítico postmineralización que se interpreta como el último evento en la evolución del sistema epitermal (Melgar-Pauca, 2014).

Las brechas hidrotermales y las vetas de cuarzo albergan la mineralización en el proyecto **Savanne La Place**. Las vetas de cuarzo bandeado están asociadas con pirita-esfalerita-calcopirita con contenidos elevados de Au y Ag. La calcocita y la covellita se describen

en los 17 m superiores de mineralización, lo que sugiere que son de origen supergénico. Reemplazan calcopirita, pirita y esfalerita. Goethita está presente en los 12 m superiores, reemplazando los sulfuros. El depósito puede clasificarse como un sistema epitermal de sulfuración intermedia, en base a la asociación cuarzo - sericita - illita portadora de la mena.

Los depósitos epitermales en el Massif du Nord tienen las mismas características generales, en particular la asociación con baritina descrita anteriormente. Muchos de los depósitos y prospectos individuales fueron descritos por Louca (1990). **Grand Bois** es el depósito más grande conocido hasta la fecha del Massif du Nord. Perforaciones realizadas por las Naciones Unidas entre 1978 y 1984 definieron un cuerpo tabular de roca volcánica mineralizada y oxidada con un espesor de aproximadamente 20 metros con recursos de 4,5 Mt con 2,3 g/t Au. Perforaciones por debajo de la zona de oxidación han intersectado calcocita, covellita y calcopirita. **Morne Bossa** (Milot), ubicada al sur de Cap-Hatien en el área de Milot-Grande Rivière, también es un depósito oxidado aurífero vinculado a un pórfiro dacítico (Louca, 1990).

#### *Depósitos tipo skarn de Cu-Au*

Los depósitos de *skarn* de cobre y oro **Memé** y **Casseus** de Haití están alojados en xenolitos de caliza en un plutón compuesto calcoalcalino de contenido de potasio de mediano a alto (Lidiak y Jolly, 1996). Iniciaron su producción a principios de 1700 y actualmente están inactivos. La mena consiste en calcopirita, pirita, calcosina, digenita, covellita, bornita y, localmente, molibdenita y los minerales de ganga son granate, dióxido, tremolita, clorita, wollastonita, epidoto, magnetita y hematita (Louca, 1990). La producción histórica en **Casseus** fue superior a 1 Mt con 2-3% Cu y los recursos estimados incluyen 7 Mt con 0,757% Cu y 1,5 Mt con 2% Cu y 2 g/t Au.

El magmatismo cretácico fue interrumpido por la colisión del complejo volcánico de Española con la plataforma de las Bahamas hacia el Eoceno medio-tardío (Vila *et al.*, 1987; Cribb *et al.*, 1989; De Zoeten y Mann, 1991) y la deformación concomitante, antes de la renovación del magmatismo de arco durante el Eoceno nuevamente en un entorno esencialmente submarino (Mann *et al.*, 1991). Este último magmatismo se correlaciona con el descrito en el sector sudoriental de la isla de Cuba. Gran parte del resto de la isla al sur está cubierta por estratos

marinos post-Eoceno, con exposiciones dislocadas por fallas de rocas de arco volcánico cretácico a lo largo de la península hasta el suroeste.

Los cuerpos intrusivos de Terre Neuve están separados del Macizo del Norte y son más ricos en K y con un mayor contenido de elementos LILE que los de la Cordillera Central occidental y el Macizo del Norte (Lidiak y Jolly, 1996). Son similares a las intrusiones del centro y este de Jamaica, el centro de Cuba y el Alto Nicaragüense (Lewis *et al.*, 2011). Hay una datación K-Ar de 66 Ma para las intrusiones de Terre Neuve (Kesler y Fleck, 1967), que sugiere una edad más joven que las de las rocas intrusivas en el Macizo del Norte y la Cordillera Central (Kesler *et al.*, 1991; Escuder-Viruet *et al.*, 2006), y por lo tanto una fuente diferente a la de los plutones tonalíticos de la Cordillera Central-Macizo Occidental (Nelson *et al.*, 2011), constituyendo así una faja independiente.

#### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo*

El prospecto de pórfiro de Cu-Mo **Jean Rabel (Vert de Gris)** se encuentra en la extensión noroeste del macizo Terre Neuve en una estructura anticlinal (Cheilletz, 1976; Cheilletz *et al.*, 1978). El *stockwork* y la mineralización diseminada ocurren en un complejo de *stocks* porfíricos y diques, y está constituida por pirita, bornita, calcopirita y molibdenita subordinada. La mineralización de cobre y molibdeno está asociada a alteración potásica (biotita-feldespato de potasio-apatita). Cheilletz *et al.* (1978) señalan una edad Rb/Sr de  $67,3 \pm 4$  Ma para la intrusión y una edad K-Ar de  $57,7 \pm 5$  Ma en biotita secundaria que se asigna a la edad de la mineralización.

#### *Depósitos tipo skarn de Fe*

En el área de Pueblo Viejo se ha minado una docena de *skarns* de Fe en el **Distrito Maimón-Hatillo** (Bowin, 1966). En parte la mineralización se presentaba in situ (**Sabana Grande, Las Lagunas**) y en parte como bloques de hasta 12 toneladas contenidos en arcillas lateríticas. Están vinculados a dioritas intruidas en caliza. La edad de las mineralizaciones es entre Eoceno tardío y Oligoceno temprano (Kesler *et al.*, 1981; Nelson, 2000) de acuerdo con dataciones K-Ar de la diorita asociada.

Las rocas de arco volcánico y los sedimentos asociados están regionalmente cubiertos por depósitos sedimentarios del Eoceno Superior a Reciente, que postdatan al magmatismo de arco de islas (Mann *et al.*, 1991; Dolan *et al.*, 1998; Krebs *et al.*, 2008).

En el tercio sur de la isla afloran basaltos, interpretados como parte del *CLIP* (Maurrasse *et al.*, 1979; Sen *et al.*, 1988; Mann *et al.*, 1991).

En el Eoceno-Reciente una falla transformante movió la isla Española hacia el este con respecto al segmento cubano. El deslizamiento lateral se dividió en dos sistemas de fallas: el Oriental-Septentrional en el norte y el sistema de fallas Walton-Enriquillo-Plantain Gardenin en el sur.

### 3.4. PUERTO RICO

La isla de Puerto Rico se encuentra al este de Española. Las rocas del Arco Magmático de las Antillas Mayores ocupan gran parte de la isla, al sur de una estrecha franja de estratos marinos post-Eocenos que cubren la costa norte. El arco cubre una *mélange* con matriz de serpentinita (Bermeja Complex) que contiene bloques de peridotita, basalto, anfíbolita -con edades entre 130 y 75 Ma (Bandini-Maeder *et al.*, 2011) y chert con radiolarios del Jurásico Medio a Cretácico Superior (Jolly *et al.*, 2008; Laó-Dávila *et al.*, 2012).

En el suroeste de la isla afloran tres fajas de serpentinitas, de las cuales las dos más septentrionales están cubiertas por depósitos lateríticos portadores de níquel y cobalto.

#### *Depósitos lateríticos de Ni- Co*

Los principales depósitos vinculados con las serpentinitas del Cretácico Superior al Eoceno Inferior son **Guanajibo, Las Mesas y Maricao**. Mediante perforaciones se estimaron recursos para el conjunto de 90,5 Mt con 0,88% Ni y 0,08% Co (Heidenreich y Reynolds, 1959). Cram (1972) a partir de nuevos sondeos estimó para **Guanajibo** 37 Mt con 1,2% Ni. El estudio de elementos del grupo del Pt indica que las lateritas están enriquecidas en promedio 7,4 veces con respecto a las serpentinitas, alcanzando 340 ppb de *EGP* en **Maricao**. Se estima que los cuerpos lateríticos se formaron a partir del Eoceno medio.

El arco principal está compuesto por rocas volcánicas e intrusivas cretácicas, y una serie más joven de intrusivos, flujos volcánicos y rocas piroclásticas asociadas de edad paleocena a eocena. Las intrusiones incluyen cuarzodiorita, tonalita, cuarzomonzodiorita, granodiorita y granito (Gray *et al.*, 2014), con rocas volcánicas contemporáneas asociadas, principalmente basalto, andesita basáltica y andesita (Kesler *et al.*, 1975). Al igual que en Española se observa un hiato Cretácico Superior-Paleoceno

(Daniano) (Jolly *et al.*, 1998; García-Casco *et al.*, 2008a). Las volcanitas son cubiertas por sedimentitas eoceno-pleiocenas depositadas tanto en aguas someras como profundas (Larue, 1991). Una discordancia entre el Eoceno medio y el Oligoceno medio a Superior refleja la colisión de Puerto Rico contra la plataforma de Bahamas (Dolan *et al.*, 1991).

Se asocian al arco Paleógeno pórfiros de Cu-Au en el Distrito Utuado y mineralizaciones epitermales de alta sulfuración.

#### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Au*

Los depósitos de Cu-Au de pórfiros de **Tanamá** (y **Helecho**) se ubican a ~ 75 km al OSO de San Juan en el oeste de Puerto Rico. Comprende dos depósitos, separados por ~ 100 m de roca débilmente alterada. La mineralización se asocia con un grupo de tres cuerpos de pórfiro de tonalita de edad eocena, que intruyen una secuencia basáltica metavolcánica del Cretácico y rocas volcánicas y sedimentarias félsicas del Eoceno temprano (Cox, 1985). Las rocas volcánicas e intrusivas del Eoceno representan el evento ígneo terminal de un largo período de volcanismo y plutonismo relacionado con la subducción. En **Tanamá Norte** la mineralización de cobre está asociada a una alteración de biotita-clorita, y rodea un núcleo de baja ley caracterizado por anfíbol con hasta 10% en volumen de magnetita en vetas de cuarzo y como disseminaciones (Cox, 1985). **Tanamá Sur** presenta enriquecimiento supergénico con calcosina (Cox, 1985). En ambos depósitos, el cobre se limita generalmente al pórfiro tonalítico y la calcopirita está disseminada en lugar de presentarse en venillas. La alteración potásica está caracterizada por feldespato potásico en trazas, biotita y anhidrita. La alteración sericítica se superimprime en gran medida a las zonas de feldespato estables en los cuales cuarzo, clorita, biotita, anfíbol, epidoto, feldespato alcalino, magnetita, calcopirita y bornita son dominantes. La mineralización ha sido datada en 42 Ma (Cox *et al.*, 1975). Los recursos estimados totalizan 126 Mt con 0,64% Cu, 0,005% Mo, 0,38 g/t Au, 1,7 g/t Ag (Gray *et al.*, 2014).

Los depósitos de **Río Vivi** están ubicados a unos 10 km al SE de Tanamá. La mineralización del cobre se presenta como un conjunto de depósitos asociados a *stocks* tonalíticos del Eoceno que intruyen metabasaltos cretácicos (Barabas, 1971, 1977), si bien podrían representar segmentos fallados de un solo depósito (Lutjen, 1971). La mineralización ha sido datada en 41 Ma. Los cuerpos de mena individuales incluyen **Piedra Hueca**, de 450 x 250 m y recursos

de 33 Mt con 0,82% Cu; **Calá Abajo** que constituye un área de 1200 x 200 m con recursos de 72 Mt con 0,82% Cu, y el pequeño cuerpo de mineral rico en Au **Sapo Alegre** (Cox *et al.*, 1975; Bradley, 1971). El recurso combinado estimado es 218 Mt con 0,73% Cu, 0,002% Mo, 0,3 g/t Au y 1 g/t Ag (Gray *et al.*, 2014).

#### *Depósitos epitermales de Au-Ag*

Se han identificado cinco depósitos epitermales de alta sulfuración, de los cuales el principal es **Cerro Avispa**. Consiste en una zona de alteración hidrotermal que afecta volcanitas y brechas volcánicas de composición basáltica a andesítica con intercalaciones de areniscas de la Formación Robles, de edad cretácica superior. El área mineralizada, localizada hacia el sector noroccidental del área alterada consiste en vetas de cuarzo en una área silicificada y piritizada, con mineralización de calcopirita y esfalerita y contenidos de Au entre 3 y 434 g/t y 31 a 527 g/t Ag. Los sectores con más sulfuros han dado valores de 2,1% Cu, 1,2% Zn y 15,1% Pb (Weaver, 1992). Los fluidos hidrotermales estarían relacionados con diferenciados magmáticos tardíos del batolito San Lorenzo canalizados en fallas NO-SE. Un pórfiro relacionado con esta etapa tardía del batolito fue datado en 57 Ma (Smith *et al.*, 1998). Otra manifestación asignada a este modelo es **Cerro La Tiza**, consistente en una área de alteración de cuarzo-alunita, en la que se ha identificado caolinita, halloysita y pirofilita, con 0,5% Zn y 0,16 g/t Au (Bawiec, 1998).

La fosa de Puerto Rico, al norte de la isla conecta con la fosa de las Antillas Menores. La convergencia es muy oblicua y el movimiento es casi del tipo transformante, lo que explicaría la ausencia de un arco magmático activo (Boschman *et al.*, 2014). Como respuesta a este movimiento se generó la faja corrida Muertos, debajo de la cual hay rocas sedimentarias de edad miocena inferior y más antiguas. Hay rocas más jóvenes incorporadas en la propia faja corrida, que aún está activa (ten Brink *et al.*, 2009).

## 4. ARCO DE LAS ANTILLAS MENORES

La parte oriental de la placa del Caribe consiste en una serie de zonas de orientación N-S que incluyen, de oeste a este, la cordillera de Aves, la Cuenca de Granada, el Arco de las Antillas Meno-

res, la Cuenca de Tobago y el Prisma Acrecional de Barbados.

El arco de las Antillas Menores es el arco volcánico activo asociado con la subducción hacia el oeste de la litosfera oceánica atlántica debajo de la placa Caribe. Dataciones K-Ar indican edades del arco de volcanismo desde 38 Ma hasta el presente (Briden *et al.*, 1979).

#### *Depósitos epitermales, tipo pórfiro y skarns*

Los prospectos y depósitos en el arco de las Antillas Menores corresponden a los siguientes modelos de mineralización: oro epitermal, *skarns* relacionados con plutones graníticos, depósitos de pórfiro de cobre ricos en oro, y depósitos de placer. Incluyen prospectos de *skarn* auríferos en San Bartolomé de edad eocena, brechas mineralizadas de Antigua de edad pliocena, y sistemas epitermales tipo *hot-spring* en Santa Lucía, Puerto Rico, Montserrat, Nevis y otras islas con edades desde el Cretácico hasta el Reciente. Una ocurrencia en St. Johns es clasificada como un depósito tipo VMS. Los depósitos de placer fueron de importancia económica durante los siglos XVI y XVII.

También se ha identificado alteración hidrotermal propia de sistemas tipo pórfiro en varias de las islas de las Antillas Menores (Beaufort *et al.*, 1990; McKelvey, 1995), tal como el depósito **Deux Branches** en Dominica (Harris-Charles y Pemberton, 2007).

#### *Cortezas de Mn hidrotermales submarinas*

Halbach *et al.* (2002) identificaron inmediatamente al oeste del arco de las Antillas Menores depósitos de crustiformes de óxidos de Mn. En la **Dorsal de Montserrat** se reconocieron cortezas de hasta 27 cm con leyes de 29 a 55% Mn, 0,6 a 3,8% Fe, 714 ppm Ni y hasta 0,14% Pb. La mineralización consiste en todorokita, birnessita, psilomelano y aragonita. Otros sitios se localizan al **NNO de Dominica** (23,6% Mn, 8,15% Fe y 657 ppm Ni) y en la **Cuenca de Kaohuanne** al SSE de Montserrat donde se identificó calcopirita, pirita y nontronita en los sedimentos (Carey *et al.*, 2016), en tanto las cortezas contienen 40,8% Mn y 5,15% Fe. Se interpretó que estas costras, de origen hidrotermal podrían representar el encape de cuerpos de sulfuros masivos.

#### *Chimeneas hidrotermales*

Hay evidencias de actividad hidrotermal submarina a baja profundidad en la **Bahía Soufrière** y 2 km al oeste de este sitio, al SO de Dominica, con temperaturas de 75°C y depósito de ferrihidrita, así como

en el cráter submarino **Kick'em Jenny**, al norte de Grenada, con fluidos que alcanzan temperaturas de 240°C y depositan ferrihidrita, sílice amorfa, goethita y baritina, y presentan contenidos anómalos de Zn, Cu y Ni (Halbach *et al.*, 2002). También podrían indicar la presencia de sulfuros masivos en profundidad.

El prisma de Barbados, que está expuesto en la isla homónima, es un prisma de acreción que se formó a lo largo de la zona de subducción de las Antillas Menores entre el Eoceno temprano y el presente (Speed y Larue, 1982). Los sedimentos que constituyen la mitad sur del prisma fueron aportados por el río Orinoco.

La cresta de Aves es un arco de islas remanente, interpretado como parte del Gran Arco del Caribe (Burke, 1988; Bird *et al.*, 1993). Está constituida por granodiorita, diabasa, basalto porfirico y metabasalto (Fox y Heezen, 1975; Neill *et al.*, 2011). El arco estuvo activo al menos entre el Cretácico Tardío y el Paleoceno -88 a 59 Ma- (Fox y Heezen, 1975; Pinet *et al.*, 1985; Bouysse, 1988). Debido al retroceso de la losa descendente del Proto-Caribe, el volcanismo cesó en la cordillera de Aves y migró al Arco de las Antillas Menores, dividiendo el antearco en dos cuencas, las Cuencas de Granada y Tobago.

## 5. TRINIDAD Y TOBAGO, ISLA MARGARITA Y LAS ANTILLAS DE SOTAVENTO

Las Antillas de Sotavento (Aruba, Curazao, Bonaire, Las Aves, Los Roques, La Orchilla, La Blanquilla, Los Hermanos y Los Testigos), Isla Margarita (Indias Occidentales) y Trinidad y Tobago se encuentran en el Mar Caribe frente a la costa de Venezuela, cerca del límite entre las placas Caribe y Sudamericana.

Trinidad es considerada parte del continente sudamericano y comprende basamento continental, rocas volcánicas cretácicas que documentan la apertura del océano proto-Caribe (Neill *et al.*, 2014) y sedimentos mesozoicos y cenozoicos.

La isla de Tobago comprende rocas de arco de isla oceánico de edad cretácica (Grupo Volcánico Tobago y Plutón Tobago) La parte austral de la isla está cubierta por sedimentos pliocenos a recientes (Snoké *et al.*, 2001; Neill *et al.*, 2012). El magmatismo y metamorfismo en Tobago es considerado parte del Gran Arco del Caribe (Burke, 1988).



Isla Margarita (Venezuela) es interpretada como un fragmento del margen noroeste de Sudamérica metamorfozada cuando colisionó el Gran Arco del Caribe y el margen continental sudamericano hace aproximadamente 100–90 Ma. Este fragmento fue incorporado a la placa del Caribe, intruido por intrusivos con afinidad de arco de islas y desplazado hacia el este a lo largo del margen sudamericano hacia su posición actual (Maresch *et al.*, 2009).

Aruba, Curaçao, La Blanquilla y Gran Roque contienen rocas de arco de islas comparables con la cresta Aves (Neill *et al.*, 2011), con edades entre 89 y 58 Ma (van der Lelij *et al.*, 2010; Wright and Wyld, 2011).

Bonaire contiene rocas de arco de isla con edades entre 112 y 95 Ma que se interpreta se formaron por encima de un manto deprimido (Thompson *et al.*, 2004; Wright y Wyld, 2011).

#### *Depósitos de magnesita*

Los depósitos de magnesita en el NE de la Isla Margarita están asociados con rocas ultrabásicas, peridotitas y dunitas serpentinizadas. La magnesita se presenta en bolsones, vetas y filones, con espesores de milímetros hasta 2 metros. Los depósitos de mayor interés económico son **Loma de Guerra, La Estancia, Valle de Pedro González, Manzanillo y La Sabana**, para los cuales se estima un volumen de magnesita recuperable de 6,1 Mt con promedio de 4,2% de SiO<sub>2</sub>, 1% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,3% de CaO y 45,2% de MgO (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de fosfatos asociados con sedimentos químicos y biogénicos*

En el archipiélago de Los Roques (Venezuela), llama la atención la ocurrencia de rocas fosfáticas **Gran Roque**, asociadas a un complejo ígneo-metamórfico, donde la fosfatización extensiva se sigue a lo largo de los contactos entre las rocas intrusivas félsicas y metamórficas. El proceso de fosfatización se ha explicado como asociado a acumulación de guano o como un proceso complejo de asimilación de fosfatos preexistentes por parte del magma félsico (Petrasch y González, 2011).

#### *Depósitos de sal asociados con sedimentos químicos*

En el extremo N de la pequeña Isla Coche, al S de la Isla Margarita, se encuentra el depósito de sal generado a partir de la evaporación de las aguas marinas denominado **salinas de Isla Coche** para las

cuales se estimó una producción anual de 18.000 t (Rodríguez, 1986).

## 6. ZONA DE SUTURA DE MOTAGUA

El límite norte actual de la placa Caribe es un límite transformante lateral izquierdo que se extiende desde el oeste de Guatemala hasta la zona de subducción de las Antillas Menores. La parte occidental del límite de la placa consiste en un sistema de fallas en el centro de Guatemala y la Depresión de Caimán. Este sistema de fallas intracontinental separa el bloque norteamericano de Yucatán (sur de México, Belice y norte de Guatemala, también conocido como el Bloque Maya) en el norte, del Bloque de Chortis continental en el sur, que en la actualidad pertenece a la placa del Caribe.

La zona de sutura de Motagua (fig. 7) expone un conjunto complejo de relictos de fondo oceánico, complejos metamórficos y volcanitas, en cinturones con tendencia oeste a este, separados por fallas y zonas de cizallamiento (Ratschbacher *et al.*, 2009). Las características principales en la zona de falla son, de norte a sur, la falla Polochic, la zona de cizalla Baja Verapaz (una zona de milonita de esquistos verdes de 5–10 km de ancho), la zona de Motagua y la falla de Jocotán (Ortega-Obregón *et al.*, 2008; Ratschbacher *et al.*, 2009).

El basamento del bloque de Yucatán está expuesto en el Grupo Santa Rosa al norte de la falla Polochic y en el complejo Rabinal entre la falla Polochic y la zona de cizalla de Baja Verapaz. Ambos contienen sedimentos paleozoicos y localmente algunas intrusiones félsicas.

Al sur de la sutura de Motagua hay dos complejos metamórficos que se interpretan como el basamento del Bloque Chortis: el complejo Sanarate en el oeste y el complejo Las Ovejas en el este (Ratschbacher *et al.*, 2009). El complejo de Sanarate contiene metapelitas jurásicas y el complejo de Las Ovejas se caracteriza por rocas volcánico-sedimentarias precámbrico-paleozoicas que han sufrido metamorfismo en facies de anfibolitas durante el Cenozoico (Ratschbacher *et al.*, 2009).

Entre la zona de cizallamiento de Baja Verapaz y la falla de Motagua, al sur, aflora el complejo de Chuacús, que contiene rocas y granitoides metamórficos, de alto grado, del Paleozoico-Triásico.

El metamorfismo en el granito de Rabinal y el complejo de Chuacús y el cizallamiento en la zona de Baja Verapaz se interpretan como resultado de la colisión oblicua en el Campaniano-Maastrichtiano

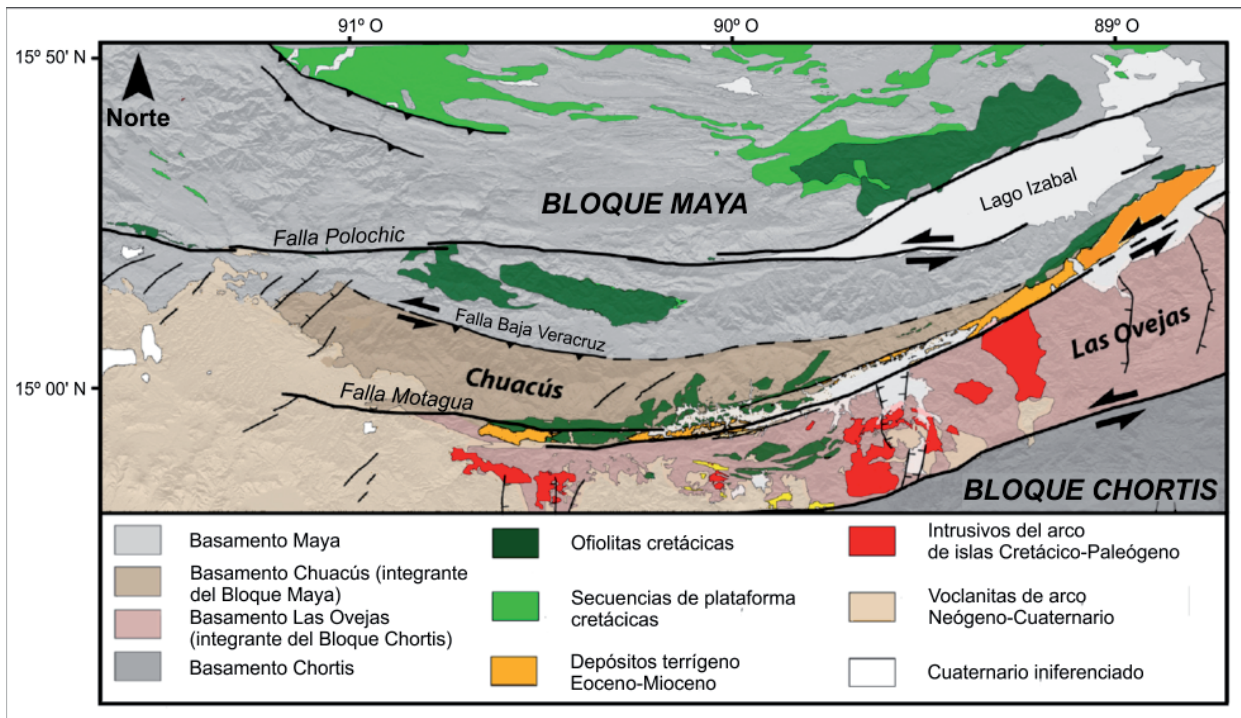


Figura 7. La zona de sutura de Motagua (modificado de Simon-Labric *et al.*, 2013)

del Gran Arco del Caribe que empujó sobre el margen sur del bloque de Yucatán.

Sobre el bloque de Yucatán hay dos napas ofiolíticas dominadas por harzburgita emplazadas hacia el norte del complejo El Tambor: la unidad de la Sierra de Santa Cruz en el este, al norte de la falla Polochic y la unidad de Baja Verapaz al sur de esa falla (Giunta *et al.*, 2002; Solari *et al.*, 2013).

El carácter de corta duración de los sistemas de arco en la zona de falla de Motagua indica que no son parte del Gran Arco del Caribe, que se encuentra más al sur (bloque Siuna).

La metalogenia de la zona de falla Motagua incluye el desarrollo de lateritas níquelíferas sobre los macizos ultramáficos y depósitos orogénicos de Au y Sb vinculados con colisión registrada hacia el Cretácico superior en esta región.

*Depósitos orogénicos de Au, Sb y W*

El distrito de **Ixtahuacán**, localizado en el oeste de Guatemala, comprende las minas **Anabella** y **Los Lirios** que han estado en producción desde 1958. La producción total se estima en 27,000 t de Sb y 600 t de W. También hubo una producción menor de oro (8700 oz) a partir de arsenopirita aurífera. Un programa de perforación realizado en 1999 (Cosillo, 1996 en Nelson, 2007) definió un recurso de oro de 1,5 a 2,0 Mt con 5,4 g/t Au y 2,3% Sb en **Los Lirios** y 4 a 5 Mt con 2,6 g/t de Au y 0,5% de Sb en **Anabella**. Ambos depósitos están ubicados justo al norte de la falla de

Polochic, una de las tres fallas de deslizamiento en la zona de sutura de Motagua. La roca de caja incluye rocas sedimentarias marinas del Paleozoico superior (lutitas y areniscas de la Formación Tactil y calizas de la Formación Chochal) plegadas y afectadas por fallas de empuje que albergan la mineralización. La mineralización consiste en arsenopirita, pirita, estibina y scheelita en una ganga de cuarzo y calcita. El contenido de sulfuros varía desde 1- 2% hasta 15% en volumen. La estibina se presenta en vetas de cuarzo-anquerita con longitudes individuales de hasta 5 m y potencias de hasta 0,5 m, y como lentes masivas. La scheelita ocurre localmente como reemplazo de horizontes de caliza. La arsenopirita aurífera se encuentra en las vetas de cuarzo-anquerita y diseminada en la roca de caja. Se interpreta que los depósitos de Ixtahuacán se formaron a partir de fluidos meteóricos profundos con baja a moderada salinidad y baja temperatura (160-190° C) (Guillemette, 1991) que podrían representar la parte superior de sistemas mesotermales orogénicos. Dentro de la zona de sutura de Motagua, el grado metamórfico es más alto y la mineralización del oro se asocia con vetas de cuarzo post-metamórficas. Ocurrencias orogénicas de oro similares se encuentran en el norte de Nicaragua, donde otra zona de sutura probable es paralela a la falla de Guayape.

*Depósitos epitermales de Au-Ag*

El mayor descubrimiento de oro en América Central durante el último cuarto de siglo es el depósito

**Marlin**, un depósito tipo *stockwork* relacionado a un *hot-spring* en el oeste de Guatemala descubierto en 1998. La mineralización consiste en *stockworks* de cuarzo lechoso a color crema. Los pseudomorfos de cuarzo a partir de calcita son comunes. Los minerales de alteración hidrotermal consisten en sericita y adularia. El recurso medido e indicado en el momento actual es de casi 3 Moz Au (53,8 Mt con 1,7 g/t de Au y 24,4 g/t de Ag con una ley de corte de 1 g/t Au).

Las rocas de caja del depósito incluyen tobas bien estratificadas y rocas epiclásticas sobrepuestas y localmente intruidas por pórfiro diorítico que se asignan al Mioceno superior-Plioceno. Esta sección, conocida como Complejo Marlin, alberga la mineralización en *stockwork*. Debajo del depósito de *stockwork*, hay andesitas con alteración propilítica atravesadas por venas o canales de alimentación subverticales. La sección mineralizada está expuesta en una ventana de erosión en tobas cuaternarias suprayacentes que cubre gran parte de la Cordillera Central de Guatemala y la vecina Honduras.

Se han identificado tres estilos de mineralización: *stockworks* de cuarzo, grandes vetas de cuarzo y zonas silicificadas. El *electrum* es ocasionalmente visible en muestras de mano y los sulfuros ricos en plata (acantita, argentita) son comunes. La mayor parte del oro es de grano fino y se asocia con pirita, aunque se ha observado oro libre en las vetas de cuarzo.

La alteración es zonada, a partir de un núcleo central con fuerte silicificación hacia el exterior a través de la alteración argílica a propilítica. La oxidación se extiende hasta una profundidad de 50 a 100 m. Los prospectos de oro cercanos, identificados después que Marlin fue descubierto, incluyen **San Bartolo**, **Los Chocoyos**, **La Hamaca** y **Jesse**.

### *Depósitos lateríticos de Ni*

El proyecto **Mayaniquel**, en Guatemala, comprende los depósitos **Sechol** y **Chatala** (Prenn *et al.*, 2012). Los cuerpos ultramáficos tienen un promedio de 80 km de longitud y hasta 20 km de ancho y consisten predominantemente de harzburgita (olivino + piroxeno) y peridotitas con pequeños cuerpos locales menores de dunita y piroxenita. Las intrusiones gabroicas son localmente comunes. Los ultramáficos están fuertemente serpentinizados y presentan contactos de falla.

Los perfiles de laterita se desarrollan en una vieja superficie de intemperización que ahora consiste en terrazas y crestas aisladas por valles escarpados

cortados por erosión posterior. Los perfiles de laterita pueden tener un espesor de hasta 50 m, y se caracterizan por tres unidades principales: limonita, transición y saprolita. Las unidades descritas dentro del perfil degradado son productos alterados de forma variable de las litologías subyacentes ultramáficas y máficas.

El níquel se concentra como resultado de la acumulación residual, ya que la mayoría de los componentes de la roca ultramáfica se eliminan durante el proceso de intemperización. Las concentraciones más altas de níquel ocurren típicamente en la zona de transición (entre limonita y saprolita) y en las zonas superiores de la saprolita.

La limonita se caracteriza por su química que es rica en hierro y pobre en magnesio. Es un suelo arcilloso de color rojo a marrón oscuro, contaminado por material orgánico y ceniza volcánica. Las concentraciones de níquel son típicamente bajas. La zona de transición, como su nombre lo indica, representa un contacto gradual entre la limonita superior y la saprolita inferior. El material de transición se reconoce por la tenue conservación de las texturas de la roca original. La zona es de color verdoso a amarillo-marrón. La saprolita es rica en magnesio con bajo contenido de hierro y bajo contenido de cobalto. El color varía de amarillo-verde a marrón verdoso; se presenta en dos formas: saprolita terrosa donde la roca madre ha sido completamente meteorizada, pero conserva su textura y apariencia originales; y saprolita rocosa o "*saprock*", donde se observan fragmentos de roca no meteorizada dentro de una matriz de saprolita terrosa. El níquel está alojado principalmente en la serpentina, pero también puede presentarse en clorita y garnierita.

En general, los depósitos de laterita dentro del área del proyecto promedian alrededor del 30% de limonita, el 10% de transición y el 60% de saprolita por volumen. Prenn *et al.* (2012) indican recursos medidos totales de 6,5 Mt con 1,59% Ni; indicados de 70 Mt con 1,38% Ni e inferidos de 41,79 Mt con 1,33% Ni.

En Honduras, relacionados con las rocas ultrabásicas, se ubican yacimientos lateríticos de níquel, como el depósito de la isla Barbereta.

## 7. AMÉRICA CENTRAL

El límite occidental de la placa del Caribe es la Fosa de América Central, donde ocurre la subduc-



ción hacia el este de la placa de Cocos y antes del Mioceno de la placa de Farallón (Barckhausen *et al.*, 2008), debajo de la placa Caribe. El puente terrestre de América Central se puede dividir en varios bloques tectónicos, de norte a sur, que incluyen: el Bloque Chortis, el Terreno Chortis austral, el Bloque Siuna, el Bloque Chorotega y el Bloque o miniplaca Panamá-Chocó.

### 7.1. BLOQUE CHORTIS

El Bloque Chortis comprende el sur de Guatemala, Honduras y el norte de Nicaragua. Forma la única área emergente de corteza continental precámbrica a paleozoica de la actual Placa Caribe y que fuera probablemente parte del continente de América del Norte antes del Cenozoico. Rogers *et al.* (2007) interpretan que el Bloque está constituido por tres terrenos tectónicos: i) el terreno Chortis Central con afloramientos de rocas metamórficas grevillianas a paleozoicas (1 Ga a 222 Ma) y una serie de batolitos que constituyen un arco magmático del Cretácico superior-Paleógeno en su parte norte; ii) el terreno Chortis Oriental que comprende afloramientos de rocas metasedimentarias jurásicas y iii) el terreno Chortis Austral, interpretado como un arco insular acrecionado (Rogers *et al.*, 2007) en época incierta y que probablemente representa un fragmento del terreno Guerrero de México (Dickinson y Lawton, 2001); comprende un afloramiento de basamento metaígneo y una extensa área con rocas piroclásticas neógenas adyacente al arco volcánico de América Central.

El bloque está delimitado por la zona de falla transcurrente izquierda Motagua hacia el norte y una transición geológica de basamento interpretada como un antiguo margen pasivo (Rogers *et al.*, 2007) hacia el sur y el oeste. El área al sur de la falla de Guayape (llamada Chortis Oriental por Rogers *et al.*, 2007), se interpreta como un margen continental extendido del Bloque Chortis, que se formó cuando todavía era parte de la placa norteamericana durante la apertura jurásica del Proto Océano del Caribe (Rogers *et al.*, 2007). James (2007), por su parte, interpreta que la zona de Motagua es una continuación occidental del sistema Cayman, correspondiente al desplazamiento de los bloques Maya y Chortis, con historia geológica similar y que nunca estuvieron separados por corteza oceánica.

El movimiento sinistral a lo largo del sistema de fallas de Motagua indica un movimiento hacia el este del Bloque Chortis con respecto al bloque

de Yucatán. Los modelos tectónicos (por ejemplo, Ross y Scotese, 1988; Pindell y Barrett, 1990; Moran-Zenteno *et al.*, 2009) sugieren que el Bloque Chortis estaba ubicado a lo largo del margen suroeste de México antes de su desplazamiento y que se transfirió de la placa de América del Norte al Caribe mediante la formación de la zona de sutura Motagua. Esta correlación proporciona una estimación del desplazamiento del Bloque Chortis con respecto a América del Norte de 900 km (Moran-Zenteno *et al.*, 2009).

Al norte de la zona de falla Motagua, en territorio de México, se tiene el terreno Juárez o Cuicateco, que consta de un basamento metavolcánico y metasedimentario Jurásico (Sedlock *et al.*, 1993) que Rogers *et al.* (2007) hacen equivalente al terreno Chortis Oriental.

#### *Depósitos magmáticos de Ti-Fe*

En la parte oriental del estado de Chiapas, ya fuera del límite occidental del área del presente trabajo, hay una mineralización de titanio, níquel y cromo; corresponde a tres ocurrencias agrupadas en el depósito **Motozintla**, con mineralización de ilmenita, rutilo y óxidos de hierro como lentes emplazadas en rocas volcanosedimentarias metamorfolizadas y anortositas con gabros y unidades ultramáficas asociados. Estas podrían relacionarse con fragmentos mesoproterozoicos vinculables con terrenos grevillianos.

#### *Depósitos tipo IOCG (?)*

Se relacionan con el arco magmático de edad miocena las mineralizaciones **El Carmen**, datada en 12-13 Ma y **Cerro Colorado**, datada en 18 Ma (Clark y Fitch, 2009); están vinculadas a intrusivos graníticos alojados en calizas cretácicas y comparten características de *skarns* e IOCG.

#### *Depósitos tipo pórfiro y epitermales Au-Ag*

Sobre el terreno Juárez se desarrolla el extremo sudoriental de la Provincia Alcalina Oriental Mexicana que presenta edades entre el Eoceno y el Plioceno-Pleistoceno. Se desarrolla en el trasarco y comprende términos intrusivos y efusivos con características geoquímicas de intraplaca. Con esta faja magmática se relacionan espacialmente depósitos tipo pórfiro, *skarns* y epitermales, tales como **Ixhuatán**, datado en 2,8 Ma y **Santa Fe**, datado en 2,29 Ma (Camprubí, 2013).

La propiedad de **Ixhuatán** está ubicada en la parte noroccidental del estado de Chiapas, a aproxima-



damente 100 kilómetros al sur de la ciudad de Villahermosa, Tabasco. Representa un proyecto de exploración avanzada que contiene una serie de zonas mineralizadas, incluidos el depósito **Campamento** de Au-Ag y el prospecto **Cerro La Mina** de Cu-Mo-Au (Seccombe y Giroux, 2011). En el área se alojan varios estilos distintos de mineralización en y alrededor de los flancos sur y oeste de un estratovolcán shoshonítico erosionado. En **Cerro La Mina** la mineralización es del tipo telescopado, con un sistema tipo pórfiro de Cu-Mo-Au al que se superpone un sistema epitermal que en niveles altos es del tipo de alta sulfuración rico en Au y pobre en Cu. La mineralización consiste en pirita, calcopirita, molibdenita, arsenopirita subordinada, y bornita poco frecuente. En parte hay reemplazos de calcopirita y bornita por covelina, digenita e idaíta a las que se asocia enargita. La alteración en **Cerro La Mina** consiste en una asociación de alta sulfuración superpuesta a una alteración potásica (feldespato potásico-biotita-pirita-apatita) típica de un sistema porfirico; la primera consiste en caolinita-sericita y alteración argílica avanzada (dickita-alunita-pirofilita-caolinita) con la que se asocia mineralización aurífera. La exploración en **Cerro La Mina** interceptó más de 600 m de roca mineralizada con contenido promedio de 0,68 g/t Au, 2,71 g/t Ag, 0,28% Cu y 288 ppm Mo.

**Campamento** es un *stockwork* de vetillas en las que predomina el carbonato. La mineralización consiste en kutnahorita, oro nativo, *electrum*, argentita, acanthita, sulfosales (tetrahedrita-tenantita y polibasita) y telururos de Ag (cervelleita y benleonardita) que acompañan a una mineralización polimetálica constituida por pirita, esfalerita, calcopirita y galena. La alteración hidrotermal consiste en illita, esmectita, calcita y rutilo. En menor proporción hay adularia, sericita, clorita, epidoto, feldespato potásico, sodalita y carbonato. Además, hay carbonatos de ETR. Las asociaciones indican una fuente ígnea fuertemente alcalina que podrían responder al modelo Cripple Creek (Clark, 2005, en Seccombe y Giroux, 2011). El depósito **Campamento** consta de un núcleo de alta ley (>5 g/t Au) rodeado por una zona de menor ley (aproximadamente 1,0 g/t Au). El depósito parece estar controlado dentro de una zona de fracturamiento fuerte. Esta zona tiene al menos 110-150 m de ancho, rumbo ENE-NE, inclinación subvertical y al menos 350 m en el sentido del rumbo. La intersección de mayor ley arrojó un promedio de 12 g/t Au y 63,7 g/t Ag en 100,3 m de perforación. En Campamento se identificaron 17,5 Mt de recursos

medidos e indicados con 1,84 g/t Au y 7,8 g/t Ag y 21,7 Mt de recursos inferidos con 1,0 g/t Au y 3,23 g/t Ag

#### *Depósitos tipo skarn Au-Cu*

Los principales depósitos de la propiedad **Santa Fe (Santa Fe, El Cobre, San Sebastián y La Victoria)** son interpretados como mineralizaciones tipo *skarn* de Au-Cu asociados a un endoskarn rico en wollastonita y zonas de *exoskarn* (Giroux, 2006, en Seccombe y Giroux, 2011). En **Santa Fe**, la mineralización consiste en calcopirita, bornita, molibdenita, calcocita, enargita, galena, esfalerita, pirita aurífera, linneita y fahlita con oro asociado a los minerales de cobre. **El Cobre** consiste en una brecha hidrotermal con fragmentos de *skarn* cementados con cuarzo calcedónico, pirita, especularita y calcopirita menor, calcocita, malaquita y crisocola. El depósito **La Victoria** es una chimenea de brecha que contiene fragmentos angulares a redondeados de granodiorita y monzonita fuertemente silificados, sericitizados y cloritizados, caliza, cuarzo y *skarn*. La brecha contiene calcopirita, enargita, galena, esfalerita, tetraedrita y magnetita. Presenta una silificación generalizada con abundantes cavidades, algunas rellenas con cuarzo calcedónico, que también reemplaza a los minerales sulfurados. La calcedonia lleva significativos contenidos de oro y plata. Las leyes promedio para la zona mineralizada son 2,4 g/t Au, 120 g/t Ag, 1,30% Pb y 0,6% Cu.

## 7.2. BLOQUE SIUNA

Al sur del terreno compuesto de Chortis se encuentra el bloque Siuna, compuesto por volcanitas, peridotitas serpentinizadas y cumulos ultramáficos asociados, y sedimentos ricos en carbonatos. El bloque Siuna se interpreta como un arco de islas del Cretácico Inferior, desarrollado en basamento oceánico, probablemente parte del Gran Arco del Caribe, desarrollado en fondo oceánico y acrecionado sobre el Bloque Chortis en el Cretácico tardío (Venable, 1994; Rogers *et al.*, 2007).

#### *Depósitos tipo pórfiro Au-Cu*

En el ámbito del bloque Siuna se desarrollaron rocas asignables al arco Chorotega, al que se asocian numerosos sistemas mineralizados que incluyen *skarns* auríferos, *skarns* cupríferos, sistemas de pórfiro de Au-Cu y sistemas vetiformes epitermales auríferos de baja sulfuración, localizados en Nicaragua. Los ejemplos incluyen el sistema mineralizado de pórfiros Au-Cu de **Los Lirios (El Triunfo)**, donde los

flujos dacíticos y basálticos del Terciario tardío y los aglomerados del Grupo del Padre Miguel han sido intruidos por un complejo de pórfiro tonalítico y andesita que puede ser parte de una intrusión mayor en profundidad (Maya Gold Corp., 2001, en Gray *et al.*, 2014). El área está coronada por flujos de basalto cuaternarios. La mineralización anómala se produce en un área de 1 x 0,5 km de ancho, alojada por una cúpula de dacita brechada y un nivel piroclástico con alteración de cuarzo-sericita-pirita. Las intersecciones incluyen 218 m con 0,51 g/t de Au y 0,32% de Cu (Gray *et al.*, 2014).

El depósito de pórfiro de Au-Cu **Primavera** se encuentra dentro de rocas intrusivas volcánicas y dioríticas afectadas por alteraciones potásica y propilítica. La alteración potásica es intensa, dominada por feldespato K, biotita y magnetita. La mineralización de calcopirita y bornita se aloja principalmente en un *stockwork* de vetas de cuarzo, con un contenido total de sulfuro bajo. Se ha publicado un recurso inferido de 45 Mt con 0,54 g/t Au, 1,15 g/t Ag, 0,22% Cu con una ley de corte de 0,5 g/t Au (McCracken, 2017).

#### *Depósitos tipo skarn*

La mineralización tipo *skarn* de mina **La Luz** en el **distrito Siuna** se desarrolla en un área de tendencia NNE de 12 x 1 a 2 km, y se encuentra en una secuencia dominante de sedimentos de la Formación Todos Santos, que comprende caliza masiva con intercalaciones de capas delgadas de caliza impura, grauvacas, arcosa, cuarcita y conglomerados y en menor proporción tobas y andesita, que se conocen como la Serie de Minas. Estas unidades han sido alteradas a un *skarn* granatífero al que se sobrepone una mineralización de tipo retrógrada de epidoto±clorita. Dentro de las áreas de *skarn* rico en epidoto, hay zonas pequeñas con pirita diseminada, calcopirita, esfalerita y hematita que albergan concentraciones auríferas previamente explotadas en La Luz (Pleash y Hopper, 1963). La producción pasada comprende 17 Mt con 3,6 g/t de Au (Gray *et al.*, 2014). Exploraciones recientes en el proyecto Cerro Aeropuerto han permitido identificar recursos inferidos que totalizan 6 Mt con 3,64 g/t Au y 16,16 g/t Ag (McCracken, 2011).

La mina de cobre **Rosita**, a 50 km NE de Siuna y 10 km al norte de Primavera, produjo 4,9 Mt con 2,57% Cu, 0,03 g/t Au, 15,22 g/t Ag desde mediados de los años sesenta hasta principios de los ochenta. Se han estimado recursos inferidos de 7,95 Mt con 0,62% Cu, 0,46 g/t Au, y 9,2 g/t Ag en stockpiles, además

de la mena in situ de sulfuros, estimada en 9,92 Mt con 1,26% Cu y 0,59 g/t Au (Wu, 2012). En el área afloran calizas plegadas y falladas de la Formación Todos Santos, superpuesta por una secuencia de rocas andesíticas a basálticas, que han sido intruidas por un complejo de aproximadamente 8 km de diámetro de *stocks* y *plugs* de diorita, cuarzdiorita, granodiorita, monzonita de cuarzo y granito, con formación de un extenso *skarn* de granate-epidoto asociado y alteración hidrotermal. La principal mineralización se encuentra en el flanco sur de una pequeña intrusión diorítica dentro de este complejo, en un horizonte de *skarn* de unos 150 m de espesor. La mineralización de sulfuros primarios consiste en calcopirita masiva o diseminada, asociada a clorita, magnetita, pirrotina y pirita; hay enriquecimiento secundario consistente en zonas con calcosina. Regionalmente se han datado intrusivos dioríticos, comunes en la mina Rosita, en  $61,1 \pm 2,3$  Ma (Venable, 2001), por lo que se asigna a la mineralización una edad paleocena.

#### *Depósitos epitermales auríferos*

El proyecto **Eastern Borosi** consiste en un sistema epitermal de baja sulfuración que comprende vetas de cuarzo, *stockworks* y brechas hidrotermales. Comprende las vetas **La Luna** y **Riscos de Oro** alojadas en tobas dacíticas y andesíticas y andesitas porfíricas, 20 km al NE de la localidad de Rosita, Nicaragua. Las vetas alcanzan una extensión de 1,5 kilómetros. Hay asociada alteración propilítica, argílica y silicificación. Las vetas de cuarzo (con presencia local de amatista y carbonatos) contienen pirita y cantidades menores de galena, esfalerita, calcopirita, acantita, sulfosales de plata y *electrum*. Los recursos totalizan inferidos alcanzan 4,4 Mt con 4,93 g/t Au y 80 g/t Ag (Ciuculescu, 2018).

### 7.3 BLOQUE CHOROTEGA

Las rocas sin aparente metamorfismo más antiguas de Centroamérica son fragmentos del fondo oceánico Jurásico y Cretácico. Estas rocas máficas y ultramáficas ocuparon la cuenca caribeña que se abría y se preservaron como cuñas acrecionadas a la costa occidental de Centroamérica (penínsulas de Nicoya y Osa en Costa Rica y Azuero en Panamá), en el oriente de Panamá, (el Bloque Chocó) y posiblemente en Nicaragua oriental (Venable, 1994). Encajan depósitos pequeños y auríferos de sulfuros masivos y pequeños depósitos de manganeso de fondo oceánico. Hay cromititas podiformes en la península de Santa Elena, nódulos de manganeso

y hallazgos locales de mineralizaciones VMS tipo Chipre en las ofiolitas del Complejo de Nicoya (U.S. Geological Survey *et al.*, 1987).

El Bloque Chorotega en la parte occidental de Panamá está constituido por rocas de arco volcánico del Campaniano Tardío al Paleógeno en las regiones de Soná, Península de Azuero y Changuinola, y por fragmentos de corteza oceánica del Cretácico al Eoceno Medio en la parte suroeste de la península de Azuero (Buchs *et al.*, 2011). Un arco volcánico neógeno cubre parte del arco volcánico paleógeno más antiguo, expuesto al norte de la Península de Azuero (Wegner *et al.*, 2011).

#### *Depósitos de Mn volcanogénico*

En la Península Nicoya (Costa Rica) se han identificado 16 depósitos de Mn asociados a rocas máficas y pelágicas del Complejo Nicoya. Son depósitos exhalativos singenéticos de fondo oceánico en los que la mineralización se presenta en basaltos alterados a jaspes y zeolitas, en radiolaritas y en el contacto entre los anteriores. Entre los más importantes están los yacimientos **El Francés**, **Zapotillal** y **Playa Real**, con leyes entre 30 y 45% Mn (Castillo Muñoz, 1997). Los minerales primarios son los silicatos braunita, bementita y rodonita, en tanto los minerales en las menas residuales y supergénicas son pirolusita, psilomelano y wad (Roberts, 1944).

#### *Depósito tipo VMS*

Entre los cuerpos de sulfuros masivos tipo Chipre localizados en la Península Nicoya se citan **Punta Gorda**, con una mineralización de pirita, pirrotina y calcopirita y una ley de 2% Cu, con contenidos anómalos en Zn y Co, y **Santa Rosa** consistente en una lente de sulfuros masivos con un contenido de 7% Cu (Castillo Muñoz, 1997).

#### *Depósitos de cromita podiforme*

Los depósitos de cromita en la Península Santa Elena (Costa Rica) son del tipo podiforme y se localizan en dos áreas principalmente: **Cerros Calera-El Inglés** y **Cerros Santa Elena**. Los cuerpos de cromitita están asociados a peridotitas serpentinizadas, harzburgitas y dunitas intruidas por diques de microgabro. En promedio tienen un contenido de 48,5% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, si bien los cuerpos reconocidos son de pequeñas dimensiones (con contenidos individuales inferiores a las 130 t) (U.S. Geological Survey *et al.*, 1987), por lo que carecen de interés económico. Las cromititas están relacionadas con la diferenciación de un magma, posiblemente boninitico, inyectado en la cuña

astenosférica en una zona de subducción (Zaccarini *et al.*, 2011).

#### *Depósitos de placer de Fe*

Son depósitos de arenas negras con magnetita titanífera, producto de la erosión de los macizos ultramáficos de las Cordilleras de Guanacaste, Central y Talamanca, en Costa Rica. Se encuentran distribuidos a lo largo de la costa pacífica (Península y Golfo de Nicoya, en las playas entre Caldera y Tárcoles) con 3,15 Mt Fe, y en la costa caribeña entre Cahuita y Puerto Viejo (Fernández *et al.*, 1965).

#### *Depósitos tipo pórfiro Cu-Au-Mo y epitermales*

Los depósitos de pórfiro Cu-Au de **Cerro Chorchá** y el pórfiro de Cu de **Cerro Colorado**, ubicados en la provincia de Ngäabe-Buglé al oeste de Panamá, así como el depósito epitermal de baja sulfuración de **Santa Rosa**, ubicado en la Provincia de Veraguas, se hallan dentro del Bloque Chorotega y están relacionados al arco de Cocos (Gray *et al.*, 2014) y al arco volcánico Neógeno (Buchs *et al.*, 2010). Los depósitos del sistema mineralizado tipo pórfiro Cu-Au-Mo-Ag del proyecto **Cobre Panamá**, están ubicados en el extremo occidental de la Provincia de Colón, dentro del Bloque Chorotega y están relacionados al Arco Panameño (Gray *et al.*, 2014), al arco volcánico Neógeno (Buchs *et al.*, 2010) y al arco de Panamá (Cardona *et al.*, 2018). El conjunto se describe en relación al desarrollo del Arco Volcánico de América Central en el acápite que sigue.

### 7.4. BLOQUE PANAMÁ-CHOCÓ

La parte sur de América Central, entre el bloque Chorotega y el continente sudamericano, se conoce como el Bloque Panamá-Chocó o Arco Chocó-Panamá y comprende Panamá, la Serranía del Darién y parte de la Cordillera Occidental colombiana. Los límites de este bloque son el Cinturón Deformado de Panamá en el noreste, la trinchera de América Central en el oeste (donde la placa de Cocos, la cresta de Cocos y la placa de Nazca están subduciendo), un cinturón de empuje difuso en la Cordillera Central de Costa Rica en el noroeste, y la sutura con el continente sudamericano en el sureste (Buchs *et al.*, 2010). La mayor parte del puente terrestre Panamá-Costa Rica está compuesto por rocas de arco volcánico de Campaniano-Neógeno superior (Denyer *et al.*, 2006; Buchs *et al.*, 2010) subyacidas por la corteza de *plateau* oceánica (Feigenson *et al.*, 2004; Gazel *et al.*, 2009). En efecto, el Cretácico tardío marcó

el inicio de un arco volcánico de islas en el oeste y este de Panamá, debido a la subducción de la Placa Farallón por debajo de la Placa Caribe.

El Bloque Chocó occidental (Panamá oriental) está constituido por rocas del arco volcánico del Campaniano tardío-Eoceno tardío que están representadas en el macizo continuo de San Blas-Darién (Maury *et al.*, 1995; Wörner *et al.*, 2009; Wegner *et al.*, 2011). Los Macizos de Majé, Sapo y Baudó representan antiguos macizos de antepaís cuando la subducción de la placa de Farallón estaba activa.

El basamento del arco volcánico está representado por rocas oceánicas (basalto, basalto almohadado, chert y radiolaritas rojas), y probablemente está asociado con el *CLIP* de la placa del Caribe.

En Colombia el basamento de este bloque está constituido por dos unidades litotectónicas principales, el terreno Cañasgordas y el terreno El Paso-Baudó. El Terreno Cañasgordas está constituido por rocas volcánicas toleíticas a calco-alcalinas de la Formación Barroso cubiertas por rocas sedimentarias de la Formación Penderisco del Cretácico Superior, que representan escamas de basamento oceánico de la Placa Farallón. Al oeste del arco se encuentra el conjunto El Paso-Baudó conformado por basaltos toleíticos de afinidad N-MORB y E-MORB del Cretácico tardío - Paleógeno, intercalados con rocas piroclásticas, chert y turbiditas del Mesozoico tardío-Cenozoico temprano, que son fragmentos del *plateau* oceánico Caribe-Colombia (CCOP).

Antes de la colisión con el continente sudamericano, el bloque Panamá-Chocó formó un arco volcánico recto, que comenzó a segmentarse en los bloques del oeste, centro, este y gran Panamá durante el Eoceno tardío-Oligoceno temprano (~ 28–38 Ma, Farris *et al.*, 2011; Montes *et al.*, 2012a). La rotación del eje vertical de los bloques individuales y el plegado local y las fallas contribuyeron a su segmentación y deformación (Rockwell *et al.*, 2010; Montes *et al.*, 2012b).

Finalmente, el margen occidental de América Central, incluido el territorio de Chortis austral, se está moviendo actualmente como un fragmento de antearco en relación con la placa del Caribe (Von Huene *et al.*, 1980; Ranero *et al.*, 2000).

En este bloque, los depósitos minerales están asociados a fragmentos no diferenciados de *plateau* y/o montes marinos acrecidos coincidentes geográficamente con la Cordillera de Juradó en Panamá y la Serranía del Baudó en Colombia. Los yacimientos relacionados con los arcos certácico

superior-paleógenos y neógenos, se describen en el acápite correspondiente.

#### *Depósitos de Mn volcanogénico*

La antigua explotación minera de manganeso, a pequeña escala, de **Vallesí**, está localizada en el flanco occidental y sector norte de la Cordillera Occidental de Colombia y en el borde oriental del Complejo Santa Cecilia-La Equis que forma parte del arco magmático eoceno. La mineralización de pirolusita, rodonita y braunita está hospedada en una secuencia volcano-sedimentaria marina constituida por inter-estratificaciones de limolitas calcáreas, calizas, tobas, conglomerados y brechas; siempre están relacionados con la presencia de capas de jaspe a los cuales infrayacen. Se identificó un cuerpo principal, lenticular y estratiforme masivo de 60 m de longitud por 20 m de ancho. La compañía Boliden Minera de Colombia estimó recursos de 16.000 t con ley promedio de Mn de 30-31% (Calle, 1986).

Por otro lado, al este del arco magmático eoceno de la Cordillera Occidental colombiana, se encuentran depósitos alojados en terrenos conformados por flujos de basaltos toleíticos, tobas, hialoclastitas, conglomerados y chert, limolitas, lodolitas, arenitas y calizas cretácicas, que en algunos sectores se encuentran en contacto con rocas máficas y ultramáficas que corresponden a escamas de niveles corticales profundos asociados a *plateaus* oceánicos. Los depósitos listados a continuación están asociados genéticamente a la unidad litotectónica de Cañasgordas (Cediél, 2019).

#### *Depósitos tipo VMS*

El proyecto **Anzá** se localiza en flanco E y segmento N de la Cordillera Occidental de Colombia, en terrenos conformados por basaltos, andesitas basálticas y lentes de limolitas y lodolitas del Grupo Cañasgordas, también se encuentran rocas intrusivas calcoalcalinas de edad cretácica del Batolito de Sabanalarga y localmente *stocks* félsicos microporfíricos del Paleógeno-Neógeno(?). La mineralización de sulfuros masivos y yeso de **Anzá** está hospedada en una secuencia piroclástica intercalada con lodolitas calcáreas y silíceas, secuencia plegada y fallada, con contenido de yeso-polimetálico y chert con sulfuros y barita. La mineralización de sulfuros es masiva a semimasiva, comprende marmatita, calcopirita y galena fino a grueso cristalinas en una matriz de sílice/yeso fina y argilácea; adicionalmente se registran valores significativos de Au y Ag (Niverengo, 2001). Este depósito ha



sido clasificado como un VMS tipo Kuroko (Niverengo, 2001; Bargmann y Platten, 2010), el cual tiene una sobre impresión hidrotermal con un fuerte control estructural con sulfuros diseminados a semimasivos, venas irregulares y brechas (Rubio, 2019).

El depósito de **El Roble** en la vertiente oeste de la Cordillera Occidental de Colombia está conformado por cuerpos mineralizados considerados como sulfuros masivos volcanogénicos de Cu-Au del tipo máfico (Franklin *et al.*, 2005), estratoconfinados dentro de capas singenéticas de chert negro hacia los contactos con rocas volcánicas máficas pertenecientes al Grupo Cañasgordas (Miembro Urrao de la Formación Penderisco), del Cretácico superior bajo, intruido por granitoides de *ca.* 90 Ma, por lo que se asigna esa edad a la mineralización sobre la base de su relación con el magmatismo intraocéánico (Shaw *et al.*, 2019). Estas rocas volcánicas y sedimentarias fueron afectadas por deformación y metamorfismo, lo que generó la fragmentación de un cuerpo único inicial de sulfuros, en varios cuerpos mineralizados formando una serie de subcuerpos a manera de lentes (el mayor denominado Zeus de 325 x 600 x 45 m; Kelly y Cruz, 2018). Los subcuerpos o lentes limitados por fallas forman parte de un sistema regional de rumbo NO, a lo largo del cual se han identificado 11 prospectos tipo VMS que se extienden en una corrida de 11,4 km (Lechner y Earnest, 2016). Tanto las vulcanitas como las sedimentitas están atravesadas por diques de andesita y latita (Kelly y Cruz, 2018), para los cuales Brito *et al.* (2010) reportan la presencia de una red de venillas mineralizadas de carbonato, epidoto, pirita, calcopirita, magnetita y sulfuros diseminados, donde el mayor enriquecimiento de Cu-Au se presenta en la intersección de los cuerpos de sulfuros masivos volcanogénicos con los diques porfíricos. Estos diques fueron datados entre 16-17 Ma (U-Pb en zircones), edad concordante con las edades preliminares  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  en feldespato ( $18,9 \pm 0,7$  Ma) y en mica ( $17,4 \pm 1,3$  Ma), con espectros complejos sin un *plateau* bien definido (Brito *et al.*, 2010). Otras edades obtenidas, entre 73 Ma y 284 Ma son interpretadas como evidencia de zircones heredados de las unidades del basamento y que a su vez concuerdan con la aparición de amonites del Cretácico Superior. La mineralogía consiste en pirita y calcopirita, con estructura en bandas, y en menor proporción pirrotita y esfalerita, *electrum*; como minerales de ganga se presentan cuarzo, clorita con cantidades menores de calcita, dolomita, hematita y magnetita. Los recursos minerales en la mina activa de **El Roble** son de 1,8 Mt con leyes de 3,59% de Cu

y 2,27 g/t de Au y 8,4 g/t Ag (Kelly y Cruz, 2018).

**El Dovio o Sabanablanca** se encuentra en la porción sur de la unidad litotectónica de Cañasgordas, sobre el flanco oeste de la Cordillera Occidental de Colombia (Cediel, 2019). Corresponde a una serie de venas controladas estructuralmente, rodeadas por amplias zonas de mineralización tipo *stockwork*, encajadas en rocas volcánicas máficas metamorfozadas de la Formación Barroso del Cretácico Superior. El cuerpo mineralizado tiene una potencia aflorante de entre 10 y 68m, se extiende a lo largo del rumbo 1 km y se extiende en profundidad 120 m (Newrange Gold, 2019). La mineralogía comprende calcopirita, calcosina, pirita, galena y esfalerita con ganga de cuarzo, carbonato y epidoto subordinada (Nivia, 2001). En la zona Sabanablanca se identificó un cuerpo de 6,8 Mt con 3,5% Cu y 4,5 g/t Au; las leyes en Ag varían entre 3 y 27 g/t y las de Zn entre 0,24 y 2,26% (Far East Capital Ltd., 2019). La alteración asociada con los sulfuros, consiste en intensa silicificación y en menor proporción cloritización (Jaramillo, 2000).

#### *Depósitos de Pt-cromita asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente inestables*

En el flanco occidental de la Cordillera Occidental colombiana se localiza el Complejo Ultramáfico Zonado del Alto Condoto (**CUZAC**), emplazado en un basamento de corteza oceánica y/o arco de islas inmaduro durante el Oligoceno superior-Mioceno inferior (Muñoz *et al.*, 1990). Es considerado un complejo tipo alaskiano y fuente primaria de la mayor parte del platino aluvial en las cuencas de los ríos Condoto y San Juan. Las rocas asociadas al complejo están rodeadas por una aureola de contacto de 3 km. Este complejo consiste en dunitas, wherlitas y clinopiroxenitas olivínicas rodeadas por clinopiroxenitas con hornblenda y magnetita, dioritas/gabros y cornubianitas. Las dunitas están enriquecidas en Ir, Rh, Pt y empobrecidas en Os y Pd, la mineralización está restringida al centro dunítico del Complejo. Aunque hay presencia de vetillas irregulares de cromita en la dunita, no existe una relación genética entre platino y cromita. Los minerales del grupo del platino son aleaciones Pt-Fe de composición  $\text{Pt}_3\text{Fe}$ , láminas de Os-Ir se observan como intercrecimientos en Pt-Fe (laurita y cooperita). En general, los granos de *EGP* se encuentran como accesorios en la dunita, registrando contenidos entre 0,01 hasta 0,1 ppm los cuales aumentan en las zonas de enriquecimiento en forma de *schlieren* con granos y agregados de tamaño de milímetros a varios centímetros (Salinas

*et al.*, 1992). Edades K-Ar en hornblenda *ca.* 20 Ma, obtenidas a partir de piroxenitas hornbléndicas del Complejo y de rocas de metamorfismo de contacto, se consideran como la edad de emplazamiento del complejo ultramáfico (Tistl *et al.*, 1994).

#### *Depósitos de Au-Pt de placer*

Desde el piedemonte hasta las playas de la costa pacífica colombiana se reconocen explotaciones históricas de placeres y paleo-placeres de metales preciosos (Au y EGP), entre las que se destacan los depósitos de las cuencas de los ríos Atrato-San Juan (Tistl, 1994) en el departamento del Chocó. En los depósitos de placer de **Condoto** se reportan cromita, ilmenita, calcopirita, magnetita, oro, hematita, cuarzo, piroxeno, anfíbol, zircón, granates, andalusita y feldspatos (Múnera y Murillo, 2003). La composición en EGP obtenida para las arenas negras de la cuenca del río Condoto indican 81,2% de Pt, 2,47% de Rh, 1,85% de Ir, 1,45% de Os y 0,85% de Pd (Guarín *et al.*, 1994). Análisis de pepitas de platino de fuente magmática (intrusiones tipo Alaska) del Chocó, obtenidas de placeres aluviales, muestran compuestos intermetálicos de Pt-Fe, en su mayoría isoferroplatino -Pt<sub>3</sub>Fe- con texturas masivas, cuyos granos contienen inclusiones (5-20 μm) de aleaciones de Ru-Os-Ir, sulfuros de Ru-Os (laurita, enrichmanita), de Ir-As (irarsita), de Pt (cooperita) de Ir-Rh y Os-Ir. Rara vez se encuentra cromita en las inclusiones de la aleación Pt-Fe, pero es común en intercrecimientos periféricos (Cabral *et al.*, 2019; Muñoz *et al.*, 1990). Adicionalmente análisis por LA-ICP-MS muestran altas concentraciones de Fe, Ni, Cu, Ru, Os e Ir, caracterizadas por el claro dominio en la concentración de Pt (803,450 ppm) dentro de los EGP y donde la concentración de Ru (157,71 ppm) predomina sobre las de Pd (4,5 ppm), Os (5,012 ppm), Ir (21,156 ppm). Asimismo, el rango de concentraciones de Ru es muy amplio (2,041 a 333 ppm) (Cabral *et al.*, 2019).

### 7.5. ARCO VOLCÁNICO DE AMÉRICA CENTRAL (CAVA)

El volcanismo a lo largo del arco de América Central (Guatemala a Costa Rica y parte de Panamá) (fig. 8) se desarrolla sobre bloques de diferentes orígenes de la corteza: el bloque de Chortis, en el noroeste, el bloque de Chorotega en el sudeste y su extensión en territorio colombiano, el terreno Cañasgordas. Un contraste importante para el origen de los magmas silíceos es que el bloque Chortis consiste en un basamento de bloques precámbricos

a paleozoicos, mientras que el bloque Chorotega comprende una corteza oceánica sobre-engrosada y modificada sin un basamento cristalino. El bloque Chorotega está subyacente por el CLIP, emplazada durante el Cretácico. Aunque no existe un consenso sobre la ubicación del límite entre los bloques Chortis y Chorotega, es importante esta diferencia en el basamento de ambos bloques.

La convergencia de la placa Cocos con la placa Caribe dio lugar al frente volcánico centroamericano moderno. Esta configuración tectónica ha existido desde el Mioceno temprano hasta el presente y ha producido grandes volúmenes de erupciones silíceas a lo largo del frente volcánico en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica.

Finalmente, el margen occidental de América Central, incluido el territorio de Chortis austral, se está moviendo actualmente como un fragmento de antearco en relación con la placa del Caribe (Von Huene *et al.*, 1980; Ranero *et al.*, 2000).

El arco volcánico en su conjunto tiene una extensión de aproximadamente 1700 kilómetros, considerando su extensión oriental en el terreno Cañasgordas (Colombia). A los fines de este trabajo se describen en conjunto. Se han distinguido seis fases magmáticas (Whattam y Stern, 2015): 75–39 Ma (Fase I o P I); 35–16 Ma (Fase II o P II); 16–6 Ma (Fase III o P III); 6–3 Ma (Fase IV o P IV); 5,9–0,01 Ma (Fase IV o P Va arco alcalino y PVb adakítico); y 2,6–0 Ma (Fase VI o P VI, magmatismo cuaternario a actual, con edades predominantemente muy inferiores a 1 Ma).

Las rocas ígneas oligocenas y del Mioceno Inferior están bien expuestas en Costa Rica, Nicaragua occidental y regiones aisladas en Panamá. Las secuencias de arco del Mioceno medio y tardío están ampliamente expuestas al oeste de la Zona del Canal en el centro de Panamá, mientras que las secuencias del Mioceno-Plioceno tardío se exponen mejor en Costa Rica. Las lavas bimodales cuaternarias y las intrusiones adakíticas se concentran en el sureste de Costa Rica y el oeste de Panamá y detrás del frente volcánico en el noroeste de Costa Rica (Whattam y Stern, 2015).

#### **Fase I (75-39 Ma)**

Las secuencias más antiguas (Fase I, PI) son las mejor expuestas en el arco Sona - Azuero de 73–39 Ma del oeste de Panamá y el arco Ma Chagres - Bayano de 70–39 Ma de Panamá oriental. Incluye *suites* de rocas ígneas del Cretácico Tardío al Eoceno que definen la Zona Magmática de Chortis en el noreste

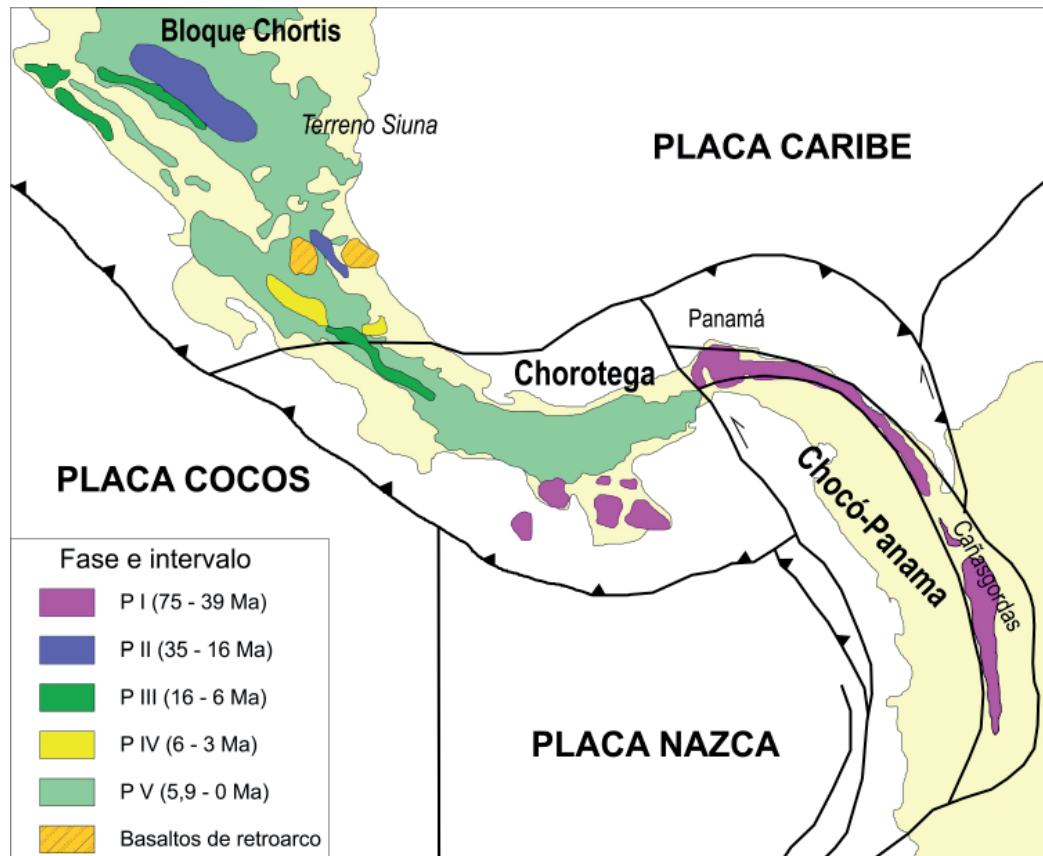


Figura 8. Distribución de las fases del magmatismo del Arco Volcánico de América Central (CAVA) (de Whattam y Stern, 2015)

de Honduras y el norte de Nicaragua. Comprenden rocas de arco de islas acrecionado y rocas de arco de margen continental, en su mayoría plutones de diorita y tonalita (Donnelly *et al.*, 1990; Sundblad *et al.*, 1991) que intruyen rocas volcánicas basálticas y andesíticas (McBirney y Williams, 1965; Weyl, 1980; Arengi y Hodgson, 2000). Estos arcos se desarrollaron a lo largo de la costa sudoeste de México, a más de 1000 km al noroeste de su ubicación actual, sobre un terreno compuesto por rocas continentales proterozoicas y paleozoicas y un arco de islas intraoceánicas activo desde el Jurásico hasta el Cretácico temprano.

El cinturón magmático discontinuo del Cretácico Superior (Campaniano tardío)-Eoceno, se prolonga en Colombia como un cinturón a lo largo del flanco occidental y segmento norte de la Cordillera Occidental de los Andes, al cual están asociadas diferentes denominaciones que vinculan una misma entidad tectónica y/o tectono-estratigráfica, como por ejemplo Bloque Chocó, Bloque Panamá-Chocó, Arco Panameño, Arco de Panamá y Arco Dabeiba. Este cinturón, tanto en Colombia como en Panamá, se caracteriza por rocas de composición básica a intermedia, con tendencias toleíticas y calcoalcalinas, y una firma geoquímica relacionada a un

arco oceánico y en menor proporción a un dominio tectono-magmático de arco de islas continental; datos de isótopos de Sr-Nd-Pb indican principalmente una fuente de manto empobrecido. La caracterización geocronológica muestra un rango de edad del Campaniano tardío al Eoceno tardío con predominio Paleógeno (Cardona *et al.*, 2018). Según Buchs *et al.* (2010) la iniciación del protoarco (75-73 Ma) se presenta en el borde del CLIP en el rango 89-85 Ma y de ello se tienen registros en la región de Azuero en Panamá.

El Batolito de Mandé (Acandí) se emplazó entre ca. 60 y 42 Ma (Leal-Mejía, 2011; Montes *et al.*, 2015) y a él están asociados depósitos de tipo pórfiro de Cu-(Mo-Au).

La mayor parte de la mineralización de oro y cobre en Costa Rica y a lo largo de Centroamérica está encajado por un arco mayormente toleítico más antiguo. Uno de los primeros yacimientos en formarse en este marco fue el depósito de Au-Cu Cerro Quema, ubicado en la península Azuero de Panamá. El arco de islas inicial está representado por unidades tales como el Grupo Aguacate en Costa Rica, el Grupo Coyol Inferior en Nicaragua, y la Formación Matagalpa en Honduras (Nelson y Nietzen, 2000).

La continuidad hacia el este del arco está representada, en territorio colombiano, por los batolitos Acandí y Mandé, con los que se asocian depósitos tipo pórfiro y epitermales auríferos.

#### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Au*

La actividad intrusiva más antigua se localiza en el oriente de Panamá y la península Azuero donde los plutones y la mineralización porfírica asociada varía en edad desde  $61,58 \pm 0,7$  Ma (**Cerro Azul**) hasta  $48,45 \pm 0,55$  Ma (**Río Pito**) (dataciones K-Ar en hornblenda, Kesler *et al.*, 1977). Nelson (2007) incluyó a **Cerro Azul** como un prospecto de pórfiro de Cu-Au. Geoquímicamente estas rocas se consideran como toleíticas y composicionalmente diferentes de los intrusivos del Eoceno-Plioceno calco-alcinos más jóvenes (Kesler *et al.*, 1977). Las intrusiones en el área de **Cerro Azul** son más grandes y menos porfíricas que las del área de **Río Pito** donde los prospectos de pórfiro de cobre están bien desarrollados en cuarzodiorita porfírica (Kesler *et al.*, 1977).

El prospecto de **Río Pito** tiene una estimación de recursos por 180 Mt de mineral de mena con 0,6% de Cu (Gray *et al.*, 2014). **Río Pito** está localizado a 30 km al NO del prospecto de pórfiro cuprífero de **Acandí** en Colombia, ambos prospectos están ubicados en la Serranía del Darién o San Blas y asociados a las rocas intrusivas de composición intermedia dominante del Batolito de Acandí. En el prospecto **Río Pito** se registran dos dataciones K-Ar en hornblenda y feldespato de una dacita porfírica que arrojan edades eocenas de  $48,5 \pm 0,6$  Ma y  $49,2 \pm 0,6$  Ma respectivamente; es probable que estas edades concordantes reflejen la edad mínima de cristalización magmática y que esta edad sea esencialmente coincidente con la edad de la alteración hidrotermal (Kesler *et al.*, 1977), sumado al hecho de que cuatro dataciones U-Pb en zircón de esta misma unidad arrojan un rango de edades de cristalización magmática entre 48,4 y 60,2 Ma (Montes *et al.*, 2015).

A diferencia de los pórfiros de Cu-(Mo-Au) del arco Acandí-Mandé, el prospecto de **El Hávila** se localiza al E de ese arco magmático. La mineralización en el prospecto de **El Hávila** se asocia a facies cuarzodioríticas que contienen venas de cuarzo con calcopirita-pirita y calcopirita-esfalerita con Au y Ag en rocas con alteración argílica (Bruland, 2013). También se reportan alteración fílica, pirita diseminada en brechas, ensamble de cuarzo-sulfuros-teluros y venas de esfalerita-galena (Bruland, 2013).

#### *Depósitos de pórfiro de Cu-(Mo-Au)*

En la porción N de la Cordillera Occidental colombiana la Litounidad Cañasgordas (Cediell, 2019), del Cretácico tardío, está afectada por metamorfismo regional de bajo grado e intruída por batolitos y *stocks* tonalíticos del Paleoceno-Eoceno, a los que están asociados prospectos de tipo pórfiro cuprífero (**Acandí**, **Murindó**, **Pantanos-Pegadorcito**, **Comitá**, **Andágueda**) y a partir de los que Sillitoe *et al.* (1982) delimitaron el Sub-cinturón Occidental extendiéndolo hacia el N en Panamá, dadas las edades obtenidas para una tonalita mineralizada en el prospecto cuprífero de **Río Pito**. Otro depósito tipo pórfiro de Cu, **Cerro Azul**, puede integrarse también a este cinturón asociado al magmatismo del Paleoceno-Eoceno.

El magmatismo asociado a este cinturón está representado por intrusiones sin-mineral e intrusiones porfíricas post-mineral (Álvarez *et al.*, 1983); donde todo el sistema cuprífero está hospedado en *stocks* de cuarzodioritas-tonalitas de los batolitos de Acandí y Mandé de edad eocena que integran el arco magmático Mandé-Acandí, para el cual Leal-Mejía (2011) registra un evento metalogénico durante el Eoceno en Colombia. Este arco magmático relacionado a subducción es de naturaleza calco-alcina y metaluminoso; algunos cuerpos intrusivos tienen una firma geoquímica que permiten suponer una fuente de magma derivada del manto (Leal-Mejía, 2011). Una edad de mineralización determinada por Sillitoe *et al.* (1982), para el prospecto de **Pantanos-Pegadorcito**, es contemporánea con las edades de cristalización de los intrusivos hipoabisales en este mismo sector determinadas por Leal-Mejía (2011), lo que sugiere que la formación de estos depósitos ocurrió en un ambiente intraoceánico previamente a la acreción del Arco del Chocó con el borde continental en el N de Colombia en el Mioceno (Leal-Mejía, 2011).

Para el prospecto pórfiro Cu-Mo de **Acandí**, ubicado en el flanco NE la Serranía del Darién, se registran concentraciones de Cu y Mo de 0,2% y 0,005% respectivamente (Ingeominas-Naciones Unidas, 1982). En este sector afloran andesitas y basaltos del Cretácico Superior-Paleoceno (Complejo Santa Cecilia-La Equis), intruídas por tonalitas, granodioritas, monzogranitos, cuarzodioritas y gabros (Batolito de Acandí) del Eoceno (Rodríguez *et al.*, 2010), unas y otras a su vez son intruídas por diques de andesitas y dacitas. El sector es atravesado por la Falla de San Blas, que se extiende hacia Panamá, ejerciendo control estructural en la mineralización (Álvarez y Parra, 1979). La mineralización relacionada con cuarzodioritas, consiste en calcopirita y pirita en



vetillas o asociada a minerales ferromagnesianos, y molibdenita en vetillas de cuarzo o en cavidades (Álvarez y Parra, 1979). La alteración hidrotermal es fílica a propilítica de edad  $48,1 \pm 1$  Ma (K-Ar en sericita; Sillitoe *et al.* 1982) concordante con la edad de mineralización de  $48,9 \pm 0,2$  Ma (Re-Os en molibdenita; López *et al.*, 2018). Edades U-Pb en zircón de  $50,6 \pm 1,7$  Ma y  $43,6 \pm 1,3$  Ma obtenidas a partir de núcleos de perforación, son interpretadas como edades de cristalización de diferentes fases intrusivas (López *et al.*, 2018).

