



Rocas Calcáreas como Huéspedes de Depósitos de Minerales Económicos

Por: Jhon Huaman
Edgar Yataco

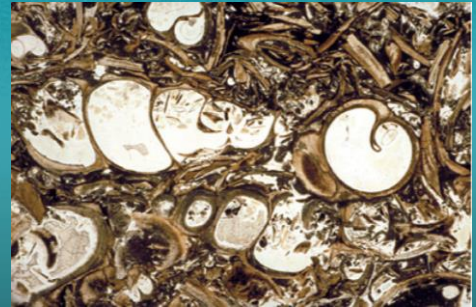


ROCAS CALCAREAS

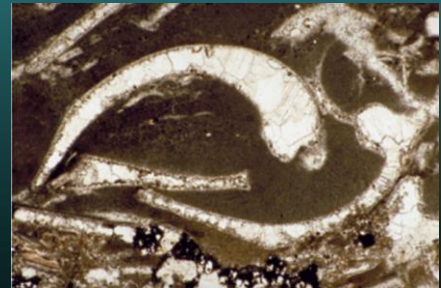
CALIZAS



A deep water coral reef off the coast of Belize
(source: www.smithsonianeducation.org).

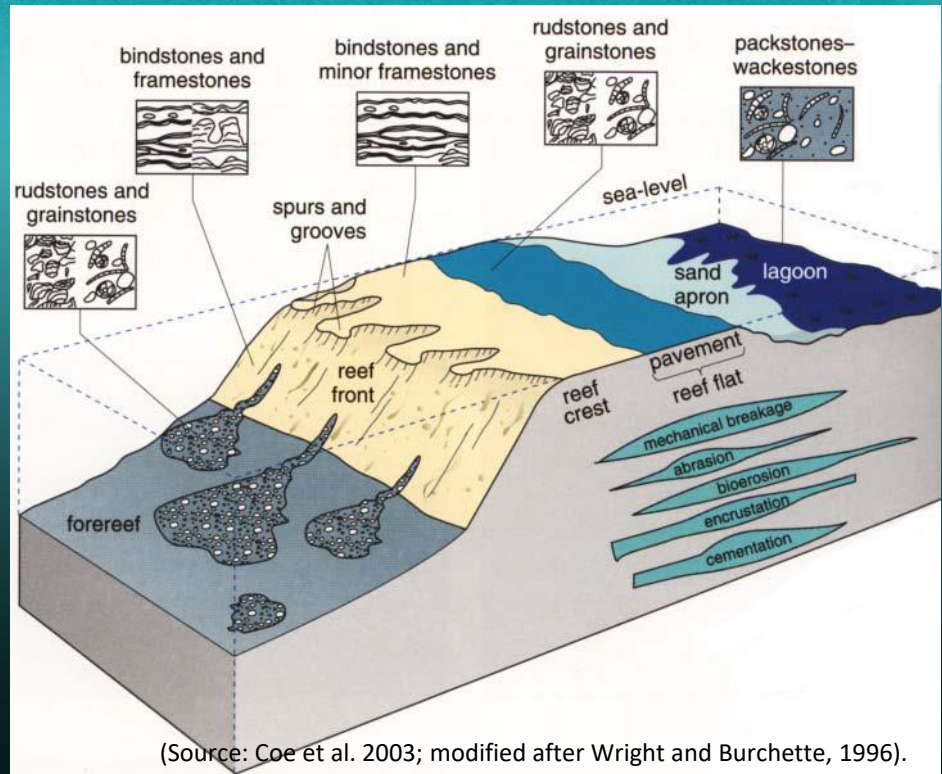


Large numbers of a single species of gastropod from a lacustrine environment. PPL, HA = 13.5 mm



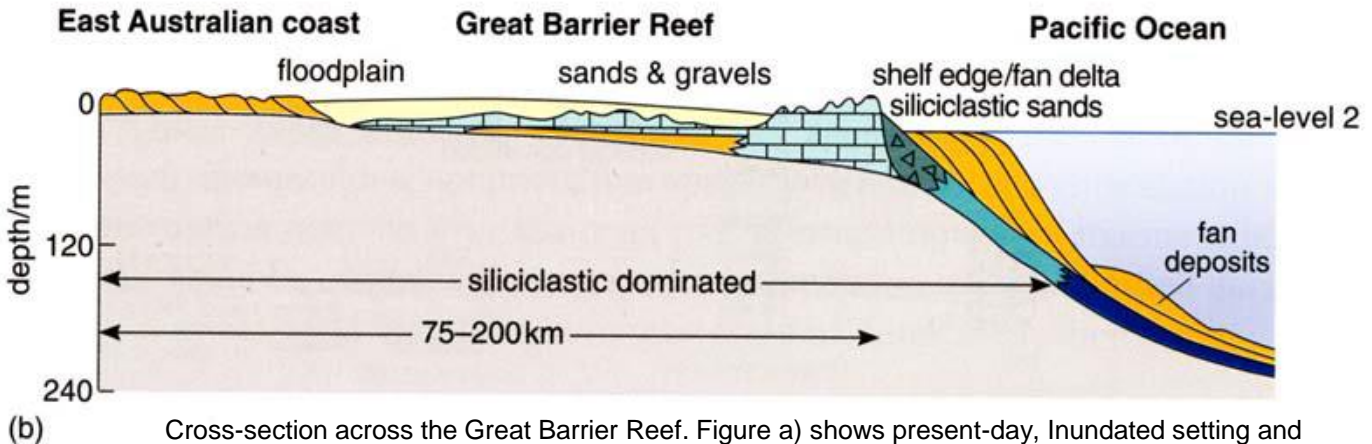
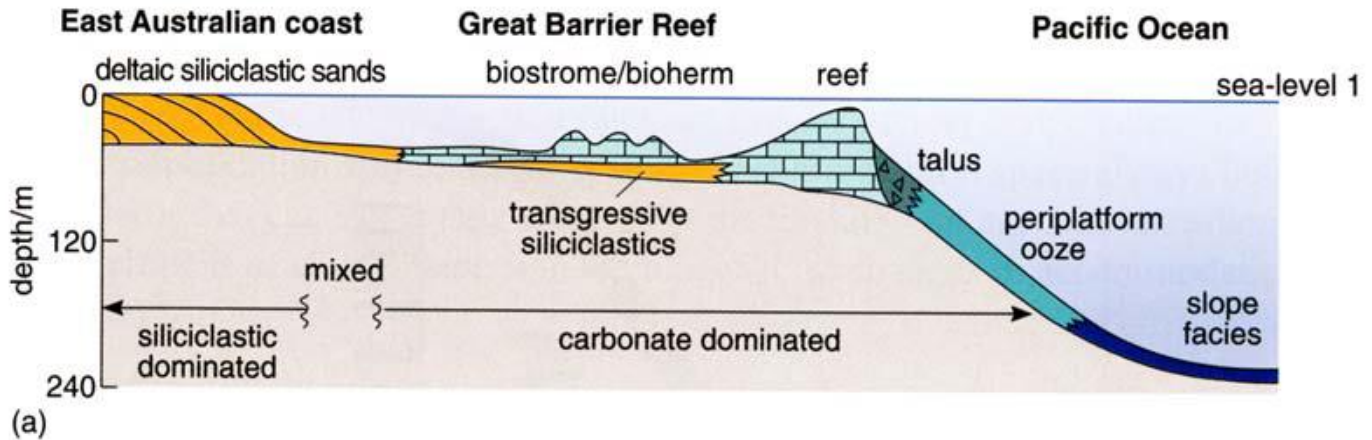
An aragonitic bivalve shells after diagenetic alteration. The bivalve shells were dissolved and the molds were later filled with sparry calcite. PPL, HA = 7.0 mm

Carbonate Platform Models



An idealized 3-d block diagram of a modern coral reef

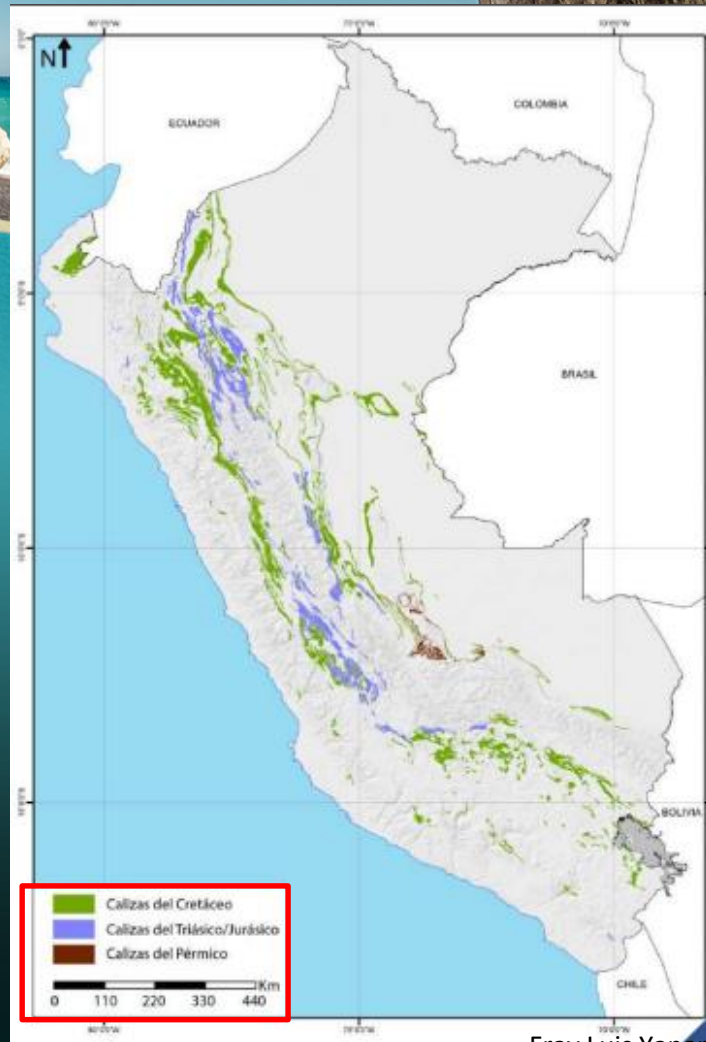
(Source: Coe et al. 2003; modified after Wright and Burchette, 1996).



Cross-section across the Great Barrier Reef. Figure a) shows present-day, Inundated setting and figure b) the situation during the last glacial (sealevel lowstand)

DISTRIBUCION DE LASCALIZAS EN EL PERU

80,985 Km² 6.3% of the Peruvian area

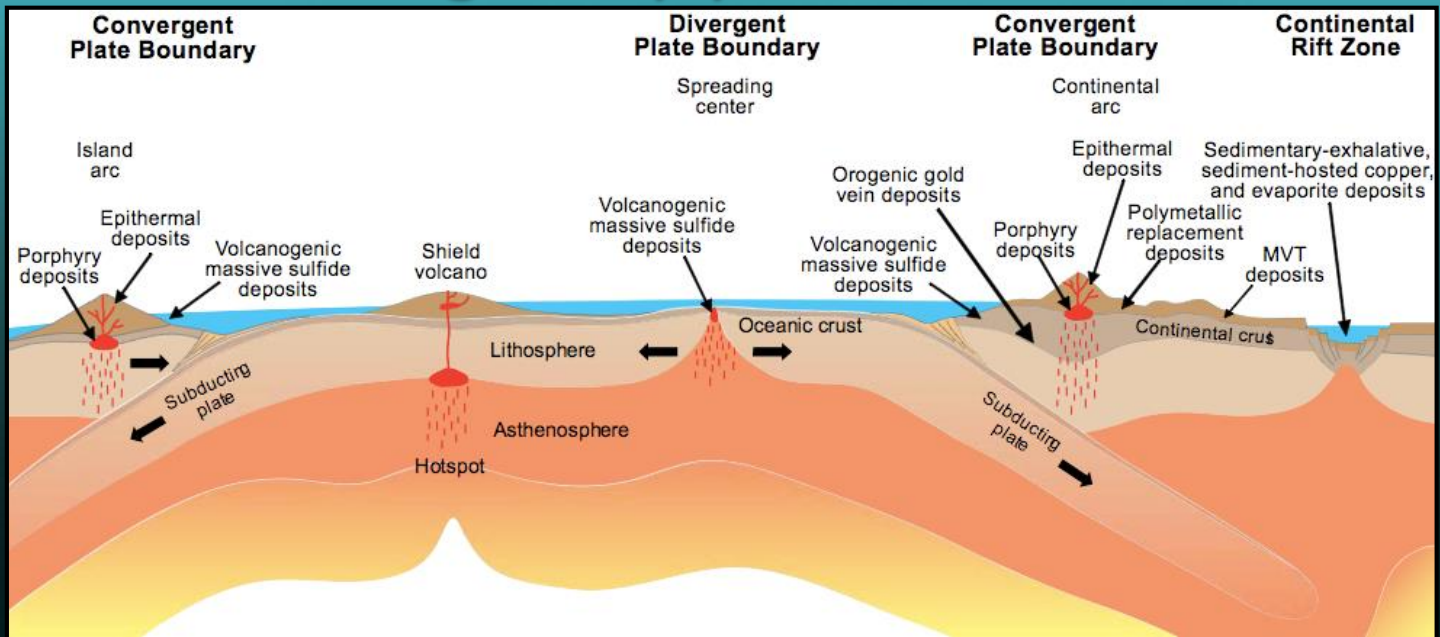




Tectonismo



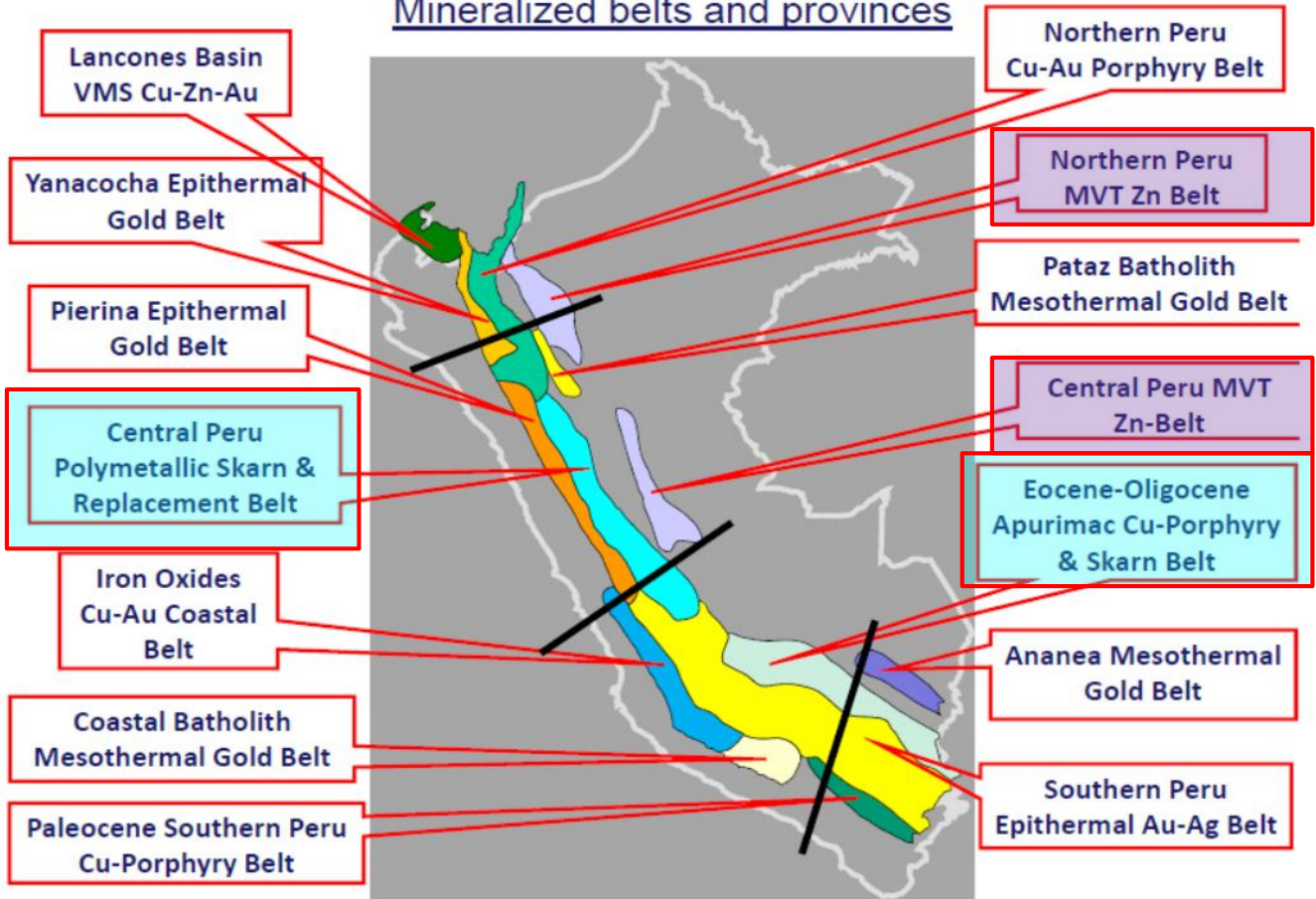
Las placas tectónicas y la producción de magmas y yacimientos





