

# CONTROLES ESTRUCTURALES N-S EN LA CORDILLERA OCCIDENTAL COMO GUIA PARA NUEVOS TARGETS DE EXPLORACION REGIONAL

(Categoría: 2 Geología y Exploraciones - Evolución de conceptos y modelos de yacimientos minerales. Posibilidades de descubrimiento de nuevos cinturones de mineralización en Perú.)

Rildo Oscar Rodríguez Mejía<sup>1</sup>, Eder Villareal Jaramillo<sup>2</sup> y Cleber Huachaca Chipane<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá # 1470, San Borja Lima – Perú, rrodriguez@ingemmet.gob.pe.

<sup>2</sup> Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá # 1470, San Borja Lima – Perú, evillareal@ingemmet.gob.pe.

<sup>3</sup> Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Av. De la Cultura S/N Cusco – Perú, huachacacleber@gmail.com

## RESUMEN

La definición de los controles estructurales es uno de los primeros pasos para la exploración de recursos minerales y se mantiene hasta la etapa de cierre de las unidades mineras, ésta se realiza con base a observaciones a escala regional y local.

Los corredores estructurales en los Andes son principalmente NO-SE y al intersectarse con otros corredores aumentan las, posibilidades para el emplazamiento de depósitos minerales. El objetivo es definir corredores N-S que normalmente no son cartografiados por métodos de geología estructural clásica, para ello se ha realizado la integración de diversas bases de datos de la Carta Geológica Nacional 50k para luego analizarlas conjuntamente con otros estudios especializados.

Se han determinado ocho corredores estructurales de dirección N-S, los cuales controlan el emplazamiento de depósitos minerales, como pórfidos y epitermales. Se ha evidenciado que la dinámica de los controles estructurales N-S son responsables de variación de facies y espesores en las secuencias sedimentarias mesozoicas, lo cual también favorece la calidad del metalotecto sedimentario.

## 1. Introducción

Durante las últimas décadas, en los Andes Peruanos, se han desarrollado conceptos de exploración minera basados en diversas ramas de la Geología. Uno de los principales es el desarrollo de modelos estructurales, pues el magma y mineralización emergen a través de zonas de debilidad originadas por la actividad de las fallas regionales. Sin embargo, hay márgenes de error en

la definición de controles o corredores estructurales, por ello es un error creer que, siempre los sistemas de fallas de dirección NO-SE controlaron el emplazamiento de un determinado tipo de depósito mineral.

De otro lado, en muchos estudios se definen controles estructurales de dirección NE-SO que no tienen evidencias en superficie, por lo cual muchos de ellos son especulativos. Estas estructuras al interceptarse con un sistema de fallas NO-SE forman una zona de debilidad importante para el emplazamiento de un depósito mineral.

Los estudios de tectónica y análisis de cuencas permiten definir controles estructurales en diferentes direcciones, los cuales pudieron estar activos en diferentes épocas de la evolución andina.

El análisis de las cuencas sedimentarias a nivel regional puede evidenciar variaciones estratigráficas que no están relacionadas con las estructuras NO-SE ni NE-SO, lo que sugiere, que durante el Mesozoico pudieron desarrollarse sistemas de fallas en otras direcciones.

Para llegar al objetivo, primero se debe realizar un análisis estratigráfico y de facies a nivel regional de los metalotectos sedimentarios, particularmente de los carbonatados, de esta manera se podrían definir los sistemas estructurales N-S y en otras direcciones.

En este caso, una vez determinado los controles estructurales N-S de las cuencas mesozoicas se realizó la correlación con la ocurrencia de depósitos minerales, con la finalidad de evidenciar la relación entre ambos.

## 2. Objetivos

Identificar corredores estructurales relacionados que tengan registros de evidencias en rocas más antiguas que el Cenozoico, lo cual indicará que se tratan de estructuras profundas. A lo largo de la Cordillera Occidental y el Altiplano peruano se observan variaciones de facies sedimentarias en dirección N-S que pueden marcar controles estructurales meso-cenozoicos y que podrían tener relación con el emplazamiento de minerales

## 3. Compilación de Datos y Desarrollo del Trabajo

A lo largo del territorio peruano se han integrado todas las fallas de los mapas geológicos de la Carta Geológica Nacional 50k. Dentro de la integración se han obtenido diferentes bases de datos, donde destacan la de litología, fallas y pliegues, cada una de las cuales tienen más de 15 atributos.

Se ha jerarquizado las estructuras de tal forma que se puedan realizar modelamientos. La jerarquía va de mayor a menor escala: provincia estructural, sistema de fallas y fallas.

Dentro de los atributos que más destacan, en la base de datos fallas, son las 13 provincias estructurales (figura 1) que contiene a varios sistemas de fallas regionales y estas a su vez abarca un número no determinado de fallas regionales y/o locales. En cada una de las fallas los atributos más importantes son el tipo de movimiento y su inclinación.

De otro lado, en la base de datos de litología se incluyeron el tipo de roca; para el caso de rocas sedimentarias, se ha considerado el medio sedimentario, la paleocuenca sedimentaria a la que pertenece, así como el espesor de la unidad en el caso que exista una columna estratigráfica levantada.

Con los datos obtenidos se han determinado los límites y zonas centrales de los depocentros sedimentarios del mesozoico. Luego se ha realizado la correlación con los sistemas de fallas con la finalidad de determinar si el sistema de fallas puede corresponder a un control paleogeográfico mesozoico o más antiguo, lo cual se determinará mediante el cambio de facies de un lado a otro del sistema.

Los controles estructurales identificados presentan diferentes direcciones, siendo los más numerosos los de dirección NO-SE, seguidos de la dirección NE-SO y en menor proporción los de dirección N-S.

Son estos últimos los que despiertan el interés en la publicación del presente artículo.

Una vez identificados los controles estructurales N-S se han correlacionado con información de estudios regionales existentes, especialmente los aplicados a análisis de cuenca y tectónica, dando mayor importancia a aquellos que no tienen aplicación a la exploración minera, para evitar el sesgo en la investigación.

Para la mejor comprensión y sustento se han realizado secciones estructurales y/o correlaciones estratigráficas en la dirección E-O (transversales a los controles estructurales N-S), además nos ha permitido determinar los estilos estructurales en ambos lados de los corredores.

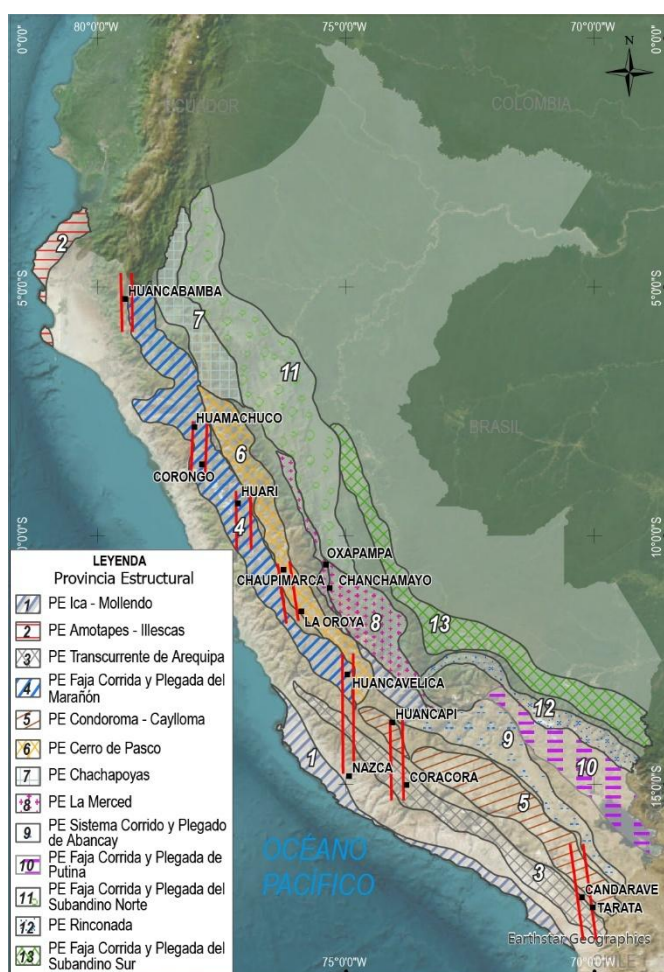


Figura 1. Ubicación de las provincias estructurales en el Perú y su relación con los corredores N-S definidos en este estudio.

## 4. Presentación y discusión de resultados

Luego del análisis de toda la información geológica y de la integración de la carta geológica nacional a escala 50k se ha determinado ocho corredores estructurales de dirección N-S, los cuales

presentan diferentes tipos de evidencias que sustentan su presencia.