La mineralización Cu-Mo-(Au) de tipo pórfiro en el prospecto **Murindó** está asociada a la facies cuarzo-dioritas porfíricas tardías hacia flanco occidental del Batolito de Mandé; una datación K-Ar en hornblenda para una tonalita porfírica post-mineral (tardía) dio una edad de  $54,7 \pm 1,3$  Ma (Sillitoe *et al.*, 1982). Pirita, calcopirita, bornita y molibdenita, se encuentran rellenando fisuras y en diseminaciones, en zonas con alteraciones potásica, propilítica y fílica, siendo la alteración propilítica la más extensa; además las zonas con alteración potásica presentan abundantes vetillas y venas de cuarzo, con magnetita, y posiblemente con oro (Murillo *et al.*, 1995), aunque el contenido de magnetita es notable en todo el depósito (Henricksen, 2011). A excepción de otros prospectos, en **Murindó** se observa una zona de enriquecimiento supergénico incipiente con crisocola y malaquita, como películas delgadas sobre los sulfuros (Sillitoe *et al.*, 1982, Murillo *et al.*, 1995, Henricksen, 2011). En el área de este prospecto se identificaron tres zonas de mineralización tipo pórfiro: La Rica, Jarapetó y Táparos, con contenidos de Cu en suelos desde 980-350 ppm (Táparos) hasta 20.000-700 ppm (La Rica) y valores promedio de 0,94% de Cu y 0,39 g/t de Au en roca, asociados con sulfuros diseminados y *sheeted vein* (Shaw, 2003).

En el prospecto de pórfiro Cu-Mo de **Pantanos-Pegadorcito**, con recursos estimados de Cu de 62 Mt de mineral de mena con una ley promedio de 0,6% de Cu y 0,01% de Mo (Álvarez *et al.*, 1983), la mineralización se hospeda en cuarzodioritas-tonalitas del Batolito de Mandé, para el cual se han reportado edades U-Pb de 47,1 Ma (Minera Cobre de Colombia, 2017), concordante con las edades de cristalización magmática obtenidas en dos facies de esta misma unidad litológica de  $45,3 \pm 1,2$  Ma y  $44,6 \pm 0,9$  Ma (U-Pb en zircón, Leal-Mejía, 2011); edades ligeramente más antiguas que la edad K-Ar en sericita hidrotermal de  $42,7 \pm 0,9$  Ma (Sillitoe *et al.*, 1982) y que las edades Re-Os de la mineralización de 42,55-43,4 Ma (Minera Cobre de Colombia, 2017);

estos resultados implicarían una relación estrecha entre la cristalización del pórfiro y la mineralización/alteración hidrotermal en este sistema pórfiro de cobre Eoceno (Leal-Mejía, 2011). La mineralización hipogénica en **Pantanos-Pegadorcito** contiene pirita, calcopirita, bornita y molibdenita, diseminadas o en venas y vetillas, los minerales supergénicos incluyen calcosina y malaquita, con presencia ocasional de azurita, digenita, cuprita y cobre nativo (Álvarez *et al.*, 1983). La mayor parte del área del prospecto tiene alteración propilítica con muy bajos contenidos de Cu, con desarrollo zonado de alteración fílica donde se registran los valores más altos de Cu y Mo, esta última zona pasa en profundidad a ser potásica en **Pantanos** (Álvarez *et al.*, 1983). A la alteración propilítica se asocian pirita y calcopirita en venas, fracturas y diseminados, relacionada con silicificación. Localmente se presenta alteración sericitica considerada como de mayor interés por el contenido de cobre (<3%) y relacionada con mineralización de pirita, calcopirita, bornita y molibdenita (venas de cuarzo y relleno de fracturas junto con pirita y calcopirita); la mineralización supergénica asociada a la zona fílica contiene calcosina, malaquita y en menor proporción azurita, covelina y cuprita. La zona de alteración potásica registra un contenido de sulfuros de 1-3% del volumen de la roca (Álvarez *et al.*, 1983). El registro histórico de las perforaciones corazonadas en **Pantanos-Pegadorcito** muestra intersecciones con alteración sericitica dominante y reliquias de alteración potásica preservada en los niveles más profundos y mineralización primaria de pirita, calcopirita, bornita y molibdenita en *stockwork* y diseminada con ganga de cuarzo (Minera Cobre de Colombia, 2017).

El prospecto de **Comitá**, al NE de Quibdó-Chocó, está relacionado a una secuencia co-magmática (Complejo Santa Cecilia-La Equis/Batolito Mandé) (Feldhaus *et al.*, 1988); la mineralización asociada a una dacita porfírica con alteración hidrotermal, desde potásica hasta propilítica, se observa como diseminación de óxidos de cobre, vetillas de cuarzo con sulfuros de cobre en *stockwork*, venas de cuarzo-sulfuros, pirita diseminada asociada a alteración fílica y argílica, y mineralización de sulfuros en brechas hidrotermales (Feldhaus *et al.*, 1988; Redwood, 2014). La mena comprende Cu nativo, bornita reemplazada por calcosina y ésta a su vez es reemplazada por covelina y como inclusión en bornita/calcosina se observa enargita y como accesorio molibdenita en la roca caja como sobrecrecimientos de agregados de bornita/calcopirita; también se observó magnetita en la roca caja reemplazada por hematita y pirita.

Además, la mineralización en *stockwork*, se observa en fracturas y fisuras rellenas por cuprita, calcosina rómbica y malaquita maciza, donde la calcosina se transforma en covelina (Feldhaus *et al.*, 1988). Las múltiples fases de dacitas porfíricas que conforman el sistema pórfiro de **Comitá** (Cobrasco-Comitá), incluyen un pórfiro temprano con vetillas de cuarzo en *stockwork*, dos zonas de alteración potásica con vetillas tipo A y B en *stockwork* y alteración argílica supergénica, un delgado perfil de oxidación enriquecido en calcosina, zonas de alteración potásica con pirita, calcosina y óxidos de cobre sin sulfuros de cobre, magnetita diseminada y en vetillas en las zonas de alteración potásica y propilítica (Redwood, 2014).

El pobremente documentado prospecto de pórfiro cuprífero de **Andágueda** en el extremo SO del Batolito de Mandé, registra una mineralización asociada a cuarzdioritas que intruyen el Complejo Santa Cecilia-La Equis. En general, las rocas están afectadas por fallamiento con prominente deformación cataclástica, lo que se traduce en un control estructural en la mineralización (Chakrabarti y Durango, 1979b). La mineralización hipogénica está constituida por pirita y calcopirita y en menor proporción por molibdenita, magnetita y arsenopirita. El desarrollo de la alteración y enriquecimiento supergénico es escaso donde sobresale la jarosita (Chakrabarti y Durango, 1979b). Alteración propilítica y alteraciones sericitica y potásica restringidas se relacionan a la mineralización.

#### *Depósitos epitermales auríferos*

Los depósitos epitermales de alta sulfuración de **Cerro Quema, Quemita, La Mesita y La Pava** en la Península de Soná-Azuero, cubren un área de 20 km<sup>2</sup> a lo largo de una faja E-O de unos 10 km de ancho. El depósito de oro de Cerro Quema, está asociado a un complejo de cúpula dacítica dentro de una secuencia volcánica del Eoceno inferior (~ 55 a 49 Ma) que se cree cubre una intrusión oculta similar a un pórfiro relacionada con el Batolito Valle Rico de 53 a 49 Ma. El distrito de **Cerro Quema** (Corral *et al.*, 2016, 2017) es parte de un gran sistema hidrotermal regional controlado por fallas regionales que alcanzan una gran amplitud E-O, desarrollado dentro de la Formación Río Quema. Esta formación está compuesta por rocas volcánicas, sedimentarias y volcanosedimentarias que indican un ambiente de depósito submarino, correspondiente a la cuenca del arco anterior del arco volcánico cretáceo-paleogénico. Las estructuras observadas en el área y su relación

tectonoestratigráfica con las formaciones circundantes sugieren un régimen tectónico compresivo y/o transpresivo, al menos durante los tiempos del Cretácico tardío-Oligoceno. Las rocas ígneas de la Formación Río Quema son calcolcalinas con trazas y patrones de elementos de tierras raras (*ETR*) de afinidad de arco volcánico. La mineralización consiste en diseminaciones de pirita y enargita, así como un *stock* de pirita y barita con esfalerita subordinada, galena y calcopirita, alojada en una cúpula de lava dacítica subacuática de la Formación Río Quema. El oro está presente como granos submicroscópicos y se asocia con la pirita. Se ha observado un patrón de alteración hidrotermal con un núcleo de alteración argílica avanzada (*vuggy* silica con alunita, dickita, pirita y enargita) y una zona externa de alteración argílica (caolinita, esmectita e illita). Oxidación supergénica produjo una capa gruesa de sílice residual y óxidos de hierro. Cerro Quema se formó por fluidos derivados del emplazamiento de una intrusión subyacente de pórfiro emplazada durante el Paleógeno. El modelo geológico propuesto sugiere que los depósitos epitermales de alta sulfuración no son exclusivos de edificios volcánicos o cúpulas volcánicas relacionadas con zonas de subducción. Estos depósitos también pueden ocurrir en las cuencas de antearco, asociadas con las intrusiones ácidas ubicadas entre el frente del arco volcánico y la fosa de subducción.

El depósito de **La Equis** está localizado en el segmento norte y flanco oeste de la Cordillera Occidental de Colombia. La mineralización vetiforme está hospedada en rocas volcánicas y volcanoclásticas del Complejo Santa Cecilia-La Equis, de edad paleocena. Las vulcanitas son intruídas por *stocks* dioríticos con alteraciones de calcita y clorita, ubicados al oeste del Batolito de Mandé, formando un sistema de mineralización pórfiro-epitermal (Molina *et al.*, 1990). La mineralización constituye estructuras vetiformes (<2,5 m de espesor, 150 m a lo largo del rumbo y de 100 m en la vertical), localmente en *stockwork*, hospedadas en andesitas, latitas o traquitas y compuestas por cuarzo masivo a brechoide, esfalerita, galena, calcopirita, pirita, oro y plata; la ganga la conforman cuarzo y esporádicamente amatista (texturas en peine y crustiforme), fragmentos de rocas volcánicas y calcita; como productos de alteración supergénica en perfiles poco desarrollados hay óxidos de hierro, cincita y covelina y minerales de arcilla. Los sulfuros se exhiben diseminados, relleno de fracturas y cavidades intraclastos en brechas clasto-soportadas que conforman la vena. La roca volcánica huésped

presenta alteraciones fílica, propilítica y clorítica. Se identificaron 3 etapas de depositación de los sulfuros: 1) pirita, 2) calcopirita, esfalerita, oro y 3) galena y pirita (Molina *et al.*, 1990). Para el depósito **La Equis** se estimaron reservas probables de 96.000 t de mena con 11,4 g/t Au, 16 g/t Ag, 0,82% Cu, 8,75% Zn y 1,13% Pb (Molina *et al.*, 1990).

### Fase II (35–16 Ma)

El Batolito de Petaquillas cubre un área de ~400 km<sup>2</sup>, y fue datado en  $36,4 \pm 2$  Ma (K-Ar en hornblenda - Kesler, 1978) y es predominantemente de composición granodiorítica. Este batolito alberga un grupo de importantes depósitos de pórfiro de Cu, conocidos colectivamente como Mina de Cobre Panamá o Proyecto Panamá e incluye **Petaquilla**, **Botija**, **Colina**, **Valle Grande** y **Brazo** y el depósito epitermal de oro asociado **Molejón**.

#### Depósitos tipo pórfiro de Cu-Au

Los depósitos de pórfiros Cu-Mo-Au del **Proyecto Panamá**, antes de 2009 denominado **Proyecto Petaquilla**, en un área de 55 km<sup>2</sup> incluyen cuatro depósitos grandes (**Botija**, **Colina**, **Valle Grande** y **Balboa**) y tres depósitos pequeños (**Botija Abajo**, **Brazo** y **Medio**). El **Proyecto Panamá** está ubicado en la provincia de Colón, cerca de la costa del Caribe. Fue descubierto en 1967 durante un programa geoquímico regional de sedimentos patrocinado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Algunos de los depósitos tienen concentraciones significativas de oro (*e.g.*, un promedio de 0,64 g/t de Au en el depósito de **Botija Abajo**). Un depósito de oro epitermal independiente (0,57 Moz Au) fue descubierto en **Molejón** durante la evaluación del distrito de pórfiro de Cu.

En el depósito **Petaquilla** se obtuvo una edad de  $31,4 \pm 0,3$  Ma <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar sobre biotita secundaria lo que proporciona una buena estimación de la edad de la mineralización (Villeneuve, 1997 en Nelson, 2007). La mineralización en el distrito de Petaquilla consiste en calcopirita, molibdenita y bornita menor, con pirita tanto en una zona propilítica externa como en una zona de alteración potásica interna. Se cree que la alteración fílica se superpone a estas zonas de alteración y la magnetita se asocia con zonas de mayor contenido de oro.

Los depósitos del proyecto Panamá están asociados al Batolito de Petaquilla de composición granodiorítica del Oligoceno medio (36,4 Ma), en una región infrayacida por flujos y tobas andesíticas a basálticas alterados y rocas sedimentarias clásticas del

Paleógeno (Gray *et al.*, 2015). Al sur de este cuerpo plutónico se registran numerosos *stocks* y diques equigranulares a porfíricos de granodiorita, tonalita, cuarzdiorita y diorita. Para este enjambre de 7 pórfiros (**Botija**, **Colina**, **Medio**, **Valle Grande**, **Balboa**, **Botija Abajo** y **Brazo**) se han estimado recursos por 4757 Mt de con leyes promedio ponderados de 0,34% de Cu, 0,006% de Mo, 0,06 g/t de Au y 1,28 g/t de Ag, basados en una ley de corte de 0,15% de Cu (Gray *et al.*, 2015).

Relacionado a este sistema de pórfiros del **Proyecto Panamá** se encuentra el depósito epitermal Au-(Ag) de Molejón, a 2 km al SO del **Medio** y 4 km al S de **Botija**, hospedado en una secuencia de andesitas, andesitas basálticas y tobas del Cenozoico, intruidas por un pórfiro cuarzo-feldespático y otros tipos de cuerpos porfíricos que incluyen diques. La mineralización de oro y plata está asociada con una fractura de tendencia NE-SO que parece controlar la brecha de cuarzo principal de Molejón y que se conecta con los depósitos de **Botija Abajo** y **Brazo**, y también con un rasgo estructural NNO-SSE que conecta las áreas de **Faldalito**, **Vega** y **Molejón** (Archibald *et al.*, 2011, Gray *et al.*, 2015). Al NO del prospecto **Balboa** está el prospecto de pórfiro cuprífero de **Palmilla** (Camus, 2013).

#### Depósitos epitermales auríferos

El depósito de **Molejón** está compuesto por dos cuerpos individuales de mena con estructura tabular silicificada, el cuerpo principal buza al NO y el segundo es subhorizontal con buzamiento al SE que eventualmente se unen (Archibald *et al.*, 2011), y están relacionados con un sistema hidrotermal: zonas de venas y brechas con relleno de cuarzo y cuarzo-calcita. Se registra *electrum* como inclusiones en calcopirita y aislado en venas de calcita y cuarzo, junto con pequeñas cantidades de pirita, calcopirita, pirrotita, galena, esfalerita, trazas de tetraedrita, oro y limonita/goethita y hematita. Gran parte de la mineralización conocida, incluida la de los valores más altos, ocurre en brechas de cuarzo oxidado cerca de la superficie (Archibald *et al.*, 2011). **Molejón** es interpretado como un depósito de oro epitermal de cuarzo-adularia de baja sulfuración, caracterizado por venas con textura cockade y el oro se presenta como *electrum*. La mineralización económica comprende la porción oxidada del pórfiro de cuarzo y feldespato, y de la brecha y los flujos de andesita (Gray *et al.*, 2015). Para el depósito epitermal se han estimado recursos por 34,92 Mt de mineral de mena con leyes promedio de 0,76 g/t de Au y 1,74 g/t de

Ag para una ley de corte de 0,2 g/t de Au (Archibald *et al.*, 2011)

### Fase III (16-6 Ma)

#### *Depósitos tipo skarn*

**El Mochito**, la mina más grande en Honduras, es un ejemplo de gran *skarn* distal, alojado en el miembro Atima de la caliza Yojoa. Desde 1948, la mina produjo 11 Mt de mena con 750.000 t Zn, 500.000 t Pb, 300.000 t Cu y más de 100 Moz Ag (Johnson, 1993). La mineralización ocurre en chimeneas y como un manto a lo largo del contacto entre la caliza y la Formación Todos Santos subyacente. Las rocas ígneas félsicas más cercanas son las ignimbritas riolíticas del Grupo Padre Miguel del Mioceno-Plioceno, 13 km al este de **El Mochito** (Samson *et al.* 2008). El *skarn* temprano se formó en un entorno de alto flujo de fluido proximal a las fallas y en él predominan granates tipo grandita debido a la naturaleza oxidante de los fluidos (Williams-Jones *et al.* 2010).

El depósito contiene asociaciones de alteración tipo *skarn*, que comprenden piroxeno y granate, con esfalerita, galena argentífera, pirrotita, pirita, calcopirita y arsenopirita. Los depósitos a lo largo del corredor Nacional-Salva Vida controlado por fallas gradan desde núcleos ricos en Zn-Fe a zonas ricas en Pb y marginales ricas en Ag. Los cambios en las relaciones Zn:Pb, Zn:Cu, Pb:Cu y Cu:Ag a lo largo del corredor parecen reflejar la dirección del flujo del fluido hidrotermal (NE a SO) y el aumento de la distancia desde una fuente potencial (Jensen y Goffaux, 2010).

Daticiones K-Ar de diques en el área del yacimiento arrojaron edades entre  $16,5 \pm 0,7$  Ma en una latita cuarcífera y  $9,4 \pm 0,4$  Ma en un dique alcalino (Dilles, 1982).

En 1997 los recursos totales (producción más reservas) era de 15 Mt con 5% Pb, 8% Zn, 0,3% Cu y 250 g/t Ag. En 2011 los recursos remanentes eran 5,40 Mt con 4,85% Zn, 1,72% Pb y 44,70 g/t Ag (medidos e indicados) y 3,86 Mt con 5,11% Zn, 1,38% Pb y 35 g/t Ag (inferidos) (Damjanović *et al.*, 2016).

Otros yacimientos tipo *skarn* en Honduras son **Quita Gana** (Zn-Cu-Ag-Pb), **Agalteca** (Fe) y **Minas de Oro** (Cu-Au-Ag), todos ellos emplazados en las calizas del Grupo Yojoa. En Minas de Oro se han estimado 27 Mt con 0,8% Cu y 1,4 g/t Au (Nelson y Nietzen, 2000).

#### *Depósitos epitermales de sulfuración intermedia*

El depósito **Escobal**, Guatemala (Huss *et al.* 2014) es un sistema de vetas de sulfuración intermedia aloja-

do en rocas sedimentarias y volcánicas del Terciario. El sistema de vetas aloja Ag, Au, Pb y Zn en vetas de cuarzo y carbonato. El núcleo del depósito **Escobal** comprende vetas de cuarzo y *stockworks* de hasta 50 m de ancho, con hasta un 10% de sulfuros.

La exploración ha identificado mineralización continua en **Escobal** a lo largo de 2,400 m lateralmente y 1,200 m verticalmente en cuatro zonas: Las zonas Este, Central, Oeste/Margarito y Extensión Este. El sistema de vetas está orientado generalmente de este a oeste, con inclinaciones variables. La estimación de recursos minerales para el depósito **Escobal** es de 107,4 Moz Ag clasificadas como recursos medidos, 326,5 Moz Ag clasificadas como recursos indicados y 9,3 Moz Ag clasificadas como recursos inferidos, con cantidades significativas de oro, plomo y zinc informados en todas las categorías de recursos. Los recursos medidos e indicados de **Escobal** (Huss *et al.*, 2014) totalizan 39 Mt con leyes promedio de 346 g/t Ag, 0,33 g/t Au, 0,72% Pb y 1,20% Zn que contienen 433,9 Moz Ag y 418.000 oz Au.

#### *Depósitos de Au asociados a intrusivos*

**Cerro Frontino** es un cuerpo intrusivo ubicado en el eje de la Cordillera Occidental de Colombia, que forma parte del denominado Arco del Botón considerado como un cinturón de rocas intrusivas y volcánicas del Mioceno (9 a 12Ma) (Rodríguez y Zapata, 2012). Los plutones asociados al Arco del Botón intruyen el Complejo Cañasgordas, los Basaltos del Botón y El Complejo Santa Cecilia-La Equis y pertenecen a la serie shoshonítica (Rodríguez y Zapata, 2012) y están constituidos por piroxenitas, gabros, dioritas y monzonitas. El cuerpo intrusivo genera una aureola de contacto consistente en cornubiana biotítica que afecta los sedimentos cretácicos del Grupo Cañasgordas, con algunos reportes de *skarns* en las zonas más proximales al contacto, con scheelita, granates, wollastonita, diópsido, calcita y escapolita (Molina y Molina, 1984). Las minas y ocurrencias minerales espacialmente asociadas al Plutón de Cerro Frontino (*e.g.*, El Apique, El Escobazo, Piedras, El Socorro, Ecocerro y Carauta entre otros) (Ingeominas, 1994-2002; Rodríguez y Pernet, 1982) se han agrupado dentro del Distrito de Au-(Ag) de El Cerro (López *et al.*, 2018). La mineralización típica en la zona corresponde a vetas de cuarzo masivo de menos de un metro de espesor con orientación EO y buzamiento al S (Molina y Molina, 1984), con pirrotina, calcopirita, marmatita y pirita. Asociado a este evento se encuentra alteración potásica extensiva con biotita hidrotermal. Leal-Mejía (2011)



considera que la edad máxima de la mineralización es de  $11,8 \pm 0,4$  Ma a partir de una datación K-Ar en biotita tardía magmática. Localmente se presenta otro evento mineralizador representado por vetas de cuarzo drusiforme con carbonatos, pirita, calcopirita, galena y esfalerita; asociado a este evento se observa alteración filica débil con sericita en halos proximales a las vetas y dentro de las mismas. En las proximidades de las vetas es común encontrar scheelita diseminada y calcopirita en vetillas (Molina y Molina, 1984).

### *Depósitos epitermales de Au*

La mina **San Andrés**, Honduras, consiste en una mineralización epitermal aurífera alojada en flujos volcánicos félsicos, tobas y aglomerados de edad terciaria, brechas gruesas que contienen principalmente fragmentos volcánicos y areniscas tobáceas. Las rocas que albergan el depósito de **San Andrés** se han oxidado cerca de la superficie como resultado de la intemperización. La zona de oxidación varía en profundidad desde 10 m hasta más de 100 m. En la zona de oxidación, la pirita se encuentra alterada a hematita, goetita o jarosita. La zona de óxidos generalmente se superpone a una zona de oxidación parcial, llamada zona mixta, que consta de material oxidado y sulfuros. La zona mixta, que cubre a la zona primaria, es discontinua, pero donde está presente, alcanza espesores de más de 50 m por debajo de la zona de oxidación. El oro se asocia comúnmente con minerales de sulfuro como la pirita. El oro se encuentra en vetas compuestas predominantemente de sílice que forma bandas coliformes (generalmente calcedonia con menores cantidades de cuarzo en peine fino, adularia, carbonato oscuro y pirita). Los recursos minerales estimados en 2013 totalizaban 104,85 Mt (medidos e indicados) y 4,35 Mt (inferido) con 0,49 g/t Au (Brutcher *et al.*, 2014). La mineralización de oro en el **Cinturón de Oro de Veraguas** en Panamá está alojada en rocas piroclásticas y flujos de lavas andesíticos del Mioceno ( $17,5 \pm 0,6$  Ma) de la Formación Cañazas, asociadas a un arco de islas poco profundo, donde a partir de una zona de debilidad la intrusión explosiva de diques de latita, al parecer es la responsable de la formación de las brechas de diatrema que se observan en las labores a cielo abierto de **Santa Rosa** y el **Alto de la Mina**. Estas diatremas contienen las leyes más altas de metales preciosos. La distribución de la mineralización está controlada por fallas de tendencias SO-NE y NO-SE, y es la Falla Santa Rosa la que controla el emplazamiento de las intrusiones máficas tardías y

los fluidos hidrotermales que formaron los depósitos de **Santa Rosa** (Hoag y Sharma, 2012). Las vetas mineralizadas en el Cinturón tienen orientación general N-NO y son subverticales y alcanzan 2 m de potencia; están constituidas por cuarzo calcedónico con bandeado crustiforme y son portadoras de escasa pirita. Los cursos fluviales que drenan el cinturón son portadores de oro aluvional grueso.

**Santa Rosa** y el **Alto de la Mina** son mineralizaciones epitermales de baja sulfuración de Au y Ag, localizados 2 km al S de Cañazas, en la parte oriental del bloque Chorotega. Para estos depósitos se han estimado recursos minerales de 23,12 Mt de mineral de mena con concentraciones de 0,90 g/t de Au y 2,87 g/t de Ag para una ley de corte de 0,30 g/t de Au (Hoag y Sharma, 2012). **Santa Rosa**, contiene mineralización diseminada y en *stockwork* en una toba félsica, asociado con cuarzo-pirita y está vinculada a un *hot-spring* desarrollado en el margen de un cráter hidrovolcánico (maar). El cráter de **Santa Rosa**, ahora erosionado, mide aproximadamente 2 km de diámetro. Los restos de sinterización de sílice se conservan fuera del margen del cráter. La mineralización descubierta hasta la fecha se localiza a lo largo del margen norte del cráter de Santa Rosa, en particular en brechas producto de erupciones hidrovolcánicas; se distribuye centrado en la brecha de ventilación. La alteración feldespática (adularia) en Santa Rosa se limita a las fallas mineralizadas y a los conductos hidrotermales. La mayor parte del mineral está acompañado por una alteración de cuarzo-siderita-pirita que se encuentra alejada de la fuente, una alteración argílica circundada por alteración propilítica regional débil más externa que consiste en carbonato, clorita y cuarzo. Los contenidos en Ag, As, Hg y Sb son elevados en el área con mineralización aurífera.

La mineralización en el depósito del **Alto de la Mina**, está hospedada en un cuerpo de brecha y en lavas basáltico-andesíticas, estructuralmente controlada y asociada a *stockwork* de cuarzo-pirita (Hoag y Sharma, 2012). La mineralización está rodeada de alteración argílica, y una zona externa de alteración propilítica marcada por la presencia de hematita, carbonato, celadonita y clorita. Se reporta que el oro ocurre como *electrum* en asociación con pirita; y en general los granos de oro tienen un tamaño de 5-40  $\mu\text{m}$  (Fernández *et al.*, 1997). La mineralogía de mena en los depósitos de **Santa Rosa** y **Alto de la Mina** comprende oro *electrum* (con 30% de Ag), pirita mucho más abundante que pirrotina, marcasita y arsenopirita. Los minerales de ganga incluyen

cuarzo, adularia, calcita, siderita, barita, pirita (1%) y sulfuros de metales base (Hoag y Sharma, 2012). En **Santa Rosa** las mayores concentraciones de oro diseminado ocurren en la toba inmediatamente debajo de la cobertera de andesita, por lo tanto, los depósitos están estratoconfinados y la estratigrafía es un control secundario de mena (Hoag y Sharma, 2012).

La mina Remance comprende una mineralización vetiforme que ha producido oro de forma intermitente durante más de un siglo. Remance es un depósito epitermal de Au hospedado en brechas tobáceas, tobas líticas de lapilli y tobas cristalinas interestratificadas con sedimentos carbonosos, donde las piroclastitas se depositaron en un campo de domos y cráteres hidro-volcánicos que ocupan 4 km<sup>2</sup> y están afectadas por alteración propilítica generalizada que se extiende por 10 km<sup>2</sup>, la alteración argílica y la silicificación están bien desarrolladas en las rocas piroclásticas (Nelson y Ganoza, 1999). El estilo de la mineralización es en venas y stockwork, contienen cuarzo y ocasionalmente amatista con texturas bandeadas crustiformes. La vena que corta el manto piroclástico se abre en stockwork conforme se aproxima al cráter del Tullido, es la vena principal que contiene la mineralización y se acompaña por otras venas subverticales con continuidad de hasta 1 km (Nelson y Ganoza, 1999). El oro se presenta como inclusiones en pirita y marcasita, así como en forma de oro libre, diseminado dentro del cuarzo, con calcopirita, esfalerita, galena y arsenopirita como accesorios, con bajas concentraciones de metales base. En Remance los contenidos son altos en Au hasta 6,7 ppm, Ag hasta 680 ppm y As hasta 3.600 ppm y anómalos en Sb y localmente en Hg (Nelson y Ganoza, 1999).

**Cerro Crucitas** es un depósito de oro ubicado en el margen de la depresión nicaragüense y adyacente a la proyección en tierra del escarpe de Hess. El yacimiento Crucitas consiste en una mineralización epitermal aurífera que comprende vetas, *stockworks* y brechas relacionadas con domos riolíticos a traquiandesíticos y piroclastitas del tipo *hot-spring* (Nelson, 1990). Comprende dos áreas mineralizadas principales: Fortuna y Botija. La mineralización (oro nativo y *electrum*) está asociada a vetas de cuarzo-adularia-pirita y 1 a 2% de pirita diseminada. El cuarzo y la adularia aparecen tanto en venas como en reemplazo de los domos volcánicos. Un halo de alteración argílica rodea al núcleo silicificado. Aproximadamente un tercio del depósito está oxidado. Los recursos indicados totales alcanzaban en 2007 25,1

Mt con 1,22 g/t Au y 3,17 g/t Ag en tanto los recursos inferidos eran 12,6 Mt con 1,23 g/t Au y 3,14 g/t Ag (Ward *et al.*, 2007).

El proyecto **Buriticá** es un depósito de oro epitermal de intermedia sulfuración, ubicado en el sector N y flanco E de la Cordillera Occidental, hospedado en la Andesita Porfírica de Buriticá del Mioceno tardío (7,4 ± 0,07 Ma, U-Pb en zircón; Correa *et al.*, 2018). Estas rocas tienen alto contenido de K, son de afinidad de arco continental e intruyen rocas volcano-sedimentarias cretácicas de la Formación Barroso y el *stock* de Buriticá (Lesage *et al.*, 2013). La estructura mineralizada consiste en venas de cuarzo y calcita, con calcopirita, galena, pirita, esfalerita, tetraedrita/tennantita, estibina, y oro nativo o *electrum*. La plata ocurre dentro de sulfosales y galena. La relación Ag/Au en el sistema varía de 0,11 a 169,32. La mineralización se asocia con alteración proximal sericita-adularia y alteración propilítica distal de epidoto dominante, y está hospedada en vetas verticales con orientación E-O, espaciamiento menor a 50 m y espesores individuales que varían de 3 a 20 cm (Lesage *et al.*, 2013). Una edad <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar en moscovita hidrotermal de 7,74 ± 0,08 Ma permite suponer que ésta es la edad de formación del depósito epitermal, es decir, inmediatamente después de la intrusión del pórfiro de andesita de Buriticá. Las alteraciones potásica y propilítica se desarrollaron durante las etapas tempranas del sistema hidrotermal, pero no llevan mineralización de oro; el oro se asocia con alteración ligera y tardía de sericita-cuarzo-adularia y alteración propilítica distal (Lesage *et al.*, 2013). Para el depósito de Au-Ag de **Buriticá** se estiman recursos totales de 9,31 Mt de mineral de mena con leyes promedio de 9,31 g/t de Au y 38,76 g/t de Ag (Jones *et al.*, 2019).

#### Fase IV (6-3 Ma)

##### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo-Au*

Esta fase incluye el depósito de pórfiro Cu-Mo-Au de 4,2 Ma **Cerro Colorado** y el depósito de pórfiro Cu-Mo-Au **Cerro Chorcha**, localizado aproximadamente 35 km al oeste de Cerro Colorado, en Panamá. **Cerro Colorado** es uno de los depósitos de pórfiro cuprífero sin desarrollar más grandes de Centroamérica (Cooke *et al.*, 2005; Nelson, 2007; Singer *et al.*, 2008), para el que se han estimado recursos por 3.730 Mt de mineral de mena con leyes de 0,39% de Cu, 0,015% de Mo, 0,08 g/t de Au y 5,2 g/t de Ag (Anderson, 2004). La estimación del recurso en la zona de enriquecimiento supergénico (con promedio de 35 m)

es de 70 Mt de mineral de mena 1,11% de Cu (Gray *et al.*, 2014).

El depósito **Cerro Colorado** está alojado en la granodiorita Plutón Río Escopeta datado en 5,9 Ma (Clark *et al.*, 1977), que comprende una facies equigranular más antigua y varias fases porfíricas más jóvenes, intruye una secuencia de aproximadamente 30 Ma compuesta en gran parte por flujos de andesita y sedimentos volcánoclasticos fosilíferos (Clark *et al.*, 1977).

En el área del depósito las andesitas están afectadas por las intrusiones relacionadas con la mineralización, con contactos muy irregulares, con numerosos xenolitos de andesita que ocurren en los cuerpos intrusivos. Issigonis (1973) reconoció varias fases de rocas intrusivas, confinadas a un área de 2 x 3 km en el área del depósito, en gran parte sólo expuestas en lechos de arroyos las que, en orden de emplazamiento, son: i) Pórfiro riolítico, que contiene aproximadamente un 46% de cuarzo libre y un 28% de feldespato potásico; están mineralizados de manera uniforme con sulfuros diseminados, principalmente bornita. Los pórfiros ocupan una superficie elipsoidal; la masa principal tiene unas dimensiones de 600 x 450 metros. La roca de caja andesítica está mineralizada hasta 100 m del contacto con el pórfiro. ii) Cuarzo-monzonitas ("Granodiorita Escopeta") que albergan la mayor parte de la mineralización; en la superficie, aparecen como cuerpos con dimensiones de 200 a 1.500 m de ancho, distribuidos alrededor en la periferia de la zona mineralizada, pero en profundidad se unen para formar la masa intrusiva principal con dimensiones de aproximadamente 3,5 x 1,5 km, que rodea a los cuerpos de mena más pequeños. Hay pórfiros cuarcíferos y diques riódacíticos post-mineralización.

Según Nelson (1995) la alteración propilítica (epidoto-calcita-clorita-pirita) afecta a las andesitas y, en menor medida, a la granodiorita, mientras que la alteración filica (cuarzo-sericita-pirita) en las inmediaciones del depósito se conoce localmente como "pórfiro de latita" (que representa una alteración filica débil) y pórfiro feldespático (alteración filica fuerte con fenocristales de feldespato remanentes reemplazados por sericita). Reynolds (1983) también sugirió que la alteración feldespática temprana fue destruida por el conjunto filico. La anhidrita está presente como un componente menor del conjunto filico en profundidad.

La mena consiste en calcopirita, molibdenita y pirita, que aparecen como pequeños granos diseminados en el "pórfiro de latita" alterado débilmente y como

granos más grandes en el conjunto de pórfiros de feldespato fuertemente filico con alteración filica fuerte. Hay bornita fina (10  $\mu$ m) diseminada uniformemente en todo el pórfiro, lo que ha dado lugar a una distribución inusualmente uniforme de la ley en ese tipo de roca. Reynolds (1983) distinguió cinco episodios asociados con mineralización hipógena: i) venas de cuarzo estériles, con que comienza la paragénesis, seguidas de ii) cuarzo-calcopirita-pirita, iii) cuarzo-sericita, iv) cuarzo-sericita-sulfuros, y v) vetas masivas de sulfuros. Las temperaturas de homogeneización oscilan entre 250° C y 450° C. Se identificaron dos episodios de formación de venas de sulfato y carbonato hipogénicos posteriores a la mineralización, que a su vez son cortadas por diques de riolita y riódacita. La biotita de los diques posteriores a la mineralización ha sido datada en 4,2 Ma (Reynolds, 1983).

La lixiviación y enriquecimiento supergénico produjeron una capa de calcocita inmadura en la que la conversión de sulfuros primarios es incompleta, con aproximadamente 65% del cobre presente en el nivel secundario como sulfuros supergénicos (Galay, 1980, en Nelson, 1995), con una ley de cobre secundario de 0,57% Cu.

**Cerro Chorchá** es un pórfiro de Cu-(Au-Ag) con débil contenido de Mo asociado, descubierto en 1969 y aún en estado de exploración, para el que se han estimado recursos minerales por 201,9 Mt de mineral de mena con concentraciones de 0,49% de Cu, 0,01% de Mo, 0,07 g/t de Au y 1,8 g/t de Ag, para una ley de corte de Cu de 0,2% (Baughman, 1995; Druicker y Sandefur, 2008; *Empire Minerals*, 2006; Kesler *et al.*, 1977, Gray *et al.*, 2014). En **Cerro Chorchá** la mineralización se asocia con un *stockwork* de cuarzo que contiene magnetita (Druicker y Sandefur, 2008) dentro de una intrusión compleja de granodiorita-tonalita del Grupo Tabasara, que intruye tobas y flujos de lapilli andesíticos de edad miocena de la Formación Cañazas. También se reconoce una serie de diques de pórfiro cuarzo feldespático en el área del depósito; la alteración filica es dominante. En **Cerro Chorchá**, la mineralización de sulfuros primarios (calcopirita y bornita) está distribuida en *stockworks* estructuralmente controlados, donde se identifica una estructura consistente en vetillas de cuarzo+magnetita+sulfuro, al parecer tempranas, y otra estructura *stockwork* tipo pórfiro posterior, conformada por vetillas de cuarzo+sulfuro+zoisita dentro de las intrusiones de cuarzodiorita y dacita porfírica (Druicker y Sandefur, 2008). Las venas de cuarzo-magnetita en *stockwork* de la mineralización

en **Cerro Chorcha**, se pueden seguir en forma continua como una franja de 1,1 km de longitud con un espesor menor a 150 m y la mineralización de venas de cuarzo en *stockwork* estilo pórfiro ha sido cartografiada en un área de 1,3 km de largo por 0,6 km de ancho (Druecker y Sandefur, 2008). El depósito de **Cerro Chorcha** exhibe zonación de cobre/oro y calcopirita/pirita asimétrica a lo largo de la tendencia OSO-ENE (Druecker y Sandefur, 2008). Asimismo en **Cerro Chorcha** se observa zonificación a partir de la alteración hidrotermal, donde la alteración propilítica distal (clorita, epidoto, carbonato) rodea la zona de alteración propilítica proximal (actinolita, clorita magnetita) fílica (cuarzo-sericita, clorita, illita/arcilla), seguida por zonas erráticas e irregulares de alteración fílica (cuarzo, sericita, clorita, illita/arcilla) que se sobre imponen a las zonas de alteración propilítica y parecen estar controladas por estructuras de alto ángulo. Por analogía con el depósito de Cerro Colorado a 35 km al ESE, se cree que la mineralización de **Cerro Chorcha** tiene la misma edad, 3 Ma o menos (Druecker y Sandefur, 2008).

#### *Depósitos epitermales de Au-Ag de baja sulfuración*

Con esta fase, localmente representada en Costa Rica por el originalmente denominado Grupo Aguacate y que hoy comprende las formaciones La Garita y Grifo Alto (entre 6,1 y 3 Ma) se relacionan los depósitos auríferos de los **distritos Tilarán-Abangares, Miramar y Esparza-Aguacate**, que consisten en vetas epitermales auríferas de baja sulfuración.

Entre las minas del distrito Tilarán-Abangares está **Río Chiquito**, consistente en un *stockwork* alojado en andesitas propilitizadas. Los cuerpos silicificados de reemplazo forman un patrón en échelon en una zona de cizalla. La alteración hidrotermal grada desde una zona argílica (cuarzo-pirita-caolinita) con pocos sulfuros a una zona central con brechas hidrotermales silicificadas con alto contenido en sulfuros. Las brechas contienen fragmentos angulosos de andesita silicificada en una matriz de cuarzo microcristalino con pirita-marcasita. Todas estas unidades están cortadas por vetas de cuarzo *vuggy*, con texturas crustiforme bandeada a microcristalina. La mineralización consiste en oro de tamaño micrométrico asociado a pirita, marcasita, argentita, acanthita y cantidades subordinadas de galena, esfalerita, arsenopirita y metacinnabrio en ganga de cuarzo y adularia (Nelson, 1990). U.S. Geological Survey *et al.* (1987) indicaron reservas del orden de 3,6 Mt con 2,84 g/t Au y 62,95 g/t Ag. Otros depósitos adscriptos al mismo modelo

son **San Martín** (3,9 Mt con 2,21 g/t Au y 15 g/t Au de acuerdo con Nelson, 1990) y **El Recio** (2,7 Mt con 8,19 g/t Au según U.S. Geological Survey *et al.*, 1987). El **Distrito Miramar** comprende las minas **Bellavista** y **La Unión**. La mina **Bellavista** está formada por varias vetas y *stockworks* epitermales de cuarzo ubicadas a lo largo de una zona de cizalla de rumbo norte. Hay alteración propilítica regional (cuarzo, pirita, sericita, clorita, epidoto y calcita) que afecta a las volcanitas del Grupo Aguacate, en tanto en el área del yacimiento hay una fuerte alteración sericítica (cuarzo, sericita, pirita e illita). La mineralización consiste en *electrum*, asociado con pirita y en menor proporción galena, esfalerita, calcopirita y arsenopirita. La ganga está constituida por cuarzo lechoso, adularia y calcita. En algunos sitios hay cuarzo con bandeamiento crustiforme y calcedonia. Las reservas en 1982 ascendían a 22 Mt con 1,7 g/t Au (Nelson, 1992).

El **Distrito Esparza-Aguacate** comprende las minas **Santa Clara** y minas **del Aguacate**. La mina **Santa Clara** consiste de un conjunto de vetas de sílice calcedónica y *stockworks* con mineralización de oro libre asociado a pirita y contenidos menores de calcopirita y covelina. En la zona de oxidación que se extiende verticalmente más de 50 metros, el oro está acompañado por limonitas y pirolusita. Las reservas estimadas en 1988 eran 2,92 Mt con 1,7 g/t Au (Nelson, 1990).

## 8. ANDES DEL NORTE

La placa norte andina es una región tectónicamente compleja que comprende partes de Ecuador, Colombia y Venezuela, y naturalmente incluye los Andes del Norte (Bird, 2003). La configuración tectónica actual de la placa del norte de los Andes –extremo noroeste de América del Sur– es el resultado de un crecimiento continental acrecionario progresivo desde el Proterozoico Medio hasta el Holoceno (Cediel, 2019) constituido por varios dominios tectónicos que guardan registros de grandes eventos colisionales, acreccionales, orogénicos, extensionales y del magmatismo asociado. Cardona *et al.* (2011) identificaron cinco episodios tectónicos que explican la constitución actual de los Andes del norte: la colisión del norte de América del Sur con el Caribe (70 Ma), el metamorfismo relacionado con subducción y magmatismo (65 Ma), la acumulación de una cuña de acreción siliciclástica gruesa (60-58 Ma), magmatismo de arco (58-50 Ma) y elevación regional (<50 Ma). Por otra parte, Leal-Mejía (2011)



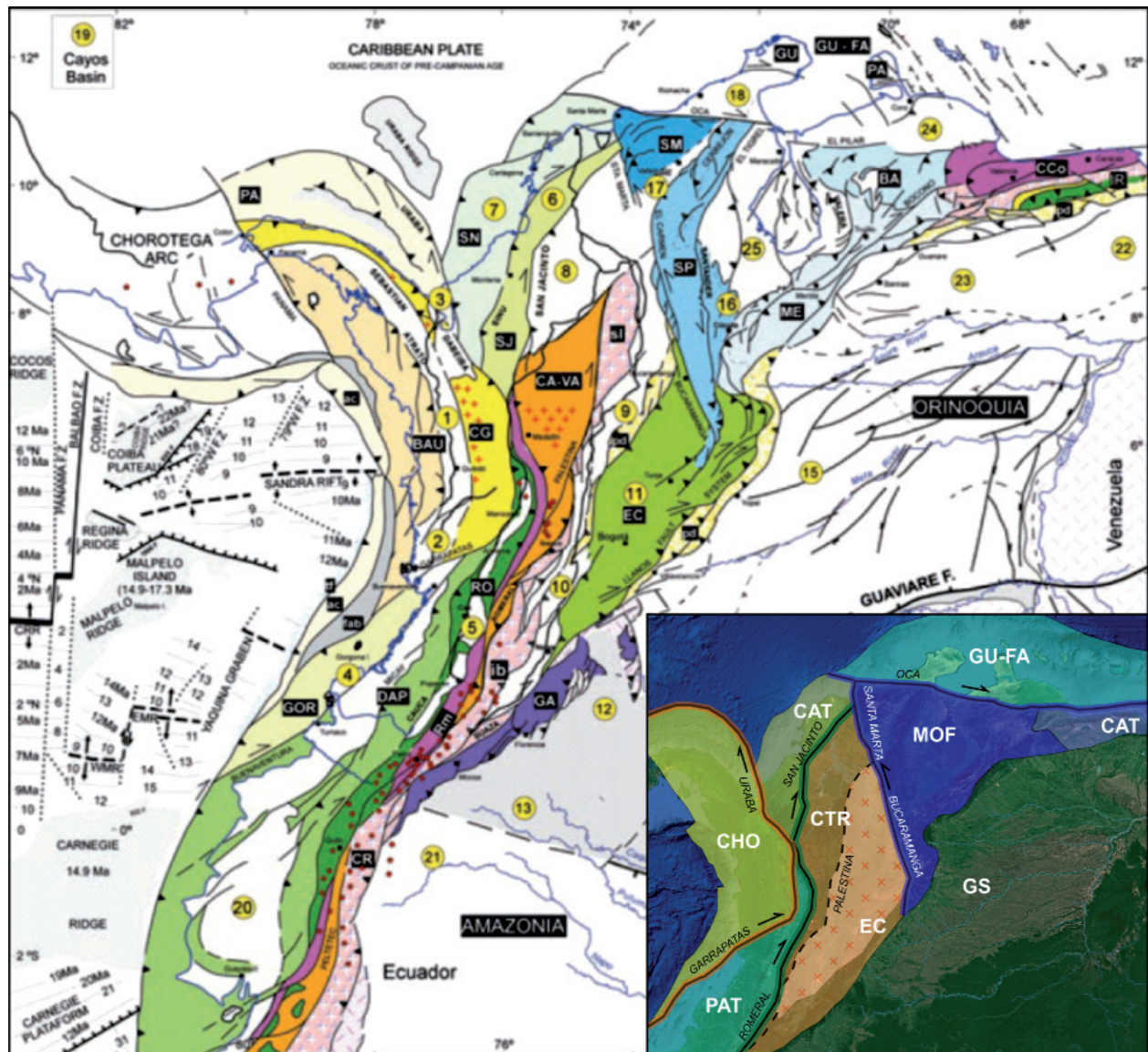


Figura 9. Mapa morfoestructural y litotectónico del noroeste de América del Sur. Dominio Tectónico Occidental: integrado por CHO, PAT y CAT - CHO: Arco Panamá-Chocó; BAU: Terreno Baudó; PA: Terreno Panamá; CG; terreno Cañasgordas - PAT: Asociación de Terrenos Pacífico; GOR: Terreno Gorgona; DAP: Terreno Dagua-Piñón; RO: Terreno Romeral; RM: *Mélange* Romeral - CAT: Dominio Tectónico Caribe: SJ: Terreno San Ignacio; SN: Terreno Sinú; CCo; Cordillera de la Costa; IR: Serranía Interior - CTR: Dominio Tectónico Central: CA-CV: Terreno Cajamarca-Valdivia; sl: bloque San Lucas; ib: bloque Ibagué; GA: Macizo de Garzón; CR: Cordillera Real - EC: Dominio Tectónico Oriental: pd: piedemonte - GS: Escudo de Guayana - GU-FA: Terreno Compuesto Guajira-Falcón; GU: Estructura Amalgamada Guajira; FA: Estructura Amalgamada Paraguana - MOF: Flotante Orogénico Maracaibo; ME: Sierra de Mérida; SP: Macizo de Santander-Serranía de Perijá; BA: Sierra de San Luis y Baragua; SM: Sierra Nevada de Santa Marta - Fosa Pacífica Colombiana: fab: Cuenca de antearco; ac: prisma de acreción; tf: relleno de trinchera. Puntos rojos: volcanes plioleistocenos. 1 a 25: cuencas cenozoicas (de Cediél, 2019).

para los Andes colombianos durante el Fanerozoico establece siete eventos metalogénicos relacionados con las mineralizaciones de oro y el magmatismo. Existe un extenso volcanismo en la placa norte andina, particularmente en Ecuador y Colombia (Stern, 2004). En Venezuela no hay actividad volcánica, aunque hay volcanes de lodo (Aslan *et al.*, 2001), resultado de la deshidratación de sedimentos de la placa del Caribe que se subduce (Reed *et al.*, 1989). El área considerada en este trabajo comprende cinco dominios principales (Cediél *et al.*, 2003; Cediél,

2019): Terreno Compuesto Guajira-Falcón, Flotante Orogénico de Maracaibo, Terrenos Pacífico, Terrenos Caribe y la Subplaca Continental Central (fig. 9).

### 8.1. TERRENO COMPUESTO GUAJIRA-FALCÓN (GU-FA)

Es interpretado por Cediél (2019) como un segmento del Dominio Tectónico Occidental desplazado tectónicamente y compuesto por fragmentos

de corteza continental proterozoica a paleozoica constituidos por ortogneises, paragneises y esquistos, secuencias sedimentarias jurásicas y corteza oceánica cretácica, fragmentos representados en los terrenos Península de La Guajira, el bloque Falcon-Paraguaná e Isla Margarita. Fueron trasladados del NE y O, y actualmente están localizados a lo largo de la margen continental de América del Sur, hecho ocurrido durante el emplazamiento de la placa Caribe y previo a la acreción del Bloque Chocó-Panamá (Cediel, 2019). El conjunto es cubierto por secuencias terrígenas del Cretácico Superior y Paleoceno y depósitos siliciclásticos paleógenos.

#### *Depósitos de grafito asociados con cristalización metamórfica*

En Paraguaná se encuentra el indicio de grafito **San Carlos** asociado a rocas gneísicas y graníticas de la Metagranodiorita de El Amparo de edad pérmica. El grafito se presenta diseminado y en masas, asociado a una zona de alteración hidrotermal, donde se identifican sericita, piritita y feldespato (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de cromita, talco y magnesita asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente inestables*

En Alta Guajira, Irving (1972) reporta la presencia de ultramafitas derivadas de fajas ofiolíticas cretácicas desmembradas, ubicadas al NO de las serranías de Macuira y Jarara, donde se encuentran asociadas a la falla inversa de Ororio con tendencia ENE y en el Cabo de La Vela como una pequeña faja aislada vinculadas a un arco intraoceánico activo durante el Cretácico Superior (Weber *et al.*, 2009). En el extremo NO de la Serranía de Jarara hay serpentinitas y rodingitas (Arredondo Restrepo *et al.*, 2005) que comprenden abundantes manifestaciones de talco entremezclado con clorita, tremolita y cromita, conformando capas con espesores inferiores a 25 metros, asociadas a zonas de falla en los contactos entre serpentinitas y su roca caja (Lockwood, 1965). El talco en los **Cerros de Parashi** se observa rodeando cuerpos de serpentinita como bandas irregulares de 1 m de ancho que se siguen por centenares de metros. Otras manifestaciones de cuerpos lenticulares de talco-serpentina se encuentran en el pico Jihoune al SE de la Serranía de Macuira (MacDonald, 1965) que, a diferencia de los anteriores, hacia los bordes exhiben actinolita-talco y puntualmente talco-dolomita (MacDonald, 1964). También en el extremo N de la Serranía de Macuira a lo largo de la zona de falla de Ororio, en el cerro homónimo se observan filitas que albergan cuerpos

de serpentinita, y pequeños cuerpos lenticulares de metagabros. La serpentinita está conformada por crisotilo, antigorita y bastita y, como minerales accesorios, cromita y magnetita (MacDonald, 1964). Asociadas a las serpentinitas del Cabo de La Vela se reportan piroxenitas, gabros (Radelli, 1962) y diques de rodingitas (Gómez *et al.*, 2015). En particular, en las serpentinitas se registran mineralizaciones de magnesita, depósito **Cabo de La Vela**, como venas irregulares de origen hidrotermal que rellenan fracturas, con espesores menores a 20 cm y con una disposición estructural preferencial N 30° E/65°-70° SE, conformando una franja de 5 a 15 m de ancho que agrupa hasta 10 estructuras vetiformes (Mendoza, 2002) y que se pueden seguir a lo largo del rumbo por 200 m (Rodríguez y Londoño, 2002). Localmente la mineralización tiene un estilo en *stockwork* o en bolsones (Mendoza, 2002).

En Paraguaná el depósito de cromita de **El Rodeo** consiste en masas tabulares, fracturadas con una longitud inferior a los 50 m, constituidas por agregados de cromita en forma de racimos, rodeada por antigorita laminar y hospedados en peridotitas serpentinizadas; las peridotitas hacen parte de un complejo ígneo que además contiene basaltos sauritizedados, gabros uralitizados, noritas, perknitas y anortositas. Al parecer la cromita presente en Paraguaná representa un depósito ortotéctico formado en profundidad y transportado por el emplazamiento de las peridotitas (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de fosfatos y sal asociados con sedimentos químicos y biogénicos*

El depósito de fosfato de **Riecito**, ubicado en las estribaciones de la Serranía Churuguara-Agua Linda (Venezuela) y explotado para la producción de fertilizantes granulados NPK y ácido fosfórico, posee reservas explotables conocidas de 7.400 Mt con una ley promedio de 27% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Pequiven, 2019). La mineralización está asociada con una sucesión de caliza miocena de la Formación Capadare, que conforman un anticlinal asimétrico fallado, y que consisten de caliza arrecifal, roca fosfática que suprayacen argilita arenosa intercalada con caliza. La roca fosfática, marga fosfática arenosa, contiene cuarzo (15 a 25%), colofanita predominante en la matriz con dahlita como mineral secundario y estafelita como accesorio (Rodríguez, 1986). Al SE de Riecito en el Cerro Chichiriviche se encuentran otros depósitos de roca fosfática: **Sanare y Lizardo**, constituidos por varios mantos cuasi horizontales intercalados con arcillas y calizas correlacionables con la Formación



Capadare (Lamus *et al.*, 1988). A diferencia de **Riecito** en **Lizardo** se registran dolomitas masivas en la secuencia de calizas. En los mantos con fosfatos se identifican fosfato hidratado aluminico-cálcico, en el nivel superior, y fosfato tricálcico en el nivel inferior, se asume que el fosfato tricálcico proviene de la alteración del fosfato aluminico como resultado de la reacción con las arcillas. Los minerales de fósforo identificados son colofano y dahlita. Las reservas del yacimiento de **Lizardo** se estiman en 18,6 Mt de rocas fosfáticas en una superficie de 75 ha. Las reservas contienen 20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 38% de SiO<sub>2</sub>. Las reservas de fosfato de aluminio son de 3,9 Mt (MPPDME, 2018).

A lo largo del litoral oriental de la península de Paraguaná, en un tramo de 20 km, se encuentran las salinas de **Las Cumaraguas**, en explotación desde antes de 1975, con una capacidad anual promedio de 36.000 t (Rodríguez, 1986). La salina **Los Olivitos** o **Ancón de Iturre**, al igual que Las Camaraguas es una de las más importantes productoras de sal a partir de evaporación solar en Venezuela y genera al año 650.000 t de sal (Cargill Inc., 2019).

## 8.2. SUBPLACA O FLOTANTE OROGÉNICO DE MARACAIBO (MOF)

Este dominio tectónico compuesto es un fragmento del Escudo de la Guyana que se desplazó hacia el NO y sobre el que se registran secuencias supracorticales fanerozoicas (Cediel, 2019). Se distingue del Escudo de la Guayana por su estilo de deformación, como resultado de la interacción entre el Mesozoico y el Cenozoico en evolución entre el Pacífico (Nazca) y la Placa Caribe, y las placas continentales de América del Sur. Incluye la Sierra Nevada de Santa Marta, los Montes de Oca, el Macizo de Santander (Colombia), la Sierra de Mérida, las cordilleras de Baragua y San Luis (Venezuela), la serranía de Perijá (Colombia-Venezuela) y la cuenca de Maracaibo.

Comprende componentes litotectónicos y morfoestructurales tales como los macizos proterozoicos y paleozoicos exhumados Santa Marta, Floresta y Santander; cuencas extensionales volcanosedimentarias y cuerpos batolíticos triásico-jurásicos expuestos a lo largo del macizo de Santander, Santa Marta y serranía de Perijá. En el Macizo de Santander se registran ocurrencias aisladas de granitoides porfíricos hipoabisales con afinidad peraluminosa, de edad miocena media a superior y pliocena.

### *Depósitos de Cu-Mo tipo pórfiro y epitermales de Au-Ag asociados*

En el Macizo de Santander extremo S del MOF, se ubica el Distrito Minero de Vetas-California con una tradición minera que data de tiempos precolumbinos, distrito que alberga prospectos e indicios que se agrupan en dos conjuntos: uno cerca al municipio de California donde prospectos como **La Bodega**, **La Mascota**, **El Cuatro**, **Pie de Gallo**, **San Celestino** y **La Plata** se encuentran a lo largo de la falla La Baja, con evidente control estructural NE; y otro cercano al municipio de Vetas y a 10 km al SE de California, que comprende la mina **El Volcán**, además de numerosos indicios. Para este depósito se identificaron recursos totales de 8,69 Mt con 8,7 g/t Au (Lavigne y Landry, 2013). En el distrito afloran paragneises grenvillianos –Gneis de Bucaramanga– y rocas graníticas del Triásico-Jurásico –stock de El Cuatro–, rocas afectadas por un evento magmático del Mioceno tardío que parece relacionarse al menos temporalmente con la Orogenia Andina (Mantilla *et al.*, 2009). Contemporáneo con este evento se encuentran mineralizaciones de tipo pórfiro Cu-Mo asociadas a rocas porfíricas de composición granodiorítica (distrito California-Vetas: depósitos **La Bodega-La Mascota** y **proyecto Angostura**) a las que se sobreimpusieron mineralizaciones de Au-Ag epitermales de alta a intermedia sulfuración con edades de alteración/mineralización de 3,4 Ma y de 2,6-1,6 Ma (Rodríguez, 2014; Bissig *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2017). El **proyecto Angostura** comprende una franja mineralizada de más de 200 vetas, vetillas, ramales y brechas hidrotermales silicificadas que están alojadas en *stocks* y diques de diorita porfírica a cuarzomonzonita datados en 10,9 ± 0,2 y 8,4 ± 0,2 Ma (Mantilla *et al.*, 2009, 2011). En 2015 los recursos medidos e indicados totales alcanzaban 15,06 Mt con 4,57 g/t Au y 19,3 g/t Ag y los inferidos 6,85 Mt con 4,70 g/t Au y 19 g/t Ag, totalizando 92,25 t Au y 384,25 t Ag (Stubens, 2015). **La Bodega-La Mascota** es parte del mismo corredor que **Angostura** y contiene recursos inferidos en 2010 (Altmann *et al.*, 2010) de 27,7 Mt con 3,9 g/t Au, 21,5 g/t Ag y 0,14% Cu (109 t Au y 595 t Ag). Adicionalmente se registran mineralizaciones de uranio (**San Celestino**) generadas por un evento tardío dentro de la evolución hidrotermal del distrito (Bissig *et al.*, 2014). Hasta el momento este tipo de depósitos son únicos en Colombia, asociado a pequeños diques granodioríticos porfíricos que no

conforman un arco magmático bien desarrollado (Rodríguez *et al.* 2017), pero que comparten características con rocas adakíticas asociadas a pórfiros y mineralizaciones epitermales en sectores de los Andes donde hay subducción plana; aunque este tipo de depósitos también pueden presentarse en ambientes post-colisionales donde el manto litosférico subcontinental, previamente fertilizado, se ha vuelto a fundir (Bissig *et al.*, 2014).

#### *Depósitos de Cu asociados a granitos*

Varios indicios de Cu se localizan en los Andes venezolanos, a partir de los cuales se definen zonas metalogénicas asociadas a rocas paleozoicas y precámbricas en el flanco NO de la Sierra de Mérida. El indicio de **Monte Carmelo** está hospedado en rocas de la unidad metamorfizada Granito de Puente Real de edad paleozoica media y en migmatitas de la Formación Sierra Nevada de edad precámbrica. La mineralización diseminada y masiva está conformada por calcopirita (Rodríguez, 1986). La mineralización de **Timotes** se encuentra en rocas de la unidad metamorfizada Granito de Cachopo del Paleozoico Inferior. Consiste en calcopirita y/o bornita que rellena microfracturas en las facies pegmatíticas y gnéisicas con desarrollo de aureola de alteración propilítica (clorita, epidoto) y en menor proporción argílica; los sulfuros en superficie han sido alterados a carbonatos y silicatos de cobre, y regionalmente los granitos exhiben mineralizaciones diseminadas de sulfuros de cobre (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de Cu asociados a volcanismo máfico continental, Zn-Cu-Pb tipo VMS y Pb-Ba SEDEX*

Las mineralizaciones de Cu al sur de la Serranía del Perijá en Venezuela se hospedan en una secuencia volcano-sedimentaria continental de capas rojas del Jurásico Inferior a Medio de la Formación La Quinta, constituyendo **Caño Tigre** el principal yacimiento (Rodríguez, 1986). En el distrito, la mineralización se presenta como cobre nativo (**Caño Sapo** y **Caño Camaleón**, entre otros sitios), como sulfuros de cobre-bornita, calcopirita y calcosina (**La Ge** al S y **La Quebrada** al N) y como sulfuros de cobre y hierro (**Caño Ramoncito** en la cuenca del Río Cogollo) (Audemard, 1982). La mena en **Caño Sapo** y **Caño Camaleón** está hospedada en flujos de basalto-andesita amigdalares en la parte media de la Formación La Quinta; los flujos con espesor menor que 8 m albergan una mineralización en bolsones y lentes hasta de 2 m de ancho distribuidos erráticamente. La ley promedio de cobre es de 1 a 2%. El cobre na-

tivo está en amígdalas e interconectando microfracturas, acompañado por calcedonia, prehnita, pumellita, laumontita, calcita, clorita, epidoto y albita, con muy escasa calcopirita, djurleíta y calcosina, cuprita secundaria, crisocola, malaquita y azurita. Las mejores exposiciones están en **Caño Tigre** y en **Caño Caimán**. La oxidación de cobre nativo produce cuprita. La malaquita, azurita y crisocola se forman como resultado de la oxidación del cobre nativo y la cuprita. La mineralización de cobre nativo está relacionada a rocas con bajo grado de metamorfismo, en facies zeolita (Viteri, 1977). La mineralización de sulfuros de cobre en sedimentitas consiste de diseminaciones intersticiales de sulfuros de cobre y hierro en estructuras de canal en arcosa de grano grueso y conglomerados. La distribución, extensión lateral y espesores de las zonas mineralizadas son variables, en general de 30 m de longitud y 3 m de espesor. Este tipo de mineralización se encuentra en **Caño Desconocido**, y **Caño Vargas**. Aquí la calcosina está acompañada de bornita, calcopirita, covelina, laumontita y prehnita. La bornita, calcopirita y covelina fueron precipitados antes (temprano) durante la depositación de flujos enriquecidos en cobre, o al momento del emplazamiento del dique. La laumontita, cuarzo, prehnita, epidoto, y calcosina indican depositación por incremento en el pH durante el evento metamórfico (Audemard, 1982). En el **Río Cogollo** la mineralización está relacionada al emplazamiento de los diques de basalto-andesita pilotaxíticos y el cobre está genéticamente asociado con éstos. A lo largo del río Cogollo se observa una manifestación de calcopirita y bornita en vetillas y diseminaciones en la aureola de contacto en las arcosas. La calcopirita y bornita se hallan en vetillas y como rellenos intersticiales en los 30 cm proximales de la aureola de contacto, y están localmente alteradas a calcosina, covelina y malaquita secundarias (Audemard, 1982). La mineralización de sulfuros de cobre y hierro en flujos félsicos se presenta a lo largo del **Caño Ramoncito**, donde se exhibe como bornita en vetillas y diseminaciones en flujos de cuarzolita con alteración de sericita, cuarzo, calcita, prehnita y clorita y 6 a 8% de piritita fresca observada. La mineralización consiste de bornita asociado con cuarzo y feldespato; la bornita reemplaza a la piritita fracturada. En las venas de más de 2 cm el único sulfuro presente es piritita (Audemard, 1982).

El prospecto hidrotermal de Pb-Ba de **Río Piche**, localizado en la cuenca del mismo nombre, Serranía del Perijá, estado Zulia, está asociado genéticamente



con las rocas volcano-sedimentarias de la Formación Tinacoa del Jurásico-Cretácico en un área afectada por intensa deformación y fallamiento. La mineralización consiste de venas anastomosadas conformadas por galena en cristales gruesos y cerusita, así como barita, barita-calcita y witherita de textura masiva y color gris claro (Rodríguez, 1986; Hackley *et al.*, 2006).

El depósito **Bailadores**, conocido desde tiempos coloniales, está localizado en la Cordillera de Mérida (Venezuela), fuera del área considerada en esta publicación. El área comprende rocas metamórficas proterozoicas y paleozoicas cubiertas en discordancia por secuencias sedimentarias del Paleozoico superior al Terciario. La Formación Mucuchachí, comprende depósitos sedimentarios marinos y una unidad de rocas piroclásticas de hasta 2.000 m de potencia, datadas en  $452,6 \pm 2,7$  Ma (U-Pb en zircón; van der Lelij *et al.*, 2016), que alojan la mineralización de sulfuros masivos volcánogénicos tipo Kuroko. La mineralización está constituida por dos niveles principales de sulfuros separados por tobas, en los que predominan esfalerita y pirrotina y, en menor proporción, galena, calcopirita, arsenopirita y pirita, constituyendo bandas centimétricas (Carlson, 1977). Un *stockwork* rico en Cu se encuentra por debajo del nivel de sulfuros. Se han estimado 3 Mt de mena con 26% Zn, 7% Pb y 1,5% Cu (Theofilos, 1976).

#### *Depósitos de Cu asociados a sedimentos clásticos*

Las mineralizaciones de cobre al SE de la Sierra Nevada de Santa Marta, depósito **Camperucho**, se encuentran hospedadas en rocas volcánoclasticas de la Formación Guatapurí de edad jurásica, que en este sector consiste en secuencias de conglomerados, arenitas tobáceas y wackes feldespáticas, limolitas arenosas tobáceas y calcáreas con interposiciones de espilitas, basaltos o rocas volcánicas andesíticas como pequeños cuerpos hipoabysales intrusivos. El cobre se encuentra en lentes y vetillas de cuarzo-epidoto que atraviesan rocas ígneas y sedimentarias, o como óxidos y carbonatos de Cu diseminados en las capas rojas o como minerales oxidados de Cu en venas de cuarzo hidrotermal brechoides (Tschanz *et al.*, 1970). En general, se trata de calcosina reemplazando bornita y covelina reemplazando calcosina, además de malaquita, azurita, crisocola, cuprita y Cu nativo. Las zonas mineralizadas se asocian a las zonas de contacto entre rocas ígneas y sedimentos rojos, donde el cobre se depositó en venas y vetillas de cuarzo (Wokittel, 1955). Las zonas mineralizadas forman franjas con

forma irregular de hasta 20 m de ancho y cientos de metros de longitud, al interior de estas franjas se observan vetillas de cuarzo-epidoto de 20-30 cm con contenidos de Cu de 1%, excepcionalmente 4-5%. El control estructural de las mineralizaciones secundarias de cobre en **Camperucho** es ejercido por fallas inversas de componente sinistral con disposición preferencial N 84° E/75° SE y vetillas asociadas a microfracturas tipo riedel dispuestas N 75° O/67°-85° SE (Zuluaga *et al.*, 2019).

El indicio mineral de cobre **La Plazuela**, ubicado en los Andes venezolanos (estado Trujillo), está hospedado en areniscas y conglomerados continentales de la unidad Asociación Río Momboy de edad carbonífera-pérmica. La mineralización estratoconfinada y discontinua está constituida por carbonato de cobre diseminado en capas reducidas de secuencias de areniscas rojas (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de Hg asociados a sedimentos clásticos*

En la Unidad Morfoestructural Sierra de Baragua-San Luis hay ocurrencias de mercurio agrupadas con el nombre de **Carora** (Venezuela). Consisten en cinabrio hospedado en rocas clásticas de la Formación Mata-tere del Paleoceno-Eoceno. Las zonas mineralizadas se distribuyen en una franja desde el cerro El Cacique hasta el cerro El Vigía. La zona mineralizada de El Cacique se caracteriza por la presencia de cinabrio en bolsones a lo largo de fracturas E-O que cortan areniscas con orientación N 40° E/50° N. Otra zona mineralizada es la zona de La Perezza, donde la mina más conocida es San Jacinto, excavada en potentes capas de areniscas interestratificadas con capas delgadas de lutitas y areniscas. Las capas mineralizadas tienen un espesor de 0,6 y 0,8 m separadas por capas de lutitas. El cinabrio en relleno de fracturas, cavidades y poros se encuentra en cristales euhedrales, en granos irregulares, en agregados que por lo general se observan sólo ocasionalmente asociados con cuarzo, pirita, sericita y en mineral bituminoso (Rodríguez, 1986). En 1969 se hace un cálculo de reservas para el mercurio considerando un volumen de mena de 6.750 m<sup>3</sup> con un contenido de 89,43 t de Hg (Goddard, 2007).

#### *Depósitos de Fe asociados a sedimentos químicos y biogénicos*

En la sierra de Mérida (Lara Suroccidental) hay depósitos de hierro que constituyen niveles sedimentarios oolíticos de óxidos, hidróxidos y silicatos depositados en ambientes costeros asociados a la

Formación Quebrada Arriba, de edad terciaria, en la que se observan intercalaciones de niveles de calizas arrecifales. Las zonas ferríferas se encuentran en secuencias limolíticas en capas macizas de niveles hematizados y limonizados oolíticos con espesores de más de 10 metros (Rodríguez, 1986). El depósito de mayor interés está localizado al sur de **Jaboncito** donde la secuencia ferrífera con roca oolítica rica en hematita y goethita en la parte superior y chamosita y otros silicatos de hierro en la parte inferior presenta leyes promedio de 41% Fe, 21,6% SiO<sub>2</sub> y 8,8% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Rodríguez, 1986).

### 8.3. ASOCIACIÓN DE TERRENOS CARIBE (CAT)

La Asociación de Terrenos Caribe comprende dos segmentos: Caribe Occidental y Caribe Oriental. El basamento de ambos segmentos está constituido por corteza oceánica del *plateau* oceánico Farallón-Caribe y no hay evidencias del desarrollo de un arco volcánico en ellos (Cediel, 2019). Están separados por la Subplaca o Flotante Orogénico de Maracaibo.

El segmento occidental comprende dos terrenos principales, San Jacinto y Sinú. El primero está constituido por un basamento toleítico que contiene una secuencia marina cretácica con cherts, lutitas calcáreas y niveles siliciclásticos y piroclásticos intruidos por cuerpos menores de diorita y cuarzodiorita. El terreno Sinú comprende el mismo basamento, cubierto por secuencias turbidíticas oligocenas (Leal-Mejía *et al.*, 2019).

El terreno San Jacinto incluye depósitos residuales de Ni-Fe desarrollados a partir de cuerpos de rocas ultrabásicas asociados al Cinturón Ofiolítico de Romeral, depósitos tipo pórfiro de Cu-Au vinculados con un arco magmático preacrecionario del Cretácico Superior, y depósitos de Cu-Au asociados a rocas volcánicas y subvolcánicas en dominio continental y de arco de islas también del Cretácico Superior.

#### *Depósitos residuales de Ni-Fe*

Al oriente del Cinturón Fallado de San Jacinto, Álvarez (1983) definió el Cinturón Ofiolítico de Romeral en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental y la vertiente occidental de la Cordillera Central de Colombia al que están asociados varios depósitos de lateritas niquelíferas, algunos de los cuales se han agrupado en un Distrito Metalogénico de Ni-(Fe) (López *et al.*, 2018). De estos depósitos lateríticos el de **Cerro Matoso** es el más importante, y junto con

el depósito de **Uré** son los depósitos actualmente explotados en Colombia (UPME, 2019). Con base en el comportamiento químico del perfil de meteorización, **Cerro Matoso** se ha catalogado como un depósito de silicato de Mg hidratado (López-Rendón, 1986; Gleeson *et al.*, 2004; Tobón, 2018), aunque los sectores del depósito menos enriquecidos en Ni pueden corresponder a un depósito tipo óxido (Tobón, 2018). El depósito de **Cerro Matoso** se encuentra en un cerro aislado de 200 m de altura, donde las lateritas niquelíferas se desarrollan a partir de la meteorización de harzburgitas que son parte de los cuerpos de rocas ultrabásicas alongados N-S y asociados al Sistema de Fallas Cauca-Almaguer. Las serpentinitas representan el 5% de las rocas ultrabásicas y se observan al oeste de **Cerro Matoso**. Al parecer el enriquecimiento de Ni es inversamente proporcional al grado de serpentinización. El depósito laterítico de **Cerro Matoso** tiene recursos totales de mena de 2,7 Mt con una ley 0,9% de Ni (South 32 Ltd., 2018). Registró una producción histórica de 1,1 Mt para el periodo comprendido entre 1987 y 2018 (UPME, 2019). A partir de estos datos se asume el tamaño del depósito en 3,8 Mt de Ni, sin tener en cuenta la producción para el periodo 1982-1986. El perfil de meteorización característico en **Cerro Matoso** está constituido de abajo hacia arriba por: protolito peridotítico débilmente serpentinizado, peridotita saprolitizada, saprolito verde (horizonte principal del mineral de mena), "taquilita" (utilizada por los geólogos de la mina para describir un enigmático horizonte de óxido de Fe), saprolito negro, laterita amarilla y laterita roja. La secuencia está cubierta por una ferricreta magnética "canga" (Gleeson *et al.*, 2004). En la parte inferior de la secuencia se observan venas a veces en *stockwork* de silicato, relacionadas con fallas y diaclasas. Estas venas contienen pimelita, cuarzo y calcedonia, donde el contenido de Ni es de 30 a 40% en peso. Al interior del perfil de meteorización las unidades que conforman la laterita exhiben un patrón geoquímico de Ni típico: disminución en MgO y SiO<sub>2</sub> en la parte superior de la secuencia y aumento de FeO; en la parte inferior de la secuencia la harzburgita, parcialmente serpentinizada (<50%), registra como principales fases minerales sepiolita y serpentina de Ni, además de pimelita. La ferricreta "canga" que cubre la secuencia está compuesta por maghemita principalmente (Gleeson *et al.*, 2004). El mineral de mena se presenta masivo o rellenando fracturas, siendo el mineral masivo (sepiolita y serpentina de Ni) el más importante económicamente, con un promedio de 3% de Ni alcanzando hasta el 7%

a nivel local; aunque volumétricamente la mena en las de fracturas es menos importante que el mineral masivo, puede alcanzar concentraciones de hasta el 30% de Ni (López-Rendón, 1986).

Además de Ni los suelos lateríticos asociados al Cinturón Ofiolítico de Romeral pueden contener otros minerales de mena de menor importancia económica, ya que en general, los suelos desarrollados a partir de rocas ultramáficas se caracterizan por contenidos variables de Fe y Mg, contenidos relativamente altos de Ni, Cr y Co y relativamente bajos de Ca, K y P (Lewis *et al.*, 2006). En **Cerro Matoso** y **Planeta Rica** se reporta enriquecimiento residual y secundario de elementos del grupo del platino –EGP– principalmente en las zonas de "canga" y de transición limonita-saprolito, con valores entre 141 y 272 ppb en la limonita y valores <50 ppb en la roca. Las concentraciones más altas corresponden a Pt>Ru>Pd y las más bajas a Ir>Os>Rh (Tobón, 2018). Al norte de **Cerro Matoso**, los cerros alineados de Queresa, Porvenir y Sabanas conformados por rocas ultramáficas similares a las encontradas en **Cerro Matoso**, **Uré** e **Ituango** son considerados como la continuación del Sistema Tectónico-Ofiolítico de Romeral (Ingeominas-Naciones Unidas, 1976a, 1976c) o del Cinturón Ofiolítico de Romeral (Álvarez, 1983). El depósito de **Planeta Rica** el cual se sigue a lo largo de tales cerros está constituido por lateritas derivadas de harzburgitas/lherzolitas serpentinizadas en las que se reconocen, con algunas variaciones con respecto a **Cerro Matoso**, los siguientes niveles de abajo a arriba: peridotita serpentizada, saprolito verde, laterita roja y "canga" (Tobón, 2018). Para este depósito se han calculado unos recursos totales de 5,7 Mt de mineral de mena con una ley de 1,46% de Ni y 16,8% de Fe (Ingeominas-Naciones Unidas, 1975).

A 10 km al sur de **Cerro Matoso** se encuentran los cerros níquelíferos de La Viera, El Alto del Oso, San Juan y Mogambo alineados N-S que integran el depósito **Uré**, constituido por harzburgitas, serpentinitas, dunitas y piroxenitas serpentinizadas (80-100%), conformadas por antigorita, crisotilo, enstatita, olivino y espinela, magnetita y cromita como accesorios. El perfil laterítico de este depósito, de arriba hacia abajo muestra "canga", laterita ferrolítica, saprolita y zona de transición saprolita-roca fresca. Los recursos totales de mineral de mena se estimaron en 2,2 Mt con una ley promedio de 1,31% de Ni y 17,9% de Fe (Velásquez, 1969). Para Ingeominas-Naciones Unidas (1976b) este depósito es de bajo interés económico dado su tonelaje.

### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Au*

En el extremo N de la Cordillera Occidental colombiana se encuentra el proyecto San Matías, que presenta diferentes estilos de mineralización: Au-Cu hospedado en venas de cuarzo meso-epitermales (**Mina Pirita**, **La Jagua**, **Betesta**, **Mina Escondida**, **Mina Ra** y **Mina Gimpa**), *skarns* de Cu-Au con reemplazamiento de magnetita+turmalina+calcopirita (**Buenos Aires**) y pórfiros de Cu-Au (**Montiel W**, **Montiel E** y **Costa Azul**) (Cordoba Minerals, 2019). En este proyecto se registran rocas intrusivas en los prospectos **El Alacrán**, **Montiel E** y **Costa Azul**, rocas volcánicas en el prospecto **Montiel W** y rocas volcanoclásticas en **El Alacrán**. Las rocas volcánicas y volcanoclásticas se creen asociadas a la Formación Barroso de edad Cretácico temprano (Kuntz, 2019). El magmatismo en el distrito de **San Matías** es parte de un arco magmático desarrollado en el Terreno Calima (Restrepo y Toussaint, 1988), terreno que involucra la parte N de la Litounidad de Cañasgordas y el Cinturón Fallado de San Jacinto definidos por Cediel, 2019. Los depósitos de **Montiel E**, **Montiel W** y **Costa Azul** se clasifican como depósitos tipo pórfiro Cu-Au con recursos estimados de 6,1Mt de mineral de mena con 0,4% de Cu, 0,29 g/t de Au y 1,33 g/t de Ag (Cordoba Minerals, 2019). Las rocas porfíricas están asociadas con rocas intrusivas de la serie magnetita tipo I y de un grupo particular de esta serie altamente oxidada y pobre en S (Kuntz, 2019). Análisis geoquímicos para los pórfiros tonalíticos/granodioríticos en el sector de **Montiel E** muestran un alto grado de fraccionamiento y registran edades U-Pb en zircón de  $72,3 \pm 1,8$  Ma a  $70,0 \pm 2,0$  Ma (Leal-Mejía y Hart, 2017) y  $76,8 \pm 0,3$  Ma Re-Os en molibdenita (Manco-Parra *et al.*, 2019). El depósito tipo pórfiro Cu-Au de **Montiel E**, localizado a 2,5 km al NE de **El Alacrán**, se encuentra hospedado en *stocks* y silos de tonalita porfírica que intruyen andesitas basálticas y cuyo estilo de mineralización se describe como *stockwork* y venas de cuarzo-magnetita-calcopirita-bornita (Kuntz, 2019). Se reconocen cuatro fases para las rocas intrusivas tonalíticas. Tres de ellas son pórfiros hornbléndicos, denominadas temprana, intermineral y tardía, y la otra es de pórfiro cuarzo-feldespático. La alteración en la fase temprana es dominada por biotita hidrotermal fino cristalina en reemplazamiento selectivo y en vetillas, y trazas de actinolita fino cristalina. Se registran venas de cuarzo (tipo A), venas de cuarzo con magnetita+calcopirita+bornita (tipo B) y vetilleo de calcopirita (tipo C). El pórfiro y las rocas volcánicas hacia los contactos se caracterizan por un *stockwork* de cuarzo tipo A que representa más del 40% de la

roca. En la fase intermineral se registran calcopirita, pirita y pirrotina fino cristalinas, asociadas a biotita de alteración. La tonalita de la fase tardía muestra alteración dominada por sericita, clorita y trazas de actinolita muy fino cristalinas, con vetillas de pirita, clorita, epidoto, sericita y carbonato (Kuntz, 2019). La fase de pórfiro cuarzo-feldespático se da como una fase intermineral-tardía con mineralización de baja ley dominada por calcopirita y pirita en intersticios con clorita y actinolita. La alteración asociada se caracteriza por silicificación, clorita y sericita+arcilla y carbonatos.

#### *Depósitos de Cu-Au asociados a rocas volcánicas y subvolcánicas en dominio continental y de arco de islas*

La determinación del modelo genético para el depósito de **El Alacrán** ha generado controversia, dado que se han propuesto diversos modelos, tales como BIF, VMS (Vargas, 2014; Jaramillo, 2000), *skarn* (Vargas, 2014), IOCG (Mosher, 2012), y depósito de reemplazo estratoconfinado de tipo IOCG "estilo andino" (Sillitoe, 2018). Adicionalmente se menciona un estilo de mineralización en mantos de reemplazo Cu-Au (Manco et al, 2019 en Kuntz, 2019).

El depósito de **El Alacrán** se localiza en el sector central del proyecto San Matías, y se caracteriza por una mineralización Cu-Au-Ag con recursos estimados de 100,1 Mt de mineral de mena con leyes de 0,47% Cu; 0,24 g/t Au y 2,62 g/t Ag (Cordoba Minerals, 2019). La mineralización está asociada a una secuencia de rocas volcánicas máficas, metasedimentarias y volcanoclásticas del Cretácico tardío, con diques máficos e intrusiones félsicas pre a sin-minerales hacia el tope. La mineralización se hospeda hacia las partes media y superior de la secuencia. En particular se reconocen tres etapas de mineralización y alteración hidrotermal: 1) etapa temprana de magnetita, 2) etapa principal Cu-Au, rica en sulfuros y 3) etapa tardía de estilo CBM con vetas auríferas. La mineralización, cuyas estructuras son concordantes con la estratificación y los contactos intrusivos, se observa diseminada o en venas con paragénesis de calcopirita-pirita±pirrotina con cuarzo y carbonato. Otras características adicionales son la abundancia de apatito hidrotermal y la presencia local de sulfuros masivos (Kulla y Oshust, 2018). La etapa principal Cu-Au (estadio 2) se sobrepone a la etapa de magnetita (estadio 1) observándose pirrotina dominante en la mineralización temprana de Cu y Au, sobre la que se sobrepone un conjunto pirítico, formándose aparentemente gran parte de la

calcopirita, asociada con clorita-carbonato±sericita y alteración albítica (estadio 3) (Kulla y Oshust, 2018). Los datos de perforación permiten ubicar la mineralización en una franja con más de 1.300 m de longitud y 90 m de espesor (Cordoba Minerals, 2019). Se han obtenido edades Re-Os en molibdenita de  $75,8 \pm 0,4$  Ma y  $73,3 \pm 1,5$  Ma en **El Alacrán** (Manco et al., 2019 en Kuntz, 2019), lo que permite suponer la presencia de un cinturón metalogénico Cretácico tardío desarrollado en el terreno San Jacinto (Manco et al., 2019 en Kuntz, 2019).