Tipos de Yacimientos

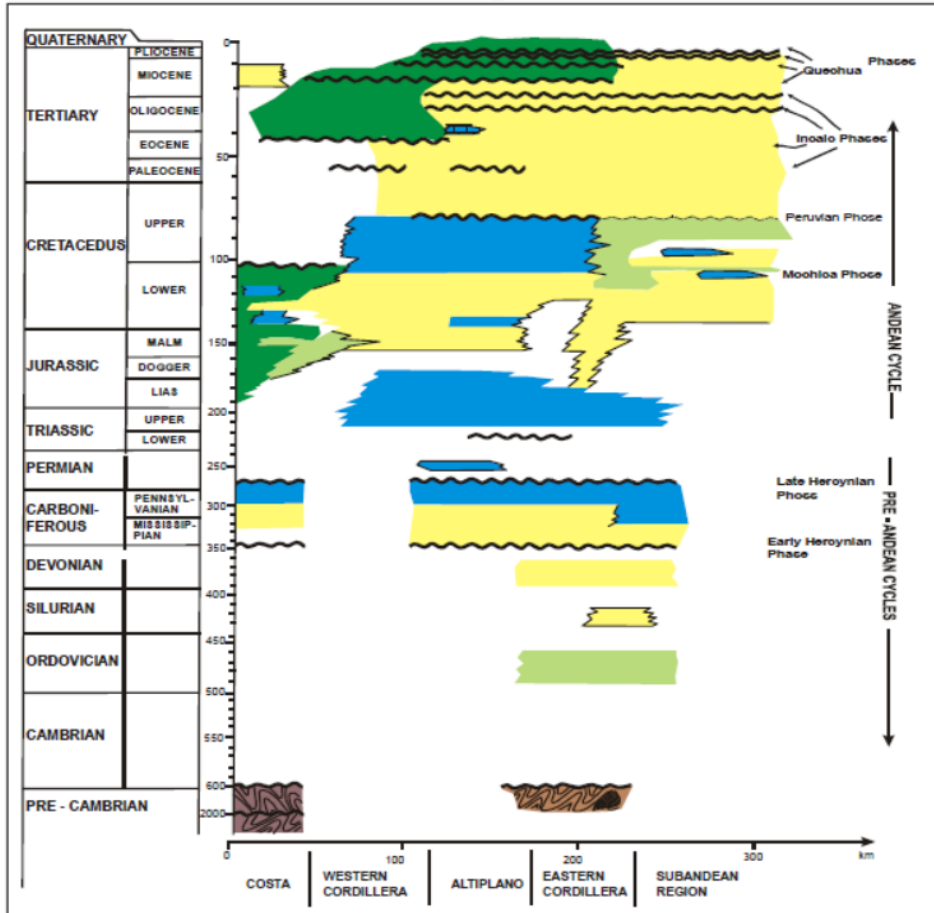
Mineralized belts and provinces





Skarn – MVT en Peru

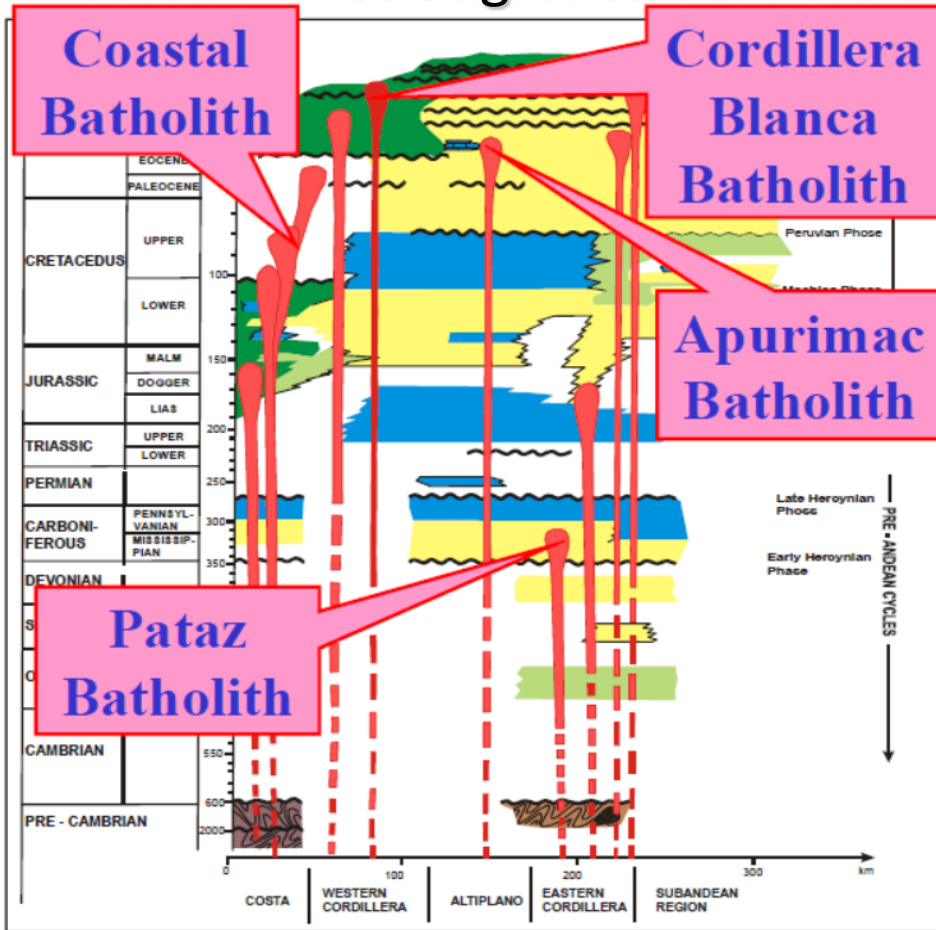
Columna Estratigráfica del Perú Simplificado



A thick, mainly late Pz – Up.K, marine sed.- volc. Sequence.

Followed by a terrestrial clastic sequence and intense sub-aereal volcanic activity

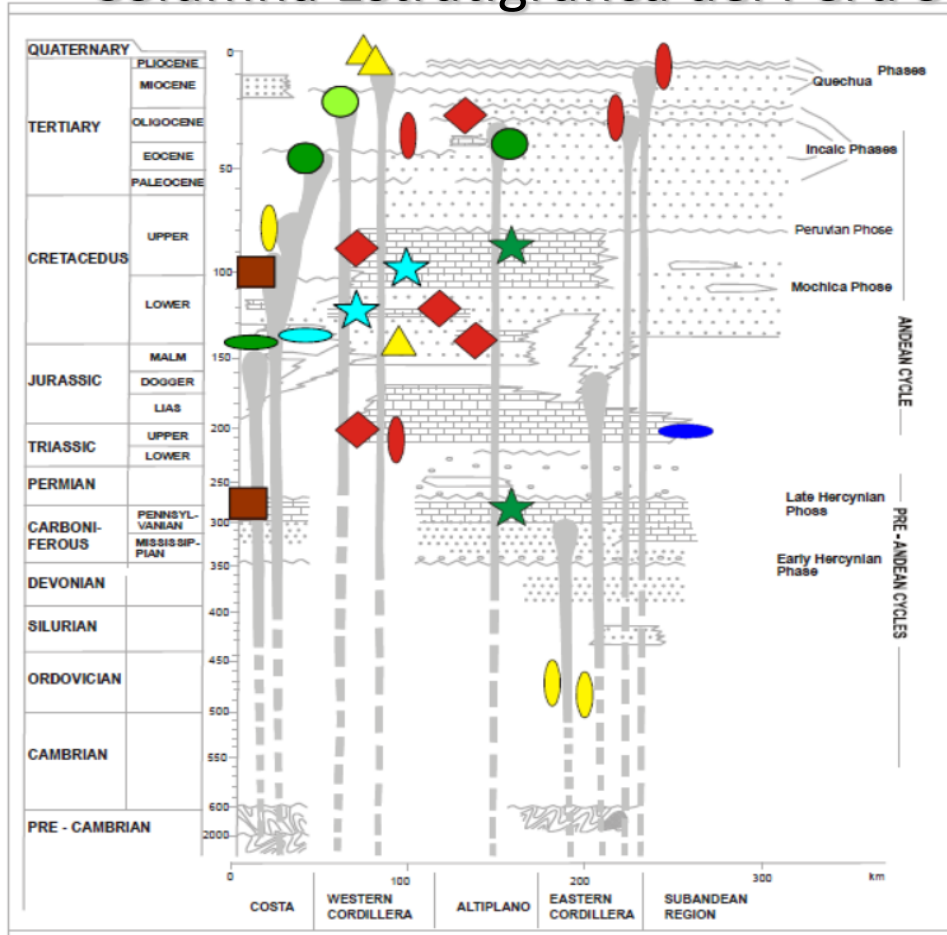
Columna Estratigráfica del Perú Simplificado



- Volcanic
- Limestone
- Coarse clastic
- Fine clastic

Intense, episodic magmatism occurred in the Cordilleran region. Intrusives range from deep batholithic to subvolcanic settings

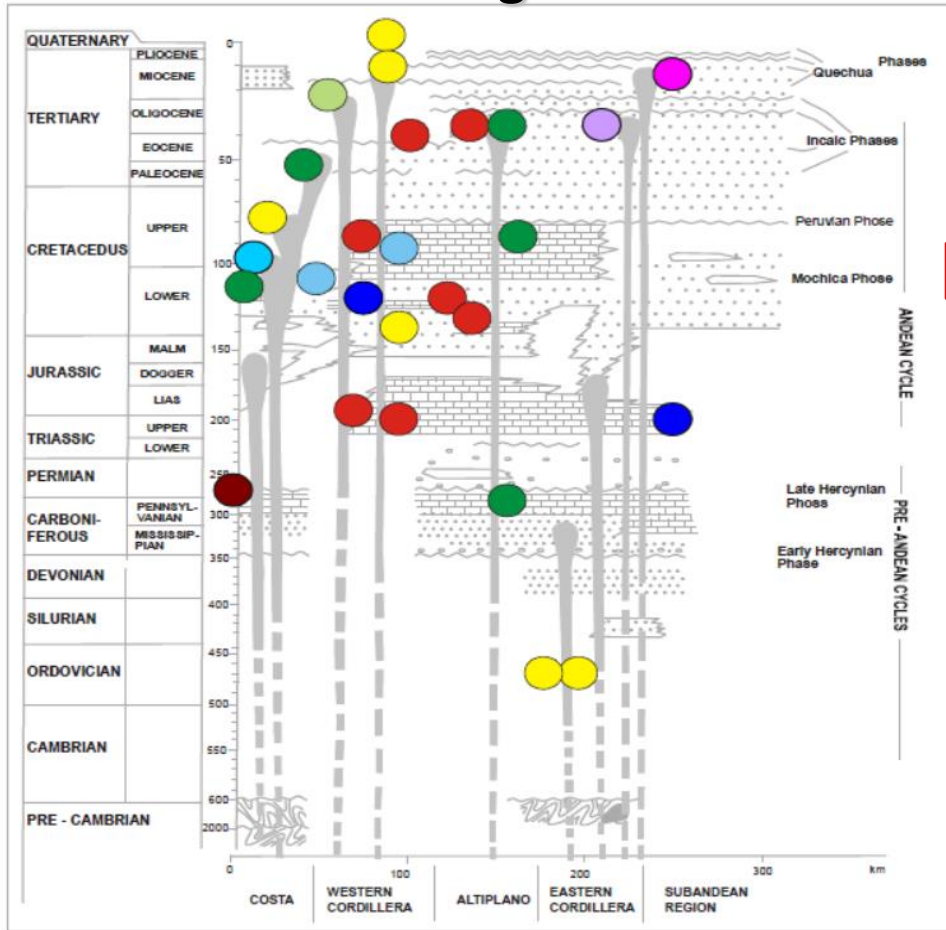
Columna Estratigráfica del Perú Simplificado



Deposit Types

- Cu Porphyry
- Cu-Au Porphyry
- IOCG
- ◌ MVT
- ◌ Cu VMS
- ◌ Cu-Zn VMS
- ★ Cu Skarn
- ★ Cu-Zn Skarn
- ◆ Polymet Replac.
- ◌ Polymet Veins
- ▲ Epithermal
- ◌ Mesothermal Au