#### **4.1 Corredor N-S Malpaso-Ichuña**

Tiene ~230 km de largo por unos ~20 km de ancho presenta una dirección aproximada de N 345° a N 355° (figura 2a). Se inicia en el sector oriental de la Región Tacna y llega hasta el límite entre las regiones Puno y Moquegua, atravesando las pampas costeras y la Cordillera Occidental. La proyección al sur sigue a Chile, donde podría unirse a los sistemas de fallas de Domeyko. En tanto, su proyección al norte se trunca al llegar al sistema de fallas Condoroma - Caylloma y/o Cusco Lagunillas Mañazo.

Los rasgos estructurales en superficie se han determinado principalmente en el sector sur, en las carreteras Tacna – Palca y Tacna – Tarata. En la primera, en la localidad de Calientes se encuentran anticlinales que solamente afectan rocas mesozoicas del Grupo Yura y están cubiertos por los sedimentos del Grupo Moquegua del Eoceno-Mioceno (figura 2b). De otro lado, en el sector de Ataspaca, los estratos del Grupo Yura muestran un rumbo de dirección N-S que forman el flanco oriental de un anticlinal afectado por los movimientos transcurrentes del Mioceno de la falla Copapuquio (figura 2 c).

En estudios anteriores (ej. Rodríguez y Becerra., 2021), las fallas y pliegues de dirección N-S fueron consideradas dentro del sistema de fallas Incapuquio. Sin embargo, dada la persistencia de otras estructuras de dirección N-S cubiertas por el Grupo Moquegua, tal como el Gneis de Malpaso y rocas miloníticas que se encuentran en la carretera Tacna – Tarata sugieren que dichas estructuras son más antiguas y fueron originadas por una compresión E-O (Rodríguez y Becerra, 2021). En ese sentido, en esta zona se propone que stocks del Batolito de la Costa se emplazaron a través de ejes de anticlinales de dirección N-S, originados en el Cretácico superior y posteriormente fueron afectados por movimientos transpresivos del sistema de fallas Incapuquio de dirección NO-SE.

En la Cordillera Occidental, la cobertura volcánica no permite identificar claramente la traza del

corredor Malpaso-Ichuña, solamente se evidencian alineamientos que en ocasiones corresponden a fallas activas de corto desplazamiento, pero al evaluar las profundidades de los epicentros, se muestra que en el bloque este los epicentros son más profundos (más de 150 km) que en el bloque oeste (figura 2 d), lo cual sugiere que el corredor estructural es una falla cortical que correspondería límite de bloques geológicos dentro del Terreno de Arequipa de edad precambrina (Ramos, 2008).

#### **Relación con los sistemas mineralizados**

En la zona sur, en los alrededores de Palca – Tarata, se tiene la presencia de intrusiones del batolito de Challaviento relacionado al emplazamiento del pórfido de Ataspaca del Eoceno. Este cuerpo se emplazó en el eje de un anticlinal de dirección N-S (figura 2a). Así mismo, en la localidad de Corrientes, plutones del batolito de la Costa, del Cretácico, también se han emplazado aprovechando el eje de anticlinales conformados por las secuencias calcáreas de la Formación Socosani del Jurásico inferior y secuencias clásticas del Grupo Yura del Jurásico medio superior (figuras 2a y 2b).

De otro lado, en Toquepala, Stevenson y Damiani (1968) propusieron el lineamiento Toquepala de dirección N15° con base a tres stocks de pórfido, dos chimeneas de brecha y numerosos diques, así como por el alineamiento de las chimeneas de la brecha en los cerros Toquepala y Azul. Si se proyecta al norte se puede ver que los pórfidos de Toquepala y Quellaveco se encuentran alineados también en dirección N-S, lo que podría indicar que las fallas que controlaron el emplazamiento de los pórfidos tienen esta dirección, y coincide con los anticlinales de la zona de Palca. En ese sentido, la continuidad de la franja de pórfidos del Eoceno provenientes de Chile podría continuar a través de corredor N-S Malpaso-Ichuña y la mineralización estaría cubierta por los volcánicos miocénicos de los arcos Magmáticos de Tacaza y Barroso definidos por Mamani et al (2010). Un buen estudio estructural y geofísico determinaría las mejores zonas de exploración en la zona de la Cordillera Occidental para encontrar pórfidos del Eoceno.

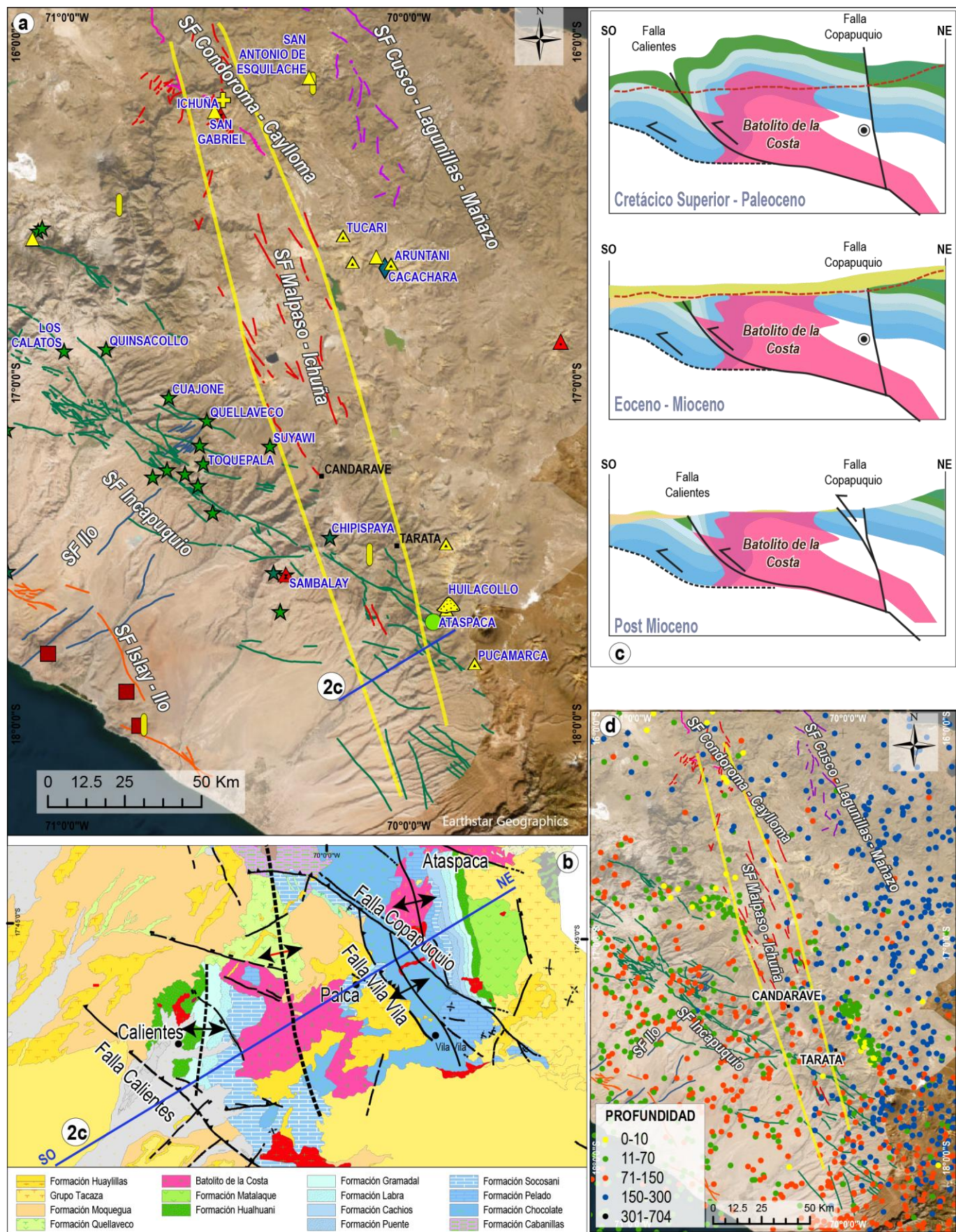


Figura 2: Corredor estructural Malpaso-Ichuña. a: trazo del corredor en líneas amarillas, b: mapa geológico de la zona de Palca, c: modelo de evolución geológica a través de una sección, d: distribución de epicentros de sismos que marcan el trazo del corredor Malpaso-Ichuña.

## 4.2 Corredor Areniso

Está ubicado entre el límite de los Andes del sur y centro del Perú, se extiende a lo largo de ~130 km en la dirección N-S alcanzando un ancho promedio de 15 km, se le reconoce desde Egaga (oeste de la laguna Parinacochas) hasta la mina Catalina Huanca. Desde el punto de vista morfoestructural corta la Cordillera Occidental compuesta por depósitos volcano-sedimentarios y volcánicos del Eoceno-Plioceno de los arcos magmáticos de Tacaza, Huaylillas y Barroso (Mamani et al., 2010), los cuales se emplazaron sobre rocas mesozoicas del Grupo Yura, Formación Hualhuani y calizas de la Formación Arcurquina.