El segmento oriental de los Terrenos Caribe, también conocido como Sistema Montañoso del Caribe o Cordillera de la Costa, comprende la Serranía del Litoral y la Serranía Interior. Está constituido por una serie de napas tectónicas de edades mesozoica y cenozoica desarrolladas sobre unidades tectónicas de origen continental y oceánico, imbricadas y afectadas por deformación y metamorfismo (Urbani, 2015).

La Serranía del Litoral comprende rocas básicas y ultrabásicas del Jurásico tardío-Cretácico temprano, basamento del Precámbrico-Paleozoico, fragmentos de corteza inferior y manto superior del Jurásico y Cretácico, volcanitas bimodales, secuencias volcanosedimentarias y sedimentarias del Cretácico tardío al Paleoceno. Separada de la Serranía del Litoral, afloran hacia el oeste las montañas de Aroa y Bobare y los macizos de Yumare. Estos últimos comprenden rocas anortosíticas y gneises granulíticos de ca. 873-1150 Ma, que presentan afinidad grenvilliana (Urbani et al., 2015).

#### *Depósitos de Ti asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente estables*

El depósito de titanio de **San Quintín** se localiza en la vertiente N del río Aroa, asociado a rocas anortosíticas neoproterozoicas del Complejo Yumare, en bloques fallados-exhumados del basamento constituidos por gneises, anortosita, granulita, anfibolita y piroxenita (Rodríguez, 1986). Se trata de una extensa zona de enriquecimiento de ilmenita-hematita-magnetita en forma de intercrecimientos en anortositas metamorfozadas, las cuales conforman una secuencia junto con gabros, anfibolitas, plagioclasitas, dioritas, granulitas y gneises anfibólicos. En 1986 se estimó un tonelaje de mineral titanífero de 10,3 Mt (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de Cu y polimetálicos tipo VMS*

En la Serranía de Aroa, asociados al Complejo Nirgua, se reportan depósitos de sulfuros de Sb-Zn-Pb-Ag, explotados parcialmente hasta 1969, tales como



**Urachiche y Cocuaima**, donde se identificaron pirita, arsenopirita, esfalerita, calcopirita, boulangerita, pirargirita, galena y tetrahedrita, pero se desconocen sus reservas. En la mineralización principal de **Cocuaima** la mineralización se encuentra en esquistos carbonáticos, grafiticos y micáceos formando cuerpos irregulares orientados SO-NE. Llama la atención la presencia de capas de yeso de con espesores inferiores a 15 m, en una franja paralela a la zona mineralizada asociada a su vez con lentes de mármoles micáceos. Aquí la mena está compuesta por un 80% de boulangerita, con tetrahedrita, pirargirita, arsenopirita, calcopirita, blenda y galena como accesorios (Urbani *et al.*, 2015). La paragénesis de la mineralización consiste de tres fases: 1) precipitación de cuarzo+pirita+arsenopirita+blenda, 2) periodo principal de mineralización boulangerita + calcopirita + tetrahedrita + pirargirita sustituyen parcialmente los sulfuros de la etapa anterior y 3) por fracturamiento de la mena hay relleno de galena, tetrahedrita y pirargirita. Fluidos hidrotermales tardíos generan silicificación, carbonatación y pirítización. También hay mineralización supergénica que incluyen antimoniatos, arseniatos y óxidos secundarios de hierro dominados por goethita (Rodríguez, 1986). Desde 1605 hasta mediados del siglo XIX, las minas de cobre de **Aroa** (o de Cocorote) eran las más importantes de Venezuela. Fueron descubiertas en 1612, con ciclos de explotación y abandono hasta 1974, cuando los terrenos de las minas fueron convertidos en un parque nacional (Urbani *et al.*, 2015). El depósito de Cu de **Aroa** es considerado un VMS constituido por calcopirita, esfalerita, galena, bornita y pirita; sulfuros que conforman lentes y masas concordantes con la foliación de rocas verdes, esquistos grafitosos y calizas que conforman la Formación Aroa posiblemente del Cretácico tardío desarrollado en una cuenca de ante-arco (Urbani *et al.*, 2015). Existen dos cuerpos mineralizados, el principal con 945 m de longitud, 82 m de ancho y 36 m de espesor, con pirita y cantidades menores de calcopirita, esfalerita, galena con bornita y covelina como accesorios; el segundo con 200m de longitud y un espesor variable de menos de 3 m. Hasta 1964 se produjeron 1,5 Mt, con leyes de 2,5 a 12% Cu (Urbani *et al.*, 2015); sin embargo, se reportan leyes medias de Cu entre 1,5-3,3%, en cuerpos hospedados en secuencias de mármol y esquistos carbonático-grafíticos asociado a rocas verdes. Las características iniciales de la mineralización fueron enmascaradas por plegamiento y metamorfismo sufrido por la mena y la roca caja, durante el ciclo Caribe en el Terciario medio.

La mineralización estratiforme de cobre de **Patane-mo**, localizada en la Cordillera de la Costa venezolana (estado de Carabobo), es asignada al Mesozoico y está localizada en un área donde confluyen en contacto fallado unidades metamórficas del Paleozoico (Complejo San Julián y Asociación metamórfica Ávila) y del Cretácico (Complejo Nirgua y Asociación metamórfica de la Costa). Aunque Bellizzia *et al.* (1980), consideran que es un depósito de gran tamaño no hay información complementaria disponible que así lo demuestre (Hackley *et al.*, 2006).

#### *Depósitos de Fe asociados con sedimentos químicos y biogénicos*

A lo largo de la Cordillera de la Costa existen indicios de mineralizaciones de hierro, de los cuales el más importante es **El Dorado (Capaya)**, se trata de hematita especular originada por reemplazamiento hidrotermal en esquistos calcáreos de la Formación Las Brisas. La parte central del yacimiento está formada por hematita con calcita diseminada, bandas de limonita y vetillas de cuarzo, en la periferia se reporta una intercalación de esquistos con hematita y esquistos no reemplazados. Para 1986 se estimaron 0,411 Mt de mena con 51% de Fe (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de sal y yeso asociados con sedimentos químicos y biogénicos*

El Complejo Nirgua, expuesto en la Serranía de Aroa desde Tesorero hasta Campo Elías, incluye esquistos cuarzo-micáceos, micáceo-grafíticos, mármoles, cuarcitas, esquistos y gneises cuarzo-micáceo-feldespáticos, además de niveles lenticulares de yeso asociados espacialmente a depósitos de sulfuros complejos, originados probablemente en una cuenca extensional localmente evaporítica, durante el Jurásico (Urbani *et al.*, 2015). Los depósitos de yeso **San Pablo** y **Campo Elías** hacen parte de un conjunto de depósitos que se extienden desde Cocorote hasta Urachiche. Están afectados por fallamiento y han sido explotados de forma intermitente. El yeso se observa como lentes de longitud menor a 50m y con espesor 3-15m, con contenidos promedio de 67,72% de yeso, 3,61% de anhidrita, 0,5% de  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ , 15,2% de  $CaCO_3$  y 12,1% de  $SiO_2$  (Rodríguez, 1986). En el sector sur de la península de Paria se encuentran los depósitos de yeso de **Macuro** alojados en capas lenticulares y que se pueden seguir por 17 km. Estas capas se encuentran cortadas por varias fallas. El horizonte yesífero se observa en la parte superior de la Formación Cariaquito, unidad de margen pasivo afectada por metamorfismo de bajo grado del

Cretácico Inferior. El yeso suprayace a calizas dolomíticas e infrayace a esquistos grafitosos, calcáreos y micáceos. Los recursos de yeso en la península de Paria se estimaron en 65 Mt con 69% de  $\text{CaSO}_4$ , 11,5% de  $\text{SiO}_2$ , 0,25% de MgO y 15,6% de  $\text{H}_2\text{O}$  (Rodríguez, 1986).

En la línea de costa, al norte de Punta Arenas en el extremo occidental de la península de Paria, se encuentran las **salinas de Araya**, la cual está conformada por una laguna madre y una salina artificial, conjunto que puede seguirse por más de 7 km con un ancho de 1km. Las **salinas de Araya**, son unas de las más importantes productoras de sal a partir de evaporación solar en Venezuela y para la cual se estimó un a producción por año de 1,5 Mt de sal (Rodríguez, 1986).

*Depósitos de Pb-Ag-Zn asociados a rocas volcánicas y subvolcánicas mesosilícicas a ácidas en dominio continental o de arco de islas*

Al sur de la ciudad de Carúpano-Estado Sucre, en la parte central de la península de Paria, en un área de 7,4 km<sup>2</sup> se presentan los indicios minerales de **El Encanto**, **El Rincón**, **Carúpano**, **Gran Pobre** y **Canchuchú**, los cuales están alojados en una secuencia de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias metamorizadas del Jurásico-Cretácico Inferior, con disposición estructural dominante E-O y buzamiento principalmente al N, de la cual la Formación Macuro (filita sericítica y grafitosa, y caliza del Cretácico Inferior) es su principal unidad huésped y está intensamente fallada y plegada. Las mineralizaciones se presentan en vetillas y venas de cuarzo oxidadas con espesores entre 0,1 y 0,8 m compuestas de galena, anglesita con cantidades menores de esfalerita, óxidos de manganeso, y oro y plata. Paralelamente a las estructuras vetiformes se presentan intrusiones de dacitas porfíricas, que están brechadas, mineralizadas y cloritizadas. Análisis químicos de venas mineralizadas en **Gran Pobre** y **Canchuchú**, arrojan concentraciones de Au (10 y 0,4 g/t), Ag (119 y 678 g/t), Pb (20,82 y 74,38%) y Zn (0,60 y 0,10%), respectivamente (Rodríguez, 1986).

La Serranía del Interior, localizada al sur de la Cordillera de la Costa, constituye una faja plegada y corrida, con fallas y corrimientos con vergencia hacia el sureste. Está compuesta por un basamento que comprende peridotitas del manto subcontinental, corteza continental inferior y superior de edad neoproterozoica; ortogneises, metavolcanitas y

esquistos paleozoicos; volcanosedimentitas jurásicas metamorizadas; rocas de la litosfera oceánica (ofiolitas) del Cretácico Inferior; y sedimentitas del Cretácico y Paleógeno depositadas en un margen pasivo (Urbani, 2018). La mineralización en este conjunto incluye minerales industriales metamórficos y metasomáticos, lateritas niquelíferas asociadas a complejos ofiolíticos, depósitos de Fe-Ti-V asociados a piroxenitas y depósitos polimetálicos asociados a secuencias volcanosedimentarias.

*Depósitos de grafito asociados con cristalización metamórfica*

En el **Cerro Osumita-El Chupón** indicios de grafito se encuentran asociados gneises cuarzo-feldespáticos del Complejo El Tinaco de edad paleozoica. El grafito se exhibe en escamas de 0,5 mm que conforman más del 10% de la roca (Rodríguez, 1986).

*Depósitos de talco metasomáticos (incluyendo greissens y skarns)*

El depósito de **Cabimba** se asume como asociado con intrusiones de serpentinas en áreas de grandes movimientos orogénicos (Añez, *et al.*, 1979). Rocas ultramáficas serpentinizadas que intruyen esquistos verdes, esquistos micáceos y calizas conforman el Complejo Cabimba. A estas rocas se encuentra asociado el depósito de talco de Cabimba constituido por lentes y masas de esteatita y talco. El depósito se aloja en secuencias esteatizadas, carbonatadas y dioritizadas, en contacto con esquistos y calizas (Rodríguez, 1986), y en áreas con intenso metasomatismo y cizallamiento regional. Los recursos probables son de 0,4Mt de mena. Además la esteatita-talco contiene 47% de  $\text{SiO}_2$ , 30% de MgO y 5% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . (Rodríguez, 1986).

*Depósitos de Fe-Ti-V asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente inestables*

El depósito de **Chacao** presenta una mineralización de magnetita vanadífera asociada a rocas ultrabásicas del Grupo Villa de Cura, particularmente en piroxenitas del Complejo Básico Zonado de Chacao, constituido por piroxenitas olivínicas rodeadas de hornblenditas con gabro hornbléndico subordinado. Las rocas máficas intruyen esquistos cuarzo-albíticos, granulitas, esquistos glaucofánicos, metacherts y metabasaltos de la Formación Santa Isabel. La mineralización de magnetita vanadífera se presenta irregularmente distribuida como diseminaciones, masas y lentes, con contenidos de 3,05%

de  $\text{TiO}_2$  y 0,90% de  $\text{V}_2\text{O}_5$ . El porcentaje de mena varía entre 28 y 97, equivalente a un volumen que varía entre el 20 y 50%. La magnetita es de tamaño medio a grueso, con exsoluciones de espinela (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de Ni laterítico*

En el complejo ofiolítico Loma de Hierro de edad cretácica, la peridotita serpentizada de **Loma de Hierro** forma un cuerpo continuo de 21 km en dirección  $\text{N}70^\circ\text{E}$  con un ancho variable entre 1 y 5 km. Se trata de una harzburgita serpentizada, en forma de *sill*, intruida por diques de piroxenitas; a partir de la cual se desarrollan lateritas níquelíferas que cubren un área de 600 ha con espesor de 6,4 m (Birbe, 2009). El nivel laterítico se puede separar en 4 zonas: 1) parte superior constituido por arcillas con concreciones y costras de goethita-limonita, contenido de Fe entre 35-45%; 2) compuesta por laterita níquelífera donde el mineral principal es garnierita; 3) formada por serpentinita níquelífera con desarrollo de fracturas rellenas por minerales de Ni y; 4) peridotita con serpentización variable (Rodríguez, 1986). Los recursos totales son de 55 Mt de mineral de mena con 1,53% de Ni (Corvalán *et al.*, 1996).

#### *Depósitos polimetálicos asociados a volcanismo submarino y secuencias volcanosedimentarias y sedimentarias marinas*

En la vertiente N de la Serranía del Interior se localizan mineralizaciones hidrotermales de Zn-Cu-Ag-Au-Pb relacionadas con rocas cretácicas de la Asociación Meta-Volcanosedimentaria de Villa de Cura-Formación Santa Isabel-. Las unidades de esta asociación, principalmente piroclásticas, se formaron en un frente de arco de islas y posteriormente fueron soterradas por subducción y afectadas por metamorfismo de alta temperatura y baja presión (Urbani, 2008). La mena está tectonizada y consiste de esfalerita y pirita, con galena y calcopirita. Estas ocurrencias se explotaron hasta 1966 en las áreas de Arenilla y Santa Isabel. Para la mina **Santa Isabel** se reportaron valores de 1,9 a 0,6 g/t de Au, 33 a 156 g/t de Ag, 2,14 a 1,04% de Cu, 0,1 a 0,59% de Pb y 0,75 a 31,34% de Zn. El espesor de las vetas mineralizadas es variable, aunque alcanza 2,4 m de mena compacta en la zona superior de la mina. En la parte inferior de la mina se explotaron 3 vetas lenticulares de mena compacta y tectonizada con espesores promedios de 60 centímetros (Rodríguez, 1986).

#### *Depósitos de sal asociados con sedimentos químicos y biogénicos*

En la vertiente occidental del río Unare, justo antes de su desembocadura al mar, se encuentra la salina de **Piritú-Unare**, en un área de 8 km de largo por 2 km de ancho. La salina de **Piritú-Unare**, es una de las más importantes productoras de sal a partir de evaporación solar en Venezuela (Rodríguez, 1986). Se encuentra en el extremo SO de una laguna detrás de un cordón de islas barrera.

### 8.4. DOMINIO TECTÓNICO CENTRAL (CTR)

El Dominio Tectónico Central subyace la porción central de los Andes del Norte. Contiene en Colombia los dominios tectónicos Central (Litounidad Cajamarca-Valdivia, Bloque San Lucas, Bloque Ibagué, Macizo de Garzón y Cordillera Real) y Oriental (Cordillera Oriental). La litounidad Cajamarca-Valdivia constituye un prisma acrecional relacionado con la orogenia de tipo cordillerano del Ordovícico-Silúrico, comprende rocas con afinidades geoquímicas de arco intraoceánico y de margen continental (Restrepo-Pace, 1992), lo que sugiere una colisión del primero contra el terreno Chicomocha en el norte y contra el Escudo de Guayana en el sur. El basamento continental es interpretado como el antiguo margen pasivo austral del Océano Proto-Caribe, conjugado con el margen Chortis sudeste. La sutura entre los dominios tectónicos Central y Oriental en Colombia y más al sur en Ecuador está ocupada por un cinturón discontinuo, de hasta 1800 km de longitud y 75 km de ancho, de rocas magmáticas triásicas a jurásicas (*ca.* 235 a 160 Ma), que incluyen los bloques San Lucas e Ibagué, metaluminosas (tipo I), calcoalcalinas, de composición diorítica a batolitos granodioríticos y rocas volcánicas asociadas. Plutones de similar edad también se localizan en el margen occidental de la subplaca de Maracaibo, al este y a lo largo del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta (Cediel *et al.*, 2003; Cediel, 2019). Villares *et al.* (2014) mostraron que las rocas volcánicas y metasedimentarias de Misahualli (Ecuador) comprenden una serie continua desde basaltos hasta riolitas con rocas sedimentarias y sedimentarias volcánicas continentales intercaladas. [La geoquímica?] de estas rocas indica que, si bien la mayoría de las *suites* volcánicas son calcoalcalinas de alto K, algunos basaltos bajos en la secuencia tienen una afinidad toleítica, correspondiente a N-MORB, lo que probablemente representa

una etapa temprana en la apertura de un *rift* triásico. El *rifting* continuó desde el Jurásico Medio hasta el Cretácico medio, culminando con la apertura del *rift* Valle Alto y la ingresión marina del Cretácico desde el noroeste. Esto fue acompañado por la deposición de secuencias marinas transgresivas.

### Bloque San Lucas

El Bloque San Lucas en el extremo norte de la Cordillera Central colombiana encierra la Serranía de San Lucas considerada por Clavijo *et al.* (2008) como una provincia tectonoestratigráfica limitada por las fallas de Palestina al oeste, Espíritu Santo al norte y Cimitarra al sur, en cuya evolución geológica se han reconocido eventos metamórficos del Proterozoico y Paleozoico temprano, un evento volcanosedimentario Triásico Superior - Jurásico Medio, actividad magmática en el Jurásico, un evento sedimentario Jurásico tardío, un evento sedimentario Cretácico–Eoceno, una etapa magmática Cretácico tardío, un evento de inversión tectónica Eoceno-Oligoceno y un evento Mioceno–Reciente (Clavijo *et al.*, 2008). Al magmatismo registrado en el Cretácico tardío se asocia un evento metalogénico aurífero, relacionado con un arco calco-alcálico del que forman parte, entre otros, los batolitos Antioqueño y de Sonsón, y *stocks* y otros cuerpos menores que se observan a lo largo de la Falla de Palestina (Leal-Mejía, 2011).

#### *Depósitos de Au asociados a intrusivos*

El depósito de **El Vapor**, se hospeda en rocas sedimentarias del Cretácico temprano y en granodioritas del Batolito de Segovia del Jurásico, en el flanco E de la Cordillera Central de Colombia y asociado al sistema de Fallas de Palestina y en la periferia del Batolito Antioqueño para el que se establecieron cuatro pulsos magmáticos con edades *ca.* 96-92 Ma, 89-82 Ma, 81-72 Ma y 60-58 Ma. Las estructuras mineralizadas son vetas con espesor menor a 2 m, *stockwork* y brechas hidrotermales, con pirita, esfalerita, galena, oro-*electrum*, proustita-pirargirita, pirrotina, bornita y covelita, con cuarzo (>80% masivo) y calcita, con escasos sulfuros. La alteración relacionada a esta mineralización está restringida a las estructuras mineralizadas y muestra una asociación de moscovita, illita (?), cuarzo, calcita, clorita y epidoto (Dorado, 2012). Adicionalmente, se observan diques de hasta 8 m de potencia de dacitas y andesitas porfíricas, mineralizados y con desarrollo de alteración fuerte cuarzo-sericítica y pirita diseminada. La datación K-Ar de sericita hidrotermal dio una edad de  $55,9 \pm 2$  Ma

(Leal-Mejía, 2011), correlacionable con el cuarto pulso magmático del Batolito Antioqueño.

### Litounidad Cajamarca-Valdivia (CA-VA)

Esta litounidad puede seguirse en gran parte a lo largo de la Cordillera Central de Colombia, formando una franja alargada N-S que se acuña al sur y que está limitada por sistemas de fallas regionales: Palestina al este y Cauca-Almaguer al oeste. Está integrada por cinturones continuos y discontinuos de rocas metamórficas al interior de los cuales se encuentran complejos ofiolíticos y algunos cuerpos intrusivos como el Batolito Antioqueño. Las rocas que conforman los complejos ofiolíticos están dispuestas como delgados cinturones también alargados en dirección N-S (Correa-Martínez, 2007). Los depósitos minerales están asociados a dos de estos complejos ofiolíticos: Complejo Ofiolítico de Aburrá en el flanco occidental de la Cordillera Central, que forma parte del gran Complejo Ofiolítico Romeral de Álvarez (1987) y Complejo Ofiolítico de Campamento situado en el eje de la Cordillera Central y constituido por peridotitas, serpentinitas, gabros, basaltos y sedimentitas asociadas (Álvarez, 1987).

#### *Depósitos de Cr, Ni-Fe, asbesto y talco asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente inestables*

En **Santa Elena** se presentan cuerpos de cromititas ricas en Al en dunitas asociadas a harzburgitas en el Macizo Ultramáfico de Medellín, parte de la Ofiolita de Aburrá. Las unidades ofiolíticas se interpreta que evolucionaron en un ambiente oceánico de retroarco (Correa-Martínez, 2007) vinculado con el *rifting* mesozoico y se les asigna una edad triásica superior a partir de una edad U-Pb de 216 Ma en plagiogranito asociado. La mayoría de las cromititas son masivas y localmente se presentan diseminadas, nodulares, en cadena y bandeadas. Se han identificado 27 sitios mineralizados, 10 de los cuales son eluviales (Geominas Ltda., 1975). En **Santa Elena** se reconocieron tres áreas con mineralización de cromita: Patio Bonito, El Carmelo y Chagualo, y se estimaron recursos globales –no cobijados por estándares internacionales– de 0,02 Mt de mineral de mena con ley promedio de 37% de  $Cr_2O_3$  (Geominas Ltda., 1975). Además, se reportan indicios de Ni-Fe como **La Gabriela**, en la porción central del Complejo Ofiolítico de Aburrá, como una mineralización hospedada en dunitas parcialmente serpentinizadas y puntualmente en harzburgitas, en contacto fallado con anfíbolitas y



gneises. El perfil de meteorización desarrollado por estas rocas es delgado, el nivel laterítico (por debajo de depósitos coluviales) tiene un espesor entre 1-3 m, con contenidos de Ni de 0,7%, de sílice de 56% y Fe de 35% (Ingeominas-Naciones Unidas, 1976b). Otros indicios o manifestaciones minerales son las de asbesto y talco **Las Brisas** y **La Primavera** asociadas al Complejo Ofiolítico de Campamento (Álvarez, 1987). Se localizan en la cuenca alta del **Río Nechí**, sobre la vertiente occidental, sector septentrional de la Cordillera Central y al este del sistema de Fallas Cauca-Almaguer. Desde antes de 1950 se han reportado indicios de asbesto: **Las Brisas**, **La Solita-La Polca**, **Las Nieves** y **Hacienda El Búfalo-La Esmeralda**. Actualmente el asbesto se explota en el sector de Las Brisas, donde cuerpos de rocas ultrabásicas –dunitas-peridotitas– cretácicas están en contacto con esquistos y anfibolitas del Triásico. El asbesto –crisotilo– se encuentra en las zonas fracturadas de la peridotita serpentizada, formando venas irregulares de hasta 7 cm de espesor, las cuales contienen además magnetita como pátinas. González (2001) se refiere a este depósito como de tipo masivo formado por vetillas de crisotilo encajadas en una serpentinita fuertemente cizallada. A 15 km al suroeste de **Las Brisas** se encuentra un distrito minero de talco, cuyos principales frentes de explotación son **La Primavera**, **El Hoyo** y **La Paloma** (Echeverri, 2004). Los terrenos en el sector están conformados por esquistos cuarzo-sericíticos interestratificados con esquistos cloríticos y actinolíticos y gneises cuarzo-feldespáticos, a través de los cuales se emplazaron cuerpos lenticulares de rocas ultrabásicas que posteriormente por procesos de esteatización originaron talco, el cual es de calidad intermedia dado que está contaminado con Fe (Álvarez, 1987).

#### *Depósitos de Cu tipo VMS*

Los mineralizaciones de sulfuros masivos de las quebradas El Azufral y El Arroyo del prospecto **Guadalupe** (o Santa Elena), en Antioquia, se constituyen en el único depósito en la Cordillera Central de Colombia clasificado como VMS tipo Besshi con base en sus características geológicas y geoquímicas (Rowland, 2011). La mineralización se encuentra encajada en sedimentos marinos, basaltos y *hornfels* de la Formación San Pablo del Cretácico Inferior, la cual es intruida por granodioritas y tonalitas del Batolito Antioqueño. Es una mineralización masiva a localmente laminada (cizallada N70°O/vertical) compuesta principalmente por pirrotina, calcopirita y pirita y en menor proporción bornita en *hornfels*

–desarrollada a partir de las arenitas cretácicas de la Formación San Pablo. Las zonas mineralizadas pueden seguirse por 100 a 500 m y tienen espesores entre 12 y 20 m donde la ley promedio es de 2,0% de Cu (Rowland, 2011).

El régimen extensional regional culminó en el Cretácico medio, con el cambio a una tectónica compresiva, seguida de una transición a un régimen transpresional, con colisión y magmatismo durante el Mesozoico al Cenozoico. Las rocas del terreno Cajamarca-Valdivia fueron intruidas en el Jurásico, por el Batolito de Segovia asociado a extensión regional dada por *rollback* (Leal-Mejía, 2011), de carácter metaluminoso, calcoalcalino bajo en K con edades *ca.* 168-155 Ma (Leal-Mejía *et al.*, 2019) y en el Cretácico tardío por el Batolito Antioqueño polifásico, de carácter metaluminoso calcoalcalino, con edades entre 90 y 58 Ma, pero predominantemente de 70 Ma (Leal-Mejía, 2011). El magmatismo de arco continental relacionado a subducción, calcoalcalino y autóctono, presenta dos pulsos principales entre 89-92 Ma y 79-70 Ma y un magmatismo postcolisional con edades entre 62 y 52 Ma (fig. 10). Está representado por los Plutones Manizales y El Hatillo y el Batolito El Bosque. El magmatismo continental se terminó abruptamente en la región hacia los 49 Ma, lo que implica que el territorio había sido acrecionado para ese entonces (Cediel *et al.*, 2003, Cediel, 2019).

#### *Depósitos de Au-Ag asociados a Intrusivos*

Las minas del distrito de **Segovia-Remedios** (ex Frontino Gold Mines) estuvieron en funcionamiento durante más de 150 años y produjeron un estimado de 150 t de oro con una ley promedio de cabeza de 9,7 g/t Au. Este distrito vetiforme es el más importante de Colombia, dado que su producción supera los 5 Moz de Au (Gran Colombia Gold Corp., 2018). Los depósitos están alojados principalmente en el Batolito de Segovia, en general, diorítico a grano-diorítico, con variaciones hacia cuarzo-monzonita, granodiorita y gabro, e intruido por diques de microgabros y andesitas, a lo largo de estructuras que controlan la mineralización de oro (Parsons *et al.*, 2019). Los datos estructurales y geocronológicos sugieren que la mineralización en Segovia acompañó la deformación del Paleógeno, relacionada con la acreción oblicua de terrenos, subsecuentemente reactivada durante la deformación posterior a la mineralización del Mioceno tardío. El distrito agrupa las vetas **Providencia**, **Las Verticales**, **Carla**, **Sandra K**

y **El Silencio**. La paragénesis comprende tres etapas: i) venas de cuarzo; ii) cuarzo-pirita; y iii) cuarzo-pirita-oro/*electrum*-galena-esfalerita en fracturas de relleno. Las estructuras vetiformes, aunque también se reportan brechas, *stockworks* y drusas (Echeverri, 2006), con Au-Ag están conformadas por cuarzo predominante, calcita con pirita, galena y esfalerita grueso cristalinos en estrecha relación con diques de lamprófiros y adakititas (Parsons *et al.*, 2019). También se observan arsenopirita, calcopirita y raramente scheelita, pirrotita y marcasita. Las leyes más altas están aparentemente relacionadas con altas proporciones de galena y esfalerita. Hay clavos de mena de alta ley con 150 a 200 g/t de Au que pueden contener hasta un 50% de sulfuros. El oro y el *electrum* son de grano fino (<20  $\mu\text{m}$ ), con oro visible más grueso en las zonas de bonanza. Las venas mineralizadas (oro, *electrum*, Ag nativa) generan una alteración que afecta los diques basálticos y la granodiorita, alteración que va de potásica (biotita), argílica (illita) a propilítica (reemplazamiento selectivo de algunos minerales por clorita, epidoto, pirita y calcita) (Parsons *et al.*, 2019). La alteración de la roca de caja se extiende unos pocos metros a ambos lados de las venas, y afecta tanto a la granodiorita como a diques máficos. Dado que en el distrito de **Segovia-Remedios** las estructuras vetiformes mineralizadas con Au-Ag se hospedan tanto en el Batolito de Segovia del Jurásico Medio a Superior como en los diques basálticos que lo atraviesan, se asume que además de un evento metalogénico jurásico (edad Re-Os en molibdenita de  $156,6 \pm 0,7$  Ma; Leal-Mejía *et al.*, 2019), aquí también se registra un evento metalogénico Cretácico de acuerdo con los datos geocronológicos (edad K-Ar en sericita hidrotermal de  $88 \pm 2$  Ma) y geoquímicos (Leal-Mejía, 2011; López *et al.*, 2018). Esta hipótesis cobra importancia a la luz de las nuevas edades U-Pb en zircón de  $81,9 \pm 6,6$  Ma obtenidas para una diorita que hospeda la mineralización vetiforme Au-Ag en la mina **El Silencio** y que se ha cartografiado como parte del Batolito de Segovia (Leal-Mejía *et al.*, 2019). Los recursos no minados para El Silencio, Providencia, Sandra K, Carla y Las Verticales alcanzan 7,07 Mt de mineral de mena con ley promedio de 10,9 g/t Au (Parsons *et al.*, 2019).

La antigua mina **El Guaico**, actual Proyecto Cisneros, se localiza hacia el centro del departamento de Antioquia. Es una de las tantas mineralizaciones auríferas relacionadas con el Batolito Antioqueño, el cual tiene una extensión de 7200 km<sup>2</sup>. El magmatismo asociado a la intrusión del Batolito Antioqueño presenta edades de ca. 96-58 Ma y se han propuesto

al menos cuatro pulsos magmáticos para su formación (Leal-Mejía, 2011; Leal-Mejía *et al.*, 2019), tres de ellos pre-colisionales durante el Cretácico tardío (ca. 96–72Ma) y el último post-colisional durante el Paleoceno (ca. 62–58Ma). La mineralización en **El Guaico** consiste de vetas auríferas de cuarzo con pirita + calcopirita + esfalerita + galena  $\pm$  molibdenita  $\pm$  hematita con dirección E-O y buzamientos subverticales, espesores entre 0,1 y 1 m, y halos de alteración filica (cuarzo-sericita $\pm$ clorita) fuertemente extensiva –*pervasive*– restringidos (<10 cm), algunas veces asociadas con diques faneríticos a pegmatíticos o brechas, encajadas en dioritas del Batolito Antioqueño (Celada *et al.*, 2019). Las edades de  $59,9 \pm 1,7$  Ma U-Pb LA-ICP-MS en zircón obtenidas para la roca caja –diorita– y de  $61,0 \pm 0,7$  Ma Re-Os en molibdenita en la mina **El Guaico** hacen evidente la relación genética de la intrusión del Batolito Antioqueño con el evento mineralizante.

**Gramalote** es un depósito de oro y plata alojado en tonalitas y granodioritas del Batolito Antioqueño. La mineralización se encuentra en estructuras de *stockwork* de cuarzo y está controlada por zonas de cizallamiento NE-SO (Hulse *et al.*, 2014). De acuerdo con una datación U-Pb de un dique en la zona mineralizada que arrojó 60 Ma, una edad Re-Os en molibdenita de  $58,0 \pm 2$  Ma y la edad K-Ar en sericita hidrotermal de  $58,7 \pm 0,3$  Ma (Leal-Mejía, 2011), se asigna el depósito al Paleoceno. Se delinearon tres depósitos distintos en Gramalote: Gramalote Central, Trinidad y Monjas. De acuerdo con Hulse (2012) y Hulse *et al.* (2014) el desarrollo del sistema mineralizado comprende un conjunto temprano estéril de venas de calcita y cuarzo de grano fino dispersas y numerosas vetillas, al que siguen vetillas de cuarzo, pirita, calcopirita y oro, asociadas con venas de feldespato potásico prominentes de aproximadamente 1 cm de espesor. Siguen vetillas de cuarzo-calcita con perchas de moscovita/sericita. Estas venas generalmente contienen pirita y calcopirita ( $\pm$  esfalerita), junto con moscovita y calcita cristalina de la etapa tardía. La calcopirita siempre acompaña al oro, que se presenta como granos de oro nativo de 5 a 20  $\mu\text{m}$  comúnmente intercrecidos con calcopirita y telururos y alojados en fracturas y como inclusiones en pirita y cavidades asociadas con aikinita, matildita y hessita (Leal, 2007 y Cabral, 2007, en Hulse, 2012). La alteración hidrotermal, particularmente la potásica, está acompañada por diversos grados de destrucción de magnetita, lo que permite su identificación a partir de datos aeromagnéticos y terrestres sobre la granodiorita y tonalita hospedante, que es débil a moderadamente magnética. Los recursos medidos e

indicados son de 237,3 Mt de mineral de mena con ley promedio de 0,61 g/t Au (Hulse *et al.*, 2014).

El **Distrito de Maltería**, localizado en el flanco oeste de la Cordillera Central, comprende mineralizaciones auríferas vetiformes explotadas desde finales del siglo XIX en las minas **La Coqueta**, **La Cascada**, **Palmitas** y **La Ríos**. En este distrito el basamento lo conforman rocas metamórficas de bajo grado Permo-Triásicas del Grupo Cajamarca, intruidas por tonalitas-granodioritas de la Granodiorita de Manizales. Este conjunto litológico que presenta una disposición estructural general N-S paralela al trazo de la Falla de San Jerónimo, se encuentra en contacto fallado con rocas afectadas por metamorfismo dinámico del Gneis de Manizales (González, 2001). La mineralización aurífera vetiforme se encuentra encajada tanto en las rocas metamórficas del Grupo Cajamarca y el Gneis de Manizales, como en las rocas ígneas intrusivas de la Granodiorita de Manizales (Alvarán, 2006). En las minas **La Coqueta** y **La Cascada** las venas y vetillas mineralizadas con sulfuros se encuentran encajadas en milonitas con estructura neísica del Gneis de Manizales, de edad triásica, y están controladas por estructuras con una tendencia ENE. Las venas de cuarzo de hasta 15 cm con vetillas subparalelas de sulfuros (pirita, esfalerita, galena) desarrollan un halo de menos de 30 cm de alteración fílica extensiva moderada a fuerte que enmascara la fábrica original de la roca en las zonas proximales a las venas, y cuarzo con estructura en peine, sericita gruesa (moscovita) y sulfuros diseminados en las zonas distales. Algunas venas de cuarzo N-S desarrollan un halo de alteración caracterizado por silicificación extensiva con una asociación cuarzo + sericita + pirita. Al nivel microscópico se observa pirita + calcopirita + esfalerita ± sulfosales de plata (proustita-pirargirita?) asociados con la mineralización aurífera. La edad reportada para la alteración hidrotermal ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  en mica) asociada a la mineralización aurífera es de  $57,16 \pm 0,53$  Ma (Sepúlveda *et al.*, 2019) lo que sugiere para la mineralización aurífera del Distrito Metalogénico de Maltería (López *et al.*, 2018) su vinculación con la Granodiorita de Manizales ( $59,8 \pm 0,7$ Ma; Bayona *et al.*, 2012) asignada al magmatismo postcolisional paleoceno (ca. 62–52 Ma) ampliamente registrado en la Cordillera Central (Shaw *et al.*, 2019 y referencias allí citadas).

#### *Depósitos de Au asociados a deshidratación y segregación de fluidos metamórficos*

El depósito de **Berlín** en el sector más septentrional de la Cordillera Central, se explotó por casi 20 años

(1930-1946) con una producción de 413.000 onzas de oro y con una ley de Au de 16 g/t. Ubicado inmediatamente al N de la Falla de Espíritu Santo y en terrenos conformados por esquistos cuarzo-sericíticos y clorítico-actinolíticos del Complejo Cajamarca de edad Triásico, al interior de una cuña estructural conformada por dos fallas de rumbo N y NE que hacen parte del Sistema de Falla de Romeral (Continental Gold, 2018), se caracteriza por vetas de cuarzo encajadas en esquistos cuarzo-sericíticos, formando fajas mineralizadas que pueden alcanzar una longitud de 11 km a lo largo del rumbo N-S, o de 4 km en otras estructuras menores (Continental Gold Ltd., 2018). Esta compañía además menciona el descubrimiento de mineralización aurífera de alto ley a lo largo de toda la longitud de la tendencia **Berlín** en una extensión vertical de 1400 m. Las vetas de cuarzo van de 0,5 a 25 m de espesor, a las que se encuentra asociado un halo de alteración sericita±carbonato de 1 a 25 m. En estas estructuras el oro se encuentra con sulfuros principalmente pirita, galena y esfalerita, también pirrotina, arsenopirita y trazas de calcopirita; se reportan además cantidades menores de oro libre y marcasita (Forbes y Balfour, 1942). Las vetas tienen forma irregular acuñaándose debido a fallamiento post-mineralización, también son atravesadas por diques félsicos que aparentemente representan la fase final de la actividad ígnea, paralelo a la veta o dentro de ésta cortando algunas de las fallas post-minerales y, en general, siguiendo una antigua fractura o plano de debilidad en la pared colgante o en la vena misma (Forbes y Balfour, 1942). Una datación K-Ar sobre sericita arrojó una edad de  $116 \pm 3$  Ma que podría reflejar, con dudas, la edad de la alteración hidrotermal (Leal-Mejía, 2011).

En la parte sur de la Litounidad Cajamarca-Valdivia, sobre el flanco E de la Cordillera Central de Colombia, se localizan mineralizaciones auro-argentíferas explotadas históricamente; en años más recientes han sido explotadas a pequeña y mediana escala (e.g., minas **Las Ánimas** y **El Gran Porvenir**), donde se ha definido el Cinturón Metalogénico Sistema Orogénico de Au y Au±W (López *et al.*, 2018). En la mina **Las Ánimas**, la mineralización se encuentra en vetas auríferas de cuarzo con pirita, calcopirita, pirrotina, esfalerita, galena y scheelita encajadas en rocas de la unidad Gneises y Anfibolitas de Tierradentro de probable edad meso-proterozoica. Estas vetas tipo rosario tienen un espesor de hasta 6 m, rumbo general E-O y buzamientos hacia el N desde 20° hasta subvertical. Las vetas presentan agregados de sericita fina y generan un halo de alteración penetrativa

fílica (Velásquez *et al.*, 2019); para una muestra de sericita se obtuvo una edad *plateau*  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  de  $57,50 \pm 0,06$  Ma (Velásquez *et al.*, 2019), interpretada como la edad de la alteración hidrotermal asociada a la mineralización aurífera. Por otra parte, para una muestra de tonalita biotítica del *stock* de Santa Isabel, en vecindades a la mina, se obtuvo una edad de cristalización magmática de  $93,0 \pm 2,4$  Ma U-Pb LA-ICP-MS en zircón (Velásquez *et al.*, 2019). Estas edades confirman que, a pesar de la relación espacial existente entre la mineralización y el *stock* de Santa Isabel, dicho cuerpo fue emplazado durante el Cretácico Superior y es pre-mineralización, descartando la posible relación genética sugerida previamente por algunos autores (*e.g.*, Leal-Mejía, 2011; Shaw *et al.*, 2019).

Al N, en la mina El Gran Porvenir, se explotan vetas polimetálicas auríferas bandeadas de cuarzo con calcopirita, pirita, pirrotina, esfalerita, galena y scheelita, encajadas en rocas permo-triásicas metamórficas de bajo grado del Complejo Cajamarca. Las vetas mineralizadas pueden alcanzar varios metros de espesor, con una tendencia de rumbo general NE y buzamientos hacia el NO, que generan un delgado halo de alteración fílica (clorita+sericita+carbonato) en la roca caja (Velásquez *et al.*, 2019). Algunos estudios reportan plata nativa, sulfosales de plata, covelina, bornita, melnikovita, arsenopirita, marcasita, telururos y wolframatos, y sugieren un modelo genético de oro tipo orogénico (Durán, 2018; Angée y Betancur, 2018). Análisis de  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  en sericita, separada de los halos de alteración hidrotermal, arrojan resultados preliminares que sugieren una edad *ca.* 60–58Ma y una posible relación temporal con la mineralización de la mina **Las Ánimas** (Velásquez *et al.*, 2019).

Las edades obtenidas para la alteración hidrotermal en las minas **Las Ánimas** y **El Gran Porvenir**, permiten suponer un evento metalogénico regional importante cerca al límite Paleoceno tardío - Eoceno temprano en el flanco oriental de la Cordillera Central (Velásquez *et al.*, 2019), que sería contemporáneo con el evento magmático post-colisional registrado al sur del Batolito Antioqueño (Leal-Mejía, 2011; Bayona *et al.*, 2012; Cochrane, 2013; Bustamante *et al.*, 2017; Leal-Mejía *et al.*, 2019). Aunque, las características de estas mineralizaciones, aparentemente consistentes con un modelo genético de depósitos de oro tipo orogénico, permitirían inferir que se trata de un evento regional que permitió la formación simultánea de varios de estos depósitos. Sin embargo, dada la relación espacial y temporal de estas mineralizaciones con los

granitoides del evento magmático post-colisional mencionado, no se descarta la posibilidad de que este magmatismo haya desempeñado un papel importante en la formación de las mismas, y la posible relación genética propuesta por diversos autores (Leal-Mejía, 2011; Shaw *et al.*, 2019; Velásquez *et al.*, 2019).

#### *Depósitos de U asociados a sedimentos clásticos*

El prospecto **Berlín** se localiza en el departamento de Caldas, en el flanco oriental de la Cordillera Central, donde secuencias sedimentarias mesozoicas se superponen a rocas metamórficas triásicas del Complejo Cajamarca, conjunto litológico intruido por el Batolito de Samaná, de edad cretácico medio a tardío. La secuencia sedimentaria que contiene la unidad mineralizada en **Berlín** define una progresión marina, cuyo registro fósil la ubica en el Albiano (Cretácico temprano). En **Berlín** las mineralizaciones de U se hospedan en sedimentos, con recursos históricos de 12,9 Mt con una ley de 0,13%  $\text{U}_3\text{O}_8$ , registradas en una zona de 10,5 km de largo (Klerk *et al.*, 2012). Hay asociados fosfatos, y contenidos anómalos de V, Y, Re, Ag y Mo. La unidad mineralizada en **Berlín** se encuentra interestratificada con shales negros ricos en materia orgánica, se trata de arenitas de grano fino que cambian lateralmente a limolitas con contenido de carbonatos, la mineralización se encuentra al tope de esta unidad. Estudios microscópicos en núcleos de perforación muestran fluorapatita fina cristalina en masas dentro de las arenitas y limolitas carbonatadas; los metales de interés económico se encuentran en los minerales de fosfato o están asociados con fluorapatito (Klerk *et al.*, 2012). La mineralización en **Berlín** se limita a una capa específica con forma ovalada, ya que hace parte de un pliegue sinclinal con doble cabeceo, tiene un espesor promedio de 3 m y está compuesta de rocas calcáreas en profundidad y arenisca-limolita cerca de la superficie. La unidad mineralizada se ve interrumpida localmente por cuerpos intrusivos y fallas. Inicialmente se pensó que la mineralización en **Berlín** fue alojada en lutitas negras y en ese momento se clasificó como un depósito de este tipo (Spencer y Cleath, 2010). Sin embargo, estudios posteriores indican que el depósito se describe mejor como mineralización de uranio-fosfato alojado en calizas, ya que la mineralización se observa en calizas entre limolitas calcáreas y lutitas ricas en materia orgánica. La uraninita, el principal mineral que contiene uranio, fue datado directamente entre 52-67 Ma, mientras que la roca huésped con base a su registro fósil se ubica en el Aptiano- Albiano (*ca.* 100-120 Ma) y el



intrusivo alaskítico que ocurre cerca del depósito de **Berlín** ha arrojado edades entre 60 y 80 Ma (Cáceres, 2012).

#### *Depósitos tipo pórfiro de Cu*

El prospecto **El Pismo** se encuentra en la parte alta del flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, en el extremo S de la Litounidad Cajamarca-Valdivia, donde afloran dos unidades metamórficas una pre-Cretácica y la otra Cretácica, ambas constituidas por esquistos verdes e intruidas por dioritas y cuarzo-dioritas porfíricas de posible edad paleógena; rocas cubiertas por depósitos volcánicos andesíticos, a los que se asocia además un cuerpo intrusivo andesítico no mineralizado. En este prospecto catalogado como de tipo pórfiro cuprífero (Orrego, 1977), la mineralización diseminada y en *stockwork*, se encaja en pórfiros andesíticos, dacíticos y dioríticos, se asocia a cuatro zonas de alteración hidrotermal: potásica, filica, argílica y propilítica. La pirita se encuentra en las zonas con alteración propilítica y disminuye en las zonas de alteración filica y potásica, la calcopirita es común en las zonas de alteración filica y disminuye en las zonas de alteración potásica, la molibdenita se observa fino cristalina en venas de cuarzo en zonas de alteración filica y donde también se observa oro. Además, se registran otros sulfuros como galena, pirrotina en cristales diseminados y en vetillas asociados a trazas de calcopirita en la zona de alteración propilítica. Como dato aislado se reporta cinabrio en sedimentos activos. La calcosina es el sulfuro más conspicuo en las zonas con enriquecimiento supergénico, cristales de covelina pequeños y escasos están asociados a calcosina; también se observa malaquita (Orrego, 1977).

#### *Depósitos tipo pórfiro de Au*

La actividad magmática del Mioceno en Colombia se encuentra registrada a partir de batolitos, *stocks* y cuerpos menores a lo largo de la Cordillera Occidental, en la depresión cordillerana de Cauca-Patía y en el valle medio del río Cauca principalmente, aunque también existen manifestaciones de tal magmatismo en las cordilleras Central y Oriental. El magmatismo relacionado a subducción registrado en la Cordillera Central, específicamente en la región de Cajamarca-Salento, al cual está vinculada la mineralización de tipo pórfiro de Au de **La Colosa**, hace parte de un conjunto de pórfiros de edades ca. 8,3-6,3 Ma (Leal-Mejía, 2011). Sillitoe (2008) considera que el depósito de **La Colosa** hace parte del Cinturón del Cauca Medio, ubicado en unidad morfoestructural

Romeral (Cediel, 2019). Sin embargo, **La Colosa** se localiza en la Litounidad Cajamarca-Valdivia (Cediel, 2019), al oriente de dicho cinturón y separada de éste por la unidad morfoestructural Melange de Romeral (Cediel, 2019). El depósito de **La Colosa** ocupa la posición 24 dentro 580 yacimientos con mayor contenido de Au a escala mundial (Natural Resource Holdings, 2013). Corresponde a un *stock* porfírico compuesto con afinidad calcoalcalina que varía de diorita a tonalita del Mioceno tardío, emplazado en esquistos del Grupo Cajamarca (Gil-Rodríguez, 2010; Betancourt, 2014). Los recursos totales de mineral de mena registrados por AngloGold Ashanti en 2018 son de 1051,58 Mt con una ley para Au de 0,84 g/t. El *stock* fue emplazado en tres fases denominadas temprana, intermineral y tardía en un intervalo de tiempo de ~1,1 Ma (Gil-Rodríguez, 2010; Naranjo *et al.*, 2018) con un pico de 8,5 Ma relacionado con las fases intrusivas menos diferenciadas -fase temprana- y otro de 7,4 Ma asociado a las fases más diferenciadas -fase tardía- (Betancourt, 2014). A las fases temprana e intermineral se vinculan alteración potásica y sódico-cálcica (Betancourt, 2014), y en el núcleo de la fase intermineral se presenta localmente sobreimpresión de alteración clorítica (Naranjo *et al.*, 2018). Adicionalmente asociadas a estas fases existe una zona con brechamiento hidrotermal con alteración argílica intermedia y silicificación. A la fase tardía se asocia una alteración propilítica, siendo así como se identifican tres eventos de alteración/mineralización. El primero sinéctico con las fases intrusivas (K-Ar  $7,9 \pm 0,8$  Ma y Re-Os 8,2 a 8,4 Ma) (Betancourt, 2014), presentando vetillas tipo-A y tipo-S donde las leyes para Au van de 0,75 a 1 g/t asociados con pirita más abundante que calcopirita, molibdenita y magnetita; el ley de Au en las brechas asociadas a la fase intermineral es más bajo (0,5 a 0,75 g/t) y decae a <0,3 g/t Au en las fases tardías del pórfiro (Naranjo, 2018). El segundo evento de mineralización se desarrolló a lo largo de fallas extensionales en las rocas generadas durante las fases temprana, intermineral y tardía, así como en su roca caja. La mineralización se caracteriza por la presencia de *sheeted veins* de cuarzo y pirita con halos centimétricos de albita-sericita-carbonato. Aquí los valores de Au varían entre 0,5 y 0,75 g/t, aunque en la fase tardía de composición tonalítica este segundo evento de mineralización se caracteriza por escasas vetillas de pirita-sericita pero con valores altos de Au (>1 g/t). El tercer evento de mineralización corresponde a un enriquecimiento supergénico de la fase tardía tonalítica/cuarzodiorítica la cual generó arcillas y

óxidos de Fe, donde el ley de Au pasó de 0,1 g/t en rocas inalteradas a 1,5 g/t en las rocas meteorizadas (Naranjo *et al.*, 2018).

#### *Depósitos epitermales de Au-Ag*

A la actividad magmática miocena siguen nuevos eventos magmáticos plio-pleistocenos con evidencias claras en la porción media y vertiente E de la Cordillera Central, en particular en **Río Dulce** donde brechas-diatremas y domos conforman un complejo ígneo al que están asociadas mineralizaciones de oro-plata (Leal-Mejía, 2011). Este complejo se emplazó a través de rocas metamórficas del Complejo Cajamarca, donde rocas subvolcánicas como dacitas y andesitas porfíricas con carácter calco-alkalino, contenido medio de K y metalumínicas, tienen edades U-Pb en zircón entre 2,4 y 0,4 Ma. La mineralización en **Río Dulce** representada por venas hidrotermales ricas en Au-Ag-(Pb, Zn, As) es la más joven documentada en Colombia. Estas venas epitermales y brechas freato-magmáticas cortan *stocks* porfíricos coetáneos con la secuencia volcanoclástica y las rocas metamórficas del basamento. De acuerdo con lo anterior se asume la existencia en profundidad de un sistema pórfiro similar al encontrado en **La Colosa** (Leal-Mejía, 2011). La mineralización en el sector de **Río Dulce** consiste en pirita diseminada con trazas de esfalerita, calcopirita y molibdenita asociada a una alteración hidrotermal extensiva *-pervasive-* principalmente silicificación con alteración argílica subordinada.

#### *Depósitos de Placer de Au*

El histórico distrito aluvial **Río Nechí** (López *et al.*, 2018), se extiende a lo largo del cauce activo del **Río Nechí** desde la desembocadura del río Porce en el mismo (Dos Bocas) hasta el casco urbano del municipio de Nechí. El oro explotado en este sector proviene del retrabajo de depósitos aluviales terciarios (elevados con respecto al nivel base del río) y cuaternarios de los ríos Cauca y Nechí. En 1979 se reportó en este distrito aluvial una producción de 4,5 t de Au (Rodríguez y Pernet, 1982). En este tramo del río en el lecho hay esquistos, además de sedimentos terciarios con gravas auríferas que conforman paleocanales y gravas de piedemonte sobre las divisorias de aguas del río, conformando un nivel delgado y extenso también aurífero. Álvarez (1987) menciona la presencia de manifestaciones menores de elementos del grupo del Pt. La fuente primaria del Au de los depósitos de placer del **Río Nechí** son las rocas ígneas relacionadas con los batolitos de El Carmen (Carbonífero), Segovia (Jurásico) y Antioqueño (Cretácico-Paleoceno) y el Pt

de las rocas ultramáficas del Complejo Ofiolítico de Campamento de edad cretácica (Álvarez, 1987).

### 8.5. ASOCIACIÓN DE TERRENOS PACÍFICO - PAT

La *mélange* de Romeral y los terrenos Dagua-Piñón, Romeral y Gorgona han sido agrupados por Cediel (2019) en la Asociación de Terrenos Pacíficos. Esta Asociación integra, junto con la Asociación de Terrenos Caribe (CAT) y el Arco Panamá-Chocó, el Dominio Tectónico Occidental (WTR) (Cediel, 2019).

La *mélange* de Romeral se desarrolló en una cuenca transtensional relacionada a *rifting* durante el Cretácico Inferior. Incluye bloques deformados de anfiboltas, esquistos, rocas de alta presión complejos máficos y ultramáficos estratificados, volcánicas de arco, ofiolitas y metasedimentos de edades del Paleozoico, Jurásico y Cretácico Inferior, con componentes alóctones y autóctonos, formados en un ambiente intraoceánico (Leal-Mejía *et al.*, 2019 y referencias allí citadas).

#### *Depósitos de magnesita asociados a intrusiones máficas y ultramáficas en áreas tectónicamente inestables*

El Complejo Ultramáfico de **Bolívar**, está localizado en el sector central del flanco oriental de la Cordillera Occidental colombiana y al oeste de la Falla Cauca-Almaguer. Este complejo del Cretácico Superior está conformado por una secuencia estratificada de capas de de menos de 10 m de espesor, de dunitas serpentizadas, e intercalaciones de lherzolitas, websteritas olivínicas, gabronoritas olivínicas y serpentinitas en bandas delgadas. Todo el conjunto es bandeado/isotrópico y forma parte de una secuencia ofiolítica fragmentada. Está atravesado por venas pegmatíticas datadas en  $97,1 \pm 2,0$  Ma por U-Pb LA-ICP-MS en zircón (Villagómez, 2010) y  $95,5 \pm 1,1$  Ma (Villagómez *et al.*, 2011). Las capas de dunita serpentizada son la roca huésped de la mineralización en *stockwork* de venas de magnesita. Su origen se ha interpretado como producto de la alteración de serpentinitas por destilación en profundidad del vapor de agua cargada de CO<sub>2</sub> y está ligada a procesos de obducción durante la etapa de cierre de una cuenca oceánica que acreció parte del *Plateau* Oceánico Caribe Colombiano (*e.g.*, Kerr *et al.*, 1997) o de la Provincia Litosférica Oceánica Occidental (Nivia, 1987). La estructura en *stockwork* mineralizada es explotada a cielo abierto. Consiste en venas de espesores individuales de 5 a 10 cm, con magnesita y pequeñas cantidades

de ópalo. La magnesita es criptocristalina, blanca, terrosa, de lustre mate y posee porosidad promedio del 10% y con contenidos medios de 82,2% de  $MgCO_3$ , 11,9% de  $SiO_2$  y 5,9% de  $Fe_2O_3$  (Nivia, 1983; Ortiz y Gómez, 1971). Los recursos estimados de magnesita en el depósito de Bolívar son de 164.600 t. Las leyes son de 15% en volumen (Ortiz y Gómez, 1971). Las estructuras mineralizadas y los cuerpos de dunita y dunita serpentizada que hospedan las mineralizaciones de magnesita, afloran configurando cuerpos lenticulares con dimensiones de 200-300 m y 60-70 m en sus ejes mayor y menor, dispuestos en dirección N 80° O a N 80° E y buzamiento casi vertical (Ortiz y Gómez, 1971). Con respecto a los contactos entre las estructuras mineralizadas y su roca huésped Nivia (1983) menciona que es neto y, además que ambas muestran evidencias de intensa deformación: venas con microplegamiento "ptigmático", presencia de microfallas y brechas tectónicas; donde la zona de contacto exhibe en algunos casos una cubierta fina de clorita, talco, tremolita(?) en las paredes de las venas.

#### *Depósitos Au-Pt de placer*

Estos depósitos se localizan en las cuencas de los ríos Timbiquí, Guapi, Napi y Micay (Annells *et al.*, 1988; McCourt *et al.*, 1990) en el departamento del Cauca, y en la cuenca del río Telembí (**Barbacoa**) en el departamento Nariño. El análisis de concentrados de batea recolectados en los ríos Timbiquí, Guapi y Napi permitió identificar oro nativo, epidoto, anfíbol, cromita, zircón, pirita, ilmenita, olivina, baritina, granate, andalucita, calcopirita, fluorita, rutilo, rodocrosita, arsenopirita, pirrotina, malaquita, esfalerita, jarosita y fluorapatita (Mccourt *et al.*, 1990), los que se pueden agrupar en cuatro procedencias características: vetas hidrotermales, zonas metamórficas de contacto (minerales de *skarn*), rocas gneas ultramáficas a máficas y granitoides de composición intermedia a félsica (Annells *et al.*, 1988).

El terreno Dagua comprende una asociación de rocas máficas y ultramáficas que forma el basamento de una secuencia sedimentaria silícicoclástica flischoide. Las rocas volcánicas e intrusivas, con edades predominantemente del Cretácico medio, representan fragmentos de una corteza oceánica acrecionada, ofiolitas, dorsales asísmicas y/o plateaus oceánicos (Leal-Mejía *et al.*, 2019). Su continuación en territorio ecuatoriano es denominada terreno Piñón (Cediel *et al.*, 2003). La acreción del terreno Dagua comenzó hacia el Cretácico Superior a lo largo de la falla Cauca.

El terreno Gorgona, mayormente localizado costa afuera, representa un *plateau* oceánico de edad cretácica superior, acrecionado al margen occidental del terreno Dagua durante el Eoceno.

El magmatismo de arco desarrollado entre el Cretácico Superior y el Eoceno comprende un conjunto temprano datado en 100-82 Ma emplazado en el terreno Dagua-Cañasgordas y uno más joven, de 50-42 Ma perteneciente al arco intraoceánico Mandé-Acandí, descrito en el acápite 7.4.

La subducción se reestableció hacia el límite Oligoceno-Mioceno, con el desarrollo de un magmatismo emplazado en rocas del basamento de margen continental y oceánicas acrecionadas, yuxtapuestas antes de la Orogenia de los Andes del Norte. Son segmentos de arco autóctonos relacionados a la subducción de la Placa de Nazca cuya distribución muestra una migración temporal de sur a norte y de oeste a este (fig. 10).

#### **Arco Cretácico Superior (ca. 70 Ma)**

##### *Depósitos epitermales de Au-Ag*

El **distrito minero de Buga-Ginebra** (Leal-Mejía, 2011) o Distrito Metalogénico Au-(Ag) de Ginebra (López *et al.*, 2018) está localizado en la porción central y flanco oeste de la Cordillera Central de Colombia. Molano *et al.* (2011) definieron una faja de 8 km de longitud orientada en dirección N 10° E, la cual abarca el distrito de Ginebra y a lo largo de la cual se registran explotaciones artesanales de oro y plata en placeres aluviales derivados de mineralización diseminada y vetiforme de Au+Ag-(Cu, Pb, Zn). El distrito comprende las minas Cascabel, Cueva Loca, El Peñón, El Retiro, La Cecilia, La Emilia, La Esperanza, La Victoria, Las Canarias, Vieja y Cimitarra. Las mineralizaciones ligadas a fuentes primarias se encuentran alojadas en tonalitas del Batolito de Buga, granitoide calcoalcalino de ca. 99-88 Ma (Brito *et al.*, 2010; Villagómez, 2010; Nivia *et al.*, 2017), en rocas del Macizo Ofiolítico de Ginebra (MOG) de  $140,28 \pm 3,12$  Ma (Nivia *et al.*, 2017); en basaltos de la Formación Amaime (Nivia *et al.*, 2017) y en pequeños diques de dacitas porfíricas de ca. 71-69 Ma (Brito *et al.*, 2010; Nivia *et al.*, 2017) que intruyen el MOG y el Batolito de Buga (Rodríguez, 2012) y que representan un episodio magmático posiblemente independiente. Las mineralizaciones diseminadas consisten en pirita, calcopirita, pirrotina e ilmenita-magnetita, vinculadas a procesos magmáticos primarios, y en pirita, calcopirita, magnetita, molibdenita y wolframita,

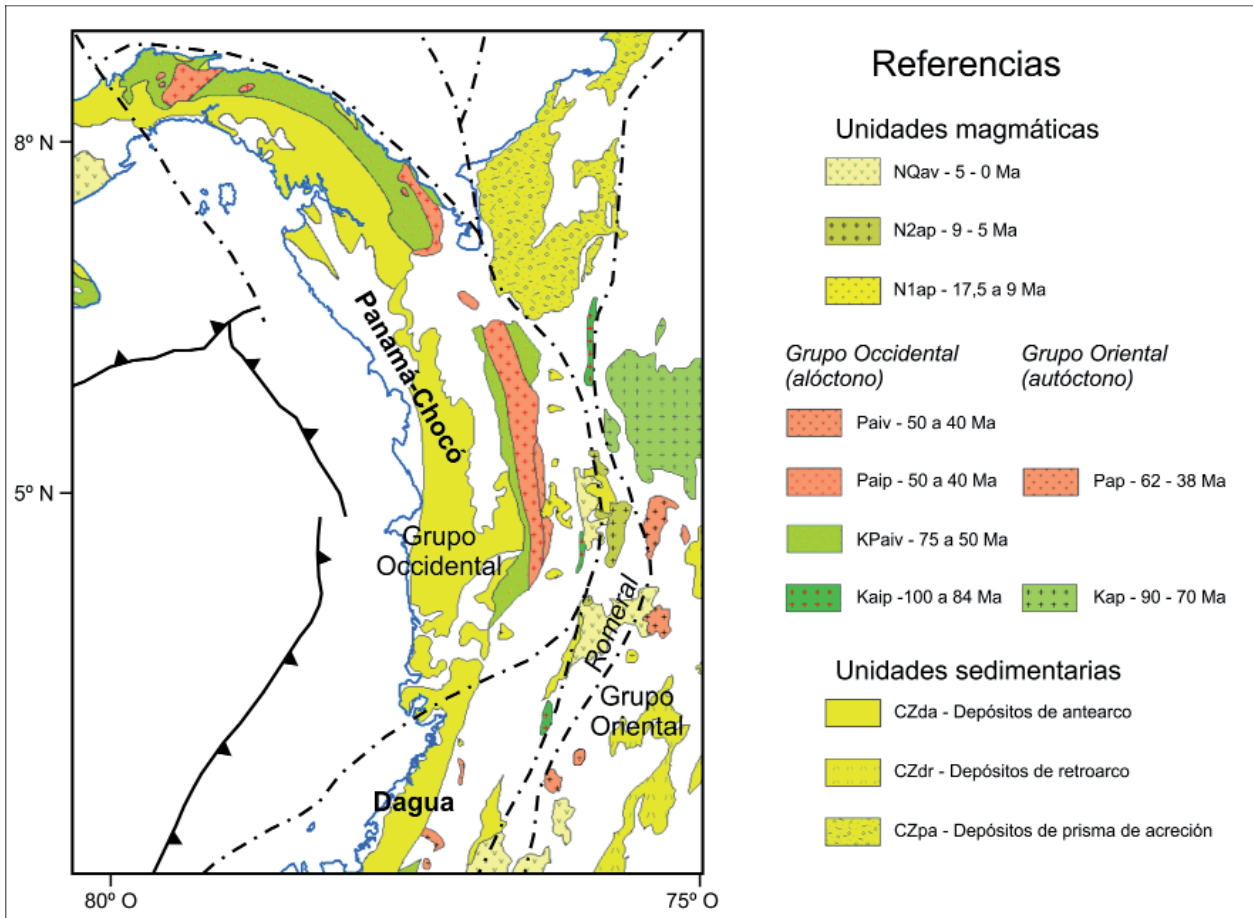


Figura 10. Arcos magmáticos de los Andes del Norte y sedimentitas asociadas (esta publicación)

relacionadas a procesos hidrotermales; mientras que las mineralizaciones vetiformes de Au-Ag están emplazadas en rocas del MOG y del Batolito de Buga consisten de cuarzo lechoso con bajo contenido de pirita, calcopirita, galena y esfalerita, y esporádica calcita (Rodríguez, 2012); estas estructuras tienen espesores de 0,5 a 0,9 m y orientaciones preferenciales NNE y NO. Molano *et al.*, (2003) mencionan que el oro ocurre, en general, como *electrum* y oro nativo en menor proporción que se presenta libre, incluido en hematita, calcopirita, pirita y cuarzo y asociado a hematita, goethita, esfalerita, galena, anglesita, pirita y cuarzo, así como reemplazando calcopirita y galena. Estos mismos autores reportan leyes promedio de 25,5 g/t para Au y 21,9 g/t para Ag. La alteración hidrotermal asociada a la mineralización consiste en propilitización, epidotización, cloritización, sericitización, silicificación y ocasionalmente carbonatación y alteración potásica con biotita hidrotermal en parches y vetillas (Rodríguez, 2012). Además, la alteración supergénica ha desarrollado una cobertera incipiente en la que se encuentran minerales como anglesita, covelina, calcosina, bornita, hematita y goethita. Leal-Mejía

(2011) vinculó las mineralizaciones con facies tardías del Batolito de Buga, pero el origen de esta mineralización permanece aún controversial. Rodríguez (2012) planteó que su origen era compatible con fluidos metamórficos sin la participación de aguas meteóricas y lo clasificó como de tipo orogénico. A las mineralizaciones diseminadas le asignó un origen magmático primario, con base en aspectos texturales de las vetas/venas, datos geotermométricos e isotópicos y el bajo contenido modal de sulfuros de la mineralización-alteración hidrotermal.

**Arco Paleoceno-Eoceno (ca. 62 - 38 Ma)**

*Depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo*

El Prospecto **Ramos** en el sector sur y flanco oeste de la Cordillera Occidental colombiana forma parte de uno de los cinco prospectos de pórfiros Cu-Mo (La Verde, Río Blanco, Santa Rosa, Gualcalá y Ramos) definidos por JICA-MMAJ-Ingeominas (1983). Estos prospectos se localizan en un bloque tectónico limitado al oriente por la Falla de Cuercuel y al occidente por la Falla de Sambiambí, conformado por basaltos cretácicos intruidos por dioritas/granodioritas eoce-



nas y rocas volcanoclásticas del Paleoceno-Eoceno. Este bloque tectónico puede seguirse al sur hasta Ecuador donde se encuentra el prospecto de pórfiro Cu-Au-Ag de **Alpala**, del Eoceno (ca. 39 Ma) (Pittuck *et al.*, 2019). En particular para el prospecto de Alpala se ha considerado que existe una superposición de los arcos magmáticos Paleoceno-Eoceno y Mioceno, considerados como parte del cinturón de pórfiro Andino (Pittuck *et al.*, 2019).

En el área del prospecto **Ramos** afloran dioritas/granodioritas mineralizadas con piritita, calcopiritita y molibdenita; donde además se observan rocas oxidadas y silicificadas (gossan?), y argilizadas asociadas a fracturas en un área de menos de 1 km<sup>2</sup>. Puntualmente se encuentran andesitas cloritizadas y mineralizadas con piritita y calcopiritita en diaclasas; las andesitas al microscopio muestran actinolita, sericita y magnetita formadas por metamorfismo de contacto a partir de la intrusión de cuerpos dioríticos (JICA-MMAJ-Ingeominas, 1983).

### Arco Mioceno inferior (ca. 24 - 21 Ma)

#### *Depósitos de Au asociados a intrusivos*

Sobre la parte alta de la Cordillera Occidental en el suroeste de Colombia, hay mineralizaciones polimetálicas vetiformes que conforman una faja que se extiende por 65 km entre los municipios de Piedrancha (al S) y Cumbitara (al N), la cual recibe las denominaciones de distritos mineros de la Llanada-Sotomayor (N) y Piedrancha (S) (Leal-Mejía, 2011) y distritos metalogénicos de Au-Ag de Cumbitara-La Llanada (N) y Piedrancha (S), (López *et al.*, 2018). La actividad minera constante, artesanal y mecanizada a pequeña escala que se inició en la época colonial, ha producido probablemente más de un millón de onzas troy de oro (Leal-Mejía, 2011). Los depósitos de oro relacionados a intrusivos de los distritos mineros de La Llanada-Sotomayor y Piedrancha están relacionados a un evento metalogénico Mioceno temprano (Leal-Mejía, 2011). Las mineralizaciones de oro en estos distritos se componen de venas, enjambres de venas y *stockworks* espacialmente asociados con dioritas a tonalitas del Oligoceno-Mioceno temprano (*e.g.*, *stocks* de La Llanada-El Vergel y Cumbitara), integrados regionalmente como el Batolito de Piedrancha, el cual pertenece a la serie calco-alcalina con una firma geoquímica relacionada a subducción (Leal-Mejía, 2011); las mineralizaciones también se alojan en sedimentitas y vulcanitas básicas, regionalmente consideradas como de afinidad oceánica y edad cretácica superior (Leal-Mejía, 2011). Este

mismo autor establece edades de cristalización magmática por U-Pb en zircón de las rocas de los *stocks* de El Vergel y Cumbitara, entre 21 y 24 Ma.

La mina **El Diamante**, que forma parte del distrito minero/metalogénico de Piedrancha se localiza en un área donde afloran vulcanitas y sedimentitas del Cretáceo superior, intruidas por granodioritas, las cuales son atravesadas por venas de cuarzo con oro (Molano, 1999, 2008). Dataciones K-Ar en biotita y roca total, tanto del intrusivo como de la roca caja volcánica, registran edades de  $40,5 \pm 3,0$  Ma (Eoceno) y de  $21,4 \pm 1,5$  Ma (Mioceno temprano) respectivamente (JICA-MMAJ-Ingeominas, 1983). Las venas de cuarzo mineralizadas exhiben texturas en peine, cintas y brechas, disposición estructural N 50-65° O y buzamiento 60-80° NE con claro control estructural (Molano, 1999) y pueden extenderse por 1,2 km a lo largo del rumbo y 200 m en la vertical (JICA-MMAJ-Ingeominas, 1983). Además, las venas de cuarzo y menor dolomita contienen piritita, arsenopiritita, esferiterita, calcopiritita, y *electrum*, en menor proporción tetraedrita (freibergita), piritita arseniosa, pirargirita, hessita, galena, proustita, argentita y polibasita (Molano, 1999). La caracterización de los fluidos responsables de la mineralización indica inclusiones fluidas ricas en la fase líquida con temperaturas de homogenización de 228°C -336°C, y rango de salinidad de 1,7-5,8% en peso de NaCl equivalente y pH de 3,2 a 4,2. Los datos isotópicos y de inclusiones fluidas de los fluidos de mena sugieren que la mineralización de oro puede haber evolucionado de la mezcla de fluidos magmáticos y meteóricos posiblemente relacionada con la intrusión de la cercana Granodiorita de Piedrancha (Molano, 1999). El ley promedio es de 5 g/t de Au, aunque en zonas de bonanza el ley es superior a 25 g/t de Au. Los recursos estimados de la mineralización vetiforme polimetálica de la mina **El Diamante** (sin seguir estándares internacionales), es de 478.400 t de mineral de mena con leyes de 5,8 g/t de Au, 91 g/t de Ag, 1,68% de Zn, 2,54% de As, 0,22% de Cu y 0,11% de Pb (JICA-MMAJ-Ingeominas, 1984).

El depósito auroargentífero de **La Golondrina**, localizado en el sector S y flanco E de la Cordillera Occidental de Colombia a 50 km al N de **El Diamante**, forma parte del distrito minero de la Llanada-Sotomayor (Leal-Mejía, 2011). En el sector afloran rocas volcanosedimentarias de afinidad oceánica del Cretácico Superior intruidas por los *stocks* de Cumbitara ( $23,4 \pm 0,4$  Ma U-Pb en zircón, Leal-Mejía, 2011) y de La Golondrina, ligados al magmatismo calcoalcalino Oligoceno-Mioceno del que hace parte el

Batolito de Piedrancha, emplazado al oeste de la falla Cauca-Patía (Leal-Mejía, 2011). El *stock* tonalítico de **La Golondrina** se considera derivado de un magma reducido y asociado a una faja de cornubianas; la tonalita es la principal roca huésped de la mineralización vetiforme de oro, caracterizada por venas (texturas *comb* y *masiva*) irregulares, discontinuas y sub-horizontales con espesor entre 0,1 m-0,4 m, compuestas por cuarzo y sulfuros con una ley de 12,43 g/t Au. También se observan segregaciones pegmatíticas máficas tardías dentro de la intrusión y diques aplíticos félsicos, subverticales y tardíos que cortan las cornubianas, y son dislocados por venas de cuarzo mineralizadas generadas por previo fracturamiento hidráulico. Asimismo se presentan venas tardías de clorita-calcita-pirita que cortan diques de tonalita hospedadas en la cornubiana, con poca dislocación aparente. Algunas de las venas sub horizontales se emplazaron dentro de silos de aplita con cavidades miarolíticas de calcita y cuarzo, indicativos de altas presiones de fluido durante la mineralización en la etapa tardía (Arne y Branch, 2016). Las venas están conformadas por cuarzo, calcita, pirrotina, pirita, calcopirita, oro visible, y cuarzo y calcita en etapas tardías. La alteración hidrotermal es restringida y configura un ensamble de biotita, sericita y epidoto-clorita, cuya extensión no está bien definida en las rocas de metamorfismo de contacto (Leal-Mejía, 2011; Arne y Branch, 2016). Pueden estar presentes tetraedrita-tennantita y Au de hasta 20  $\mu\text{m}$  en granos de cuarzo, además parte de la pirrotina se ha alterado a pirita y/o marcasita, y se asocia con calcita en la etapa tardía (Arne y Branch, 2016).

El depósito de **La Golondrina** tiene características que en muchos aspectos se asemejan a un sistema de oro relacionado con un intrusivo reducido-RIR y mesozonal: mineralización de oro con fuerte asociación de Bi-Te, valores ligeramente elevados de Mo, Ag y Sb, y enriquecimiento local de W (Arne y Branch, 2016). Aunque otras características no son compatibles con este modelo, como la mineralización de oro en la tonalita, el Au asociado con valores altos de Te, Bi y Cu y valores bajos de As, Ag y metales base, la mineralización de oro restringida a venas hidráulicas subhorizontales de 10-30 cm de ancho y calcopirita estrechamente asociada con pirrotina (Arne y Branch, 2016). El depósito ha sido explotado artesanalmente, desde la década de 1950, a partir de trabajos subterráneos en el delgado saprolito oxidado, siguiendo la topografía hasta una distancia en la vertical de casi 800 m y con continuidad lateral

de aproximadamente 300 m (Arne y Branch, 2016). Rubio (2012) estima recursos de 31.686 t de mineral de mena y una ley de Au asociado de 3,15 g/t para dos venas del proyecto **La Golondrina**, cálculos que no cumplen con ningún estándar internacional.

### Arco Mioceno medio (ca. 17,5 - 9 Ma)

#### *Depósitos tipo pórfiro de Au-Cu*

A lo largo de la depresión inter-cordillerana de los ríos Cauca y Patía y en las estribaciones occidentales del Macizo Colombiano, inmediatamente al sur del límite austral del mapa, existe una faja discontinua de *stocks*, silos, diques y cuellos volcánicos, de 200 km de longitud con tendencia SSO-NNE, a partir del cual fue definido el Cinturón Metalogénico Sistema Pórfiro Epitermal (Mioceno) de Cu-(Au-Zn) (López *et al.*, 2018). El cinturón está constituido por andesitas y dacitas porfíricas, además de tonalitas-granodioritas de afinidad calco-alcalina y edad miocena ca. 18-9 Ma (Leal-Mejía *et al.*, 2019). Estos cuerpos intrusivos se alojan en rocas metamórficas, volcánicas oceánicas, ultramáficas y sedimentarias y en rocas siliciclásticas continentales del Oligoceno-Mioceno de la Formación Esmita al oeste de la Falla Cauca-Almaguer (Orrego y París, 1990; Orrego y Acevedo, 1996; Orrego *et al.*, 1999; Cediél, *et al.*, 2003; Leal-Mejía 2011; Marín-Cerón *et al.*, 2018). En el prospecto **Dominical** afloran rocas metamórficas de los Esquistos de Buesaco del Cretácico Inferior, vulcanitas básicas de afinidad oceánica del Cretácico Superior; sedimentitas siliciclásticas continentales de la Formación Esmita, dioritas, granodioritas y tonalitas porfíricas del Mioceno (Gómez *et al.*, 2015). Las rocas ígneas forman un complejo intrusivo, donde se reportan edades de cristalización magmática de  $17,0 \pm 0,4$  Ma por U-Pb en zircón, para la facies diorita porfírica (Leal-Mejía, 2011) y edades K-Ar en roca total para diorita porfírica temprana ( $17,3 \pm 1,6$  Ma), tonalita porfírica intramineral ( $16,5 \pm 2,4$  Ma) y diorita porfírica tardía ( $14,2 \pm 0,8$  Ma) (Roa, 2015). En Berruecos-La Sierra, sector S del cinturón Mioceno, donde se encuentra **Dominical** la mineralización presenta asociaciones de Au-(Cu) y Au-Ag $\pm$ As $\pm$ Sb relacionadas a depósitos tipo pórfiro y epitermales, y ligadas espacial y temporalmente con los granitoides porfíricos hipoabisales; esta mineralización se observa en las zonas de alteración y en la roca caja como diseminaciones epitermales, reemplazamientos de estilo manto, rellenos en venas, diaclasas y fracturas y brechas dentro de las secuencias siliciclásticas del Oligoceno-Mioceno de la Formación Esmita (Shaw *et*

*al.*, 2019). Además, los Esquistos de Buesaco son cortados por venas de calcita y cuarzo, las cuales están asociadas a una alteración hidrotermal propilítica con epidoto+clorita+calcita y pirita diseminada (<5%); en las vulcanitas básicas, también con alteración propilítica, la mineralización asociada incluye pirita diseminada y calcopirita mucho más abundante que galena y esfalerita en venas de cuarzo. En particular la mineralización en **Dominical** se encuentra alojada en estructuras vetiformes (13 vetas de cuarzo verticales con dirección N 35° O y espesor de 0,8 m) con una paragénesis mineral de cuarzo, pirita, esfalerita, calcopirita, galena y estibina (primer estadio); cuarzo, pirita, esfalerita, galena (segundo estadio) y cuarzo, pirita, esfalerita, galena y estibina para el tercer y último estadio (León *et al.*, 1973). Posteriormente, Ingeominas-JICA (1987) describen la mineralización compuesta por sulfuros y óxidos diseminados y como relleno de fracturas, la cual consiste en pirita, en menor proporción calcopirita y molibdenita (en vetillas de cuarzo y en pequeñas partículas asociada a pirita y calcopirita), con pequeñas cantidades de bornita, tetraedrita, magnetita, esfalerita y hematita. Datos termobarométricos registran temperaturas de homogenización de 258 a 490°C y alta salinidad de fluidos para este depósito, datos que combinados con geoquímica y geofísica permitieron trazar zonas de alteración concéntricas argílica avanzada rodeada por propilítica a las que se asocia la mineralización y suponer un modelo de depósito tipo pórfiro de Au-(Cu-Mo) (Ingeominas-JICA, 1987). Adicionalmente, se han explotado en **Dominical** y áreas circunvecinas placeres auríferos coluviales (Piedra Sentada) y aluviales (tributarios del río Patía) y venas auríferas (sector La Calixta) (Roa, 2015). Estudios detallados del sistema pórfiro Au-Cu reportan una mineralización de bajo ley de pirita, calcopirita, oro, molibdenita en vetillas tipo A, B y D, diseminada y en *stockwork* asociadas con alteración potásica, fílica y propilítica. Adicionalmente se registra una sobreimposición de un sistema epitermal de intermedia sulfuración representado por venas de cuarzo, calcedonia, adularia, calcita, ankerita, dolomita y siderita, oro, pirita, esfalerita, calcopirita, galena, arsenopirita y algunas sulfosales de plata, con un halo argílico (caolín, sericita, illita y esmectita); sistema epitermal que tiene asociadas brechas hidrotermales, freáticas y tectónicas. Para el prospecto de **Dominical**, se han estimado recursos inferidos de 32 Mt de mineral de mena de la zona de sulfuros (se excluyen 2 Mt de la zona oxidada), con leyes promedios de 0,34 g/t de Au, 2,07 g/t de Ag y 0,14% de Cu, estimaciones que

no cumplen con los estándares internacionales de reporte de recursos minerales (Roa, 2015).

#### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Au*

En el extremo austral del Cinturón Metalogénico Sistema Pórfiro Epitermal (Mioceno) Cu-(Au-Mo) (Leal-Mejía, 2011, López *et al.*, 2018), ya fuera del límite del mapa, se encuentra el prospecto de pórfiro Cu-Au-Mo de **Mazamorra-Arboledas**, asociado a granodioritas porfíricas calcoalcalinas, metaluminosas de composición intermedia, con enriquecimiento en tierras raras livianas con respecto a las tierras raras pesadas, y ligadas a un ambiente geotectónico de levantamiento post-colisión y con una edad de enfriamiento magmático de  $9,9 \pm 0,8$  Ma K-Ar en hornblenda (Leal-Mejía, 2011). Los pórfiros miocenos asociados a cuarzdioritas equigranulares, forman un complejo ígneo dominado por las cuarzdioritas que exhiben alteración hidrotermal propilítica generalizada e intensa, silíceo, fílica y potásica, caracterizadas por cuarzo  $\pm$  pirita  $\pm$  calcopirita y venas de pirita + magnetita, sericitización de la plagioclasa, y desarrollo de biotita hidrotermal a lo largo del contacto de la cuarzdiorita con la cuarzdiorita porfírica. La mineralización de la cuarzdiorita en **Mazamorra** comprende 1 a 5% de magnetita diseminada, y menos de 1% de pirita diseminada y hospedada en venas, cuarzo + pirita + calcopirita con malaquita y calcosina en venillas oxidadas, además de venillas de barita y galena, estas últimas interpretadas como distales de un sistema de pórfiro cuprífero. Los pórfiros cuarzdioríticos varían de dacita a andesita, con intensa silicificación y zonas de *stockwork* de hasta 15 m de ancho: venas de cuarzo  $\pm$  pirita  $\pm$  calcopirita; además de alteración potásica hay una intensa alteración propilítica de epidoto + clorita + calcita. La mineralización consiste en 10 a 50% de magnetita; 1 a 3% de pirita y hasta el 3% de calcopirita y 1% de molibdenita, también calcosina (<5%), covelina, cobre nativo, bornita, malaquita y crisocola en trazas a 2%. Las intrusiones andesíticas y dacíticas porfíricas exhiben una alteración hidrotermal propilítica con venillas de epidoto+clorita y calcita, localmente asociada con pirita diseminada y en fracturas (2-5%). La mineralización de sulfuros en las andesitas-dacitas porfíricas se caracteriza por el contenido de trazas de calcopirita y la poca existencia de *stockwork* de magnetita+especularita.

El área del proyecto **Mazamorra-Arboledas** registra una zonación hidrotermal que va desde propilítica pasando por fílica hasta potásica a lo largo de la falla **Mazamorra** orientada NNO a SSE, donde se

identifican tres cuerpos de pórfiro mineralizado y se reconoce un sistema de mineralización pórfiro-epitermal de baja sulfuración Au-Ag, siendo este último el menos estudiado. La mineralización asociada al pórfiro se presenta como disseminaciones con *stockworks* discontinuos de pirita fina y raras venillas de cuarzo-pirita. El sistema de venas parece estar controlado por la zona de falla de **Mazamoras** y el estilo de mineralización epitermal es interpretado como hospedado en zonas de cizalla paralelas a subparalelas. Los minerales de cobre predominantes incluyen calcosina, bornita, covelina, trazas de calcopirita y cuprita; los sulfuros son dominados por pirita. Escasa esfalerita y molibdenita han sido observadas independientemente en venillas de cuarzo en asociación con pirita (Volp, 2010). En dos cuerpos porfíricos cenozoicos se registran concentraciones de Cu de 0,11%, de Au de 0,09 g/t y de Mo de 0,003% (Volp, 2010).

### Arco Mioceno superior (ca. 7,5 - 5 Ma)

#### *Depósitos tipo pórfiro de Cu-Au*

El proyecto **Quebradona**, se localiza en el flanco E de la Cordillera Occidental, donde se reporta un conjunto de *stocks* y diques de composición cuarzodiorítica-diorítica alojados en una secuencia volcánica del Mioceno tardío, conformada por tobas andesíticas, aglomerados y flujos volcánicos de la Formación Combia. A este proyecto están asociados al menos seis prospectos: pórfiro Au-Cu (Tenedor-Isabella-La Sola) y Cu-Au (Nuevo Chaquiro - Aurora 1W - Aurora 2E), de los cuales el prospecto desarrollado más importante es **Nuevo Chaquiro**, yacimiento no aflorante tipo pórfiro de Cu-Au-(Mo) ubicado en el cinturón del Cauca Medio (Sillitoe, 2008), con recursos totales de mineral de mena de 566 Mt con leyes de 0,64% de Cu, 0,31 g/t de Au, 4,34 g/t de Ag y 127 ppm de Mo (Bartos *et al.*, 2017). El depósito se encuentra relacionado a rocas volcanoclásticas y volcánicas de la Formación Combia (Mioceno) intruídas por *stocks* y diques dioríticos a cuarzodioríticos también miocenos (7,4-7,6 Ma); en superficie se observa alteración sericítica extensiva –*pervasive*– que a profundidad (250-400 m) varía a sericita-clorita y luego a alteración predominantemente potásica (biotita-magnetita) (Bartos *et al.*, 2017). Los afloramientos en **Nuevo Chaquiro** son escasos donde se reconoce una zona de 1,2 x 0,8 km de alteración sericítica extensiva –*pervasive*– con *stockworks* cuarzo-óxidos de Fe (Bartos *et al.*, 2017). La zonación de la alteración hidrotermal es vertical donde la al-

teración cálcico-potásica, que contiene actinolita y epidoto, ocurre a mayores profundidades. Una zona de cúpula conformada por *sheeted veins* de alta ley se presenta inmediatamente adyacente al contacto superior de una intrusión temprana de cuarzodiorita; la densidad de vetilleo de cuarzo en ésta alcanza 80% de cuarzo en volumen, acompañada de hasta 5% en volumen de calcopirita. Los intrusivos interminerales crearon un segundo cuerpo de mena ligeramente al oeste, pero contiguo al cuerpo de mena temprano. La mineralización de Cu-Au-Mo presenta una forma de tazón invertido que se asocia con alteración potásica manifestada como un relleno secundario de la matriz de la roca de toba por biotita hidrotermal, acompañada de disseminaciones y vetillas de calcopirita, magnetita, pirita y molibdenita. El sistema pórfiro también está acompañado por venas de metales base de carbonato-cuarzo de intermedia sulfuración, con halos de alteración sericítica, que se presentan en el flanco occidental superior del depósito (Bartos *et al.*, 2017). En **Nuevo Chaquiro**, las intrusiones temprana e intermineral contienen alteración cálcico-potásica y potásica, con una sobreimpresión tardía y variable de alteración sericita-clorita centrada en los ápices de las intrusiones (Bartos *et al.*, 2017). En conjunto, estas intrusiones están sobreimpresas por un único evento de alteración sericítica tardía que se superpone como una cobertura amplia sobre todo el sistema.

#### *Depósitos tipo pórfiro de Au*

Al S de **Quebradona** y al NO de **Marmato**, se encuentra el Distrito Metalogénico de Caramanta el cual agrupa los prospectos tipo pórfiro de Au de **El Retén**, El Corral, Ajiaco Sur y Malabrigo, en el Cinturón del Cauca Medio (Sillitoe, 2008), el cual se encuentra principalmente trazado a lo largo del Terreno Romeral (Cediel, 2019), que se caracteriza porque los depósitos al interior de él, están contenidos en un conjunto de rocas oceánicas cretácicas tectonizadas cubiertas por rocas sedimentarias clásticas del Oligoceno de la Formación Amagá y por rocas volcanosedimentarias del Mioceno de la Formación Combia, las cuales están intruídas por *stocks* y diques del Mioceno tardío conformados por dioritas-granodioritas porfíricas a los que está asociada la mineralización aurífera (Leal-Mejía, 2011). Los prospectos de Caramanta están localizados en el extremo SE del *stock* de Támesis, el cual representa una de las tres fases intrusivas identificadas, específicamente en **El Retén** se reconocen pequeños *stocks*, cuellos volcánicos y diques, el más extenso de los cuales se caracteriza



por presentar brechas de intrusión en el contacto con las rocas de la Formación Combia. En general la alteración hidrotermal en los prospectos de Caramanta comprende alteración potásica temprana, alteración sódico-cálcica tardía, con superposición de alteración propilítica, fílica y argílica. *Stockworks* y *sheeted veins* son las estructuras mineralizadas típicas de este depósito, conformadas por cuarzo-calcopyrita-pirita-(bornita). Para un tramo de 150 m se registran leyes de 1,6 g/t Au, 2,9 g/t Ag y 0,24% de Cu (O'Prey, 2014).

#### *Depósitos tipo pórfiro y epitermales asociados de Au-Cu*

En la cuenca media del valle del río Cauca se reconoce un magmatismo calcoalcalino Mioceno tardío al cual están relacionados numerosas mineralizaciones de sistemas pórfiro-epitermal, dominadas por mineralizaciones de oro que se extienden por 135 km desde la mina **El Zancudo** al N hasta el prospecto de **El Poma** al S, e incluye los prospectos de **Miraflores** y **La Cumbre**. Esta franja forma parte del Cinturón del Cauca Medio, el cual Sillitoe (2008) lo hizo extensivo desde Buritica al N hasta **La Colosa** al S. La mina **El Zancudo**, y los prospectos **Cerro Vetas** y **Chisperos** entre otros conforman el **distrito minero de Titiribí** (yacimiento de Titiribí; Leal-Mejía, 2011 o distrito metalogénico de Au-(Ag); López *et al.*, 2018), para el que Leal-Mejía (2011) estableció una edad neógena. El distrito se localiza en la vertiente occidental de la Cordillera Central de Colombia, donde los estilos de mineralización son de tipo pórfiro (**Cerro Vetas**) o epitermal de baja sulfuración (**El Zancudo** y **Chisperos**). Las mineralizaciones en este sector están asociadas al intrusivo porfírico de **Cerro Vetas** de edad  $7,6 \pm 0,3$  Ma (Leal-Mejía, 2011), y se encuentran en filones epitermales de cuarzo con adularia, calcedonia y calcita, y arsenopirita, esfalerita, calcopyrita, galena, oro nativo (rico en plata) y sulfosales (tetraedrita, ramdohrita, zoubekita, bournonita, boulangerita, jamesonita, miargirita y diaforita) (Leal-Mejía, 2011). Dado que este distrito se encuentra en el límite de un melange tectónico, su basamento litológicamente complejo lo conforman bloques y cuñas de rocas metamórficas de los Esquistos de Sabaletas y rocas volcánicas y sedimentarias de la Formación Quebradagrande, rocas sobre las que se encuentra la secuencia sedimentaria siliciclástica de la Formación Amagá del Oligoceno; este conjunto de rocas fue sintectónicamente intruido por rocas plutónicas, diques y silos de composición diorítica a monzonítica, que son contemporáneas con la Formación Combia (ca.

6-9 Ma) (Leal-Mejía, 2011). Shaw (2002) diferencia dos tipos de mineralización con base en el estilo y ley: depósitos de alto ley de Au-Ag-(Zn-Pb-Cu-As-Sb) en venas controladas estratigráfica y estructuralmente y en mantos, y depósitos de baja ley Au-Cu-(Ag) de tipo pórfiro hospedados en rocas extrusivas e intrusivas. Para la mina **El Zancudo**, a pesar de estar en explotación desde 1.739, no se tienen recursos estimados, sin embargo, se han reportado leyes de 14,6 g/t de Au y 108,4 g/t de Ag (Redwood, 2010). Para el prospecto de **Chisperos** los recursos totales de mineral de mena se han estimado en 113,2 Mt con ley de 0,47 g/t Au, para **Cerro Vetas** de 254,8 Mt de mineral de mena con leyes de 0,47 g/t de Au y 0,14% de Cu, y para la Brecha NO, otro de los prospectos al interior de este distrito, de 125,7 Mt de mineral de mena con ley de 0,58 g/t de Au (Kantor y Cameron, 2016).

Al sur del distrito de Titiribí, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central de Colombia, se localiza el Distrito Metalogénico de Au-(Ag) de Fredonia (López *et al.*, 2018) el cual encierra cuatro prospectos desarrollados para Au-Cu de los cuales **La Cantera** es el más estudiado. Las mineralizaciones están genéticamente relacionadas al conjunto de cuerpos porfíricos subvolcánicos del Mioceno tardío –Formación Combia–, donde existe una variedad de depósitos magmático-hidrotermales de Au-(Cu) y Au-Ag-(Pb, Zn, Cu) asociados con la geoquímica y enfriamiento de estos cuerpos porfíricos. Específicamente en **La Cantera** la mineralización se encuentra en cuerpos de pórfiros y brechas, conformando un depósito de tipo pórfiro de Cu-Au (Wilson, 2016). La alteración hidrotermal en el sector de La Cantera es típica de un sistema pórfiro Au-Cu, con un núcleo potásico, rodeado por una zona de alteración sericitica, argílica y un sector distal con alteración propilítica, donde además es evidente el control estructural y superposición de las zonas potásica y propilítica (Wilson, 2016). La zona de alteración potásica se encuentra controlada por fracturas y venas que incluyen venas tipo A, venas de cuarzo y feldespato potásico, venas de cuarzo-magnetita, vetillas muy delgadas de biotita asociadas a fracturas anastomosadas y venas de magnetita. Los minerales de mena son calcopyrita y cantidades menores de bornita, ambos con mineralización de oro asociada; como minerales secundarios de Cu se encuentran localmente calcosina, azurita, malaquita y crisocola. Hay cantidades menores de Ag, Pb y Zn asociadas con venas de calcita±cuarzo-tetraedrita-esfalerita que cortan la zona de alteración potásica (Wilson,

2016). Con base en lo anterior, para el prospecto **La Cantera** se han estimado recursos por 40,56 Mt de mineral de mena con 0,71 g/t de Au y 0,25% de Cu, 1,77 g/t Ag (Wilson, 2016).

#### *Depósitos epitermales de Au*

El depósito de oro de **Marmato** –Distrito de Marmato– se localiza en la vertiente E de la Cordillera Occidental colombiana. La producción de oro en este distrito ha sido continua desde 1537, aunque sólo se tiene registro de los últimos 50 años (Leal-Mejía, 2011). Para 2018 los recursos totales de mineral de mena se calcularon en 92,7 Mt con ley promedio 2,7 g/t Au (Gran Colombia Gold Corp., Annual Report 2018). La geología del distrito está representada por andesitas/dacitas del *stock* de Marmato que intruye rocas metamórficas del Complejo Arquía, rocas sedimentarias de la Formación Amagá, y rocas volcánicas y subvolcánicas de la Formación Combia. El cuerpo subvolcánico de **Marmato** hace parte del magmatismo mioceno, calco-alcalino a calco-alcalino rico en K (adakitas - Cinturón del Cauca Medio), que corresponde a una *suite* porfírica polifásica en la que se han identificado cinco pulsos dacíticos y andesíticos porfíricos en *stocks* y diques (P1 a P5), con edades U-Pb en zircón entre  $6,58 \pm 0,07$  Ma y  $5,74 \pm 0,14$  Ma. La mineralización se encuentra relacionada a los pulsos P1 a P4 (Parsons *et al.*, 2017), y para la alteración hidrotermal asociada a vetillas epitermales se determinó una edad  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de  $6,05 \pm 0,02$  y  $5,96 \pm 0,02$  Ma en adularia (Santacruz, 2016). El depósito consiste en un sistema de venas epitermales (vetillas tipo *sheeted veins* y venas anastomosadas) con un ensamblaje mineral de piritita, arsenopiritita, esfalerita rica en Fe (marmatita), pirrotita, calcopiritita y *electrum* en la zona epitermal superior (1700-900 m s.n.m.) y un sistema de vetillas

con un ensamblaje mineral de pirrotita, calcopiritita, sulfuros de Bi y oro libre en la zona mesotermal inferior (900-200 m.s.n.m.). La mineralización se da en dos fases, una fase epitermal de baja sulfuración a la que se le sobreimpone una fase epitermal de intermedia sulfuración. La alteración asociada a las venas auro-argentíferas es propilítica *pervasiva* a la que se le sobreimpone alteración filica y argílica intermedia. A profundidad se observa alteración potásica (biotita hidrotermal) débil y en parches. Actualmente, la zona más profunda en las labores de explotación en Marmato, se ha interpretado como mesotermal con base en una red de vetillas de pirrotita±calcopiritita±sulfuros de Bi±telururos y oro libre, asociadas a alteración argílica débil. Para el nivel inferior del depósito de Marmato (200 m.s.n.m.) se han propuesto dos modelos genéticos: Depósito mesotermal (Tassinari *et al.*, 2008; Parsons *et al.*, 2017) y depósito de tipo pórfiro Cu-Au (?) (De Mello, 2015).

#### *Depósitos epitermales de Hg*

El yacimiento de mercurio **Nueva Esperanza** se localiza en la Cordillera Central y fue explotado hasta 1975. La mineralización de mercurio consiste en vetas emplazadas en metalodolitas carbonosas y calcáreas de la Formación Quebradagrande del Cretácico Inferior y están restringidas a una zona de falla de dirección N-S asociada al sistema de fallas Cauca-Almaguer. El depósito se encuentra asociado a metasedimentos y rocas intrusivas hipoabisales de edad neógena, comprende piritita, cinabrio, mercurio nativo y cuarzo y ha sido clasificado como de tipo epitermal (Lozano, 1987; Bedoya y Castro, 1996). Se estima una ley media de 0,4 a 0,5% de Hg en vetas de hasta 2,5 m de potencia.

# EVOLUCIÓN TECTÓNICA, ÉPOCAS DE MINERALIZACIÓN Y FAJAS METALOGENÉTICAS ASOCIADAS

En el presente capítulo se sintetiza la evolución de la región, con la reconstrucción de la posición de los diversos elementos tectónicos constitutivos, los procesos geológicos asociados en cada época y los episodios metalogenéticos involucrados, con el fin de mostrar la posición original de los yacimientos al momento de su generación y la real relación y extensión de esos episodios metalogenéticos, su geométrica y relación con las cuencas y las fajas magmáticas. Hay diversas reconstrucciones para la región. A los fines de este trabajo se ha seguido el modelo evolutivo presentado por Pindell y Kennan (2009), actualizado con los conceptos presentados por Garmon *et al.* (2017), Brandes y Winsemann (2018), Urbani (2018) y Cediel (2019).

## 1. LA TECTÓNICA PRE-MESOZOICA

Los principales episodios tectónicos incluyen un episodio grenvilliano (orogenia Orinoquiense *ca.* 1 Ga), uno paleozoico inferior (orogenia Quetame/Caparonensis *ca.* 470-430 Ma) y una tectónica extensional que se extendió entre el Paleozoico superior y parte del Mesozoico, incluyendo la orogenia Permo-Triásica de tipo colisional (fig. 11).

### 1.1. PROTEROZOICO

En América Central, el basamento de los terrenos Maya y Chortis comprende rocas metamórficas e intrusivas mesoproterozoicas vinculadas con la orogenia grenvilliana. En el Complejo de Oaxaca hay depósitos de **Ti asociado a anortositas** (depósito Motozintla) y **pegmatitas de elementos raros** (U-Th-Nb-Ta-*ETR*) (Camprubí, 2013), al oeste y ya fuera del área involucrada en este trabajo.

En el Bloque Andino Norte, el núcleo más antiguo del Dominio Tectónico Central corresponde al terreno exótico Chichamocha acrecionado al cratón durante la orogenia grenvilliana. Es interpretado como un terreno compuesto que contiene relictos del basamento Oaxaquia. Comprende rocas metamórficas de alto grado expuestas en los macizos de Garzón, Santander y Santa Marta así como en la parte oriental de los Andes de Mérida; incluye charnockitas, granulitas

y gneises originadas a partir de un protolito pelítico-psamítico y escasas anortositas (Restrepo-Pace y Cediel, 2019 y referencias allí citadas).

El terreno compuesto Guajira-Falcón contiene fragmentos de corteza continental proterozoica y paleozoica, que constituyen remanentes de la separación de las placas norteamericana y sudamericana. En la península de La Guajira incluye gneises (Miembro Uray) de posible edad precámbrica y el leucogranito Jojoncito de edad mesoproterozoica (Kroonenberg, 2019).

En la región centro-norte de Venezuela, el cinturón de corrimiento de la Cordillera de la Costa comprende rocas del basamento del Precámbrico y Paleozoico (Urbani, 2018). Incluye rocas metasedimentarias a metaígneas de origen continental en el terreno Ávila (Serranía del Litoral) con gneises paleoproterozoicos (*Augengneis* de Peña de Mora). En el terreno Yumare se han identificado **anortositas ilmeníticas** (depósito San Quintín) y gneises granulíticos grenvillianos y en El Guayabo rocas metasedimentarias y metaígneas con edades y afinidad grenvilliana.

### 1.2. PALEOZOICO INFERIOR

Al oeste del Dominio Tectónico Central, en los Andes del Norte, se localiza el terreno Cajamarca-Valdivia, que representa un arco de islas intraoceánico con afinidades de margen continental (Restrepo-Pace, 1992), constituido por metavolcanitas y metapelitas, acrecionado durante el Silúrico superior y Devónico Inferior y que constituye el basamento de la actual Cordillera Central. Este evento está evidenciado por la presencia de fragmentos ofiolíticos y un prisma de acreción expuesto, conjunto de unidades intruidas por granitoides orogénicos y afectadas por metamorfismo de bajo grado. La sutura del terreno Cajamarca-Valdivia sigue aproximadamente la traza del sistema de fallas paleo-Palestina, reactivado durante el Mesozoico (Restrepo-Pace y Cediel, 2019). El orógeno incluye secuencias psamíticas y pelíticas metamorfizadas, localmente con intercalaciones volcánicas, aflorantes en la Cordillera Oriental, Cinturón Santander-Perijá, Sierra Nevada de Santa Marta, Sierra de Mérida y Cordillera Real. En la

sierra de Mérida se destaca el **depósito polimetálico VMS tipo Kuroko** Bailadores, vinculado con la Formación Mucuchachí.

En la Cordillera de la Costa, en el terreno Ávila se identificaron rocas metaígneas con edades entre 512 y 450 Ma, interpretado como un magmatismo tipo S (Urbani, 2018). Asociado a metamorfismo hay **depósitos de grafito** (Cerro Osumta-Chupón).

1.3. PALEOZOICO SUPERIOR-TRIÁSICO

La tectónica extensional imperante desde el Missisipiano (*rifting* incipiente y formación de grabenes) incluye **depósitos de Cu asociados a sedimentos**, interpretados como del tipo Kupferschiefer, con ejemplos en La Plazuela (Venezuela), fuera del ámbito de este trabajo.

En el margen noroccidental del continente sudamericano ocurrió un episodio orogénico durante el Permo-Triásico caracterizado por una tectónica colisional a lo largo de la sutura paleo-Romeral y representado por gneises graníticos y granitoides

emplazados en el orógeno Cajamarca-Valdivia durante el Pérmico y que, posiblemente, representan un evento tectonomagmático vinculado con la amalgamación y ruptura de Gondwana. Vinculado al Complejo Cajamarca, del Triásico, hay **depósitos orogénicos de Au** (Berlín), cuya edad es problemática, pudiendo estar relacionados con el metamorfismo del Complejo o bien con un evento posterior del Cretácico Inferior.

En relación con el Complejo Ofiolítico Romeral durante el Triásico Superior se formaron **depósitos de cromita** (depósitos Santa Elena, Patio Bonito) y **depósitos magmáticos de Ni-Fe** (La Gabriela) que conforman concentraciones diseminadas y masivas.

En la Cordillera de la Costa de Venezuela, hay evidencias de magmatismo pérmico (Metatonalita de Caruao) en el terreno Ávila, y en el terreno Tácata (Serranía del Interior) se ha identificado una meggranodiorita (La Guacamaya) con edad de  $298 \pm 4$  Ma y un núcleo más antiguo consistente en gneises y metasedimentitas con evidencias de intercalaciones metavolcánicas (Urbani, 2018).

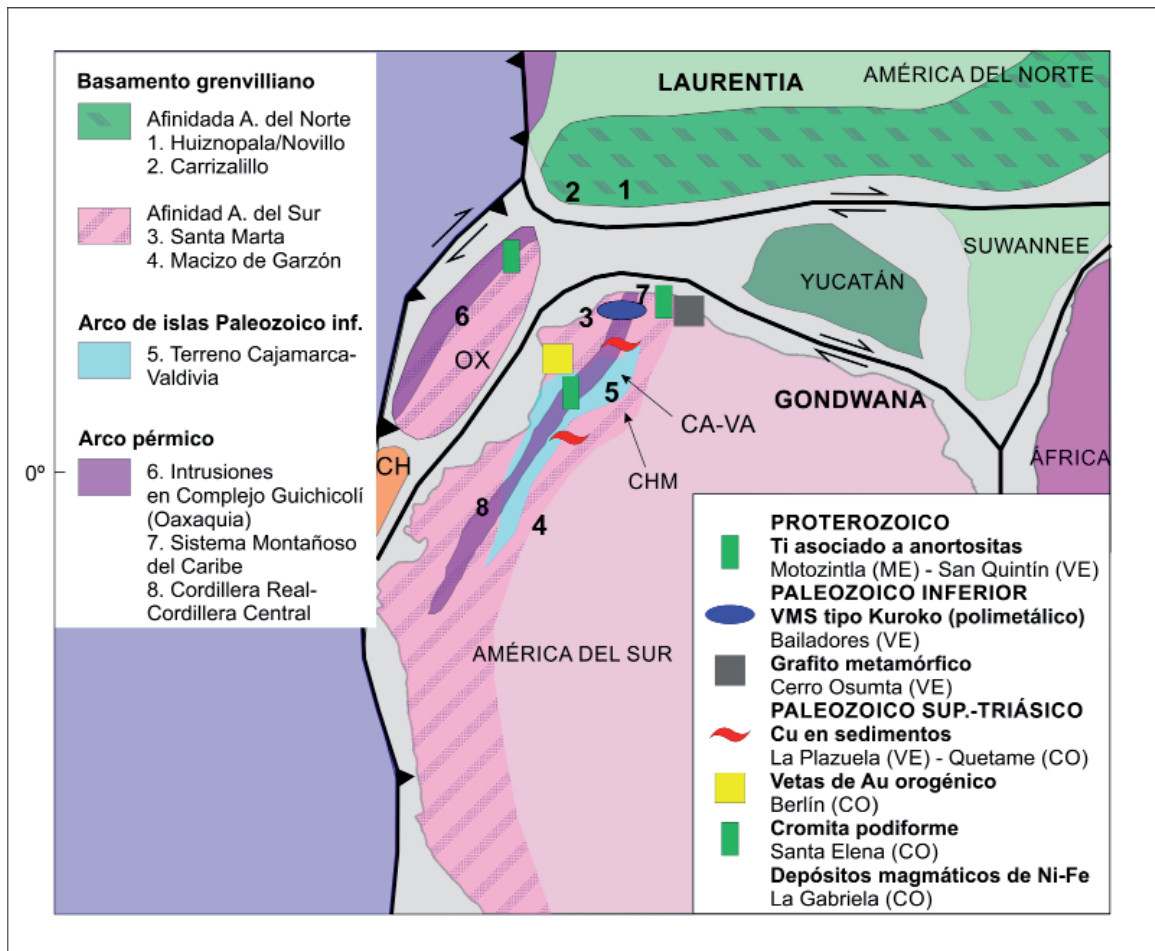


Figura 11. Reconstrucción de Pangea al final del Paleozoico. Distribución del basamento grenvilliano y extensión del magmatismo de arco paleozoico inferior y pérmico (modificado de Restrepo-Pace y Cediel, 2019).



## 2. JURÁSICO INFERIOR A MEDIO (180 - 160 Ma) (fig. 12)

El régimen extensional imperante desde el Mississippiano continuó en el Jurásico y el comienzo de la subducción derivó en la generación de un voluminoso magmatismo de arco metaluminoso calcoalcalino en los Andes del Norte. Hacia los 180 Ma se tiene una etapa *sin-rift* con fallas transtensionales activas con orientación NO-SE. La continuidad del *rifting* se extiende hasta los 158 Ma en los márgenes del Golfo de México y en las regiones proto-Caribe, con presencia de depósitos de *rift* en los Andes de Mérida, en la Sierra de Perijá así como en el subsuelo de las cuencas de Maracaibo, Barinas-Apure y del Oriente de Venezuela.

Se asocian a esta etapa **depósitos de Cu asociados a sedimentos** (Camperucho, Colombia) en las Fms. La Quinta y Girón en la Sierra de Perijá, **depósitos de yeso** (San Pablo, Venezuela) y **depósitos tipo VMS de Cu** (Caño Tigre y otros, Venezuela).

En ese contexto el margen occidental de Colombia constituye un margen activo relacionado a la subducción de la Placa Farallón, con magmatismo asociado metaluminoso calcoalcalino, cuya duración abarca todo el Jurásico, siendo la actividad más joven registrada de 145 Ma (Villagómez, 2010). Vinculados con este magmatismo hay mineralizaciones vetiformes de **Au asociadas granitoides** (Batolitos de Segovia e Ibagué, provincia aurífera San Lucas).

## 3. JURÁSICO MEDIO - CRETÁCICO INFERIOR (160 - 145 Ma) (fig. 13)

La corteza oceánica de la Placa Caribe se formó en esta época, de acuerdo con las evidencias geocronológicas de piso oceánico (edad U-Pb de  $143,74 \pm 0,33$  Ma en la isla La Désirade, Antillas Menores; Mattinson *et al.*, 2008), así como de sedimentos del Jurásico Inferior relacionados a ofiolitas en la isla de Cuba (Iturralde-Vinent y Mari-Morales, 1988; Iturralde-Vinent, 1996b).

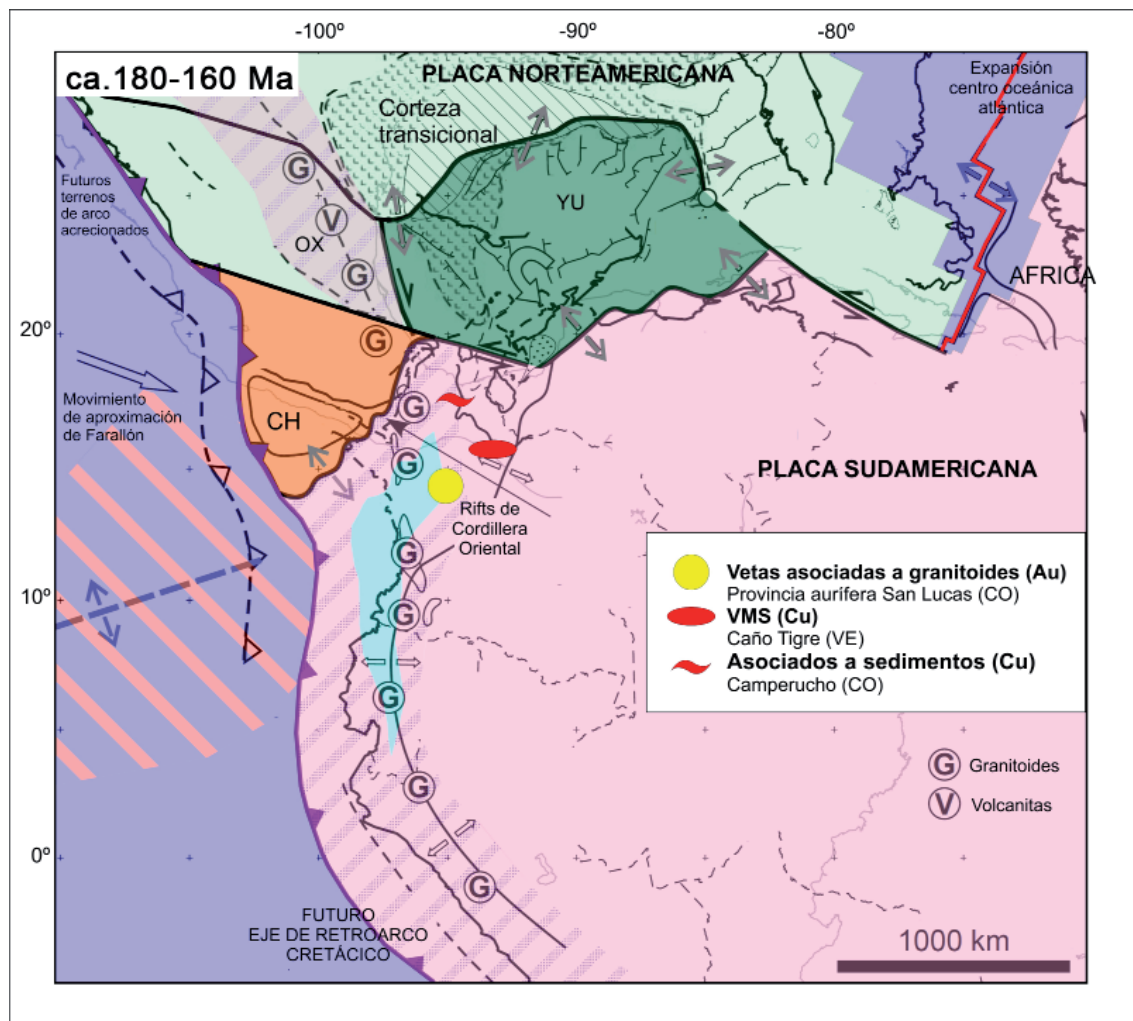


Figura 12. Reconstrucción para el lapso 180-160 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

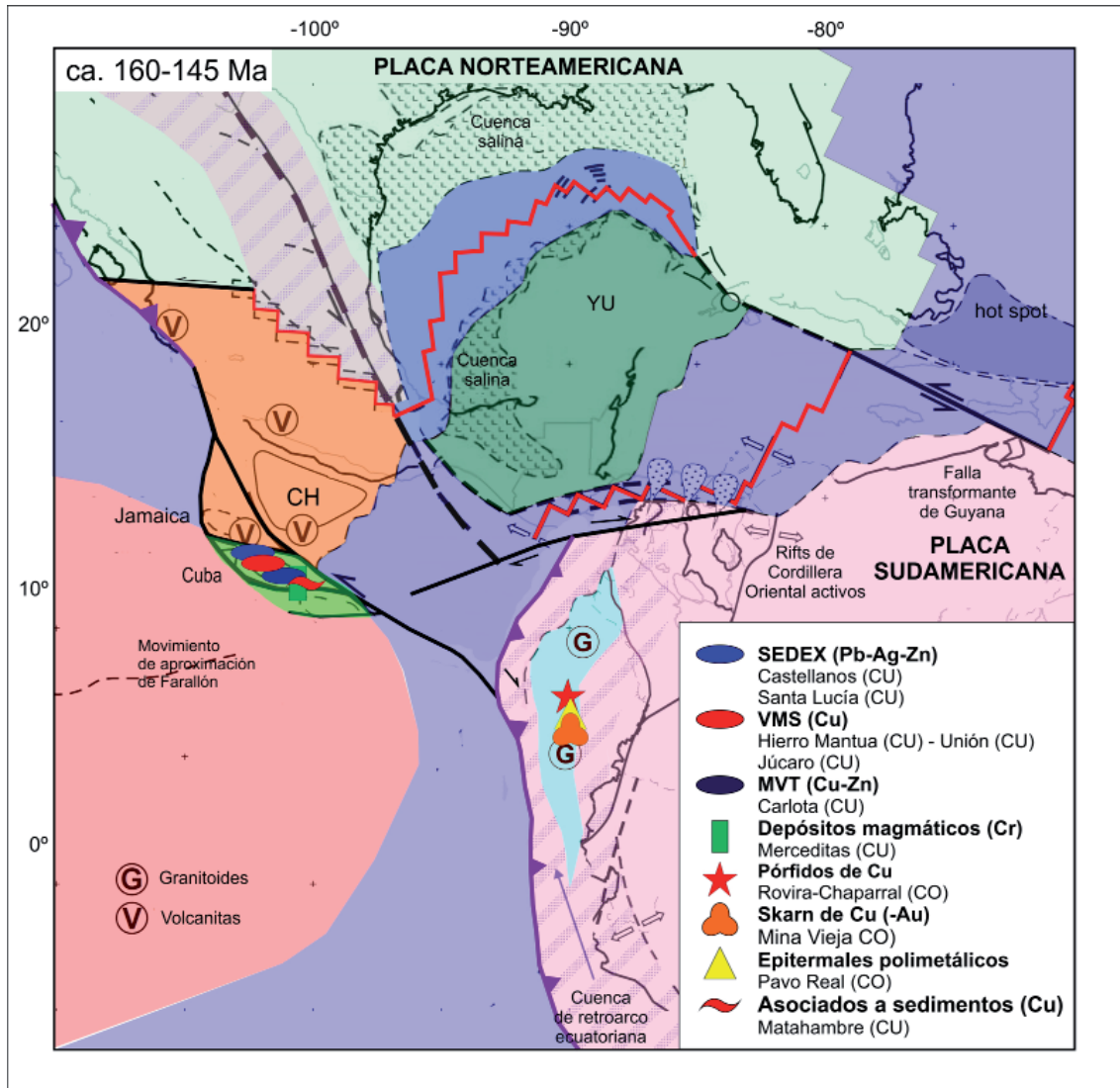


Figura 13. Reconstrucción para el lapso 160-145 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

Hacia los 158 Ma hay evidencias de formación incipiente de corteza oceánica en el Golfo de México y áreas circundantes a bloques continentales. El *rifting* estaba activo y hay asociados granitoides relacionados con una tectónica extensional de arco.

Hacia los 148 Ma el sur de México está cercano a su posición final. Continúa el desarrollo de un magmatismo de arco vinculado a subducción y un volcanismo extensional de retro-arco en Colombia y Ecuador. En Colombia, relacionados a granitoides (Batolito Ibagué) hay mineralizaciones tipo *skarn de Cu-(Au)* asociados a la Formación Payandé (Mina Vieja, El Sapo), *pórfiros de Cu* y epitermales de Au asociados (e.g., Rovira-Chaparral) y *epitermales distales de Au-Ag* (e.g., Pavo Real; Shaw *et al.*, 2019).

Asociados a las ofiolitas en la isla de Cuba hay *depósitos de cromita podiforme* (Merceditas).

La evolución metalogénica de las Antillas Mayores durante la extensión jurásica que dio lugar a la ruptura de Pangea se caracteriza por la formación de *depósitos tipo SEDEX* asociados a cuencas de *rift* continentales y marinas (Santa Lucía y Castellanos, Cuba), *depósitos VMS máfico-silicoclásticos* (Unión-Juan Manuel y Hierro Mantua, Cuba), *depósitos VMS máfico-ultramáficos* (Júcaro, Cuba) y *depósitos tipo MVT subtipo irlandés* (Carlota, Cuba). Con las secuencias sedimentarias se relacionan *depósitos de Cu estratoligados* (Matahambre, Cuba).

#### 4. CRETÁCICO INFERIOR (145–100 Ma) (fig. 14)

La evolución de límite de la Placa Caribe con las placas norteamericana y sudamericana comien-

za hacia los 135 Ma con la subducción de la placa proto-Caribe por debajo del Gran Arco; esta es una edad mínima y podría haber iniciado antes.

La posición hacia los 135 Ma del Gran Arco se alinea con el margen occidental de los continentes sudamericano y norteamericano si bien con una polaridad opuesta de la subducción.

La colisión del Gran Arco con el continente sudamericano está registrada por la presencia de rocas correspondientes a un arco de islas acrecionado hacia los 120-110 Ma en los Andes del Norte.

Con el comienzo de la subducción se formó un arco de islas intra-oceánico primitivo a lo largo de las Antillas Mayores. Por debajo de este arco y por encima de la zona de subducción se formaron **depósitos de cromita**. La mayor parte de las ofiolitas del Caribe están relacionadas con la litósfera supra-subducción, expuestas tardíamente luego de

la colisión del arco de las Antillas Mayores con el continente americano. Se formaron así cromititas ricas en Al (Moa-Baraoca y Camagüey, Cuba) en la zona de transición manto-corteza. En las cuencas de ante-arco se formaron **depósitos VMS bimodales-máficos** durante las etapas de arco de volcánico de islas primitivo durante el Cretácico Inferior. Asimismo, se formaron **depósitos VMS máficos** en la etapa madura de retro-arco de las cuencas. En relación con el arco de islas volcánico intra-oceánico toleítico se formaron **depósitos epitermales de alta sulfuración** (Pueblo Viejo y Bayaguana), **sistemas tipo pórfiro-epitermales de Au-Ag** (Doña Amanda, República Dominicana) y **depósitos VMS polimetálicos auríferos** (Romero, República Dominicana).

Hacia el Jurásico Superior-Cretácico Inferior también se tiene la subducción del bloque Chortis por debajo del margen del sur de México hasta la co-

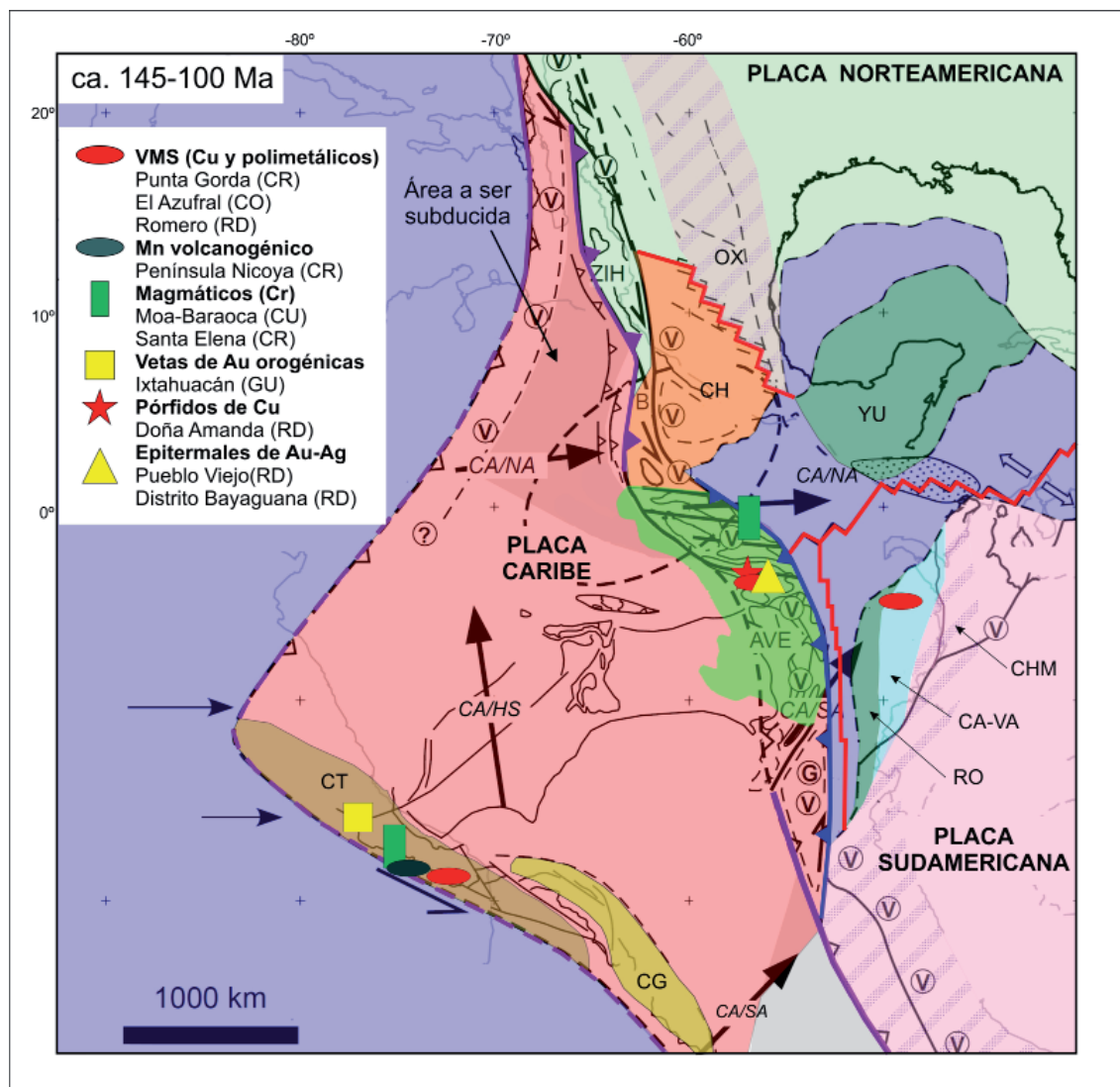


Figura 14. Reconstrucción para el lapso 145-100 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)



lisión y exhumación del margen subducido entre 144 y 113 Ma con evidencias de colisión oblicua hacia los 120 Ma. Son testimonio de este cuadro tectónico el complejo ofiolítico El Tambor. Asociados a los complejos ofiolíticos hay concentraciones primarias de Ni-Fe que, por exposición a partir del Paleógeno medio darán lugar a concentraciones secundarias de estos metales en niveles lateríticos. Asociada a la colisión hay metamorfismo y circulación de fluidos que formaron depósitos **orogénicos de Au y Sb** (distrito de Ixtahuacán, Guatemala).

En el bloque Chortis, asociados a rocas máficas y ultramáficas de fondo oceánico hay **depósitos VMS de Cu tipo Chipre** (Punta Gorda, Costa Rica), **depósitos de Mn volcanogénico** (Península Nicoya, Costa Rica) y **depósitos de cromita podiforme** (Península Santa Elena, Costa Rica).

Hacia los 130 Ma una cuenca de retro-arco habría separado el arco transamericano del sur de Colombia y Ecuador y habría dado origen a las rocas máficas y ultramáficas que separan los terrenos Arquia y Quebrada Grande en Colombia de la Cordillera Central. Relacionado con el *rift* Valle Alto, en territorio de Colombia, se formaron **depósitos VMS polimetálicos tipo Besshi** en el terreno Cajamarca-Valdivia (El Azufral) (Shaw *et al.*, 2019).

A los 125 Ma los continentes americanos aún se están separando y hay fallas transformantes activas.

Hacia los 100 Ma el retroarco andino se cerró, lo que queda evidenciado por la formación de la mayoría de los complejos metamórficos AP/BT del circum-Caribe y al norte y sur de la Placa Caribe por su migración transpresiva hacia el este (Pindell y Kennan, 2009).

El movimiento hacia el este de la Placa Caribe ubica los terrenos Jamaica, Cuba y el alto de Nicaragua al SE de Chortis.

## 5. CRETÁCICO SUPERIOR I (100–85 Ma) (fig. 15)

### 5.1. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS CARIBE Y NORTEAMERICANA

Corresponde a una subducción ONO-ESE que consumió litosfera oceánica proto-Caribe. Antes de la colisión con Yucatán, los altos de Jamaica y norte de Nicaragua eran parte del Gran Arco activo y estaban alineados con la parte cubana del Gran Arco. Probablemente también formaba parte del mismo

el bloque Siuna, que contiene rocas magmáticas de arco cretácicas. Hacia los 76 Ma el alto del norte de Nicaragua y Jamaica, colisionaron con el sur de Yucatán (Boschmann *et al.*, 2014), lo que está reflejado por la presencia de esquistos azules del *CLIP* en la parte oriental de la isla de Jamaica.

Al evolucionar el volcanismo de arco de islas de toleítico a calco-alcalino, se formaron **depósitos tipo pórfiro de Cu** (*e.g.*, Bellas Gate/Connors, Jamaica; Blondin y Douvray, Haití; distrito Restauración, República Dominicana, **skarns de Cu-Au** (Mémé y Casseus, Haití) y **depósitos epitermales de alta y baja sulfuración** (Candelones, República Dominicana; Savanne La Place, Grand Bois y Morne Bossa, Haití).

### 5.2. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ORIENTAL DE LA PLACA CARIBE - EL SISTEMA DE SUBDUCCIÓN DE LAS ANTILLAS MENORES

Las edades más antiguas de rocas de arco (Dorsal Aves: 88 Ma; Neill *et al.*, 2011; Aruba, Curaçao, La Blanquilla and Gran Roque: *ca.* 58 - 89 Ma; van der Lelij *et al.*, 2010; Wright y Wyld, 2011) indican que la subducción en esta región estaba activa al menos desde el Coniaciano. Dado que había volcanismo de arco simultáneamente en la Antillas Menores y Mayores se sugiere que la subducción era muy oblicua bajo los márgenes del Caribe entre los *ca.* 90-60 Ma.

### 5.3. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS CARIBE Y AMÉRICA DE SUR

En este periodo la placa sudamericana se movió hacia el sudeste con relación a la placa norteamericana, movimiento que se revirtió hacia los 75 Ma (Pindell and Kennan, 2009). Hacia el Cretácico Superior hay evidencias de fallamiento dextral y cizalla en los Andes del Norte (Kerr *et al.*, 1998; Pindell y Kennan, 2009). Se interpreta que la colisión final entre la Placa Caribe y la Placa de América del Sur ocurrió hacia los 100-90 Ma (Maresch *et al.*, 2009). En este contexto, las rocas de arco de los Andes del Norte pudieron constituir parte del Gran Arco del Caribe o bien estaban relacionadas con una zona de subducción separada con polaridad reversa (Boschmann *et al.*, 2014).

Se vinculan con el magmatismo de arco desarrollado en los Andes del Norte de Colombia **depósitos de Au-Ag asociados a granitoides** (Distrito Sego-



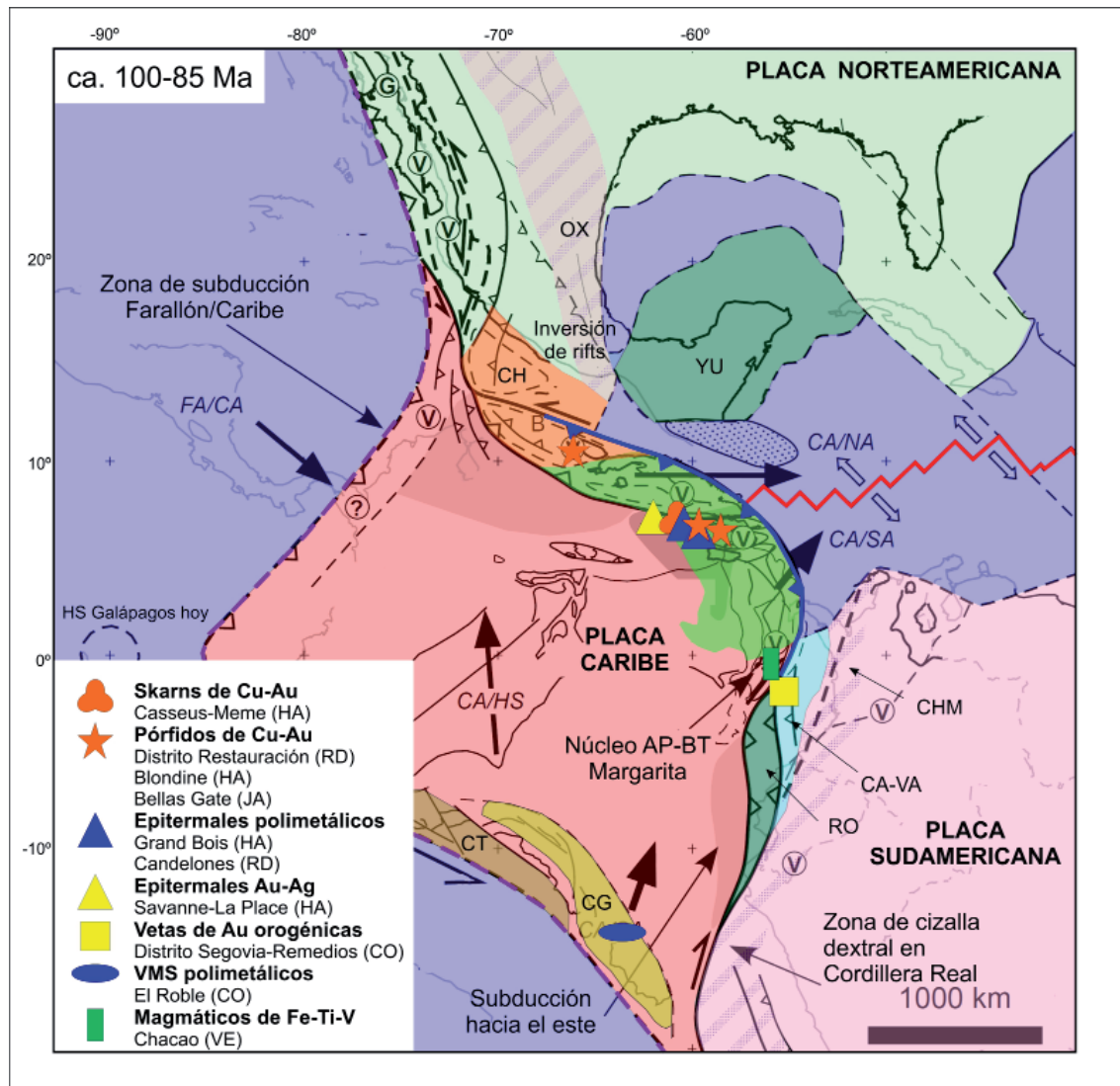


Figura 15. Reconstrucción para el lapso 100-85 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

via-Remedios, en el que el episodio metalogénico cretácico se superpone a uno jurásico).

El terreno Cañasgordas, consistente en un conjunto de rocas volcánicas toleíticas a calcoalcalinas y sedimentarias interpretadas como parte del basamento oceánico de la Placa Farallón (Cediel, 2019), comprende **depósitos polimetálicos VMS tipo Chipre** (El Roble y El Dovio, Colombia). Presenta intrusiones de cuerpos batolíticos de ca. 90 Ma y su acreción al margen continental se produjo durante el Cretácico tardío a Paleoceno.

Por otra parte, el magmatismo de edad cretácica representado por el terreno Villa de Cura en la Serranía del Interior, Venezuela, posee características de un arco de islas toleítico desarrollado en posición de antearco (Urbani, 2018), respecto del arco de las Antillas de sotavento. El conjunto estuvo sometido a un proceso de subducción y afectado por metamor-

fismo AP-BT y fue emplazado tectónicamente junto con los terrenos Margarita y Tobago en el margen venezolano durante el Oligoceno. Asociado a este terreno hay cuerpos ultrabásicos datados en 92,8 +1,4/-1,6 Ma (Baquero *et al.*, 2013 en Urbani, 2018) que contienen **depósitos magmaáticos de Fe-Ti-V** (Chacao).

## 6. CRETÁCICO SUPERIOR II (85 - 70 Ma) (fig. 16)

### 6.1. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS CARIBE Y AMÉRICA DEL NORTE

Durante el Cretácico Superior, con la actividad volcánica expuesta en la isla de Cuba se relacionan

**depósitos polimetálicos VMS bimodales máficos** (San Fernando, Antonio), **depósitos tipo Kiruna** (?) (Palo Seco I) y **depósitos epitermales de Au-Ag** (Golden Hill, Jacinto, Florencia) emplazados antes del cese de la actividad volcánica a lo largo del margen norte de la Placa Caribe (García-Casco *et al.*, 2008a). En relación con el emplazamiento de *stocks* ácidos se formaron depósitos de escasa magnitud tipo **pórfiro de Cu-Mo±Au** (Arimao), y vinculados a cuerpos sieníticos hay **depósitos de ETR-Au-Cu** (Embarque y Tres Antenas). El cierre de la cuenca oceánica proto-caribeña involucró procesos de colisión y acreción y el emplazamiento tectónico de ofiolitas a partir del Cretácico más tardío. Durante esta etapa se formaron pequeños **depósitos orogénicos de Au y W** (Delita y Lela) en el terreno Pinos.

En la zona de falla de Motagua la colisión registrada hacia el Cretácico Superior originó la

circulación de fluidos metamórficos y la formación de **depósitos orogénicos de Au, Sb y W** (distrito Ixtahuacán, Guatemala).

6.2. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS CARIBE Y FARALLÓN

Las rocas magmáticas más antiguas del bloque Panamá-Chocó son campanianas (80-70 Ma) si bien hay evidencias del inicio de la subducción hacia los 85 Ma. Antes del inicio de la subducción no había un límite convergente entre las placas Caribe y Farallón, por lo que se sugiere que la Placa Caribe o bien era parte de la Placa Farallón antes de los 85 Ma o bien se movió con relación a la misma a lo largo de un límite de placas transformante.

Fragmentos de la Placa oceánica Farallón de edad cretácica, que comprenden **depósitos de cromi-**

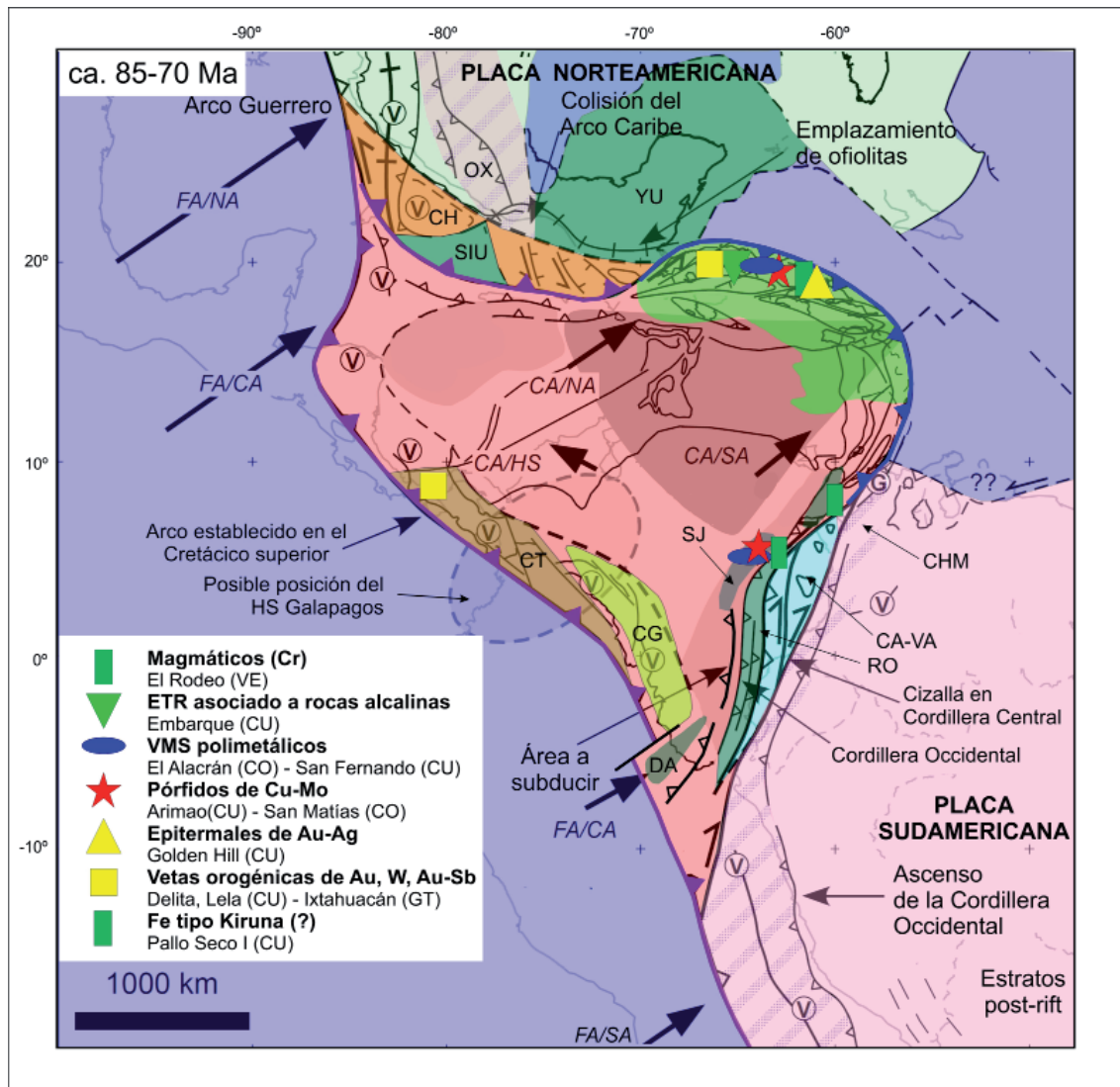


Figura 16. Reconstrucción para el lapso 85-70 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

**ta podiforme** (Cerro Ororio), **de magnesita** (Cabo de la Vela) y **talco** (Huáttapara, Cerros de Parashi), fueron desplazados tectónicamente y emplazados en los terrenos Península de la Guajira y bloque Paraguaná, en actual territorio venezolano.

### 6.3. EVOLUCIÓN DEL MARGEN OCCIDENTAL DEL CONTINENTE SUDAMERICANO

En el terreno San Jacinto, Colombia, en un ambiente intraoceánico a pericratónico se formaron **depósitos tipo pórfiro de Cu-Au** asociados a intrusiones dioríticas (San Matías) y **depósitos polimetálicos** de origen controversial (**El Alacrán**) asociados a una secuencia volcanosedimentaria del Cretácico Superior.

## 7. MAASTRICHTIANO-EOCENO INFERIOR (70–50 Ma) (fig. 17)

### 7.1. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS CARIBE Y AMÉRICA DEL NORTE

Entre los 70 y 50 Ma el límite de las dos placas fue en parte un límite transformante SSO-NNE. Hacia el NE el límite entre las placas fue una zona de subducción con inclinación al SSO.

Los terrenos metamórficos de Caribeana registran picos metamórficos campanianos y exhumación post-70 Ma, lo que indica la acreción de estas unidades con la Placa Caribe hacia el final del Cretácico (García-Casco *et al.*, 2006, 2008a; Stanek *et al.*, 2006), coincidente con la interrupción del volcanismo de arco en el Campaniano-Daniano en Cuba, Española y Puerto Rico. La erosión por subducción de la Placa Caribe resultó en la desaparición casi completa del antearco del Gran Arco (van Hinsbergen *et al.*, 2009).

Entre el Paleoceno y Eoceno medio se produjo la apertura de la cuenca de pull-apart de Yucatán occidental. La convergencia entre el Gran Arco y la plataforma de Bahamas originó la subducción de la cuenca proto-Caribe y su margen pasivo norteamericano bajo la Placa Caribe. Esto dio lugar al volcanismo de arco paleógeno en Española y la cuenca de Yucatán (Pindell *et al.*, 2005). Otros autores interpretan este magmatismo de arco vinculado a subducción hacia el norte (Sommer, 2009).

Durante el Paleógeno la actividad volcánica en el este de Cuba relacionada con el arco de islas in-

traoceánico ocurrió asociada al arco Sierra Maestra-Dorsal Caimán. Durante la extensión asociada al arco se formaron **depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos máficos** (El Cobre), **depósitos de manganeso volcanogénico tipo cubano** (Los Chivos, La Margarita) y **skarns de Fe y Cu-Au** (Distrito Hierro Santiago) alojados en volcanitas. Asociados a cuerpos dioríticos hay **depósitos tipo pórfiro de Cu-Mo ± Au** (Buey Cabón). Vinculado con este mismo arco (*e.g.* Sommer, 2009) hay depósitos tipo pórfiro de Cu en Haití (Jean Rabel).

En el noroeste de la provincia de Holguín, Cuba, hay **depósitos orogénicos de Au-Ag** (Distrito Aguas Claras-Guajabales) y **depósitos orogénicos polimetálicos** (Santa María, Mayabé y otros).

### 7.2. EL SISTEMA DE SUBDUCCIÓN DE LAS ANTILLAS MENORES

El registro de volcanismo de arco en la Dorsal Aves (88-59 Ma; Neill *et al.*, 2011) evidencia la subducción de la litosfera proto-caribeña de América del Sur y del Norte bajo la Placa Caribe en las Antillas Menores.

### 7.3. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE SUDOCCIDENTAL DE LA PLACA CARIBE

La formación del límite occidental de la Placa Caribe queda definida por la independencia de esta placa respecto de la Placa Farallón. El inicio de un magmatismo de arco vinculado a la interacción de ambas placas se sitúa hacia los 75 Ma. En este ambiente se produjo la acreción de fragmentos de *plateau* oceánico en las actuales Panamá y Costa Rica (Penínsulas Osa y Nicoya) portadores de **depósitos volcanogénicos de Mn** (Playa Real y otros, Costa Rica) y **depósitos VMS tipo Chipre de Cu** (Punta Gorda y Santa Rosa, Costa Rica).

El desarrollo del arco en América Central durante el Paleógeno comprende el arco Chorotega y su continuación hacia el este-sudeste en el arco Panamá-Chocó. Este arco está desarrollado sobre un basamento consistente en dos unidades litotectónicas: Cañasgordas y El Paso-Baudó (Cediell, 2019). Las mineralizaciones asociadas comprenden **depósitos tipo pórfiro de Au-Cu** (Los Lirios y Primavera, Nicaragua), **pórfiros de Cu-Au** (Cerro Azul y Montiel Este, Colombia), **pórfiros de Cu-(Mo-Au)** (Murindó, Colombia). Asimismo hay **depósitos vetiformes de Au y Au-Ag asociados**



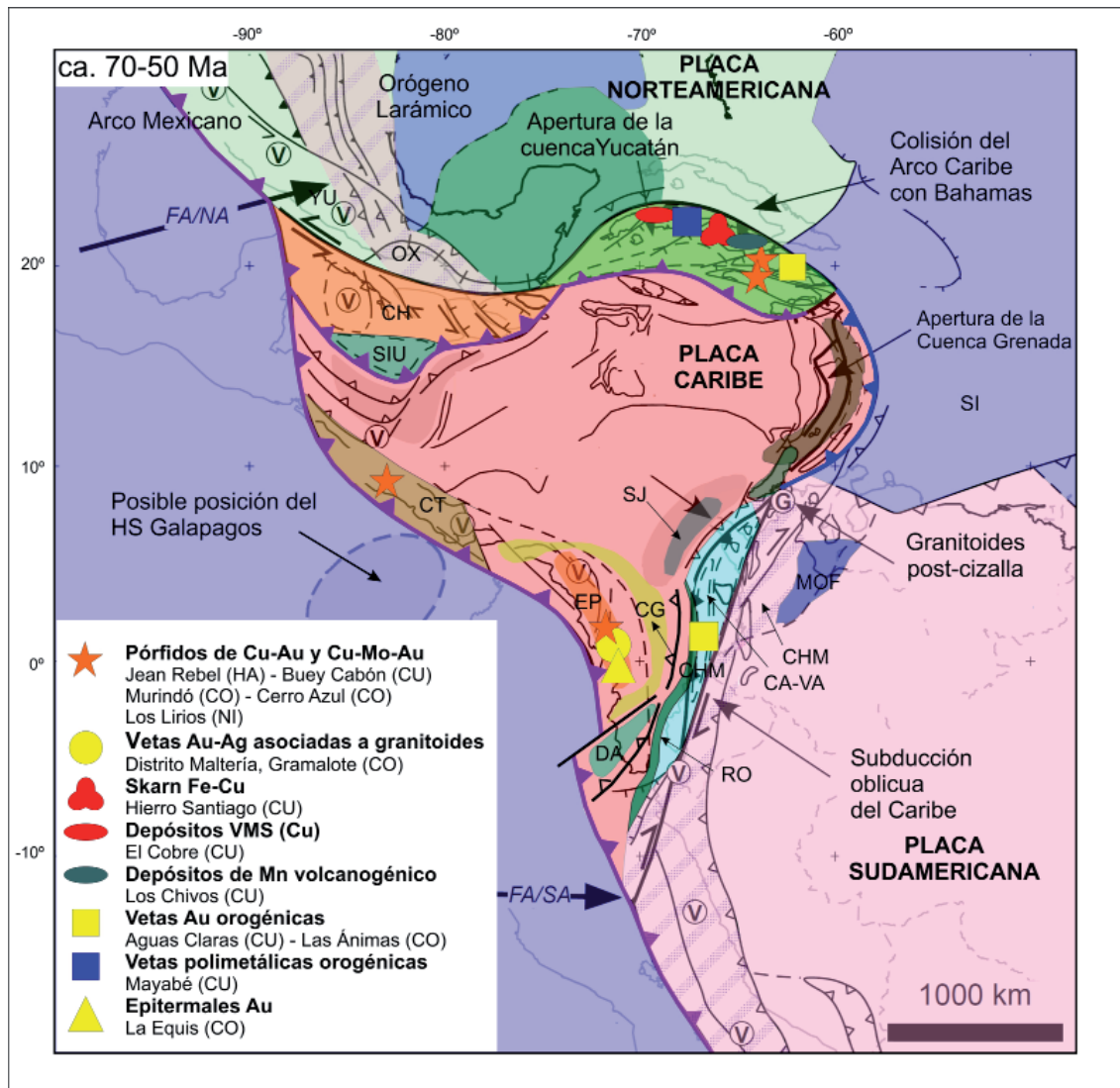


Figura 17. Reconstrucción para el lapso 70-50 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

a **granitoides** (distrito de Maltería y otros, Colombia), **depósitos epitermales de Au-Ag** (La Equis, Colombia) y **skarns de Au y Cu-Au** (distrito Siuna, Nicaragua). A este periodo corresponden también las mineralizaciones vinculadas a la segregación de fluidos metamórficos, consistentes en **depósitos orogénicos de Au y Au-W** (Las Ánimas y El Gran Provenir, Colombia).

## 8. EOCENO (50-35 Ma) (fig. 18)

### 8.1. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS CARIBE Y AMÉRICA DEL NORTE

Se registra extensión en la fosa Caimán que actualmente forma el límite entre ambas placas

(Leroy *et al.*, 2000). El movimiento sinistral acumulado desde 50 Ma a la actualidad alcanza un total de 900 km. Esta fosa se conecta hacia el oeste con la zona de falla Motagua, que aloja tectónicamente ofiolitas portadoras de **depósitos de cromita podiforme**.

Hacia los 50 Ma Puerto Rico estaba adyacente a Española (Ross and Scotese, 1988), la cual es disectada por múltiples fallas de rumbo que acompañan el movimiento de las placas norteamericana y caribeña.

La isla de Jamaica y el alto de Nicaragua, contienen rocas del Gran Arco (Abbott *et al.*, 1999; Lewis *et al.*, 2011), lo que sugiere que eran parte de la Placa Caribe desde los 50 Ma con una localización próxima al sur de Yucatán para esa época. Posteriormente ocurre la colisión del Gran Arco con el sur de Yucatán lo que resulta en el fin de la



subducción y la presencia de rocas de alta presión en Guatemala.

La colisión de la placa Caribeña y el segmento cubano con la plataforma de Bahamas comienza en el Paleoceno tardío y finaliza hacia el Eoceno tardío (Bralower e Iturralde-Vinent, 1997; Iturralde-Vinent *et al.*, 2008).

La renovación de la actividad del arco volcánico en Española, Puerto Rico y las Islas Vírgenes ocurre durante el Paleoceno-Oligoceno inferior. Este magmatismo es el resultado de la continuación de la subducción hacia el sur de la corteza proto-Caribe. En relación con *stocks* calcoalcalinos vinculados con este arco se formaron **depósitos de pórfiros de Cu** (Tanamá y Río Viví, Puerto Rico), **skarns de Fe** (Maimón-Hatillo, República Dominicana) y **depósitos epitermales de Au** (Cerro Avispa, Puerto Rico). Los pórfiros de Cu conocidos más

importantes en las Antillas Mayores se formaron durante el Eoceno medio a tardío. Están asociados a plutones calcoalcalinos pobres en K en Puerto Rico.

8.2. EVOLUCIÓN DEL LÍMITE ENTRE LAS PLACAS CARIBE-FARALLÓN Y COCOS-NAZCA Y DEL BORDE NOROCCIDENTAL SUDAMERICANO

El límite occidental de la Placa Caribe se caracteriza por la subducción de la Placa Farallón y, subsecuentemente Cocos y Nazca en la fosa de América Central.

Hay registro continuo de actividad volcánica desde los 50 Ma. El magmatismo de arco se desarrolla en América Central y continúa en el bloque Panamá-Chocó, en territorio colombiano. Comprende el arco intraoceánico Mandé-Acandí

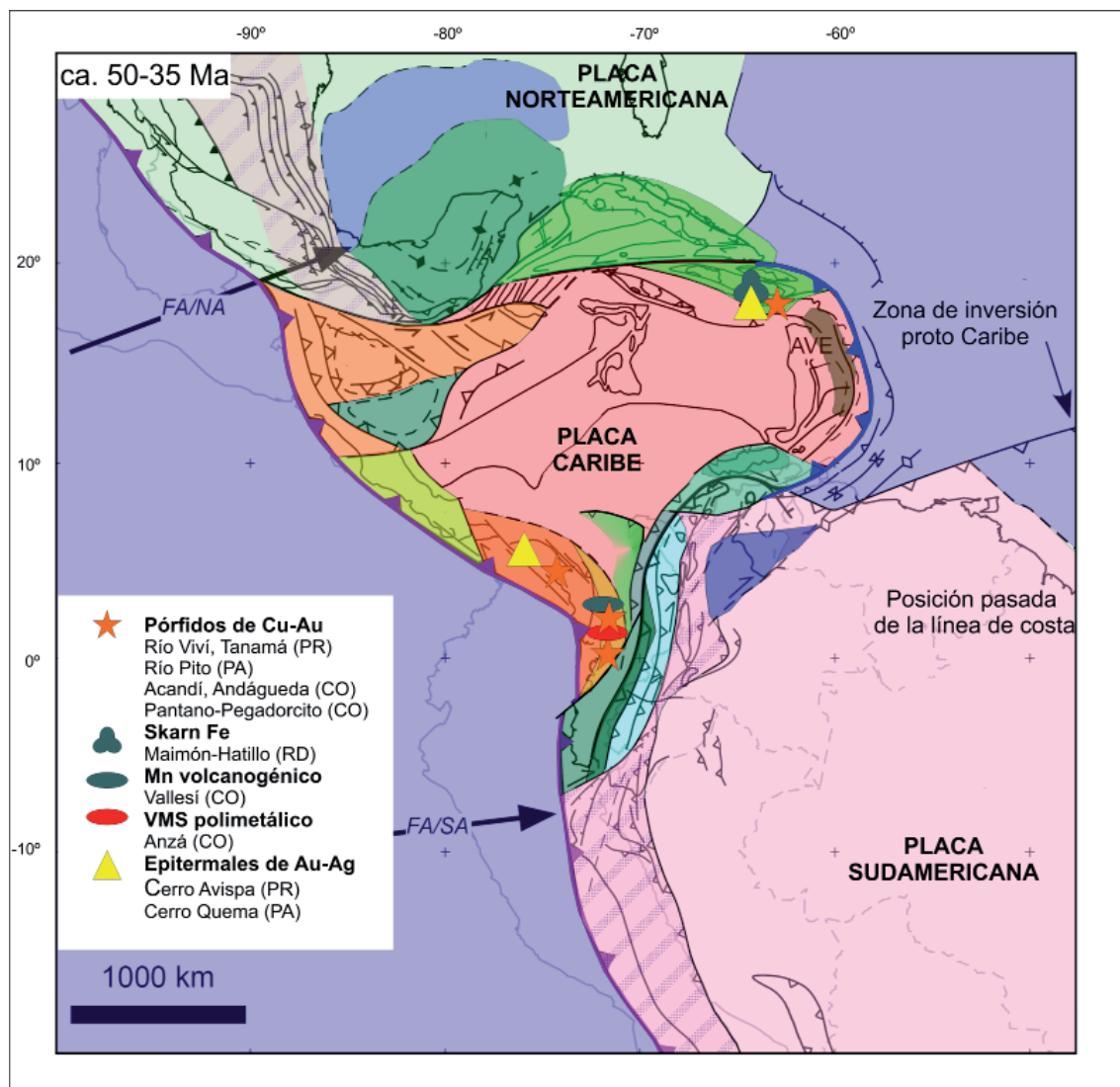


Figura 18. Reconstrucción para el lapso 50-35 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediél, 2019)

que incluye batolitos calcoalcalinos metaluminosos, pórfiros hipoabisales y rocas volcánicas y piroclásticas.

Con esta actividad magmática se relacionan **depósitos tipo pórfiro de Cu-Au** (Río Pito, Panamá; Acandí, Andágueda y Pegadorcito, Colombia), **depósitos epitermales auríferos** (Cerro Quema, Panamá), **depósitos polimetálicos VMS tipo Kuroko** (Anzá, Colombia) y **depósitos de Mn volcánogénico** (Vallesí, Colombia).

**9. EOCENO SUPERIOR-OLIGOCENO (35 - 23 Ma)** (fig. 19)

La reconstrucción a los 33 Ma muestra la formación de **depósitos tipo pórfiro de Cu** asociados al arco volcánico en Panamá (Pro-

yecto Panamá: Botija, Brazo, Valle Grande) y **depósitos epitermales auríferos** asociados (Molejón).

**10. MIOCENO INFERIOR A MEDIO (23-10 Ma)** (fig. 20)

Entre los 23 y 10 Ma se asocian con el magmatismo de arco en América Central **depósitos tipo pórfiro de Cu** (Dominical, Colombia), **skarns de Fe - posible IOCG (?)** (El Carmen, México), **vetas auríferas asociadas a granitoides** (Cerro Frontino, Colombia) y **depósitos epitermales de Au-Ag** (distrito Veraguas, Panamá).

En la Cordillera Occidental de Colombia se emplaza un complejo tipo alaskiano, con **mineralizaciones de Pt-cromita** (Condoto), que constituyen

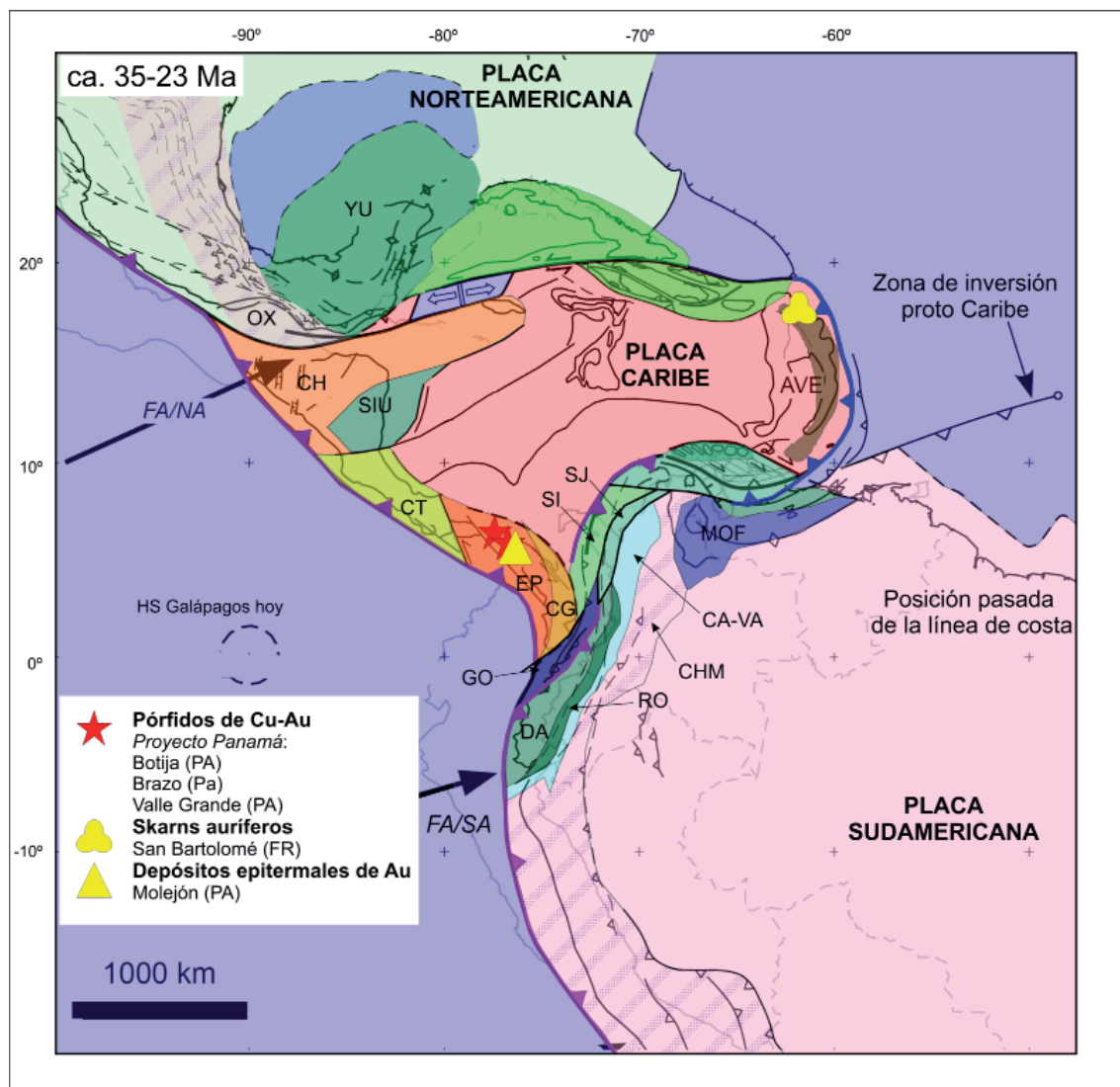


Figura 19. Reconstrucción para el lapso 35-23 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

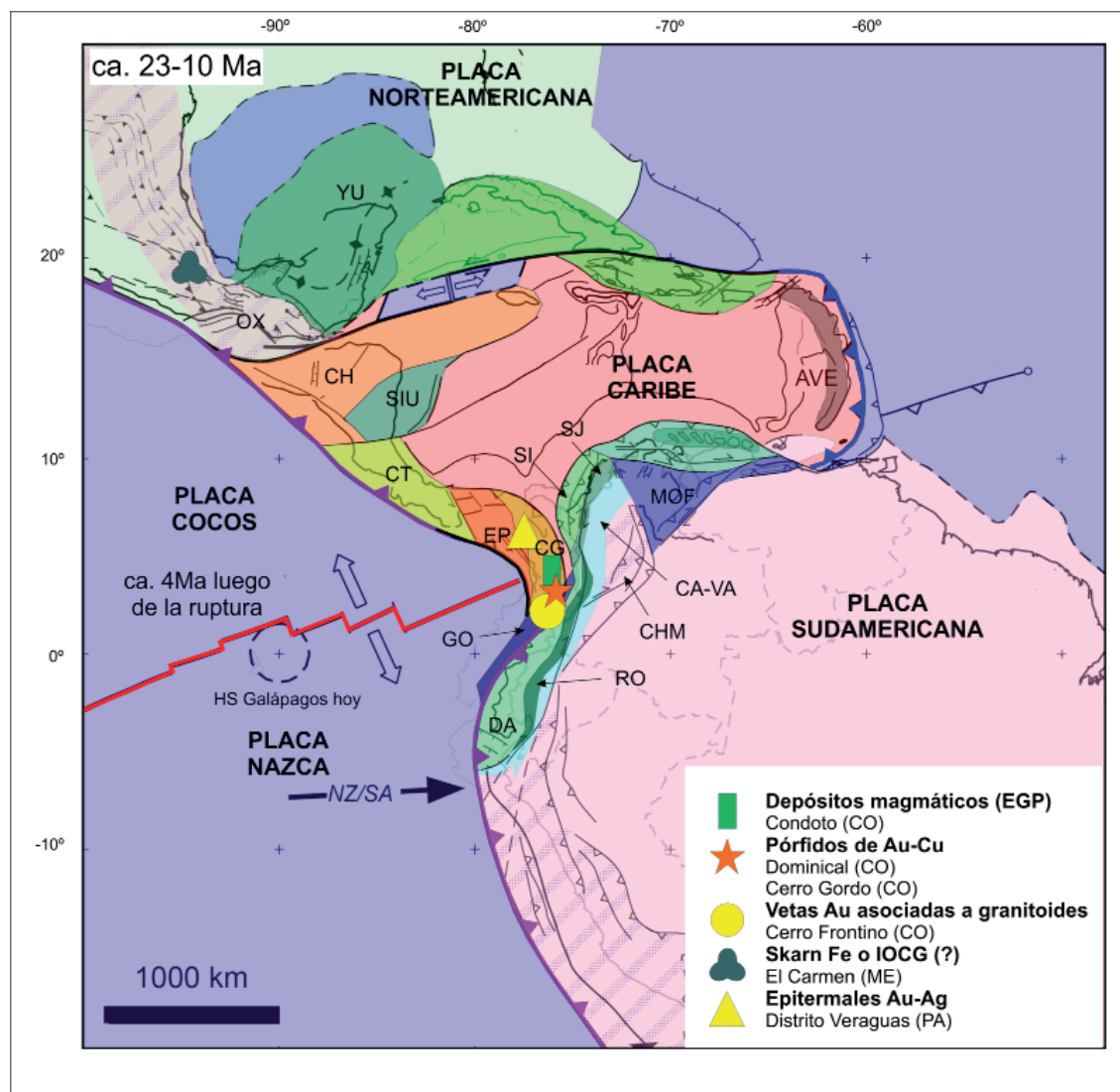


Figura 20. Reconstrucción para el lapso 23-10 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

la fuente primaria del Pt explotado en depósitos aluviales.