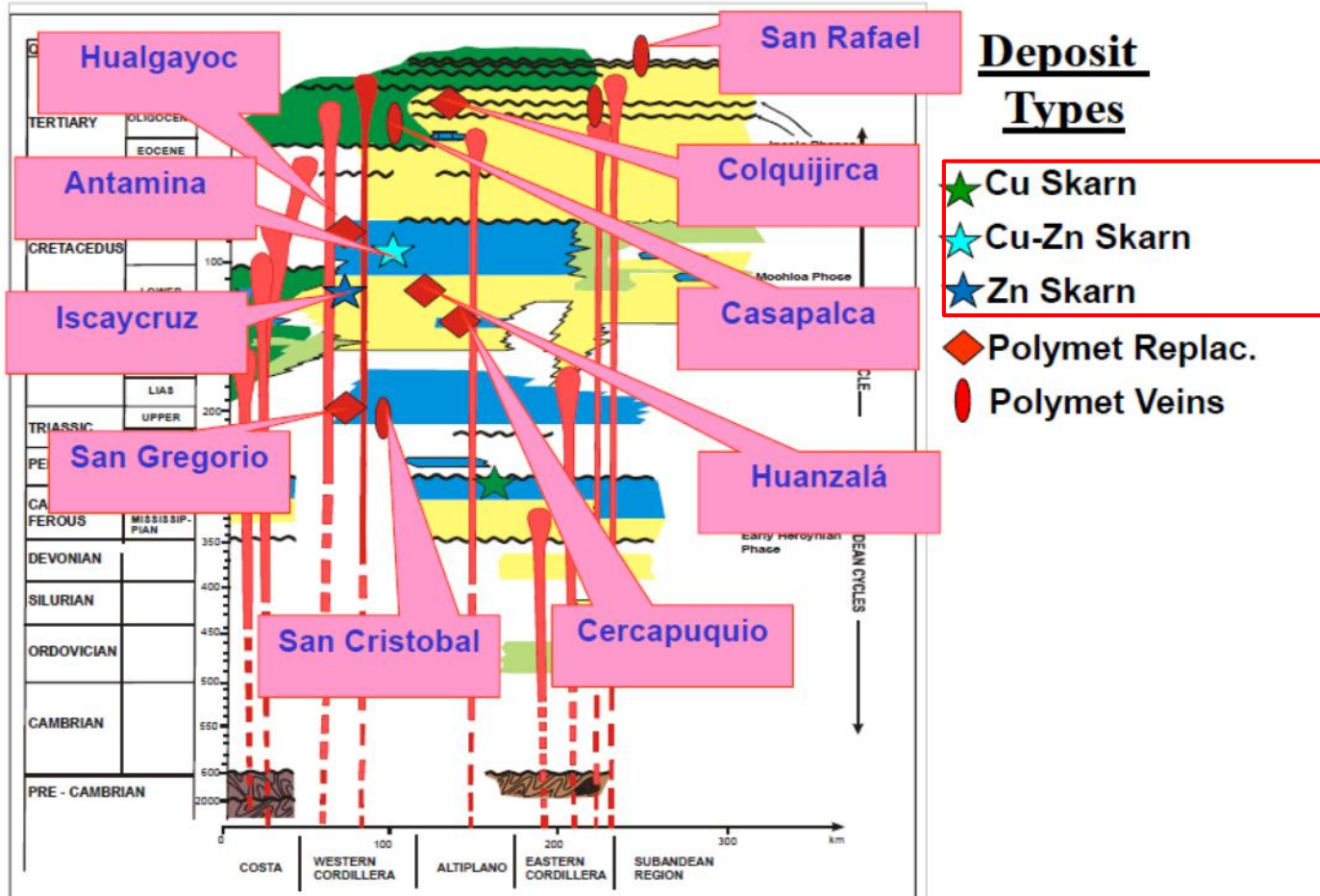
Columna Estratigráfica del Perú Simplificado



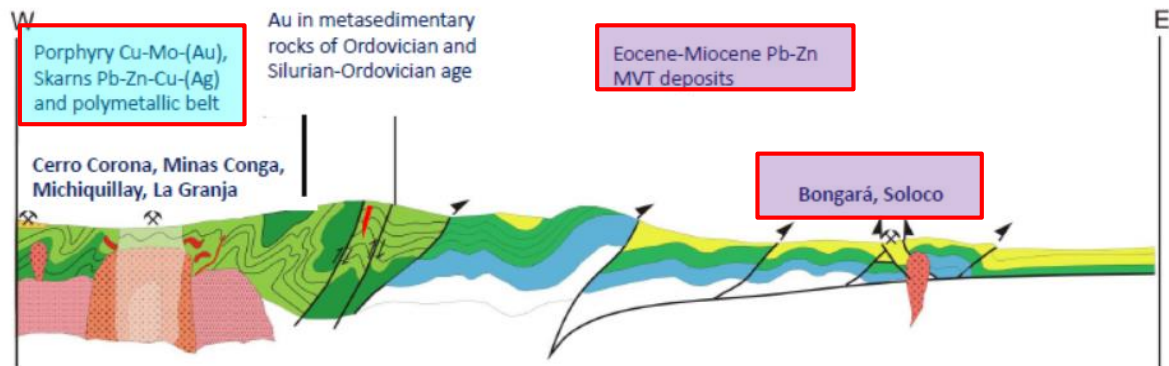
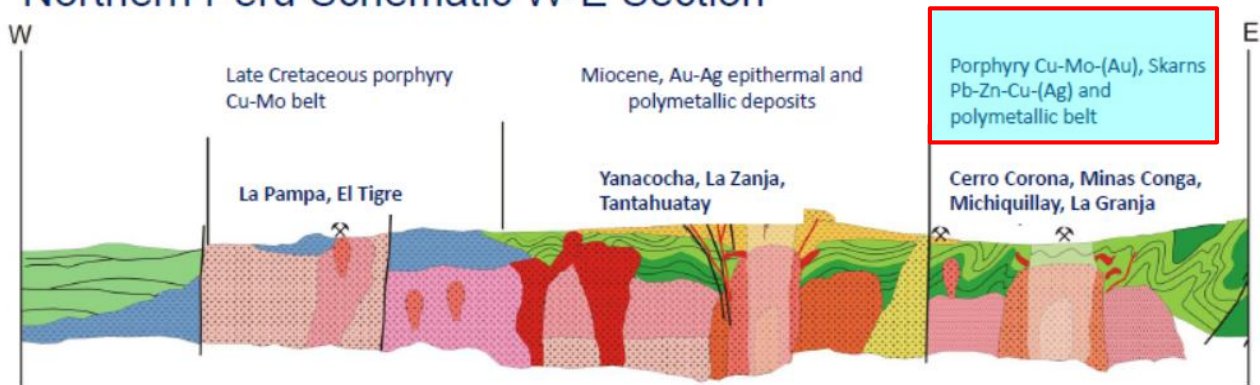
Main Commodities

- Iron.
- Copper
- Copper-Gold
- Copper-Zinc
- Zinc
- Polymetallic
- Gold-Silver
- Tin + Other
- Tungsten + Other

Columna Estratigráfica del Perú Simplificado

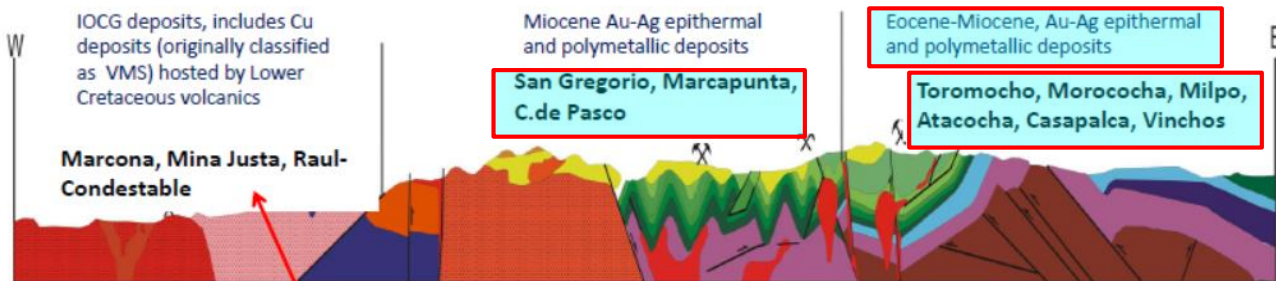


Northern Peru Schematic W-E Section

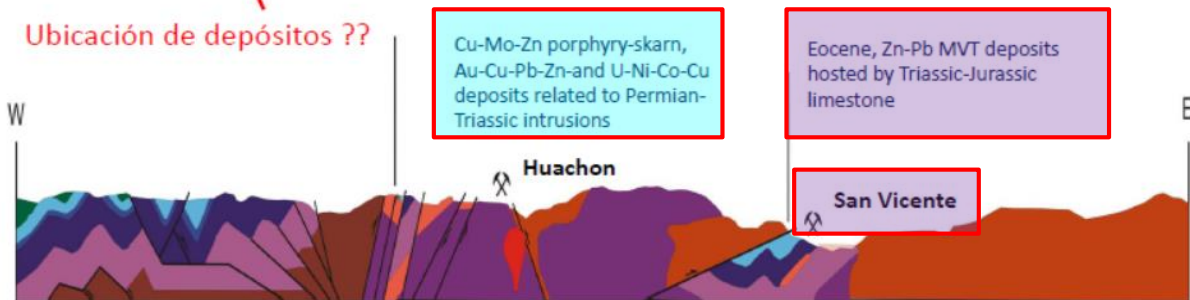


Source: Mapa Metalogenético de INGEMMET (2009) Acosta, J., Rivera, R., Valencia, M., Chirif, H., et al.
 Sección estructural del Corredor San Pablo – Porculla (2005) Enriquez et al.

Central Peru Schematic W-E Section

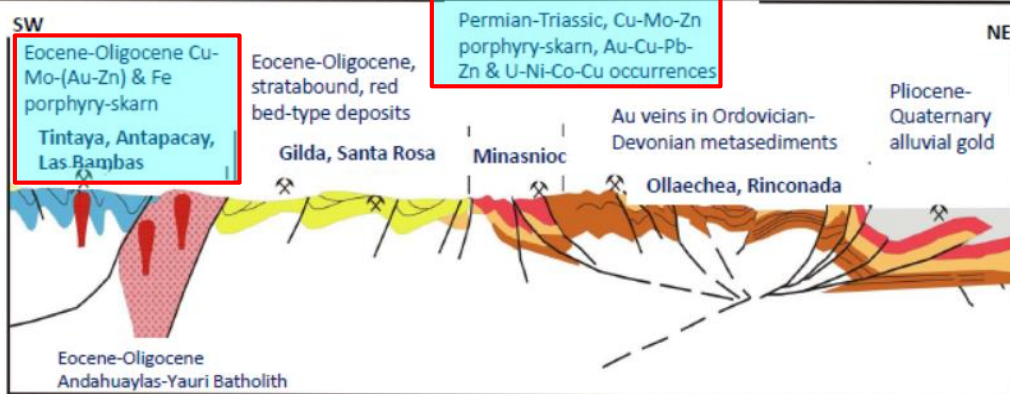
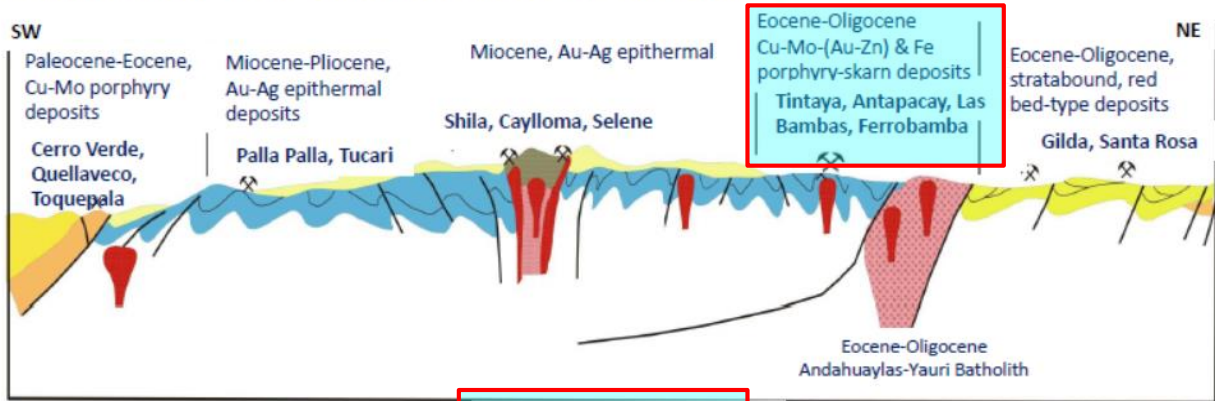


Ubicación de depósitos ??



Source: Mapa Metalogenético de INGEMMET (2009) . Acosta, J., Rivera, R., Valencia, M., Chirif, H., et al. Sección compilada del Perú Central (2003) T.J. Coughlin, Pro-Explo 2003

Southern Peru Schematic W-E Section



Source: Mapa Metalogenético de INGEMMET (2009) . Acosta, J., Rivera, R., Valencia, M., Chirif, H., et al.
 Sección estructural del Sur del Perú- Condorama Cailloma y depósitos epitermales Au-Ag del Mioceno (2004) Velarde et al.
 Sección estructural del sur del Perú (2006) Carlotto, V.



Skarn

Skarn

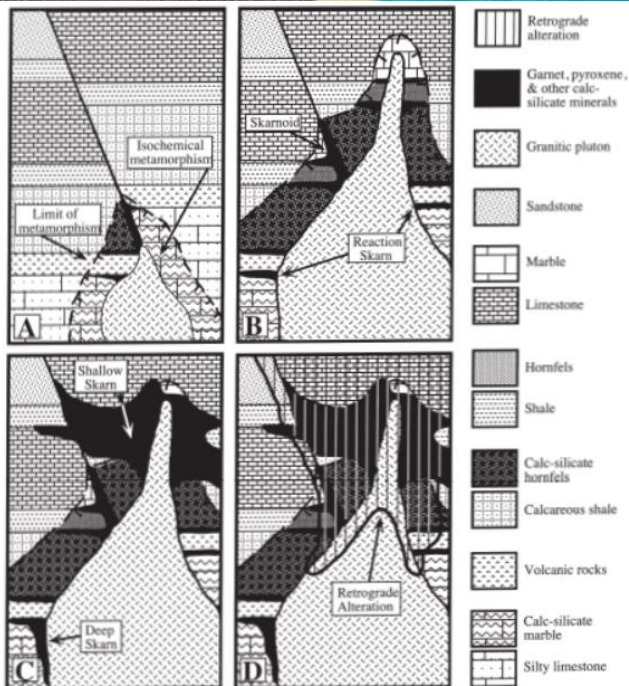
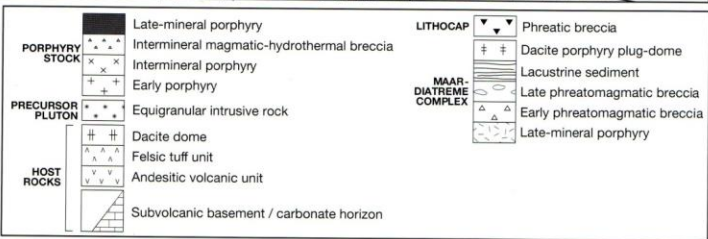
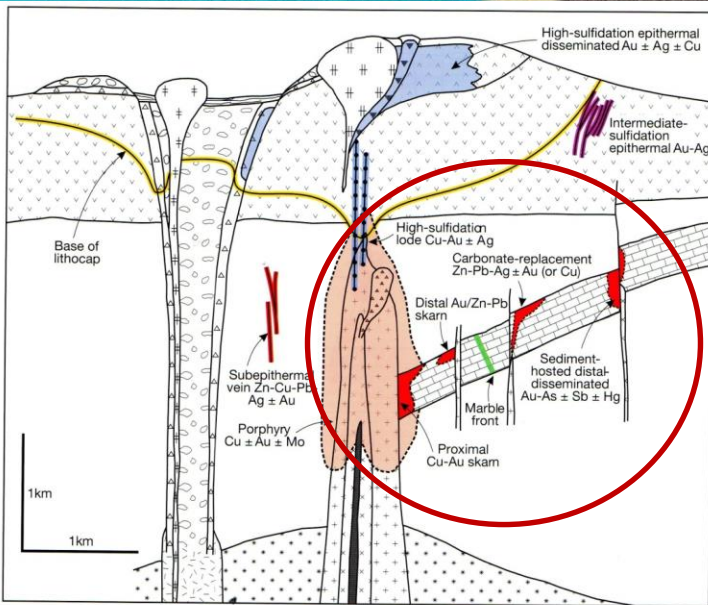
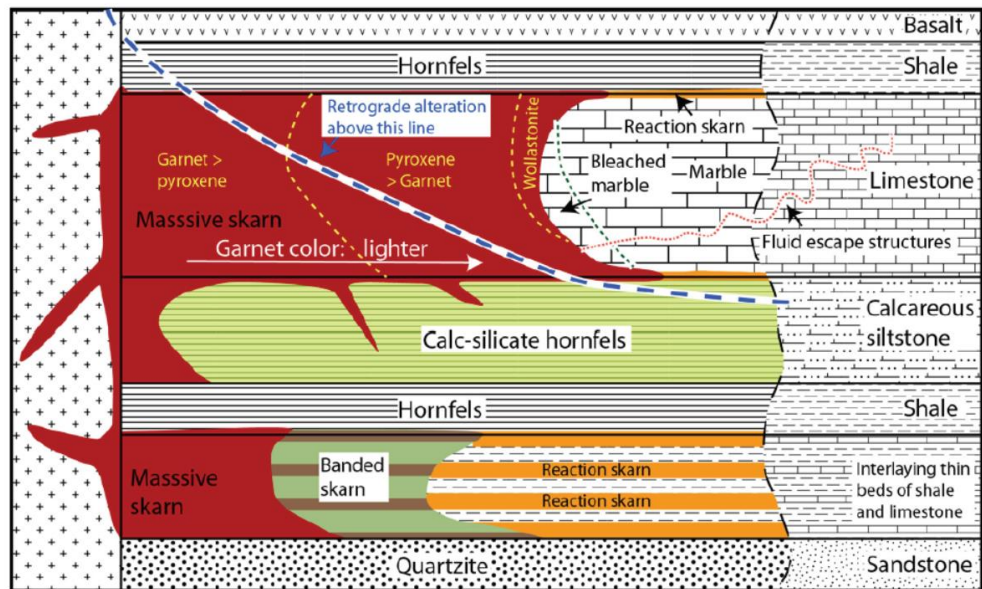
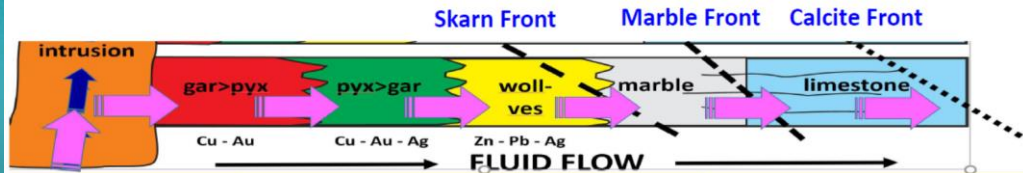