Los sectores de mayores evidencias se encuentran en los extremos sur y norte. En el sector norte, en los alrededores de Querobamba y la mina Catalina Huanca, este corredor está conformado por fallas inversas que originan repeticiones tectónicas de las secuencias mesozoicas de la cuenca Arequipa, las mismas que presentan mayor espesor al oeste. En tanto que, al este, los espesores se reducen considerablemente o incluso no se encuentra la secuencia completa (figura 3b), esto determina la existencia de un alto estructural mesozoico conformado por el batolito de Querobamba, que se proyecta al sur y estuvo activo desde, por lo menos, el Triásico y durante el Jurásico Inferior controló el ingreso del mar a través del eje del rift Mitu-Pucará. Así mismo conforma el límite de dos depocentros mesozoicos: Huancapi y Antabamba (figura 3b).

En la parte central, en los afloramientos de volcánicos miocénicos, se encuentra el distrito minero de Apumayo conformado por los depósitos de Ancos, Hayahuanca, Apumayo y Huamanloma dispuestos en un corredor N-S de 3 km de ancho. En este sector las fallas de mayor envergadura son fallas de dirección N-S que afectan a la mineralización, mostrando que la actividad del corredor Areniso continuó en el Mioceno.

En el sector sur, en los alrededores de la mina Aguas Verdes, existen pliegues tectónicos apretados en dirección N-S que afectan preferentemente a las calizas de la Formación Arcurquina del Cretácico medio. Así mismo, sobre estos, en discordancia, se encuentran los sedimentos detríticos continentales de la Formación Huanca del Paleoceno – Eoceno conformando un sinclinal de dirección N-S. Se interpreta que toda esta deformación es debido a una inversión tectónica en el límite oeste del alto de Querobamba (Figura 3c), sobre esta deformación se emplazaron los stocks de diorita de la mina Aguas Verdes.

## Relación con depósitos minerales

A lo largo del corredor Areniso se encuentran depósitos minerales emplazados en diferentes ambientes y épocas. Empezando por el sector sur, el skarn de Aguas Verdes se formó por la intrusión de tres stocks de diorita (Cretácico superior-Paleoceno?) alineados en dirección N-S, dichos cuerpos cortan a las calizas plegadas de la Formación Arcurquina del Cretácico medio. El ambiente tectónico corresponde a una zona de inversión tectónica, donde las unidades estratigráficas de la cuenca mesozoica de Arequipa (depocentro Huancapi) cabalgan sobre el borde oeste del alto mesozoico de Querobamba (figura 3c).

En la parte central se encuentran depósitos minerales auríferos de alta sulfuración, como Apumayo, emplazados en lavas y piroclastos del centro volcánico Apumayo del Plioceno, perteneciente al Grupo Barroso (Cepa et al., 2013). Así mismo, más al norte podría considerarse también el depósito de Ccarhuaraso.

En el extremo norte, se encuentra la mina Catalina Huanca de sulfuración intermedia emplazada a 7.5 Ma (de Haller et al., 2023; Valdivia et al., 2022) en los carbonatos del Grupo Pucará del Triásico Jurásico. Este evento es contemporáneo al relleno sedimentario de la cuenca Ayacucho, la misma que se emplazó sobre el alto estructural mesozoico de Querobamba (figura 3b). En Catalina Huanca los lineamientos Hornocal y Apongo de dirección N-S afectan inclusive al granito Querobamba del Precámbrico, lo cual sugiere que se trata de estructuras profundas antiguas pre-Mitu (Dávila et al., 2010), dichas estructuras durante el Mioceno tuvieron movimiento dextral originando zonas tensionales de dirección NE-SO donde se emplazaron las vetas Principal, Piedad (Dávila et al., 2010).

En resumen, el Corredor Aniso corresponde al borde occidental de un alto estructural mesozoico controlado en esa época por fallas normales de dirección N-S y que luego en el Cenozoico hubo un cambio de régimen tectónico, a fases compresivas o transpresivas que dieron origen a fallas y pliegues de dirección N-S. Durante el Cretácico superior, se emplazaron depósitos tipo skarn de Aguas Verdes y en el Mioceno depósitos de oro de alta sulfuración como Apumayo y polimetálicos de sulfuración intermedia como Catalina Huanca.

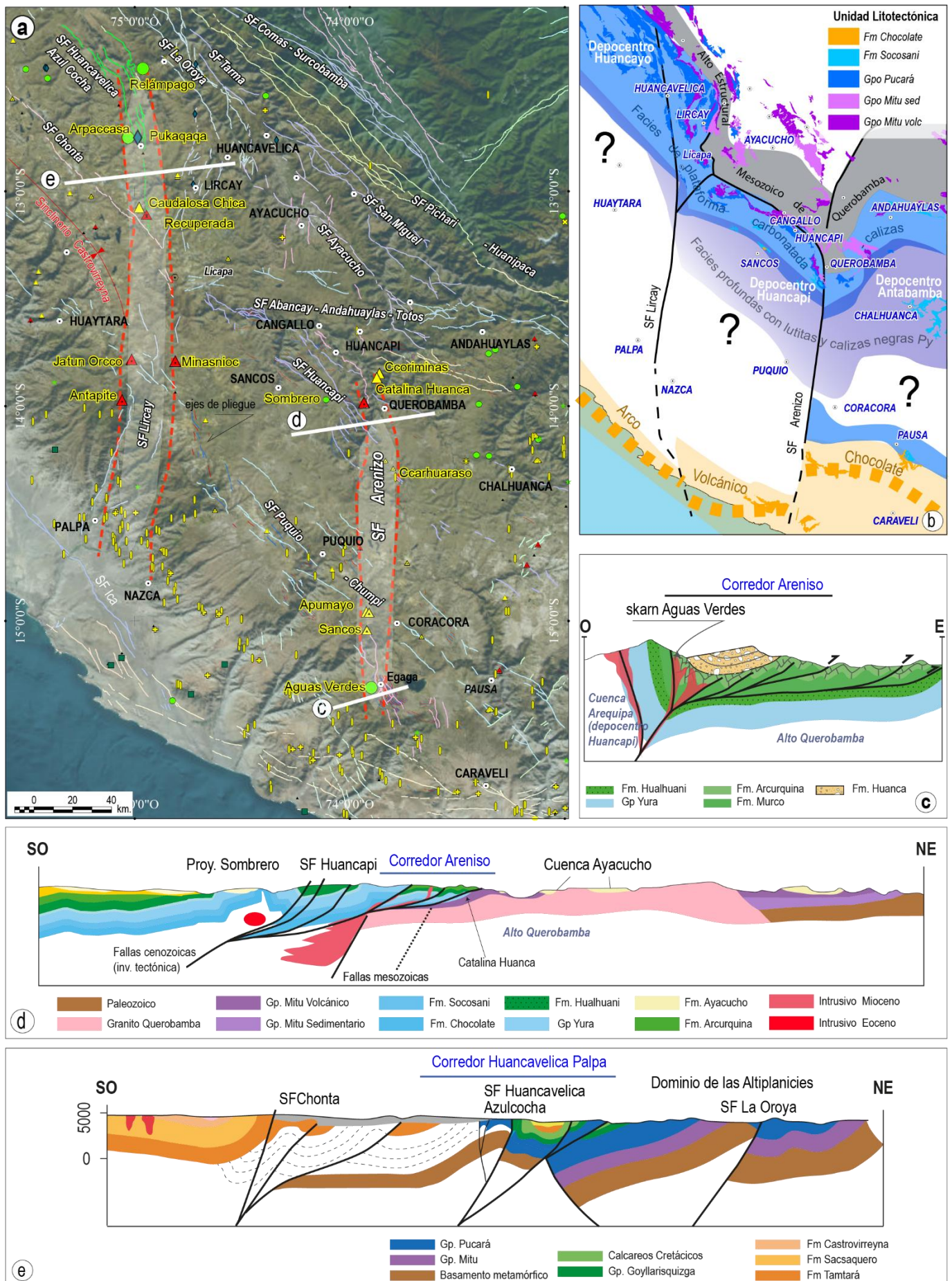


Figura 3. Corredores estructurales de Huancavelica-Palpa y Areniso, a: traza de los corredores, b: reconstrucción paleogeográfica c y d: secciones a través del corredor Areniso, e: sección a través del corredor Huancavelica-Palpa

### 4.3 Corredor Huancavelica – Palpa

El Corredor Huancavelica – Palpa es paralelo al Corredor Areniso, y se emplaza en una dirección N – S a N 15°, alcanza 275 km de largo por 35 km de ancho (figura 3a). En el sector norte está conformado por el sistema de fallas de Huancavelica – Azulcocha y al sur por el sistema de fallas Lircay.