### 11. MIOCENO SUPERIOR - HOLOCENO (10 - 0 Ma) (fig. 21)

Hacia los 10 Ma se produce un cambio en la dirección de movimiento de la Placa Caribe respecto de las Américas lo que resulta en un movimiento de cizalla dextral en el SE del Caribe y transpresión en la parte norte. El límite de la placa Cocos-Nazca se localiza para este tiempo en la zona de fractura Panamá.

El periodo entre 10 y 2 Ma se caracteriza desde el punto de vista metalogénico por el desarrollo de fajas vinculadas con el arco volcánico, incluyendo depósitos tipo pórfiro de Cu (Cerro Colorado y

Cerro Chorchá, Panamá; Cerro La Mina, México), depósitos tipo pórfiro de Au (La Colosa y Distrito Vetás-California, Colombia), depósitos tipo pórfiro de Cu-Au y epitermales asociados (Cinturón del Cauca Medio: Nuevo Chaquiro y La Cantera, Colombia) skarns de Au-Cu (Santa Fe, México), skarns de Pb-Zn-Cu (El Mochito, Honduras), depósitos epitermales auríferos (Campamento, México; Marlin, Guatemala; San Andrés, Honduras; Crucitas y el distrito Tilarán-Abangares, Costa Rica; Titiribí y Marmato, Colombia) y depósitos epitermales polimetálicos (Escobal, Guatemala).

El levantamiento regional y exposición localmente a partir del Eoceno medio y en general desde comienzos del Mioceno de cuerpos ultrabásicos en toda la región dio lugar al desarrollo de depósitos de Ni-Co lateríticos (distrito Moa, Cuba; Falcondo,

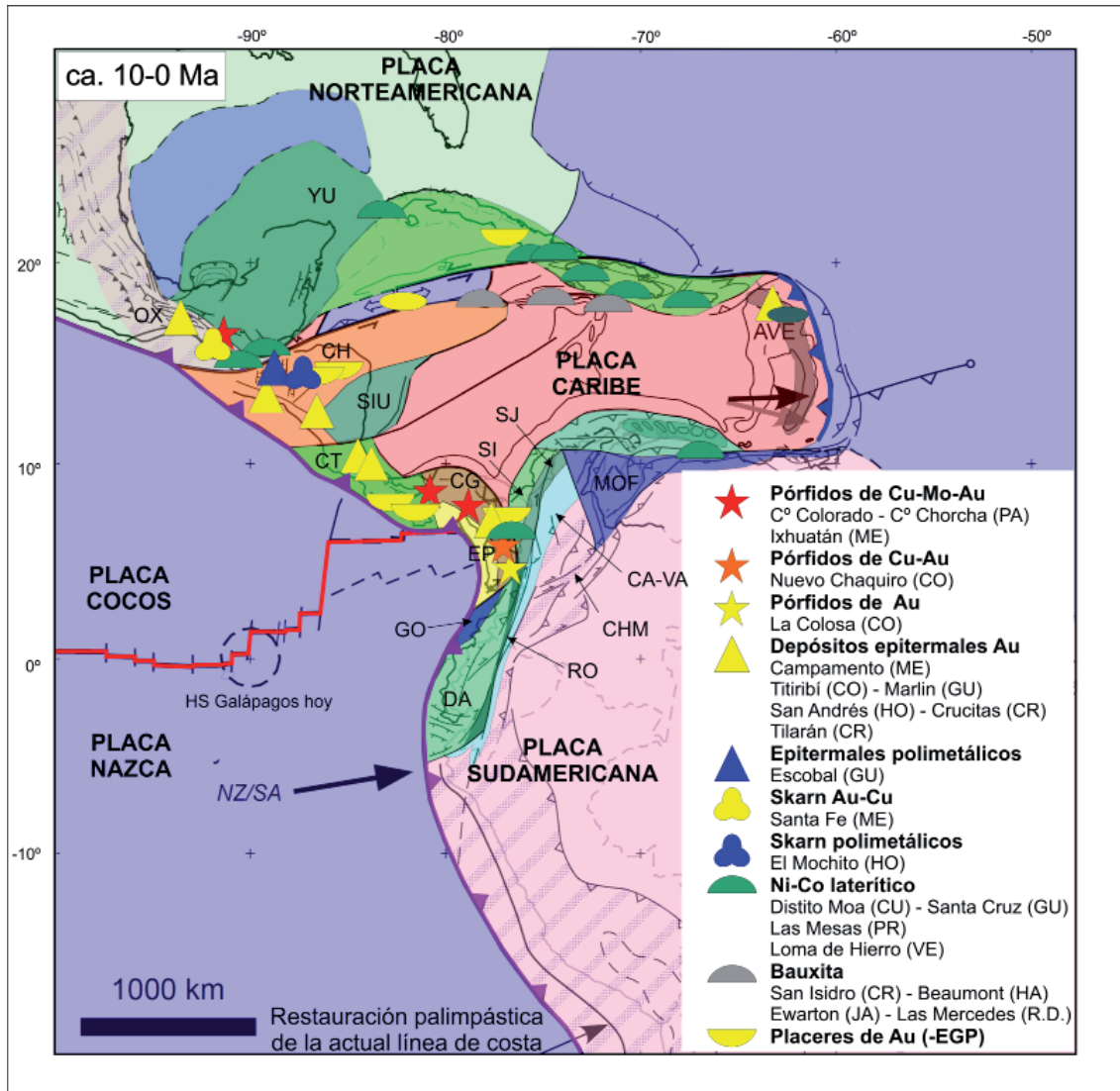


Figura 21. Reconstrucción para el lapso 20-0 Ma y modelos de depósitos asociados (base tectónica modificada de Pindell y Kennan, 2009 y Cediel, 2019)

República Dominicana; Las Mesas, Puerto Rico; distrito Mayaniquel, Guatemala; Cerro Matoso, Colombia; Loma de Hierro, Venezuela). Por meteorización de rocas volcánicas y volcanoclásticas se originaron depósitos residuales de bauxita (Ewarton y otros, Jamaica; Las Mercedes, República Dominicana; Beaumont, Haití; San Isidro, Costa Rica).

La erosión de mineralizaciones primarias de oro y elementos del grupo del platino originaron depósitos aluvionales y de playa de Au y EGP de variada significación económica.

Finalmente cabe destacar la presencia de chimeneas hidrotermales activas con formación de depósitos tipo VMS auríferos asociados a la Dorsal

Caimán (Beebe vent field, Islas Caimán) y cortezas hidrotermales de Mn en las Antillas Menores (e.g., Dorsal de Montserrat, Cuenca de Kaohuanne).

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente el apoyo de la Asociación de Servicios de Geología y Minería de Iberoamérica (ASGMI) y de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo (CCGM). A Victor Heilweil (U.S. Geological Survey Western Hemisphere Science Advisor) y Federico Solano (U.S. Geological Survey) quien revisó este documento.



# ANEXO I

## TABLA DE DEPÓSITOS MINERALES



NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
	Antigua y Barbuda	Fisher Hill	17.0292	-61.73113	(Au)	3				9		Martin-Kaye (1955)
	Antigua y Barbuda	Saddle Hill	17.0803	-61.69768	(Au)	3				9		Martin-Kaye (1955); McIlwey (1995)
	Antigua y Barbuda	Cantera Bendis	17.08014	-61.83075	(Au)	3				9		Christman (1972)
AB001	Antigua y Barbuda	Bermond Estate	17.04264	-61.7713	baritina (Cu, Au)	9			1	9		Kesler et al. (1990); Martin-Kaye (1955)
	Antigua y Barbuda	Sugarloaf Hill	17.01792	-61.78575	(Au, Cu, Ba)	3				9		Kesler et al. (1990)
	Antigua y Barbuda	English Harbor	17.00209	-61.76408	(Au, Ba)	3				9		Gunn y Roobol (1976)
BA001	Barbados	Arawak Cement	13.12117	-59.61988	caliza	7			2?	12		Torres (1990); Soto-Vinuet (2015)
C0001	Colombia	Huaktapara	12.263	-74.1729	talco	8				2		Lockwood (1965)
C0002	Colombia	Cerro Ororio	12.240217	-71.441283	Cr	1			0	2		MacDonald (1965); Alvarez (1983); Lockwood (1965)
C0003	Colombia	Cabo de La Vela	12.208338	-72.165084	magnetita	7			0	2		Mendoza (2002)
C0004	Colombia	Camperucho	10.108838	-73.672265	Cu	2			0	9		Wokittel (1955); Tschanz et al. (1970); Zuluaga et al. (2019)
C0005	Colombia	Acanalí	8.5333	-77.4333	Cu, Mo	2		0.2% Cu, 0.005% Mo	1	7		Alvarez y Parra (1979); Sillitoe et al. (1982); López et al. (2018)
C0006	Colombia	Planeta Rica	8.314535	-75.63586	Ni, Fe	1	5,7 Mt	1.46% Ni	3	15		Naciones Unidas (1975); Gleason et al. (2004); López, Rendón (1986); Tobón (2018)
C0007	Colombia	Cerro Matoso	7.903326	-75.549454	Ni, Fe	1	31.4 Mt	0.5% Ni, 3.2% Fe, 487 ppm Co, 0.89% Cr, 141, 272 ppb PGE	3	15		Gleason et al. (2004); López-Rendón (1986); Tobón (2018)
C0008	Colombia	Uré	7.816325	-75.563793	Ni, Fe	1	2.16 Mt	1.31% Ni	1	15		Naciones Unidas (1976)
C0009	Colombia	Río Nechi	7.754717	-74.800674	Au, Pt	3		17.8% Fe	1	16		Rodríguez y Permet (1982)
C0010	Colombia	Montiel E	7.748221	-75.710497	Cu, Au	2	6.1 Mt	0.4% Cu	1	7		Redwood (2013)
C0011	Colombia	El Alarcán	7.733663	-75.733229	Cu, Au	2	67.9 Mt	0.55% Cu, 0.25% Au	2	9		Kulla y Oschuet (2018)
C0012	Colombia	La Bodega y otras (Distrito Vetas-California)	7.3834	-72.9017	Au, Ag	3	75.232 Mt	5.58 g/t Au, 29.82 g/t Ag, 0.2% Cu	3	9		Leal-Mejía (2011); Rodríguez (2014); Stubnes (2015)
C0013	Colombia	El Volcán (Distrito Vetas-California)	7.31842	-72.8611	Au, Ag	3	8.678 Mt	8.7 g/t Au	2	9		Leal-Mejía (2011); Lavigne y Landry (2013)
C0014	Colombia	Ituango	7.133528	-75.741729	Ni, Fe	1			0	15		Naciones Unidas (1976)
C0015	Colombia	El Silencio y otras	7.082995	-74.709	Au	3	7.07 Mt	10.93 g/t Au	2	6		Leal-Mejía (2011); SRK Consulting (2018); Leal-Mejía et al. (2018)
C0016	Colombia	Berlin	7.070329	-75.6228	Au, Ag	3	0.80 Mt	16 g/t Au	1	13		Wilson y Darnell (1942); www.continentalgold.com/en/projects/berlin/
C0017	Colombia	Las Brisas	7.062775	-75.279339	asbesto	8	8.397 Mt	4.6% crisolito	2	2		Cathcart (1944); Gutiérrez (1950); López et al. (2018); González (1987)
C0018	Colombia	Vallés	7.04548	-76.412346	Mn	5			0	10		Rodríguez y Permet (1982)
C0019	Colombia	Murindó	7.036554	-76.64935	Cu, Mo, Au	2			1	7		Gunn y Alvarez (1977); Hermicksen (2011)
C0020	Colombia	La Primavera	6.996571	-75.381958	talco	8	54 Mt	20% talco	2	2		Echeverri (2004); Hall et al. (1970); Alvarez et al. (2005)
C0021	Colombia	El Hévila	6.869618	-76.40377	Cu, Au	2			0	7		Bruland (2013); Rodríguez et al. (2013)
C0022	Colombia	Guadalupe	6.822645	-75.21202	Cu	2			0	10		Chambré (2011)
C0023	Colombia	Pantanos Pegadorcito	6.719704	-76.56147	Cu, Mo	2	62 Mt	0.6% Cu, 0.01% Mo	2	7		Alvarez et al. (1983); Leal-Mejía (2011); Sillitoe et al. (1982)
C0024	Colombia	Buiticá	6.704625	-75.905283	Au, Ag	3	37.9 Mt	9.31 g/t Au 38.76 g/t Ag	3	9		Le-age (2011); Corso et al. (2016); Jones et al. (2019)
C0025	Colombia	Cerro Frontino	6.696194	-76.159417	Au, Ag, Cu	3			1	6		Molina y Molina (1984); Leal-Mejía (2011)
C0026	Colombia	El Guaco	6.532838	-75.130835	Au	3	1.3 Mt	5.79 g/t Au	1	6		Leal-Mejía (2011); Vilela (2017); Celada et al. (2019)
C0027	Colombia	Gramolote	6.508802	-74.91362	Au	3	146.75 Mt	0.65 g/t Au	2	6		Leal-Mejía (2011); Gustawson Associates 2014; Anglo Gold Ashanti (2018)
C0028	Colombia	El Vapor	6.44229	-74.62778	Au	3			1	6		Leal-Mejía (2011); Dorado (2012)
C0029	Colombia	La Gabriela	6.302651	-75.536809	Ni, Fe	1	0.003 Mt	0.68% Ni, 17.25% Fe	1	15		Naciones Unidas (1975)
C0030	Colombia	Anzá	6.279076	-75.90504	Au, Zn, Pb, yeso	3		3.2 g/t Au 20% Zn 15% Pb	1	10		Baigmann y Platte (2010)
C0031	Colombia	Santa Elena	6.195153	-75.52725	Cr	1	0.002 Mt	42.9% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2		Geominas Ltda (1975); Correa, Martínez (2007)
C0032	Colombia	El Zencudo	6.087459	-75.79489	Au, Ag	3		14.6 g/t Au 108.4 g/t Ag	1	9		Leal-Mejía (2011); Redwood (2010)
C0033	Colombia	Chiperoco	6.065138	-75.802864	Au, Cu, Ag	3	113.2 Mt	0.47 g/t Au 0.14% Cu	2	9		Kentory y Cameron (2016)
C0034	Colombia	Cerro Vetas	6.032394	-75.810776	Au, Cu	3	254.8 Mt	0.47 g/t Au	2	7		Kentory y Cameron (2016)
C0035	Colombia	Comitá	5.937753	-76.42289	Cu	2		3.59% Cu, 2.27% Au	2	10		Redwood (2014); Feldhaus et al. (1988)
C0036	Colombia	El Roble	5.926525	-76.13668	Cu, Au, Ag	2	18.27 Mt	0.71 g/t Au	2	10		Kelly y Cruz (2018); Gómez et al. (2015); Ortiz (1990)
C0037	Colombia	La Cantera	5.921741	-75.73086	Au, Cu	3	40.564 Mt	0.25% Cu	2	7		Leal-Mejía (2011); Chlumsky y Wilson (2013)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACIÓN (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPOSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
CO038	Colombia	La Equis	5,77716	-76,41908	Au, Ag, Cu	3	0,1 Mt	8,51 g/t 12,4 g/t 0,94% Cu 11,06% Zn	1	9	Paleoceno	Ingeominas (1987); Barnett (1984; 1992)
CO039	Colombia	Nuevo Chaquiro	5,745157	-75,73768	Cu, Au	2	463,92 Mt	0,53% Cu 0,24 g/t Au 3,67 g/t Ag 137 ppm Mo	3	7	Mioceno superior	Bartos (2016); Leal-Mejía (2011); Anglo Gold Ashanti (2018)
CO040	Colombia	Berlín	5,5856	-74,9661	U, V, Y	12	8,7 Mt	0,11% U	3	11	Eoceno	Pimiento (2011); Cáceres
CO041	Colombia	El Retén	5,556044	-75,68958	Au, Cu, Ag	3			0	7	Mioceno	Leal-Mejía (2011); O'Prey (2014)
CO042	Colombia	Río Dulce	5,4985	-75,16944	Au	3			0	7	Plioceno, Pleistoceno	Leal-Mejía (2011)
CO043	Colombia	Marmato	5,474	-75,601	Au, Ag	3	92,7 Mt	2,7 g/t Au	3	9	Mioceno (6,05 a 0,02 Ma)	Santacruz (2016); Gran Colombia Gold Corporation (2018)
CO044	Colombia	Andagueda	5,403305	-76,36452	Cu	2			1	7		Chakrabarti y Durango (1976a, b)
CO045	Colombia	Nueva Esperanza	5,320639	-75,502531	Hg	3		0,45% Hg	1	9		Gzanso et al. (1979); Wohletz (1958)
CO046	Colombia	Miraflores	5,294444	-75,6925	Au, Ag	3	9,756 Mt	2,8 g/t Au 2,75 g/t Ag	2	9	Mioceno (Tortoniano)	Mentimino Lt. (2018); Wilson (2013)
CO047	Colombia	La Cumbre	5,293579	-75,714225	Au, Cu	3	80 Mt	0,61 g/t	2	7	Mioceno (Tortoniano)	Leal-Mejía (2011); Aranzazu (2013); Evans et al. (2013); Vilela y Linares (2018)
CO048	Colombia	Ríos Atrato, San Juan	5,254669	-76,581383	Au, Pt	3			1	16		Tsirt (1994)
CO049	Colombia	CUZAC	5,197116	-76,33239	Pt, cromita	1			0	2		Sainas et al. (1992)
CO050	Colombia	Condoto	5,081667	-76,576917	Au, Pt	3			1	16	Cuaternario	Sainas (1982); Cabral et al. (2019); Escorze (1971)
CO051	Colombia	La Coqueta (Distrito de Mallera)	5,048387	-75,409	Au	3			1	6	57,16 a 0,53 Ma	Alvarán (2006); Sepúlveda et al. (2019)
CO052	Colombia	Nóvita	4,99033	-76,687355	Au, Pt	3			1	16	Cuaternario	<a href="https://www.mawresource.com/pages/chocogold/files/ANXR_Chorco_Ma.pdf">https://www.mawresource.com/pages/chocogold/files/ANXR_Chorco_Ma.pdf</a>
CO053	Colombia	El Gran Poyvenir	4,979266	-75,036302	Au, Ag	3		17,7 g/t Au 171 g/t Ag	1	13	Paleoceno tardío, Eoceno temprano	Furberston (2012); Duan (2018); Anglés y Betandur (2018); Velásquez et al. (2019)
CO054	Colombia	Las Ánimas	4,718887	-75,083285	Au, Ag	3			1	13		Ingeominas, Universidad Nacional de Colombia (2011); Leal-Mejía (2011); López et al. (2018); Acevedo et al. (2014); Velásquez et al. (2019)
CO055	Colombia	El Dovio	4,536184	-76,374302	Au, Ag, Cu, Zn	3	<1 Mt	5,05 g/t Au, 24,1 g/t Ag, 2,14% Cu, 2% Zn	1	10	Cretácico superior	<a href="http://www.newiranigold.com/Eldovio.asp">http://www.newiranigold.com/Eldovio.asp</a> ; Nivia (2001); Jaramillo (2000)
CO056	Colombia	La Colosa	4,467167	-75,49214	Au	3	1,051,58 Mt	0,84 g/t	3	7	Mioceno (Tortoniano)	Leal-Mejía (2011); Naraino (2018); Anglo Gold Ashanti (2018)
CO057	Colombia	Bolívar	4,33444	-76,19773	magnetita	7			1	2	Cretácico	Ortiz y Gómez (1971); Nivia (1996)
CO058	Colombia	Buga-Ginebra	3,806712	-76,19029	Au, Ag	3			0	6		Ingeominas, Universidad Nacional de Colombia (2011)
CO059	Colombia	Río Mucay	2,93806	-77,34861	Au, Pt	2			1	16	Cuaternario	Ortega (1977, 1982); Rodríguez et al. (1986)
CO060	Colombia	El Piso	2,686616	-76,239475	Cu, Au	2			0	7		Amellís et al. (1988); McCourt et al. (1980);
CO061	Colombia	Timbiquí	2,655281	-77,616919	Au, Pt	3			1	16	Cuaternario	JICA, Ingeominas (1987); Ortega (2017); Leal-Mejía (2011)
CO062	Colombia	Dominical	2,132284	-76,825071	Au, Cu	3	32 Mt	0,34 g/t Au 0,4 % Cu	1	7		
CO063	Colombia	Río Telembí	1,764167	-78,19383	Au, Pt	3			1	16	Cuaternario	Leal-Mejía (2011); Arney Branch (2016)
CO064	Colombia	La Golondrina	1,531331	-77,534147	Au	3	0,003 Mt	3,15 g/t Au	1	6	Mioceno?	Murcia y Cepeda (1991); Volpi (2010)
CO065	Colombia	Maxamoras_Arboladas	1,49	-77,15	Cu, Au, Mo	2			1	7		MMAJ, Ingeominas (1983); Alfonso (2002)
CO066	Colombia	Ramos	1,313282	-78,003081	Cu, Mo	2			1	7		UIMA, JICA, Ingeominas (1984); Burbano y Osorio (2003); Ingeominas, Universidad Nacional de Colombia (2011)
CO067	Colombia	El Diamante	1,2164	-77,7367	Au, Ag, Zn	3	0,5 Mt	5,8 g/t Au	1	6	Mioceno inferior	Jager y Gerardo (1977)
CR001	Costa Rica	Cerros Santa Elena	10,88715	-85,76107	Cr	1		30% Cr	1	2	Cretácico inferior	Jager y Gerardo (1977); Kuypers y Jager (1979); USGS, DGMH,
	Costa Rica	B. 7	10,88611	-85,76111	Cr	1		28,23% Cr	1	2	Cretácico inferior	Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	B. 8	10,88576	-85,75690	Cr	1		30,32% Cr	1	2	Cretácico inferior	Jager y Gerardo (1977); Kuypers y Jager (1979); USGS, DGMH,
CR002	Costa Rica	Cruceas	10,87687	-84,30854	Au	3	93 Mt	1,03 g/t Au, 3,45 g/t Ag	2	9	Mioceno superior	Universidad de Costa Rica (1987)
CR003	Costa Rica	A. 2	10,87604	-85,66107	Cr	1		22,85% Cr	1	2	Cretácico inferior	Danielson (1994)
	Costa Rica	A. 6	10,87604	-85,67218	Cr	1		30,85% Cr	1	2	Cretácico inferior	Jager y Gerardo (1977); Kuypers y Jager (1979); USGS, DGMH,
	Costa Rica	Cerros Calera, El Inglés	10,87465	-85,66940	Cr	1		36% Cr	1	2	Cretácico inferior	Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	A. 1	10,87361	-85,66944	Cr	1		36,01% Cr	1	2	Cretácico inferior	Jager y Gerardo (1977); Kuypers y Jager (1979)
	Costa Rica	A. 4	10,87187	-85,66524	Cr	1		41,75% Cr	1	2	Cretácico inferior	Jager y Gerardo (1977); Kuypers y Jager (1979); Ulloa (1977)
	Costa Rica	A. 5	10,87187	-85,66524	Cr	1		26,24% Cr	1	2	Cretácico inferior	Jager y Gerardo (1977); Kuypers y Jager (1979)
	Costa Rica	Playa Resanigue	10,87048	-85,84303	Cr	1		49,4% Cr	1	2	Cretácico inferior	Jager y Gerardo (1977)



NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
CR004	Costa Rica	Loma Camastro	10.81021	-85.49996	diatomita	8	5.8 Mt		3	1.2	Pleistoceno	Berrange et al. (1980)
CR005	Costa Rica	Cañas Dulces	10.76522	-85.43913	diatomita	8	2.4 Mt		3	1.2	Pleistoceno	Berrange et al. (1980)
CR006	Costa Rica	Montano de Baguales	10.53023	-85.22523	diatomita	8	25,000 t		0	1.2	Pleistoceno	Berrange et al. (1980)
CR007	Costa Rica	Punta Gordá	10.52189	-85.75274	Cu, Zn, Co	1	hasta 2,84% Cu, 775 g/t Zn y 250.2 g/t Co		0	10		Flores (1976); Kuypers y Denyer (1979)
CR008	Costa Rica	El Francés	10.49550	-85.70413	Mn	5	31% Mn, 13% Fe		0	10	Cretácico inferior	Sears (1919); Roberts (1944)
CR009	Costa Rica	Río Chiquito	10.43856	-84.86800	Au, Ag	3	3.6 Mt		1	9	Mioceno superior-Plioceno	Mining Journal (1984); Dirección General de Geología, Minas e Hidrocarburos (1986)
CR010	Costa Rica	Esperanza (Libano)	10.41773	-84.98606	Au, Ag	3	150,000 t	8 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	Bennett (1939); OEA (1978); Castillo Muñoz (1997)
CR011	Costa Rica	El Encanto	10.39274	-85.83191	Mn	5			0	10	Cretácico inferior	Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR012	Costa Rica	La Seba	10.38996	-85.83330	Mn	5			0	10	Cretácico inferior	Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR012	Costa Rica	Playa Real-Zapotillal	10.38301	-85.84164	Mn	5	28,000 t	46.3% Mn	2	10	Cretácico inferior	Sears (1919); Roberts (1944); Kuypers y Denyer (1979)
CR012	Costa Rica	El Sestibo	10.37746	-85.80691	Mn	5			0	10	Cretácico inferior	Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR012	Costa Rica	La Esperanza	10.37607	-85.84580	Mn	5			0	10	Cretácico inferior	Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR012	Costa Rica	Gonzolona	10.32190	-84.90272	Au	3			0	9	Cretácico inferior	Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR012	Costa Rica	La Luz	10.31868	-84.9687883	Au	3			1	9	Cretácico inferior	Castillo (1984)
CR012	Costa Rica	El Ucor	10.31625	-85.79023	Mn	5			0	10	Cretácico inferior	Webber (1942); Roberts (1944)
CR013	Costa Rica	El Rocio	10.30940	-84.94855	Ag, Au	3	1.09 Mt	8.19 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR013	Costa Rica	Boston	10.30801	-84.91383	Au, Cu, Ag	3			0	9		Reitz (1902); Madrigal (1983)
CR013	Costa Rica	Santa Rosa	10.30801	-85.79858	Cu	2		7.3% Cu	0	10		OEA (1978); Kuypers y Denyer (1979)
CR013	Costa Rica	Tres Hermanos	10.30801	-84.94022	Au, Ag	3	2.94 Mt	9.42 g/t Au	2	9	Mioceno superior-Plioceno	Reitz (1902); OEA (1978)
CR013	Costa Rica	Curul	10.30107	-85.76803	Mn	5		50% Mn	0	10		Sears (1919); Webber (1942)
CR013	Costa Rica	San Martín	10.29968	-84.92772	Au	3	0.8 Mt	7.41 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	Roberts e Irving (1957); Castillo (1984)
CR014	Costa Rica	Cuatro Vientos	10.29413	-84.95133	Au	3	0.22 Mt	15.39 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	OEA (1978); Castillo (1984)
CR015	Costa Rica	El Guacalito	10.26774	-85.79164	Mn	5			0	10	Cretácico inferior	Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR016	Costa Rica	Ella Chocoyuela	10.26190	-84.34132	Au	3	1.2 Mt	19.75% S	2	9	0.35 Mb	Berrange et al. (1980)
CR017	Costa Rica	Cerro Peña Blanca	10.23440	-85.14995	caliza	7	76 Mt	98.9% CaCO <sub>3</sub>	2	12	Paleoceno-Eoceno	Berrange et al. (1980)
CR018	Costa Rica	Río Chahamazo	10.2097247	-84.9293099	Au	3		0.12 oz Au/t	1	9		Castillo (1997)
CR019	Costa Rica	Guicimo	10.17747	-83.72769	Al (bauxita)	6	40 Mt	30% Al	2	15	Cuaternario	Arenaaval (1969); Patterson et al. (1986)
CR019	Costa Rica	Beta Vargas	10.17608	-84.90411	Au	3	6.8 Mt	1.7 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	Castillo (1984); DGGMH (1986)
CR019	Costa Rica	El Ángel	10.16497	-84.71661	Au	3			0	9		Castro y Vargas (1982); Castillo (1984)
CR020	Costa Rica	La Unión-Bonanza	10.15802	-84.72077	Au, Ag	3	50,000 t	14.17 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	Reitz (1902); Bennett (1939); Castillo (1997)
CR021	Costa Rica	Velizquez	10.14136	-84.74577	Au, Ag	3			0	9		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR021	Costa Rica	Los BOLLIS	10.13580	-85.70274	Mn	5		28.03 % Mn	0	10	Cretácico inferior	Sears (1919); Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR021	Costa Rica	El Espavelar	10.13441	-85.74163	Mn	5			0	10		Sears (1919); Roberts (1944); Kuypers y Denyer (1979)
CR021	Costa Rica	Zamora	10.12886	-84.74577	Au	3			0	9		Castro y Vargas (1982); Castillo (1984)
CR021	Costa Rica	El Cacao	10.12747	-85.74579	Mn	5			0	10	Cretácico superior	Sears (1919); Roberts (1944); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR021	Costa Rica	La Lucha	10.12747	-84.71938	Au	3			0	9		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR021	Costa Rica	La Victoria	10.11914	-85.76246	Mn	5			0	10		Sears (1919); Roberts (1944); Kuypers y Denyer (1979)
CR021	Costa Rica	La Trinidad	10.11469	-84.72355	Au, Ag	3		0.35 g/t Au, 14.73 g/t Ag	0	9		Reitz (1902); Bennett (1939); DGGMH (1986)
CR022	Costa Rica	Bellavista	10.11358	-84.71244	Au, Ag	3	22 Mt	1.7 g/t Au, 2.5 g/t Ag	1	9	Mioceno superior-Plioceno	Reitz (1902); OEA (1978); Nelson (1990)
CR023	Costa Rica	Mina Chassoul	10.111009	-84.6253025	Au	3	0.3 Mt	4.56 g/t	2	9	Mioceno superior-Plioceno	Dirección General de Geología y Minas (2016)
CR023	Costa Rica	Montecuma	10.10941	-84.71105	Au	3	0.31 g/t	31.60 % Mn	0	9		Reitz (1902); DGGMH (1986); American Energy Corporation (1981)
CR023	Costa Rica	Los Charcos	10.08025	-85.71107	Mn	5			0	10		Roberts (1944); Kuypers y Denyer (1979)
CR024	Costa Rica	San Ramón/Mina	10.07330	-84.49576	Fe	5		53 ± 56% Fe	1	15	Cuaternario	Donohi (1966); arenaaval (1969)
CR024	Costa Rica	Mina Peñón	10.06080	-84.51799	Au	3			0	9		Bennett (1939); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR024	Costa Rica	Cuarenta Leones	10.05525	-84.54437	Au	3			0	9		Castillo (1984)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACIÓN (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
	Costa Rica	Moncía	10,05386	-84,53187	Au, Ag	3			0	9		Bennett (1939)
	Costa Rica	Buena Suerte	10,04830	-84,56243	Au, Ag	3			0	9		Bennett (1939)
CRO25	Costa Rica	Río Barranca	10,04691	-84,60272	Au, Ag	3		30 g/t Ag, 12 g/t Au	0	9		DGGMH (1986)
	Costa Rica	Rudin	10,02886	-84,53994	Au	3			0	9		Castillo (1984)
CRO26	Costa Rica	Santa Clara	10,02052	-84,60688	Au, Ag	3	5,2 Mt	2,06 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	Bennett (1939); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Palmares	10,00941	-84,48743	Au	3			0	9		Castillo (1984)
CRO27	Costa Rica	Pavones	9,98581	-85,20273	Mn	5		51,38% Mn	0	10		Sears (1919)
	Costa Rica	El Fuego	9,98165	-84,48882	Ag, Au	3		376,35 g/t Ag	0	9		Reit (1902)
	Costa Rica	El Porvenir	9,98165	-84,48882	Au	3			0	9		Reit (1902)
	Costa Rica	La Libertad	9,98165	-84,48882	Au, Ag	3			0	9		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CRO28	Costa Rica	Minas del Aguacate (Quebrada Honda o La Unión)	9,97955	-84,47880	Au	3	4 Mt	3,1 g/t Au	2	9	Mioceno superior-Plioceno	Bennett (1939); Castillo Muñoz (1997)
	Costa Rica	Minas del Aguacate (Sacra Familia, La Compañía)	9,97887	-84,47354	Au	3	0,25 Mt	5,4 g/t Au	1	9	Mioceno superior-Plioceno	Reit (1902); Castillo Muñoz (1997)
	Costa Rica	San Juan Uno	9,97609	-84,47771	Au	3			0	9		Chaves (1974)
	Costa Rica	Esperanza (Sacra Familia)	9,97192	-84,46382	Ag, Au	3			0	9		Crespi (1907)
	Costa Rica	San Francisco	9,97192	-84,46382	Ag, Au	3			0	9		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	San Miguel	9,97053	-84,46382	Au, Ag	5		24,88 g/t Au, 65,31 g/t Ag	0	9		Atwood (1882); Reit (1902); Chaves (1974)
	Costa Rica	El Balsa	9,96915	-84,46382	Ag, Au	3		15,55 g/t Au, 18,66 g/t Ag en escombrera	0	9		Reit (1902); Chaves (1974)
	Costa Rica	Guapine	9,96915	-84,46382	Ag, Au	3		21,77 g/t Au, 139,96 g/t Ag	0	9		Reit (1902); Crespi (1907); Chaves (1974)
	Costa Rica	La Ciguena	9,96915	-84,46382	Ag, Au	3		2,17 g/t Au, 140 g/t Ag	0	9		Reit (1902); Chaves (1974)
	Costa Rica	La Minilla	9,96915	-84,46382	Au	3			0	9		Reit (1902); Bennett (1939); DGGMH (1986)
	Costa Rica	Los Castros	9,96915	-84,46382	Ag, Au	3		1,32 a 1,59 oz Au/t	0	9		Atwood (1882); Reit (1902); Matzenoff (1942)
	Costa Rica	Oremineros	9,96915	-84,46382	Au	3			0	9		Reit (1902); Chaves (1974)
CRO29	Costa Rica	Tajo Azul (calizas de Turrialba)	9,92165	-83,65547	caliza	7	12,7 Mt	92,98% Ca	1	12		Berrange et al. (1990)
CRO30	Costa Rica	Jateo de Mora	9,92081	-84,34132	yeso, amibrita	7		hasta 8,4% Pb, 1,54% Cu, 84 g/t Ag y 2,83 g/t Au	1	12		Berrange et al. (1990)
CRO31	Costa Rica	Bajo de Limon	9,91776	-84,44854	Cu, Zn, Pb	2			0	9		DeIppio (1974); arenaaval (1969)
	Costa Rica	San Pablo	9,89831	-84,45549	Zn, Pb	4			0	9		Madrigal (1978)
CRO32	Costa Rica	Tajo Guerrero	9,88139	-84,02556	caliza	7		71,55 a 82,18% CaO, 10,70 a 17,10% SiO <sub>2</sub> , 2,80 a 4,70% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 1,45 a 2,50% FeCO <sub>3</sub> , 1,04 a 1,70% MgCO <sub>3</sub> , 0,23 a 0,69% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1	12	Mioceno	Berrange et al. (1990)
CRO33	Costa Rica	Paraiso	9,86220	-83,80964	Al (bauxita)	6	15 Mt	44% Al	2	15		Dondelli (1970); Ashley y Briggs (1970)
CRO34	Costa Rica	Guayabo	9,85109	-84,27215	Cu	2		0,2% Cu de 1,3% en las zonas más ricas en Cu.	0	4		Roberts e Irving (1957); Arenaaval (1969)
	Costa Rica	San Rafael	9,85109	-84,29715	Cu	2			0	4		Roberts e Irving (1957); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Ecazú	9,84306	-84,11528	Zn	4		hasta 0,75% Zn, hasta 0,42% Pb	0	9		Naciones Unidas (1975)
CRO35	Costa Rica	Cantera La Chilena, Distrito Patara, Quebradillas, Bermejo y Coris	9,82165	-83,89464	caliza	7	60 Mt		2	12	Mioceno	Berrange et al. (1990)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
CR036	Costa Rica	Tarabaca	9.81637	-84.10270	Cu	2		2% Cu	0	7		Naciones Unidas (1975)
CR037	Costa Rica	Orosi	9.79306	-83.86111	Au, Cu, Ag	2			0	9		USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987); Fraser (1911)
CR038	Costa Rica	Caldera, Tárcoles	9.77833	-84.65000	Fe, Ti	5	5,7 Mt	55% Fe, hasta 25% Ti	1	16	Cuaternario	OEA (1978); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR039	Costa Rica	San Miguel de Turricares	9.71778	-84.32306	diatomita	8			1	12		Berrange et al. (1990)
CR040	Costa Rica	Cerro Abajonal	9.70527	-84.09714	Al (bauxita)	6	40 Mt	40% Al	2	15	Cuaternario	Castillo (1966)
	Costa Rica	Río Nari	9.69832	-83.35823	Cu, Mo	2		Hasta 0.6% Cu y 2 g/t Au	0	7		Castro y Vargas (1982)
	Costa Rica	Cañón	9.68443	-83.91936	Al (bauxita)	6	40 Mt	35% Al	2	15	Cuaternario	arenova (1969); Patterson et al. (1986)
CR041	Costa Rica	Nari (Matama II)	9.68000	-83.40900	Cu	2	200 Mt	0,23% Cu, 100 ppm Mo	1	7	Mioceno superior-Plioceno	Nelson (1969); Singer et al. (2008)
	Costa Rica	Valle del General	9.60590	-83.98722	Al (bauxita)	6			0	15		U.S. Bureau of Mines Minerals Yearbook (1963)
CR042	Costa Rica	Playa Quezada	9.53972	-83.63685	baritina	9		40 a 50% Ba	0	9		Berrange et al. (1990)
	Costa Rica	Cerro Bonica	9.48661	-83.69574	Al (bauxita)	6			0	15		DeIppolito (1974); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR043	Costa Rica	San Isidro	9.39418	-83.67769	Al (bauxita)	6	152,4 Mt	35, 40% Al	3	15	Cuaternario	Anderson (1963); Noe (1964); Theofilos (1976)
CR044	Costa Rica	Sukut	9.37056	-82.97628	Cu, Mo	2	65 Mt	0,2% Cu	1	7	Mioceno superior-Plioceno	Castro y Vaiga (1982); Singer et al. (2008)
CR045	Costa Rica	Río San Pedro	9.30112	-83.55824	Al (bauxita)	6	118 Mt	31,5% Al	3	15	Cuaternario	OEA (1978); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR046	Costa Rica	Ángeles Cantero	8.78032	-82.94350	bentonita	8			0	11		Berrange et al. (1990)
CR047	Costa Rica	Quebrada Salto	8.72893	-83.56935	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Quebrada Sardinal	8.72615	-83.21379	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Quebrada Aguabuena	8.70671	-83.52491	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Quebrada Banegas	8.67893	-83.53185	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR048	Costa Rica	Quebrada Dama	8.60949	-83.48880	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Quebrada Tarde	8.57755	-83.49297	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Río Barigones	8.57477	-83.42630	Au	3			0	16		Castro y Vargas (1982); DGGMH (1986)
	Costa Rica	Quebrada Terromes	8.55116	-83.38462	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Río Agujas	8.54699	-83.41638	Au	3			0	16		Castro y Vargas (1982); DGGMH (1986)
CR049	Costa Rica	Quebrada Salitre	8.53866	-83.40685	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Dos Brazos	8.51505	-83.40408	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Playa Madrigal	8.44838	-83.50547	Au	3			0	16		arenova (1969); Dengo y Levy (1970)
	Costa Rica	Río Carate	8.44283	-83.46380	Au	3			0	16		Dengo y Levy (1970)
	Costa Rica	Quebrada La Palma	8.41783	-83.02768	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Río Caracol	8.40950	-82.97628	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Quebrada Coyunda	8.40811	-83.31934	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
	Costa Rica	Quebrada Carbonera	8.39839	-83.29157	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR050	Costa Rica	Quebrada La Verba	8.38006	-83.09684	fosfatos	7			0	12		Berrange et al. (1990)
	Costa Rica	Quebrada Piedra Azul	8.37811	-83.00546	fosfatos	7			0	12		Berrange et al. (1990)
CR051	Costa Rica	Río Caña Blanca	8.30673	-83.04296	Au	3			0	16		Castro y Vargas (1982); DGGMH (1986)
CR052	Costa Rica	Quebrada Huacas	8.05118	-82.90028	Au	3			0	16		DGGMH (1986); USGS, DGGMH, Universidad de Costa Rica (1987)
CR053	Costa Rica	Calizas Parrilla y Cangrejal	9.72889	-84.19	caliza	7	150 Mt	87% CaCO <sub>3</sub>	3	12	Eoceno medio	Castillo (1997)
CU001	Cuba	Salomón	23.15042	-82.176091	Cu (Au, Ag)	2	1 Mt	Cu: 1,5%, Ni: 0,3% y Co: 0,05%	1	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Havlicek (1966)
CU002	Cuba	Corral Nuevo, Camasi	23.083719	-81.683890	yeso	7	9,1 Mt	CaSO <sub>4</sub> : 3,79%	1	12	Jurásico inferior a medio	Pañar et al. (1968)
CU003	Cuba	San Ignacio	23.080686	-81.813222	zeolita	8	0,73 Mt		3	9	Cretácico inferior	Pérez Pupo (1998)
CU004	Cuba	Margot	23.065355	-81.647691	Cu (Au)	2	1 Mt	Cu: 1,5%	1	10	Jurásico superior a Cretácico inferior	Hayes y Allende (1945)
CU005	Cuba	Managua	23.035172	-82.311492	bentonita	7	5 Mt		2	11	Cuaternario	Pérez y Amarañ (1979)
CU006	Cuba	Caliza, Beluca	23.026491	-82.079701	caliza	8	18,4 Mt	CaCO <sub>3</sub> : 99,75%	3	12	Paleógeno-Neógeno	Alfonso et al. (1956)
CU007	Cuba	Río Bonjo	22.959186	-82.979777	arcilla	8	96 Mt		4	11	Neógeno-Plioceno	Barfacy Hasdn (1976)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACIÓN (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
CU008	Cuba	Buenavista	22,906145	-83,044293	Cu	2	1 Mt	Cu:2.5%	1	10	Jurásico superior a Cretácico inferior	Vologodin y Ogorodnikov (1967)
CU009	Cuba	San Miguel de Los Baños	22,866697	-81,350513	Fe, Ni, Co	1		Ni: 1.06% y Co: 0.26%, Fe: 20.54%	0	15	Neógeno-Cuaternario	Osborne (1956)
CU010	Cuba	Júcaro	22,861528	-83,242925	Cu (Zn)	2	3 Mt	Cu: 1.11%	1	10	Jurásico superior a Cretácico inferior	Konopolin et al. (1981)
CU011	Cuba	Loma Jacán	22,857672	-81,348054	calcetonia	11			0	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Cevick (1979)
CU012	Cuba	Trinidad de Guadalupe	22,802535	-81,516508	fosfatos	7	13.3 Mt	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 14.31%	2	12	Paleógeno	Álvarez et al. (1991)
CU013	Cuba	Cajalbana	22,798868	-83,454264	Fe, Ni, Co	1	35 Mt	Ni: 1.05%, Co: 0.064%, Fe: 32.2%	3	15	Neógeno-Cuaternario	Danieluk et al. (1986)
CU014	Cuba	Sierra Azul, Pan de Guajabón	22,792797	-83,376237	Al (bauxita)	6	7 Mt	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 50%	1	15	Neógeno-Plioceno	Danieluk et al. (1986)
CU015	Cuba	Santa Lucía, Castellano	22,636565	-83,976832	Zn, Pb, Ag (Au, Ba)	4	37 Mt	Zn: 6.18%, Pb: 2.50% y Ag: 47.75 g/t	3	10	Jurásico superior	Vershigina et al. (1983)
CU016	Cuba	Chiqui Gómez	22,625871	-79,703964	bentonita	8	0.1 Mt		1	11	Cuaternario	Orzoco et al. (1987)
CU017	Cuba	Matahambre	22,591487	-83,941378	Cu (Ag)	2	15 Mt	Cu: 5%	2	11	Jurásico medio a superior	Poplavski (1966)
CU018	Cuba	La Pimienta	22,572779	-83,897858	fosfatos	7	1 Mt	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 17%	1	12	Paleoceno	Coutin et al. (1980)
CU019	Cuba	Nieves	22,569572	-83,935527	Zn, Pb, Ag (Cu, Au, Sb)	4	13 Mt	Zn: 4.87%, Pb: 1.94%, Ag: 51.45 g/t	2	10	Jurásico medio a superior	Bérrama et al. (1988)
CU020	Cuba	San José de Malezas	22,478332	-79,910093	Cu, Au, Ag	2	0.2 Mt	Au: 3.68 g/t	1	2	Cretácico superior-Paleógeno	Arcal y Romero (1985)
CU021	Cuba	La Conchita	22,448253	-83,636606	ardilla	8	6.1 Mt		3	15	Paleógeno-Neógeno	Peláez et al. (1990)
CU022	Cuba	Loma de Hierro	22,440809	-84,039817	Ag (Au)	3	2 Mt	Ag: 192.6 g/t	2	10	Jurásico-Cretácico inferior	Lara y Blanes (1996)
CU023	Cuba	Hierro Mantua	22,426044	-84,260907	Cu (Zn, Co, Au, Ag)	2	12 Mt	Cu: 2.2%	2	10	Jurásico-Cretácico inferior	Kozulin et al. (1973)
CU024	Cuba	El Indio	22,425824	-83,841178	baritina	9	0.21 Mt	BaSO <sub>4</sub> : 35%	1	10	Jurásico-Cretácico inferior	Momil et al. (1980)
CU025	Cuba	Santa Gertrudis	22,424358	-83,821717	baritina	9	0.25 Mt	BaSO <sub>4</sub> : 35.28%	1	10	Jurásico-Cretácico inferior	Valdés Nodarse (1989)
CU026	Cuba	Punta Alegre	22,377745	-78,780630	cloruro de sodio	7	0.02 Mt	NaCl: 71.38%	4	12	Jurásico inferior a medio	Lañari Lukac (1966)
CU027	Cuba	Tesajera	22,356752	-80,082601	zeolita	8	126 Mt		4	9	Cretácico superior	Pérez et al. (1988)
CU028	Cuba	Verde Atlántico	22,317382	-79,863089	nerfita	11			0	14	Cretácico superior	Cabrera Toledo et al. (2017)
CU029	Cuba	Unión, Juan Manuel	22,292970	-84,341040	Cu (Co, Zn)	2	24 Mt	Cu: 0.62%, Co: 0.06%	2	10	Jurásico-Cretácico inferior	García et al. (1990)
CU030	Cuba	Descanso, Meloneras	22,291817	-79,714058	Au, Ag	3	0.3 Mt	Au: 33.18 g/t y Ag: 20 g/t	1	13	Cretácico superior-Paleógeno	Manzano (1994)
CU031	Cuba	Palmira	22,220215	-80,394373	ópalo, calcetonia	11	20,000 t		1	10	Cretácico superior-Paleógeno	Pérez et al. (1996)
CU032	Cuba	San Fernando	22,191833	-80,082503	Cu, Zn (Pb, Ag, Au)	2	3 Mt	Cu: 2.35, Zn, Pb: 3.4%	2	10	Cretácico inferior	Formell (1997); Alfonso et al. (2007)
CU033	Cuba	Lote Grande	22,182329	-79,379765	Au (Cu)	3	0.2 Mt	Au: 5g/t y Cu: 0.5%	1	13	Cretácico superior-Paleógeno	Manzano (1999)
CU034	Cuba	Macagua	22,154626	-80,083131	Cu (Mo, Ag)	2	1 Mt	Cu: 0.21% y Mo: 0.02%	1	7	Cretácico superior	Montano et al. (1991)
CU035	Cuba	Santa Teresa	22,114941	-84,016416	arena silicea	8	52,630 t	SiO <sub>2</sub> : 99.65%	4	11	Cuaternario	Argudin y Freyre (1983)
CU036	Cuba	Antonio	22,114876	-79,845951	Cu, Zn (Au, Ag)	2	3 Mt	Zn: 3.89%, Cu: 0.64%, Ag: 29g/t, Au: 0.3 g/t	2	10	Cretácico inferior	Gallardo et al. (1991)
CU037	Cuba	Guano	22,101740	-80,285248	Fe, Cu (Au, Zn)	2	3 Mt	Cu: 2.10%, Zn: 1.69%, Au: 0.93 g/t y Ag: 55.67 g/t	2	8	Cretácico superior	Rodríguez et al. (1992)
CU038	Cuba	Arimao Norte	22,09754	-80,309596	wollastonita	8	16.6 Mt	Wollastonita: 31% y granate: 28.1%	4	8	Cretácico superior	Pérez et al. (1992)
CU039	Cuba	Loma Alta	22,096029	-80,283719	Fe	5	1 Mt	Fe: 48.28%	1	8	Cretácico superior	Mimbuev et al. (1984)
CU040	Cuba	Arimao	22,092109	-80,310069	Cu (Au)	2	60.6 Mt	Cu: 0.3% y Au: 0.15 g/t	2	7	Cretácico superior	Joulet Resources Ltd. (1988)
CU041	Cuba	Carilota, Guachanango	22,074441	-80,094497	Cu, Zn (Co, Ag, Au)	2	12 Mt	Cu: 0.75%, Zn: 0.64%, Co: 0.06%	2	12	Jurásico-Cretácico inferior	Tolokomnikov et al. (1972)
CU042	Cuba	La Bellca	22,004398	-79,904515	granate, mica	8	17.4 Mt	granate: 12.7%, mica: 11.5%	4	14	Cretácico superior	Ching et al. (1989)
CU043	Cuba	Algrrobo	21,977366	-79,900579	grafito	8	3.4 Mt	Grafito: 30%	3	14	Jurásico medio a superior	Vázquez et al. (1997)
CU044	Cuba	Loma Gavilanes	21,913221	-79,659096	omifanita	11			0	14	Cretácico superior	Cabrera Toledo et al. (2017)
CU045	Cuba	Las Nuevas	21,889174	-82,930337	giantita	8	1.58 Mt	Cantidad: 9.3%	1	14	Cretácico superior	Bosch et al. (1988)
CU046	Cuba	Crahuai	21,882819	-79,538119	cuatro	8	0.04 Mt	SiO <sub>2</sub> : 99.9%	4	13	Cretácico superior	Aquev et al. (1989)



NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
CU043	Cuba	Sierra Las Casas	21,876548	-82,814029	mármol	7	1 Mt		1	14	Jurásico superior a Cretácico inferior	Couth et al. (1985)
CU044	Cuba	Mc Kinley	21,876520	-82,892807	caolín	8	1,1 Mt	caolín: 55,02%	2	9	Neógeno-Plioceno	Couth et al. (1985)
CU044	Cuba	El Alemán	21,854338	-82,878758	mica	8	0,72 Mt	Mica: 23,33%	4	14	Cretácico superior	Bosch et al. (1996)
CU045	Cuba	Cerro Guanabana I, II	21,843656	-82,764176	mármol	7	0,75 Mt		1	14	Jurásico superior a Cretácico inferior	Couth et al. (1985)
CU046	Cuba	Proaño	21,842249	-82,903710	caolín	8	0,18 Mt	Caolín: 48,8%	1	9	Neógeno-Plioceno	Couth et al. (1985)
CU046	Cuba	Río del Callejón	21,828637	-82,931820	caolín	8	24,3 Mt	caolín: 40,0%	4	9	Neógeno-Plioceno	Babuschin et al. (1990)
CU047	Cuba	San Francisco	21,833059	-82,789065	Fe	5	33 Mt	Fe: 26,6%	1	15	Neógeno-Plioceno	Maslov (1965)
CU047	Cuba	Atanagildo	21,756881	-82,977127	caolín	8	0,00016 Mt	SiO <sub>2</sub> : 99,8%	2	9	Cretácico superior	Quirónes et al. (1986)
CU048	Cuba	Dejilla	21,758296	-83,032854	Au, Ag, Sb	3	13 Mt	Au: 3,5 g/t; Ag: 33 g/t	2	13	Cretácico superior	Bosch et al. (1990)
CU049	Cuba	El Pilar	21,748904	-78,505999	Cu, Au	2	1,7 Mt	Cu: 0,5; 2,09%; Au: 1 g/t	1	9	Cretácico superior	Alonso et al. (2003)
CU050	Cuba	Magarabomba	21,674271	-78,132593	Fe	5	0,8 Mt	Fe: 57,08%	1	8	Cretácico superior	Lugo y Hernández (1987)
CU051	Cuba	San Felipe	21,628563	-77,962049	Fe, Ni, Co	1	300 Mt	Ni: 1,3%; Co: 0,05%; Fe: 19,1%	4	15	Cuaternario	Mostert et al. (2001)
CU052	Cuba	Lela	21,625337	-82,960796	W (Mo, Cu)	10	1 Mt	WO <sub>3</sub> : 0,61%	2	8	Cretácico superior	Page y McAllister (1944)
CU053	Cuba	Indira	21,572786	-78,015866	palgioskita	8	1,6 Mt		2	11	Neógeno	
CU054	Cuba	Mamina	21,563772	-77,555121	Cr	1	0,1 Mt	CrO <sub>3</sub> : 29,69%	2	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Irralde Vinent et al. (1988)
CU055	Cuba	Río Negro	21,481602	-77,600809	Cu, Zn, Au, Ag	2		Cu: 1,9%	0	10	Jurásico superior a Cretácico inferior	Irralde Vinent et al. (1988)
CU056	Cuba	Ferrolana	21,439957	-77,651104	Cr	1	0,12 Mt	CrO <sub>3</sub> : 32,82%	2	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	González et al. (2000)
CU056	Cuba	Comaguey I, II	21,418795	-77,695838	Cr	1	0,7 Mt	CrO <sub>3</sub> : 27,8%	2	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Escobar et al. (1985)
CU057	Cuba	Loma La Entrada	21,412483	-77,699800	calcetonia	11			0	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Irralde Vinent et al. (1988)
CU057	Cuba	Tres Antenas	21,276639	-77,812004	Th, ETR, Cu, Au, Ag	12		ETR: 0,8 % y Au: 0,6 g/t	0	3	Cretácico superior	Joulet Resources Ltd., Geominera SA (1997)
CU058	Cuba	Dumañuecos	21,270554	-76,968567	caolín	8	1 Mt	caolín: 35%	1	9	Cretácico superior	Pimentel et al. (1989)
CU059	Cuba	Juamino	21,264339	-77,374221	Au	3	1,7 Mt	Au: 4,54 g/t	1	9	Cretácico superior	Kealer et al. (1998)
CU060	Cuba	Palo Seco I	21,118609	-77,320537	Fe	5		Fe: 12,19 a 54,3%; P: 0,08 a 0,86%	0	1	Cretácico superior	Moreira et al. (1999)
CU061	Cuba	Embarque	21,115281	-77,381864	Th, ETR, Cu, Au, Ag	12		ETR: 1%; Au: 1 g/t y Cu: 0,8%	0	3	Cretácico superior	Moreira et al. (1999)
CU062	Cuba	Guaimaro	21,094650	-77,335110	Cu (Mo)	2		Cu: 0,2% y Mo: 0,02%	0	7	Cretácico superior	Duraton y Rodríguez (1990)
CU063	Cuba	La Unión	21,086938	-77,591284	Au, Cu	3		Cu: 0,15% y Au: 1,5 g/t	0	7	Cretácico superior	Alonso et al. (2001)
CU064	Cuba	Cuatro Palmas	21,066620	-75,891547	Au, Ag	3	0,1 Mt	Au: 0,9 g/t	1	13	Paleógeno	Guñfres et al. (1995)
CU065	Cuba	Loma Vieja	21,065664	-76,172067	calcetonia	11			0	10	Paleógeno	Couth et al. (1985)
CU066	Cuba	Florencia	21,045917	-77,319549	Au, Ag	3	1,1 Mt	Au: 4,51 g/t	1	9	Cretácico	Akberov et al. (1990)
CU067	Cuba	Madama	20,970797	-77,294684	Au	3	2,4 Mt	Au: 0,97 g/t	1	9	Cretácico superior	Alonso et al. (2004)
CU068	Cuba	Golden Hill	20,965517	-77,235381	Cu, Au	2	6 Mt	Au: 1,66 g/t, Cu: 1,2%	2	9	Cretácico superior	Sillito (1996)
CU069	Cuba	Nuevo Porosí, Agrupada	20,958958	-76,265222	Au, Ag	3	0,5 Mt	Au: 7,81 g/t	1	13	Paleógeno	Pentelny et al. (1990)
CU070	Cuba	Las Cuevas	20,954223	-76,341306	Cu, Au, Zn	2		Cu: 0,5%; Au: 1 g/t	0	13	Cretácico-Paleógeno	Pentelny et al. (1990)
CU071	Cuba	La Palma	20,953899	-76,119178	Cu, Au, Zn	2	0,1 Mt	Cu: 5,43%; Zn: 5,38%; Au: 0,5 g/t	2	13	Cretácico-Paleógeno	Pentelny et al. (1990)
CU072	Cuba	San Andrés	20,947700	-76,439406	zeolita	8	30,1 Mt		4	9	Paleógeno	Rizo et al. (1988)
CU073	Cuba	Monte Rojo	20,943017	-76,372111	Cu, Au	2		Cu: 0,33%; Au: 3,26 g/t	0	10	Cretácico-Paleógeno	Moreira et al. (1999)
CU074	Cuba	Reina Victoria	20,934700	-76,307555	Au, Ag	3	2,2 Mt	Au: 5,47 g/t	1	13	Paleógeno	Moreira et al. (1999)
CU075	Cuba	Asiento de Tamarindo	20,918291	-76,703857	Cu, Au, Ag	2		Cu: 14,2%; Au: 2,2 g/t y Ag: 109 g/t	0	8	Cretácico superior	Gallardo et al. (1996)
CU076	Cuba	Las Margaritas	20,868153	-76,071522	Cu, Au, Ag, Ti	2		Cu: 0,5%; Au: 0,5 g/t	0	13	Cretácico-Paleógeno	Pentelny et al. (1990)
CU077	Cuba	Palmarito de Cauto	20,864991	-75,640988	zeolita	8	26 Mt		4	9	Paleógeno	Rizo y Galán (1990)
CU078	Cuba	Santa María	20,860684	-76,189283	Cu, Zn, Au	2		Cu: 1%; Zn: 1%; Au: 3 g/t	0	13	Cretácico-Paleógeno	Pentelny et al. (1990)
CU079	Cuba	Charco Prieto	20,859082	-76,126444	Cu (Au, Ti)	2		Cu: 0,8% y Au: 0,5 g/t	0	13	Cretácico-Paleógeno	Pentelny et al. (1990)
CU080	Cuba	Mayabe	20,857650	-76,29629	Zn (Au)	4		Zn: 1%; Au: 0,5 g/t	0	13	Cretácico-Paleógeno	Pentelny et al. (1990)
CU081	Cuba	Punta Gorda	20,624520	-74,889763	Fe, Ni, Co	1	70 Mt	Ni: 1,27% y Co: 0,098%; Fe: 38,92%	3	15	Cuaternario	Guersimov et al. (1973)
CU082	Cuba	Yagrumaje	20,624209	-74,864827	Fe, Ni, Co	1	70 Mt	Ni: 1,12%; Co: 0,12%; Fe: 41,93%	3	15	Cuaternario	Castillo et al. (1993)
CU083	Cuba	Las Camariotas	20,581822	-74,924553	Fe, Ni, Co	1	200 Mt	Ni: 1,12%; Fe: 40,33%; Co: 0,112%	4	15	Cuaternario	Koldsev et al. (1976)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 3)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
CU084	Cuba	Cayo Guan	20,566397	-74,852452	Cr, EGP ± Au	1	0.3 Mt	Cr2O3: 32.09%, EGP: 0.1 g/t, Au: 2.3 g/t	2	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Barzana et al. (1998)
CU085	Cuba	Pinares de Mayarí	20,526498	-75,748138	Fe, Ni, Co	1	150 Mt	Ni: 1.12%, Co: 0.118%	4	15	Cuaternario	Pérez y Rodríguez (1990)
CU086	Cuba	Caldonia	20,518190	-75,679196	Cr	1	0.1 Mt	Cr2O3: 44.5%	1	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Barrabi et al. (1997)
CU087	Cuba	Casimba	20,514150	-75,796646	Cr	1	0.2 Mt	Cr2O3: 33%, EGP: 0.217 g/t	2	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Barrabi et al. (1997)
CU088	Cuba	Corea II	20,493971	-75,434387	mica	8	0.5 Mt	8% crisolito	0	5	Jurásico-Cretácico inferior	Cuba et al. (1991)
CU089	Cuba	Majayara	20,474111	-75,135002	asbesto	8	100 Mt	Ni: 1.07%, Co: 0.089%, Fe: 37.02%	2	2	Cretácico inferior	de la Fuente (1996)
CU090	Cuba	Pioto	20,471558	-74,894429	Fe, Ni, Co	1	0.5 Mt	Cr2O3: 31.5%, EGP: 0.162 g/t, Au: 1.7 a 5.1 g/t	3	15	Cuaternario	Saunders et al. (1985)
CU091	Cuba	Merceditas	20,441043	-74,856449	Cr, EGP ± Au	1	0.5 Mt	Cr2O3: 27.53%	2	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Fralov et al. (1982)
CU092	Cuba	Amores	20,428230	-74,631066	Cr, EGP ± Au	1	0.5 Mt	Mn: 40%	2	2	Jurásico superior a Cretácico inferior	Navarrete y Guerra (1995)
CU093	Cuba	Charco Redondo	20,263183	-76,427729	Mn	5	5 Mt	Mn: 2.4%	2	10	Paleógeno	Simons y Straczek (1958)
CU094	Cuba	Los Chivos	20,226459	-75,728239	Mn	5	3 Mt	Mn: 2.4%	2	10	Paleógeno	Simons y Straczek (1958); Olivares et al. (1994)
CU095	Cuba	Ponupo, Sultana, Balcanes, Barrancas	20,154772	-75,613963	Mn	5	8 Mt	Mn: 22.33%	2	10	Paleógeno	Simons y Straczek (1958); Casañas et al. (1998)
CU096	Cuba	El Cedrón	20,150456	-76,687243	baritina	9	7 Mt	BaSO4: 32.84%	0	10	Paleógeno	Coatin et al. (1965)
CU097	Cuba	Margarita de Cambute	20,131201	-76,177488	Mn	5	7 Mt	Mn: 17.87%	2	10	Eoceno inferior, Medio	Olivares et al. (1988)
CU098	Cuba	La Cristina	20,118396	-76,696835	Cu, Au	2	1 Mt	Cu: 1.12%, Au: 1.3 g/t	1	10	Eoceno inferior, Medio	Casañas (2000)
CU099	Cuba	El Químto, La Margarita	20,115278	-75,717560	Mn	5	5 Mt	Mn: 18.92%	2	10	Paleógeno	Simons y Straczek (1958)
CU100	Cuba	Makambo	20,078690	-74,733962	Jadella	11	2.7 Mt		0	14	Cretácico inferior	Núñez Cambra et al. (2010)
CU101	Cuba	Novallite	20,066801	-75,193041	arcilla	8	13 Mt	Cu: 1.665%	2	11	Paleógeno	Martínez y Olivares (1983)
CU102	Cuba	El Cobre	20,046133	-75,942698	Cu, Zn, Au, Ag	2	3 Mt	Fe: 32.86%, Cu: 1.5%, Au: 0.5 g/t	2	10	Paleógeno	Barrabi et al. (1994)
CU103	Cuba	Antofica	20,018600	-75,714437	Fe, Cu (Au)	2	3 Mt	Zn: 3.5%, Pb: 0.5%, Cu: 0.5%, Au: 0.7 g/t y Ag: 30 g/t	1	8	Paleógeno	Zinchenko et al. (1989)
CU104	Cuba	Infierno	20,004943	-76,961925	Zn, Pb, Cu (Au, Ag)	4	10 Mt	Fe: 36.98%	2	10	Paleógeno	Padre et al. (1985)
CU105	Cuba	La Grande	20,001963	-75,684742	Fe	5	11 Mt	Fe: 37.81%	1	8	Paleógeno	Medina et al. (1992)
CU106	Cuba	Chiqueta	19,983531	-75,677206	Fe	3 Mt	3 Mt	Fe: 37.81%	1	8	Paleógeno	Sciarano et al. (1990)
CU107	Cuba	Sexta	19,977917	-76,928875	Fe, Cu (Ag)	2	5 Mt	Fe: 44%, Cu: 0.19%	1	8	Paleógeno	Kuzakov et al. (1977)
CU108	Cuba	Concordia	19,968436	-75,649923	Fe (Cu)	5	15 Mt	Cu: 0.896% y Mo: 0.05%	2	7	Paleógeno	Sciarano et al. (1989)
CU109	Cuba	Buey Cabón	19,966483	-75,973711	Cu, Mo	2	15 Mt	25.6% Mn, 8.15% Fe y 657 ppm Ni	0	10	Holoceno	Padre et al. (1990)
CU110	Dominica	NNO Dominica	15,54416	-61,56944	Mn	5	200 Mt	0.5% Cu, 0.5 g/t Au	2	7	Mioceno	Frank et al. (2006)
CU111	Dominica	Hotsprings	15,49495	-61,30824	(Au)	3	<200 Mt	9.3 a 277 g/t Ag, hasta 2.5% Pb, 6.6% Zn y 1.9% Cu	0	8	Pleistoceno	Case (1981)
CU112	Dominica	Deux Branches	15,477	-61,309	Cu, Au	2	200 Mt		0	9	Mioceno	Case (1981), Harris/Charles y Pemberton (2007)
CU113	Dominica	Bahia Soufrière	15,28833	-61,40083	Mn	5	200 Mt		0	10	Holoceno	Gómez Sáez (2015)
CU114	El Salvador	El Brujo	14,41670	-89,44450	Cu, Fe	2	2		0	8	Holoceno	Roberts e Irving (1957)
CU115	El Salvador	El Tajado	14,41115	-89,43389	Au, Ag, Zn, Pb, Cu	3	4		0	8	Holoceno	Roberts e Irving (1957); Levy (1987)
CU116	El Salvador	Charquite	14,40643	-89,43062	Cu	2	4		0	9	Holoceno	Roberts e Irving (1957)
CU117	El Salvador	El Carmen	14,38254	-89,44478	Cu	2	4		0	9	Holoceno	Roberts e Irving (1957)
CU118	El Salvador	El Cóbano	14,35833	-89,41389	Fe	5	4		0	8	Holoceno	Levy (1982)
CU119	El Salvador	La Esperanza	14,24143	-89,46312	Pb	4	4		0	9	Holoceno	Roberts e Irving (1957)
CU120	El Salvador	San Isidro Montanita	14,34143	-89,46256	Cu, Pb	2	4		0	9	Holoceno	Roberts e Irving (1957)
CU121	El Salvador	San Casimiro	14,53420	-89,50006	Ag, Pb, Zn	4	4		0	8	Holoceno	Roberts e Irving (1957)
CU122	El Salvador	Monte Verde	14,50504	-89,04338	Cu	2	4	hasta 10% Cu	0	8	Holoceno	Roberts e Irving (1957)
CU123	El Salvador	San Juan	14,29087	-89,37006	Ag, Pb, Zn	4	0.06 Moz Ag	2.9% Pb, 40.7 g/t Ag	1	8	Holoceno	ICAITI (1970)
CU124	El Salvador	San Casimiro	14,15972	-89,37222	Zn, Pb, Cu	4	4	0.7 a 9.6% Pb, 1.8 a 16.8% Zn, hasta 2.61% Cu, hasta 0.15 g/t Au	1	8	Holoceno	Levy (1987)
CU125	El Salvador	El Dorado	13,85089	-88,80004	Au, Ag	3	4 Mt	6.7 g/t Au, 49 g/t Ag	1	9	Oligoceno-Mioceno	ICAITI (1970)
CU126	El Salvador	Monte Mayor	13,70090	-87,97002	Ag, Au	3	3		1	9	Oligoceno-Mioceno	ICAITI (1970); Roberts e Irving (1957)
CU127	El Salvador	Potosí	13,70090	-88,34003	Ag, Au	3	3		1	9	Oligoceno-Mioceno	ICAITI (1970); Roberts e Irving (1957)
CU128	El Salvador	San Sebastián	13,65090	-87,93002	Ag, Au	3	2.9 Moz Au		2	10	Plioceno	ICAITI (1970); Neilson (2007)
CU129	El Salvador	Divisadero	13,60091	-88,06002	Ag, Cu	2	2		1	9	Plioceno	ICAITI (1970)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPOSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS	
ES005	El Salvador	Montecristo	13.60091	-88.07002	Ag, Au	3	0.8 Mt	4.5 g/t Au	1	9	Plioceno	ICAITI (1970); Roberts e Irving (1957)	
		Divisadero	13.58861	-88.05194	Au, Ag	3			0	9		ICAITI (1970); Roberts e Irving (1957)	
		El Horniguero	13.53091	-88.06002	Ag, Au	3			1	9		ICAITI (1970); Roberts e Irving (1957)	
EU001	Estados Unidos (Islas Virgenes)	Laguna Alegria	13.49091	-88.49003	azufre	8				12		ICAITI (1970)	
		White Cliffs	18.30537	-64.73498	Au	3			0.6 g/t Au y 1.5 g/t Ag	0	9	Eoceno (39 Ma)	Tucker et al. (1985)
FR001	Francia (Guadalupe)	Etades Unidos (Islas Virgenes)	18.34621	-64.73470	Au	3				0	9	Eoceno	Tucker et al. (1985)
		Bordeaux Mountain	18.33704	-64.92165	Au	3				0	9	Cretácico tardío?	Tucker et al. (1985)
		Muhlentfels Point	16.35167	-61.00666	(Cu, Au)	2				0	9	Holoceno	Westercamp (1980)
		Grand Abaque	16.30074	-61.06601	(Au)	3				0	9	Holoceno	Westercamp (1980)
		Pointe A Pitre	16.22768	-61.46324	(Au)	3				0	9	Pleistoceno	Reynal (1966)
		Les Mamelles	16.17963	-61.74519	(Au)	3				0	9	Pleistoceno, Holoceno	<a href="https://mrdata.usgs.gov/mrds/show_mrds.php?dep_id=0061588">https://mrdata.usgs.gov/mrds/show_mrds.php?dep_id=0061588</a>
		Bouillante	16.14547	-61.07658	(Au)	3				0	9	Pleistoceno, Holoceno	
		Basse Terre	16.14242	-61.56602	Au	3				0	9	Holoceno	Reynal (1966)
		Marie Galante	15.95964	-61.21213	(Au)	3				0	9	Mioceno a Plioceno	Reynal (1966)
		Terre De Haut	15.86743	-61.58268	(Au)	3				0	9	Pleistoceno	Reynal (1966)
FR002	Francia (Martinique)	La Caravelle Peninsula	14.50083	-60.99934	Au, Zn, Ba	4			0	9	Plioceno a Holoceno	Kesler et al. (1990); Westercamp (1981)	
		Ile François	14.50083	-60.99934	Au, Cu	3				0	9	Plioceno a Holoceno	Pelleter (1976)
		Ile Lamartin	14.50083	-60.99934	Au (Cu, Ba)	3				0	8	Plioceno a Holoceno	Pelleter (1976)
		Les Trois Peninsula	14.50083	-60.99934	Au	3				0	9	Plioceno a Holoceno	Pelleter (1976); Westercamp (1981)
		Morne Jacob	14.50083	-60.99934	Au	3				0	9	Plioceno a Holoceno	Westercamp (1981)
		St. Anne's Peninsula	14.50083	-60.99934	(Au)	3				0	9	Plioceno a Holoceno	Pelleter (1976); Westercamp (1981)
		Anse de Reine	17.91427	-62.8641	Au, Fe (Cu, Pb, Zn)	3				0	9	Eoceno	Christman (1953)
		Morne De Grand Fond	17.90927	-62.82049	Ag, Au, Zn, Cu, (Hg)	3				0	9	Eoceno	Christman (1953)
		(Sin Nombre) Manifestacion de Plomo	17.9076	-62.82355	Pb, Cu, (Au)	4				0	9	Eoceno	Christman (1953)
		(Sin Nombre) Manifestacion de Plomo	17.90705	-62.82327	Pb, Zn, Ag, (Au)	4				0	8	Eoceno	Christman (1953); Mckelvey (1995)
FR004	Francia (Saint Barthelemy)	Morne Du Vilet	17.90372	-62.80771	Au	3			0	9	Oligoceno	Christman (1953)	
		Saline Salt Point	17.89234	-62.82577	(Cu, Ag)	2				0	9	Eoceno medio	Christman (1953)
		Peninsula De Colombier	17.884	-62.84938	Zn	4				0	8	Eoceno	Christman (1953); Mckelvey (1995)
FR005	Francia (Saint Barthelemy)	Sur de St. Jean	17.884	-62.84938	Ag	3			0	9	Oligoceno	Christman (1953)	
		(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18.10705	-63.02994	Cu	2				0	7	Eoceno	Christman (1953); Kesler et al. (1975)
		(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18.10622	-63.03271	Cu	2				0	7	Eoceno	Christman (1953); Kesler et al. (1975)
FR006	Francia (Saint Martin)	(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18.10683	-63.02716	Cu	2			0	9	Eoceno	Christman (1953); Beaufort et al. (1990)	
		(Sin Nombre) Prospecto de Zinc	18.09149	-63.04132	Zn, Pb	4				0	8	Eoceno	Christman (1953); Beaufort et al. (1990)
		(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18.0876	-63.03299	Cu	2				0	9	Eoceno	Christman (1953); Beaufort et al. (1990)
	Francia (Saint Martin)	(Sin Nombre) Prospecto de Hierro	18.0876	-63.07355	Fe, Cu	2			0	8	Eoceno	Christman (1953); Beaufort et al. (1990)	
		(Sin Nombre) Manifestacion de baritina	18.08455	-63.07882	baritina	9				0	9	Eoceno	Christman (1953); Beaufort et al. (1990)
		(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18.08233	-63.02827	Cu	2				0	7	Eoceno	Christman (1953); Kesler et al. (1975)

NÚMERO MAPA	PAIS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
	Francia (Saint Martin)	(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18,07177	-63,03049	Cu	2			0	9	Eoceno	Christman (1953); Beaufort et al. (1990)
	Francia (Saint Martin)	(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18,06594	-63,07271	Cu	2			0	7	Eoceno	Christman (1953); Kesler et al. (1975)
FR007	Francia (Saint Martin)	(Sin Nombre) Manifestación de oro	18,06316	-63,03521	Au	3			0	9		Christman (1953); Beaufort et al. (1990)
	Francia (Saint Martin)	(Sin Nombre) Prospecto de cobre	18,06066	-63,05938	Cu	2			0	7	Eoceno	Christman (1953); Kesler et al. (1975)
	Francia (Saint Martin)	(Sin Nombre) Prospecto de Hierro	18,06038	-63,00741	Fe, Cu	2			0	8	Eoceno	Christman (1953); Beaufort et al. (1990)
GR001	Granada	Kick-Em-anny	12,30127	-61,6379	Mn	5			0	10	Holoceno	Frank et al. (2006); Carey et al. (2016)
GU001	Guatemala	Extral (Fenix)	16,50077	-89,33339	Ni, EGP, Co	1	141 Mt	1,53% Ni, 0,04% Co	3	15	Guatemario	Carrington (1977)
GU002	Guatemala	Santa Cruz	15,68638	-89,21940	Ni	1	200 Mt	2,0% Ni	3	15	Guatemario	
GU003	Guatemala	Mayaniquel (Sechol, Chatala y otros)	15,56444	-89,70966	Ni	1	76,8 Mt (medido e indicado) y 38,2 Mt (inferido)	1,4% Ni, 0,05% Co (medido e indicado) y 1,34% Ni, 0,05% Co (inferido)	3	15	Guatemario	
	Guatemala	Oxoc	15,55081	-89,71674	Cu, Ag, Au	2	1 Mt	2,62% Cu	1	10	Cretácico inferior	Mosler et al. (1983)
GU004	Guatemala	Fénix/El Estor	15,52663	-89,39242	Ni	1	61,45 Mt (saproilita), 46,53 Mt (limonita)	1,49% Ni (saproilita), 1,1% Ni, 0,11% Co (limonita)	3	15	Guatemario	
GU005	Guatemala	Los Lirios	15,50081	-90,00006	Au, Sb	3	1,5 Mt	5,4 g/t Au	1	13	Cretácico superior	Collins y Keller (1969)
GU006	Guatemala	Annabella	15,44249	-91,76679	Au, Sb	3	5 Mt	2,6 g/t Au	1	13	Cretácico superior	ICAITI (1970)
GU007	Guatemala	Cicujpec	15,41082	-90,23008	Pb, Ag, Zn, Cd	4	0,4 Mt	298 g/t Ag, 13,6% Pb, 25,4% Zn	1	8		
GU008	Guatemala	Torion Hill (Distrito Chantala)	15,39711	-91,53456	Zn, Pb, Ag	4	1,9 Mt	7,3% Zn, 2,41% Pb, 14,35 g/t Ag	2	12	Cretácico superior (?)	Workman y Breede (2008)
GU009	Guatemala	Marlin	15,23925	-91,69229	Au, Ag	3	4,9 Mt (medido) y 32,7 Mt (indicado), 46,47 Mt (inferido)	33,8 g/t Au, 35,4 g/t Ag (medido), 1,88 g/t Au, 28,2 g/t Ag (indicado), 1,12 g/t Au, 25,2 g/t Ag (inferido)	2	9	Mioceno, Plioceno	Nelson (2007)
GU010	Guatemala	Distrito El Retiro	15,20973	-90,26818	Cr	1	40 Mt	48 a 51% Cr2O3	1	2		Roberts e Irving (1957)
GU011	Guatemala	Río Negro	15,09380	-90,44542	Ni	1		1,25% Ni, 0,04% Co	3	15	Guatemario	Roberts e Irving (1957)
	Guatemala	Distrito Pasaguas (Australia Nos. 1, 2 y 3)	14,93224	-90,10588	Cr	1		51 a 54% Cr2O3	0	2		Roberts e Irving (1957)
	Guatemala	Distrito Cabañas (Buenos Aires, San Juan, San Antonio)	14,82255	-89,81337	Cr	1			1	2		Roberts e Irving (1957)
	Guatemala	Buenos Aires	14,81168	-89,81340	Cr	1			0	2		Roberts e Irving (1957)
GU012	Guatemala	Tambor (Sastre, TBS y otras zonas)	14,80206	-90,30784	Au	3	3 Mt	2,84 g/t Au	1	13	Cretácico superior	
GU013	Guatemala	Distrito Jalapa (Corona, La Gringa, etc.)	14,75502	-89,98590	Cr	1	10,000 t	53% Cr2O3	1	2	Cretácico inferior	Roberts e Irving (1957)
GU014	Guatemala	Distrito Concepción Las Minas (La Ermita y Peñasco)	14,52889	89,46472	Pb, Ag, Zn	4	0,7 Mt	45,4 g/t Ag, 0,65% Cu, 0,71% Pb, 5,45% Zn	1	8		Guatemala Mineral, Mining Sector Investment and Business Guide (2013)
GU015	Guatemala	El Escobal	14,46902	-90,15696	Ag, Au, Pb, Zn	3	39 Mt	346 g/t Ag, 0,33 g/t Au, 0,72% Pb, 1,2% Zn	4	9	Mioceno superior	
GU016	Guatemala	Cerro Blanco	14,34694	-89,66956	Au, Ag	3	3,73 Mt	10,22 g/t Au, 36,5 g/t Ag	2	9	Mioceno, Plioceno	
HA001	Haiti	Jean Rabel	19,79894	-73,19796	Cu	2			0	7		Woodring et al. (1924)
HA002	Haiti	Casacas	19,60608	-72,9325	Cu, Fe	2	2 Mt	1,35% Cu	1	8	Cretácico superior	Herrnly y Brown (1986)
HA003	Haiti	Sermine	19,59644	-72,9712	Cu, Au, Ag	2			0	8		Woodring et al. (1924)
HA004	Haiti	Rhône	19,58889	-71,98889	Cu	2	327,3 Mt	0,44% Cu, 0,3 g/t Au	2	7	Cretácico superior	St Genevieve Resources Ltd. (2004)
HA005	Haiti	Bondie Glisse	19,57589	-72,95268	Cu, Au, Ag	2	189,5 Mt	0,3% Cu, 0,05 g/t Au	0	8		Woodring et al. (1924)
HA006	Haiti	Downray	19,55194	-71,94722	Cu	2			1	7	Cretácico superior	Hollister (1985); Bosc y Barrie (2013)
HA007	Haiti	Memé	19,51667	-72,70000	Cu, Au	2	1,5 Mt	2% Cu, 2 g/t Au	1	8	Cretácico superior	Mining Magazine (1989); Kesler et al. (1975); Louca (1990)
HA008	Haiti	Vallière	19,48167	-71,91666	Cu	1	84 Mt	0,44% Cu, 1,5 g/t Ag	1	7	Cretácico superior	Espalliat (1996); Valls (2016)
	Haiti	La Mièr (Savanne La Placé)	19,26194	-71,75452	Au, Ag, Cu	3		hasta 3,95 g/t Au	0	9	85 Ma	Melgar Paucá (2014)



NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPOSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
HO009	Haití	Monte Bossa	18.55000	-72.16670	Au, Ag	3	2.22 Mt	1.84 g/t Au	1	10		
HO010	Haití	Beaumont	18.48400	-73.96632	Al (bauxita)	6			0	15		Goldich y Bergquist (1948)
HO011	Haití	Grand Bois	18.38400	-74.28299	Ag, Au	3	4.85 Mt	2.24 g/t Au	1	10		Hollister (1986)
HO001	Honduras	Puerto Arturo	15.903860	-85.94775	Au	3			0	16		
HO002	Honduras	Laguna De Los Micos	15.800800	-87.63001	Fe, Ti, Ni	1			0	15		ICAITI (1970)
HO003	Honduras	Oda Grande	15.74410	-86.36054	Au	3			0	16		ICAITI (1970)
HO004	Honduras	El Dorado, Irióna	15.570810	-85.26995	Au	3			0	16		Roberts e Irving (1957)
HO005	Honduras	Arióna	15.081100	-87.38084	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
HO006	Honduras	Bufo	15.401720	-87.98848	caliza	7			0	12		ICAITI (1970)
HO007	Honduras	Cerro La Zona	15.408220	-88.33003	Ag, Au	3			0	13		Elvir (1979)
HO008	Honduras	La Mina Lagunitas	15.400260	-87.40529	Sb	10			0	13		
HO009	Honduras	Burdio	15.393040	-87.99863	Au	3			0	16		
HO008	Honduras	Santa María	15.75260	-87.13556	Au	3			0	13		
HO009	Honduras	El Caliche	15.366930	-88.31169	Au	3			0	13		
HO009	Honduras	Camalote	15.356380	-88.35142	Zn, Pb, Ag, Au	4			0	16		
HO009	Honduras	Las Minatas	15.355540	-88.31559	Au	3			0	16		
HO009	Honduras	Camalote	15.347490	-88.33225	Au	3			0	13		
HO009	Honduras	Arena Blanca	15.334430	-87.71029	Pb, Cu, Zn, Ag, Au	4			0	13		Alvarado et al. (2007)
HO009	Honduras	La Mina	15.332490	-88.00835	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	8		
HO009	Honduras	Potosí	15.324150	-88.50393	Au	3			0	16		
HO010	Honduras	San Esteban, La Jagua	15.304710	-85.70440	Au, Cu, Zn, Pb, Ag	3			0	13		Svanholm (1967)
HO011	Honduras	San Jose de Tenos	15.295550	-88.70726	Au	3			0	13		ONU (1974)
HO012	Honduras	El Oro	15.286660	-88.65632	Au	3			0	16		Elvir (1979)
HO012	Honduras	Peto	15.280830	-88.32003	Cu	2			0	8		ICAITI (1970); Roberts e Irving (1957)
HO013	Honduras	Cerro de Ochoa	15.278110	-87.54307	Sb	10			0	13		
HO014	Honduras	Chanccaya Cerro La Mina	15.263330	-87.39668	Au	3			0	6		
HO014	Honduras	La Cucuhilla	15.253610	-88.32225	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	9		Roberts e Irving (1957)
HO014	Honduras	Chiquila	15.230550	-88.58754	Au, Cu, Zn, Pb, Ag	3			0	13		JICA (1979)
HO014	Honduras	La Habana	15.230550	-87.34529	Cu, Ag, Au	2			0	6		Roberts e Irving (1957)
HO014	Honduras	Ramirez	15.213890	-87.02000	Ag, Au, Cu, Zn, Pb	4			0	16		
HO015	Honduras	Macuelizo, Viehas del Río	15.212220	-88.55476	Au, Cu	3	5.1 Mt	2.5 g/t Au	1	13	78.2 ± 2.0 y 66.9 ± 1.7 Ma	Meltinga Resources Ltd. (1990); JICA (2003); Kurihara et al. (2004)
HO015	Honduras	La Campana	15.194720	-87.30028	Au	3			0	6		
HO016	Honduras	Las Delicias	15.194160	-87.39529	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	8		
HO016	Honduras	Tegualjal	15.184720	-85.99996	Au	3			0	16		Roberts e Irving (1957)
HO016	Honduras	El Pitul	15.181940	-88.62954	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	8		PNUD (1973)
HO017	Honduras	Cerral de Piedras	15.181110	-87.32667	Zn, Cu, Pb, Ag, Au	4			0	8		
HO017	Honduras	Marmolera De Santa Rita	15.179160	-87.82058	caliza	7			0	12		
HO018	Honduras	La Capa	15.156110	-87.01028	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
HO018	Honduras	El Caracol	15.145830	-87.97724	Sb, Au	10			0	13		
HO018	Honduras	Campanario	15.145000	-88.72837	Fe, Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	8		ONU (1975)
HO018	Honduras	El Guanaaste	15.138610	-86.97639	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
HO019	Honduras	Cerro Lajas	15.113050	-88.77726	Zn, Au, Cu, Pb, Ag	4			0	9		ONU (1975)
HO019	Honduras	Paujiles	15.112770	-87.35640	Cu, Ag, Zn, Pb, Au	2			0	8		Svanholm (1967)
HO019	Honduras	Oda Sabana	15.109160	-85.68829	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	8		
HO019	Honduras	Cerro El Jicar	15.105830	-88.20225	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	9		
HO019	Honduras	Cerro Loma Alta	15.104160	-87.06472	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	8		
HO019	Honduras	San Antonio De Las Cruces	15.097500	-88.99672	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	11		
HO020	Honduras	Zona de La Laguna	15.095860	-88.34315	Cu, Au, Ag, Pb, Zn	2			0	11		
HO020	Honduras	Valle de la Laguna	15.093860	-88.34315	Cu, Au, Ag, Pb, Zn	2			0	11		
HO020	Honduras	Palma Real	15.091660	-88.59310	yeso	7			0	12		
HO021	Honduras	Cueva De Las Minillas	15.070840	-86.04997	Au	3			0	13		
HO021	Honduras	Cerro Porfido de Piedra	15.069730	-86.72943	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
HO022	Honduras	Cerro Tecocinte	15.050840	-86.69999	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
HO022	Honduras	Cerro La Mina	15.042510	-86.73638	Sb	10			0	13		Garton (1972)
HO023	Honduras	Quebrada Honda	15.024170	-88.41586	yeso	7			0	12		
HO023	Honduras	Protección	15.020840	-88.64643	bentonita	8			0	11		
HO023	Honduras	El Jimercito	15.020010	-88.77643	bentonita	8			0	11		Vicencio (1975)
HO024	Honduras	Quebrada de Omoa	15.013340	-88.29753	Ag, Cu, Hg	2			0	9		Roberts e Irving (1957)
HO024	Honduras	Yara, Yamala	15.007510	-88.41892	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2		1.66% Cu, 0.07% Hg, 20 g/t Ag	0	8		
HO024	Honduras	Venado	15.005010	-88.30003	Ag, Cu, Hg	2			0	9		Roberts e Irving (1957)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPOSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
H0025	Honduras	La Gobacha	15.000850	-86.77999	Au	3			0	9		ICATI (1970)
Honduras	Las Cruceas		14.995160	-86.65921	Sb	10			0	13		
Honduras	El Chimbo		14.964450	-86.39637	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	8		
Honduras	Narajito		14.951950	-88.68198	Hg	3			0	9		
H0026	Honduras	Cruz Grande	14.920840	-88.39197	Sb	10			0	13		
H0027	Honduras	Soledad	14.917540	-88.23333	Zn, Au, Pb, Ag	4			0	9		RTZ (1975)
Honduras	El Rosario		14.914450	-86.72656	Au, Cu, Zn, Pb, Ag	3			0	9		
H0028	Honduras	Cerro La Mina	14.911400	-86.26359	Ag, Au, Cu, Zn, Pb	4			0	16		Mining Magazine (1995)
Honduras	Minas De oro		14.900840	-87.21670	Cu, Au	2	27 Mt	0.8% Cu, 1.4 g/t Au	2	8		
Honduras	San Jose de Copan		14.898340	-88.70310	Sb	10			0	13		
Honduras	Guanacaste		14.884170	-86.74959	Cu, Ag	2			0	8		
Honduras	El Convento		14.870020	-86.89388	Au, Pb, Ag, Cu, Zn	3			0	9		
H0029	Honduras	El Mochito	14.864150	-88.07922	Pb, Zn, Cu, Ag	4	5.4 Mt medidas e indicadas y 3.86 Mt inferidas (2015), Recursos totales: 17.93 Mt	4.85% Zn, 1.72% Pb, 14.7 g/t Ag (medidas e indicadas) y 5.11% Zn, 1.38 % Pb, 35 g/t Ag (inferidas)	2	8		Mining Magazine (1976), McDoustone y Shoemaker (1971)
H0030	Honduras	Minas De Plata	14.853910	-87.33000	Ag, Au	3			0	8		
H0031	Honduras	El Portillo De Siales	14.831960	-87.02750	baritina	9			0	12		
Honduras	El Ocotillo		14.823350	-87.63279	Au	3			0	9		
Honduras	Pozo Escondido		14.823350	-87.63279	Au	3			0	9		
H0030	Honduras	Districto Minas de oro (Minas Viejas, Montecielo, Talancho)	14.823200	-87.39490	Au	3	11.7 Mt	0.8 g/t Au	1	8		
Honduras	Cuesta de Piedra		14.820070	-86.61914	Au	3			0	9		
Honduras	Pedernales		14.819740	-88.02335	Sb	10			0	13		ICATI (1970)
Honduras	Minas De oro		14.809180	-87.37001	Cu, Ag (Pb, Zn, Ag)	2			0	8		Roberts e Irving (1957)
Honduras	Benjamin		14.782240	-88.01196	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
H0031	Honduras	El Quetzal, Los Aguatele	14.780850	-88.97005	Sb, Au	10	575 t Sb		0	13	Cretácico superior	Roberts e Irving (1957)
Honduras	Las Flores Deposits (Copan Ruinas)		14.776960	-89.19144	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
H0032	Honduras	San Andrés	14.766410	-88.94477	Au, Ag	3	95 Mt	0.49 g/t Au	1	9	Mioceno	Kingston y Brown (1912); JICA (2003); Aura Mining (2017)
Honduras	Puente Del Diablo		14.766130	-88.35642	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2		4.38 % Cu, 4.17% Zn, 2.33 Ag, 0.21 Pt	0	8		
H0033	Honduras	El Caliche	14.753630	-88.25836	Sb	10			0	13		Kurihara et al. (2004)
Honduras	Qda Los Mendez		14.750850	-86.02997	Au	3			0	16		ICATI (1970)
Honduras	Cerro La Victoria		14.731960	-86.79055	Au, Fe, Cu, Zn, Pb, Ag	3			0	6		
Honduras	Matasano		14.725906	-88.28186	Ag	3			0	9		Kurihara et al. (2004)
H0034	Honduras	Quitigana	14.723630	-88.33753	Zn, Cu, Pb, Ag, Au	4	1.5 Mt	55 g/t Ag, 2.46% Zn, 2.17% Cu	1	8	Mioceno	Roberts e Irving (1957)
H0035	Honduras	El Cerrón	14.723070	-87.93835	yeso	7			0	12		
H0036	Honduras	Cerro San Jose	14.719740	-85.73857	Au, Cu, Zn, Pb, Ag	3			0	9		
H0037	Honduras	Chapaíral	14.715700	-88.01180	Au	3	6 Mt	1.67 g/t Au	1	13	Mioceno	
Honduras	Guamiles		14.710850	-86.52026	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	9		
Honduras	Corralitos		14.707240	-86.64666	Au	3			0	13		
Honduras	Piedra De La Mina		14.705850	-88.70393	Au, Cu, Zn, Pb, Ag	3			0	10		
Honduras	Protopaga		14.703350	-87.89308	Ag, Cu, Bb	2			0	9		Kurihara et al. (2004)
H0038	Honduras	Qda De Leon	14.683960	-86.78504	Sb	10			0	13		
Honduras	El Zapotal		14.680020	-87.97002	yeso	7			0	12		
Honduras	Cerro Mogote		14.667530	-86.35003	Cu, Zn	2			0	9		Roberts e Irving (1957)
H0039	Honduras	Santa Cruz	14.667530	-87.83335	Au	3			0	9		
Honduras	Yarconite		14.655580	-88.78754	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	6		
Honduras	El Trimache		14.650030	-86.41859	Au	3			0	16		
Honduras	Qda. El Guapote, San Francisco de Beccerra		14.648360	-85.97164	Au	3			0	16		
Honduras	La Mina		14.639750	-86.34609	Au	3			0	9		
Honduras	Pela Nariz		14.631690	-87.06083	Ag, Au	3			0	16		
Honduras	Gracias		14.600860	-88.51004	Pt	1			0	2		Quiring (1962)
H0040	Honduras	El Camello, Quebrada Obscura	14.598640	-87.12639	Ag, Pb, Zn	4		>100 g/t Ag, >1% Pb, >1% Zn	0	9	Mioceno	JICA (2003)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
H0041	Honduras	Galerías	14.584130	-86.566656	Au	3			0	16		
	Honduras	La Sidra	14.581140	-87.102722	Au	3			0	8		
H0042	Honduras	Opoteca	14.580860	-87.73002	Zn, Pb, Ag	4	1,3 Mt	0,17 g/t Au, 123 g/t Ag	1	8	Mioceno	CAITI (1970)
H0043	Honduras	Concordia	14.570860	-86.66999	Au, Cu, Zn, Pb, Ag	3			0	13		CAITI (1970)
H0044	Honduras	Palo Grande	14.560860	-86.16997	Au	3			0	13		CAITI (1970)
	Honduras	Guamaya	14.557250	-86.24248	Au	3			0	16		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Quebrada Guacamaya	14.556140	-86.25359	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
H0045	Honduras	Río Patuca	14.550860	-85.42996	Au	3			0	13		CAITI (1970)
	Honduras	Cerro El Obispo	14.550580	-86.48470	Ag, Au	3			0	13		Gosse (1990)
H0046	Honduras	Corquín	14.548640	-88.83754	Au	3			1	9		Berre y Gaboriau (1988)
H0047	Honduras	Ocoatl	14.527250	-86.38109	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cerro El Mozote	14.514750	-86.41248	Au	3			0	16		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cerro La Peña	14.511690	-86.28276	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Qda. La Garrapata	14.502800	-86.36970	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Qda La Garrapatos	14.494190	-86.36554	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Quebrada El Retiro	14.491690	-86.37776	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cerro El Caliche	14.480860	-86.36504	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cuesta de la Culebrina	14.477800	-88.88533	Cu, Au, Ag, Pb, Zn	2			0	9		
H0048	Honduras	El Durazno, El Calvario	14.475300	-88.79754	Sb	10			0	13	7,7 ± 0,2 Ma	Elvr (1983); Kurihara et al. (2004)
	Honduras	Cerro El Morro	14.473640	-86.40609	Au	3			0	13		
H0049	Honduras	Santa Lucía	14.471420	-89.03422	Ag, Cu	2	2,36 Mt	280 g/t Ag	2	9	Mioceno	
	Honduras	San Antonio, Jutilapa	14.466970	-86.36248	Au	3			0	16		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Río Paulya	14.460580	-85.49996	Au	3			0	13		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Hacienda Cofradía, Cueva del Gigante	14.458930	-86.60504	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	9		Kurihara et al. (2004)
	Honduras	Río Platamaras	14.457260	-86.39415	Au	3			0	13		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
H0050	Honduras	La Independencia, La Chacra	14.448930	-87.64279	Ag, Pb, Cu	4			0	12		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cerro Grande	14.448370	-89.03616	yeso	7			0	9		
H0051	Honduras	Aguiteca	14.445270	-87.29280	Fe	5			0	8		Oliver (1946); Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cerros de Loma Larga	14.437540	-87.21167	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
H0052	Honduras	Cañada Del Buley	14.426980	-86.91888	Au	3			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	El Tule	14.414480	-87.23806	Hg	3			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cerro Las Cabras	14.398370	-87.16139	Hg	3			0	9		CAITI (1970)
H0053	Honduras	Las Cuevas	14.398070	-89.01005	Zn, Pb, Ag	4			0	12		Stranhan (1940)
	Honduras	La Primera Sabana	14.384200	-87.20000	Hg	3			0	9		
	Honduras	El Playón	14.370870	-87.78502	Ag, Pb, Zn	4		hasta 0,8% Pb, 0,17% Sb, 0,44% Zn	0	9	6,4 ± 0,2 Ma	Elvr (1983); Kurihara et al. (2004)
H0054	Honduras	Coyolito	14.357810	-87.75919	Sb, Au	10		hasta 4,92% Sb	0	13	85,9 ± 2,1 Ma	Elvr (1983); Kurihara et al. (2004)
	Honduras	Tepanguare	14.352217	-87.72425	Ag, Pb, Zn	4		hasta 6,02% Pb, 0,21% Sb, 0,21% Zn	0	9	24,7 ± 0,6 a 18,4 ± 0,5 Ma	Kurihara et al. (2004)
H0055	Honduras	Socorro	14.350870	-87.45001	Ag, Au	3			0	9		McKinlay (1920)
	Honduras	Guachipilín, Guangolo	14.291700	-87.78752	Au	3			0	9		
H0056	Honduras	Chantón	14.289200	-87.73252	Au	3			0	9	2,52 ± 0,07 Ma	JICA (2003)
H0057	Honduras	Higuero Morado	14.277500	-86.83972	Pb, Ag, Zn	4		hasta 7,8% Pb, 8,65% Zn, >100 g/t Ag	0	10	Jurásico	JICA (2003)
H0058	Honduras	Casa Viejas	14.254210	-86.85055	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	9		
	Honduras	El Bosque	14.251112	-86.86367	Pb, Zn	4		hasta 5,8 g/t Ag, >1% Cu, hasta 3,5% Zn	0	9		Kurihara et al. (2004)
	Honduras	Quebrada Honda, DM Palmillas	14.249981	-86.23278	Au	3		hasta 27,8 g/t Au, <0,2 a 7,4 g/t Ag	0	13	206 ± 5 Ma	Kurihara et al. (2004)
H0059	Honduras	Erandique	14.248100	-88.44142	Opalo	11			0	9		
	Honduras	El Higuero	14.242820	-86.53887	Au	3			0	9		
H0060	Honduras	Río Sebobia	14.242270	-85.35689	Au	3			0	13		Haley (1941), Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Río Frio	14.240880	-86.11997	Au	3			0	16		CAITI (1970)
	Honduras	Travesías	14.240320	-86.51831	Au	3			0	9		
H0061	Honduras	El Rosario	14.221160	-87.08833	Au, Ag	3			0	6	67,0 ± 1,7 Ma	Carpenter (1954); JICA (2003)
H0062	Honduras	San Juanito	14.220300	-87.06520	Ag	3	7 Mt	629 g/t Ag, 3,65 g/t Au	2	9	Mioceno superior-Plioceno	Carpenter (1954); Nelson (2007); Nelson y Nietzen (2000)
	Honduras	El Lute	14.202270	-86.77305	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2		hasta >1% Cu	0	9		JICA (2003)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
	Honduras	Flor Azul Prospecto	14,201990	-86,87055	Mn	5			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	El Abacache	14,185980	-86,43970	Au, Ag	3			0	13		[CAITI (1970)]
HO063	Honduras	Las Animas	14,180050	-87,05889	Zn, Ag, Pb	4		hasta 87 g/t Ag, >0,1% Pb, hasta 0,2% Zn	0	10		Svanholm (1968); JICA (2003)
	Honduras	Districto Central	14,150980	-87,13333	Au, Ag	3			0	13		Lewis (1917)
	Honduras	Districto El Morral	14,134490	-88,62115	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2		hasta 0,9 g/t Au, >100 g/t Ag, hasta >1% Cu, >1% Pb, hasta 0,59% Zn	0	9		DGMH (1972)
HO064	Honduras	Santa Lucía y Valle De Angéles	14,118940	-87,11583	Ag, Pb, Cu, Zn	4			0	9		Widron (1984)
HO065	Honduras	Z.M. Pajarillo	14,113163	-86,48483	Au	3		<5 a >10g/t Au, hasta 58,2 g/t Ag, 0,5% Pb, 0,43% Zn	0	9		Kurihara et al. (2004)
HO066	Honduras	Agua Fría	14,103407	-86,58305	Au, Ag (Cu, Pb, Zn)	3			0	9		[CAITI (1970)]
	Honduras	Azacaalipita	14,098760	-87,88715	Hg, Cu, Ag	3			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Col. El Prado	14,078980	-87,20722	Sb	10			0	13		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	La Virgen	14,070880	-86,49998	Ag, Au	0			0	9		[CAITI (1970)]
	Honduras	Río Almondros	14,070880	-86,38998	Au	3			0	16		[CAITI (1970)]
	Honduras	El Zancudo	14,067550	-87,16667	Ag, Au	3			0	9		White (1918)
	Honduras	El Higuerito	14,050880	-87,14000	Au, Cu	3			0	9		Mining Journal (1996)
	Honduras	La Culebra	14,049490	-87,14806	Ag	3			0	9		Elvir (1983)
	Honduras	Villa Nueva	14,046690	-87,28220	Mn	5			0	9		Roberts e Irving (1957)
HO067	Honduras	San Antonio De Oriente	14,042280	-87,02694	Ag, Cu, Pb, Zn	4		hasta 2,59 g/t Au, 7,9% Pb, 2,32% Sb, 15,9% Zn	0	9	8,6 ± 0,2 Ma	Svanholm (1967); JICA (2003); Kurihara et al. (2004)
	Honduras	Tatumbilla	14,035330	-87,11889	Ag, Au	3			0	9		Roberts e Irving (1957)
HO068	Honduras	Pajarillos	14,011160	-86,46529	Au	3			0	9		JICA (2003)
	Honduras	Urdos	13,950880	-86,95000	Au, Ag	3			0	9		Anónimo (1939)
HO069	Honduras	Monserat Area	13,934220	-86,95000	Ag, Au	3			0	9		Anónimo (1939)
HO070	Honduras	Yuscarán (Cerro La Peña, El Picadillo, Guayabilas, San Luis, La Suiza, Mata de Pláteno, San Antonio, San Isidro)	13,917560	-86,84999	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	3		hasta 10 g/t Au, 1% Pb, 1% Zn	0	9	23,3 ± 0,6 y 22,6 ± 0,6 Ma	Kurihara et al. (2004)
	Honduras	El Pericón	13,900890	-86,84999	Au, Ag	3			0	9		Anónimo (1939)
	Honduras	Guayabilas	13,900890	-86,86566	Ag, Au	3			0	9		TAIMÉ (1939)
	Honduras	Cerro Bordo Amarillo	13,885330	-86,86443	Au	3	0,5 Mt	5 g/t Au, 690 g/t Ag	1	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Las Mititas	13,882280	-87,65195	Au	3			0	9		
HO071	Honduras	Guasucarán	13,874220	-87,36473	Au, Ag, Cu	3		55 g/t Au, 100 g/t Ag	0	9		Roberts e Irving (1957); JICA (2003)
	Honduras	Río Topope	13,870890	-87,55001	Ag, Au	3			0	9		[CAITI (1970)]
HO072	Honduras	Cerro de Guasucaran	13,868390	-87,37029	Ag	3		hasta 1,300 g/t Au, 0,3% Hg	0	9		PIVIN (1987); Mckinlay (1920); Elvir (1983)
	Honduras	Río del Ingenio	13,867560	-87,33334	Ag	3			0	9		TAIMÉ (1939)
	Honduras	Oda del Valle, Poza del Motate	13,855330	-87,43029	Au, Ag	3		<5 g/t Au, <0,2 g/t Ag	0	9		Kurihara et al. (2004)
	Honduras	Cerro de la Mina	13,843110	-86,46137	Au	3		55 g/t Ag, hasta 10 g/t Au, 1% Cu, 1% Pb, 1% Zn	0	7		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Amatillo No. 5	13,841180	-87,36084	Ag, Zn, Pb	4		>100 g/t Ag, >1% Cu, >1% Zn	0	9	12,6 ± 0,3 Ma	Roberts e Irving (1957)
HO073	Honduras	El Plomo	13,841180	-87,36084	Ag	3			0	9	10,8 ± 0,3	PIVIN (1987); JICA (2003); Kurihara et al. (2004)
	Honduras	Vititorino	13,834230	-87,50001	Au	3			0	9		Stranbaat (1940)
	Honduras	Las Lajillas, El Opopel	13,828680	-87,68112	Ag	3			0	9		Svanholm (1968)
	Honduras	El Naranjo	13,827570	-87,29334	Pb, Ag, Au, Cu, Zn	4			0	10		Kurihara et al. (2004); Nelson y Niezen (2000)
HO074	Honduras	La Victoria	13,817940	-87,58001	Au, Ag	3			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Cerro Las Lomas	13,817000	-87,25860	Mn	5			0	9		
	Honduras	La Esperanza Los Metates, Caridad, Valle	13,812010	-87,67529	Ag	3			0	9		Svanholm (1968)
	Honduras	El Hondable	13,806180	-87,65084	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	9		
HO075	Honduras	Adurasta	13,802570	-87,16472	bentonita	8			0	11		[CAITI (1970)]
	Honduras	Conchagua	13,800900	-86,45998	Au	0			0	9		[CAITI (1970)]
HO076	Honduras	Carboneras	13,800900	-87,25000	Ag, Au	3			0	9		[CAITI (1970)]
	Honduras	Laguna Seca	13,800900	-87,45001	Au, Ag	3			0	9		Stranbaat (1940)
	Honduras	Río La Sonta	13,794230	-87,35168	Cu, Au	3			0	7	19,1 ± 0,5 Ma	Kurihara et al. (2004)



NUMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 3)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
	Honduras	La Pochota	13.750900	-87.68223	Ag	3			0	9		
	Honduras	Aramecina Deposits	13.736460	-87.65834	Fe	5			0	8		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	San Lucas	13.718960	-86.97361	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	2			0	9		McKinlay (1920)
	Honduras	Lanque	13.717570	-87.61668	Au, Ag	3			0	9		Gosse (1990); Roberts e Irving (1957)
	Honduras	El Porvenir	13.702010	-87.26196	Au	3			0	9		
HO077	Honduras	Moramulca	13.697510	-87.20611	Cu, Ag, Au, Zn, Pb	2			0	9		
	Honduras	El Portillo Del Oro	13.677840	-87.63890	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	3			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	El Coyul	13.667570	-87.65329	Ag, Au	3			0	9		Roberts e Irving (1957)
HO078	Honduras	Cerro de San Antonio	13.621470	-87.32333	Mn	5			0	9		Roberts e Irving (1957)
HO079	Honduras	Cuyul Jiata	13.617880	-87.65001	Pb, Ag	4			0	10		TAME (1989)
	Honduras	Tental	13.587020	-87.09389	Mn	5			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	El Tapalado	13.586470	-87.09444	Mn	5			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Las Marias	13.579240	-87.09333	Mn	5			0	9		Roberts e Irving (1957)
	Honduras	Quebrada de agua	13.578690	-87.09389	Mn	5			0	9		Roberts e Irving (1957)
HO080	Honduras	El Tronco	13.514240	-87.59640	Au	3	0.185 Mt / 0.125 Mt	8.5 g/t Au / 6.2 g/t Au	1	9		Nelson y Nielsen (2000)
	Honduras	Cerro del Garrobo	13.434240	-86.99999	Ag, Au	3			0	9		McKinlay (1920)
HO081	Honduras	San Martín	13.425360	-87.26778	Au, Ag	3	34.9 Mt	0.86 g/t Au	2	9	23.6 ± 0.6 Ma	Roberts e Irving (1957); JICA (2003)
	Honduras	Guadalupe	13.209320	-86.87999	Au, Ag	3			0	9		ICAITI (1970)
	Honduras	El Corruso	13.280920	-87.02000	Au, Ag	3			0	9		Gosse (1990); Roberts e Irving (1957)
	Honduras	El Porvenir	13.267890	-86.91666	Au	3			0	9		
HO082	Honduras	Rio Chuluteca	13.267390	-87.18333	Pt	1			0	16		Quiring (1962)
	Honduras	La Peña	13.264250	-86.93166	Au	3			0	9		Gosse (1990)
	Honduras	Concepcion de Maria	13.234250	-86.98333	Ag, Au	3			0	9		
HO083	Honduras	El Palito	13.210930	-87.01000	M	3			0	9		ICAITI (1970)
HO084	Honduras	Los Lirios	13.034945	-87.09678	Cu, Au	2		0.25-0.45% Cu, 0.53 a 0.98 g/t Au	0	7	12.7 ± 0.3 Ma	JICA (2003); Kurihara et al. (2004); Gray et al. (2010)
JA001	Jamaica	Noranda - mina St. Ann	18.35333	-77.39861	Al (bauxita)	7			3	15		Drakopoulos (2018)
JA002	Jamaica	Lydford - Ewarton	18.27278	-77.07528	Al (bauxita)	6			0	16		Kaiser Engineers (1988); Mining Magazine (1989); Waigh y Pincock (1987); Drakopoulos (2018)
JA003	Jamaica	Golden Grove Beach	18.26651	-76.72445	Ti, Fe	1			0	16		Zans (1951)
JA004	Jamaica	Barbacoa River	18.13541	-76.63788	Cu	2			0	11		Fenton (1987)
JA005	Jamaica	Pennants (Proyecto Main Ridge)	18.11722	77.31777	Au	3	0.1 Mt	13.9 g/t Au	1	9		C3 Metals Inc. (2020)
JA006	Jamaica	Shooters Hill Cantera	18.09389	-77.47833	caliza	7			0	12		Hughes (1973)
JA007	Jamaica	Districto Bellas Gate (Camel Hill, Connors, Ginger Ridge)	18.06972	77.16388	Cu	2	13 Mt	0.35% Cu, 0.17 g/t Au	1	7		Barrie (2015)
JA008	Jamaica	Alpart Nain - mina	17.97444	-77.47527	Al (bauxita)	6			0	15		Drakopoulos (2018)
JA009	Jamaica	Brooks	17.96263	-76.66390	yeso	7			0	12		Allen et al. (1987)
JA010	Jamaica	Mt. Oliphant	17.95875	-76.67251	yeso	3			3	12		Allen et al. (1987)
JA011	Jamaica	Wards Bay	17.94611	-77.55000	Al (bauxita)	6			3	15		Metals Week (1995); Drakopoulos (2018)
JA012	Jamaica	Rio Minho	17.87070	-77.56697	Ti, Fe	1			0	16		Zans (1951)
ME001	México	Planta Las Coloradas	17.78820	-77.28918	Fe, Ti	1			0	16		Zans (1951)
ME002	México	Celsidón	21.605404	-88.004750	cloruro de sodio	7			0	12		Miranda-Huerta et al. (2006)
ME003	México	La Valeriana	20.817126	-80.100060	cloruro de sodio	7			0	12		Cardoso-Vázquez et al. (2005)
ME004	México	Jaltipan	18.914275	-89.138954	yeso	7			0	12		Zarate-López et al. (2005)
ME005	México	Almagres, El Palotal	17.968520	-94.752569	azufre, cloruro de sodio y yeso	7	1.5 Mt		0	12		Aguilera-Martínez et al. (2000)
ME006	México	Santa Fé (La Victoria, El Cobre, San Sebastián, Santa Fe)	17.789595	-94.923754	Fe	5		31 a 46% Fe	0	12		Martínez-Hernández et al. (2005); Ramírez-Chavez y Bahena-Estrada (2017)
ME007	México	Ikuatán (Cerro La Mina)	17.347763	-93.016537	Ag, Au, Pb, Cu, Zn	4	0.4 Mt	0.6% Cu, 2.6g/t Au, 120g/t Ag, 1.30% Pb	0	7	2.29 y 2.24 Ma	Damon et al. (1993); Valencia-Moreno et al. (2007); Barton et al. (1995)
ME008	México	Simojovel	17.261947	-93.070573	Cu, Mo, Au, Ag	2	15.7 Mt	1.84 g/t Au, 7.79 g/t Ag	0	7	ca. 2.8 Ma	Fortune Bay Ltd (2018), Miranda-Gasca et al. (2005)
ME009	México	Santa Marta	17.142906	-92.723653	ámbar	11	842.500 m³		0	12		Cartillales-Aguilar et al. (1998); Riquelme y Méndez-Acuña (2016)
ME010	México	El Carmen	16.572841	-94.375963	Cu, Au	2		11.1% Cu, 3 g/t Au	0	10		Muratum Gold Inc. (2018)
	México		16.409665	-94.114685	Fe	5	1 Mt	65% Fe	0	8		Montesinos-Hernández et al. (1979); Damon y Montesinos (1979); Clark y Rich (2009)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
ME011	México	Citala de oro	16,388982	-94,225654	Au, Ag	3	Potencial 2, Moz Au eq		0	13	Cretácico, Paleógeno	JC Mining (2018)
ME012	México	Cerro Colorado, Cerro Bustillos	16,265380	-93,944633	Fe	5	1,703.52t	11.10% FeO, 38.46% Fe2O3	0	8	Mioceno (12.7 Ma)	Montesinos y Virgen-Magaña (1983), Camprubi (2009, 2013), Jiménez et al. (2004)
ME013	México	Nueva Morella	15,709653	-92,447928	Pb, Zn	4			0	10	Cretácico, Paleógeno	Jiménez et al. (2004)
ME014	México	San Antonio Miramar	15,662353	-92,999568	Au, Ag	3			0	13	Mioceno ?	Jiménez et al. (2004)
ME015	México	La Cristina	15,416449	-92,714640	Ti	1			0	6	Cámbrico, Devónico	Jiménez et al. (2004); Hernández-Jiménez et al. (2005)
ME016	México	Tollmán	15,331375	-92,306955	Cu, Mo, (Au)	2		<0.8% Cu	0	7	Mioceno (5.75 Ma)	Damon et al. (1983); Valencia-Moreno et al. (2007); Barton et al. (1995)
NI001	Nicaragua	Coco	14,56753	-84,29594	Au, Ag	3	11.3 Mt	1.7 g/t Au, 25 g/t Ag	1	9	Mioceno	Middleton y Campbell (1979)
NI002	Nicaragua	Rio Coco	14,31115	-85,20356	Au	3			0	16		Roberts e Irving (1957)
NI003	Nicaragua	Estern Borosi	14,04006	-84,24277	Au, Ag	3	3.2 Mt	6.03 g/t Au, 104 g/t Ag	1	9	Cretácico-Paleoceno?	Ciuculescu (2018)
NI004	Nicaragua	Monte Carmelo	13,96756	-84,21660	Fe, Cu	2			0	8		ICAITI (1970)
NI005	Nicaragua	Bonanza Au, Ag	13,93419	-84,43323	Ag, Au	3	0.23 Mt	7.61 g/t Au	1	9	Cretácico-Paleoceno?	Burn (1969)
NI006	Nicaragua	Vesubio Pb, Zn	13,93089	-84,54593	Au, Ag	3	1.58 Mt	2.74 g/t Au	1	9	Mioceno	
NI007	Nicaragua	Rosita	13,91756	-84,39993	Ag, Au, Cu	3	11.9 Mt	8.2 g/t Au, 1.48% Cu	2	8	Cretácico-Paleoceno?	ICAITI (1970)
NI008	Nicaragua	Primavera	13,84889	-84,40012	Cu, Au	2	45 Mt	0.54 g/t Au, 0.22% Cu	2	7	Cretácico-Paleoceno?	
NI009	Nicaragua	Murra	13,75923	-86,00136	Au	3			0	9	Cretácico-Paleoceno?	ICAITI (1970)
NI010	Nicaragua	La Luz, Suna	13,73931	-84,78056	Ag, Au	3	8.8 Mt	2.6 g/t Au	1	8	Cretácico-Paleoceno?	
NI011	Nicaragua	La Luna, Cerro Aeropuerto	13,72572	-84,77607	Au, Ag	3	8.6 Mt	3.02 g/t Au, 1.5 g/t Ag		9	Cretácico-Paleoceno?	
NI012	Nicaragua	San Albino	13,68840	-86,08608	Au, Ag	3	0.08 Mt	17 g/t Au	1	13	Mioceno superior	ICAITI (1970)
NI013	Nicaragua	San Juan Teplaneca	13,52869	-86,22776	Au, Ag	3			0	9		ICAITI (1970)
NI014	Nicaragua	Quillal	13,50091	-85,98330	Au	3			0	16		ICAITI (1970)
NI014	Nicaragua	Palaraquina (La Cadena)	13,47591	-86,48331	Sb	10			0	13		ICAITI (1970)
NI015	Nicaragua	La Reina	12,97094	-85,82397	Ag, Au	3	0.5 Mt	6.51 g/t Au	1	9		ICAITI (1970)
NI015	Nicaragua	El Limón	12,75095	-86,73610	Au, Ag	3	1.7 Mt	4.2 g/t Au	1	9	Mioceno superior	ICAITI (1970)
NI016	Nicaragua	La India, Mestiza	12,75095	-86,29998	Au, Ag, Cu	3	18.1 Mt	4 g/t Au	2	9	Mioceno superior-Plioceno	ICAITI (1970)
NI017	Nicaragua	Talavera	12,75095	-86,74000	Au	3	1.2 Mt	7.17 g/t Au	1	9	Mioceno superior	
NI018	Nicaragua	Cerro Mojon (La Libertad)	12,23639	-85,19583	Au	3	14.1 Mt	2.2 g/t Au	2	9	Mioceno superior	
PR001	Paises Bajos (Aruba)	El Topaco	12,08431	-84,58326	Au, Co	3	0.5 Mt	6.51 g/t Au	1	9	Mioceno superior	Halcapet (1980)
PR002	Paises Bajos (Curacao)	Balahi	12,48278	-69,97278	Au	3			[1, 2?]	9		Kesler (1973)
PR002	Paises Bajos (Curacao)	Mina de Fosfato Curacao	12,16096	-68,92554	fosfatos	7			[1, 2?]	12		Orris y Chernoff (2002)
PR003	Paises Bajos (Curacao)	(Sin nombre) Deposito de Fosfato	12,06597	-68,82398	fosfatos	7			[1, 2?]	12		Torres (1990)
PR004	Paises Bajos (Sint Maarten)	(Sin Nombre) Manifestacion de Mangnesio	18,06316	-63,01605	Mn	5				10	Eoceno a Oligoceno	Christman (1953)
PR004	Paises Bajos (Sint Maarten)	(Sin Nombre) Manifestacion de baritina	18,03149	-63,03688	(baritina)	9				9		Christman (1953)
PR004	Paises Bajos (Sint Maarten)	(Sin Nombre) Manifestacion de Fosfato	18,03066	-63,09355	fosfatos	7			[1, 2?]	12	Mioceno	Christman (1953)
PR004	Paises Bajos (Sint Maarten)	(Sin Nombre) Manifestacion de Fosfato	18,03038	-63,09132	fosfatos	7			[1, 2?]	12	Mioceno	Christman (1953)
PR004	Paises Bajos (Sint Maarten)	(Sin Nombre) Manifestacion de Fosfato	18,02899	-63,09216	fosfatos	7			[1, 2?]	12	Mioceno	Christman (1953)
PR005	Paises Bajos (Sint Maarten)	(Sin Nombre) Prospecto de Mangnesio	18,02288	-63,07049	Mn, (Au)	5			[1, 2?]	10	Eoceno a Oligoceno	Christman (1953)
PA001	Panamá	Palmita	8,903577	-80,76506	Au, Cu, Ag	3	38 Mt	0.53 g/t Au, 0.24 % Cu y 0.81 g/t Ag	1	7	Oligoceno superior, Plioceno	Camus (2013)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACIÓN (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
	Panamá	Medio	8,84336	-80,67625	Cu, Mo, Au	2	252 Mt	0,26 % Cu, 0,005 % Mo, 0,03 g/t Au y 1,18 g/t Ag	2	7	29 - 28 Ma Oligoceno inferior	Gray et al (2015); Baker et al. (2016)
PA002	Panamá	Collina	8,83840	-80,69085	Cu, Mo, Au	2	1157 Mt	0,37 % Cu, 0,007 % Mo, 0,06 g/t Au y 1,54 g/t Ag	3	7	31,4 ± 0,3 Ma (Oligoceno inferior)	Gray et al (2015); Seppy Dillies (2018)
	Panamá	Botija	8,83836	-80,69493	Cu, Mo, Au	2	1160 Mt	0,37 % Cu, 0,007 % Mo, 0,07 g/t Au y 1,12 g/t Ag	3	7	29 - 28 Ma Oligoceno inferior	Gray et al (2015); Seppy Dillies (2018)
	Panamá	Balboa	8,83163	-80,71036	Cu, Mo, Au	2	726 Mt	0,34 % Cu, 0,002 % Mo, 0,06 g/t Au y 1,33 g/t Ag	3	7	29 - 28 Ma Oligoceno inferior	Gray et al (2015); Baker et al. (2016)
	Panamá	Botija Abajo	8,82341	-80,62398	Cu, Mo, Au	2	181 Mt	0,29 % Cu, 0,004 % Mo, 0,06 g/t Au y 1,05 g/t Ag	2	7	29 - 28 Ma Oligoceno inferior	Gray et al (2015); Cameron et al. (2012); Baker et al. (2016)
	Panamá	Valle Grande	8,82301	-80,68172	Cu, Mo, Au	2	965 Mt	0,33 % Cu, 0,006 % Mo, 0,04 g/t Au y 1,28 g/t Ag	3	7	29 - 28 Ma Oligoceno inferior	Gray et al (2015); Baker et al. (2016)
	Panamá	Brazo	8,81257	-80,63539	Cu, Mo, Au	2	304 Mt	0,32 % Cu, 0,004 % Mo, 0,04 g/t Au y 0,79 g/t Ag	2	7	29 - 28 Ma Oligoceno inferior	Gray et al (2015); Baker et al. (2016)
PA003	Panamá	Molejón	8,79856	-80,64337	Au, Ag	3	34,9 Mt	0,76 g/t Au y 1,57 g/t Ag	2	9	29 - 28 Ma Oligoceno inferior	Archibald et al. (2011); Baker et al. (2016)
PA004	Panamá	Cerro Chorchá	8,64918	-82,10078	Cu, Au, Ag	2	201,9 Mt	0,49 % Cu, 0,07 g/t Au, 1,28 g/t Ag	2	7	Mioceno, Plioceno	Drueler y arenaeur (2008)
PA005	Panamá	Cerro Colorado	8,55116	-81,81657	Cu, Mo, Au	2	3730 Mt	0,39% Cu, 0,015 % Mo, 5,2 g/t Ag, 0,08 g/t Au	4	7	Mioceno tardío, Plioceno	<a href="https://mrdata.usgs.gov/mrds/show_mrds.php?dep_id=10182145">https://mrdata.usgs.gov/mrds/show_mrds.php?dep_id=10182145</a> Cooke et al. (2005)
PA006	Panamá	Santa Rosa	8,30444	-81,22200	Au, Ag	3	17,78 Mt	0,77 g/t Au y 2,51 g/t Ag	1	9	Mioceno (17,5 Ma)	Hoag y Sharma (2011)
PA007	Panamá	Alto De La Mina	8,29848	-81,12126	Au, Ag	3	5,34 Mt	1,33 g/t Au y 4,09 g/t Ag	1	9	Mioceno (17,5 Ma)	Hoag y Sharma (2011)
	Panamá	Remance	8,29395	-80,99067	Au, Ag	3	0,25 Mt	5 g/t de Au	1	9		Nelson y Nietzen (2000); Wielinski (1969); <a href="https://mrdata.usgs.gov/mrds/show_mrds.php?dep_id=10057404">https://mrdata.usgs.gov/mrds/show_mrds.php?dep_id=10057404</a>
PA008	Panamá	Cerro Quemá	7,56104	-80,51457	Au, Cu	3	9,16 Mt (incluye los depósitos La Mesita, Quemá Y Quemita)	0,72 g/t Au y 0,07 % Cu (incluye los depósitos La Mesita, Quemá Y Quemita)	1	9	Entre 54,8±1,2 Ma y 49,5±0,2 Ma (Eoceno temprano)	P&E Mining Consultants Inc., Golder Associates Inc. y Keppes, Cassidy and Associates (2014); Corral (2013); Corral et al. (2017)
	Panamá	La Mesita	7,56037	-80,52755	Au, Cu	3			1	9	Entre 54,8±1,2 Ma y 49,5±0,2 Ma (Eoceno temprano)	P&E Mining Consultants Inc., Golder Associates Inc. y Keppes, Cassidy and Associates (2014); Corral (2013); Corral et al. (2017)
	Panamá	Quemita	7,55896	-80,51843	Au, Cu	3			1	9	Entre 54,8±1,2 Ma y 49,5±0,2 Ma (Eoceno temprano)	P&E Mining Consultants Inc., Golder Associates Inc. y Keppes, Cassidy and Associates (2014); Corral (2013); Corral et al. (2017)
	Panamá	La Pava	7,55166	-80,54803	Au, Cu	3	26,8 Mt	0,58 g/t Au y 0,14 % Cu	1	9	Entre 54,8±1,2 Ma y 49,5±0,2 Ma (Eoceno temprano)	P&E Mining Consultants Inc., Golder Associates Inc. y Keppes, Cassidy and Associates (2014); Corral (2013); Corral et al. (2017)
PA009	Panamá	Cerro Azul	9,28333	-79,38333	Cu	2			0	7	61,5±3,40, 70 Ma	Keeler et al. (1977); Nelson (1995); <a href="https://mrdata.usgs.gov/porcu/show_porcu.php?rec_id=407">https://mrdata.usgs.gov/porcu/show_porcu.php?rec_id=407</a>
PA010	Panamá	Río Pito	8,63333	-77,56667	Cu, Mo, Au	2	180 Mt	0,6% Cu	3	7	48,45±0,55 Ma	Keeler et al. (1977); Nelson (1995); <a href="https://mrdata.usgs.gov/porcu/show_porcu.php?rec_id=413">https://mrdata.usgs.gov/porcu/show_porcu.php?rec_id=413</a> ; Naciones Unidas (1972)
PR001	Puerto Rico	Huellito	18,48805	-65,83536	Fe	5			0	16	Plioceno, Holoceno	Bawiec (1998); Coxy y Briggs (1973); Guillou y Glass (1957)
PR002	Puerto Rico	La Boca	18,48777	-65,54280	Fe, Ti	1			0	16	Plioceno, Holoceno	Bawiec (1998); Coxy y Briggs (1973); Guillou y Glass (1957)
PR003	Puerto Rico	La Marina	18,47166	-66,71003	Fe	5			0	16	Plioceno, Holoceno	Bawiec (1998); Coxy y Briggs (1973); Guillou y Glass (1957)
PR004	Puerto Rico	Río Cocal	18,46750	-66,22752	Fe	5			0	16	Plioceno, Holoceno	Bawiec (1998); Coxy y Briggs (1973); Guillou y Glass (1957)
PR005	Puerto Rico	Arenal	18,46509	-66,75114	cuadro	8			0	11	Pleistoceno	Monroe (1963)
PR006	Puerto Rico	Laguna Tortuguero	18,46509	-66,44085	cuadro	8			0	11	Pleistoceno, Holoceno	Monroe (1962)
PR007	Puerto Rico	Canteras Aguadilla, 1	18,44482	-67,14531	caliza (ultra, pura)	7			0	12	Mioceno temprano	Monroe (1969)
	Puerto Rico	Canteras Aguadilla, 2	18,44371	-67,14615	caliza (ultra, pura)	7			0	12	Mioceno temprano	Monroe (1969)
PR008	Puerto Rico	Cantera Jocabliff	18,43565	-66,41346	caliza (alto calcio)	7			0	12	Mioceno temprano	Monroe (1962)
PR009	Puerto Rico	Aruada	18,40611	-65,96222	caolín	8			3	10	Pleistoceno	Patterson y Murray (1984)
PR010	Puerto Rico	La Morda	18,36316	-67,01717	Mn, bentonita	5	12 Mt	70% caolinita	0	7	Eoceno	Bawiec (1998); Coxy y Briggs (1973); Cox et al. (1973)
PR011	Puerto Rico	Mina Constanza	18,33988	-66,11369	Cu, Mo	2			0	7	Eoceno	Bawiec (1998); Coxy y Briggs (1973); Cox et al. (1973)
	Puerto Rico		18,33593	-66,03289	Cu	2			0	9	Eoceno	Bawiec (1999); Coxy y Briggs (1973); Nelson (1967)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
PRO12	Puerto Rico	Florida	18.33501	-66.55848	Al (bauxita)	6			0	15	Mioceno temprano, Holoceno	Patterson (1967)
PRO13	Puerto Rico	Barrio Pasto	18.28955	-66.43363	Cu, Ag	2			0	9	Cretácico tardío	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Mitchell (1954)
	Puerto Rico	Laundry Creek	18.28955	-66.88836	Cu	2			0	7	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Cox (1985); Cox et al. (1973)
PRO14	Puerto Rico	Palos Blancos	18.28844	-66.28574	Au	3			0	16	Plioceno, Holoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO15	Puerto Rico	Valle Del General (Kennedy bauxita concession)	18.27700	-66.32389	Al (bauxita)	6			0	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Patterson (1967)
PRO16	Puerto Rico	Copper Creek	18.27149	-65.08203	Cu	2			0	7	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Cox (1985)
PRO17	Puerto Rico	La Mina, Rio Blanco	18.26177	-65.80045	Cu, Au, Ag, Fe	2			0	8	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO18	Puerto Rico	Tanama	18.25986	-66.78977	Cu (Au, Ag)	2	1.26 Mt	0.64 % Cu	2	7	Eoceno (44.5 Ma)	Bawiec (1999); Cox et al. (1973); Kesler et al. (1975); Kesler (1978); Weaver (1992); Pease (1966)
PRO19	Puerto Rico	Lupillo	18.25066	-65.74545	Au	3			0	16	Plioceno, Holoceno	Bawiec (1999); Barabos (1982);
PRO20	Puerto Rico	Helecto	18.24453	-66.79947	Cu, Au, Ag	2			0	7	Eoceno (46.6 Ma)	Bawiec (1999); Barabos (1982);
PRO21	Puerto Rico	Maney	18.24399	-65.95334	Cu, Fe, Au	2			0	8	Cretácico tardío	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO21	Puerto Rico	Cerro La Tiza	18.24372	-66.18279	caolín, talco, esteatita, cuarzo, (Au, Al, K, Cu)	8			0	9	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Hildebrand y Smith (1959)
	Puerto Rico	Escuela	18.24177	-65.96473	Fe, Cu	2			0	8	Cretácico tardío	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO22	Puerto Rico	Mina Keystone	18.23899	-65.95612	Cu, Fe	2			0	8	Cretácico tardío	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Broedel (1966)
PRO23	Puerto Rico	Sin Nombre [39, 1]	18.23372	-65.85889	baritina	9			0	9	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Broedel (1966)
PRO24	Puerto Rico	Sin Nombre [39, 1]	18.23372	-65.85889	baritina	9			0	9	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO25	Puerto Rico	Rio Caliente	18.21316	-66.29807	Au	3			0	16	Plioceno, Holoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Briggs y Gelbert (1962)
PRO26	Puerto Rico	Rio Santiago	18.20205	-66.09089	Au, Cu	3			0	7	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO27	Puerto Rico	Piedra Hueca (Rio Vivi)	18.19788	-66.68614	Cu	2	33 Mt	0.82 % Cu	2	7	Cretácico tardío	Bawiec (1999); Barabos (1982); Kesler (1978); Cox y Briggs (1973); Schellens et al. (2005)
PRO28	Puerto Rico	Sapo Alegre	18.19788	-66.67864	Cu, Mo	2			0	7	Eoceno	Bawiec (1999); Barabos (1982); Cox y Briggs (1973); Cox et al. (1973); Cox et al. (1975)
PRO29	Puerto Rico	Deposito No. 3	18.19566	-65.84167	Fe, carbonato (lito calico)	7			0	8	Cretácico tardío	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO30	Puerto Rico	Island Queen	18.19483	-66.17057	Pb, Zn, Cu, Au	4			0	9	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO31	Puerto Rico	Caña Abajo (Rio Vivi)	18.18955	-66.68003	Cu, Au, Ag	2	71 Mt	0.82 % Cu	2	7	Eoceno (44.4 Ma)	Bawiec (1999); Barabos (1982); Bradley (1971); Kesler et al. (1975); Kesler (1978); Cox y Briggs (1973); Cox et al. (1973)
PRO32	Puerto Rico	Las Mesas	18.18677	-67.10365	Ni, Fe, Co, Cr	1	25 Mt	0.81 % Ni y 0.12 % Co	2	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Case (1981); Cox y Briggs (1973); Haldenreich y Reynolds (1959); Weaver (1992)
PRO33	Puerto Rico	Humacao	18.18399	-65.86612	Cu, Fe, Mo	2			0	7	Cretácico tardío	Bawiec (1999)
PRO34	Puerto Rico	Punta Guanajibo 1 & 2	18.16456	-67.17642	Ni, Fe, Co, Cr	1	2.1 Mt	1.03 % Ni y 0.07 % Co	2	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Haldenreich y Reynolds (1959); Weaver (1992)
PRO35	Puerto Rico	Rosario Norte	18.16316	-67.02865	Ni, Fe, Co, Cr	1	4.8 Mt	0.85 % Ni y 0.07 % Co	2	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Haldenreich y Reynolds (1959); Weaver (1992)
PRO36	Puerto Rico	Rosario Sur	18.14928	-67.01837	Fe, Co, Cr, Ni	1	1.1 Mt	0.71 % Ni y 0.06 % Co	2	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Haldenreich y Reynolds (1959); Weaver (1992)
PRO37	Puerto Rico	Maricao Oeste y Las Tetras De Cerro Gordo Oeste	18.14789	-66.98004	Co, Ni, Fe, Cr	1	5 Mt	0.98 % Ni y 0.10 % Co	2	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Haldenreich y Reynolds (1959); Weaver (1992)
PRO38	Puerto Rico	Maricao Este y Las Tetras De Cerro Gordo Este	18.13817	-66.96504	Ni, Fe, Co, Cr	1	5 Mt	1.08 % Ni y 0.11 % Co	2	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Haldenreich y Reynolds (1959); Weaver (1992)
PRO39	Puerto Rico	Guamalbo	18.13456	-67.16142	Ni, Fe, Co, Cr, (EGP)	1	46.8 Mt	0.88 % Ni y 0.08 % Co	0	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Case (1981); Cox y Briggs (1973); Haldenreich y Reynolds (1959); Weaver (1992)
PRO40	Puerto Rico	Gatti	18.13095	-66.73391	Mn	5			0	10	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PRO41	Puerto Rico	Cueva del Norte	18.12206	-67.86538	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO42	Puerto Rico	Cueva de Espinal	18.11666	-67.82117	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO43	Puerto Rico	Cueva del Toro	18.11165	-67.87511	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO44	Puerto Rico	Cueva de Frio	18.11134	-67.95061	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO45	Puerto Rico	Cueva El Gato	18.11333	-67.93117	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO46	Puerto Rico	Cueva del Rillo	18.11277	-67.88644	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO47	Puerto Rico	Cueva de La Esperanza	18.11194	-67.93422	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO48	Puerto Rico	Rio Cuyon	18.11177	-66.24529	Cu, (Mo)	2			0	7	Eoceno (48 Ma)	Bawiec (1999); Kesler et al. (1975); Cox y Briggs (1973); Cox et al. (1973)
PRO49	Puerto Rico	Cueva del Capitan	18.10623	-67.09345	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO50	Puerto Rico	Cueva del Esqueleto	18.10067	-67.93561	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)
PRO51	Puerto Rico	Cueva del Diamante	18.09706	-67.93672	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Sellers (1972)



NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
	Puerto Rico	Cueva de Las Coetias	18.094	-67.84194	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
PR036	Puerto Rico	Cueva de La Cucaracha	18.09011	-67.93811	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva Negra	18.08817	-67.93894	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva al Lado del Faro	18.08789	-67.84422	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva de Las Cuevas	18.08734	-66.47503	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Glover y Matson (1973)
	Puerto Rico	Cueva del Lirio	18.08511	-67.94378	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
PR037	Puerto Rico	Barrio Tibes, Rio Portugues	18.08400	-66.06328	Fe, Cu	2			0	8	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Mitchell (1954)
	Puerto Rico	Cueva del Basuneru	18.08373	-67.95006	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva del Obangle	18.08345	-67.93811	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Mina Guayabal	18.08261	-66.45847	Cu	2			0	9	Eoceno	Glover y Matson (1973)
PR038	Puerto Rico	Cerro Avispa	18.07706	-66.19668	Au, Ag	3			0	9	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Weaver (1992)
PR039	Puerto Rico	Mina Juana Diaz	18.07150	-66.46475	Mn	5			0	10	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973); Weaver (1992)
	Puerto Rico	Cueva de Los Pajaros	18.06845	-67.86636	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva de La Casa de Erickson	18.06511	-67.86783	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva del Limon	18.06456	-67.90333	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva de Dona Genia Arriba	18.06261	-67.90283	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
PR040	Puerto Rico	Minillas, San German	18.06039	-66.09567	Zn, Pb, Cu, Au, Ag	4			0	9	Eoceno	Bawiec y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva de La Playa Brava	18.05956	-67.87333	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
	Puerto Rico	Cueva Caigo o No Caigo	18.05623	-67.89172	fosfatos	7			0	12	Pleistoceno, Holoceno	Briggs y Seiders (1972)
PR041	Puerto Rico	Santiago	18.03761	-66.41752	Mn	5			0	10	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PR042	Puerto Rico	Enaigua	18.02678	-66.04863	Fe	5			0	8	Cretácico tardío	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PR043	Puerto Rico	Monte Gullare	18.01701	-66.77169	Mn	5			0	10	Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PR044	Puerto Rico	Valle Del General [concesión Kennedy]	18.00277	-66.32389	Al (bauxita)	6			0	15	Mioceno temprano, Holoceno	Bawiec (1999); Patterson (1967)
PR045	Puerto Rico	Negrón	17.99373	-67.11448	baritina	9			0	9	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
PR046	Puerto Rico (Vieques)	Sin nombre [05, 1]	18.11955	-65.47333	Cu	2			0	7	Cretácico tardío, Eoceno	Bawiec (1999); Cox y Briggs (1973)
RU001	Reino Unido (Cayman)	Beebe vent field	18.5466	-81.7182	Au, Cu, Zn	3	1 Mt	4,87 g/Au	1	10	Holoceno	Webber et al., 2015
RU002	Reino Unido (Cayman)	Von Damm vent field	18.3777	-81.7972	Au, Cu, Zn	3			0	10	Holoceno	Hodgkinson, 2015
RU003	Reino Unido (Islas Virgenes)	Copper Mine Point	18.43481	-64.42731	Cu, Mo	2			0	7	Eoceno (32 Ma)	Bawiec (1999)
RU004	Reino Unido (Montserrat)	plata Hill	16.79294	-62.01827	azufre	8			0	9		Martin-Kaye (1955); McKelvey (195)
RU005	Reino Unido (Montserrat)	Soufriere Hills	16.71128	-62.17159	Au, Cu	8			0	9		Martin-Kaye (1955)
RU006	Reino Unido (Montserrat)	Galway's Soufriere	16.70628	-62.16581	azufre	8			0	9		Martin-Kaye (1955)
RU007	Reino Unido (Montserrat)	Dorsal de Montserrat	16.62666	-62.33416	Mn, Fe, Ni, Pb	5		29 a 55% Mn, 0.6 a 3.8% Fe, 7.14 ppm Ni y hasta 0.14% Pb	0	10	Holoceno	Frank et al., (2006)
RU008	Reino Unido (Montserrat)	Cuenca de kaohuame	16.4725	-61.96194	Mn	5		40,8 % Mn y 5,15 % Fe	0	10	Holoceno	Frank et al., (2006)
RD001	Republica Dominicana	Cerro Verde (El Andén)	19.583333	-71.5	Au	3	0,55 Mt	1,32 g/Au, 3,09 g/t Ag, 0,17% Cu	1	9	Cretácico	Chénard (2006)
RD002	Republica Dominicana	San José de Las Matas	19.395064	-71.390681	Cu	2		hasta 0,11% Cu	0	10	Cretácico superior	Valls (2008)
RD003	Republica Dominicana	Distrito Restauración- El Corozo	19.33	-71.77361	Cu-Au	2			0	7	Cretácico superior	Lewis et al., (2015)
RD004	Republica Dominicana	Distrito Restauración - Gandelones	19.32034	-71.67515	Au	3	16,57 Mt	4,32 g/Au, 0,30% Cu	2	10	Cretácico superior	Macdonald et al., (2016); Torro et al., (2018)
RD005	Republica Dominicana	Romero	19.211128	-71.290494	Au, Cu, Zn	3	20,23 Mt	2,67 g/t de Au, 0,61% de Cu, 0,30% de Zn y 4,0 g/t Ag	2	10	115 Ma	Macdonald et al., (2016); Torro et al., (2018)
RD006	Republica Dominicana	Las Animas	19.144461	-70.668939	Au, Cu, Ag	3	1,45 Mt	2,47 g/t Ag, 2,45% Cu, 45,7 g/t Ag, 3,2% Zn	1	8	Cretácico superior	Redwood (2018)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPOSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACION	REFERENCIAS
RD007	República Dominicana	La Escandalosa (Tres Palmas)	19.106686	-71.294675	Au	3	4,86 Mt	2,59 g/t Au, 0,156% Cu, 0,21% Zn, 2,34 g/t Ag	1	9	Cretácico superior	Steedman y Gowan (2012)
RD008	República Dominicana	Sabana Potrero	19.0396	-70.3146	Cu	2			0	10		
RD009	República Dominicana	Pico Duarte	19.023041	-71.007267	Cu	2			0	7		
RD010	República Dominicana	Miches	18.985502	-69.042291	Au	3			0	16		
RD011	República Dominicana	Pueblo Viejo (Monte Negro, Moore)	18.97064	-70.1715	Au, Ag	3	248,6 Mt	2,8 g/t Au, 13,4 g/t Ag, 0,56% Zn	3	9	11,2 Ma	Kesler et al. (1981); Kirk et al. (2014); Nelson (2000); Nelson et al. (2015); Sillitoe et al. (2006)
RD012	República Dominicana	Loma Pesada	18.969444	-70.3375	Cu	2	1,1 Mt	2,13% Cu, 0,77% Zn, 0,16 g/t Au, 4,37 g/t Ag	1	10		Chénard (2006)
RD013	República Dominicana	Juan de Herrera (Ginger Ridge)	18.949011	-71.21295	Au	3		13,37 g/t Au	0	9	Redwood (2018)	Redwood (2018)
RD014	República Dominicana	Loma Barbuto	18.916667	-71.233333	Au, Ag	3		0,35 g/t Au, 15 g/t Ag, 3% Zn, 0,24% Cu	0	10		Chénard (2006)
RD015	República Dominicana	Las Lagunas	18.91536	-70.14595	Fe	5			0	8		Nelson et al. (2011)
RD016	República Dominicana	Cerro Maimón	18.87333	-70.248611	Cu	2	11,2 Mt	1,6% Cu, 0,73 g/t Au y 25,7 g/t Ag, 1,3% Zn	1	10	Cretácico inferior	Chénard (2006); Redwood (2018)
RD017	República Dominicana	Dofa Amanda	18.833333	-69.6	Cu	2	45,5 Mt	0,45% Cu, 0,22 g/t Au	1	7	11,6 Ma	Chénard (2006)
RD018	República Dominicana	El Kiosko	18.833333	-69.85	Au	3	4,9 Mt	1% Cu, 2 g/t Au, 5 g/t Ag	1	9	11,6 Ma	Chénard (2006)
RD019	República Dominicana	Villa Atlagracia	18.598643	-70.158333	Au	3			0	16		
RD020	República Dominicana	Falconido	18.56065	-70.24956	Ni	1	163 Mt	1,42% Ni	2	15		Nelson et al. (2011); Redwood (2018)
RD021	República Dominicana	Majagual	18.51667	-70.25	Cu, Au	2		0,27% Cu, 0,197 g/t Au	0	7		Redwood (2018)
RD022	República Dominicana	La Perseverancia	18.4676	-70.05927	Ni	1		0,4 a 3% Ni	0	15		Vaughan et al. (1921)
RD023	República Dominicana	Las Mercedes	18.0707	-71.63738	Al (bauxita)	6	12,3 Mt	47% Al2O3	1	15		Redwood (2018)
SK001	Saint Kitts y Nevis	Mt. Misery	17.36791	-62.79966	(Au, Ag)	3			0	9	Pleistoceno	Saunders (1968); Hutton (1978); Martin-Kaye (1955)
SK002	Saint Kitts y Nevis	Brimstone Hill	17.35319	-62.83271	(Au, Ag)	3			0	9	Pleistoceno	Saunders (1968)
SK003	Saint Kitts y Nevis	Profit Mountain	17.33402	-62.75827	(Pb, Au)	4			0	9		Martin-Kaye (1954)
SK004	Saint Kitts y Nevis	Rainbow Cliff	17.28402	-62.68632	(Au)	3			0	9		Martin-Kaye (1954)
SK005	Saint Kitts y Nevis	Gades Bay	17.1757	-62.59937	(Au, Hg)	3			0	9	Plioceno	Martin-Kaye (1959)
SK006	Saint Kitts y Nevis	Belmont Estates	17.16737	-62.59937	(Au, Ag, Cu)	3			0	9		Saunders (1968); Hutton (1978); Martin-Kaye (1955)
SK007	Saint Kitts y Nevis	Farm Estate	17.1507	-62.59937	(Au, Cu, Hg)	3			0	9	Holoceno	Saunders (1968); Hutton (1978)
SK008	Saint Kitts y Nevis	South Saddle Hill	17.1507	-62.05827	(Au, Hg, As)	3			0	9	Pleistoceno	Hutton (1978); McKelvey (1995)
SLO01	Saint Lucia	Mt. Pimard	14.11752	-60.96602	Cu	2			0	9		Maurty et al. (1980)
SLO02	Saint Lucia	Esperanza River	14.09418	-60.84934	(Au)	3			0	9		Maassen y Bolivar (1987)
SLO03	Saint Lucia	Choc River	14.00986	-60.96602	Co, Mn, Pb, Sn	4			0	10	Mioceno	Maassen y Bolivar (1987)
SLO04	Saint Lucia	Veragaller River	14.00986	-60.93268	(Cu, Co)	2			0	10	Mioceno	Maassen y Bolivar (1987)
SLO05	Saint Lucia	South Carriès	13.95752	-61.03268	Au, Bi, Sb	3			0	9		Maassen y Bolivar (1987); McKelvey (1995)
SLO06	Saint Lucia	Ravine Soufrie	13.95085	-60.96602	(Au, Cu)	3			0	9	Mesgno	Maassen y Bolivar (1987)
SLO07	Saint Lucia	Piton Canarie	13.88419	-61.06602	(Au)	3			0	9		Maassen et al. (1984); Newman (1965)
SLO08	Saint Lucia	Roseau River	13.88419	-60.99934	(Au)	3			0	9		Maassen y Bolivar (1987); McKelvey (1995)
SLO09	Saint Lucia	Pt. Comerette	13.83725	-61.06074	Fe, Mn	5			0	10		Kesler et al. (1990); Maassen y Bolivar (1987); Newman (1965)
SLO10	Saint Lucia	Sulfur Springs	13.83419	-61.03268	Au	3			0	9	Holoceno	Ander (1994); Maassen y Bolivar (1987); McKelvey (1995)
SV001	Saint Vincent y Granadinas	Musique	12.88424	-61.18268	Ag, Au	3			0	9		Kesler et al. (1990)
TT001	Trinidad y Tobago	Trinidad Cement Ltd.	10.3885	-61.44162	puzolana	8	700 Mt		3	9	Pleistoceno	Szczesniak y Torres (2000); Outy y Gae (1975); Mathers (1991)
VE001	Venezuela	Las Cumaraguas, Bajargua	12.120118	-69.96109337	cloruro de sodio	7			2	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE002	Venezuela	Gran Roque	11.95289335	-66.68621971	fosfatos	7	5200 t	6,7 a 33,3% P2O5	0	12	Holoceno	Pretash y Gonzalez (2011); Casanova (2005)
VE003	Venezuela	San Carlos	11.933033	-69.959833	grafito	8			0	14		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE004	Venezuela	El Rodero	11.789233	-69.8594277	Cr	1			0	2		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE005	Venezuela	Manzanillo	11.48051	-63.890931	magnesita	7			1	2		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE006	Venezuela	Valle de Pedro Gonzalez	11.125663	-63.910029	magnesita	7			1	2		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE007	Venezuela	Loma de Guerra	11.109684	-63.869659	magnesita	7			1	2		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE008	Venezuela	La Estancia	11.098981	-63.880971	magnesita	7		45,2% de MgO	0	2		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE009	Venezuela	La Sabana	11.055029	-63.828794	magnesita	7			0	2		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)

NÚMERO MAPA	PAÍS	NOMBRE DE LA MINA	LATITUD	LONGITUD	ELEMENTOS Y SUSTANCIAS	ASOCIACION (Tabla 2)	RECURSOS TOTALES	LEY	TAMAÑO (Tabla 3)	GRUPO DE DEPÓSITO (Tabla 1)	EDAD DE LA MINERALIZACIÓN	REFERENCIAS
VE007	Venezuela	Riechto	10.898838	-68,788312	fosfatos	7	12,224 Mt	27,18 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	12	Mioceno	Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Carreno (2008); Mendí et al. (2011).
VE008	Venezuela	Lizardo	10.869577	-68,284858	fosfatos	7		20% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE009	Venezuela	Zincón de Iltire	10.803712	-71,405183	cloruro de sodio	7			1	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE010	Venezuela	Sisa Coche	10.802777	-69,970379	cloruro de sodio	7			1	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE011	Venezuela	Sanare	10.801030	-68,522860	fosfatos	7			0	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE012	Venezuela	San Quintín	10.692684	-68,692071	Ti	1			1	1		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Urbani et al. (2015)
VE013	Venezuela	Márcuro	10.65331	-61,94664	yeso	7			2	12		Neuman de Gamba y González de Juana (1966)
VE014	Venezuela	El Encanto	10.615402	-63,26788	Pb, Ag	4			0	9		Rodriguez (1986)
VE015	Venezuela	El Rincón	10.60980983	-63,2944117	Pb, Ag	4			0	9		Rodriguez (1986)
VE016	Venezuela	Carupano	10.6073114	-63,24753278	Pb, Ag	4			0	9		Rodriguez (1986)
VE017	Venezuela	Gran Pobre	10.603504	-63,27121142	Pb, Ag	4		Au 10, 0,4 g/t Ag 119, 678 g/t Pb 2082, 74,38 % Zn 0,60, 0,10 %	0	9		Rodriguez (1986)
VE018	Venezuela	Canduchú	10.60267145	-63,251462	Pb, Ag	4		Au 10, 0,4 g/t Ag 119, 678 g/t Pb 2082, 74,38 % Zn 0,60, 0,10 %	1	9		Rodriguez (1986)
VE019	Venezuela	Araya	10.5758	-64,244283	cloruro de sodio	7			1	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE020	Venezuela	Capaya, El Dorado	10.466600	-65,246420	Fe	5			1	10		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE021	Venezuela	Caño Tigre	10.464528	-72,486580	Cu	2			1	4		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); García (1987)
VE022	Venezuela	Patanemo	10.452653	-67,950681	Cu	2			1	10		Bellizta et al. (1980); Hackley et al. (2006)
VE023	Venezuela	Acoa	10.435862	-68,899687	Cu	2			1	10		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Urbani et al. (2015)
VE024	Venezuela	Carora (El Cacique, La Perera)	10.393760	-70,063410	Hg	3			1	9		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Urbani et al. (2015)
VE025	Venezuela	Bohare	10.325333	-69,49585	pirrotita	8			3	14		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE026	Venezuela	Río Piche	10.30308	-72,57994	Pb	4			0	9		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); García (1987)
VE027	Venezuela	San Pablo	10.269906	-68,880675	yeso	7			0	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Urbani et al. (2015)
VE028	Venezuela	Campo Elías	10.230569	-68,929555	yeso	7			1	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Urbani et al. (2015)
VE029	Venezuela	Cocuaima	10.203265	-68,967251	Pb, Zn, Ag, Sb	4			0	10		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Urbani et al. (2015); Bellizta et al. (1980); Instituto Internacional de Integración (1986)
VE030	Venezuela	Urdeliche	10.177381	-68,98815	Pb, Zn, Ag, Sb	4			0	13		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006); Urbani et al. (2015); Bellizta et al. (1980)
VE031	Venezuela	Loma de Hierro	10.160093	-67,130695	Ni, Co, Fe	1	55 Mt	1,53% Ni, 0,030% Co, 26,27% Fe	2	15	Cuaternario	Bribe (2009); Rodriguez (1986); Anglo American (2009/2010); <a href="https://thediggings.com/mines/usgs10068465">https://thediggings.com/mines/usgs10068465</a>
VE032	Venezuela	Pifritu, Linare	10.053647	-65,152999	cloruro de sodio	7		1,9, 0,6 g/t de Au, 33, 156 g/t de Ag, 2,14-1,04% de Cu, 0,1, 0,59 de Pb y 0,75, 31,24% de Zn	2	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE033	Venezuela	Santa Isabel	10.03731	-67,538477	Zn, Cu, Ag	4			1	10		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE034	Venezuela	Calimba	9,974067	-69,09700272	talco	8			1	2		Hackley et al. (2006); Añez et al. (1979)
VE035	Venezuela	Chicaro	9,904413	-67,469609	V, Ti	1			1	2		Rodriguez (1986)
VE036	Venezuela	Cerro Osumita-El Chupón	9,732547	-68,337246	grafito	8			1	14		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE037	Venezuela	Jabonito (Quebrada Arriba)	9,618771	-69,979945	Fe	5			1	12		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE038	Venezuela	La Plaza	9,411538	-70,420746	Cu	2			0	11		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE039	Venezuela	Monte Carmelo	9,205826	-70,769712	Cu	2			0	6		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE040	Venezuela	Timotes	9,030718	-70,999583	Cu	2			0	9		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)
VE041	Venezuela	Timotes	9,017800	-70,766260	Cu	2			0	6		Rodriguez (1986); Hackley et al. (2006)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, R.N. Jr., Jackson, T.A. y McSween, H.Y. Jr., 1996. Metamorphic conditions in the Westphalia Schists of the Blue Mountain Inlier, Jamaica: tectonic implications. *International Geology Review*, 38: 1143-1154.
- Abbott, R.N., Jackson, T.A. y Scott, P., 1999. The serpentinization of peridotite from Cedar Valley, Jamaica. *International Geology Review*, 41: 836-844.
- Acevedo, A., Correa, C., Molano, J.C. y Rodríguez, J., 2014. Structural Characterization and Fluid Evolution of the Animas Gold Deposit, Tolima, Colombia: An Example of Orogenic Gold Deposit? *Acta Geologica Sinica*, 88 (supp. 2): 683-685.
- Agueev, B., Cejas, M. y Darias, J.L., 1989. Informe Búsqueda y Exploración cuarzo Cacahual. Informe inédito.
- Aguilera-Martínez M.A., Zárate-López J., De la Calleja-Moctezuma, A., Cureño-Suriano R. y López-Gallardo, A., 2000. Carta Geológico-Minera Minatitlán E15-7, Escala 1:250, 000, Estados de Veracruz, Oaxaca y Tabasco, Consejo de Recursos Minerales (Servicio Geológico Mexicano).
- Akberov, M., López Kramer, J., Balbis, E., Barroso, A., de la Torre, A. y Soler, J., 1990. Informe sobre la Exploración del yacimiento Oro Florencia. Informe inédito, Cuba.
- Alfonso, H., Molina, R., Pérez Pupo, R., González, M. Carballo, O. y Pereda H., 1996. Informe de Prospección y Exploración Orientativa y Detallada Carbonato de Calcio Beluca II. Informe inédito, Cuba.
- Alfonso, P., Melgarejo, J.C., Proenza, J.A., Gubert, A., Gallardo, E. y Cazañas, X., 2007. Mineralogy and sulphur isotopes of the San Fernando VMS deposit, Central Cuba. En: Andrew, C. J., *et al.* (Eds). *Diggin`deeper*. Irish Association for Economic Geology, Dublin, Ireland, 2: 1089-1092.
- Alfonso, R. 2002. Evaluación del Potencial Geológico-Minero del Área de Piedrancha-Guachavez Departamento de Nariño, República de Colombia. Fase I. Ingeominas. 52 p.
- Allen, L. y Neita, M., 1987, Geology of the North Bull Bay Sulphate Occurrence Zone. En: *Proceedings of the Status of Jamaican Geology*, 14-16 March, 1984, Ed., R. Ahmad: Special Issue 1987, The Geological Society of Jamaica: 282-298.
- Alonso, J.L., González, V., Pérez, J., González, C.J., Padrón, M. y Lugo, R., 2004. Informe T. T. P. Reevaluación de la Información Geológica del Campo Mineral Maclama y su introducción en una Base de Datos. Informe inédito, Cuba.
- Alonso, J., de la Torre, A., Sánchez, R. y Pacheco, V., 2003. Informe Reevaluación de la Información Geológica de la manifestación Au - Cu "El Pilar". Informe inédito, Cuba.
- Alonso, J., Donet, P., Valle, C. Molina, R. y Barroso, A., 2001. Reconocimiento para oro y otros metales en el sector "Colombia-Barrueto". Provincia de Camagüey. Informe inédito, Cuba.
- Altmann, K., Sim, R., Davis, B., Prenn, N., Elfen, S. y Fisher, B., 2010. Canadian National Instrument 43-101 Technical Report Preliminary Assessment La Bodega Project Department of Santander, Colombia. Prepared by Samuel Engeneering, Inc. for Ventana Gold Corp.
- Alvarán, M., 2006. Consideraciones metalogenéticas del depósito aurífero "La Coqueta". Distrito Minero Manizales - Villamaría. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Maestría. 182 p.
- Álvarez, E., y Parra, E., 1979. Evaluación del prospecto de cobre y molibdeno en las cabeceras del río Muerto, municipio de Acandí-Departamento del Chocó. Ingeominas, informe No. 1799, p. 198, Medellín.
- Álvarez, E., Parra, E., Caballero, H., y Nugteren, H., 1983. Estudio para justificación de la prefactibilidad en el prospecto de pórfiro cuprífero de Pantanos-Pegadorcito. Departamento de Antioquia. Ingeominas, p. 172, Medellín.
- Álvarez, J., 1983. Rocas ultramáficas-máficas en Colombia y depósitos minerales asociados. Ingeominas. p. 67, Medellín.
- Álvarez, J., 1987. Exploración para talco en el área de la quebrada La Mina, corregimiento de Cedeño, municipio de Yarumal, departamento de Antioquia. Ingeominas. 25 p., Medellín.
- Álvarez, E. y Parra, E. 1979. Evaluación del prospecto de cobre y molibdeno en las cabeceras del río Muerto, municipio de Acandí, departamento del Chocó. IN-GEOMINAS & Naciones Unidas, Informe interno 1799, 99 p. Medellín. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1 000 000. Servicio Geológico Colombiano, 2 hojas. Bogotá.
- Álvarez, E., Parra, E., Caballero, H. y Nugteren, H., 1983. Estudio para justificación de la prefactibilidad en el prospecto de pórfiro cuprífero de Pantanos-Pegadorcito, departamento de Antioquia. Ingeominas, 172. Medellín.
- Álvarez, H., Carballo, D., Valdés, J., Oña, R., Rodríguez, M., Soto, J. A. y Contreras, L. F., 1991. Informe final Exploración Orientativa fosforita Trinidad de Guedes. Informe inédito.
- Álvarez, J., 1983. Rocas ultramáficas-máficas en Colombia y depósitos minerales asociados. Ingeominas. Medellín, 67 p.

- Amarante, A., Jiménez, J., Lewis, J.F., 1989. Geology, hydrothermal alteration and geochemistry of epithermal Au-Ag mineralization in the Restauración area Dominican Republic. Barbados, 1986 Transactions 11th Caribbean Geological Conference: 1-15.
- Amarante, J.A., Lewis, J.F., 1996. Geological setting and characteristics of base and precious metal mineralization in the Cordillera Central of the western Dominican Republic and Massif du Nord Haiti. Geological Society of America, Abstracts with Programs, A-240.
- Ander, M., 1984, Evaluation of the St. Lucia geothermal resources, geologic, geophysical, and hydrogeochemical investigations: Los Alamos National Laboratory LA-10234-MS, 91 p.
- Anderson, S. A., 1963. The Mineral Industry of Costa Rica: Minerals Yearbook 1963, 4: 70.
- Anderson, S. A., 2004. The Mineral Industries of Central America—Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, and Panama: U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 2004, III: 6.1–6.21.
- Angée, D. y Betancur, C. 2018. Caracterización petrográfica, metalográfica, microtermométrica y composicional de la Mina El Gran Porvenir, Líbano, Tolima. Universidad de Caldas. Trabajo de grado. 67 p. Manizales, Colombia.
- Anglo American Plc Fact Book 2009/10
- Anglo Gold Ashanti, 2018. Annual report
- Anglo Gold Ashanti. 2018. Mineral resource and ore reserve report.
- Aniatov, I., Vergara, F. Musianov, Y. y Montenegro, J., 1983. Yacimientos incluidos en los melanges y olitostromas de la provincia de Pinar del Río. Serie Geológica, 2: 67-91. Cuba.
- Annells, R.N., Forero O., H.F., y Rodríguez, C.A., 1988. Valle and Cauca Pacific Coast precious metals Project-MP. Preliminary report No. 1: Geology and gold, potential of the Timbiquí and Napi river basins, Cauca Department, Colombia. British Geological Survey technical report WC/88/45- Ingeominas, 99 p.
- Anónimo, 1939. Report on The Properties of The Andes Development Co., Yuscaran, Honduras, 23 p. , Report on The Yuscaran District, Honduras, 26 p.
- Añez G., Rodríguez S.E., Rodríguez D., Velasco C. y Torrealba N., 1979. Depósito de Esteatita-Talco de Cabimba, Estado Yaracuy Génesis, Caracteres Geológicos y Evaluación de Reservas Probables. Boletín Geológico de Venezuela. Volumen XIII (25): 155-195.
- Aranzazu, J. M. 2013. Yacimiento tipo pórfiro de oro y cobre "La Cumbre" emplazado en ignimbritas soldadas de la Formación Combia, en Quichía - Risaralda. Tesis de Maestría, Universidad de Caldas, 150 p., Manizales.
- Archibald, R., Gibbs, B., Kunter, R., Martin, M. y Solano-Rico, B., 2011. Molejón Project NI 43-101 Technical Report, Donoso District, Colón Province, Republic of Panamá. Report for Petaquilla Minerals Ltd., by Berhe Dolbear y Company USA, Inc. 144 p., Denver.
- Arcial, F. y Romero, O., 1985. Informe sobre los trabajos complementarios para la Búsqueda de oro San José de Malezas. Informe inédito, Cuba.
- Arden, D. D., Jr. 1975, Geology of Jamaica and the Nicaraguan Rise. En Nairn A. E. M. y Stehli F. H. (eds.), The Ocean Basins and Margins: 617–661, Plenum, New York.
- Arengi, J.T., y Hodgson, G.V., 2000. Overview of the geology and mineral industry of Nicaragua: International Geology Review, 42: 45-63.
- Argudin, M. E. y Freyre, L., 1983. Informe sobre el cálculo de reservas de un bloque especial de arena cuarzosa para vidrio óptico en el yacimiento Santa Teresa para los años 1983-1984. Informe inédito, Cuba.
- Arne, D. y Branch, T., 2016. La Golondrina project, La Llanada-Sotomayor gold district, Nariño, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Royal Road Minerals, 65 p., Vancouver.
- Arredondo Restrepo, L., Weber, M., Cardona, A., Jimenez, D., Gómez Tapias, J., Nivia, A. y Wilson, R., 2005. Petrografía de las ultramafitas y rodingitas de la serranía de Jarara, península de La Guajira-Colombia. X Congreso Colombiano de Geología. Actas, 126 p., Bogotá.
- Ashley, B.E. y Briggs, R.C., 1970, The Mineral Industry of Central America. Minerals Yearbook, III: 893-910. Bureau of Mines.
- Aslan, A., Warne, A.G., White, W.A., Guevara, E.H., Smyth, R., Raney, J. y Gibeau, J., 2001. Mud volcanoes of the Orinoco Delta, Eastern Venezuela. Geomorphology, 41: 323-336.
- Attwood, G., 1882. On the Geology of a Part of Costa Rica: Geol. Soc. London, Quat. J., 38: 328-339.
- Audemard, F., 1982. Geology and copper mineralization of the La Quinta Formation, Sierra de Perijá, western Venezuela. Tesis de Maestría, Colorado School of Mines, 75 p., Golden, Colorado.
- Babuschkin, V., Tseimakh, E., Akivekov, S., Serov, V., Kurtigueshev, V. y Orlov, N., 1990, Informe de los trabajos de Levantamiento geológicos-geofísicos a escala 1:50 000 y Búsquedas acompañantes en el Municipio Especial Isla de la Juventud en colaboración con la U.R.S.S. (CAME).