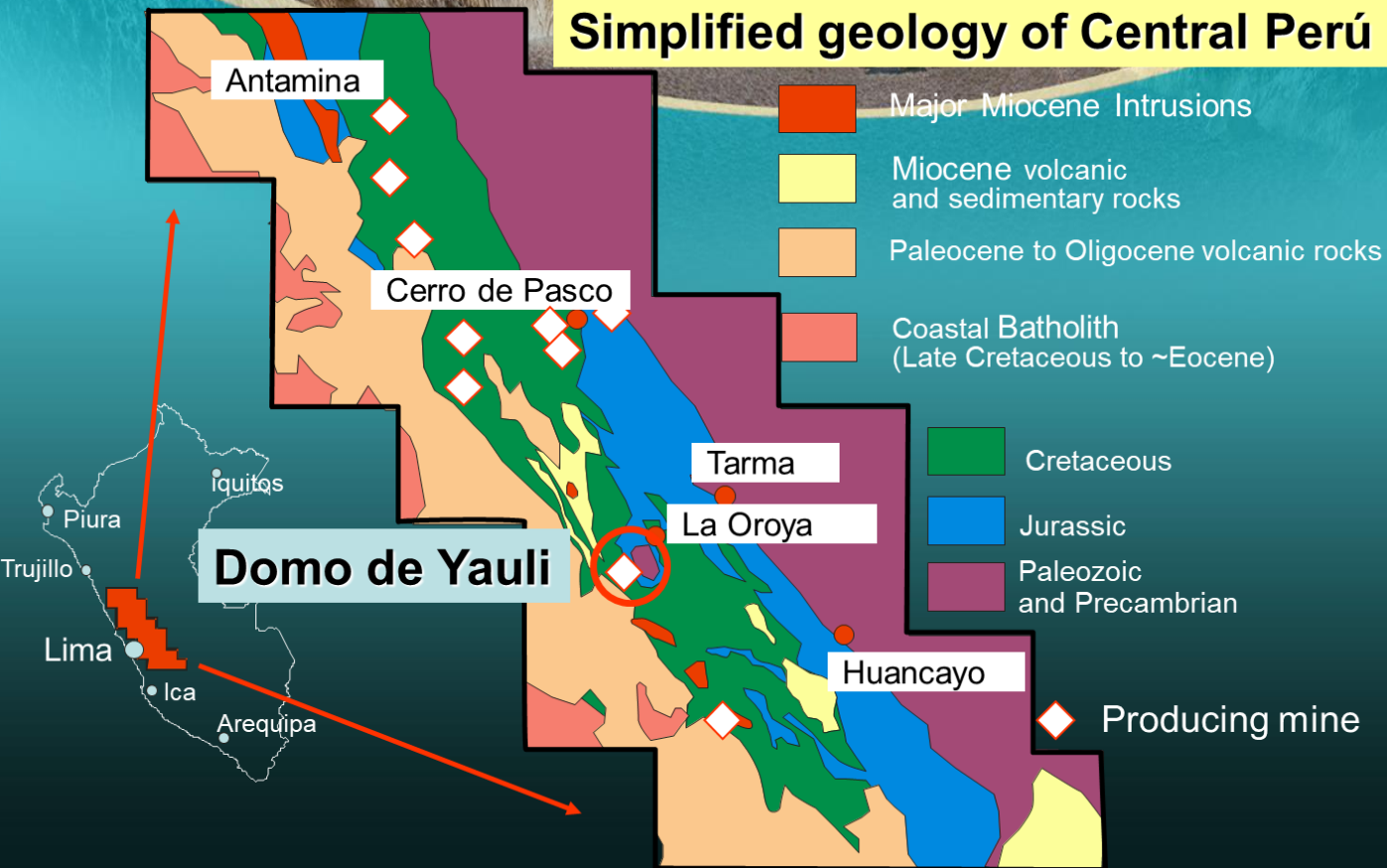
FIG. 3. Evolutionary stages of pluton-associated skarn deposits (modified from Meinert, 1983). A. Initial intrusion causes metamorphism of sedimentary rocks. B. Metamorphic recrystallization and phase changes reflect protolith compositions with local limetomatism and fluid circulation forming diverse calc-silicate minerals (reaction skarns and skarnoid) in impure lithologies and along fluid boundaries. Note that metamorphism is more extensive and higher temperature at depth than adjacent to the small cupola near the top of the system. C. Crystallization and release of a separate aqueous phase result in fluid-controlled metasomatic skarn. Note that skarn at depth is small relative to the size of the metamorphic aureole. It is also vertically oriented compared to the laterally extensive skarn which locally extends beyond the metamorphic aureole near the top of the system. D. Cooling of the pluton, vapor-phase separation, and circulation of cooler meteoric waters can cause retrograde alteration of metamorphic and metasomatic calc-silicate assemblages. Note that retrograde alteration is more extensive in shallow zones.

Alteración en Skarn

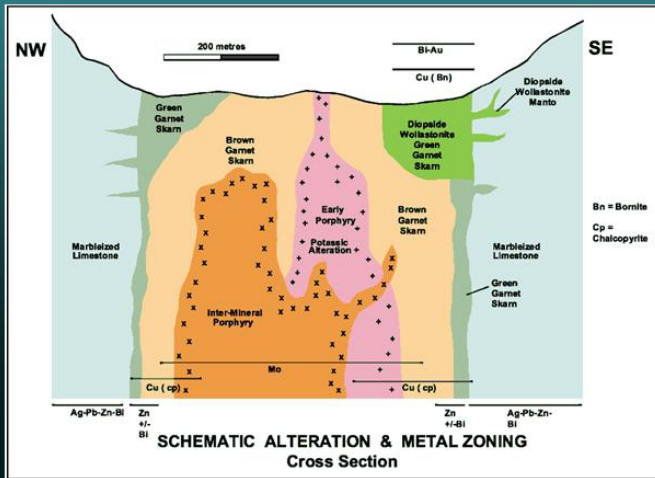
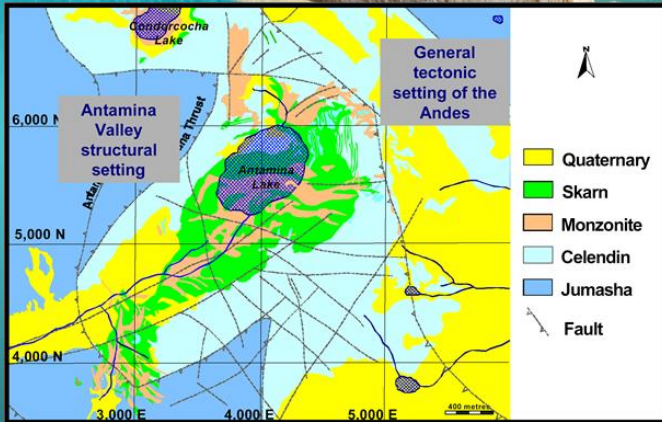


Skarn

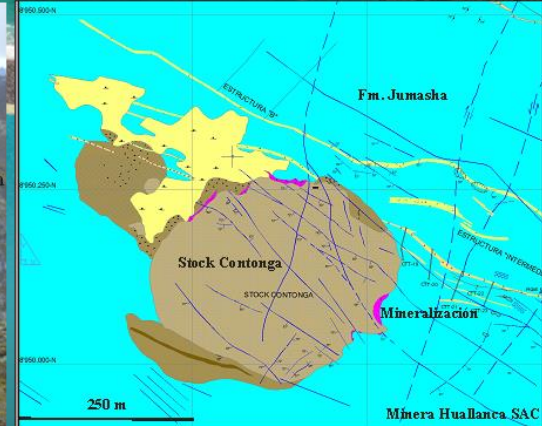
Simplified geology of Central Perú



Antamina



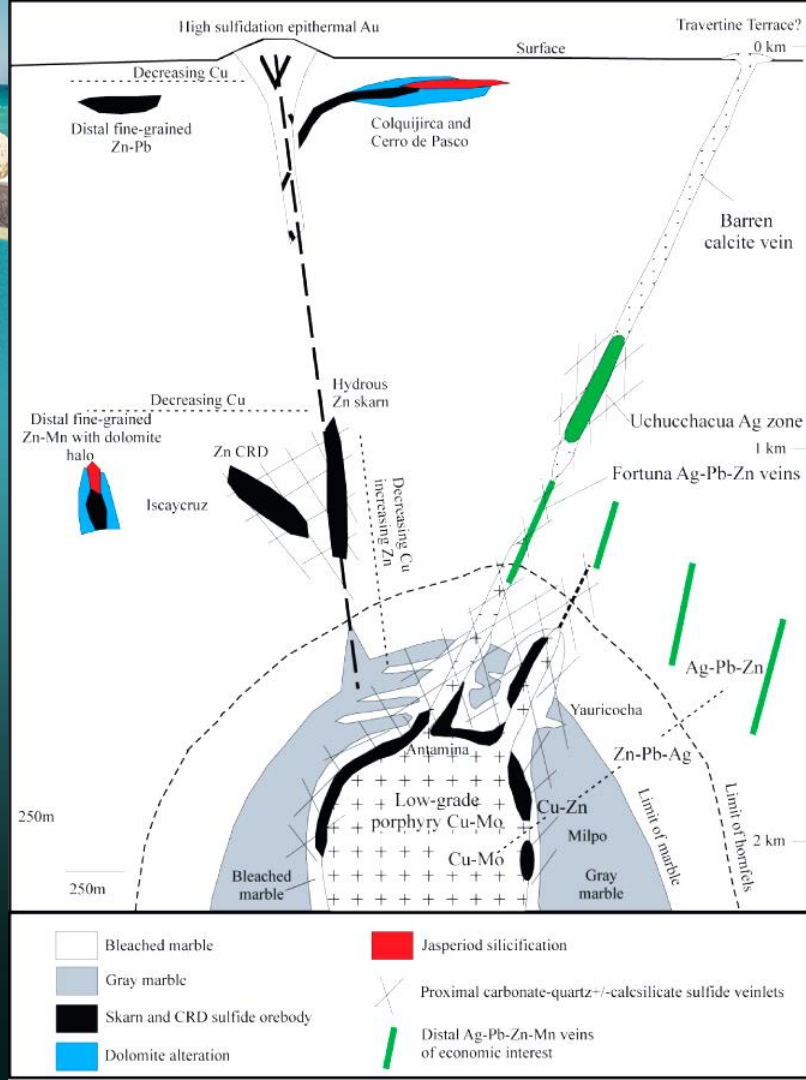
Contonga



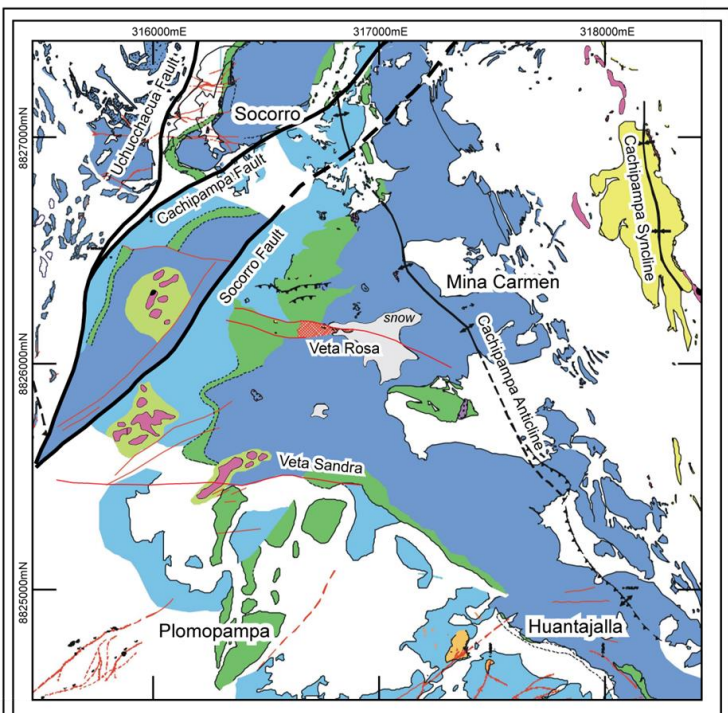
SKARN Y

CRD (skarn distal)

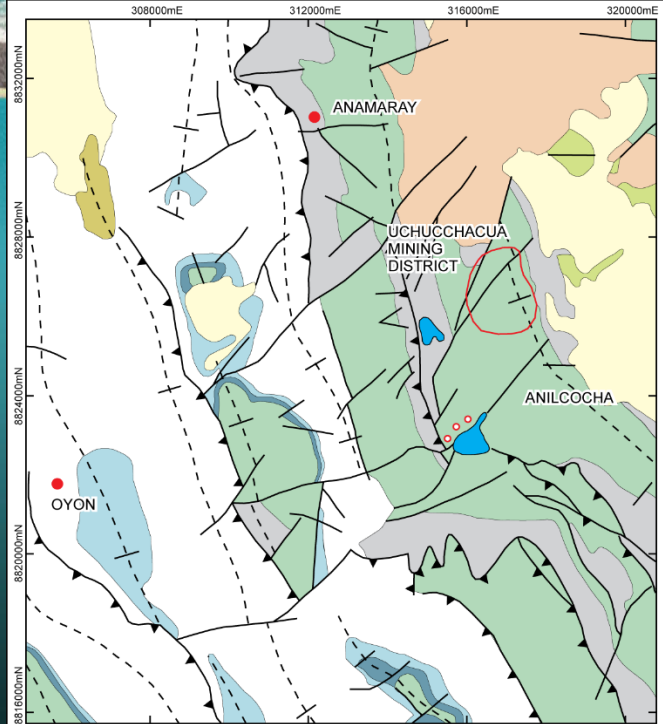
Vista simplificada de la distribución de depósitos polimetálicos alojados en rocas carbonatadas y su relación con complejos ígneos intrusivos y extrusivos



















Uchuchacua

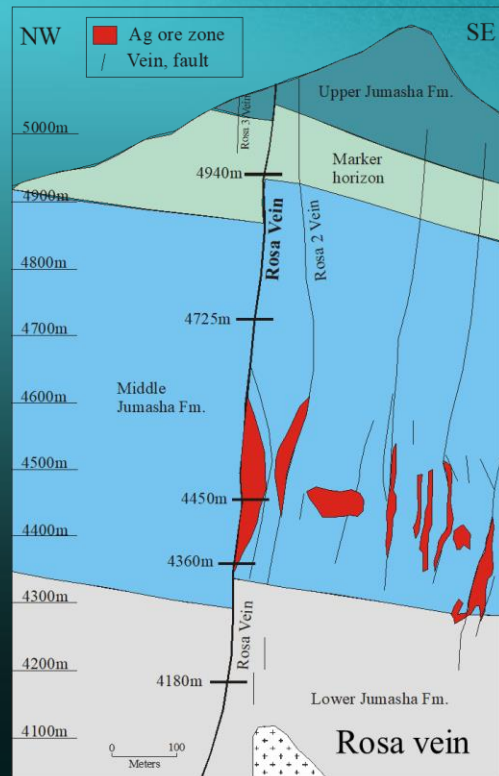


- | | | | |
|--|--|--|-----------------------|
|  | Silicified zone with dacite/andesite dikes |  | Marble-skarn zones |
|  | Upper Jumasha member |  | Dacite porphyry dikes |
|  | Marker unit |  | Hydrothermal breccia |
|  | Middle Jumasha member | | |



- | | | | | | | | |
|---|---|--|--|---|---|---|---------------|
| Quaternary |  | Aluvial Deposits | Lower Cretaceous |  | Pariatambo Fm |  | Fault, normal |
| Lower Tertiary |  | Chulec Fm |  | Chulec Fm |  | Fault, thrust | |
|  | Calipuy Group |  | Casapalca Fm |  | Goyllarisquizga Group |  | Anticline |
| Upper Cretaceous |  | Jumasha Fm |  | Oyon Fm |  | Syncline | |
|  | Celendin Fm |  | Lake | |  | Lake | |

Uchuchacua





Calizas de la Formacion Jumasha - Uchucchacua

Distrito de Yauricocha

Dos sistemas mineralizados a lo largo del margen del stock compuesto del Mioceno tardío

- Mina Central (depósito principal) - CRD
- Cachi Cachi - depósito de skarn

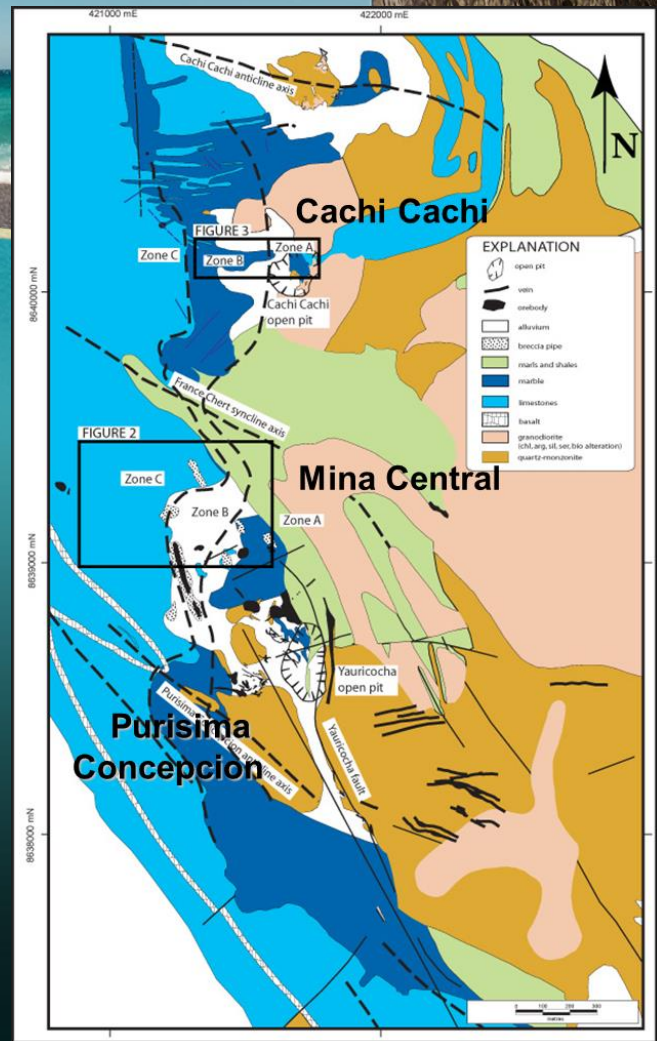
Alojado en caliza limpia de la Formación Jumasha.

Cuerpos de mineral de sulfuros desarrollados a más de 700 m de extensión vertical

Núcleos Cu de zona a margen de Pb-Zn

Cachi Cachi - skarn en profundidad

Otros prospectos - Purisima Concepcion, Cu de pórfido de bajo grado, vetas de cuarzo enargita, zona enriquecida con Au



Los depósitos de mineral - Skarns



Al norte de Domo de Yauli

- Antamina (Skarn)
- Huanzalá (Skarn)
- Pallca (Skarn)
- Uchucchacua (Vena / Skarn)
- Iskay Cruz (Skarn)
- Cerro de Pasco (CRD)
- Colquijirca (CRD, epitermal)
- Milpo (Skarn)
- Quicay (Epitermal)
- Huarón (Epitermal)
- Y otras minas históricamente productoras (Chungar, Santander, Carhuacayán, ...)

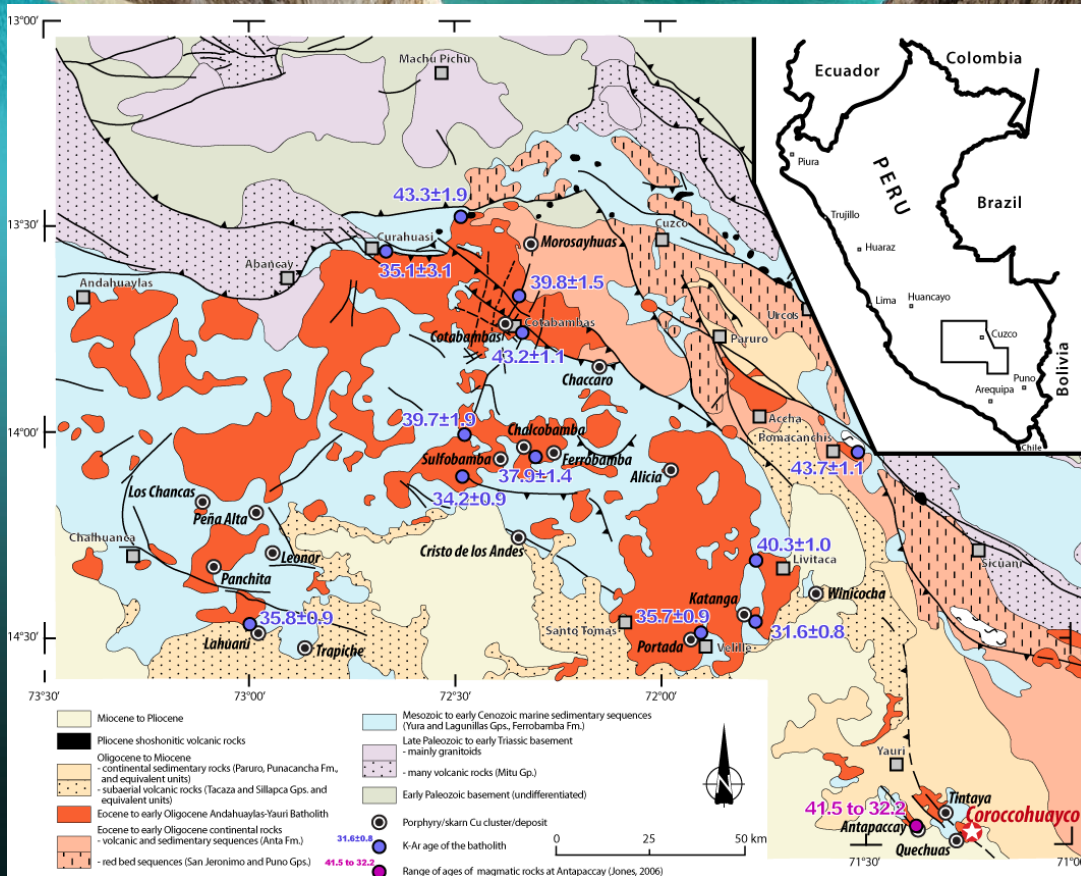
En Domo de Yauli

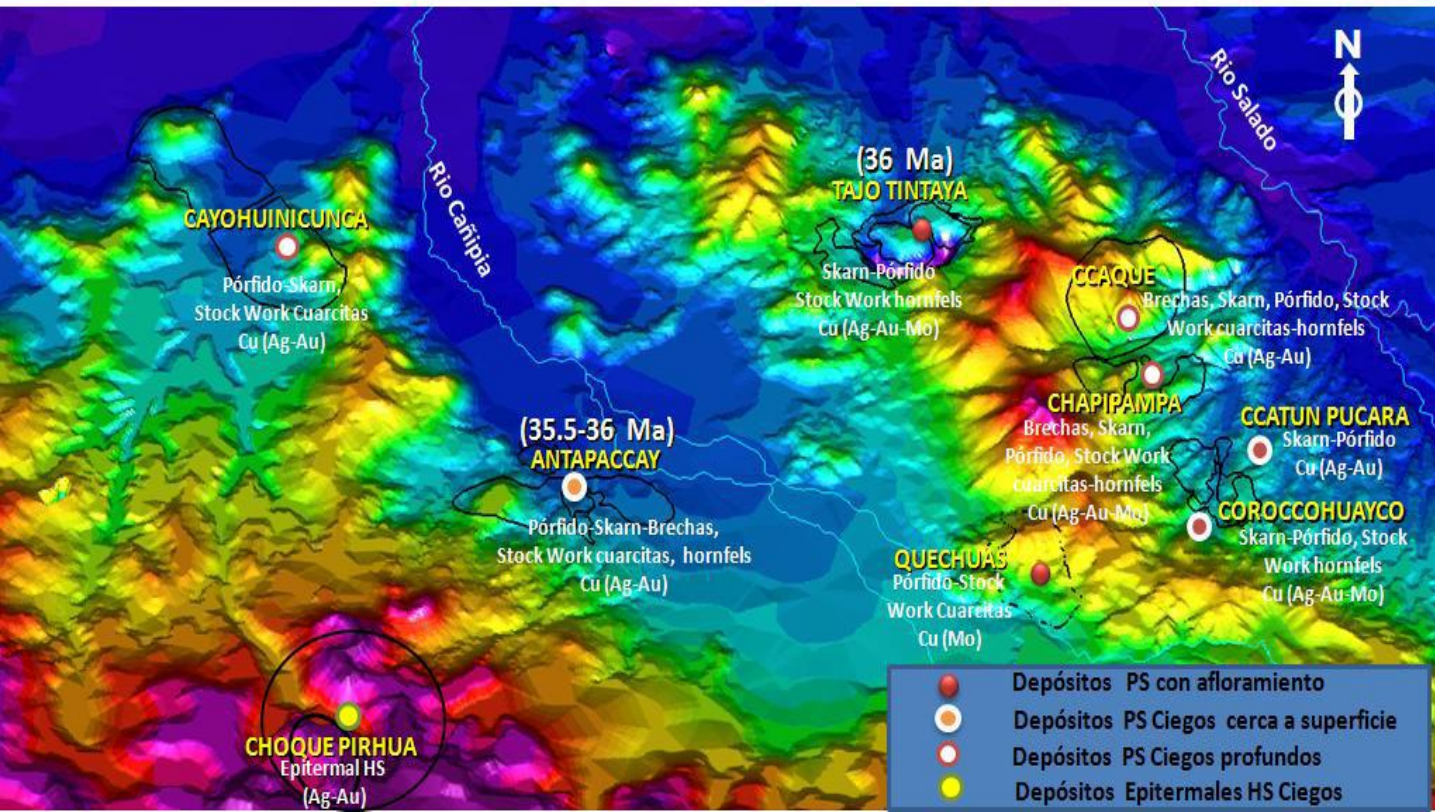
- San Cristóbal (venas)
- Yauliyacu (venas)
- Casapalca (vetas)
- Morococha (pórfido)

Al sur de Domo de Yauli

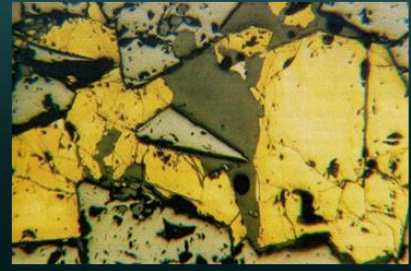
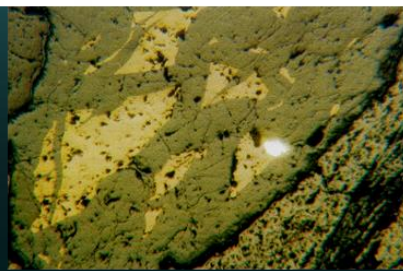
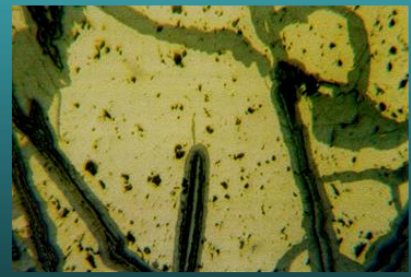
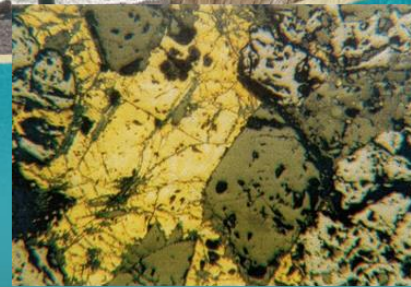
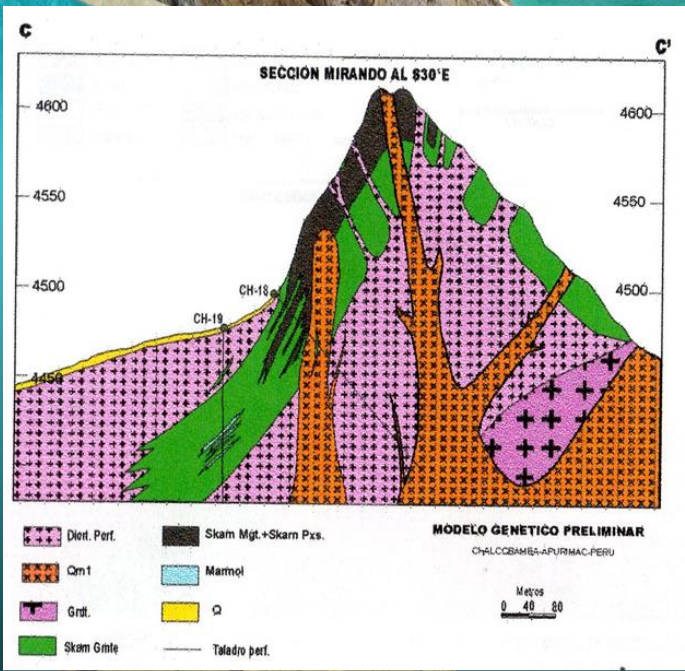
- Yauricocha (CRD)
- Algunas minas históricamente productoras (Mina Rey Salomon, Cercapuquio, Azulcocha ...)

Batolito Andahuaylas

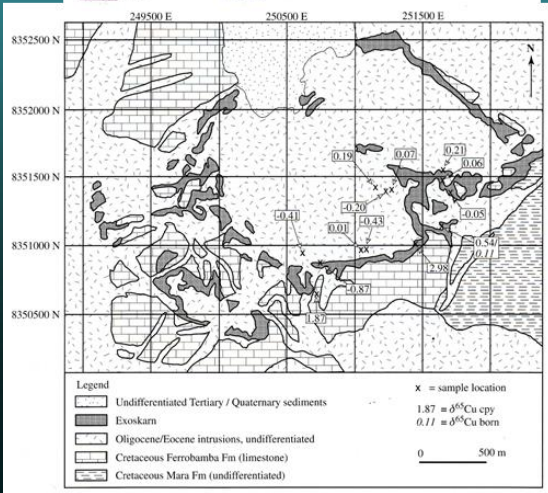
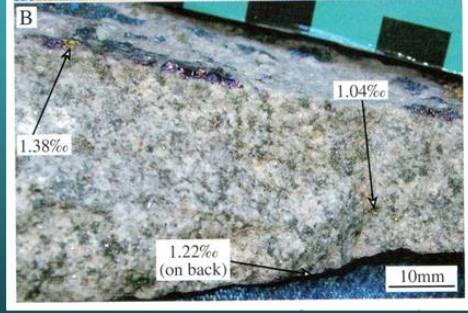
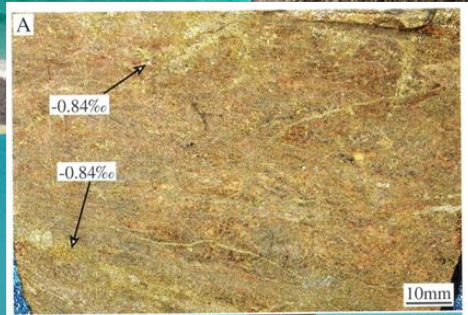
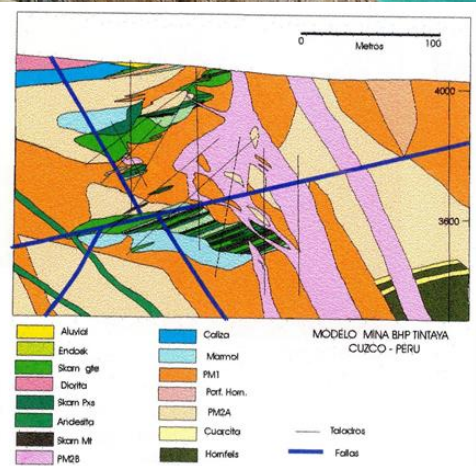




Chalcobamba



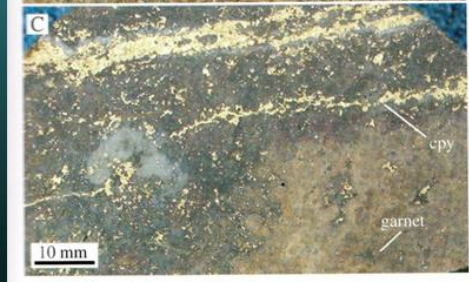
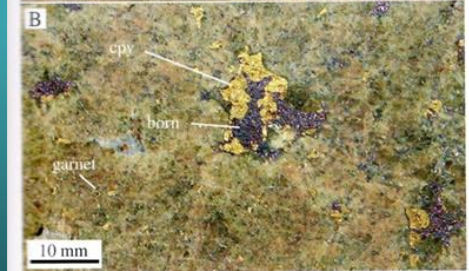
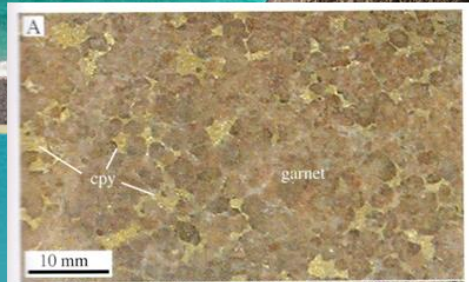
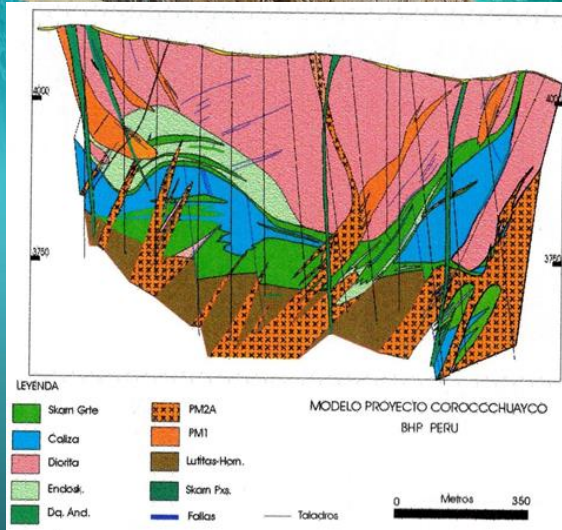
Tintaya



**Distribución isotópica D 65 Cu %
%o indicando fraccionamiento isotópico mineralización**

Oxidación – reducción por mezcla fluidos o removilización de Cu.

Corocohuayco



		Temperature (°C)		
		>600	400	200
skarn + retrograde alteration	pyroxene	_____		
	garnet	-----		
	quartz-calcite			-----
	magnetite alteration of exoskarn		_____	
	disseminated cpy/born/cc		_____	
post skarn	late quartz-cpy veins		_____	
	late silicification of skarn with magnetite		_____	

Distribución mineralización progrado y retrogrado



MVT

Depósitos y Distritos del tipo MVT Mississippi Valley Tipe (Pb-Zn)



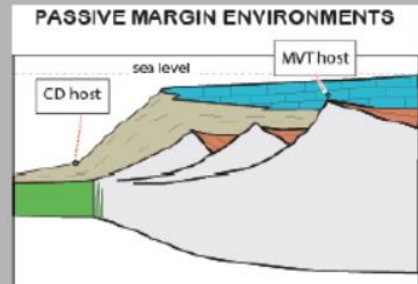
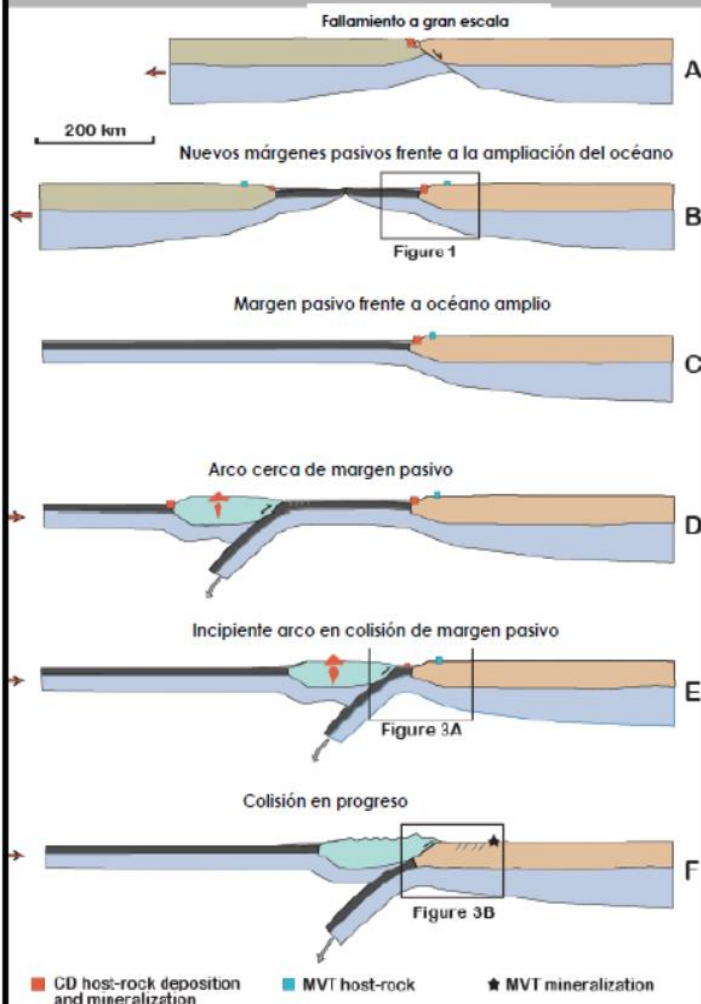
- Es un tipo de yacimiento estratoligado y epigenetico relacionado a rocas carbonatadas
- Se hospeda la mineralizacion en **calizas** y **dolomias** de plataforma carbonatada , ubicadas en los flancos de la Cuenca.
- **NO** tienen relacion genética con los **intrusivos** (Pb-Zn)
- Fluidos salinos derivados del mar , durante los eventos tectonicos.

Wilson Cycle of Ocean Basins

Génesis, Desgaste y Preservación

Ciclo de Vida de los Márgenes Pasivos

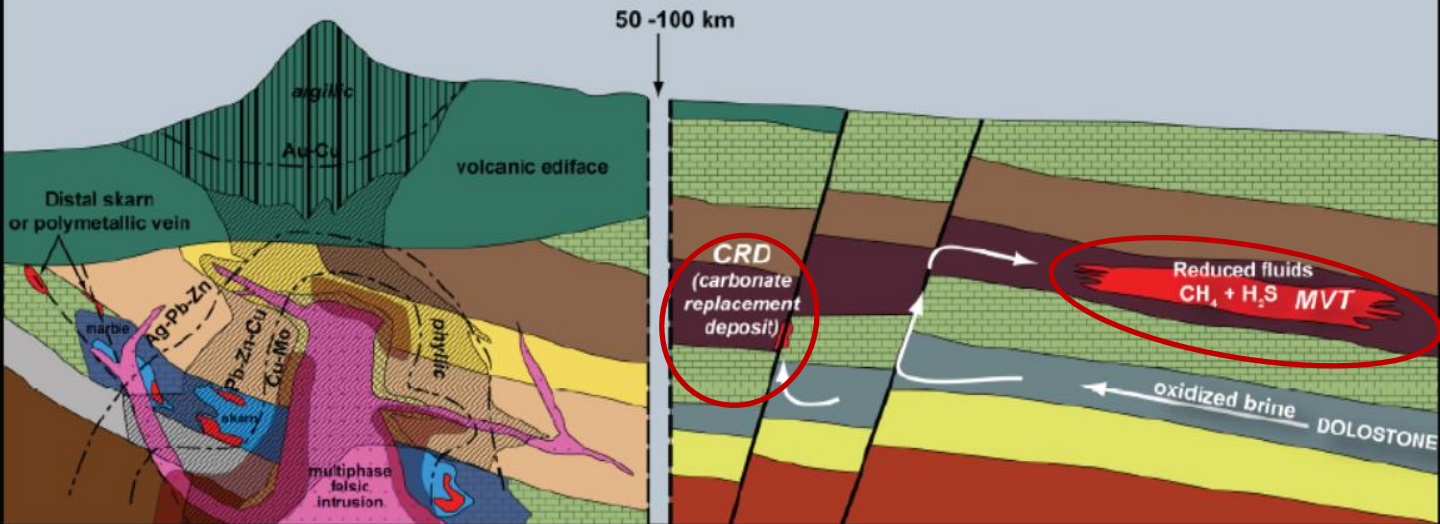
Fábricas de Evaporitas:
Márgenes pasivos y cuencas de cierre oceánicas
(cuencas de antepaís)



- Mafic and ultramafic rocks
- Shale, deep-water carbonates
- Carbonate and minor clastic rocks of passive-margin platform
- Rift facies
- Basement

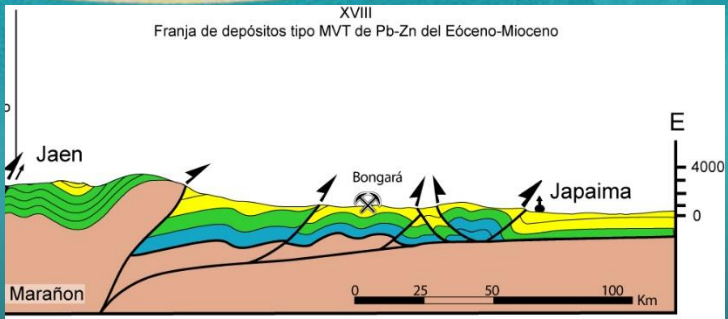
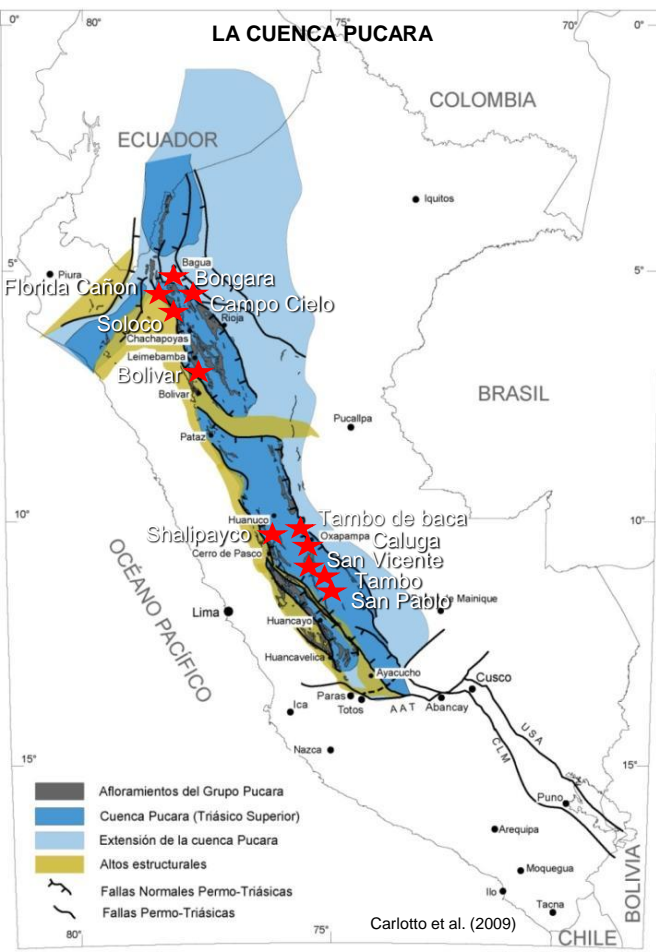
Cajas Carbonatadas, no significa necesariamente un MVT

Skarn distal – Skarn y Vetas polimetálicas – CRD - MVT



Confusión entre depósitos MVT (Zn-Pb) y alojados en rocas carbonatadas: minerales de skarn, ambiente geológico, elementos menores y elementos traza.

FRANJA DE DEPÓSITOS TIPO MISSISSIPPI VALLEY (MVT) DE Pb-Zn DEL EOCENO-MIOCENO



Evaporitas desaparecidas, Cuenca Pucara, Perú

Top 2: Sphalerite replacement of Anhydrite, Pucara Basin

Bongara

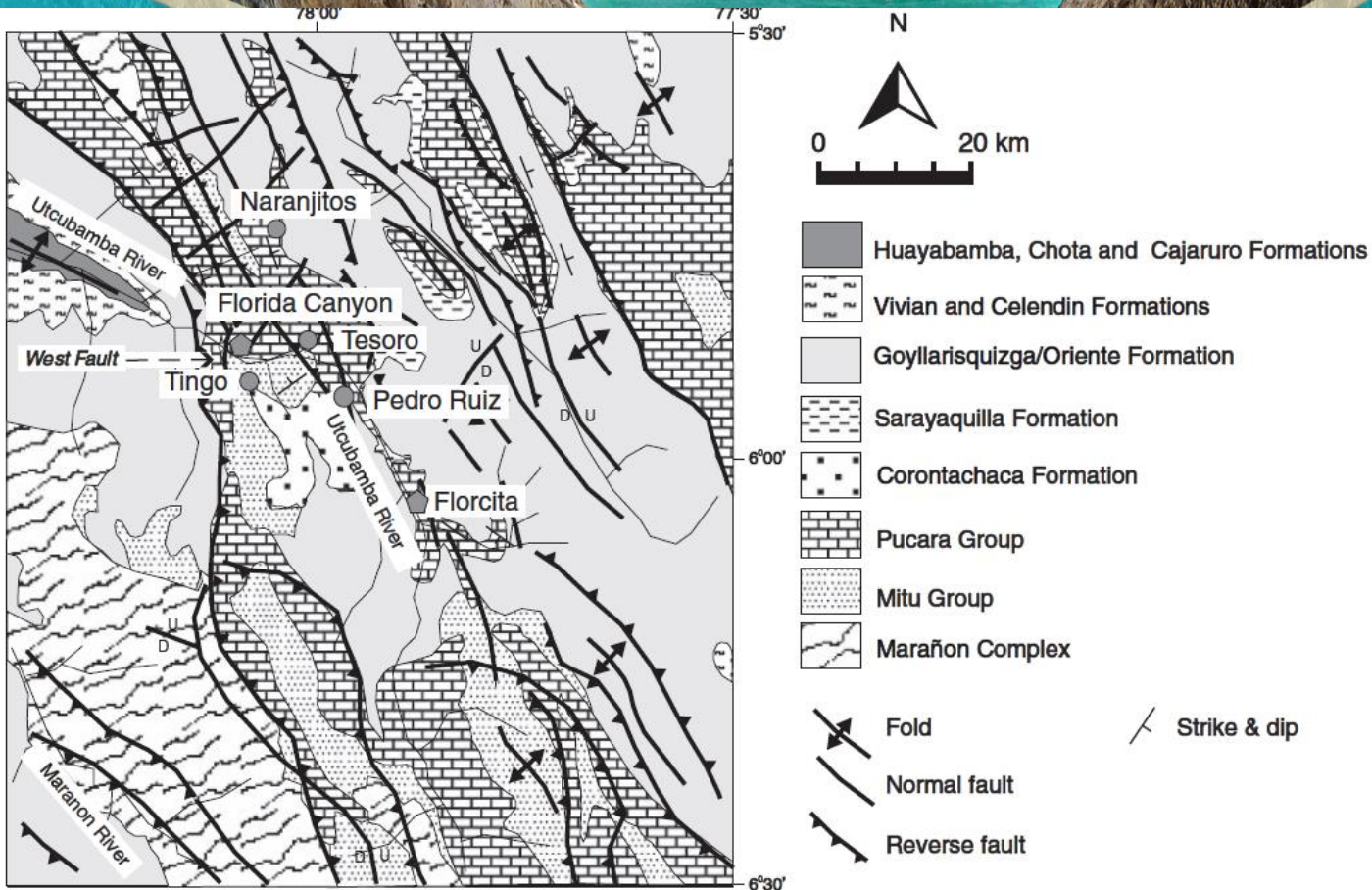
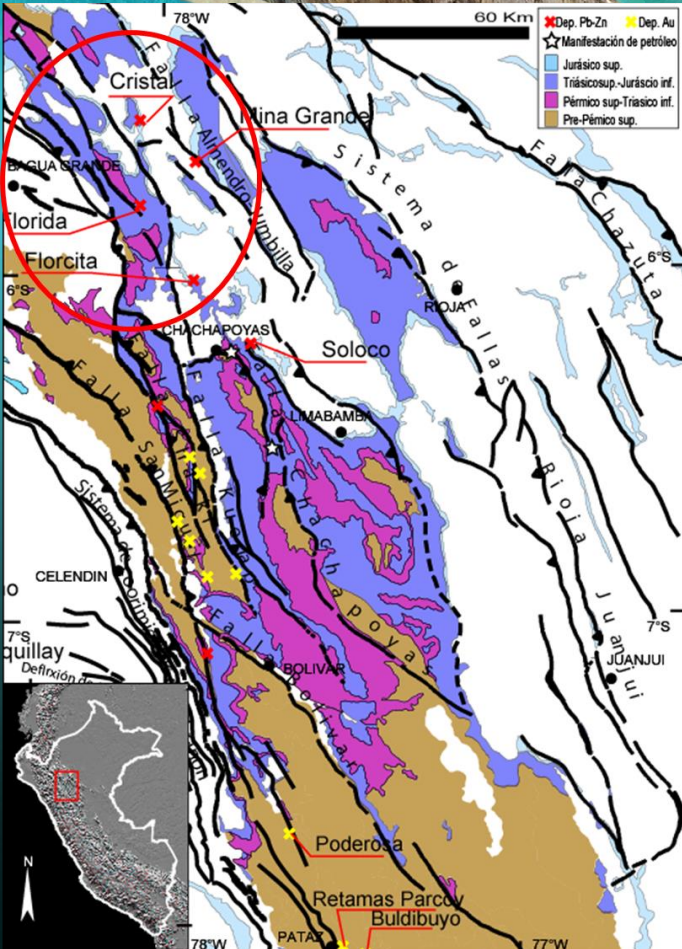
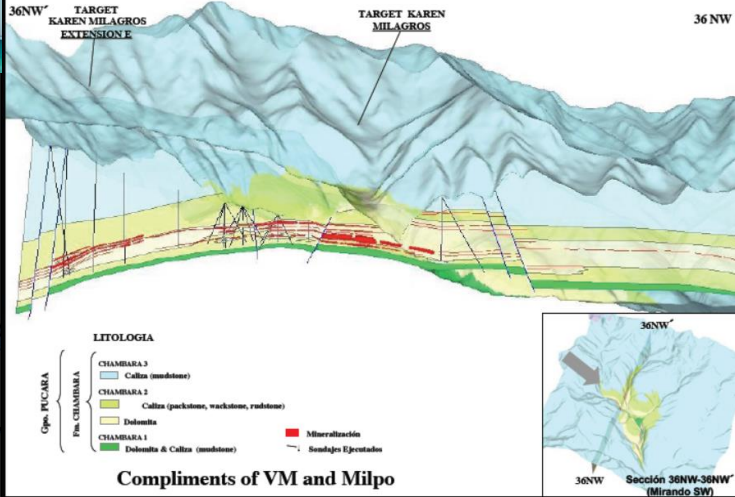


FIG. 2. Regional geologic map of the Bongara area, northern Peru (modified after INGEMMET, 1995).

Bongara

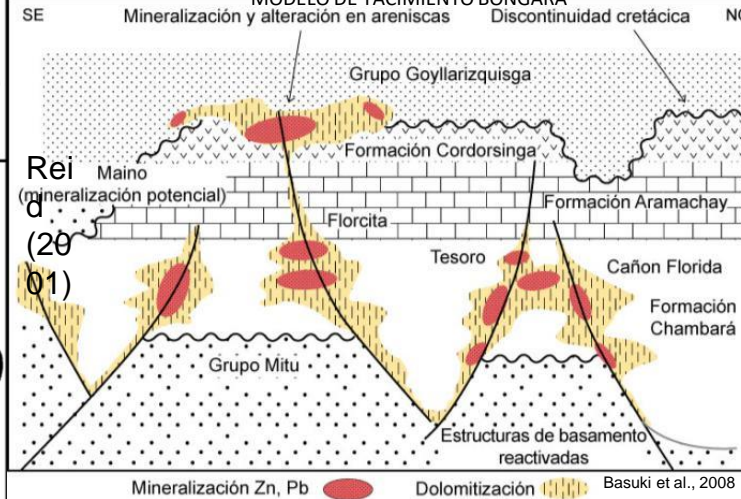


Sección Geológica 36 W



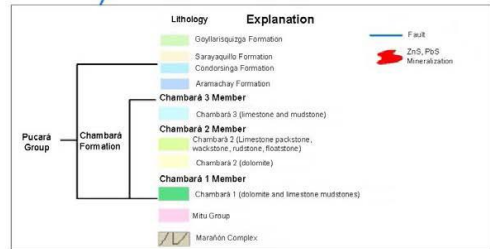
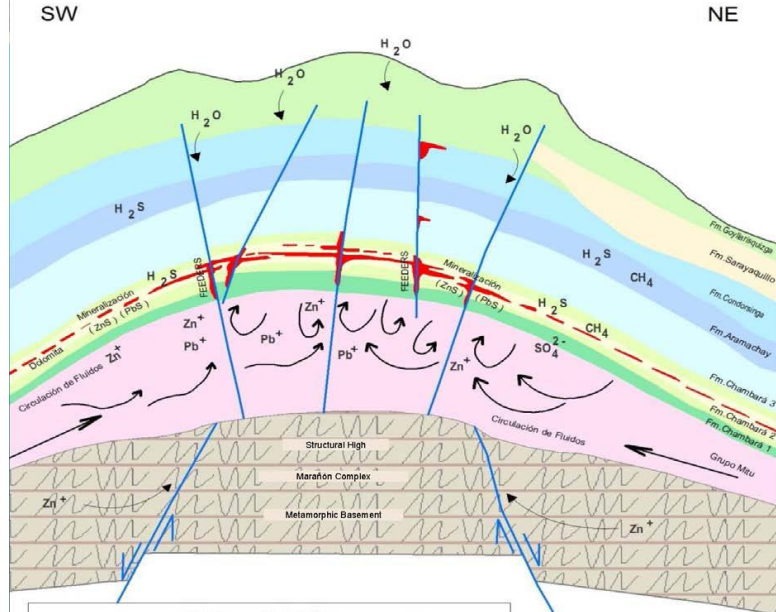
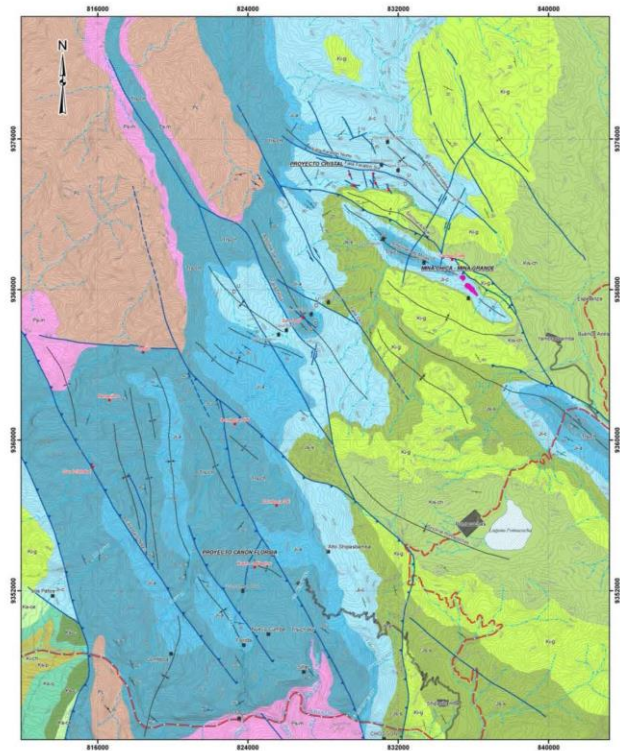
Complements of VM and Milpo

MODELO DE YACIMIENTO BONGARÁ

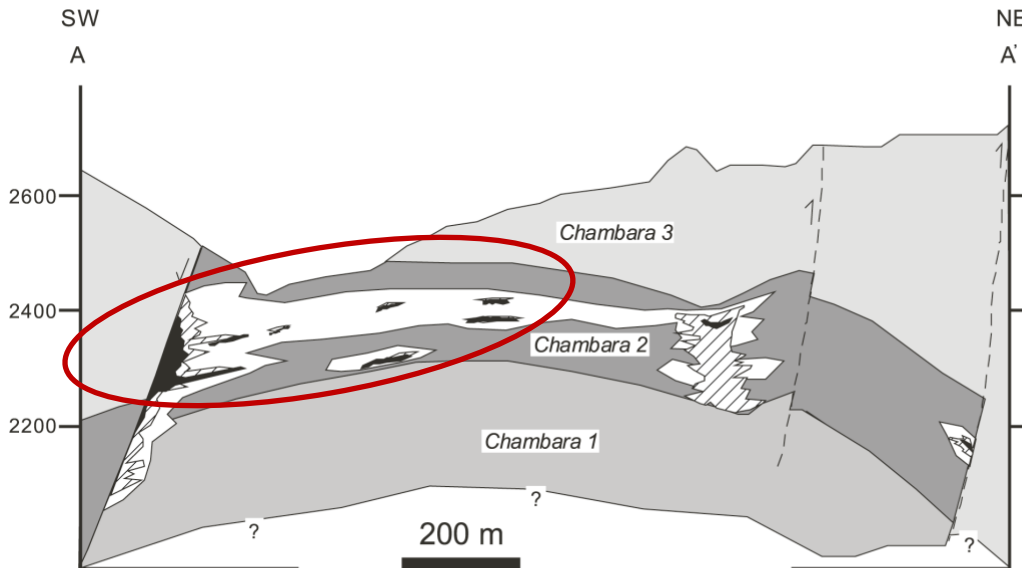


Florida Canyon

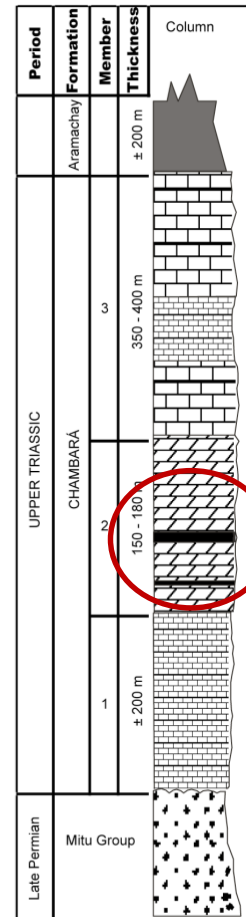
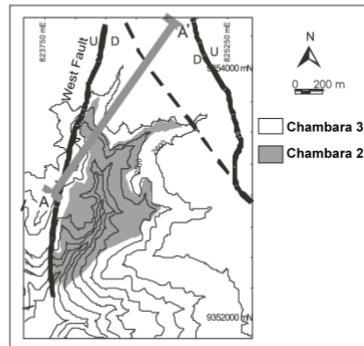
Mississippi Valley Type Deposit Schematic Geologic Model – Bongará Project



Florida Canyon



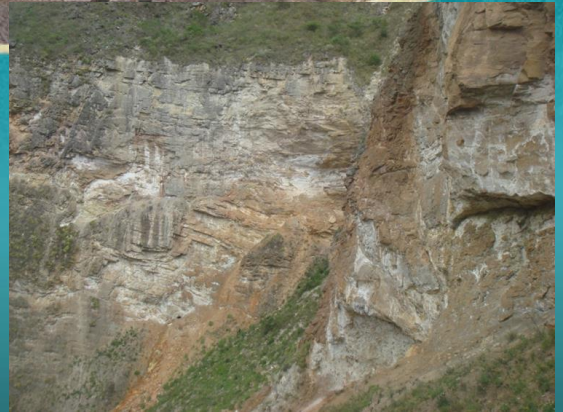
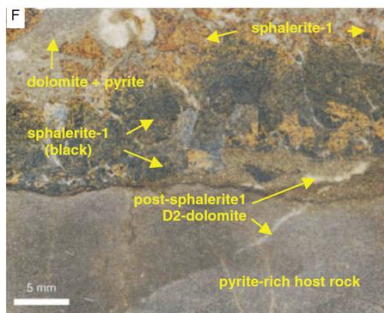
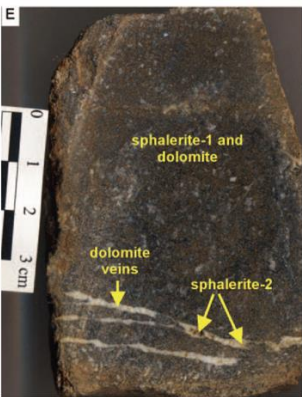
- Zn-Pb mineralization**
- Dolomitization**
- Dissolution Features**



Florida Canyon



Florcita



Esfaleritas reemplazando carbonatos

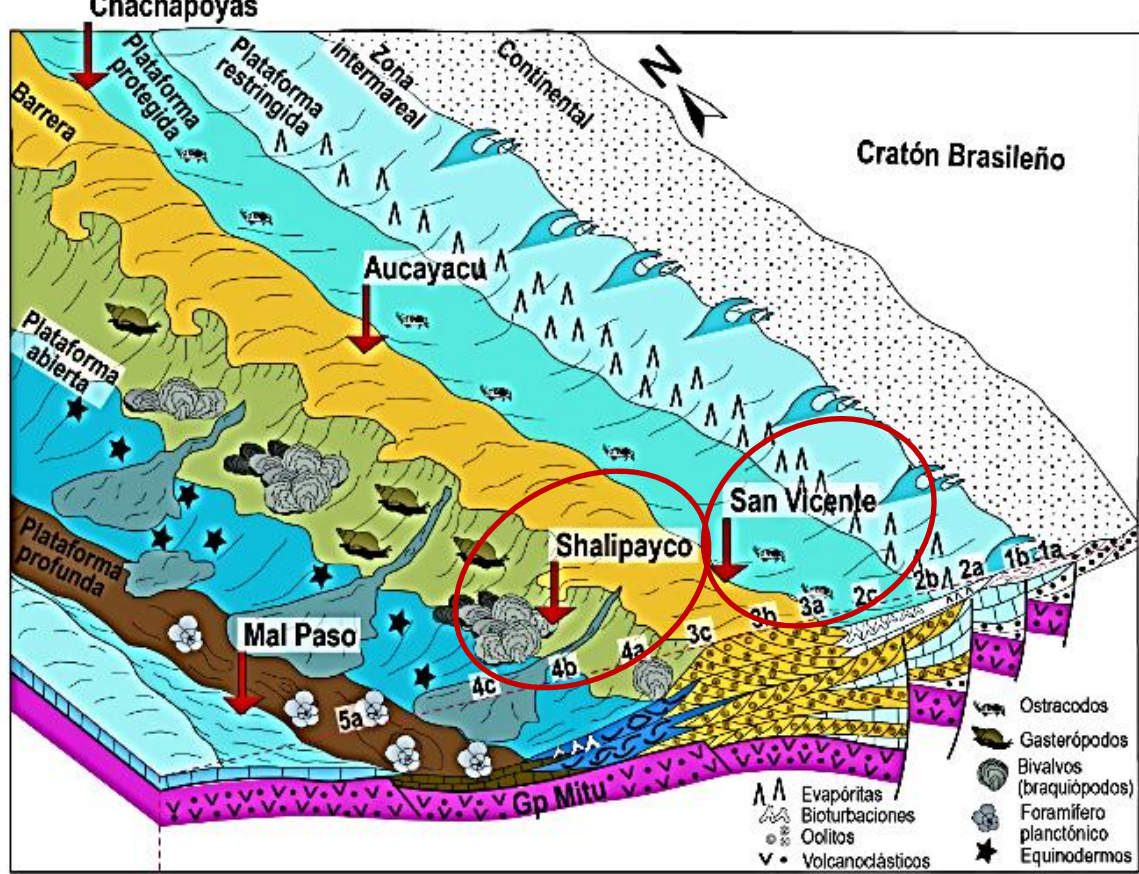
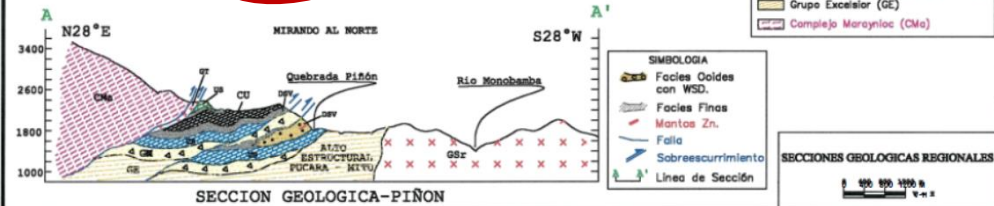
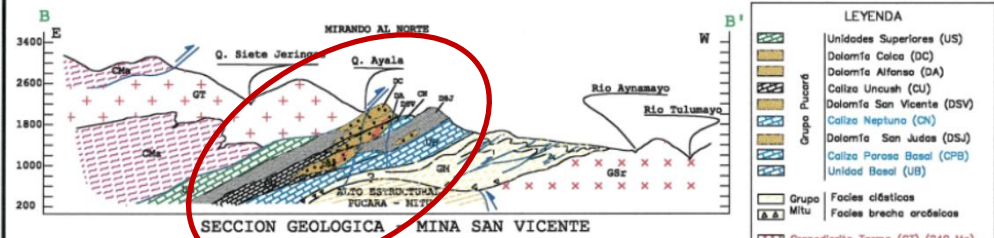
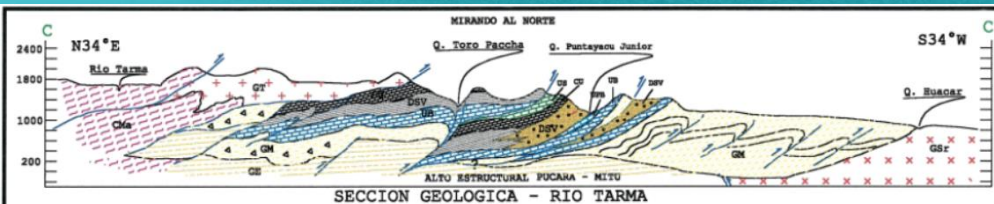


Figura 4. Representación del sistema sedimentario de la Formación Chamba y la distribución de asociación de sus facies (1a, 1b, ... 5a). Las facies barrera (3a-3c), son indicadas como las mejores facies para albergar mineralización, tal como se muestra en la figura 2, en las secciones de San Vicente y Shalipayco (después de Rosas et al., 2007; Dávila et al., 2000; Rosas, 1994).

San Vicente



- LEYENDA**
- Unidades Superiores (US)
 - Dolomita Colca (DC)
 - Dolomita Alfonso (DA)
 - Calizas Uncuash (CU)
 - Dolomita San Vicente (DSV)
 - Dolomita Neptuno (DN)
 - Dolomita San Judas (DSJ)
 - Caliza Porosa Basal (CPB)
 - Unidad Basal (UB)
 - Grupo Pucará
 - Facies císticas
 - Mitu
 - Facies brecha oroclícos
 - Granodiorita Torca (GT) (240 Ma)
 - Granito San Ramón (GSR) (246 Ma)
 - Grupo Excelsior (GE)
 - Complejo Marayncó (CMA)

- SECCIONES GEOLOGICAS REGIONALES**
- SIMBOLOGIA**
- Facies Coides con WSD.
 - Facies Finas
 - Mantos Zn.
 - Falla
 - Sobrescurrimiento
 - Línea de Sección
- Scale bar: 0 500 1000 1500 m

CENOSÓICO	PERMIANO	TRIÁSICO	JURÁSICO	CRETÁCICO	CENOZOICO	LITOLOGIA		DESCRIPCION
						TIPO	RESERVA	
MEZOSOICO	INTERIOR	SUPERIOR	INTERIOR (ILIASICO)	MITA (MAYANO)	PUCARA (MAYANO)	UNIDADES SUPERIORES	100 - 150	Materiales fluorocarbonados Conglomerados y arenitas continentales
						UNIDADES SUPERIORES	150 - 200	Calizas laminas muy compactas, calizas coidales Dolomitas. Niveles de dolomita oolida
						UNIDADES SUPERIORES	200 - 250	Calizas porosas gris dolomita, brechas calcáreas con alveolos lamelares. Dolomita calcárea oolida
						UNIDADES SUPERIORES	250 - 300	Dolomita oolida (granulosa) Dolomitas Laminas, con granularidad de mariposa, WSD. Calas delgada e incipientes, Mantos de Zn.
						UNIDADES SUPERIORES	300 - 350	Calizas bituminosas laminas finas y bituminosas. Calizas gris escoria y negra, Complejo Matrua con arenitas lamelares.
						UNIDADES SUPERIORES	350 - 400	Dolomita oolida (granulosa) con dolomitas tipo olomita, en zonas de fractura, mantos de Zn Nivel Escelsior (Pucarcas finas)
						UNIDADES SUPERIORES	400 - 450	Dolomita oolida (granulosa) gris, calizas masivas y sólidas, calizas delgadas y brechas lamelares, escoria de Zn, Facies oolida, lagos y maripalá y tablas
						UNIDADES SUPERIORES	450 - 500	Calizas dolomíticas porosas claras, intercalaciones arenosas y gris, dolomitas, brechas calcáreas calizas oolidas bituminosas, dolomita mariposa
						UNIDADES SUPERIORES	500 - 550	Dolomita oolida (granulosa) porosa, con alveolos del brechas lamelares, a la base dolomitas oolidas, con CA, resaca, mantos de Zn.
						UNIDADES SUPERIORES	550 - 600	Nivel Escelsior (Pucarcas finas) Dolomita oolida y arenas arenosas y tablas arenosas
PALEOZOICO	INTERIOR	SUPERIOR	INTERIOR	MITU	COMPLEJO MARAYNCÓ	UNIDADES SUPERIORES	600 - 650	Calizas claritas dolomíticas, Mantos gris arena, dolomitas, laminas calcáreas bituminosas, calizas laminas con + 35% de material clástico facies de alta energía y facies arenosa.
						UNIDADES SUPERIORES	650 - 700	Arenitas rojas, intercaladas con calizas micelares, yeso, y grutas rojas
						UNIDADES SUPERIORES	700 - 750	Facies císticas, constituidas de arenitas, laminas, conglomerados pliocenozoicos y brechas arenosas gris filangónicas e rojas, con arenitas porosas. Arenitas de talud, lagos brecha aluvial
PALEOZOICO	INTERIOR	SUPERIOR	INTERIOR	MITU	COMPLEJO MARAYNCÓ	UNIDADES SUPERIORES	750 - 800	Calizas noduliformes grises a rojas oscuras y fino arcillosas oligocenas de depósito lacustre muy frías
						UNIDADES SUPERIORES	800 - 850	Arenitas e limolita esquistosa, gris a gris verdoso con espesor centes
						UNIDADES SUPERIORES	850 - 900	Dolomita y gata micáreas grises micocénicas de complejidad intermedia

COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA DE SAN VICENTE

San Vicente

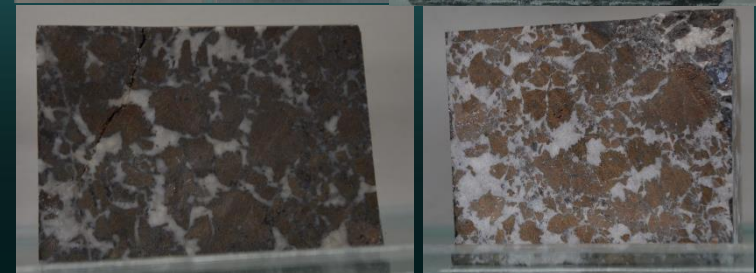
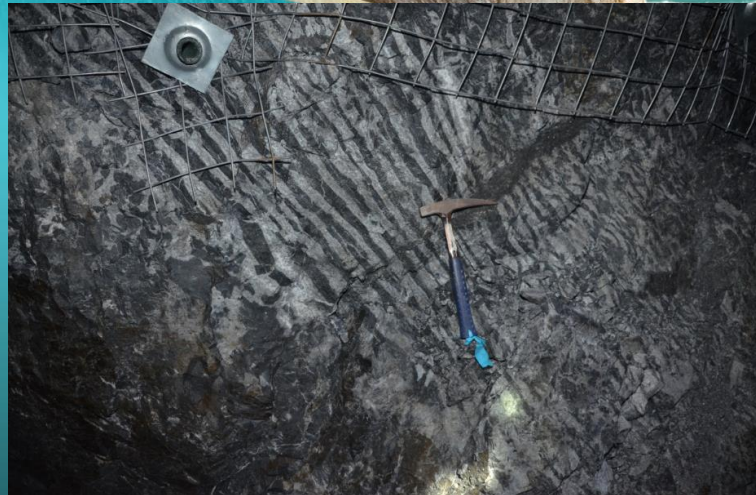
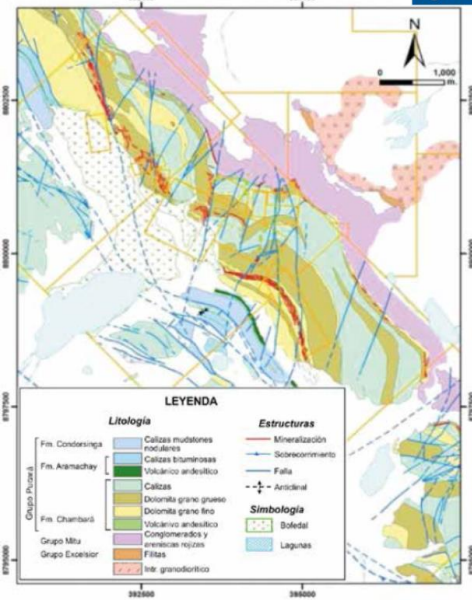


Figura 1



Shalipayco



Figura 2

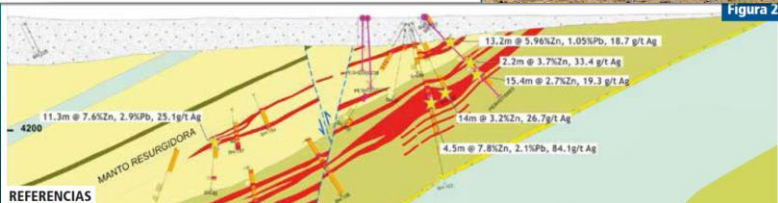
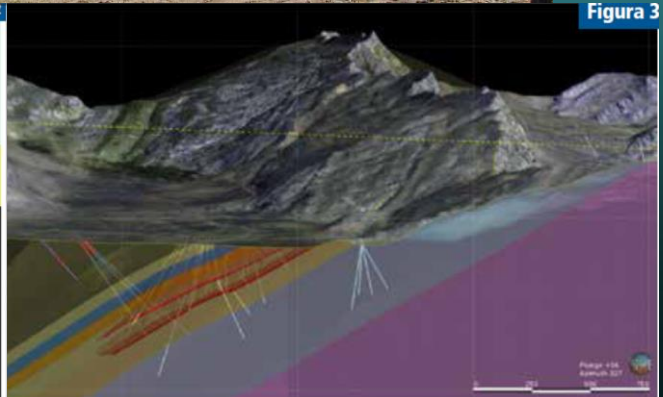


Figura 3



REFERENCIAS



Evaporite breccia



Shalipayco





Gracias