En el norte el sistema de fallas Huancavelica-Azulcocha corresponde a un límite paleogeográfico del Jurásico, al oeste afloran calizas de la Formación Chunumayo, areniscas de la Formación Cercapuquio y calizas de la Formación Chaucha del Jurásico medio y superior (Giraldo et al. 2010), en tanto que al este se encuentra el Grupo Pucará. De acuerdo a Megard (1978) al oeste del sistema de fallas Huancavelica-Azulcocha se encontraría el eje del Mantaro, que fue un alto estructural mesozoico (figura 3e).

En la parte central entre los sistemas de fallas (NO-SE) Chonta y Puquio–Chumpi, el Corredor Huancavelica-Palpa controla el extremo SE del sinclinatorio de Castrovirreyna (figura 3a), así como los pliegues en dirección N 350°, al sur de Minasnioc. Los pliegues indicados afectan a unidades volcano-sedimentarias del Eoceno-Mioceno. Esto evidencia que el corredor estructural estuvo activo hasta después del Mioceno.

Más al sur, en las estribaciones de la Cordillera Occidental, se encuentran fallas de dirección casi N-S, como la falla Runahuañusca en el distrito minero de Antapite (Quispe, 2006). Esta tiene una dirección N 20° con ángulo de buzamiento cercano a la vertical.

#### Relación con depósitos minerales

En el sector norte del corredor estructural existen mayor cantidad de depósitos minerales aflorantes, tales como los skarn Relámpago y Arpaccasa. Así mismo, se encuentra los depósitos polimetálicos de Pukaqaqa y los epitermales de Caudalosa Chica y Recuperada, todos emplazados en el Mioceno. También es importante mencionar que dentro de este sector se encuentran la mina de Santa Barbara (Hg) y el proyecto Huajoto (polimetálico con tierras raras).

En la parte central, en el sinclinatorio de Castrovirreyna, no se encuentran ocurrencias de depósitos minerales, solamente se encuentran sedimentos volcanosedimentarios de la Formación Castrovirreyna del Mioceno. Tomando en cuenta que en Licapa se encuentran ventanas de calizas

del Jurásico intruidas por stocks dacíticos, que originaron el skarn asociado al proyecto el Milagro, es probable que debajo de la Formación Castrovirreyna se encuentren otros cuerpos mesozoicos mineralizados, tal como ocurre en el skarn – pórfido Sombrero del Eoceno (WEB de Copérnico Metal Inc. figura 3b).

En el sector sur, la presencia de numerosas ocurrencias de vetas auríferas, al parecer, está mayormente controlada por fallas regionales de dirección NO-SE. Sin embargo, la mayor concentración de estas se encuentra en el área de influencia del corredor Huancavelica–Palpa. Inclusive los principales depósitos como Antapite, Jatun Orco y Minasnioc (vetas auríferas de baja sulfuración de edad Oligoceno – Mioceno; Quispe, 2006) se encuentran en este corredor.

En resumen, el corredor Huancavelica – Palca es la manifestación superficial de una estructura por lo menos triásica, que tuvo actividad en el Eoceno-Mioceno y forma una rampa oblicua del sistema de corrimientos de dirección NO-SE. Se tiene registrado fallas de dirección N-S en donde se emplazaron cuerpos mineralizados. Durante el Mioceno en el sector norte se emplazaron epitermales como Pukaqaqa, Santa Barbara y Huajoto y durante Oligoceno-Mioceno en el sur se emplazaron depósitos como de Au como Antapite. En tanto que, en la parte central, tomando en cuenta las relaciones con zonas aledañas, podría albergar depósitos minerales ocultos similares al skarn pórfido del proyecto Sombrero ubicado al sureste.

### 4.4 Corredor Cerro de Pasco – Yauli

El corredor Cerro de Pasco-Yauli se extiende a través de las localidades homónimas siguiendo una dirección preferente N-S con cambios locales, tiene una longitud aproximada de 150 km de largo por 15 a 20 km de ancho.

A escala regional se le puede reconocer por la alineación N-S de los domos de Yauli, Malpaso y Cerro de Pasco, en cuyos núcleos afloran rocas del Paleozoico inferior infrayaciendo directamente a las areniscas triásicas del Grupo Mitu o a las calizas del Triásico superior a Jurásico del Grupo Pucará (figura 4a).

De otro lado, a escala más detallada se le puede reconocer por el cambio de facies y espesores del Grupo Pucará, el cual puede coincidir o no con el trazo de una falla cenozoica. Tanto en Yuli, como en Malpaso y Cerro de Pasco el espesor total del Grupo Pucará no sobrepasa los 500 m (Megard,

1978, Ángeles, 1999; Rosas & Fontboté 2005, Rosas et al., 2016; Rodríguez et al., 2013; 2021a) y está compuesto por facies someras de una plataforma carbonatada poco subsidente. En cambio, al este, es mucho más potente, llegando hasta los 3000 m (Figura 4b). La distribución de facies, espesores y el alineamiento de los domos de Yauli, Malpaso y Cerro de Pasco nos lleva a concluir que en el Triásico-Jurásico se extendía un horst mesozoico en dirección N-S, al que denominamos alto de Cerro de Pasco-Yauli (figura 4c).

Los diferentes eventos tectónicos del Cenozoico han configurado sistemas estructurales de dirección preferente NO-SE con cambios de dirección a N-S. Las inversiones tectónicas han originado sistemas de fallas inversas con vergencia tanto al oeste como al este. Por ejemplo, en el borde oriental del corredor, las fallas tienen vergencia al oeste y conforman el borde oriental de cuencas sin-orogénicas cenozoicas; es así que, en Cerro de Pasco la falla homónima hace cabalgar a las facies más profundas del Grupo Pucará sobre un alto estructural mesozoico (Pasco – Yauli) donde se depositaron las rocas detríticas de las formaciones Cacuán, Shuco y Calera (Paleoceno – Eoceno) (figura 4d). De otro lado, más al sur, en La Oroya el sistema de fallas homónimo también corresponde a un graben invertido y en el alto de Cerro de Pasco-Yauli se depositaron las secuencias detríticas de las formaciones cenozoicas Casapalca y Calera (figura 4e). En tanto en el borde oriental las fallas inversas tienen vergencia al este, siendo en este caso zona de aportes para las cuencas de la Formación Casapalca del Cretácico superior – Eoceno (figura 4f).

### **Relación con depósitos minerales**

En relación con el emplazamiento de depósitos minerales, este corredor es propicio para la circulación de fluidos hidrotermales ya que lo largo de este se encuentran secuencias de evaporitas triásicas, tal como se muestran los afloramientos de sal de San Blas y Cachipozo en San Pedro de Cajas.

En el sector norte los depósitos tipo Cordillerano miocénicos de Cerro de Pasco y del distrito minero de Colquijirca están emplazados en el borde oriental del corredor. En tanto que, en el sector sur,

en el domo de Yauli, los depósitos. también miocénicos. como el pórfido de Toromocho, los polimetálicos de San Cristobal y otros están emplazados más al borde oeste del corredor.

La parte central del corredor, especialmente la pampa de Bombón al norte de San Blas, no muestra afloramientos, la geofísica permitiría evidenciar depósitos ocultos.

### **4.5 Corredor San Vicente - Oxapampa**

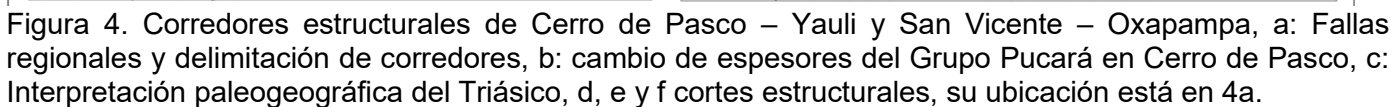
El Corredor San Vicente – Oxapampa se extiende en dirección N-S abarcado 108 km de largo por 10 km de ancho. Morfoestructuralmente corresponde al límite este de la Cordillera Oriental formado por fallas inversas con vergencia al este.

El matalotecto más importante es el Grupo Pucará que alberga numerosas ocurrencias de mineralización del tipo MVT. En este sector se presentan las facies más orientales de las calizas depositadas en un hemigraben subsidente, el mismo que está limitado por un horst ubicado al este (Dávila et al., 2000; Rosas y Fontboté, 2005). Dicho alto se proyecta hasta el este de Oxapampa, al que hemos denominado Alto de la Merced, donde no se depositaron sedimentos del Grupo Pucará, sino directamente sobre el Granito de la Merced del Pérmico o de rocas del Paleozoico inferior se encuentran conglomerados con clastos angulosos que son atribuidos a la base de la Formación Sarayaquillo del Jurásico superior.