- Baker, M., Hollings, P., Thompson, J.A., Thompson, J.M. y Burge, C., 2016. Age and Geochemistry of Host Rocks of the Cobre Panama Porphyry Cu-Au Deposit, Central Panama: Implications for the Paleogene Evolution of the Panamanian Magmatic Arc. *Lithos* 248-251
- Bandini-Maeder, A., Baumgartner, P., Flores, K., Dumitrica, P., Hochard, C., Stampfli, G. y Jackett, S.-J., 2011. Aalenian to Cenomanian Radiolaria of the Bermeja Complex (Puerto Rico) and Pacific origin of radiolarites on the Caribbean Plate. *Swiss Journal of Geosciences*. 104: 367–408.
- Barabas, A. H., 1971. K-Ar dating of igneous events and porphyry copper mineralization in west central Puerto Rico [abs.]: *Economic Geology*, 66 (6): 977.
- Barabas, A. H., 1977. Petrologic and geochemical investigations of porphyry copper mineralization in west central Puerto Rico: Tesis de Doctorado, Yale University, 466 p. New Haven, Conn.,
- Barabas, A.H., 1982, Potassium-argon dating of magmatic events and hydrothermal activity associated with porphyry copper mineralization in west central Puerto Rico: *Economic Geology*, 77: 109-126.
- Barckhausen, U., Ranero, C.R., Cande, S.C., Engels, M., Weinrebe, W., 2008. Birth of an intraoceanic spreading center. *Geology*, 36: 767-660.
- Bargmann, C.J. y Platten, I.M., 2010. Snowden Mining Industry Consultants on behalf of Waymar Resources Ltd. Geological and Exploration Review. Anza VMS Project, S. Perth. 127 p.
- Barkac, Z. y Hasch, J., 1976. Informe final materia prima para cemento Mariel-Río Bongo. Informe inédito, Cuba.
- Barnett, G. S., 1984. Sampling and Exploration - Equis and El Roble. Englewood, Colorado, Society for Mining, Metallurgy & Exploration SME Preprint No. 84/368.
- Barnett, G. S., 1992. Sampling Techniques & Exploration Results Equis Polymetallic Vein and El Roble Copper-Gold Massive Sulfide Deposits, Colombia. En: *Applied Mining Geology: General Studies Problems of Sampling & Grade Control Ore Reserve Estimation*. Englewood, Colorado, Society for Mining, Metallurgy & Exploration, p. 33-41.
- Barrabí, H., Fernández, A., López, R., Cordovés, R., Ananias, L. y Mayet, M., 1994. Informe para la Exploración Detallada de las reservas subterráneas del yacimiento El Cobre. Informe inédito, Cuba.
- Barrabí, H., Lavaut, W., Dussac, O., Montero, R., Navarrete, M., Ruíz, R., Rodríguez, M., Garcés, A., Gentoiu, M., Batista, R., de la Fuente, M. y Acosta, J., 1997. Informe sobre los trabajos de Prospección Detallada y Exploración Orientativa para cromitas metalúrgicas en la región Pinares de Mayarí- Sagua de Tánamo, II Frente durante los años 1993-1997. Informe inédito, Cuba.
- Barrie, C.T., 2015. Technical Report on the Bellas Gate Copper-Gold Project, Clarendon and St. Catherine Parishes, Jamaica: Update, for Carube Resources Inc., 166 p. C.T. Barrie and Associates, Inc., Ottawa, Canada.
- Barton, M.D., Staude, J.M., Zürcher, L. y Megaw, P.K.M., 1995. Porphyry copper and other intrusion-related mineralization in Mexico. En Pierce, F.W., y Bolm, J. G. (eds.), *Porphyry copper deposits of the American Cordillera*. Arizona Geological Society Digest 20: 487-524.
- Bartos, P., García, C. y Gil, J., 2017. The Nuevo Chaquiro Cu-Au-Mo porphyry deposit, Middle Cauca belt, Colombia: Geology, alteration, mineralization. *Economic Geology*, 112: 275-294.
- Bárzana, J.A., Rodríguez, E., Salinas, A., Méndez, D., Estrada, N., Romero, C., Martínez, A. y Cuní, J., 1988. Informe búsqueda detallada de sulfuros de Cu y polimetálicos entre los yacimientos Matahambre y Nieves y flanco oeste de Nieves. Informe inédito, Cuba.
- Bárzana, J.A., Barrabí, H., Navarrete, M., Lazo, L. y Acosta, J., 1998. Informe parcial sobre los trabajos de avance del proyecto de prospección detallada en los flancos del yacimiento Cayo Guam. Informe inédito, Cuba.
- Baughman, J.G., 1995. Geology and geochemistry of the Chorchá copper-gold porphyry prospect, Republic of Panama: Geological Society of America Annual Meeting, Abstracts with Programs, A-240.
- Bawiec, W.J., (ed.), 1998. Geology, Geochemistry, Geophysics, Mineral Occurrences and Mineral Resource Assessment for the Commonwealth of Puerto Rico. U.S. Geological Survey Open-File Report 98-38, 337 p.
- Bayona, G., Cardona, A., Jaramillo, C., Mora, A., Montes, C., Valencia, V.A., Ayala, R.C., Montenegro, O.C. y Ibáñez Mejía, M. 2012. Early Paleogene magmatism in the northern Andes: Insights on the effects of Oceanic Plateau–continent convergence. *Earth and Planetary Science Letters*, 331–332: 97–111.
- Beaufort, D., Westercamp, D., Legendre, O., y Meunier, A., 1990. The fossil hydrothermal system of Saint Martin, Lesser Antilles—Geology and lateral distribution of alterations: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 40: 219–243.
- Bedoya, G. y Castro, A., 1996. Aspectos Geológicos - Mineros del Yacimiento de Mercurio de Aranzazu,

- Caldas. Inédito. Universidad de Caldas, Manizales. 9 p.
- Bellizzia, G., Pimentel de Bellizzia, N. y Rodríguez, S., 1980. Recursos Minerales de Venezuela y su Relación a la Metalogénesis: Ministerio de Energía y Minas. Boletín de Geología, Publicación Especial, 8: 6-77.
- Bennett, Evan, 1939, Gold Mining In Costa Rica: Eng. Min. Journal, 140 (1): 56-58.
- Berrange, J. P., Mather, S.J., Morales, C., Nury y Alvarado V., F., 1990, The Non-Metallic Industrial Minerals and Rocks of Costa Rica: San Jose, Costa Rica, Proyecto Anglo-Costarricense de Minerales Industriales (Pacomi), 181 p.
- Berre P. y Gaboriau, H., 1988. Bentonite du Honduras, Informe BRGM.
- Betancourt, J., 2014. Magmatic evolution of the **La Colosa** porphyry cluster and related gold mineralization. **La Colosa** project, Central Cordillera, Colombia. Tesis de Maestría, Universidad de Barcelona, 33 p.
- Birbe, N. 2009. Actualización geológica de la zona de explotación del yacimiento Loma de Hierro, Estado de Miranda Venezuela. Tesis de pregrado Universidad Central de Venezuela. Caracas, 102 p.
- Bird, D.E., Hall, S.A., Casey, J.F., Millegan, P.S., 1993. Interpretation of magnetic anomalies over the Grenada basin. *Tectonics*, 12: 1267-1279.
- Bird, P. 2003, An updated digital model of plate boundaries, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 43, 1027, doi:10.1029/2001GC000252.
- Bissig, T., Mantilla, L., y Hart, C., 2014. Petrochemistry of igneous rocks of the California-Vetas mining district, Santander, Colombia: Implications for northern Andean tectonics and porphyry Cu-Mo, Au metallogeny: *Lithos*, 200: 355-357.
- Bortnikov, N.S., Kramer, Kh.L., Genkin, A.D. y Kul'nev, A.S., 1989. The mineralogy and conditions of formation of the Delita gold deposit, Cuba. *International Geology Review*, 31: 1158-1172.
- Bortnikov, N.S., Genkin, A.D. y Chryssoulis, S., 1993. Deposition environment of gold-bearing arsenopyrite in mesothermal deposits. En: Fenoll Hach-Ali, P., Torres-Ruiz, J., Gervilla, F. (eds.), *Current Research in Geology Applied to Ore Deposits*. Granada (España), La Guioconda, p. 45-48.
- Bosc, R. y Barrie, C.T., 2013. Douvray Porphyry Copper Deposit Mineral Resource Estimate. Somine Project Northeast Mineral District, Republic of Haiti. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report, 103 p. Ottawa, Canada.
- Boschman, L. M., D. J. J. van Hinsbergen, T. H. Torsvik, W. Spakman, J. L. Pindell, 2014. Kinematic reconstruction of the Caribbean region since the Early Jurassic. *Earth-Science Reviews* 138: 102-136. Elsevier.
- Bosch, M., Sainz, J., Montejo, E., Varela, O. y Rodríguez, N., 1998. Prospección Detallada y Exploración Orientativa de cianita Las Nuevas. Isla de Juventud. Informe inédito
- Bosch, M., Fernández, M.A. Bracaz, M. Rodríguez, N., 1996. Informe de la Exploración Orientativa y Detallada Mica Moscovita El Aleman. Informe inédito.
- Bosch, M., Vázquez, A., Konorin, Y., Sainz, J.M., Quiñones, F., Recouso, Y. y Fernández, M.A., 1990. Informe final de la exploración detallada del yacimiento oro Delita.
- Bouysse, P. 1988, Opening of the Grenada back-arc basin and evolution of the Caribbean Plate during the Mesozoic and early Paleogene, *Tectonophysics*, 1491-1492: 121-143.
- Bowin, C.O., 1966. Geology of the Central Dominican Republic. *Geological Society of America Memoir*, 98: 11-84.
- Bowland, C.L., 1993. Depositional history of the western Colombian Basin, Caribbean Sea, revealed by seismic stratigraphy. *Geological Society of America Bulletin* 105: 1321-1345.
- Bradley, R.A. 1971, The geology of the Río Viví copper deposits, Puerto Rico: *Geological Society of America, Program with Abstracts*, 3 (7): 511.
- Bralower, T.J., Iturralde-Vinent, M.S., 1997. Micropaleontological dating of the collision between the North America and Caribbean plates in western Cuba. *Palaaios*, 12: 133-150.
- Brandes, C. y Winsemann, J., 2018. From incipient island arc to doubly-vergent orogen: A review of geodynamic models and sedimentary basin-fills of southern Central America. En *Island Arc*, 1-31. John Wiley & Sons, Australia, Ltd.
- Briden, J., Rex, D. C., Faller, A. M., y Tomblin, J. F., 1979, K-Ar geochronology and paleomagnetism of volcanic rocks in the Lesser-Antilles island arc, *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A*, 291: 485-528.
- Briggs, R.P., and Gelabert, R.A., 1962, Preliminary report of the geology of the Barranquitas quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey IMAP 336, scale 1:20,000.
- Briggs, R.P., y Seiders, E.M., 1972, Geologic map of the Isla Mona Quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Map I-718, scale 1:20,000.
- Brito, R., Mejía-Herrera, P., Ordoñez-Carmona, O., Vasconcelos, P., Brillhante, J. y Bijos, S., 2010. Preliminary  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ , U-Pb LA-ICP-MS dating and tectonic

- significance of andesitic porphyry dykes from El Roble Cu-Au VMS deposit, Western Cordillera, Colombia. VII SSAGI South American Symposium on Isotope Geology, 25th-28th July 2010, 5 p., Brasilia.
- Broedel, C.H., 1961, Preliminary geologic map showing iron and copper prospects in the Juncos quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Geologic Investigations Map I-326, scale 1:20,000.
- Bruland, T., 2013. Technical report on the El Hávila property, Antioquia Department, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report. Equitorial Capital Corporation, 72 p., Vancouver.
- Brutcher, B., Bartlett, B., Persio, R., 2014. Mineral Resource and Mineral Reserve Estimates on the San Andrés Mine in the Municipality of La Unión, in the Department of Copán, Honduras. NI 43-101 Technical Report, 180 p. Prepared for Aura Minerals Inc.
- Buchs, D., Arculus, R., Baumgartner y Baumgartner-Mora, C., 2010. Late Cretaceous arc development on the SW margin of the Caribbean Plate: Insights from the Golfito, Costa Rica, and Azuero, Panamá, complexes. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 1 (7): 35.
- Buchs, D. M., R. J. Arculus, P. O. Baumgartner y Ulianov, A., 2011. Oceanic intraplate volcanoes exposed: Example from seamounts accreted in Panama, *Geology*, 39(4): 335-338.
- Buguel'sky, Y.Y., Vázquez, O., Grigorieva, I., Dobrovolskaya, M.G., Cabrera, R., Kravchenko, G.G., López-Kramer, J.M., Malinovsky, E.P., Pavlov, N.V., Pantaleón, G., Ponce-Seoane, N., Safonov, Y.G., Tolkunov, A.E., Formell-Cortina, F., y Hernandez, J., 1985. Yacimientos de minerales metálicos de Cuba. Editorial Nauka, Moscú, 246 pág.
- Burbano, W. y Osorio, C.A. 2003. Caracterización textural y genética preliminar a partir de propiedades químicas, mineralógicas y metalográficas de los distritos auríferos primarios del Departamento de Nariño, Colombia. Tesis de Pregrado. Universidad de Caldas. Manizales. 184 p.
- Burke, K. 1988, Tectonic evolution of the Caribbean, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 16: 201–230.
- Burn, R.G., 1969. The Pis-Pis Gold Mining District Of N.E. Nicaragua. *Mining Magazine*, March 1969, 120 (3): 169-175.
- Bustamante, C., Cardona, A., Archanjo, C., Bayona, G., Lara, M. y Valencia, V. 2017. Geochemistry and Isotopic Signatures of Paleogene Plutonic and Detrital Rocks of the Northern Andes of Colombia: A Record of Post-Collisional Arc Magmatism. *Lithos*, 277: 199-209.
- Cabral, A. R., Zack, T., König, S., Eickmann, R., Kwitko-Ribeiro, R., Tupinambá, M. y Lehmann, B., 2019. Distinguishing high- from low-temperature platinum nuggets through their trace-element pattern. *Economic Geology*, 114: 201-206.
- Cabrera Toledo, M., Herrera, S. y Fraga, R., 2017. Informe reconocimiento jadeíta provincias centrales. Informe inédito, Cuba.
- Cáceres, A., 2012. Genesis of the sediment-hosted uraniumiferous phosphate deposit in the Berlin project, Central Cordillera, Colombia and its implications for exploration. Tesis de Maestría, Queen's University, 44 p., Kingston, Ontario, Canada.
- Calle, B., 1986. Breve reseña histórica de algunos depósitos de manganeso y cromita. *Ingeominas*, 28 p., Medellín.
- Cameron, R., Kunter, R., Martin, M. y Solano-Rico, B., 2012. A Technical Report on the Botija Abajo Project. A Satellite Deposit of the Molejón Mine. Donoso District, Colon Province, Republic of Panamá. 186 p.
- Camprubí, A., 2009, Major metallogenic provinces and epochs of México. *SGA News*, 25: 1-20.
- Camprubí, A., 2013. Tectonic and metallogenic history of Mexico. En Colpron, M., Bissig, T., Rusk, B.G. y Thompson, J.F.H. (eds.), *Tectonics, metallogeny, and discovery: The North American Cordillera and similar accretionary settings*. Society of Economic Geologists, Special Publication 17: 201–243.
- Camus, Y., 2013. NI 43 101 Palmilla Deposits Resources. Update Río Belencillo. Zone I concession, Colon Province Panamá. Petaquilla Minerals Ltd., 90 p.
- Cárdenas-Párraga J., A. García-Casco, K. Núñez-Cambra, A. Rodríguez-Vega, I. F. Blanco-Quintero, G. E. Harlow y C. Lázaro, 2010. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Número especial Primer Taller Latinoamericano de Recursos Naturales y Apoyo a la Pequeña Minería, La Habana 2008, 62 (1): 199 - 205.
- Cardona, A., Valencia, V.A., Bayona, G., Duque, J., Ducea, M., Gehrels, G., Jaramillo, C., Montes, C., Ojeda, G. y Ruiz, J., 2011. Early-subduction-related orogeny in the northern Andes: Turonian to Eocene magmatic and provenance record in the Santa Marta Massif and Rancheria Basin, northern Colombia. *Terra Nova* 23: 26–34.
- Cardona, A., León, S., Jaramillo, J.S., Montes, C., Valencia, V., Vanegas, J. Bustamante, C. y Echeverri, S., 2018. The Paleogene arcs of the northern Andes of Colombia and Panama: Insights on plate kinematic implications from new and existing geochemical, geochronological and isotopic data. *Tectonophysics* 749: 88-103.
- Cardoso-Vázquez E.A., Sánchez-Garrido E. y Rafael-Fernández J. A., 2004. Carta Geológico-Minera Calkini F15-9-12, Escala 1:250,000, Estados de Campeche

- y Yucatán, Consejo de Recursos Minerales (Servicio Geológico Mexicano). Informe técnico 39 p.
- Carey, S., Olsen, R., Bell, K. L.C., Ballard, R., Dondin, F., Roman, C., Smart, C., Lilley, M., Lupton, J., Seibel, B., Cornell, W., y Moyer, C. (2016), Hydrothermal venting and mineralization in the crater of Kick'em Jenny submarine volcano, Grenada (Lesser Antilles), *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 17: 1000-1019.
- Cargill Inc., 2019. Sal. <https://www.cargill.com.ve/es/sal> (página web consultada el 31/10/2020).
- Carlson, G.G., 1977. Geology of the Bailadores, Venezuela, Massive Sulfide Deposit. *Economic Geology*, 72: 1131-1141.
- Carpenter R., 1954. Geology and Ore Deposits of the Rosario Mining District and the San Juan Cito Mountains, Honduras, C.A., *Geological Society of America Bulletin*, 65 (1): 23-38.
- Carreño, J. C., 2008. Diseño de Escombreras de La Mina De Roca Fosfática (Concesion Riecito), Cerro Riecito, Municipio de Jacura, Estado Falcon. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 203 p.
- Carrington, V. W. (ed.), 1977 *Guatemalan Nickel: Northern Miner*, 63 (4), p. 1
- Carrizales-Aguilar, A., Solana-López J. y Ramírez-Evangelista, J., 1998. Informe final de la exploración geológica-minera por ámbar, Municipio de Simojovel de Allende, Chiapas, Consejo de Recursos Minerales (Servicio Geológico Mexicano), 88 p.
- Casanova, E., 2005. Recursos y demanda de fosfatos en Venezuela. En Nielson y Sarudiansky (eds.), *Minerales para la Agricultura en Latinoamérica: 187-202*. Ed. Universidad de San Martín.
- Case, J.E., MacDonald, W.D., y Fox, P.J., 1990. Caribbean crustal provinces; seismic and gravity evidence. En: Dengo, G., Case, J.E. (eds.), *The Geology of North America, Vol H: The Caribbean Region (A decade of North American Geology): 15-36*. Geological Society of America, Boulder, Colorado.
- Case, J.E., 1981, Resource appraisal of Dominica, Lesser Antilles: U.S. Geological Survey Open-File Report 81-1157, 13 p.
- Case, J. E. y Holcombe, T. L., 1980. Geologic-Tectonic Map of the Caribbean Scale: 1:2 500 000. U. S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map, I-1100.
- Castillo, E., Gari, A., Orozco, E.M., Almaguer, A. y Palmero, M., 1993. Informe geológico de Exploración Orientativa y Detallada para níquel en el yacimiento Yagrumaje (sector Sur y Oeste) Moa, Provincia Holguín, ejecutado durante los años 1988-89. Informe inédito, Cuba.
- Castillo Muñoz, R., 1966, Aspectos Geológicos de los Yacimientos de Arcilla y Laterita de Costa Rica: Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), Publicaciones Geológicas de ICAITI, No. 1, p. 5-21.
- Castillo Muñoz, R., 1984, Geología De Costa Rica, Una Sinopsis: San Jose, Costa Rica, 182 p., Editorial De La Universidad De Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Castillo Muñoz, R., 1997. Recursos Minerales de Costa Rica. Génesis, distribución y potencial, 244 p. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Castro M., J. F. y Vargas R., J. E., 1982. Mapa de Recursos Minerales de Costa Rica, 1:750,000: Dir. Geol. Minas, 1 plancha.
- Ballard, R., Bryan, W., Dick, H., Emery, K., Thompson, G., Uchupi, E., Davis, K.E., De Boer, J., Delong, S.E., Fox, P.J., Malcolm, F.L., Spydell, R., Stroup, J., Melson, W.G. y Wright, R., 1979. Geological and geophysical investigations of the Mid-Cayman Rise spreading centre: initial results and observations. En: Talwani, M. *et al.* (eds.), *Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Oceanic Crust. Maurice Ewing Series*, 2: 66-93. Washington.
- Cazañas Díaz, X., 2000. Depósitos volcanogénicos del Arco Paleógeno de la Sierra Maestra. El ejemplo del yacimiento El Cobre. Tesis de Doctorado en Geología. Departament de Cristal·lografia, Mineralogía i Depòsits Minerals. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona.
- Cazañas Díaz, X., Melgarejo, J.C., Alfonso, P., Escusa, A. y Cuba, S., 1998. Un modelo de depósito volcanogénico de manganeso del arco volcánico Paleógeno de Cuba: el ejemplo de la región Cristo-Ponupo-Los Chivos. *Acta Geológica Hispánica*, 1998, 33 (1-4): 239-276.
- Cazañas Díaz, X., Torres Zafra, J. L., Lavaut Copa, W., Cobiella Reguera, J. L., Capote Marrero, C. R., González Acosta, V., López Kramer, J.M., Bravo Patterson, F., Llanes Castro, A.I., González Castellanos, D., Ríos Araújo, Y., Ortega Rodríguez, Y., Yasmany Torres, R., Pantaleón Vento, G. Torres La Rosa, M. y Figueroa Guanache, D., 2017. Memoria Explicativa del Mapa metalogénico de la República de Cuba a escala 1:250.000.
- Cediel, F., 2019. Phanerozoic Orogens of Northwestern South America: Cordilleran-Type Orogens. Taphrogenic Tectonic. The Maracaibo Orogenic Float. The Chocó-Panamá Indenter. En Cediel, F. y Shaw, R. (eds.), *Geology and tectonics northwestern South America. The Pacific-Caribbean-Andean junction*, p. 3-95. Springer, Cham, Switzerland.



- Cediel, F. y Shaw, R. (eds.), 2019. Geology and tectonics northwestern South America. The Pacific-Caribbean-Andean junction, p. 3-95. Springer, Cham, Switzerland.
- Cediel, F., Shaw, R.P. y Cáceres, C., 2003. Tectonic assembly of the northern Andean block. En Bartolini, C., Buffler, R.T. y Blickwede J. (eds.), The circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics: AAPG Memoir, 79: 815-848. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa.
- Celada, C., Leal-Mejía-H., López, J., Velásquez, L., Luengas, C., Prieto, D., Sepúlveda, J., Prieto, G., Peña, L., Creaser, R y Camacho, A. 2019. Nuevas edades para mineralizaciones hospedadas en el Batolito Antioqueño - Proyecto Mapa Metalogénico de Colombia. XVII Congreso Colombiano de Geología - IV Simposio de Exploradores. Santa Marta.
- Cevcik, J., 1979. Informe preliminar sobre las perspectivas de las piedras semipreciosas de Cuba. Informe inédito, Cuba.
- Chakrabarti, A. y Durango, R., 1979a. Geology and geochemistry of the río Andagueda porphyry copper prospect, Chocó western Colombia. Ingeominas. Informe No 1806. Medellín. 130 p.
- Chakrabarti, A. y Durango, M., 1979b. Observations on a porphyry copper prospect in Chocó, western Colombia. Economic Geology, 74 (7): 1687-1692.
- Chamois, P., 2011. Technical report on the Guadalupe project, department of Antioquia, Colombia. Technical report NI43-101 for Solvista Gold Corporation. Scott Wilson Mining, 65 p.
- Chaves, R., 1974. The Aguacate Mines of Costa Rica; Geology and Appraisal: Costa Rica, Dir. Geol. Minas Petrol., Inf. Tec. Notas Geol., Año 12 ( 57), 7 p.
- Cheilletz, A., 1976. Étude géologique e métallogénique d'indices à cuivre et molybdène de type porphyre cuprifère de la zone de Vert de Gris-Jean Rabel, Presqui'île du Nord-Ouest, Haiti. Tesis Doctoral. Universidad de Nancy, 177 p. Nancy, Francia.
- Cheilletz, A., Kachrillo, J.J., Sonet, J., Zimmerman, J.L., 1978. Pétrographie et géochronologie de deux complexes intrusifs à porphyre cuprifères d'Haiti, Contribution à la connaissance de la province cuprifère laramienne de l'arc insulaire de Grande Antilles. Bulletin Société Géologique de France, Serie 7 (20): 907-914.
- Chénard, D., 2006. Evaluation of seven projects, Dominican Republic. Globestar Mining Inc. and Corporación Minera Dominicana S.A., unpublished, 52 p.
- Ching, R., Rodríguez, R. y Orozco, I., 1989. Informe Exploración Orientativa y Detallada de un sector del yacimiento La Belleza. Informe inédito, Cuba.
- Chlumsky, G. y Wilson, S., 2013. La Mina gold-copper project Antioquia, Republic of Colombia. Technical Report NI43-101 for Bellhaven Copper Gold Inc. Interpro Development Inc. Lakewood, Colorado, 254 p.
- Christman, R.A., 1953. Geology of St. Bartholomew, St. Martin and Anguila, Lesser Antilles. Geological Society of America Bulletin 64: 85-96.
- Christman, R.A., 1972. Volcanic geology of southwestern Antigua. B.W.I. Geological Society of America Memoir 132: 439-448
- Ciuculescu, T., 2018. Technical Report on the Eastern Borosi Project, Nicaragua. NI 43-101 Report, 156 p., RPA, Toronto, Canada.
- Clark, K.F. y Fitch, D.C., 2009. Evolución de depósitos metálicos en tiempo y espacio en México. En: Clark, K.F., Salas-Pizá, G. y Cubillas-Estrada, R. (eds.), Geología Económica de México, II Edición. Servicio Geológico Mexicano, 953 p.
- Clark, A.H., Farrar, E. y Kents, P., 1977. Potassium-Argon age of the Cerro Colorado porphyry copper deposit, Panama. Economic Geology, 72: 1154-1158.
- Clavijo, J., Mantilla, L., Pinto, J., Bernal, L. y Pérez, A., 2008. Evolución geológica de la serranía de San Lucas, norte del valle medio del Magdalena y noroeste de la Cordillera Oriental. Boletín de Geología, 30 (1): 45-62. Bogotá, Colombia.
- Cobiella - Reguera, J. L., 1988. El vulcanismo paleogénico cubano. Apuntes para un nuevo enfoque: Revista Tecnológica XVIII (4): 25-32.
- Cobiella-Reguera, J.L., 2000. Jurassic and Cretaceous geological history of Cuba: International Geology Review 42 (7): 594-616.
- Cobiella-Reguera, J. L., 2005. Emplacement of Cuban ophiolites: Geologica Acta, 3 (3): 273-294.
- Cobiella-Reguera, J. L., 2008. Reconstrucción palinspástica del paleomargen mesozoico de América del Norte en Cuba occidental y el sudeste del Golfo de México. Implicaciones para la evolución del SE del Golfo de México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 25 (3): 382-401.
- Cochrane, R. 2013. U-Pb thermochronology, geochronology and geochemistry of NW South America: *Rift* to drift transition, active margin dynamics and implications for the volume balance of continents. Tesis de Doctorado, Universidad de Ginebra, 191 p. Ginebra, Suiza.
- Collins, E.M. y Keler, S.E., 1969. High-Temperature Telescope Tungsten-Antimony Mineralization, Guatemala.: Mineralium Deposita, 4: 65-71
- Comer, J.B., 1971. Mineral composition of White Limestone insoluble residue and its implications on



- the origin of bauxite: a preliminary report. *Journal Geological Society of Jamaica, Bauxite - Alumina symposium*, 24-27.
- Connelly, D. P., Copley, J. T., Murton, B. J., Stansfield, K., Tyler, P. A., German, C. R., Van Dover, C. L., Amon, D., Furlong, M., Grindlay, N., Hayman, N., Huhnerbach, V., Judge, M., Le Bas, T., McPhail, S., Meier, A., Nakamura, K.-I., Nye, V., Pebody, M., Pedersen, R. B., Plouviez, S., Sands, C., Searle, R. C., Stevenson, P., Taws, S. y Wilcox, S. 2012. Hydrothermal vent fields and chemosynthetic biota on the world's deepest seafloor spreading centre. *Nature Communications*, 3, p. 620.
- Continental Gold Ltd., 2018. Berlin. <https://www.continentalgold.com/es/proyectos/berlin/> (pagina web consultada el 31/10/2020).
- Cooke, D. R., Hollings, P. y Walshe, J. L., 2005. Giant porphyry deposits - Characteristics, distribution, and tectonic controls: *Economic Geology*, 100: 801-818.
- Cordoba Minerals, 2019. Cordoba Minerals announces positive preliminary economic assessment for the San Matias copper-gold-silver project. Anuncio de prensa fechado el 29 de Julio de 2019, Vancouver, Columbia Británica.
- Corral, I., 2013. *Geology and Metallogeny of The Cerro Quema Au-Cu Deposit (Azüero Península, Panamá)*. Tesis Doctoral, Universitat Autónoma de Barcelona, Departament de Geologia, Barcelona, España. 192 p.
- Corral, I., Cardellach, E., Corbella, M., Canals, A., Gómez-Gras, D., Griera, A. y Cosca, M.A., 2016. Cerro Quema Azüero Península, Panama: Geology, alteration, mineralization and geochronology of a volcanic dome-hosted high sulfidation Au-Cu deposit. *Economic Geology*, 111: 287-310.
- Corral, I., Cardellach, E., Corbella, M., Canals, A., Griera, A. Gómez-Gras, D. y Johnson, C., 2017. Origin and evolution of mineralizing fluids and exploration of the Cerro Quema Au-Cu deposit Azüero Peninsula, Panama from a fluid inclusion and stable isotope perspective. *Ore Geology Reviews*, 80: 947-960.
- Correa, T., Obando, M., Zapata, J.P., Rincón, A., Ortiz, F., Rodríguez, G. y Cetina, L., 2018. Geología del Borde Occidental de la Plancha 130 Santa Fe de Antioquia. *Memoia Explicativa. Servicio Geológico Colombiano*, Medellín.
- Correa-Martínez, A., 2007. *Petrogêçãdo ofiolito de Aburrá Cordilheira Central dos Andes Colombianos*. Universidade de Brasília, Tesis de Doctorado N° 083, 289 p., Brasília.
- Corso, W. *et al.*, 2016. Buriticá Project NI 43-101 Technical Report for Feasibility Study, Antioquia, Colombia. Prepared for Continental Gold, 368 p.
- Corvalán, J., Bellizia, A., Pimentel, N., Buenaventura, J., Piper, D.Z., Swint-Iki, T.R., Luepke, G., Gryc, G., McCoy, F.W., Manheim, F.T. y Lane-Bostwick, C.M., 1996. Explanatory Notes for the Mineral-Resources Map of the Circum-Pacific Region Southeast Quadrant 1:10.000.000 to accompany Map CP-44. Circum-Pacific Map Project. U.S. Geological Survey, 30 p.
- Coutin, D. P., Lippstreu, L., Martínez, J. y González, Z., 1985. Sistematización y generalización de las materias primas no metálicas de las provincias orientales. Informe inédito, Cuba.
- Coutin, D. P., Santiestaban, I. y Kamensky, A., 1980. Texto explicativo a los mapas de yacimientos y manifestaciones de grado de estudio y pronóstico de minerales no metálicos, en Pinar del Río. Informe inédito, Cuba.
- Coutin, D. P., Martínez, J., Delgado, B. y González, Z., 1985. Sistematización y generalización de las materias primas minerales no metálicas del Municipio Especial Isla de la Juventud. Informe inédito, Cuba.
- Cox, D.P., 1985. Geology of the Tanamá and Helecho porphyry copper deposits and their vicinity, Puerto Rico. U.S. Geological Survey Professional Paper 1327, 59 p.
- Cox, D.P. y Briggs, R.P., 1973. Metallogenic map of Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Geologic Investigations Map I-721, scale 1:240,000.
- Cox, D.P., Larson, R.R. y Tripp, R.B., 1973. Hydrothermal alteration in Puerto Rican porphyry copper deposits: *Economic Geology*, 68: 1329-1334.
- Cox, D.P., Perez Gonzales, I. y Nash, J.T., 1975, Geology, geochemistry and fluid inclusion petrography of the Sapo Alegre porphyry copper prospect and its metavolcanic wallrocks, west central Puerto Rico: U.S. Geological Survey Journal of Research, 3(3): 313-327.
- Cram, C.M., 1972. Estudio preliminar de geología económica del yacimiento níquelífero del Barrio Guanajibo de Cabo Rojo, Puerto Rico: Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Comisión de Minería, San Juan, Puerto Rico, 53 p.
- Crespi, R. A., 1907. Geology and Development Of Aguacate Mines, Costa Rica: *Min. World*, 27: 848.
- Cribb, J. W., Jimenez, J., Lewis, J. F. y Sutter, J. F., 1989. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ages from Lorna de Cabrera batholith; Implications for timing of tectonic events in northern Hispaniola: *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 21: A267.
- Cuba, S., Ávila, E. y Pérez, E., 1991. Informe sobre los trabajos de campo inconclusos de la Prospección Detallada de cuarzo filoniano, pegmatita y cuarcita

- en la provincia Santiago de Cuba, en el área "La Corea". Municipio II Frente. Informe inédito, Cuba.
- Damjanović, B., Terrence Hennessey, B., Lattanzi, C.R., Makepeace, D. y Spooner, J., 2016. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report on the El Mochito Zinc-Lead-Silver Mine, Honduras, 103 p., Morumbi Resources Inc.
- Damon, P.E., Shafiqullah, M. y Clark, K.F., 1983. Geochronology of the porphyry copper deposits and related mineralization of Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences, 20 (6): 1052–1071.
- Danielson, V., 1994. Placer Dome Gold Discovery in Costa Rica: The Northern Miner, 80 (40): 1.
- Danieluk, L.N., Oxipov, S.A., Barbon, R. y Soler, J., 1986. Informe final de los trabajos de Búsqueda Orientativa y Detallada de bauxita en el yacimiento Sierra Azul y los sectores San Francisco, Pajarito, Los Palacios, San Bartolo año 1976-1982. Informe inédito, Cuba.
- De Mello, C., 2015. Características isotópicas de Pb da mineralização aurífera de Marmato, Colombia; implicações para identificação e caracterização de domínios transicionais entre sistemas epitermais e do tipo pórfiro. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. 178 p., São Paulo.
- de la Fuente, M., 1996. Reevaluación del cálculo de reservas para el yacimiento Majayara y Rancho Yagua. Informe inédito, Cuba.
- de Zoeten, R. y Mann, P., 1991. Structural geology and Cenozoic tectonic history of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic, Geological Society of America Special Paper, 262: 265–279.
- Defilippo, R. J., 1974. The Mineral Industry of Central American Countries; Costa Rica: Minerals Yearbook 1974, 3: 1085.
- Dengo, G. y Levy, E., 1970. Anotaciones al Mapa Metalogénico de América Central: Instituto Centroamericano de Investigaciones Técnicas e Industriales (ICAITI), Publ. Geol. ICAITI, No. 3, P. Apéndice 2.
- Denyer, P. y Baumgartner, P.O., 2006. Emplacement of Jurassic-Lower Cretaceous radiolarites of the Nicoya Complex (Costa Rica). Geologica Acta, 4: 203-218.
- DeYoung, J.H., Sutphin, D.M., Werner, A.B.T. y Foose, M.P., 1985. International Strategic Minerals Inventory Summary Report-Nickel. U.S. Geological Survey Circular 930-D, 62 p.
- Díaz de Villalvilla, L., 1997. Caracterización geológica de las formaciones volcánicas y volcano-sedimentarias en Cuba central, provincias Cienfuegos, Villaclara y Sancti Spiritus. En: Furrázola-Bermudez, G. & K. Nunez-Cambra (eds). Estudios sobre Geología de Cuba. La Habana, Cuba. Centro Nacional de Información Geológica, p. 259-270.
- Dickinson, W.R. y Lawton, T.F., 2001. Carbonaceous to Cretaceous assembly and fragmentation of Mexico: Geological Society of America Bulletin, 113: 1142-1160.
- Dilles, P.A., 1982. *Skarn* formation and mineralization within the Lower Cretaceous Cantarranas Formation, El Mochito Mine, Honduras: University of Alaska, Master's Thesis, 97 p.
- Dirección General de Geología y Minas, 2016. Informe Anual de Labores, Mina Orotex, Expediente 2141.
- Dirección General de Geología, Minas e Hidrocarburos, 1972. Estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos. Área de Reserva Minera Nacional, Departamento de Lempita, DGMH, Honduras.
- Dirección General de Minas e Hidrocarburos, 1987. Inventario minero de Honduras: Informe de ocurrencias minerales. Informe inédito, 155 p.
- Dirección General de Geología, Minas e Hidrocarburos, 1986. Informes inéditos, Costa Rica.
- Dolan, J., Mann, P., De Zoeten, R., Heubeck, C. y Shiro, J. 1991. Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Hispaniola and Puerto Rico. En: Mann, P., Draper, G. y Lewis, J. F. (eds.), Geologic and Tectonic Development of the North America–Caribbean Plate Boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262: 17-264.
- Dolan, J.F., Mullins, H.T. y Wald, D.J., 1998. Active tectonics of the north-central Caribbean: oblique collision, strain partitioning, and opposing subducted slabs. En: Dolan, J. F. y Mann, P. (eds.), Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Geological Society of America Special Paper, 326: 1-61.
- Dondoli B., C., 1966. Informe sobre el Yacimiento de Hierro de San Ramón, Costa Rica. Dir. Gen. Geol. Minas Petrol., Inf. Tec. Notas Geol., No. 22-C, 2 p.
- Dondoli B., C., 1970. Localización de un horizonte laterítico bauxítico en la zona de Paraíso de Cartago, Costa Rica. Dir. Geol. Minas Petrol., Inf. Tec. Notas Geol., V. 9, No. 6, 21 P.
- Donnelly, T.W., Melson, W., Kay, R., Rogers, J.W., 1973. Basalts and dolerites of Late Cretaceous age from the central Caribbean. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, p. 1137.
- Donnelly, T. W., Horne, G. S., Finch, R. C. y Lopez-Ramos, E. 1990. Northern Central America: The Maya and Chorti blocks. En: Dengo, G. y Case, J. E. (eds.), The Caribbean Region. The Geology of North America, H. Geological Society of America, 371-396.

- Dorado, C., 2012. Metalogénesis de las mineralizaciones auríferas del área de El Vapor. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. 142 p. Bogotá.
- Drakopoulos, Y., 2018. The Evolution of Bauxite Mining in Jamaica - Modern Challenges for a Mature Industry. *Travaux* 47, Proceedings of the 36th International ICSOBA Conference, Belén, Brasil.
- Draper, G., Mann, P., and Lewis, J. F., 1994. Hispaniola. En: Donovan, S. K. and Jackson, T. A. (eds). *Caribbean Geology: An introduction*, p. 129-150. University of the West Indies Publishers Association, Jamaica.
- Draper, G., Lewis, J.F., 1991. Metamorphic belts in central Hispaniola. En: Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.), *Geologic and tectonic development of the North American–Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America, Special Paper 262: 29-45. Boulder Colorado.
- Draper, G. y Nagle, F., 1991. Geology, structure, and tectonic development of the Río San Juan Complex, northern Dominican Republic. En: Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.), *Geologic and tectonic development of the North American–Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper, 262: 77-95. Boulder Colorado.
- Druceker, M.D. y Sandefur, R.L., 2008. Update report on the Cerro Chorchá copper project: Dominion Minerals Corp. Canada National Instrument NI 43-101.
- Ducloz, Ch. y Vuagnat, V., 1962. A propos de l'âge des serpentinites de Cuba. *Archives des Sciences, Société de Physique et Histoire Naturelle*, Geneve, 15 (2): 309-332.
- Durán, J. 2018. Metallogenic approach of the orogenic gold mineralization present at Líbano, Tolima. Tesis pre-grado. Universidad de Los Andes, Bogotá. 78 p.
- Durañona, D. y Rodríguez, A., 1990. Informe final sobre la Prospección Preliminar en los sectores Guáimaro-Palo Seco y otros. Informe inédito
- Echeverri, B., 2006. Genesis and thermal history of gold mineralization in the Remedios-Segovia-Zaragoza Mining District of Northern Colombia. Tesis de Maestría, Universidad de Shimane, Japón.
- Echeverri, J.D., 2004. Geología y Características de Formación de las Mineralizaciones de Talco en La Bramadora-Yarumal, Departamento de Antioquia. Tesis pregrado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Sede Medellín., 81 p.
- Elston, D., and Krushensky, R., 1982, Puerto-Rico: a translated terrane exotic to the Caribbean, 10th Carib. Geol. Conf., 1983, Cartagena de Indias, Program Abstracts, 35-36.
- Elvir, A., 1979. Yacimientos de Antimonio en Honduras, Secplan. Co. Minera Lempira, EXP. N. 106 Exploracion, DGMH.
- Elvir, R., 1983. Minas y Producción de Honduras, Secplan 1983, Concesión de Explotación N. 51, 52, 53, DGMH.
- Empire Minerals Corp., 2006. Projects—Cerro Chorchá copper deposit. <http://www.empiregoldcorp.com/Projects/Cerro/>.
- Escobar, E., González, R., Murashko, V. I. y López, A., 1985. Informe de los trabajos complementarios de la Exploración Detallada del yacimiento de cromitas Camaguey II. Informe inédito, Cuba.
- Escorce, E., 1971. Mapa-compilación de ocurrencias platiníferas oriente chocono y occidente antioqueño. Escala 1:500.000. mapa No. 3, Ingeominas. Informe 1620. Medellín.
- Escuder-Viruete, J., Díaz de Neira, A., Hernáiz Huerta, P.P., Monthel, J., García Senz, J., Joubert, M., Lopera, E., Ullrich, T., Friedman, R., Mortensen, J. y Pérez-Estaún, A., 2006. Magmatic relationships and ages of Caribbean island-arc tholeiites, boninites and related felsic rocks, Dominican Republic. *Lithos*, 90: 161-186.
- Escuder-Viruete, J., Pérez-Estaún, A., Gabites, J. y Suárez-Rodríguez, A., 2011a. Structural development of a high-pressure collisional accretionary wedge: The Samaná complex, northern Hispaniola, *Journal of Structural Geology*, 33: 928-950.
- Escuder-Viruete, J., Pérez-Estaún, A., Booth-Rea, G. y Valverde-Vaquero, P., 2011b. Tectonometamorphic evolution of the Samaná complex, northern Hispaniola: Implications for the burial and exhumation of high-pressure rocks in a collisional accretionary wedge, *Lithos*, 125: 190-210.
- Escuder-Viruete, J., Friedman, R., Castillo-Carrión, M., Gabites, J. y Pérez-Estaún, A., 2011c. Origin and significance of the ophiolitic high-P mélanges in the northern Caribbean convergent margin: insights from the geochemistry and large-scale structure of the Río San Juan metamorphic complex, *Lithos*, 127: 483-504.
- Escuder-Viruete, J., Valverde-Vaquero, P., Rojas-Agramonte, Y., Gabites, J. y Pérez-Estaún, A., 2013. From intra-oceanic subduction to arc accretion and arc-continent collision: Insights from the structural evolution of the Río San Juan metamorphic complex, northern Hispaniola, *J. Struct. Geol.*, 46: 34–56.
- Espailat, J., 1996. Caribbean Basin. *Society of Economic Geologists Newsletter*, 25: 39.
- Evans, L. *et al.* 2013. NI 43-101 Technical Report on the Batero-Quinchía Project, Department of Risaralda,

- Colombia. Report prepared by Rock Solid Resources, Proven Advice for Batero Gold Corporation, 245p.
- Far East Capital Ltd., 2019. Andean Mining Corporation Pty. Ltd. High grade copper/gold project in Colombia. [http://www.fareastcapital.com.au/imagesDB/newsletter/AndeanReview1August2019\\_1.pdf](http://www.fareastcapital.com.au/imagesDB/newsletter/AndeanReview1August2019_1.pdf)
- Farris, D. W., Jaramillo C., Bayona G., Restrepo S.A., Montes C., Cardona A., Mora A., Speakman R.J., Glasscock M.D. y Valencia V., 2011. Fracturing of the Panamanian Isthmus during initial collision with South America, *Geology*, 39: 1007-1010.
- Feigenson, M. D., Carr, M. J., Maharaj, S. V., Juliano, S., and Bolge, L. L. (2004), Lead isotope composition of Central American volcanoes: Influence of the Galapagos plume, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, Q06001, doi:10.1029/2003GC000621.
- Feldhaus, L., Muñoz, R., Salazar, G. y Tistl, M., 1988. Prospección en semidetalle para metales preciosos asociados con metales básicos, cuencas Quebrada la Noche, Río Cantugadó, Río Ichó y Río Comitá, Cordillera Occidental, Departamento del Chocó. Proyecto Mandé fase II - Convenio Colombo-alemán, Ingeominas-BGR, informe 2052, 75 p., Medellín.
- Fenton, A., 1981. The mineral resources of Jamaica. Kingston, Jamaica, Geological Survey Division, 8, 143 p.
- Fenton, A., 1987. The (Non-Bauxite) Metallic Mineral Potential of Jamaica. En: Proceedings of a Workshop on the Status of Jamaican Geology, 14-16 March, 1984: Special Issue 1982. p. 269-281. The Geological Society of Jamaica.
- Fernández, M., Madrigal, R. y Sandoval, L.F., 1965. Depósitos costeros de arenas magnetíticas en las playas del litoral pacífico de Costa Rica. Informe de la Dirección de Geología, Minas y Petróleo, 24 p., San José, Costa Rica.
- Fernández, R.R., Martín, R. y Bikerman, D., 1997. Managing the Santa Rosa open-pit, heap-leach gold project. *JOM* 49, 15-19.
- Flores R., W. S., 1976. Estudio geológico relacionado con una mineralización de sulfuros en Punta Gorda, Nicoya, Costa Rica. Tesis de Grado, Universidad de Costa Rica, 35 p.
- Forbes, W. y Balfour, D. 1942. A Lode Gold Mine in Colombia. *Engineering and Mining Journal*, 143 (4): 62-66.
- Formell, F., 1997. Informe resumen de los trabajos de prospección realizados por Holmer Gold Mines Limited en San Fernando con el cálculo de los recursos minerales.
- Fortune Bay Ltd., 2018. Properties, Ixhuatán Project, México <http://www.fortunebaycorp.com/properties>
- Fox, P.J. y Heezen, B.C., 1975. The geology of the Caribbean Crust. En Nairn y Stehli (eds.), *The Ocean Basins and Margins*, New York, Plenum Press, 3: 421-466.
- Fralov, V., Reborido, J., Meriño, J. A. y Lazo, L., 1982. Informe geológico final sobre los trabajos de Exploración Detallada realizados en el yacimiento de cromitas refractaria "Cromita Mercedita" en los años 1978-1982. Informe inédito, Cuba.
- Frank, M. *et al.*, 2006. Submarine hydrothermal venting related to volcanism in the Lesser Antilles: Evidence from ferromanganese precipitates. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, G3, 7 (4), 24 p.
- Franklin, J.M., Gibson, H.L., Jonasson, I.R. y A.G. Galley, A. G., 2005. Volcanogenic Massive Sulphide Deposits. En: Hedenquist, J.W., Thompson, J.F.H., Goldfarb, R.J. y Richards, J.P., (eds.), 100th Anniversary Volume, Society of Economic Geologists, p. 523-560.
- Fraser, L., 1911. Costa Rica Mineral Resources: Min. Sci. Press, 102, 132 p.
- Fumerton, S. 2012. Technical NI 43-101 Report on the El Gran Porvenir Project. Tolima, Colombia. Redwood Meadows. Alberta, Canada. 147 p.
- Gallardo, E., Fernández, A., Brace, T., Pimentel, H., 1996, Report of work (March - November 1996) on the Tamarindo concession, Las Tunas and Holguín provinces, east central Cuba. Informe inédito, Cuba.
- Gallardo, E., Vacak, S., Gómez, M.A., Romero, O., Moya, R., Lledías, P., Darias, J. L., Pérez, A., Carballo, N., Uldanivia, P. y Pérez, N., 1991. Prospección Detallada Cobre Antonio. Informe inédito, Cuba.
- García V. J. 1987. Exploración geoquímica para la ubicación de yacimientos de barita, Sierra de Perijá-Estado Zulia. *Boletín de Geología*. Vol XVI, N° 28.
- García, C. A., Ávila, A. Kindelán, R. Pérez, M. Valdivia, M. Castañeda, J. A. Díaz, A. Hernández, G. y Izquierdo, M., 1990. Informe de los trabajos de Exploración Orientativa para menas sulfurosas-cupríferas del Yacimiento Juan Manuel y el complemento de la Exploración Orientativa del yacimiento Unión. Informe inédito, Cuba.
- García-Casco, A., Torres-Roldán, R., Iturralde-Vinent, M.A., Millán, G., Núñez Cambra, K., Lázaro, C. y Rodríguez Vega, A., 2006. High pressure metamorphism of ophiolites in Cuba. *Geol. Acta*, 1: 63-88.
- García-Casco, A., Iturralde-Vinent, M.A. y Pindell, J.L., 2008a. Latest Cretaceous collision/accretion between the Caribbean Plate and Caribbeana: origin of metamorphic terranes in the Greater Antilles. *Int. Geol. Rev.* 50: 781-809.
- Garmon, W.T., Allen, C.D. y Groom, K.M., 2017. Geological and Tectonic Background of the Lesser Antilles.



- En Allen, C.D. (ed.) *Landscapes and Landforms of the Lesser Antilles*. World Geomorphological Landscapes; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 7–15.
- Garton, V., 1972. Reconnaissance Report Zona Minera Montenegro La Unión, Archivo DGMH
- Garton, V., 1975, Honduras, Francisco Morazan, Summary Tatumbula: Unpublished Report, April 8, 1975, 2 p.
- Gazel, E., Carr, M. J., Hoernle, K., Feigenson, M. D., Szymanski, D., Hauff, F., and van den Bogaard, P. (2009), Galapagos-OIB signature in southern Central America: Mantle refertilization by arc-hot spot interaction, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10, Q02S11, doi:10.1029/2008GC002246.
- Geominas Ltda., 1975. Cromitas de Santa Elena y Las Palmas, estudio geológico-minero. Informe final. Coltejer S.A., 39 p., Medellín.
- Ghosh, N., Hall, S. y Casey, J.F., 1984. Seafloor spreading magnetic anomalies in the Venezuelan Basin. En: Bonini, W.E., Hargraves, R.B. y Shagam, R. (eds.), *The Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics*. Geological Society of America Memoir, 162: 65-80.
- Gil-Rodríguez, J., 2010. Igneous petrology of the Colosa gold-rich porphyry system Tolima, Colombia. Tesis de Maestría, University of Arizona, 51 p., Tucson.
- Giunta, G., Beccaluva, L., Coltorti, M., Mortellaro, D., Siena, F. y Cutrupia, D., 2002. The peri-Caribbean ophiolites: structure, tectono-magmatic significance and geodynamic implications. *Caribbean Journal of Earth Science*, 36: 1-20.
- Gleeson, S., Herrington, R., Durango, J., Velásquez, C. y Koll, G., 2004. The mineralogy and geochemistry of the Cerro Matoso S.A. Ni laterite deposit, Montelíbano, Colombia. *Economic Geology* 99: 1197-1213.
- Glover, L. y Matson, P.H., 1973. Geologic map of the Rio Descalabrado quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Map I-735, scale 1:20,000.
- Goddard, D.A., 2007. Historia de la mina de mercurio de San Jacinto: Serranía de Baragua, Estado Lara, Venezuela. VI Simposio Venezolano de Historia de las Geociencias - IX Congreso Geológico Venezolano Caracas, Venezuela. Boletín 98, 12 p.
- Goldich, S.S. y Bergquist, H.R., 1948. Aluminous Lateritic Soil of The Republic of Haiti, W.I.: U.S. Geological Survey Bulletin 954-C, p. 63-111.
- Gómez, J., Montes, N., Nivia, A y Diederix, H. (compiladores), 2015. Mapa Geológico de Colombia 2015. Escala 1:1.000.000. Servicio Geológico Colombiano, 2 hojas. Bogotá.
- Gómez Saez, G.V., 2015. Marine shallow hydrothermal systems: imprint of their exclusive biochemistry on dissolved organic matter and chemosynthesis. Tesis doctoral, Universidad de Bremen, Alemania. 166 p.
- González, H., 1987. Asbesto. Recursos minerales de Colombia, Tomo II, Pub. Geol. Esp., Ingeominas, pp 675-696. Bogotá.
- González, H., 2001. Mapa Geológico del Departamento de Antioquia. Geología, Recursos Minerales y Amenazas Potenciales. Memoria Explicativa. Ingeominas. Bogotá. 241 p.
- González, R., García, M. y Galvez, F., 2000. Informe Reconocimiento Geológico para oro en los sectores Ferrolana y La Caridad. Informe inédito, Cuba.
- Gosse, R., 1990, Geological Report on Honduran Gold Prospects: Unpublished Report of Ivanhoe Capital Corporation, May 10, 1990, 200 p.
- Goulet-Lessard, F., 2012, Structure des gites aurifères épithermaux en contexte de chevauchement, dans la Cordillere Centrale D'Hispaniola: Tesis de Doctorado, Université du Quebec a Montreal, 136 p.
- Gran Colombia Gold Corp., 2018. Annual information form for the year ended December 31, 2018. 100 p., Toronto.
- Gray, F., Hammarstrom, J.M., Ludington, S., Zürcher, L., Nelson, C.E., Robinson, Jr., G.R., Miller, R.J. y Moring, B.C., 2014. Porphyry Copper Assessment of Central America and the Caribbean Basin. U.S. Geological Survey, Scientific Investigations Report 2010–5090–I. 81 p.
- Gray, D., Lawlor, M. y Stone, R., 2015. Cobre Panamá Project. Colón Province, Republic of Panamá. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. First Quantum Minerals Ltd, 236 p.
- Guarín, G. y Álvarez, G., 1977. Geología y geoquímica de los prospectos de pórfiro cuprífero en el área de Murindó (sectores La Rica, Jarapeté y Táparos). Municipio de Riosucio, departamento del Chocó. Ingeominas, informe No.1738. Medellín, 169 p.
- Guarín, R., Lopera, J. y Padilla, S., 1994. Método de beneficio del platino a partir de la caracterización de la mena en la región de Condoto-Chocó. Tesis pregrado, Universidad Nacional de Colombia, 129 p., Medellín.
- Guatemala Mineral, Mining Sector Investment and Business Guide, 2013. Volume 1 Strategic Information and Regulations. International Business Publications, Inc., USA
- Guerasimov, E., Ageenko, N., Kereselidze, V., Schulzenko, V., Gaev, A., Porro, A., Mari Morales, T., Saunders, E. y González, G. 1973. Informe sobre los trabajos de Exploración geológica efectuados



- en el yacimiento Punta Gorda en los años 1969-72. Informe inédito, Cuba.
- Guillemette, N., 1991. Geology and geochemistry of the Ixtahuacan Sb-W deposits, northwestern Guatemala. Tesis de Maestría, McGill University, 108 p., Montréal.
- Guillou, R.B. y Glass, J.J., 1957. A reconnaissance study of the beach sands of Puerto Rico: U.S. Geological Survey Bulletin 1042-1, 39 p.
- Gunn, B.M. y Roobol, M.J. 1976. Metasomatic alteration of the predominantly island arc igneous *suite* of the Limestone Caribbees (E. Caribbean). *Geologische Rundschau*, 65: 1078–1108.
- Gustavson Associates, 2014. NI 43-101 Preliminary economic assesment Gramalote Project northwest Colombia. Technical report prepared for B2Gold Corporation. 31 de marzo de 2014.
- Gutiérrez, H., 1950. Informe Preliminar sobre el Reconocimiento Geológico de la Zona Asbestífera del Alto Nechí, Departamento de Antioquia. Informe No. 715-A. INGEOMINAS. 32 p.
- Gutiérrez, M., Quiñones, C.L., Velázquez, M.J., Lay, M., Tapia, M.E. y Martínez, C.A., 1995. T.T.P. Generalización de las investigaciones Geólogo-Tecnológicas sobre oro endógeno y de placeres en la región de Holguín. Informe inédito, Cuba.
- Gutt, W. y Gaze, M.E., 1975, Trinidad porcellanite as a pozzolan: *Materiaux et Construction*, 8: 439-450.
- Hackley, P.C., Urbani, F., Karlsen, A.W. y Garrity, C.P., 2006. Mapa Geológico de Venezuela. Escala 1:750.000. U.S. Geological Survey Open-File Report 2006-1109, doi:10.3133/ofr20061109
- Haczewski, G., 1976. Sedimentological reconnaissance of the San Cayetano Formation: an accumulative continental margin in the Jurassic of western Cuba: *Acta Geologica Polonica* 26 (2): 331-353.
- Halbach, P., Marbler, H., Cronan, D.S., Koschinsky, A., Rahders, E. y Seifert, R., 2002. Submarine Hydrothermal Mineralisations and Fluids off the Lesser Antilles Island Arc - Initial Results from the CARIBFLUX Cruise SO 154. *InerRidge News*, 11 (1): 18-22.
- Haley, C.S., 1941. Honduras, Pioneer Frontier: *Engineering and Mining Journal*, 142 (6): 35-39.
- Hall, R. *et al.*, 1970. Recursos minerales de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas, *Boletín Geológico*, volumen XVII, No. 2, Ingeominas. Bogotá.
- Harnish, D.E., Brown, P.E., 1986. Petrogenesis of the Casseus Cu-Fe *skarn*, Terre Neuve District, Haiti. *Economic Geology*, 81 (7): 1801-1807.
- Harris-Charles, E.L. y Pemberton, C.A., 2007. Copper Mining and Environmental Costs in Dominica Farm /Business, *The Journal of the Caribbean Agro-Economic Society (CAES)*, 7 (1): 103-121.
- Hastie, A.R., Kerr, A.C., McDonald, I., Mitchell, S.F., Pearce, J.A., Millar, I.L., Barfod, D. y Mark, D.F., 2010. Geochronology, geochemistry and petrogenesis of rhyodacite lavas in eastern Jamaica: a new adakite subgroup analogous to early Archaean continental crust?, *Chemical Geology*, 276: 344–359.
- Hatten, C. W., 1957. Principal features of Cuban geology: discussion. *AAPG Bulletin*, 51 (5): 780-789. American Association of Petroleum Geologists.
- Havlicek, 1966. Informe sobre los trabajos realizados durante el período 20-3-63 al 5-4-66, en la parte técnica de la sección de exploraciones populares. Informe inédito, Cuba.
- Hayes, B. y Allende, R., 1945. Apuntes sobre sobre el desenvolvimiento de la minería del cobre en Cuba desde la época colonial hasta la guerra mundial de 1919.
- Heidenreich, W.L. y Reynolds, B.M., 1959, Nickel-cobalt-iron-bearing deposits in Puerto Rico: Bureau of Mines, Report Investigations 5532, 68 p.
- Henricksen, T., 2011. Mandé norte Murindó prospect, Chocó and Antioquia departments, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. La Muriel Mining Corporation, Sunward Resources Ltd, 71 p., Redmont, Washington.
- Hildebrand, F. A. y Smith, R. J., 1959. Occurrences of alunite, pyrophyllite, and clays in the Cerro La Tiza area, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Open-File Report 469, 82 p.
- Hoag, C. y Sharma, R, 2012. Canada National Instrument NI 43-101 technical report on mineral resources - Santa Rosa project, Panama. Canada National Instrument technical report NI 43-101 prepared by SRK Consulting for Golden Phoenix Minerals Inc., 93 p.
- Hodgkinson, M.R.S., 2015. The geological controls on the Von Damm Vent Field. Tesis de Doctorado, University of Southampton, 336 p., <http://eprints.soton.ac.uk>
- Holcapek P., F., 1980. Informe Sumario Sobre La Mina Topacio, Dto. Zelaya, 10/3/80, Managua, Condeminah.
- Holcombe, T.L., Vogt, P.R., Matthews, J.E., and Murchison, R.R., 1973, Evidence for sea-floor spreading the Cayman Trough: *Earth and Planetary Science Letters*, 20: 357-371.
- Hollister, V.C., 1985. Unpublished Files, 29 Oct. 1985
- Hollister, V.C., 1986. Unpublished Files UN Data, 13 March, 1986
- Hughes, I.G., 1973. The Mineral Resources of Jamaica: Geological Survey Department of Jamaica Bulletin No. 8, 87 p.

- Hulse, D., 2012. Technical Report on Resources, Gramalote Project, Providencia, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Prepared for B2Gold Corp., Gustavson Associates, 85 p.
- Hulse, D., Sobering, G., Newton, C., Malhotra, D. y Daviess, F. 2014. Preliminary Economic Assessment Gramalote Project Northwest Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Prepared for B2Gold Corp., Gustavson Associates, 174 p., Lakewood
- Huss, C.E., Drielick, T.L., Roth, D., Tietz, P., Blattman, M., Caldwell, J., 2014. Escobal Mine, Guatemala. Canada National Instrument NI 43-101 Feasibility Study, 261 p.
- Hutton, C. O., 1978. The petrology of Nevis, Leeward Islands, West Indies: Overseas Geology and Mineral Resources, N°. 52, 31 p.
- Ingeominas, 1987. Recursos minerales de Colombia. Tomo I: Metales preciosos, minerales metálicos. Publicación Geológica Especial No. 1 Ingeominas. 564 p. Bogotá.
- Ingeominas, 1994-2002. Inventario Minero Geológico y Ambiental, Bogotá.
- Ingeominas-JICA, 1987. Informe sobre exploración de minerales del área de Almaguer, Departamento de Cauca, República de Colombia. Fase III. Ingeominas, informe N° 2323, 76 p., Popayán.
- Ingeominas-Naciones Unidas, 1975. Evaluación de lateritas níquelíferas en los departamentos de Córdoba y Antioquia, Colombia. Investigación detallada de los depósitos de lateritas níquelíferas en Planeta Rica Departamento de Córdoba. Ingeominas, informe N° 1719. 76 p., Nueva York.
- Ingeominas-Naciones Unidas, 1976a. Evaluación de lateritas níquelíferas en los departamentos de Córdoba y Antioquia, Colombia. Investigación detallada de los cuerpos ultrabásicos del área de Uré Departamento de Córdoba. Ingeominas, informe N° 1720, 42 p., Nueva York.
- Ingeominas-Naciones Unidas, 1976b. Evaluación de lateritas níquelíferas en los departamentos de Córdoba y Antioquia, Colombia. Investigación detallada de los cuerpos ultrabásicos de Medellín Departamento de Antioquia. Ingeominas, informe N° 1721, 37 p., Nueva York.
- Ingeominas-Naciones Unidas, 1976c. Evaluación de lateritas níquelíferas en los departamentos de Córdoba y Antioquia, Colombia. Investigación detallada de los depósitos de lateritas níquelíferas de Ituango Departamento de Antioquia. Ingeominas, informe N° 1718, 21 p., Nueva York.
- Ingeominas-Naciones Unidas, 1982. Mineralización de cobre-molibdeno en el municipio de Acandí, Departamento del Chocó. Informe técnico DP/UN/COL-76-030/1, 165 p., Bogotá.
- Ingeominas-Universidad Nacional de Colombia. 2011. Informe Final. Contrato Interadministrativo 007 de 2010. Bogotá.
- Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), 1970, Mapa Metalogénico de América Central; 1:2.000.000 y Estudios Metalogénicos de América Central: Publicaciones Geológicas Del ICAITI Numero III, 76 p.
- Instituto Internacional de Integración, 1986, Geografía Económica, Area de Recursos Minerales: La Paz, 716 p.
- Irving, E.M., 1972. Mapa geológico de la Península de La Guajira, Colombia Compilación. Escala 1:100.000. Ingeominas.
- Issigonis, M.J., 1973. The geology and geochemistry of the porphyry-type copper and molybdenum mineralization at Cerro Colorado, Panama. Tesis de Maestría, University of Toronto. 151 p. y 4 apéndices.
- Iturralde-Vinent, M. A., 1995. Implicaciones tectónicas de magmatismo de margen continental pasivo en Cuba. En: Ricardii A.C. y Iglesias Llanos, M.P., (eds.), Jurásico de Cuba y América del Sur. Proyecto UNESCO/IUGS PICG 322: 14-30. Buenos Aires.
- Iturralde-Vinent, M. A., 1996a. Introduction to Cuban geology and tectonics. En: Iturralde-Vinent, M.A., Cuban ophiolites and volcanic arcs, IUGS/UNESCO International Geological Correlation Programme. Project 364. Geological Correlation of Ophiolites and volcanic arcs in the Circumcaribbean Realm, Miami, Florida Special Contribution 1: 3-35.
- Iturralde-Vinent, M. A., 1996b. The ophiolites' s geology of Cuba. En: Iturralde-Vinent, M.A., Cuban ophiolites and volcanic arcs, IUGS/UNESCO International Geological Correlation Programme. Project 364. Geological Correlation of Ophiolites and volcanic arcs in the Circumcaribbean Realm, Miami, Florida Special Contribution 1: 83-120.
- Iturralde-Vinent, M. A. (ed.), 2011. Compendio de Geología de Cuba y del Caribe. Primera Edición. DVD-ROM. Editorial CITMATEL, La Habana, Cuba.
- Iturralde-Vinent, M.A. y Marí-Morales, T., 1988. Toleitas del Tithoniano de la Sierra de Camaján, Camagüey: Posible datación de la corteza oceánica. Rev. Tecnol. XVIII: 25-32.
- Iturralde-Vinent, M.A., Otero, C.D., Garcia-Casco, A. y van Hinsbergen, D.J.J., 2008. Paleogene foredeep basin deposits of north-central Cuba: a record of arc-continent collision between the Caribbean and North American plates. International Geology Review, 50: 863-884.

- Iturralde Vinent, M., Thieke, H.U. y Pérez, S., 1988. Informe sobre los resultados del Levantamiento Geológico complejo 1:50 000 y sus búsquedas acompañantes del polígono CAME III. 1981-87. Camaguey. Informe inédito, Cuba.
- Jager C., 1977. Geología de las Mineralizaciones de Cromita al Este de la Península de Santa Elena, Provincia de Guanacaste, Costa Rica: Tesis de Grado, Universidad de Costa Rica, 136 p.
- Jakus, P., 1983. Formaciones vulcanógeno-sedimentarias y sedimentarias de Cuba Oriental. En: Contribución a la geología de Cuba Oriental, 17-85. Instituto de Geología y Paleontología A.C.C. de Cuba, Editorial Científico Técnica, La Habana, p. 17-85.
- James, K.H., 2007. Structural Geology: from local elements to regional synthesis. En: Bundschuh, J., Alvarado, G.E. (eds.), Central America: Geology, Resources and Hazards, p. 277-321. The Netherlands, Taylor & Francis/Balkema.
- Jaramillo, L., 2000. Geological setting and potential of VMS deposits in Colombia. En: Sherlock, R.L., y Logan, M.A. (eds.), Volcanogenic massive sulphide deposits of Latin America. Geological Association of Canada Special Publication 2: 325-332.
- JC MINING, Services and Mining Projects, 2018, Gold Shear Project; Oaxaca, México. <https://jcdelacv.wixsite.com/jcmining/gold-shear-project-1>
- Jensen, T. y Goffaux, D., 2010. Mochito Mine, Las Vegas, Honduras, NI 43-101 Technical Report, 31 March, 2010. American Pacific Honduras S.A. de C.V.
- JICA, 1979, Report on the Geological Survey of the Western Area, JICA-DGMH
- JICA, 2003. Informe sobre la exploración minera en el área suroccidental y central de la República de Honduras. Informe consolidado, 143 p.
- JICA-Ingeominas. 1987. Informe sobre exploración de minerales del área de Almaguer, Departamento del Cauca, Colombia. Compilación Fases I, II y III.
- JICA-MMAJ-Ingeominas, 1983. Report on geological survey of Piedrancha area, project of Ingeominas. Consolidated report. Ingeominas, 46 p., Bogotá.
- JICA-MMAJ-Ingeominas 1984. Estudio preliminar de factibilidad del desarrollo del área El Diamante-Paraíso-Bomboná, Departamento de Nariño. Ingeominas, 191 p., Bogotá.
- Jiménez-Hernández, A., Jaime-Fuentes, A., Motolinía-García, O., Pinzón-Salazar, T.C. y Membrillo-Ortega, H., 2005. Carta Geológico-Minera Huixtla D15-2, Chiapas, escala 1:250.000: Pachuca, Hidalgo, México, Servicio Geológico Mexicano, serie de cartas 1:250000, 1 mapa.
- Johnson, M.J., 1993. Mining and mineral deposits of Honduras and El Salvador. En: Randol at Acapulco '93, Conference Proceedings: 87-100. Randol International Ltd.
- Jolly, W.T., Lidiak, E.g., Schellekens, J.H. y Santos, H., 1998. Volcanism, tectonics, and stratigraphic correlations in Puerto Rico. Geological Society of America Special Paper, 322: 1-34.
- Jolly, W. T., Lidiak, E. G. y Dickin, A. P. 2008. The case for persistent southwest-dipping Cretaceous convergence in the northeast Antilles: geochemistry, melting models, and tectonic implications. Geological Society of America Bulletin, 120: 1036-1052.
- Jones, I., Blaylock, G., Caldwell, J., Corso, W., Creek, M., Levy, M., McLeod, K., Stone, D. y Tahijia, L., 2019. Buriticá mineral resource 3019-01, Antioquia, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report, Continental Gold Inc, 259 p.
- Joutel Resources Ltd, 1998. Summary report Joutel Resources - Geominera S.A. joint venture explorations projects (1993 - 1998). Santa Clara area, Central Cuba. Informe inédito, Cuba.
- Kantor, J. y Cameron, R., 2016. Technical report on the Titiribi project, department of Antioquia, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Brazil resources Inc., 150 p., Vancouver.
- Kaiser Engineers Task II Alumina Refineries Material Flow Report, April 1988. Aluminum Production Cost Survey, 1980-1985.
- Kantor, J. y Cameron, R., 2016. Technical Report on the Titiribi Project, Department of Antioquia, Colombia. Prepared by Behre Dolbear & Company (USA) Inc. for Sunward Resources Ltd., 179 p.
- Kelly, T. y Cruz, A., 2018. El Roble mine updated mineral resource and initial mineral reserve estimates, El Carmen de Atrato, Chocó Department, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Atico Mining Corporation, 141 p., Vancouver.
- Kerr, A.C., Marriner, G.F., Tarney, J., Nivia, A., Saunders, A.D., Thirlwall, M.F. y Sinton, C.W. 1997. Cretaceous basaltic terranes in western Colombia: Elemental, chronological and Sr-Nd constraints on petrogenesis: Journal of Petrology, 38: 677-702.
- Kerr, A.C., Tarney, J., Nivia, A., Marriner, G.F., Saunders, A.D., 1998. The internal structure of oceanic plateaus: interferences from obducted Cretaceous terranes in western Colombia and the Caribbean. Tectonophysics 292: 173-188.
- Kesler, S.E., 1968. Contact-Localized Ore Formation at Meme Mine, Haiti. Economic Geology, 63: 541-552.
- Kesler, S.E., 1978. Metallogenesis of the Caribbean region. Journal of the Geological Society of London, 135: 429-441.