### **Relación con depósitos minerales**

En el Corredor San Vicente – Oxapampa se han emplazado depósitos del tipo MVT. La mina San Vicente, es conocida mundialmente y está ubicado en fallas inversas de bajo ángulo que cabalgan sobre un alto estructural, lo que ha permitido que la mineralización se emplace formando mantos alojados en barras dolomitizadas de textura oolítica de desarrollo NS, en lo que se considera una antigua trampa de hidrocarburos y de azufre reducido (Dávila et al., 2000).

Al norte del corredor se encuentran ocurrencias de MVT tales como Pampa Seca, Raymondi Sur y Ninabamba, las cuales fueron exploradas sin resultados alentadores.



#### 4.6 Corredor Cajatambo - Huacaybamba

El Corredor Cajatambo – Huacaybamba se extiende por más de 150 km desde Huacaybamba hasta Cajatambo y tiene cerca de 15 km de ancho (figura 5 a). Su dirección varía de N-S a N 20° en el sector norte.

A nivel regional se reconoce un cambio ligero de dirección en las fallas inversas y pliegues que conforman la faja corrida y plegada del Marañón (figura 5a), especialmente en el sector de Masin donde Torres et al. (2024) definieron una rampa oblicua, proponiendo a la falla Mosna como un control importante para la división de bloques estratigráficos (figura 5b). Dicha falla puede ser la continuación del sistema de fallas Chonta que se proyecta desde la región de Huancavelica, en el centro del Perú.

En los sectores central y sur, la dirección del corredor es casi paralela a los cabalgamientos de la faja plegada y corrida del Marañón, especialmente a la falla Chonta. En estos sectores se encuentran un grupo de epicentros que delimitan un cinturón N-S con sismos corticales (151 – 300 km de profundidad) que se proyecta incluso hasta la Cordillera Oriental del norte del Perú (figura 5 c). De otro lado, este corredor también es el límite oriental de la cuenca jurásica del Grupo Chicama hasta llegar a truncarse con el sistema de fallas Ambar de dirección NE-SO. Así mismo, controla el borde sur del batolito miocénico de la Cordillera Blanca (figura 5c).

##### Relación con depósitos minerales

A pesar que el cartografiado no evidencia claramente las fallas y pliegues en dirección N-S, el corredor Cajatambo-Huacaybamba alberga un corredor de depósitos de tipo skarn del Mioceno. En el sector norte tenemos a Antamina, Contonga, para llegar al sur a Pachapaqui, Hilarión y Palca. Además del aspecto estructural se debe considerar la importancia de la Formación Jumasha, como metalotecto dentro del corredor Cajatambo-Huacaybamba, coincidiendo con la división estratigráfica para la Formación Jumasha propuesta por Romaní (1982).

#### 4.7 Corredor Huamachuco - Pashpap

El Corredor Huamachuco –Pashpap se emplaza en la dirección N-S, a la altura de Cajabamba en la Región Cajamarca hasta aproximadamente Caraz, se extiende por más 155 km de largo con un ancho máximo de 30 km.

Morfoestructuralmente conforma el límite norte del batolito de la Cordillera Blanca (figura 5a). En el sector norte, entre Corongo y Cajabamba, afloran principalmente las lutitas negras del Grupo Chicama, la cual se muestra como núcleo de anticlinales con deformación intensa, tanto que llega a removilizarse para rellenar fracturas dentro de areniscas cretácicas del Grupo Goyllarisquiza e incluso fracturas en intrusivos subvolcánicos del Mioceno, lo cual indica que en la zona se encuentra una zona de *Mushwad* (Thomas, 2019). Estructuralmente se evidencia por que los pliegues NO-SE de la Cordillera Blanca, que afectan a Mesozoico, se trunca al corredor en mención. Además, se muestra la existencia de fallas inversas de dirección NNE-SOO que hacen cabalgar al Grupo Chicama del Jurásico superior sobre rocas cretácicas plegadas (pliegues NO-SE).

En el sector sur (al sur del río Santa), la proyección del corredor no es clara y se infiere que apófisis del Batolito de la Cordillera Blanca se emplazaron a través de este sistema, además se encuentran cuerpos plutónicos del Batolito de Costa orientados en dirección NNE-SSO.

En Líneas generales. El corredor Huamachuco-Pashpap, visto a nivel de la región Cajamarca (figura 5d) es una rampa lateral de los sistemas de falla plegada y corrida de Cajamarca (Rodríguez et al., 2021b).

##### Relación con depósitos minerales

En este corredor se encuentran diversos depósitos minerales, principalmente epitermales de oro del Mioceno. En el borde occidental, los principales depósitos son los epitermales de El Toro y La Virgen y probablemente también el pórfido de La Arena. En tanto que, en el oriental, son Magistral y Pastobueno (figura 5a). Los controles N-S también pueden verse en Lagunas Norte (figura 5e), donde Montgomery (2012) propuso un corredor N-S con fallas dextrales que originaron los jogs estructurales donde se emplazó la mineralización de Lagunas Norte y Lagunas sur y podría llegar hasta tres cruces.

De otro lado, en la parte central afloran números depósitos, en los alrededores de Cabana prospectos de vetas que podrían estar relacionadas al batolito de la Cordillera Blanca. Finalmente, al sur se encuentran otros depósitos epitermales, pero destaca el pórfido Pashpap del Mioceno.

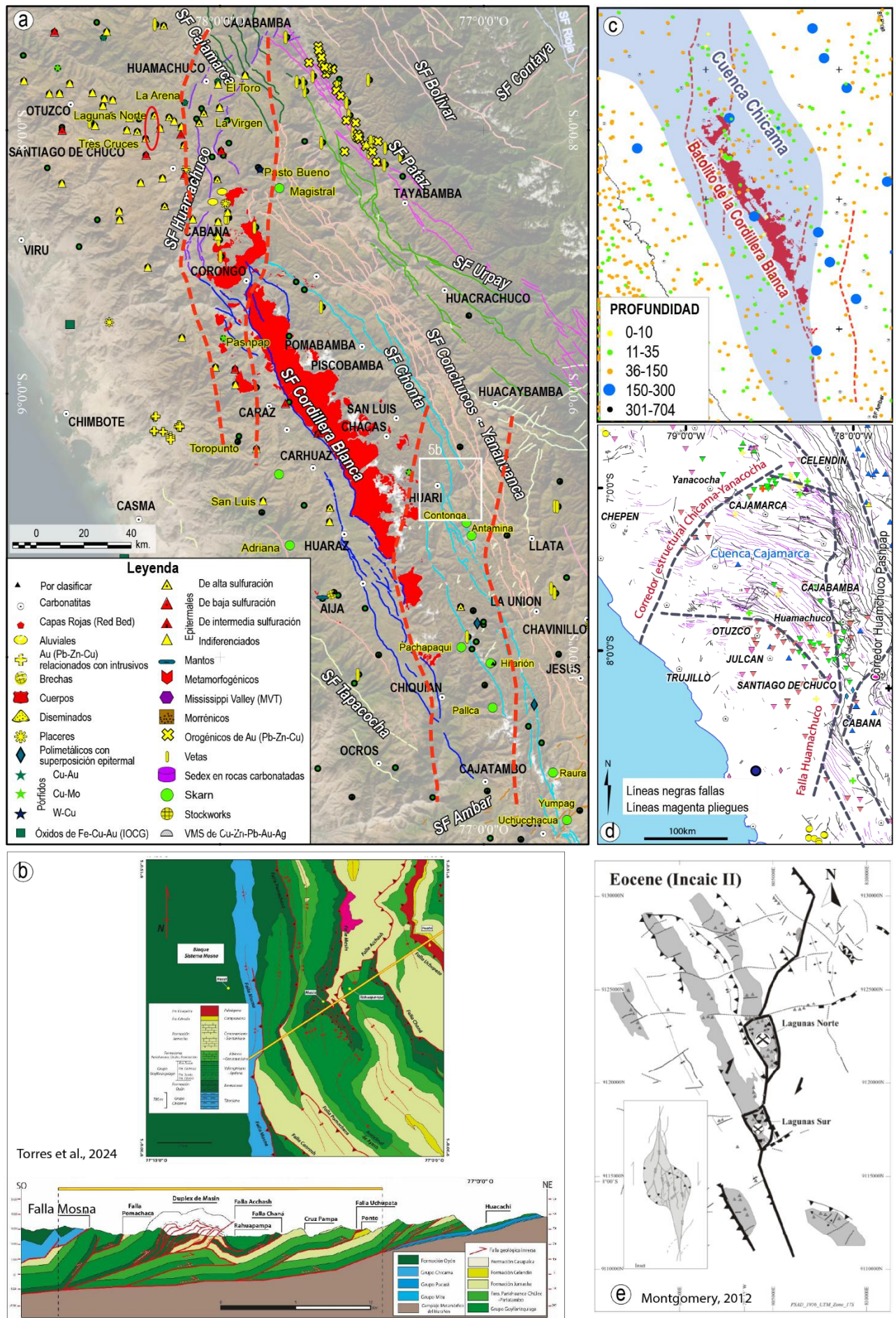


Figura 5. Corredores estructurales de Cajatambo Huacaybamba y Huamachuco Pashp. Ver el texto para descripción de imágenes.

#### 4.8 Corredor de Huancabamba

El Corredor Huancabamba está ubicado en la parte norte de la Cordillera Occidental, en el límite con Ecuador. Tiene dirección N-S con una longitud de aproximadamente 145 km y un ancho promedio de 35 km (figura 6a).

Sobre el corredor se han emplazado rocas volcánicas cenozoicas de las formaciones Llama y Porculla del Eoceno y Shimbe del Neógeno, dichas unidades pueden estar directamente (especialmente en la zona norte) sobre las rocas sedimentarias, metasedimentarias de la Formación Salas del Ordovícico o de las rocas metamórficas del macizo de Olmos del Ordovícico inferior (Ingemmet, 2025). Los centros volcánicos del arco magmático Cenozoico se distribuyen en dirección N-S hasta la altura de Motupe en donde cambia la dirección NO-SE.

Los sistemas de fallas por lo general tienen una dirección N-S, con diferente buzamiento y vergencia. En el borde oriental, el sistema de fallas Huancabamba tiene vergencia al este; en tanto que, en el borde occidental el sistema de fallas Tunal tiene vergencia al oeste. Ambos sistemas de fallas se truncan al nivel de Motupe (figura 6a) y controlan la presencia de epicentro sísmicos. Al oeste los epicentros son más profundos (entre 35 y 150 km); en tanto que, al este abundan más epicentros someros (< 35 km) (figura 6b).

Durante el Mesozoico, de acuerdo con el análisis estratigráfico y estructural, el corredor de Huancabamba fue un alto estructural que limitó al oeste la cuenca Lancones y al este la cuenca de la Formación Oytún y del rift de los grupos Mitu y Pucará (figura 6c). Este alto estructural aparentemente se profundiza al sur causada por falla de dirección NO-SE. Estas fallas coinciden con la proyección del sistema de fallas Punre-Canchis (líneas negras de la figura 6 c). La actividad de estas fallas ha permitido que las calizas del Grupo Pucará (Triásico- Jurásico) y los volcánicos de la Formación Oytún del Jurásico lleguen a sedimentarse en el borde oeste del corredor Huancabamba.

La reconstrucción geodinámica del macizo de Olmos (BOL) a partir del Cretácico muestra un horst que dividió dos cuencas (Jaimes et al., 2024). Entre 132 – 127 Ma el contexto tectónico fue extensional

que permitió la apertura de la cuenca del volcánico Oytún). La cuenca Lancones está limitada al oeste por el bloque Amotapes Tahuin (BAT) y al este por el Corredor de Huancabamba (BOL, en la figura 6d), en tanto que la cuenca de la Formación Oytún está limitada al oeste por el corredor de Huancabamba y al este por el bloque de Sunsas (SS) (figura 6d)

Posteriormente, entre 94 y 48 Ma empezó una inversión tectónica fracturando placa oceánica y entre 64 – 43 Ma, la placa nuevamente se fractura y originó el arco magmático del Grupo Calipuy (figura 6d). Luego de la actividad tectónica el resultado es un mega anticlinal de rocas metamórficas tumbado al este (Patiño 2021), el cual puede estar sobreyacido en discordancia por rocas del Grupo Calipuy. En el núcleo anticlinal se encuentran facies de anfibolita a granulita seguida, a los flancos, de facies de esquistos verdes pasando a los extremos a facies de Prehnita-Pumpellyita (figura 6e).

#### Relación con depósitos minerales

La relación con los depósitos minerales se evidencia por la presencia de diferentes tipos de depósitos minerales, en el borde este se encuentran los pórfidos miocénicos de Río Blanco, La Huaca y Cañariaco. En tanto que la Granja se encuentran más alejado, pero podría estar relacionado con el extremo más oriental del Alto de Olmos (figura 6c). De otro lado, en el borde oeste se encuentran los pórfidos de Turmalina (Eoceno?).

En cuanto a depósitos epitermales, éstos se encuentran principalmente en el borde oriental y están conformados por Sopalache y Peña Negra.

En resumen, el corredor de Huancabamba corresponde a un horst mesozoico controlado por fallas normales que dividió a las cuencas Lancones al este y Oytún al Este. La reactivación de las fallas en un contexto compresivo se dio a partir del Cretácico superior originando magmatismo y depósitos minerales.

Los registros de las primeras manifestaciones de mineralización son a partir del Eoceno, donde se originó el pórfido Turmalina. En tanto que el mayor evento de mineralización se dio en el Mioceno dando origen a los pórfidos Río Blanco, La Huaca, y Cañariaco.

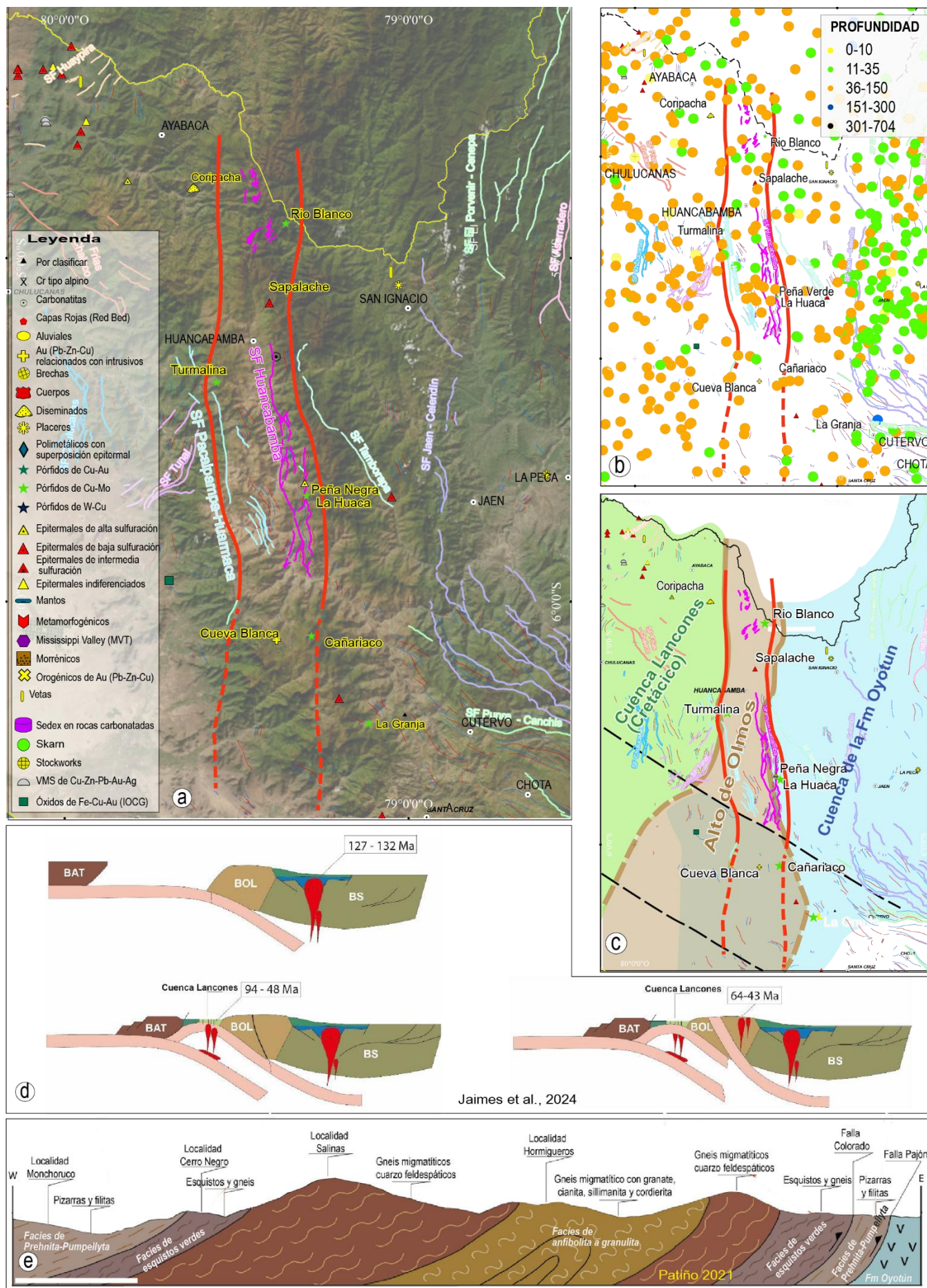


Figura 6. Corredor Huancabamba, a: trazado en líneas rojas del corredor, b y c: relación del corredor y epicentros sísmicos y paleocuenas, d: interpretación geodinámica y e: estructura actual.

## 5. Conclusiones

Los corredores estructurales de dirección N-S, con ligeras variantes, pueden considerarse como uno de los metalotectos estructurales, que podrían controlar el emplazamiento de depósitos minerales de diversas dimensiones y tipo en diferentes periodos geológicos (tabla 1). Tres de los corredores se encuentran en el sur del Perú y superan los 200 km de longitud y 20 km de ancho, y estarían relacionados a depósitos de tipo pórfido de cobre en su borde sur y epitermales en su borde norte.

En tanto que, en el centro del Perú se han determinado tres corredores de 150 km por 25 km, en este caso, están relacionados a depósitos de tipo skarn y cordilleranos de gran tonelaje como Cerro de Pasco y Colquijirca. Además, se muestran otros dos corredores que presentan asociaciones de depósitos de skarn y epitermales.

En el sector norte de la Cordillera Occidental, al norte de la deflexión de Huancabamba, se encuentra un corredor, que alberga pórfidos de Cu-Mo como Río Blanco y otros epitermales.

Se evidencia que la dinámica de los corredores estructurales N-S son responsables de variación de facies y espesores de las cuencas sedimentarias mesozoicas. Estos controles estructurales no siempre son cartografiables por método convencional de geología estructural, en este caso se utilizaron herramientas de análisis de cuencas para poder determinarlos, actualmente se pueden manifestar como saltos de fallas o gab estructural en sistemas estructurales del Cenozoico.

## 7. Referencias bibliográficas

- Ángeles, C. 1999. Los sedimentos cenozoicos de Cerro de Pasco: estratigrafía, sedimentación y tectónica. Lima: Sociedad Geológica del Perú 1999. pp. 103-118
- Cerpa L.; Cereceda C.; Ayala, L.; Chacón A.; Martínez, J.; Muñoz, L. & Siesquén, D. 2025 - Geología del cuadrángulo de Puquio (30ñ). Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 74 p. INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 66.
- Dávila, D.; Oldham, L. y Enríquez, A. 2010 Mina Catalina Huanca ocurrencia de vetas, brechas y cuerpos, modelo de mineralización. En XV Congreso Peruano de Geología, 15 Macharé Ordoñez, José Resúmenes extendidos. Sociedad Geológica del Perú. Publicación Especial
- Davila, D., Fontboté, L., Febres, O y Oldham, L. 2000. Exploración y geología del yacimiento San Vicente. En Yacimientos minerales peruanos, Primer volumen de monografías. Lima : Instituto Ingenieros de Minas del Perú, 2000. p. 305–328.
- de Haller, Antoine & Rodríguez, Carlos & Amesquita, Juan & Spikings, Richard & Ulianov, Alexey. 2023. Geología y geocronología del yacimiento de Zn-Pb-Ag-(Au) de Catalina Huanca, Ayacucho, Perú.
- Giraldo, G., Rodríguez, R. y Cueva, E. 2010. El Jurásico medio a superior en el centro del Perú: formaciones Chunumayo, Cercapuquio y Chaucha. En XV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp. N° 9 (2010), Cusco p. 845-848
- Jaimes, F., Yana, L., Patiño, C. y Primo, P. 2024. Evidencias de corteza oceánica en el noroeste del Perú: interpretación tectónica basada en nuevos datos radiométricos. En: XXII Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú. 4p.
- Mamani, M., Navarro, P., Carlotto, V., Acosta, H., Rodríguez, J., Jaimes, F., Santos, A., Rodríguez, R., Chavez, L., Cueva, E. & Cereceda, C. (2010) - Arcos magmáticos mesozoicos del Perú. En: Congreso Peruano de Geología 15. Resúmenes. Cuzco: Sociedad Geológica del Perú, 563-565p.
- Mégard, F. (1978) "Etude géologique des Andes du Pérou Central, contribution a l'étude géologique des Andes". Paris: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 310 p.
- Montgomery, A. 2012. Metallogenetic controls on miocene high-sulphidation epithermal gold mineralization, Alto Chicama district, La Libertad, northern Perú. PhD thesis Queen's University, Department of Geological Sciences and Geological Engineering. 436 p.
- Patiño, C. 2021. Caracterización petrográfica y litogeoquímica de rocas metamórficas entre los paralelos 4° 52' S Y 4° 59' S (Dominio Olmos - Loja) en el norte del Perú. Tesis de Ingeniero. Universidad Nacional de San Agustín. 120 p.
- Quispe, J. 2006. Características estructurales e isótopos de plomo de las mineralizaciones auríferas de la franja Huaytará-Tantar, Huancavelica (Perú). Tesis de Master. Lima Red Desir 2006.
- Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, V. (2011).- Geología del cuadrángulo de Cerro de Pasco, hoja 22-k, escala 1:50,000. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 144, 160 p, 4 mapas.
- Rodríguez, R., Cueva, E., & Carlotto, V. 2013.. Fallas regionales y anomalías geoquímicas de sedimentos de quebrada como guías para la exploración de yacimientos minerales: El ejemplo de Cerro de Pasco. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 107, p. 141-145 (2013)
- Rodríguez, R., Becerra, I. 2018. Arquitectura y evolución del Sistema de Fallas Incahuasi en el sector de Palca – Tacna. En Congreso Peruano de Geología, 19, Lima, 23-26 Setiembre 2018 Resúmenes ampliados
- Rodríguez, R.; Huachaca, C. & Orozco, Y. 2021a - Geología del cuadrángulo de La Oroya (hojas 2411, 2412, 2413, 2414). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 3, 46p., 4 mapas.
- Rodríguez, R.; Cova, L. & Mamani, M. 2021b. El machine learning de la Carta Geológica Nacional 50K y la exploración minera. En: Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores, 12, proExplo 2021: Recursos minerales para un futuro sostenible. Compendio. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, p. 123-127
- Romani, M., 1982. Geologie de la Region miniere Uchucchacua-Hacienda Otuto Perou. Tesis de PhD, Universite Scientifique et Medicale de Grenoble, Paris, 116 p.
- Rosas, S. & Fontboté, L. (1995) - Evolución sedimentológica del Grupo Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior) en un perfil SW-NE en el centro del Perú. En: Sociedad Geológica del Perú. Volumen Jubilar Alberto Benavides. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 279-309
- Rosas, S.; Ritterbush, K.A.; Bottjer, D.J.; Corsetti, F.A.; West, A.J., et al. (2016) - Profundización sedimentaria solo en parte de la Cuenca Pucará (Perú Central) durante el Hetangiano – Sinemuriano. En: Congreso Peruano de Geología, 18, Lima, 2016. Resúmenes. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 4 p.
- Stevenson, F.B. and Damiani, O., 1968. interpretación estructural del depósito de Toquepaia: Lima. Peru. Southern

Peru Copper Corporation. un- published company report., 27 p.

Thomas, W. 2019. Evolución del concepto y estructura de un MUSHWAD. Revista de geología estructural. Volumen 125, agosto de 2019, páginas 311-318

Torres, D., Coba, L., Sanchez, E. y Jacay, J. 2024. Deformación en una rampa oblicua en la faja plegada y corrida del Maraón: duplexes y otras estructuras como zonas de transferencia en el sector de Masin. En: XXII Congreso Peruano de Geología. Sociedad Geológica del Perú. 4p.

Valdivia, W.; Torres, D.; Ramos, W.; Trinidad, I. & Andía, J. (2022). Geología de la cuenca mesozoica sedimentaria peruana occidental entre 13° 30' y 14° 30'. INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales, 37,131 p, 2 mapas.

Tabla 1: Principales depósitos minerales relacionados con los corredores estructurales de dirección N-S definidos en este estudio.

| Corredor                | Nombre Yacimiento | Tipo                     | Edad                  | Elementos                   | Reservas y/o Recursos                                                                                                                                         |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cajatambo - Huancabamba | Pachapaqui        | Skarn                    | Mioceno               | Plata, Plomo, Zinc          | 70 Mt @175.41 g/t Ag; 0.73% Cu; 2.62% Pb; 4.34% Zn.                                                                                                           |
| Cajatambo - Huancabamba | Contonga          | Skarn                    | Mioceno               | Zinc, Plomo, Cobre, Plata   | 7.5 Mt @ 51 g/t Ag; 3% Zn; 0.70% Pb; 0.60% Pb.                                                                                                                |
| Cajatambo - Huancabamba | Antamina          | Skarn                    | Mioceno (~10.93 Ma)   | Cobre, Plata, Zinc          | 925 Mt @0.69% Zn; 0.02% Mo, 0.87% Cu; 11 g/t Ag.                                                                                                              |
| Cerro de Pasco – Yauli  | Yauricocha        | Skarn                    | Mioceno (~7.47 Ma)    | Cobre, Zinc, Plomo, Plata   | Reservas: 8,44 Mt @0.50 g/t Hg; 46.50 g/t Ag; 3.10 % Zn; 0.80 % Pb; 1.10 % Cu. Recursos: 12,65 Mt @0.60 g/t Au; 51.50 g/t Ag; 0.90 % Pb; 3.00 % Zn; 1.30 % Cu |
| Cerro de Pasco – Yauli  | Toromocho         | Porfido Cu-Mo            | Mioceno (~9.98 Ma)    | Cobre, Molibdeno            | Reservas: 1457 Mt @0.02 % Mo; 0.47 % Cu; 6.89 g/t Ag. Recursos: 520 Mt @0.38 % Cu; 6.10 g/t Ag                                                                |
| Cerro de Pasco – Yauli  | Colquijirca       | Polimetálicos            | Mioceno (~11.9 Ma)    | Oro, Plata, Cobre, Zinc     | 34,09 Mt @0.02 oz/t Au; 0.73 oz/t Ag; 0.26 % Zn; 0.08 % Pb; 1.38 % Cu                                                                                         |
| Cerro de Pasco – Yauli  | Cerro de Pasco    | Polimetálicos            | Mioceno (~15.4 Ma)    | Plomo, Zinc, Oro, Plata     | Reservas: 9,9 Mt @1.70 oz/t Ag; 0.10 % Cu; 0.70 % Pb; 1.80 % Zn. Recursos: 15,5 Mt @0.60 % Zn; 0.30 % Pb; 0.10 % Cu; 1.70 oz/t Ag                             |
| Cerro de Pasco – Yauli  | El Porvenir       | Skarn                    | Mioceno (~7.2 Ma)     | Plomo, Zinc, Plata, Cobre   | Reservas: 15,32 Mt @69.50 g/t Ag; 3.57 % Zn; 1.04 % Pb; 0.20 % Cu. Recursos: 10,42 Mt @69.20 g/t Ag; 3.85 % Zn; 0.95 % Pb; 0.21 % Cu                          |
| Huamachuco - Pashpap    | San Luis          | Epitermal LS             | Eoceno-Oligoceno      | Oro, Plata                  | 48 Mt @22.4 g/t Au; 578 g/t Ag                                                                                                                                |
| Huamachuco - Pashpap    | Toropunto         | Epitermal IS             | Eoceno-Oligoceno      | Cobre, Zinc, Plata          | Sin Información                                                                                                                                               |
| Huamachuco - Pashpap    | Pashpap           | Porfido Cu-Mo            | Eoceno-Oligoceno      | Cobre, Molibdeno            | 142 Mt @0.45% Cu; 0.04% Mo.                                                                                                                                   |
| Huamachuco - Pashpap    | Magistral         | Pórfido Cu-Mo            | Mioceno (~21 Ma)      | Cobre, Molibdeno            | 189,37 Mt @0.05 % Mo; 2.80 g/t Ag                                                                                                                             |
| Huamachuco - Pashpap    | Pasto Bueno       | Greinsen                 | Mioceno (~11 Ma)      | Cu-W-Mo                     | 78 Mt @0.82 % W                                                                                                                                               |
| Huancabamba             | La Granja         | Pórfido Cu-Au            | Mioceno (~13.8 Ma)    | Cobre, Oro, Plata           | Inferidos: 4190 Mt @0.50 g/t Au; 0.50% Cu                                                                                                                     |
| Huancabamba             | Cañariaco         | Porfido Cu-Au            | Mioceno               | Cobre, Molibdeno            | 1094 Mt @0.39% Cu; 1.70 g/t Ag; 0.06 g/t Au                                                                                                                   |
| Huancabamba             | Turmalina         | Pórfido Cu-Mo            | Eoceno-Oligoceno      | Cobre, Molibdeno            | Sin Información                                                                                                                                               |
| Huancabamba             | Rio Blanco        | Pórfido Cu-Mo            | Mioceno (~11.2 Ma)    | Cobre, Molibdeno            | 500 Mt @0.02% Mo; 0.63% Cu.                                                                                                                                   |
| Huancavelica – Palpa    | Antapite          | Epitermal LS             | Oligoceno (~26.34 Ma) | Oro, Plata, Plomo           | 04 Mt @10.42 g/t Au; 01 Mt @9.42 g/t Au                                                                                                                       |
| Huancavelica – Palpa    | Jatun Orcco       | Epitermal Ls             | Mioceno (~17.26 Ma)   | Oro, Plata                  | 02 Mt @14.00 g/t Au; 171.00 g/t Ag;                                                                                                                           |
| Huancavelica – Palpa    | Minasnioc         | Epitermal Hs             | Mioceno               | Oro, Plata                  | Sin Información                                                                                                                                               |
| Huancavelica – Palpa    | Recuperada        | Epitermal IS             | Mioceno               | Plata, Plomo, Zinc, Oro     | Reservas: 64 Mt @307.89 g/t Ag; 3.55 % Pb; 6.49 % Zn. Recursos: 73 Mt @342.76 g/t Ag; 3.33 % Pb; 6.09 % Zn                                                    |
| Huancavelica – Palpa    | Caudalosa Chica   | Epitermal Indiferenciado | Mioceno               | Plomo, Plata, Zinc          | 53 Mt @82.73 g/t Ag; 0.44 % Cu; 3.66 % Pb; 4.59 % Zn                                                                                                          |
| Huancavelica – Palpa    | Pukaqaqa          | Skarn                    | Mioceno               | Cobre, Oro Plata, Molibdeno | 309 Mt @0.41 % Cu                                                                                                                                             |
| Malpaso Ichuña          | Chipispaya        | Pórfido Cu-Au            | Mioceno (~24 ma)      | Cobre, Oro                  | Sin Información                                                                                                                                               |

|                        |             |              |                  |                    |                                                                                             |
|------------------------|-------------|--------------|------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Malpaso Ichuña         | San Gabriel | Epitermal IS | Eoceno-Oligoceno | Oro, cobre, plata  | Indicados: 7.7 MTM @ 5.7 g/t Au (1.4 M Oz Au). Inferidos: 5.3 MTM @ 4.6 g/t Au (0.8 Moz Au) |
| Malpaso Ichuña         | Pucamarca   | Epitermal Hs | Oligoceno        | Oro, Plata         | 31,8 Mt @ 0.34 g/t Au                                                                       |
| Malpaso Ichuña         | Huilaçollo  | Epitermal Hs | Oligoceno        | Oro, Plata         | Sin Información                                                                             |
| Malpaso Ichuña         | Ataspaca    | Skarn        | Eoceno (~42 Ma)  | Cobre, Zinc, Plomo | 98 Mt @ 38.76 g/t Ag; 0.73 % Cu; 3.68 % Pb; 2.77 % Zn; 2.77 % Zn                            |
| San Vicente - Oxapampa | San Vicente | MVT          |                  | Zinc, Plomo        | 2,41 Mt @ 9.69 % Zn; 0.57 % Pb                                                              |

### **Rildo Rodríguez Mejía**

Ingeniero Geólogo de la UNSAAC-Cusco con maestría culminada en Tectónica y Geología Regional en la UNMSM y Máster en Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Minerales (Máster alfa) de la Universidad Politécnica de Madrid.

Desde hace 25 años ha desarrollado investigaciones de geología estructural, estratigrafía y tectónica aplicadas a la exploración minero-energética, geotecnia e hidrogeología a escala regional y local.

Cuenta con numerosas publicaciones en revistas y congresos de geología. Actualmente, en INGEMMET, dirige la integración de bases de datos para la elaboración del Mapa Tectónico del Perú

### **Eder Villareal Jaramillo**

Ingeniero Geólogo egresado de la Universidad Nacional de Piura, con especialización en metalogenia y exploración minera en Perú,

Colombia y Corea del Sur, así como en evaluación de recursos minerales en la Universidad de Antofagasta Chile y en el Instituto de Geociencias de la República de Corea del Sur.

Cuenta con 17 años de experiencia en el campo de la prospección y exploración de recursos minerales, actualmente realiza trabajos de prospección y evaluación geológica y minera en la Dirección de Recursos Minerales del INGEMMET.

### **Cleber Huachaca Chipane**

Ingeniero Geólogo, con más de 4 años de experiencia en Geología Regional peruana y cartografía geológica – estructural, aportando activamente en la actualización de la carta geológica y en el estudio y elaboración del mapa tectónico del territorio peruano.