- Kesler, S. E. y Fleck, R. J., 1967, Age and possible origin of a granitic intrusion in the Greater Antilles island arc [abs.]: Geological Society of America Special Paper 115, p. 482.
- Kesler, S. E., Russell, N. y Bell, D., 1996. Gold-Silver mineralization in Cuba and its geologic setting in the Greater Antilles. In A. R. Coyne y P. L. Fahey (eds.), *Geology and ore deposits of the American Cordillera: Geological Society of Nevada Symposium proceeding Reno/Sparks, Nevada, April 1995: 1433 -1441.*
- Kesler, S.E., Hall, C.M., Grigore, S., Bell, D., Russel, N., y Piñero, E., 1998. Mineralización epitermal en el viejo arco volcánico del depósito Jacinto, Distrito Camaguey. Informe inédito, Cuba.
- Kesler, S.E., Jones, L.M. y Walker, R.L., 1975. Intrusive rocks associated with porphyry copper mineralization in island arc areas. *Economic Geology*, 70: 515-526.
- Kesler, S.E., Levy, E.C. y Martín F., 1990, Metallogenic evolution of the Caribbean region. En: Dengo, G., and Case, J.E., (eds.), *The Caribbean region*, v. H of *The geology of North America: Geological Society of America*, p. 459–482. Boulder, Colorado.
- Kesler, S.E., Russell, N., Seaward, M., Rivera, J., McCurdy, K., Cumming, G.L., Sutter, J.F., 1981. Geology and geochemistry of sulfide mineralization underlying the Pueblo Viejo gold-silver oxide deposit, Dominican Republic. *Economic Geology*, 76: 1096-1117.
- Kesler, S.E., Sutter, J.F., Issigonis, M.J., Jones, L.M. y Walker, R.L., 1977. Evolution of porphyry copper mineralization in an oceanic island arc, Panama: *Economic Geology*, 72: 1147-1153.
- Kesler, S.E., Sutter, J.F. y Speck, R.C., 1991. Age of intrusive rocks in northern Hispaniola. En: Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.), *Geologic and tectonic development of the North America–Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper 262: 165-185.* Boulder, Colorado,
- Kirk, J.D., Ruiz, J., Kesler, S.E., Simon, A. y Muntean, J.L., 2014. Re-Os age of the Pueblo Viejo epithermal deposit, Dominican Republic: *Economic Geology*, 109: 503-512.
- Klerk, L., Niemann, P., Miller, P., Véliz, P. y Corley, D., 2012. Preliminary economic assessment on the Berlin deposit, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> Corporation, 252 p.
- Koldsev, A., Sitnikov, V., Apud, A. y Almaguer, A., 1976. Informe de la exploración orientativa del yacimiento Camarioca realizado en 1973-76. Informe inédito, Cuba.
- Konoplin, D., Stout, R. y Fernández, M. A., 1981. Informe de Búsqueda Detallada de cobre, en el sector Júcaro durante el período 1979-81. Municipio Bahía Honda, Cuba.
- Kozulin, V. A., J. V. Antoneev, V. N. Shulzhenko, 1973. Complemento del informe Yacimiento Hierro, confeccionado como resultado de los trabajos de Exploración Geológica realizados en este yacimiento en los años 1971-73 y del estado de reservas el 1 de marzo de 1973. Informe inédito, Cuba.
- Krebs, M., Maresch, W.V. *et al.* 2008. The dynamics of intra-oceanic subduction zones: a direct comparison between fossil petrological evidence Rio San Juan Complex, Dominican Republic and numerical simulation. *Lithos*, 103: 106–137.
- Krebs, M., Schertl, H.-P., Maresch, W.V. y Draper, G., 2011. Mass flow in serpentinite-hosted subduction channels: P–T–t path patterns of metamorphic blocks in the Rio San Juan *mélange* (Dominican Republic) *J. Asian Earth Sci.* 42: 569–595.
- Kroonenberg, S.B., 2019. The Proterozoic Basement of the Western Guiana Shield and the Northern Andes. En: Cediél, F. y Shaw, R. (eds.), *Geology and tectonics northwestern South America. The Pacific-Caribbean-Andean junction*, p. 115-192. Springer, Cham, Switzerland.
- Krushensky, R.D. y Elston D.P., 1983 [1987]. Caribbean plate tectonics—New evidences, new conclusions [abs.], in Duque Caro, H., ed., *Transactions of the 10th Caribbean Geological Conference*, Cartagena, Colombia: INGEOMINAS, Colombia Episodes, 167 p.
- Kulla, G. y Oshust, P., 2018. Technical report on the El Alacran project, Department of Córdoba, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Cordoba Minerals Corporation, 112 p.
- Kuntz, 2019. Technical Report and Preliminary Economic Assessment, San Matías Copper-Gold-Silver Project, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101. Córdoba Minerals, 422 p.
- Kurihara, M., Yamada, T., Mejía-Guerrero, I., Calix-Felipe, R., 2004, Metallogenic evolution of central and southwestern Honduras, Central America, *Geología de recursos*, 54 (2): 145-157.
- Kuypers, E.P. y Denyer, P.C., 1979. Volcanic exhalative manganese deposits of the Nicoya ophiolite complex, Costa Rica. *Economic Geology*, 74 (3): 672-678
- Kuypers, E.P. y Jager, G., 1979. Mineralizaciones de Cromita en la Península de Santa Elena, Costa Rica: *Cienc. Tec.*, 3 (1): 99-108.
- Kuzovkov, G., Y. Arseniev, R. Sanchez, 1977. Informe resultados del levantamiento geológico a escala 1:



- 100.000 realizado por la brigada Sierra Maestra en la pendiente Sur de la cresta del Turquino, al Oeste de Santiago de Cuba durante los años 1975 - 76. Informe inédito
- Lamus, A., La Cruz, N. y Scherer, W. 1988. Estudio geológico y ubicación de depósitos de fosfatos al N de Tucacas, Distrito Silva, Estado Falcón. GEOS, N° 29, Caracas.
- Lañar, M. y Lukac, M., 1966. Informe sobre la Exploración Detallada del yacimiento Punta Alegre: Tipo de mineral: sal gema. Informe inédito, Cuba.
- Laó-Dávila, D.A., Llerandi-Román, P.A. y Anderson, T.H., 2012. Cretaceous–Paleogene thrust emplacement of serpentinite in southwestern Puerto Rico. *Geological Society of America Bulletin*, 124: 1169-1190.
- Lara, J. y Blanes, J., 1996. Informe de Prospección Loma de Hierro. Depósito argentífero oxidado, Pinar del Río. Informe inédito, Cuba.
- Larue, D., 1991. The Toa Drilling Project, Puerto Rico: scientific drilling into a non-volcanic island arc massif. *Geophysical Research Letters*, 18: 489-492.
- Lavigne, J. y Landry, P., 2013. Vetas gold project, Department of Santander, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report. Galway Gold Inc., 123 p., Toronto.
- Leal-Mejía, H., 2011. Phanerozoic gold metallogeny in the Colombian Andes: A Tectono-magmatic approach. Tesis de Doctorado, Universitat de Barcelona, 1000 p.
- Leal-Mejía H., Shaw, R. y Melgarejo, J., 2019. Spatial-temporal migration of granitoid magmatism and the Phanerozoic tectono-magmatic evolution of the Colombian Andes. The Pacific-Caribbean-Andean junction. En: Cedié F., Shaw, R. (eds.), *Geology and tectonics of Northwestern South America*, p. 253-410. Springer, Cham, Switzerland.
- Leal-Mejía, H. and Hart, C.J.R., 2017. U-Pb and Re-Os Geochronology Results for the San Matias Project, NW Colombia. Mineral Deposit Research Unit MDRU, The University of British Columbia. Unpublished report prepared for Cordoba Minerals Corp.
- Lechner, M. y Earnest, D., 2016. Updated mineral resource estimate, El Roble copper-gold project, Chocó department, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Atico Mining Corporation, 142 p., Vancouver.
- León, L., Padilla, L. y Marulanda, N., 1973. Geología, recursos minerales y geoquímica de la parte NE del cuadrángulo O-5 El Bordo, Departamento del Cauca. Informe N° 1652, Ingeominas, 222 p., Popayán.
- Leroy, S., Mauffret, A., Patriat, P. y De Lepinay, B. M., 2000. An alternative interpretation of the Cayman Trough evolution from a re-identification of magnetic anomalies. *Geophysical Journal International*, 141: 539–557.
- Lesage, G. 2011. Geochronology, petrography, geochemical constraints, and fluid characterization of the Buriticá gold deposit, Antioquia department, Colombia. Tesis de Maestría, University of Alberta, 98 p., Edmonton, Canada.
- Lesage, G., Richards, J., Muehlenbachs y Spell, T., 2013. Geochronology, geochemistry, and fluid characterization of the late Miocene Buriticá gold deposit, Antioquia Department, Colombia. *Economic Geology*, 108: 1067-1097.
- Levy, E., 1987. Diagnóstico mineralógico de la región del Trifinio. Documento Trifinio N° 3. OEA, Guatemala, 84 p.
- Lewis, J.F., Harper, C.T., Kemp, A. W., Stipp, J.J., 1973. Potassium-Argon Retention Ages of Some Cretaceous Rocks from Jamaica. *Geological Society of America Bulletin*, 84: 335-340.
- Lewis, J.F., Mattiotti, G.K., Perfit, M., Kamenov, G., 2011. Geochemistry and petrology of three granitoid rock cores from the Nicaraguan Rise, Caribbean Sea: implications for its composition, structure and tectonic evolution. *Geologica Acta*, 9: 467-479.
- Lewis, J.F., Amarante, A., Bloise, G., Jiménez, J.G., Dominguez, H.D., 1991. Lithology and stratigraphy of upper Cretaceous volcanic and volcanoclastic rocks of the Tireo Group, Dominican Republic, and correlations with the Massif du Nord in Haiti. En: Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.), *Geologic and Tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. *Geological Society of America Special Paper* 262: 143-163. Boulder, Colorado.
- Lewis, J.F., Draper, G., Proenza, J.A., Espaillet, J., Jiménez, J., 2006. Ophiolite-Related Ultramafic Rocks Serpentinites in the Caribbean Region: A Review of their Occurrence, Composition, Origin, Emplacement and Nickel Laterite Soils. *Geologica Acta*, 41(2): 237-263.
- Lewis, J. F., Draper, G., Bourdon, C., Bowin, C., Mattson, P., Maurasse, F., Nagle, F. y Pardo, G., 1990. Geology and tectonic evolution of the northern Caribbean region. En: Dengo, G. y Case, J. E. (eds.), *The Caribbean Region. The Geology of North America*, vol. H., Geological Society of America, p. 77–140.
- Lewis, L.A., 1917. Mining Department Summary Prop B-1990( 159) of N.Y. & H.R. Co. Expansion File, 1 p.
- Lewis, W., San Martín, A.J. y Gowans, R.M., 2015. Mineral Resource Estimate for the Candelones Extension Deposit, Candelones Project, Neita Concession, Do-



- minican Republic. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report, 130 p., Toronto, Canadá.
- Lidiak, E.g., Jolly, W.T., 1996. Circum-Caribbean granitoids: Characteristics and origin. *International Geology Review*, 38: 1098-1133.
- Linares, E., García Delgado, D., Delgado López, O., López Rivera, J. y Strazhevich, V., 2011. Yacimientos y manifestaciones de hidrocarburos de la República de Cuba. Centro de Investigaciones del Petróleo, La Habana, 480 p.
- Lockwood, J. P., 1965. Geology of the Serranía Jarara area. Guajira Peninsula, Colombia. Tesis de Doctorado, Princeton University, 237 p., New Jersey.
- López, J., Luengas, C., Velásquez, L., Prieto, D., Sepúlveda, J., Celada, C., Prieto, G., Moyano, I., Peña, L., Montaña, Y., Gómez, M., Mejía, H., Hart, C. y Jenkuns, S., 2018. Mapa metalogénico de Colombia. Escala 1:1.500.000. Servicio Geológico Colombiano SGC-University of British Columbia UBC. Bogotá.
- López-Kramer, J., Moreira, J., Pantaleón, G.J., Lavandero, R.M., Montato, J., Cruz-Martín, J., 1998. Tipos mineralógicos de algunos yacimientos auríferos de Cuba. III Congreso Cubano de Geología y Minería (GEOMIN 98). *Geología y Minería* 98: 371-374, La Habana.
- López-Kramer, J. M., 1988. Composición sustancial y asociaciones mineralógicas de los yacimientos auríferos hidrotermales de Cuba. Tesis para la obtención del grado científico de Dr. C. Geólogo - Mineralógicas. [En Ruso]. Instituto de Geología de los yacimientos minerales, mineralogía, petrografía y geoquímica. IGM. ACC URSS.
- López-Rendón, J. 1986. Geology, mineralogy and geochemistry of the Cerro Matoso nickeliferous laterite, Cordoba, Colombia. Tesis de Maestría, Colorado State University, 242 p., Fort Collins, Colorado.
- Louca, K., 1990. Geological setting and base and precious metal deposits of Northern Haiti. En: Larue, D.K., Draper, G. (eds.), *Transactions of the 12th Caribbean Geological Conference*. St. Croix United States, Virgin Islands, Miami Geological Society, p. 200-216.
- Lozano, H., 1987. *Minerales de Mercurio*. Ingeominas, Publicaciones Geológicas Especiales. No 1. Bogotá, Colombia.
- Lozano, H., Pérez, H. y Vesga, C., 1979. Prospección geoquímica y génesis del mercurio en el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, municipios de Aranzazu, Salamina y Pácora, Departamento de Caldas. *Ingeominas*, 156 p.
- Lugo, R. y Hernández, E., 1987. Informe sobre la posibilidad del aseguramiento de mineral de hierro magnetítico./ Propuesta de apertura de la mina de hierro "Magarabomba". Inform inédito, Cuba.
- Lutjen, G.P., 1971. The curious case of the Puerto Rican copper mines: *Engineering and Mining Journal*, 172: 74-84.
- Maassen L.W. y Bolivar S.L. 1987. A geochemical Survey of St. Lucia, West Indies. *Journal of Geochemical Exploration*, 28: 451-466.
- Maassen, L. W., Bolivar, S. L. y Shannon, S. S., 1984. *The Geochemical Atlas of St. Lucia, West Indies: Los Alamos National Laboratory*; report LA-UR-84-1747,223 pp.
- Macdonald, G., Gopinathan, I., McLeod, K. Makarenko, M., Pineau, M., Hennessy, T., San Martin, A., Stone, D., Castro, L., y Bocking, K., 2016. NI43-101 Pre-Feasibility Study Technical Report for the Romero Gold Prospect, Dominican Republic; JDS Energy & Mining, Inc., Toronto, ON, Canada.
- MacDonald, K.C. y Holcombe, T.L., 1978. Inversion of magnetic anomalies and sea-floor spreading in the Cayman Trough. *Earth and Planetary Science Letters*, 40: 407-414.
- MacDonald, W.D., 1964. Geology of the Serranía de Macuira area. Guajira Peninsula, Colombia. Tesis de Doctorado, Princeton University, 167 p., New Jersey.
- MacDonald, W. D., 1965. Economic geology and ground water supply eastern Guajira Peninsula Colombia. p. 28.
- Madrigal, O., 1978. Mapa De Recursos Minerales de Costa Rica, 1:750,000: Dir. Geol. Minas Petrol., 1 Sheet, En: *Diagnostico Del Sector Minero*. San José, Organización de los Estados Americanos, 91 p.
- Madrigal, O., 1983, *Minas Boston-Gongolona*, Las Juntas De Abangares, Guancaste, Costa Rica: Unpublished Report.
- Malozemoff, P., 1942. Costa Rica, from a Symposium on mining in Latin America: *Engineering and Mining Journal* 143 (8): 113-114.
- Manco-Parra, D., Leal-Mejía, H., Hart, C.J.R., Forster, C.N., Boyd, G. y Creaser, R.A., 2019. Deciphering the Late Cretaceous Mineralization of the **El Alacrán** Au-Au deposit San Matías Project, Córdoba, Colombia. MDRU 2019 RoundUp.
- Mann, P. 1999. Caribbean sedimentary basins: classification and tectonic setting from Jurassic to Present. En: Mann, P. (ed.), *Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World*, 4, Elsevier Science, Amsterdam, p. 3-31.
- Mann, P. y Burke, K., 1990. Neotectonics of the Caribbean. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 22: 309-362.
- Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F., 1991. An overview of the geologic and tectonic development of Hispania

- niola. En: Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F. (eds.), *Geologic and Tectonic Development of the North America–Caribbean Plate Boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper, 262: 1-28.
- Mann, P., Rogers, R. y Gahagan, L., 2007. Overview of Plate tectonic history and its unresolved tectonic problems. En: Bundschuh, J. y Alvarado, G. (eds.), *Central America: Geology, Resources and Hazards*, 1: 201-237. Taylor & Francis, London.
- Mantilla, L.C., Valencia, V., Barra, F., Pinto, J. y Colegial, J., 2009. Geocronología U-Pb de los cuerpos porfíricos del distrito aurífero de Vetas-California Dpto de Santander, Colombia. *Boletín de Geología* 31 (1): 31-43. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Mantilla, L.C., Mendoza, H., Bissig, T. y Hat, C.J.R., 2011. Nuevas evidencias sobre el magmatismo Miocénico en el Distrito Aurífero de Vetas-California (Depto. de Santander, Colombia). *Boletín de Geología*, 31: 31-43.
- Manzano, J. R., 1994. Informe sobre los trabajos realizados por la Compañía Caribgold Mines Inc. en el sector de Exploración Descanso-Meloneras. Informe inédito, Cuba.
- Manzano, J. R., 1999. Informe Prospección de oro San José de Malezas, Lote Grande-Trillón. Informe inédito, Cuba.
- Maresch, W. V., Kluge, R., Albrecht, B., Pindell, J., Kruckhans-Lueder, G. y Stanek, K., 2009. The occurrence and timing of high-pressure metamorphism on Margarita Island, Venezuela: a constraint on Caribbean-South America interaction. En: James, K. H., Lorente, M. A. y Pindell, J. L. (eds) *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate*. Geological Society, London, Special Publications, 328: 705-741.
- Marín-Cerón, M., Leal-Mejía, H., Bernet, M. y Mesa-García, T., 2018. Late to modern-day volcanism in the northern Andes: A geochronological petrographical and geochemical review. En: Cedié, F., Shaw, R. (eds), *Geology and tectonics northwestern South America. The Pacific-Caribbean-Andean junction*. Springer, Cham, p. 603-648, Suiza.
- Martin-Kaye, P. H. A., 1954. Reports on the geology of the Leeward and British Virgin Islands: St. Lucia, Voice Pub. Co. Ltd., 117 p.
- Martin-Kaye, P. H. A., 1955. Mineral prospects in the Leeward Islands: 1st Caribbean Geological Conference Report: 43–48.
- Martin-Kaye, P.H.A., 1959. Reports on the geology of the Leeward and British Virgin Islands: St. Lucia, W.I., Voice Publishing Co. Ltd., 110 p.
- Martínez, A. y Olivares, S., 1983. Informe de Exploración Orientativa y Detallada para cerámica roja, yacimiento Novaliche. Informe inédito.
- Martínez-Hernández, E., Corona-Esquivel, R., Ramírez-Arriaga E. y Morales-Isunza A., 2005. Edad y ambiente sedimentario asociado al yacimiento de Hierro "El Parotal", Distrito de Almagres, Estado de Veracruz. XXVI Convención Internacional de Minería, Veracruz, Mexico, Acta de sesiones, p. 65-68.
- Maslov, Y., 1965. Informe sobre los resultados de los trabajos de búsqueda y revisión para hierro en Isla de Pinos. (provincia Habana) en 1965. Informe inédito, Cuba.
- Mathers, S.J., (ed.), 1991. BGS Technical Cooperation in the Caribbean (1965-90), British Geological Survey Technical Report WC/91/31, 33 p.
- Mattinson, J.M., Pessango, E.A., Montgomery, H. y Hopson, C.A., 2008. Late Jurassic age of oceanic basement at La Désirade Island, Lesser Antilles arc. En: Wright, J.E., Shervais, J.W. (eds.), *Ophiolites, Arcs, and Batholiths: A Tribute to Cliff Hopson*. Geological Society of America Special Paper, 438: 175-190.
- Mattioli, G., Miller, J., DeMets, C. y Jansma, P., 2014. Rigidity and definition of Caribbean plate motion from COCONet and campaign GPS observations. *Geophysical Research Abstracts*, 16, EGU2014–EGU14546.
- Mauffret, A. y Leroy, S., 1997. Seismic stratigraphy and structure of the Caribbean igneous province. *Tectonophysics*, 283: 61-104.
- Maurrasse, F.J.-M., Husler, J., Georges, G., Schmitt, R. y Damond, P., 1979. Upraised Caribbean sea-floor below acoustic reflector B" at the southern peninsula of Haiti. *Geologie en Mijnbouw*, 58: 71-83.
- Maury, R.C., Le Guen de Kerneizon, M. y Picot, P., 1980. Présence de cuivre natif dans une andésite de l'arc volcanique des Petites Antilles (île de Sainte-Lucie). *Bull. Minéral.*, 103: 503-506.
- Maury, R.C., Defant, M.J., Bellon, H., De Boer, J.Z., Stewart, R.H. y Cotten, J., 1995. Early Tertiary arc volcanic from eastern Panama. In: Mann, P. (ed.), *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America*, 295. Geological Society of America Special Paper, Boulder, Colorado: 29–34.
- McBirney, A.R. y Williams, H., 1965. Volcanic history of Nicaragua. *University of California Publications in Geological Sciences*, 55, 73 p.
- McCourt, W.J., Muñoz O., C.A. y Villegas V., H., 1990. Valle and Cauca Pacific Coast precious metals

- Project-MP. Phase II 1988-90, regional geology and gold potential of the Guapi-Napi drainage basin and upper Timbiquí river, Cauca Department, S. W. Colombia. British Geological Survey technical report WC/90/3. Ingeominas, 62 p.
- McCracken, T., 2011. Technical Report and Resource Estimation of the Cerro Aeropuerto and La Luna Deposits, Borosi Concessions, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Canada National Instrument NI 43-101 Report.
- McCracken, T., 2017. Primavera Project Resource Estimate, Región Autónoma De La Costa Caribe Norte, Nicaragua. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report prepared for Calibre Mining Corp. WSP Canada Inc., Subsbury, Canada. 120 p. y 3 apéndices.
- McKelvey, G.E., 1995. Selected precious-metal occurrences in the Lesser Antilles. En: Miller, R.L., Escalante, G., Reinemund, J.A., and Bergin, M.J. (eds.), Energy and mineral potential of the Central American-Caribbean regions. Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources Earth Science Series, 16: 323-328.
- Mcquiston, F.W. y Shoemaker, R.S., 1975. Gold and Silver Cyanidation Plant. ICE Monograph, AIME, 163-164.
- Medina, A., Gilart, M. y Ruiz, R., 1992. Informe sobre los trabajos de exploración detallada hierro La Grande, realizados durante los años 1983 -85 y 1987 - 92. Informe inédito, Cuba.
- Melgar Pauca, M.J., 2014. Epithermal mineralization associated with diatreme breccia and rhyolitic dome, La Miel, Haití. Tesis de Maestría, Universidad de Arizona, 100 p.
- Melunga Resources Ltd., 1990, Annual Report, 16 p.
- Mendoza, H., 2002. Perspectivas de minerales industriales en la Península de La Guajira. Ingeominas, p. 31, Bogotá.
- Meschede, M., Frisch, W., 1998. A plate-tectonic model for the Mesozoic and Cenozoic history of the Caribbean Plate. *Tectonophysics*, 296: 269-291.
- Metminco Ltd., 2018. Annual Report - 31 december. 70p.
- Middleton, R.S. y Campbell, E.E., 1979. Geophysical and Geochemical Methods for Mapping Gold-Bearing Structures in Nicaragua. En: Hood, Peter J., (ed.), *Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Areas: Geologic Survey of Canada, Economic Geology*.
- Millán-Trujillo, G., 1997. Geología del macizo metamórfico Isla de la Juventud. En: Furrázola-Bermúdez G. F. y K. E. Nuñez Cambra (compilación), *Estudios sobre Geología de Cuba*, p. 259-270. Centro Nacional de Información Geológica, La Habana.
- Minarum Gold Inc, 2018. Projects, Santa Martha, <https://www.minarum.com/projects/santa-marta/> (página web consultada Dic. 2018).
- Minbaev, K., Arcial, F. Bueno, I. Palacios, B. Cabrera, C. López, A. de la Cruz, L., 1984. Informe final Búsqueda Detallada hierro Loma Alta. Informe inédito, Cuba.
- Minera Cobre de Colombia SAS., 2017. Exploring de Mandé batholith. Asociación Colombiana de minería-ACM. Colombia Gold Symposium, November 14-15, Medellín. <https://colombiagold.co/memorias/2017/day2/MineraCobre.pdf>.
- Mining Journal, 1984. *Min. J.*, v. 303, no. 7783, p. 276.
- Mining Journal, 1996. June 7, p. 441.
- Mining Magazine, January 1989, p. 46.
- Mining Magazine, May 1995, p. 309.
- Miranda-Gasca, M.A., Pyle, P., Roldán, J. y Ochoa-Camarillo, H.R., 2005. Gold-silver and copper-gold deposits of Ixhutatán, Chiapas: A new alkalic rock related metallogenic province of southeastern Mexico, Linear Gold Corporation. XXVI Convención Internacional de Minería: México, D.F., Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, Acta de Sesiones: 69-70.
- Miranda-Huerta, A., Sánchez-Pérez, J. M. y Mendieta-Flores, J. L., 2006. Carta Geológico-minera Tizimín F16-7, Yucatán, Escala 1:250,000. Servicio Geológico Mexicano.
- Mitchell, R.C., 1954. A survey of the geology of Puerto Rico: University of Puerto Rico Technical Paper, 157 p.
- Mitchell, S.F., 2006. Timing and implications of Late Cretaceous tectonic and sedimentary events in Jamaica. *Geologica Acta*, 41 (2): 171-178.
- MMAJ-JICA-Ingeominas, 1984. Estudio preliminar de factibilidad del desarrollo del área el Diamante-Paraiso-Bomboná, Departamento de Nariño, Internal report, 191p.
- Molano, J., 1999. Mineralogical and geochemical study on the Diamante gold deposit Colombia and some genetic aspects. Tesis de Maestría, University of Tokyo, 84 p.
- Molano, J., 2008. Mineralogía y algunos aspectos genéticos de la mina El Diamante-Nariño Colombia. VII Semana técnica de geología, Medellín.
- Molano, J., Londoño, S., Mojica, J., Londoño, J. y Rojo, J., 2003. Catálogo de las propiedades mineralógicas, físicas y químicas de los yacimientos auríferos primarios de los departamentos de Cauca, Nariño y Valle del Cauca. Proyecto investigación en utilización y procesamiento de rocas minerales y carbones. Ingeominas, 147 p., Cali.

- Molano, J., Acevedo, A., Bautista, S., Builes, S., Dorado, C., Gutiérrez, P., Rodríguez, B., Rodríguez, J., Rojas, S., Sáenz, D., Santacruz, L. y Uruña, C., 2011. Contrato interadministrativo 007 de 2010 Ingeominas-Universidad Nacional de Colombia, Informe final. Ingeominas, 259 p., Bogotá.
- Molina, C. y Molina A., 1984. Estudio de la Génesis y Paragénesis de la Mina El Cerro: Frontino, Antioquia. Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín. 113 p.
- Molina, L.E., Ochoa, A. y Ortiz, F., 1990. Estudio geológico de un yacimiento de Pb-Zn en el paraje La X - Tutunendo (Chocó). Boletín de Geología, 19 (34): 69-87. Bucaramanga, Colombia.
- Monroe, W.H., 1962. Geologic map of the Manati Quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Map I-334, scale 1:20,000.
- Monroe, W.H., 1963. Geology of the Camuy Quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Geologic Quadrangle GQ-197, scale 1:20,000.
- Monroe, W.H., 1969. Geologic map of the Aguadilla Quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Map I-569, scale 1:20,000.
- Montano, J. L., Romero, O. Urdanibia, P., Mesa, Y., Darias, J.L., Pérez, A. y Ching, R., 1991. Informe de Prospección Preliminar cobre Macagua. Informe inédito, Cuba.
- Montes, C., Cardona, A., Mcfadden, R., Morón, S.E., Silva, C.A., Restrepo-Moreno, S., Ramirez, D.A., Hoyos, N., Wilson, J., Farris, D., Bayona, G.A., Jaramillo, C.A., Valencia, V., Bryan, J. y Flores, J.A., 2012a. Evidence for middle Eocene and younger emergence in Central Panama: Implications for Isthmus closure, Geological Society of America Bulletin 124: 780-799.
- Montes, C., Bayona, G.A., Cardona, A., Buchs, D.M., Silva, C.A., Morón, S.E., Hoyos, N., Ramirez, D.A., Aramillo, C.A. y Valencia, V., 2012b. Arc-continent collision and Orocline formation: closing of the central American Seaway. Journal of Geophysical Research, 117: B04105.
- Montes, C., Cardona, A., Jaramillo, C., Pardo, A., Silva, J.C., Valencia, V., Ayala, C., Pérez- Angel, L.C., Rodríguez-Parra, L.A., Ramírez, V. y Niño, H., 2015. Middle Miocene closure of the Central American Seaway. Science, 348: 226-229.
- Montesinos-Hernández, E., Moreno-Solís, A. y Eboli-Morales, A., 1979. Estudio geológico magneto métrico del yacimiento ferrífero de El Carmen municipio de Tapanatepec, Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales (Servicio Geológico Mexicano), 38p.
- Montesinos-Hernández E. y Virgen-Magaña A., 1983. Evaluación de los yacimientos ferríferos de Cerro Colorado y Cerro del Bustillo, Municipio de Arriaga, Chiapas, Consejo de Recursos Minerales (Servicio Geológico Mexicano), 32p.
- Moran-Zenteno, D.J., Keppie, D.J., martiny, B. y González-Torres, E., 2009. Reassessment of the Paleogene position of the Chortis block relative to southern Mexico: hierarchical ranking of data and features. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 26 (1): 177-188.
- Moreira, J., Torres-Zafra, J. L., Montano, J. L., Morales, A., Altarriba, I., Bravo, F., Suarez, A., Echevarría, B., Carrillo, D. J., Chang, J. L. y González, D., 1999. Reevaluación metalogénica del potencial de recursos minerales de metales preciosos y bases en Cuba Oriental. Informe inédito, Cuba.
- Mormil, S., Norman, A., Varvarov, A., Skosiriev, V., Linares, E. y Vergara, F. 1980. Geología y Metalogenia de la provincia de Pinar del Río. Informe inédito, Cuba.
- Mosher, G. Z., 2012. Technical report on the El Alacran Copper-Gold Property, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Ashmont Resources Corporation, 58 p., Vancouver.
- Mosier, D. L. y Page, N. J. 1988. Descriptive and grade - tonnage models of volcanogenic manganese deposit in oceanic environments –A modification. U.S. Geological Survey Bulletin 1811, 28 p.
- Mosier, D.L., Singer, D.A. y Salem, B.B., 1983. Geologic and grade-tonnage information on volcanic-hosted copper-zinc-lead massive sulfide deposits. U.S. Geological Survey Open-File Report 83-89, 78 p.
- Mostert, A.B., Rivers, C., Rodríguez, C., Chang, A. y Akkerman, J. H. 2001. San Felipe. Final Report Prospecting Sub-Phase 01-01-1998 to 30-09-2000. Informe inédito, Cuba.
- MPPDME, 2018. Minería Responsable en Venezuela, Ministerio del Poder Popular para Desarrollo Minero Ecológico, Caracas. 64 p.
- Múnera, J. y Murillo, E., 2003. Caracterización de fases ricas en elementos del grupo del platino y los minerales de las arenas negras en algunos aluviones del río Condoto, Departamento del Chocó. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 184 p.
- Muñoz, R., Salinas, R., Jame, M-, Bergmann, H. y Tistl, M. 1990. Mineralizaciones primarias de minerales del grupo del platino y oro en las cuencas de los ríos Condoto e Iró Chocó, Colombia - Convenio Colombo-Alemán, Proyecto Condoto, Fase I, Ingeominas, Medellín, 304 p.



- Murcia, A. y Cepeda, H., 1991. Geología de la Plancha 410 - La Unión. Escala 1:100.000. Memoria Explicativa. Ingeominas. Bogotá. 32p.
- Murillo, C., Zuluaga, E. y Escorce, E., 1995. Informe final de la primera fase de exploración del proyecto Murindó-Colombia. Cyprus Mines.
- Naciones Unidas, 1972. Preliminary investigation of copper, gold and related mineralization in San Blas and other selected areas in Panama. Republic of Panama, Mineral survey (phase II). Technical report No. 3, 153 p., New York.
- Naciones Unidas, 1976. Evaluación de Lateritas Niquelíferas en los Departamentos de Córdoba y Antioquia. Investigación Detallada de los Cuerpos Ultrabásicos del Área de Uré (Departamento de Córdoba). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 87 p.
- Naciones Unidas, 1975. Proyecto de Investigación Minera, Costa Rica, Trabajos Varios (Dp/Un/Cos-72-004/3), Informe Técnico 3
- Naciones Unidas, 1975. Evaluación de Lateritas Niquelíferas en los Departamentos de Córdoba y Antioquia. Investigación Detallada de los Depósitos de Lateritas Niquelíferas en Planeta Rica, Departamento de Córdoba, 71 p.
- Naciones Unidas, 1976. Evaluación de Lateritas Niquelíferas en los Departamentos de Córdoba y Antioquia, Colombia. Investigación Detallada de los Cuerpos Ultrabásicos de Medellín (Departamento de Antioquia). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-UNDP. DP/UN/COL-72-005/8.
- Naciones Unidas. 1976. Evaluación de Lateritas Niquelíferas en los Departamentos de Córdoba y Antioquia. Investigación Detallada de los Depósitos de Lateritas Niquelíferas de Ituango, Departamento de Antioquia. Informe 1718. 14 p.
- Nagle, F., 1974, Blueschist, eclogite, paired metamorphic belts, and the early tectonic history of Hispaniola. Geological Society of America Bulletin, 85: 1461-1466.
- Naranjo, A., 2018. **La Colosa** Au-porphyry deposit, Colombia: Mineralization styles, structural controls and age constraints. Tesis de Maestría, Universidad de Caldas, 127 p., Manizales.
- Naranjo, A., Horner, J., Jahoda, R., Diamond, L., Castro, A. Uribe, A., Pérez, C., Paz, H., Mejía, C. y Weil, J., 2018. **La Colosa** Au porphyry deposit, Colombia: Mineralization styles, structural controls, and age constraints. Economic Geology 113 (3): 553-578.
- Navarrete, M. y Guerra, V., 1995. Informe sobre los resultados de generalización de la información geológica sobre cromitas refractarias de la región Moa- Baracoa y delimitación de áreas perspectivas en los flancos de yacimientos abandonados. Informe inédito, Cuba.
- Neill, I., Kerr, A.C., Hastie, A.R., Stanek, K. y Millar, I.L., 2011. Origin of the Aves Ridge and Dutch-Venezuelan Antilles: interaction of the Cretaceous "Great Arc" and Caribbean-Colombian Oceanic Plateau? Journal of the Geological Society, 168: 333-348.
- Neill, I., Kerr, A.C., Hastie, A.R., Pindell, J.L., Millar, I.L. y Atkinson, N., 2012. Age and petrogenesis of the Lower Cretaceous North Coast Schist of Tobago, a fragment of the Proto-Greater Antilles Inter-American Arc System. The Journal of Geology, 120: 367-384.
- Neill, I., Kerr, A.C., Chamberlain, K.R., Schmitt, A.K., Urbani, F., Hastie, A.R., Pindell, J.L., Barry, T.L. y Millar, I.L., 2014. Vestiges of the proto-Caribbean seaway: origin of the San Souci Volcanic Group, Trinidad. Tectonophysics, 626: 170-185.
- Nelson, A.E., 1967. Geologic map of the Corozal quadrangle, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Geologic Investigations Map I-473, scale 1:20,000
- Nelson, C.E., 1990. Bulk mineable epithermal precious metal deposits of the Circum-Caribbean region. En: Hausen, D.M., Halbe, D.N., Petersen, E.U. y Tafuri, W.J. (eds.), Gold '90 Symposium, Proceedings: 149-161. Soc. Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.
- Nelson, C.E., 1992. Gold mineralization in maar craters - two examples from southern Central America. En: Randol at Minexpo '92 Proceedings: 55-58. Randol International Ltd.
- Nelson, C.E., 1995. Porphyry copper deposits of southern Central America. En: Pierce, F.W., and Bolm, J.G., (eds.), Porphyry copper deposits of the American Cordillera: Arizona Geological Society Digest, 20: 553-565.
- Nelson, C.E., 2000. Volcanic domes and gold mineralization in the Pueblo Viejo District, Dominican Republic. Mineralium Deposita, 35: 511-525.
- Nelson, C.E., 2007. Metallic mineral resources, chapter 32. En: Bundschuh, J. y Alvarado, G. E. (eds.), Central America- Geology, Resources and Hazards, 2: 931- 961. Taylor and Francis, London.
- Nelson, C.E. y Nietzen, F., 2000. Metalogenia de oro y cobre en América Central. Revista Geológica de América Central, 23: 25-41.
- Nelson, C.E., Proenza, J.A., Lewis, J.F., López-Kramer, J., 2011. The metallogenic evolution of the Greater Antilles. Geologica Acta, 9 (3-4): 229-264.
- Nelson, C.E., Stein, H.J., Dominguez, H., Carrasco, C., Barrie, T., Torró, L., y Proenza, J., 2015. Re-Os dating of molybdenite from the Pueblo Viejo



- (Au–Ag–Cu–Zn) and Douvray Cu–Au districts. *Economic Geology*, 110: 1101–1110.
- Nelson, C. y Ganoza, J., 1999. Mineralización de oro en la franja aurífera de Veraguas, Panamá. *Revista Geológica de América Central*, 22: 87-100.
- Neuman de Gamboa, A. y González de Juana, C., 1966. Depósitos de yeso en la Península de Paria, Estado de Sucre, Venezuela. *Boletín Informativo*, 9 (5).
- Newman, W.R., 1965. A report on general and economic geological studies, St. Lucia, West Indies. United Nations Commissioner for Technical Assistance, Dept. of Economic and Social Affairs, 35 p.
- Newrange Gold Corp., 2019. El Dovio, Colombia. <https://www.newrangegold.com/projects/jv-opportunities/el-dovio/> (pagina consultada el 31/10/2020).
- Niverengo S.A., 2001. Anzá Massive Sulphide Project. Polymetallic Zn-Cu-Pb-Au-Ag Massive Sulphide Mineralisation: A significant new Discovery at the Exman Gypsum Mine. Technical Summary. 20 p.
- Nivia, A., 1983. Evidencias de obducción en el complejo ultramáfico de Bolívar. VI Congreso Colombiano de Geología, I: 63-79, Medellín.
- Nivia, A., 1987. Geochemistry and origin of the Amaime and Volcanic Sequences, Southwestern Colombia. (Unpubl. MPhil. thesis) University of Leicester, Leicester, U.K. 163p.
- Nivia, A., 1996. The Bolivar mafic-ultramafic complex, SW Colombia: the base of an obducted oceanic plateau. *Journal of South American Earth Sciences*, 9 (1-2): 59-68.
- Nivia, A., 2001. Mapa Geológico del Departamento del Valle del Cauca escala 1:250.000. Memoria Explicativa. Ingeominas, Bogotá. 148 p.
- Nivia, A., Tarazona, C. y Paz, D., 2017. Geología y geocronología del batolito de Buga y el macizo Ofiolítico de Ginebra. XVI Congreso Colombiano de Geología, Actas: 1372-1376, Santa Marta.
- Noe, F. E., 1964. The Mineral Industry of Central American Areas; Costa Rica: Minerals Yearbook 1964, vol. 4, p. 71.
- Natural Resource Holdings, 2013. Global 2013 gold mine y deposit rankings. A meticulous examination of existing and future gold supply. How rare are 1 million + oz gold deposits? *Visula capitalist*, p. 40. <http://2oqz471sa19h3vbwa53m33yj.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2013/11/global-gold-mine-and-deposit-rankings-2013.pdf>
- Núñez Cambra, K., Rodríguez, A., Valle, R.D. y Gómez, R. L., 2010. Informe de los trabajos de campo del tema - Evaluación del Potencial de jadeititas en la Sierra del Convento. Informe inédito, Cuba.
- O'Prey, M., 2014. Technical Report on the Caramanta Project, Department of Antioquía, Republic of Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Report. Solvista Gold Corporation.
- Oliver MN Co., 1946. Memoria de exploración, DGMH.
- Olivares, S., Naranjo, A. y Quintana, A., 1988. Informe de Búsqueda Detallada y Evaluativa manganeso "Margarita de Cambute" escala 1:10 000, en el año 1987. Informe inédito, Cuba.
- Olivares, S., Soriano, R. Akonshin, I. López, A., 1984. Informe sobre los resultados de la Exploración Complementaria del yacimiento Los Chivos realizados durante los años 1982-1984 en la provincia Santiago de Cuba, con cálculo de reservas de menas mangáníferas hasta el 01/08/84. Informe inédito
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 1974. Investigación de los Recursos Mineros en Areas Seleccionadas, DGMH
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 1975. Investigation of Mineral Resources in Selected Areas. Campanario Region, DGMH
- Organización de los Estados Americanos (OEA), 1978. Diagnóstico del Sector Minero: San José, Costa Rica.
- Orozco, I., Echevarría, S. y López, J. L., 1987. Informe Búsqueda Orientativa Detallada "Arcilla Villa Clara" sector II. Informe inédito, Cuba.
- Orrego, A. 1977. Geología y geoquímica del área mineralizada **El Pismo**, Silvia Cauca, Colombia. Ingeominas, Popayán. 72 p.
- Orrego, A. 1982. Geología y geoquímica del área mineralizada **El Pismo**, Silvia. (Cauca, Colombia). Publicaciones Geológicas Especiales del Ingeominas, 10: 47–63. Bogotá.
- Orrego, A. y Acevedo, A. 1996. Geología de la Plancha 364 - Timbío. Escala 1:100.000, memoria explicativa. Informe No. 2169, Ingeominas, Bogotá.
- Orrego, A. y París, G., 1990. Cuadrángulo N-6, Popayán, geología, geoquímica y ocurrencias minerales. Ingeominas, Bogotá. 178 p.
- Orrego, A., París, G., Ibañez, D. y Vásquez, E., 1999. Geología y geoquímica de la Plancha 387 - Bolívar. Publicaciones Especiales de Ingeominas 22: 55-114, Bogotá.
- Orris, G.J. y Chernoff, C.B., 2002, Data set of world phosphate mines, deposits, and occurrences—Part B. Location and Mineral Economic Data: U.S. Geological Survey Open-File Report 02–156–B, 328 p.
- Ortega, D. A. 2017. Caracterización de las alteraciones hidrotermales presentes en el pórfiro aurífero ubicado en el sector de **Dominical**, Departamento del Cauca, Colombia
- Ortega-Obregón, C., Solari, L.A., Keppie, J.D., Ortega-Gutiérrez, F., Solé, J. y Morán-Icál, S., 2008. Middle–Late Ordovician magmatism and Late

- Cretaceous collision in the southern Maya block, Rabinal–Salamá area, central Guatemala: implications for North America–Caribbean plate tectonics. *Geological Society of America Bulletin*, 120: 556–570.
- Ortiz, F., 1990. El Roble, un yacimiento de sulfuros masivos volcanogénico. Universidad Nacional de Colombia, Boletín Ciencias del Tierra No. 9, p. 121-154. Medellín.
- Ortiz, F. y Gómez, J., 1971. Estudio geológico del yacimiento de magnesita en Bolívar- Valle. Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 81 p.
- Osborne, T., 1956. Informe sobre el estudio de los yacimientos níquelíferos de San Miguel de los Baños. Informe inédito, Cuba.
- Ott, B., Mann, P. y Mike, S., 2013. Crustal provinces of the Nicaraguan Rise as a control on source rock distribution and maturity. AAPG Search and Discovery Article #90163, AAPG Annual Convention and Exhibition, Pittsburgh, Pennsylvania, May 19–22.
- P&E Mining Consultants Inc., Golder Associates Inc. y Kappes, Cassidy and Associates, 2014. Cerro Quema Project - Pre-Feasibility Study on the La Pava and Quemita Oxide Gold Deposits 10000 Tpd Heap Leach. Technical Report Ni 43-101 Prepared for Pershimco Resources Inc. 286 P.
- Padró, T., Nuñez, A., Wilden, R. y Nuñez, A., 1985. Informe final sobre la búsqueda orientativa y detallada a escala 1:25.000 y 1:10.000 respectivamente en el sector Infierno I en la Sierra Maestra para la localización de menas polimetálicas y cobre, provincia Gramma.
- Joutel - Geominera JV, 1998. Summary report. Joint venture exploration projects (1993-1998). Sierra Maestra area, eastern, Cuba. Informe inédito, Cuba.
- Padró, T., Rodríguez, R. y Sosa, Y., 1990. Informe sobre los trabajos de prospección cobre Buey Cabon durante los años 1987 - 88 en la provincia de Santiago de Cuba. Informe inédito, Cuba.
- Page, L.R. y McAllister, J. F., 1944. Tungsten deposits, Isla de Pinos, Cuba. *Bulletin Geological Survey Washington*, 935-D: 117-246.
- Parsons, B., Olin, E., Osborn, J., y Rodrigues, F., 2017. Canada National Instrument NI 43-101 technical report updated mineral resource estimate Marmato project, Colombia. Gran Colombia Gold Corporation, 190 p., Denver, Colorado.
- Parsons, B., Olson, B., Pereira, C., Bird, D., Henriquez, F., Osborn, J., Rodrigues, F., Sames, J. y Willow, M., 2019. Amended NI 43-101 Technical Report Prefeasibility Study Update Segovia Project, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101. Gran Colombia Gold Corporation, Denver, Colorado. 384 p.
- Patterson, S.H., 1967. Bauxite reserves and potential aluminum resources of the world: U.S. Geological Survey Bulletin 1228, 176 p.
- Patterson, S.H. y Murray, H.H., 1984. Kaolin, refractory clay, ball clay, and halloysite in North America, Hawaii, and the Caribbean region: U.S. Geological Survey Professional Paper 1306, 61 p.
- Patterson, S. H., Kurtz, H. F., Olson, J. C. y Neeley, C. L., 1986. *Geology and Resources of Aluminum*, World Bank
- Pazlar, C., Nerval N. y Castillo, D., 1968. Informe de Exploración Orientativa de yeso Corral Nuevo. Informe inédito, Cuba.
- Pease, M.H., 1966. Some characteristics of copper mineralization in Puerto Rico. En: *Jamaica Geological Survey Publication 95*, p. 107-112.
- Peláez, R., Rojas, L. Montano, M., 1990. Informe Exploración Orientativa y Detallada de arcilla para cerámica roja La Conchita. Informe inédito, Cuba.
- Pelletier, B., 1976. Altération hydrothermale des andésites de la région du François, Martinique: *Bulletin B.R.G.M.*, 4: 353-365.
- Pentelenyi, I., Foldessy J., García, E. y Velázquez M. J., 1990. Informe sobre los resultados del levantamiento geológico complejo polígono IV CAME Holguín. Informe inédito, Cuba.
- Pequiven, 2019. Minas de Riecito. <http://www.pequiven.com/index.php/38-recent-works/87-2010-5.html>
- Pérez, O. y Amarán, I. 1979. Informe de Exploración Orientativa yacimiento bentonita Managua. Informe inédito, Cuba.
- Pérez, R. y Rodríguez, A., 1990. Informe de la Exploración Orientativa del yacimiento Pinares de Mayarí, parte central y occidental para la evaluación de menas ferro níquelíferas cobálticas entre los años 1977-81. Informe inédito, Cuba.
- Pérez, O., Artilles, J. A. Gracillas, A. y Marilis, M., 1988. Informe geológico de Exploración Orientativa Detallada de zeolita "Piojillo- Tasajera". Informe inédito, Cuba.
- Pérez, O., Fraga, R., Espinosa, V., Suárez del Villar, A. y Cabrera, M. A., 1996. Informe T.T.P. Evaluación y aplicación de materias primas no metálicas en la región central. Informe inédito, Cuba
- Pérez, O., López, E., Palacios, B., Pérez, A., Darias, J.L., Yera, E., Pérez, J.L. y Pérez, N., 1992. Informe de Prospección Detallada Wollastonita Arimao Norte. Informe inédito, Cuba.
- Pérez Pupo, R., 1998. Informe de la Exploración Orientativa y Detallada tobas zeolitizadas San Ignacio. Informe inédito, Cuba.

- Perfit, M., B. Heezen, 1978. The geology and evolution of Cayman Trench. Geological Society of America Bulletin, 89: 1155-1174.
- Petrash y González, 2011. Comentario sobre la anomalía de Eu en el agua marina del archipiélago Los Roques y sus posibles implicaciones en el origen de las rocas fosfáticas del Gran Roque. Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra, Geos, 41: 63-67.
- Pimentel, H., Cascaret, A.E. y Setien, C., 1989. Informe de Búsqueda Orientativa y Detallada de caolín Dumañuecos-Caisimú. Informe inédito, Servicio Geológico de Cuba.
- Pimiento, R., 2011. Mineralogía y petrografía de la mineralización de uranio en fosforitas del Cretácico Inferior, Sinclinal de **Berlín**, Cordillera Central (Departamento de Caldas, Colombia). Tesis de pregrado Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 156 p.
- PIMN, 1987a, Informe Proyecto Guasucaran, DGMH.
- PIMN, 1987b, Informe De Trabajos Realizados, DGMH
- Pindell, J.L. y Barrett, S.F., 1990. Geological evolution of the Caribbean region: a Plate tectonic perspective. En: Dengo, G. y Case, J.E. (eds.), The Caribbean Region. The Geology of North America, vol. H. Geological Society of America, p. 405-432. Boulder, Colorado.
- Pindell, J.L. y Dewey, J.F., 1982. Permo-Triassic reconstruction of western Pangea and the evolution of the Gulf of Mexico/Caribbean region. Tectonics, 4: 1-39.
- Pindell, J. L. y Kennan, L. 2009. Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern South America in the mantle reference frame: An update. En: James, K.H., Lorente, M.A. y Pindell, J.L. (eds.), The Origin and Evolution of the Caribbean Plate. Geological Society, London, Special Publications, 328: 1-55.
- Pindell, J. L., Kennan, L., Maresch, W.V., Stanek, K. P., Draper, G., y Higgs, R., 2005. Plate-kinematics and crustal dynamics of circum-Caribbean arc-continent interactions: Tectonic control on basin development in Proto-Caribbean margins. En: Avé Lallemant, H.G., Sisson, V.B. (eds.), Caribbean-South American plate interactions, Venezuela. Geological Society of America Special Paper, 394: 7-52. Boulder, Colorado.
- Pinet, B., Lajat, D., LeQuellec, P. y Bouysse, P., 1985. Structure of Aves Ridge and Grenada Basin from multi-channel seismic data. En : Mascle, A. (ed.). Geodynamique des Caraïbes, p. 53-64, Technip, Paris.
- Piotrowska, K., 1978. Nappe structure of Sierra de los Órganos, western Cuba: Acta Geologica Polonica, 28: 97-170.
- Pittuck, M., Gilbertson, J., Spong, A., Guy Cowley, S., Jens Gron, P. y Embree, K., 2019. Cascabel Project, northern Ecuador, Alpala copper-gold-silver deposit. Preliminary economic assessment-PEA. Canada National Instrument NI 43-101. SolGold Plc and Cornerstone Capital Resources Inc., 438 p.
- Plecash, J. y Hopper, R.V., 1963. Operations at La Luz Mines and Rosita Mines, Nicaragua, Central America. Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, p. 624-641.
- P.N.U.D., 1973. Investigation of Natural Resources in selected areas, ONU-DGMH expediente N.100 (Permiso Especial de Exploracion), DGMH.
- Poplavski, T., 1966. Estructura geológica del yacimiento Matahambre. Revista Tecnológica -Cuba- 4 (1): 39 - 62
- Prenn, N., Sim, R., Davis, B.M. y Barcza, N.A., 2012. Prefeasibility Study Mayaniquel Project, Guatemala. 43-101 Technical Report, MTB Project Management Professionals, Inc. 215 p.
- Proenza, J.A., Zaccarini, F., Gervilla, F., Garutti, G., Gómez-Jiménez, J.M. y Melgarejo, J.C., 2006. Minerales del Grupo del Platino en cromitas ofiolíticas de distintas edades e historias post-magmáticas. MACLA, 6: 387-389.
- Proenza, J. A. y Melgarejo, J.C., 1998. Una introducción a la metalogenia de Cuba bajo la perspectiva de la tectónica de placas. Acta Geológica Hispánica 33 (1): 89-131.
- Quiñones, F. Córdova, J. T., Toledo, G. y Dubouine, M., 1986. Informe de la Búsqueda Orientativa y Detallada de cuarzo en la Isla de la Juventud. Informe inédito, Cuba.
- Quiring, H., 1962. Die Metallischen Rohstoffe: Platinmetalle 16 Band, Enke Verlag Stuttgart, 156 p.
- Radelli, L., 1962. Las dos granitizaciones de la Península de la Guajira norte de Colombia. Geología Colombiana, 1: 5-19, Sociedad Colombiana de Geología, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ramírez-Chávez, J.M. y Bahena-Estrada, F.M., 2017. Carta Geológico-Minera Acayucan, E15-C14, Escala 1:50,000, Estado de Veracruz, Servicio Geológico Mexicano, Informe técnico, 97 p.
- Ranero, C.R., Von Huene, R., Flueh, E., Duarte, M., Baca, D. y McIntosh, K., 2000. A cross section of the convergent Pacific margin of Nicaragua. Tectonics, 19: 335-357.
- Ratschbacher, L., Franz, L., Min, M., Bachmann, R., Martens, U., Stanek, K., Stübner, K., Nelson, B.K., Herrmann, U., Weber, B., López-Martínez, M., Jonckheere, R., Sperner, B., Tichomirowa, M.,

- McWilliams, M.O., Gordon, M., Meschede, M. y Bock, P., 2009. The North American–Caribbean plate boundary in Mexico–Guatemala–Honduras. En: James, K. H., Lorente, M. A. & Pindell, J. L. (eds.), *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate*. Geological Society, London, Special Publications, 328: 219-293.
- Raynolds, M. V., 1983. Geochemistry of fluids in the Cerro Colorado porphyry copper deposit. Panama: Tesis de Doctorado, Harvard University, 219 p., Cambridge. Mass.
- Redwood, S., 2010. El Zancudo project, Department of Antioquia, Republic of Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Tapestry Resource Corporation and Gran Colombia Gold S.A., Vancouver. 70 p.
- Redwood, S., 2013. NI 43-101 Technical report for the San Matias porphyry copper-gold project, Department of Cordoba, Republic of Colombia. Cordoba minerals corporation. 103 p.
- Redwood, S., 2014. Cobrasco-Comitá porphyry copper Project Department of Chocó, Republic of Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report. Rugby Mining Ltd., Vancouver. 111 p.
- Redwood, S., 2018. La Industria Minera de la República Dominicana en 2017. *Geonoticias*, 15(43): 24-31.
- Reed, D. L., Silver, E.A., Tagudin, J.E., Shipley, T.H. y Vrolijk, P., 1989. Relations between mud volcanoes, thrust deformation, slope sedimentation, and gas hydrate, offshore north Panama. *Marine and Petroleum Geology*, 7: 44-54.
- Reitz, M. F., 1902. *The Gold Mines of Costa Rica*: Eng. Min. J., V. 74, No. 7
- Renne, P., Mattinson, I.M., Hatten, C.W., Somin, M.I., Onstott, T.S., Millán G. y Linares, E., 1989.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  and U/Pb evidence for Late Proterozoic (Grenville age) continental crust in North Central Cuba and regional tectonic implications. *Precambrian Research*, 42: 325-341.
- Restrepo, J.J. y Toussaint, J.F., 1988. Terranes and continental accretion in the Colombian Andes. *Episodes*, 7: 189-193.
- Restrepo-Pace, P.A., 1992. Petrotectonic characterization of the Central Andean Terrane, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 5 (1): 97-116.
- Restrepo-Pace, P.A. y Cediel, F., 2019. Proterozoic Basement, Paleozoic Tectonics of NW South America, and Implications for Paleocontinental Reconstruction of the Americas. En: Cediel, F. y Shaw, R. (eds.), *Geology and tectonics northwestern South America. The Pacific-Caribbean-Andean junction*, p. 97-112. Springer, Cham, Switzerland.
- Reynal de Saint-Michel, A. de., 1966. Carte géologique du Département de la Guadeloupe: Service de la carte géologique de la France, scale 1:50:000.
- Rigassi-Studer, D., 1963. Sur la géologie de la Sierra de los Organos, Cuba. *Arch. Sci. Soc. Phys. Hist. Nat. Gêneve, Gêneve*, 16 (2): 339-350.
- RTZ, 1975. Rtz Mining Cost Analysis System, Aug. 24, 1975, 64 p.
- Riquelme, F. y Méndez-Acuña, M., 2016. El descubrimiento de un fósil de araña salticido en ámbar de Chiapas, CONABIO, *Biodiversitas*, 127: 6-11.
- Rizo, R., Romero, J. C., Morera, M. y García, M., 1988. Informe sobre los trabajos de Exploración Orientativa y Detallada de zeolitas en el sector Loma Blanca del yacimiento San Andrés. Informe inédito, Cuba.
- Rizo, R. y Galán, Z., 1990. Informe sobre los resultados de los trabajos de Exploración Orientativa y Detallada escala 1: 2000 del yacimiento de zeolitas Palmarito de Cauto en la provincia Santiago de Cuba, según cálculo de reservas de Enero 1990. Informe inédito, Cuba.
- Roa, J., 2015. Reporte técnico del proyecto La Custodia central, Departamento de Cauca, suroeste de Colombia. Carbonades S.A., 88 p., Bogotá.
- Roberts, R. J., 1944. Manganese Deposits in Costa Rica: U.S. Geological Survey Bulletin 935-H: 387-414.
- Roberts, R.J., e Irving, E.M., 1957. Mineral Deposits of Central America, U.S. Geological Survey Bulletin 1034, 205 p.
- Robinson, E., 1994. Jamaica, en Donovan S. K. y Jackson, T. A. (eds.), *Caribbean geology, an introduction*: 111-127. University of the West Indies Publishers Association, Kingston, Jamaica.
- Rockwell, T. K., Bennett, R.A., Gath, E. y Franceschi, P., 2010. Unhinging an indenter: A new tectonic model for the internal deformation of Panama, *Tectonics*, 29: TC4027.
- Rodríguez, A., 2014. Geology, alteration, mineralization and hydrothermal evolution of the La Bodega-La Mascota deposits, California-Vetas mining district, Eastern Cordillera, Northern Andes. Tesis de Maestría, University of British Columbia, 453 p., Vancouver.
- Rodríguez, A., Bissig, T., Hart, C., Mantilla, L., 2017. Late Pliocene high-sulphidation epithermal gold mineralization at the La Bodega and La Mascota deposits, northeastern cordillera of Colombia. *Economic Geology*, 112: 347-374.
- Rodríguez, B., 2012. Estudio metalogenético de las mineralizaciones auríferas del área de Ginebra y zonas aledañas, Valle del Cauca. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 138 p.



- Rodríguez, C. y Pernet, A., 1982. Recursos minerales de Antioquia. Ingeominas, informe No 1885. Medellín. 225 p.
- Rodríguez, G. y Londoño, A., 2002. Mapa geológico del Departamento de La Guajira. Geología, recursos minerales y amenazas potenciales. Escala 1:250.000. Memoria explicativa. Ingeominas, Medellín. 259 p.
- Rodríguez, G. y Zapata, G., 2012. Características del Plutonismo Mioceno Superior en el Segmento Norte de La Cordillera Occidental e Implicaciones Tectónicas en el Modelo Geológico del Noroccidente Colombiano. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 31: 5-22.
- Rodríguez, G., Sierra, M.I., Zapata, G., Correa, T. y Peláez, J.R., 2010. Geología de las planchas 58 Capurganá, 68 Acandí y 79 Bis Cerro Tagarí, INGEOMINAS, 264 p.
- Rodríguez, G., Zapata, G. y Gómez, F., 2013. Geología de la plancha 114 Dabeiba. Escala 1:100.000. Servicio geológico colombiano.
- Rodríguez, M., Romero, O. Pérez, M. y Darías, J. L., 1992. Prospección Preliminar cobre San Antón - Los Cedros. Informe inédito, Cuba.
- Rodríguez, S.E., 1986. Recursos Minerales De Venezuela: Ministerio de Energía y Minas. *Boletín de Geología*, 15 (27), 228 p.
- Rogers, R. D., Mann, P. y Emmet, P. A., 2007. Tectonic terranes of the Chorti's block based on integration of regional aeromagnetic and geologic data. En: Mann, P. (ed.), *Geologic and Tectonic Development of the Caribbean Plate Boundary in Northern Central America*. Geological Society of America Special Paper, 428: 65-88.
- Rojas-Agramonte, Y., Kroener, A. García-Casco, A., Iturralde-Vinent, M.A., Wingate, M.T.D. y Liu, D., 2006. Review of zircon ages from Cuba and their geodynamic interpretations. *Asia Oceania Geosciences Society*, Singapore: 733-734.
- Ross, M. y Scotese, C., 1988. A hierarchical tectonic model of the Gulf of Mexico and Caribbean region. *Tectonophysics*, 155: 139-168.
- Rowland, M., 2011. The Santa Elena Project, Department of Antioquia, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report. Cuoro Resources Corporation, Vancouver. 99 p.
- Rubio, C., 2012. Programa de trabajos de exploración LTE y el programa de trabajos y obras PTO contrato de concesión minera HDQ-081 mina La Golondrina. Bogotá.
- Rubio, M., 2019. Anzá, Antioquia, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report. Minera Anzá S.A., 186 p.
- Salinas, R., 1982. Mineralizaciones primarias de elementos del grupo del platino en el Complejo Ultramáfico Zonado del Alto Condoto, Chocó, Colombia. Proyecto Condoto fase II, Informe técnico final. Informe No 2140, Ingeominas-BGR República Federal de Alemania. Medellín, 207 p.
- Salinas, R., Muñoz, R., Burgarth, K. y Tistl, M. 1992. Mineralizaciones primarias de elementos del grupo del platino en el Complejo Ultramáfico Zonado del Alto Condoto, Chocó, Colombia. Informe 2140. Proyecto Condoto Fase II. Informe Técnico Final. Convenio Colombo-alemán. Ingeominas-BGR. Medellín. 216 p.
- Salinas-Prieto, J.C., Ramírez-García, G. y Taurino-Martínez, E., 2016. Carta Geológico-Minera Jitotol de Zaragoza E-15-D41, Escala 1:50,000, Estado de Chiapas, Servicio Geológico Mexicano, Informe técnico, 101 p.
- Samson, I., Williams-Jones, A., Aul, K., Gagnon, J. y Fryer, B., 2008. Source of fluids forming distal Zn-Pb-Ag *skarns*: Evidence from laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry analysis of fluid inclusions from El Mochito, Honduras. *Geology*, 36: 947-950.
- Santacruz, R. L., 2016. Caracterização Petrológica e Metalogenética do Depósito de Au de Marmato, Manizales, Colômbia. Tesis de Maestría, University of Brasilia, Brasilia, Brazil, 74 p.
- Saunders, J.B., (ed.), 1968. *Transactions of the Fourth Caribbean Geological Conference*, Arima, Trinidad & Tobago, Caribbean Printers, 457 p.
- Schellekens, J.H., Gilbes, F., Rivera, G.D., Ysa, Y.C., Chardon, S. y Fong Y., 2005. Reflectance spectra of tropical vegetation as a response to metal enrichment in the substrate of west-central Puerto Rico: *Caribbean Journal of Earth Science*, 39: 9-12.
- Schlager, W., Buffler, R., 1984. Deep Sea Drilling Project Leg 77, southeastern Gulf of Mexico. *Geological Society of America Bulletin* 95: 226-236.
- Sears, J. D., 1919. Deposits of Manganese Ore in Costa Rica: U.S. Geological Survey Bulletin 710-C: 61-83.
- Secombe, P.K. y Giroux, G.H., 2011. 2011 Summary Report on the Ixhuatan Advanced Stage Gold Project, Chiapas State, Mexico. Canada National Instrument NI 43-101 technical report, prepared for Cangold Ltd., 109 p.
- Sedlock, R.L., Ortega-Gutiérrez, F., Speed, R.C., 1993, Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico: *Geological Society of America Special Paper*, 278, 153 p.
- Sen, G., Hickey-Vargas, R., Waggoner, D.G. y Maurrasse, F., 1988. Geochemistry of basalts from the Dumisseau Formation, southern Haiti; implications

- for the origin of the Caribbean Sea crust. *Earth and Planetary Science Letters*, 87: 423–437.
- Sepp, M. y Dilles, J., 2018. Structural Evolution, Vein Orientation, and Paragenesis of the Botija Porphyry Cu-Mo-(Au) Deposit Panama. *Economic Geology*, 113 (4): 857-890.
- Sepúlveda, J., Leal-Mejía, H., Luengas, C., Velásquez, L.E., Prieto, D., Celada, C.M., López, J., Camacho, A. 2019. Edad de la alteración hidrotermal asociada a la mineralización aurífera en el Distrito Metalogénico de Maltería, flanco w de la Cordillera Central de Colombia - Proyecto Mapa Metalogénico De Colombia. XVII Congreso Colombiano de Geología. Santa Marta.
- Shaw, R., 2002. A historical and technical overview of the Titiribí Mining District, Colombia: Unpublished internal report prepared for Placer Dome Exploration Inc., Santiago de Chile.
- Shaw, R., 2003. Colombia - a ten best picks analysis of gold metallogeny and project potential: Internal report prepared for AngloGold Ltd., Lima. 204 p.
- Shaw, R.P., Leal-Mejia, H. y Melgarejo, J.C., 2019. Phanerozoic metallogeny in the Colombian Andes: A tectono-magmatic analysis in space and time. En: Cedié F. and Shaw, R.P. (eds.), *Geology and tectonics of Northwestern South America*. *Frontiers in Earth Sciences*, 253-410. Springer.
- Sillitoe, R.H., 1996. Comments on exploration of the Golden Hill gold - copper prospect, Cuba: Internal Report Mc Donald Mines Exploration, Cuba, 13 p.
- Sillitoe, R.H., Jaramillo, L., Damon, P.E., Shafiqullah, M. y Escovar, R., 1982. Setting, characteristics, and age of the Andean porphyry copper belt in Colombia, *Economic Geology*, 77: 1837-1850.
- Sillitoe, R.H., 2008. Major gold deposits and belts of the North and South American Cordillera-Distribution, tectonomagmatic settings and metallogenic considerations. *Economic Geology*, 105: 3-41.
- Sillitoe, R.H., 2018. Comments on geology and exploration potential of the San Matias project, Colombia. Cordoba Minerals Corporation.
- Sillitoe, R.H., Jaramillo, L., Damon, P., Shafiqullah, M. y Escovar, R., 1982. Setting, characteristics, and age of the Andean porphyry copper belts in Colombia. *Economic Geology*, 77: 1837-1850.
- Sillitoe, R.H., Hall, D.J., Redwood, S.D. y Waddell, A., 2006. Pueblo Viejo high sulfidation epithermal gold-silver deposit, Dominican Republic: a new model of formation beneath barren limestone cover. *Economic Geology*, 101: 1427-1435.
- Simon-Labrie, T., Brocard, G., Teyssier, C., van der Beek, P.A. y Fellin, M.G., 2013. Preservation of contrasting geothermal gradients across the Caribbean-North America plate boundary (Motagua Fault, Guatemala). *American Geophysical Union (AGU), Tectonics*, 32: 993-1010.
- Simons, F. S. y Straczek, J. A., 1958. A geology of the manganese deposits of Cuba. *U.S. Geological Survey Bulletin* 1057: 1-289.
- Singer, D.A., Berger, V.I y Moring, B.C., 2008. *Porphyry Copper Deposits of the World: Database and Grade and Tonnage Models*, 2008. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1155, version 1.0
- Smith, A.L., Schellekens, J.H. y Muriel-Diaz, A.L., 1998. Batholith emplacement in the northeastern Caribbean: markers of tectonic change. En: Lidiak, E. y Larue, D.K. (eds.), *Geochemistry and Tectonics of the Northeastern Caribbean*. *Geological Society of America Special Paper*, 322: 99-122.
- Snoke, A.W., Rowe, D.W., Yule, J.D. y Wadge, G., 2001. Geological map of Tobago, West Indies with explanatory notes. *Geological Society of America Map and Chart Series* 087, 1 sheet, 1: 25,000.
- Solari, L.A., Garcia-Casco, A., Martens, U., Lee, J.K.W. y Ortega-Rivera, A., 2013. Late Cretaceous subduction of the continental basement of the Maya block (Rabinal Granite, central Guatemala): tectonic implications for the geodynamic evolution of Central America. *Geological Society of America Bulletin*, 125: 625-639.
- Somin, M.L. y Millán-Trujillo, G., 1980. Complejos metamórficos y tectónica de Cuba. *Dokladi Akad. Nauk SSSR*, 211-218.
- Sommer, M., 2009. Late Cretaceous to Miocene Tectonic Reconstruction of Northwestern Caribbean: Regional Analysis of Cuban Geology. *Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek*. 123 p.
- Soriano, R., Ferro, P., Acosta, J. y Cobián, T., 1990. Informe sobre los trabajos de exploración detallada del yacimiento Chiquita, realizados durante los años 1987 - 88. Informe inédito.
- Soriano, R., Gonzales, J. y Krotov, P., 1989. Informe de los trabajos de exploración detallada y complementaria del yacimiento Concordia realizados durante los años 1978 - 85 y 1987 - 88 en la provincia Santiago de Cuba. Informe inédito, Cuba.
- Soto-Viruet, Y., 2015, The mineral industries of the islands of the Caribbean Aruba, Dominican Republic, Haiti, Jamaica, Trinidad and Tobago, and other islands: 2015 Minerals Yearbook, U.S. Geological Survey, 9 p.
- South 32 Ltd., 2018. Resources and reserves. Annual Report 2018, Capítulo 5: 55-66, Perth, Australia.

- Speed, R.C., Larue, D.K., 1982. Barbados: architecture and implications for accretion. *Journal of Geophysical Research* 87(B5): 3633–3643.
- Spencer, R. y Cleath, R. 2010. Review of historic exploration data from the uraniferous black shales of the Berlin Project and Chaparral concession, Colombia: a guide to future exploration. Canada National Instrument NI 43-101 Technical Report, 39 p., U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> Corporation.
- SRK Consulting, 2018. NI 43-101. Technical report. Mineral Resource Estimate Segovia Project Colombia. Gran Colombia Gold. Canada.
- St Genevieve Resources Ltd., 2004. Press Release of September 8, 2004, 2 p.
- Stanek, K.P., 2000. Geotektonische Entwicklung Kubas. *Freiberger Forschungshefte*, C 476, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, 164 p.
- Stanek, K., Maresch, W., Grafe, F., Grevel, Ch. y Baumann, A., 2006. Structure, tectonics and metamorphic development of the Sancti Spiritus Dome (Eastern Escambray massif, central Cuba). *Geologica Acta* 4 (1-2): 151-170.
- Steedman, J. y Gowans, R.M., 2012. Mineral Resource Estimate for La Escandalosa Project, Province of San Juan, Dominican Republic. NI 43-101 Technical Report. Goldquest Mining Corporation.
- Stern, C.R. 2004. Active Andean volcanism: its geologic and tectonic setting. *Revista Geológica de Chile*, 31 (2): 161-206.
- Stranahan, D.M., 1940. Panaminas Inc. Report.
- Stubens, T., 2015. Technical report on the updated mineral resource estimate for the Angostura gold-silver deposit, Santander department, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 report. Eco Oro Minerals Corporation. 628 p., Vancouver.
- Sundblad, K., Cummin, G.L. y Krstic, D., 1991. Lead Isotope Evidence for the Formation of Epithermal Gold Quartz Veins in the Chortis Block, Nicaragua. *Economic Geology*, 86: 944-959.
- Svanholm J., 1967, Mineral Potential of Honduras, Report on San Antonio De Oriente, DGMH
- Svanholm, J., 1968. U. N. Technical Assistance Operations Honduras.
- Sykes, L.R., McCann, W.R., and Kafka, A.L., 1982, Motion of Caribbean plate during last 7 million years and implications for earlier Cenozoic movements, *Journal of Geophysical Research*, 87: 10656-10676.
- Szczesniak, P.A., and Torres, I.E., 2000. The mineral industries of the islands of the Caribbean: 2000 *Minerals Yearbook*, U.S. Geological Survey, 13 p.
- Tassinari, C., Diaz, F. y Buenaventura, J., 2008. Age and sources of gold mineralization in the Marmato mining district, NW Colombia: A Miocene-Pliocene epizonal gold deposit. *Ore Geology Reviews*, 33: 505-518.
- ten Brink, U.S., Coleman, D.F. y Dillon, W.P., 2002. The nature of the crust under Cayman Trough from gravity. *Marine and Petroleum Geology*, 19: 971–987.
- ten Brink, U. S., Marshak, S. y Bruña, J.-L. G., 2009. Bivergent thrust wedges surrounding oceanic island arcs: Insight from observations and sandbox models of the northeastern Caribbean plate, *Geological Society of America Bulletin*, 121 (11-12): 1522–1536.
- Theofilos, N., 1976. The Mineral Industry of Venezuela. *Minerals Yearbook*, Vol. III Area Reports: International, 1175-1188. Bureau of Mines, United States Department of the Interior.
- Thompson, P.M.E., Kempton, P.D., White, R.V., Saunders, A.D., Kerr, A.C., Tarney, J., y Pringle, M.S., 2004. Elemental, Hf-Nd isotopic and geochronological constraints on an island arc sequence associated with the Cretaceous Caribbean *plateau*: Bonaire, Dutch Antilles: *Lithos*, 74: 91-116.
- Tistl, M. 1994. Geochemistry of Platinum-Group Elements of the Zoned Ultramafic Alto Condoto Complex, Northwest Colombia. *Economic Geology*, 89: 158-167.
- Tistl, M., Burgath, K. P., Höhndorf, A., Kreuzer, H., Muñoz, R. y Salinas, R. 1994. Origin and emplacement of Tertiary ultramafic complexes in northwest Colombia: Evidence from geochemistry and K-Ar, Sm-Nd and Rb-Sr isotopes. *Earth and Planetary Science Letters*, 126 (1-3): 41-59.
- Tobón, M., 2018. Geoquímica y mineralogía de los elementos del grupo del platino *EGP* en las lateritas niquelíferas de Cerro Matoso y Planeta Rica, Colombia. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 85 p.
- Tolokonnikov V., Yakolenkov, A. y Antoneev, S., 1972. Informe sobre los trabajos de Búsqueda- Exploración realizados en 1970 en la zona de los yacimientos piriticos Carlota y Guachinango (provincia de Las Villas). Infore inédito, Cuba.
- Torres, I.E., 1990. The Netherland Antilles, Aruba, and St. Kitts and Nevis, in *Mineral Industries of Latin America and Canada International Review*: U.S. Bureau of Mines *Minerals Yearbook*, 3: 248-250.
- Torró, L., Proenza, J., Espaillat, J., Belén-Manzeta, A., Roman, M., Amarante, A., González, N., Espinoza, J., Roman Alpiste, M. y Nelson, C., 2018. The Discovery of the Romero VMS Deposit and its Bearing on the Metallogenic Evolution of Hispaniola during the Cretaceous. *Minerals*, 8, 507. 24 p., doi: 10.3390/min8110507.

- Tschanz, C., Jimeno, A. y Cruz, J., 1970. The mineral resources of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia zone I. U.S. Geological Survey Open-File Report 70-329, 79 p.
- Tucker, R.E., Alminas, H.V. y Hopkins, R.T., 1985. Geochemical evidence for metallization on St. Thomas and St. John, U.S. Virgin Islands: U.S. Geological Survey Open File Report 85-297, 50 p.
- Ulloa C., F., 1977. Aspectos Geológicos de la parte Este de la Península de Santa Elena (Desde Cuajiniquil Hasta Santa Rosa De La Cruz De Guanacaste): Tesis De Grado, Universidad De Costa Rica, 76p.
- UPME, 2019. Sistema de Información Minero Colombiano-SIMCO. Níquel. <http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/niquel.aspx>.
- Urbani, F. 2008. Synthesis of the nomenclature of the igneous and metamorphic rocks units of the cordillera de la Costa, Venezuela. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, LXVIII (3): 27-43.
- Urbani, F., 2015. Terrane distribution in North-Central Venezuela. En: Schmitz, M., Audemard, F.A. y Urbani, F. (eds.), El Límite noreste de la Placa Suramericana: estructuras litosféricas de la superficie al manto, p. 79-102. Editorial Innovación Tecnológica, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas.
- Urbani, F., 2018. Una revisión de los terrenos geológicos del Sistema Montañoso del Caribe, norte de Venezuela. Boletín de Geología, XXIII (36): 118-216. INGEOMIN, Caracas.
- Urbani F., Grande S., Gómez A., Mendi D., Reátegui W. y Baquero M. 2015. Descripción estratigráfica actualizada de algunas unidades geológicas de la región comprendida entre Carora y Cabo Codera, Venezuela. Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra, 47: 1-19.
- U.S. Geological Survey, Dirección General de Geología, Minas e Hidrocarburos, and Universidad de Costa Rica, 1987. Mineral resource assessment of the Republic of Costa Rica. U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map I-1865, 75 p., 1 map scale 1:500,000.
- Valdés Nodarse, E.L., 1989. Informe de Exploración Detallada para barita en el distrito mineral Gertrudis-Jagua. Informe inédito, Cuba.
- Valencia-Moreno, M., Ochoa-Landín, L., Noguez-Alcántara, B., Ruiz, J. y Pérez-Segura, E., 2007. Geological and metallogenetic characteristics of the porphyry copper deposits of México and their situation in the world context. En: Alaniz-Álvarez, S.A., and Nieto-Samaniego, Á.F., (eds.), Geology of México: Celebrating the Centenary of the Geological Society of México: Geological Society of America Special Paper 422: 433-458.
- Valls, R., 2008. Technical Report of the Geology and Mineral Resources of the Neita Fiscal Reserve, Dominican Republic. Prepared for Unigold Inc. 120 p.
- Valls, R., 2016. The Geology and Mineral Resources of Northern Haiti. Editorial CreateSpace Independent Publishing Platform (20 Julio 2016), 82 p.
- van der Lelij, R., Spikings, R.A., Kerr, A.C., Kounov, A., Cosca, M., Chew, D. y Villagomez, D., 2010. Thermochronology and tectonics of the Leeward Antilles: evolution of the Southern Caribbean Plate Boundary Zone. Tectonics, 29:TC6003.
- van der Lelij, R., Spikings, R.A., Ulianov, A., Chiaradia, M. y Mora, A., 2016. Paleozoic to Early Jurassic history of the northwestern corner of Gondwana, and the implications for the evolution of the Iapetus, Rheic and Pacific Oceans. Gondwana Research, 31: 271-294.
- van Hinsbergen, D.J.J., Iturralde-Vinent, M.A., van Geffen, P.W.G., García-Casco, A. y van Benthem, S., 2009. Structure of the accretionary prism, and the evolution of the Paleogene northern Caribbean subduction zone in the region of Camagüey, Cuba, Journal of Structural Geology, 31: 1130-1144.
- Vargas, H., 2014 Sociedad Minera El Alacrán Colombia, El Alacrán Copper and Gold Project Executive Summary, 16 September 2014.
- Vaughan, T.W., Cooke, W., Condit, D.D., Ross, C.P., Woodring, W.P. y Calkins, F.C., 1921. A geological reconnaissance of the Dominican Republic. Geological Survey of the Dominican Republic and U.S. Geological Survey Memoirs Vol. 1, 268 p.
- Vázquez, C., Suárez del Villar, A., Albelo, A. y García, T., 1997. Informe Exploración Orientativa y Detallada grafito Escambray. Sector IV Algarrobo. Informe inédito, Cuba.
- Velásquez, D., 1969. Lateritas níquelíferas de Uré-Departamento de Córdoba. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia. Ingeominas, informe N° 1719, Medellín. 36 p.
- Velásquez, L., Leal-Mejía, H., Luengas, C., Prieto, D., Sepúlveda, J., Celada, C.M., López-Isaza, J.A., Prieto, G., Peña, L.G., Creaser, R., Camacho, A. 2019. Edad de Algunas Mineralizaciones Auríferas en el Flanco Oriental de la Cordillera Central de Colombia - Proyecto Mapa Metalogénico de Colombia. Memorias XVII Congreso Colombiano de Geología - IV Simposio de Exploradores. Santa Marta. 4 p.



- Venable, M.E., 1994. A geologic, tectonic, and metallogenic evaluation of the Siuna Terrane. Tesis de Doctorado, University of Arizona, 154 p.
- Venable, M.E., 2001. Mineralization in Northeast Nicaragua—Known Deposits and Exploration Potential. *Society of Economic Geologists SP8*: 339–347.
- Vershigora, N., Priajin, A., Fernández, N.A., Karpov, Y., Fernández, R., Oubiña, L., Castañeda, J., Ayata, T., Valdivia, M., Rosas, J.R., Klimov, A., Kranin, L., Escalona, N., Santamaría, L., Kumalakov, A. y Konoplin, D., 1983. Informe de búsqueda a escala 1:10000 realizada en el campo mineral Castellano - Santa Lucía. Informe inédito, Cuba.
- Vicencio S., 1975. Depósitos De Bentonita En La Scercanias De La Entrada, Copan, DGMH, 1971, Informes, P.N.U.D.
- Vila, J.-M., Boisson, D., Butterlin, J., Feinburg, H., and Pubellier, M., 1987, Le complexe chaotique finieocène de Chouchou Massif du Nord d'Haiti; Un enregistrement du début des décrochements senestres nord-caraïbes: Paris, France, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 304: 39-42.
- Vilela, E. 2017. Cisneros Gold Project, Antioquia Department, Colombia. NI 43-101 Technical Report on Updated Mineral Resources Estimate and Preliminary Economic Assessment. Antioquia Gold Ltd. 205 p.
- Vilela, E. y Linares, F. 2018. La Cumbre gold project, Department of Risaralda, Colombia. NI 43-101 technical report on updated mineral resource estimate. Batero gold corporation. 109 p.
- Villagómez, D. 2010. Thermochronology, geochronology and geochemistry of the Western and Central cordilleras and Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: The tectonic evolution of NW South America. Tesis de Doctorado, Universidad de Ginebra, Ginebra, Suiza. 143 p.
- Villagómez, D., Spikings, R., Magna, T., Kammer, A., Winkler, W. y Beltrán, A. 2011. Geochronology, geochemistry and tectonic evolution of the Western and Central cordilleras of Colombia. *Lithos*, 1253 (4): 875–896.
- Villares, F., Egüez, A. y Yanez, E., 2014. Petrographic and geochemical characterization of the Triassic and Jurassic magmatic and volcanic rocks of southeastern Ecuador. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 16, EGU 2014.
- Viteri, E., 1977. Petrologic and metallogenic characteristics of native copper deposits in Cano Tigre, Sierra de Perija, Zulia. *Quinto Congreso Geológico Venezolano, Memoria - Tomo III*: 1143-1168.
- Vologdin, N. y Ogorodnikov, G. N., 1967. Informe sobre los resultados de los trabajos de Búsqueda- revisión y de Exploración realizados para el cobre en el yacimiento Buenavista y en la región limítrofe en 1963-1965. Bahía Honda, Provincia de Pinar del Río. Informe inédito, Cuba.
- Volp, K., 2010. The **Mazamoras** Cu-Au±Mo porphyry Project, Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Tapestry Resource Corporation, Cardiff, U.K. 54 p.
- Von Huene, R., Aubouin, J., Azema, J., Blackinton, G., Carter, J., Coulbourn, W., Cowan, D., Curiale, J., Dengo, C., Faas, R., Harrison, W., Hesse, R., Husong, D., Laad, J., Muzylov, N., Shiki, T., Thompson, P. y Wetberg, J., 1980. Leg 67: the Deep Sea Drilling Project Mid-America Trench transect off Guatemala. *Geological Society of America Bulletin*, 91: 421–432.
- Wagh A.S. y Pinnock, W.R., 1987. Occurrence of Scandium and Rare-Earth Elements in Jamaican Bauxite Waste: *Economic Geology*, 82: 757-761.
- Wduron W., 1984. N. 69 Permiso de Exploración, DGMH.
- Ward, I.R., Lafleur, P.-J., Verma, M., Bedell, P.R. y De Vos, K., 2007. Las Crucitas Gold Project NI 43-101 Technical Report. Summary of the Bankable Feasibility Study and Addendum Report, Micon International Ltd., Toronto, Canada. 112 p.
- Weaver, J. (ed.), 1992. Mineral Resource Assessment of Puerto Rico. Field trip. U.S. Geological Survey Open file Report 92-567, 43 p.
- Webber, A. P., Roberts, S., Murton, B. J. & Hodgkinson, M. R. S. 2015. Geology, sulfide geochemistry and supercritical venting at the Beebe Hydrothermal Vent Field, Cayman Trough. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 16: 2661-2678.
- Webber, B. N., 1942, Manganese Deposits of Costa Rica, Central America: *Am. Inst. Min. Metall. Petrol. Eng. Tech. Pub.* 1445, 5 p.
- Weber, M.B.I., Cardona, A., Paniagua, F., Cordani, U., Sepúlveda, L., Wilson, R., 2009. The Cabo de la Vela Mafic-Ultramafic Complex, Northeastern Colombian Caribbean region: a record of multistage evolution of a late Cretaceous intra-oceanic arc. En: James, K.H., Lorente, M.A. y Pindell, J.L. (eds.), *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate*. Geological Society, London, Special Publications, 328: 549-568.
- Wegner, W., Wörner, G., Harmon, M.E., y B. R. Jicha, B.R., 2011. Magmatic history and evolution of the Central American land bridge in Panama since the Cretaceous times, *Geological Society of America Bulletin*, 1233 (4): 703–724.
- West Jr., D.P., Abbott Jr., R.N., Bandy, B.R., Kunk, M.J., 2014. Protolith provenance and thermotectonic

- history of metamorphic rocks in eastern Jamaica: evolution of a transform plate boundary. *Geological Society of America Bulletin*, 126: 600–614.
- Westercamp, D., 1980, Une méthode d'évaluation et de zonation des risques volcaniques á la Soufrière de Guadeloupe, Antilles Francaises: *Bulletin Volcanologique*, 43: 431–452.
- Westercamp, D., 1981, Distribution and volcano-structural control of zeolites and other amygdale minerals in the island of Martinique, F.W.I.: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 11: 353–365.
- Weyl, R., 1980. *Geology of Central America*. Berlin, Gebruder Bomtraeger, 371 p.
- Whattam, S.A. y Stern, R.J., 2015. Arc magmatic evolution and the construction of continental crust at the Central American Volcanic Arc system. *International Geology Review*, 58 (6): 653–686.
- White, L.L., 1918, Report. Summary of N.Y. And H.R. Co. Expansion File. CIMRI
- Whitehead, R.E., Davies, J.F., Valdes-Nodarse, E.L. y Díaz-Carmona, A., 1996. Mineralogical and Chemical Variations, Castellanos Shale-Hosted Zn-Pb-Ba Deposit, Northwestern Cuba. *Economic Geology*, 91: 713–722.
- Williams-Jones, A. E., Samson, I. M., Ault, K. M., Gagnon, J. E., y Fryer, B. J., 2010. The genesis of distal zinc *skarns*: Evidence from the Mochito deposit, Honduras. *Economic Geology*, 105(8), 1411–1440.
- Wilson, F. y Darnell, B., 1942. A lode gold mine in Colombia. Vein worked by Timmins Ochalí in Antioquia was long sought but defied discovery until 1929. *Engineering and Mining Journal*, 143 (4):62–65
- Wilson, S., 2013. NI 43-101 Technical Report on the Quinchía Project, Quinchía District, Republic of Colombia. Prepared by Metal Mining Consultants Inc. For Seafield Resources Ltd. 150 p.
- Wilson, S. E. 2016. La Mina Project, Antioquia, Republic of Colombia. Canada National Instrument NI 43-101 technical report. Belhaven Copper y Gold Inc., 165 p.
- Wleklinski, S., 1969. Gold deposits of northern Veraguas. United Nations Development Program, Mineral Survey of Azuero Area, 1, p. 113
- Wokittel, R., 1955. Formación cuprífera de la Serranía de Perijá intendencia de La Guajira y departamento del Magdalena. *Geología de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá*. Servicio Geológico Nacional. *Boletín Geológico* 53: 51–64, Bogotá.
- Wokittel, R., 1958. La mina de mercurio La Esperanza, municipio de Aranzazu, Caldas. *Ingeominas*. Informe 1282. Servicio Geológico Nacional. Bogotá, 14 p.
- Woodring, W.P., Brown, J.S. y Burbank, W.S., 1924. *Geology of the Republic of Haiti*: Geological Survey of the Republic of Haiti, Department of Public Works, Port-Au-Prince, 631 p.
- Workman, A. y Breede, K., 2008. Report on Geology, Exploration and Mineral Resources of the Torlon Hill 'Oxide' Zn-Pb-Ag Project, Chiantla District, Huehuetenango, Guatemala. Prepared for Firestone Ventures Inc. Watts, Grifis And Mcouat, Toronto, Canada
- Wörner, G., Harmon, R. y Wegner, W., 2009. Geochemical evolution of igneous rock and changing magma sources during the formation and closure of the Central American land bridge of Panama. En: Kay, S.M., Ramos, V.A. y Dickinson, W. R. (eds.), *Backbone of the Americas: Shallow Subduction, Plateau Uplift, and Ridge and Terrane Collision*. Geological Society of America *Memoirs*, 204: 183–196.
- Wright, J.E. y Wyld, S.J., 2011. Late Cretaceous subduction initiation on the eastern margin of the Caribbean–Colombian Oceanic *Plateau*. *One Great Arc of the Caribbean (?)*. *Geosphere* 7, 468–493.
- Wu, Y., 2012. Rosita Cu-Au-Ag Project, RAAN, Nicaragua NI 43-101 Technical Report on Mineral Resource Estimate of Rosita Stockpiles. For Calibre Mining Corp. (Calibre) by Coffey Mining Pty Ltd. (Coffey Mining) 91 p.
- C3 Metals, Inc., 2020. Main Ridge. <https://www.c3metals.com/otherprojects/#Jamaica> (página web consultada el 31/10/2020).
- Zaccarini, F., Garuti, G., Proenza, J.A., Campos, L., Thahammer, O.A.R., Aiglsperger, T. y Lewis, J.F., 2011. Chromite and platinum-group-elements mineralization in the Santa Elena ophiolitic ultramafic nappe (Costa Rica): geodynamic implications. *Geologica Acta*, 9: 407–423.
- Zans, V.A., 1951. *Economic Geology and Mineral Resources Of Jamaica*: Geological Survey Department, Jamaica, B.W.I., Bulletin No. 1, 61 p.
- Zarate -López J., Ávila-Lugo, F. y Sáenz-Pita, M. R., 2004. Carta Geológico-Minera Chetumal E16-4-7, Quintana Roo y Campeche, Escala 1:250 000, Consejo de Recursos Minerales (Servicio Geológico Mexicano), Informe técnico 44p.
- Zinchenko V., Porro, P. Cobian, T. López, R. Acosta, J., 1989. Informe Exploración Detallada del yacimiento Antoñica del campo menífero Hierro Santiago. Informe inédito, Cuba.
- Zuluaga, A., Torreñegra, W. y Lascarro, F., 2019. Control estructural de las mineralizaciones de barita y cobre en los corregimientos de Caracolí y Camperucho, Cesar, Colombia. *Boletín de Geología* 41 (1): 85–96. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga