



# Potencial de minerales refractarios (andalucita) en rocas metamórficas de los macizos de Illescas y Paita: Importancia para futuras exploraciones de materias primas

**Fredy Jaimes, Fredy Coaquira, Adrián Carhuamaca, y Wilson Gómez**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Av. Canadá 1470, San Borja, Lima ([fjaimes@ingemmet.gob.pe](mailto:fjaimes@ingemmet.gob.pe))

## 1. Introducción

Los macizos de Illescas y Paita se encuentran en el noroeste del Perú, en las provincias de Sechura y Paita del Departamento de Piura, cubriendo partes de los cuadrángulos de Bayóvar, Sechura, Punta La Negra, Lobos de Tierra, y Paita. Geomorfológicamente corresponden a la franja de la Cordillera de la Costa del norte del Perú.

Los macizos de Illescas y Paita forman parte del complejo metamórfico Amotapes-Tahuín, que sirve de zócalo a la sucesión estratigráfica meso-cenozoica. Los estudios realizados en el área se han focalizado en investigaciones de posibles yacimientos petroleros, cuyos primeros trabajos remontan a Moreno (1891). Esta región ha sido objeto de numerosos estudios de superficie y por medio de sondeos de perforación.

Sin embargo, investigaciones recientes evidencian que estos terrenos también tienen un potencial en yacimientos de minerales no metálicos (más específicamente, andalucita) y gemas de granate. Uno de los yacimientos más representativos de andalucita a nivel de Perú y Sudamérica es el yacimiento "Andalucita" ubicado en la Provincia de Paita, cuyas características de emplazamiento son similares a las del macizo de Illescas donde se encuentran en rocas metamórficas del complejo Amotapes-Tahuín. La producción actual del yacimiento Andalucita ha generado interés en la exploración de nuevas áreas con reservas de andalucita.

## 2. Marco geológico y estructural

Los macizos de Illescas y Paita forman parte del complejo metamórfico Amotapes-Tahuín (Fig. 1). De

acuerdo al grado metamórfico, se distingue migmatitas, gneis, y pizarras y/o esquistos (Figs. 2, 3, 4).

### 2.1. Migmatitas

En el macizo de Illescas, las facies migmatíticas ocupan aproximadamente 2500 km<sup>2</sup> y se encuentran en la parte central sur, constituyendo el núcleo del macizo. En el cerro Illescas, las migmatitas están afectadas por un conjunto de fallas de rumbo de dirección NO-SE, y cortadas por numerosos diques basálticos de dirección ENE-OSO (Fig. 2), paralelos entre sí; en ocasiones se ha observado estructuras pre-migmatíticas consistentes en restos de la estratificación original.

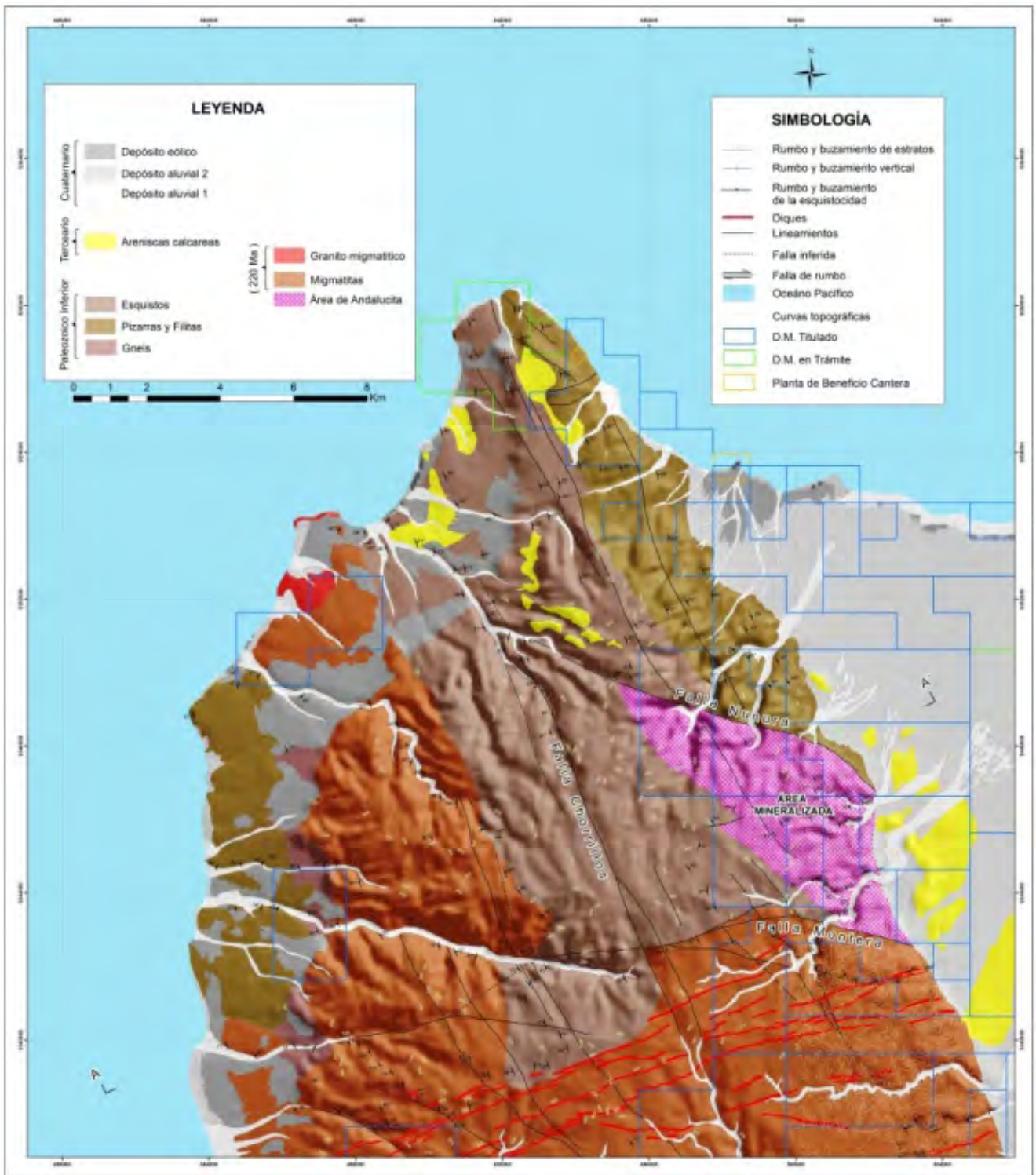
En la zona de Paita las migmatitas están mejor desarrolladas, presentándose con cuerpos de aspecto granítico. Litológicamente están constituidas por granitos anatócticos que envuelven grandes bloques de anfíbolitas, que no llegaron a su punto de fusión (Figs. 2, 3, 4D).

### 2.2. Gneis

Las rocas gnéisicas se encuentran en el flanco oeste de la secuencia migmatítica. Se caracterizan por presentar bandas ricas en minerales claros (leucócratas) y otras ricas en minerales oscuros (melanócratas). Este bandeamiento ha sufrido además una deformación posterior, traducida en micropliegues sinesquistosos. Los minerales claros están constituidos por cuarzo y feldspatos, y los oscuros corresponden a minerales ferromagnesianos como biotita, anfíboles, y piroxenos; también se observa granate (Fig. 4B).



Figura 1. Mapa de ubicación mostrando las áreas de estudio.



**Figura 2.** Mapa geológico del macizo de Illescas, mostrando las principales facies metamórficas, y el área mineralizada por andalucita.

**2.3. Pizarras y/o esquistos**

Los afloramientos de pizarras/esquistos se ubican en ambos flancos del macizo de Illescas, formando parte de la zona de transición del núcleo migmatítico hacia áreas gneissicas y pizarro-esquistosas. Presentan una estratificación bien definida, en estratos delgados de 0.2 a 1 m (Fig. 4C). Se trata de esquistos de color gris oscuro y grano fino, intercalados con metareniscas, cuya esquistosidad principal es N135 con un buzamiento promedio de 60° al NE. Estas facies están afectadas por

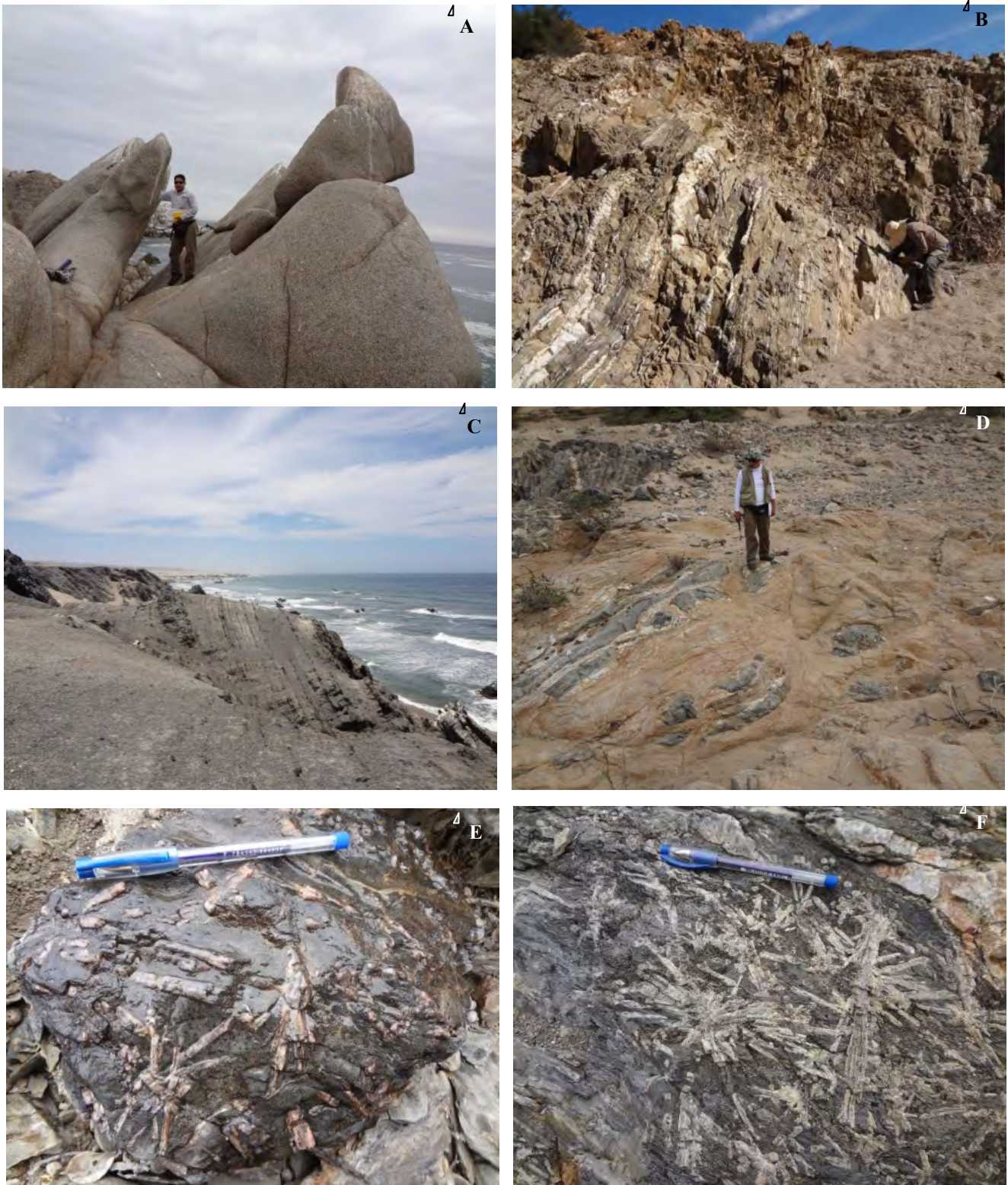
sistemas de vetillas de cuarzo de segregación.

La edad del complejo gneis-pizarroso aún no ha sido determinada debido a la ausencia de restos paleontológicos, quizás por la fuerte deformación que éstos habrían sufrido. Se ha especulado mucho sobre su edad, y por su metamorfismo se le asignaba una edad precámbrica; sin embargo, en los cerros de Amotapes, al norte, esta unidad subyace a estratos devonianos (Formación Cerro Negro), por lo que su edad podría ser ordovícica como las metamorfitas del complejo de Olmos.





**Figura 3.** Corte transversal del macizo de Illescas, mostrando las diferentes unidades metamórficas y el área de mineralización, afectadas por diferentes fallas de alto ángulo.



**Figura 4.** A: Granitoides. B: Esquistos pizarrosos con cuarzo de segregación. C: Esquistos pizarrosos. D: Migmatitas con enclaves metamórficos. E: Grandes cristales alargados de andalucita. F: Andalucita en cristales radiales.

## 2.4. Granitoides

Los granitoides migmatíticos (Fig. 4A) tienen composiciones que varían entre tonalíticas y leucograníticas. Su mineralogía principal consta de cuarzo y proporciones variables de plagioclasa y biotita, quedando en general el feldespato potásico relegado a proporciones menores. Se ha reportado dataciones U-Pb en circones de ~220 Ma para los granitoides migmatíticos de los cerros de Amotapes (Bellido et al., 2009), y Ar-Ar de ~230 a ~222 Ma para el macizo de Paita (Ulrich, 2005; Winter, 2008). Estas edades se pueden extender a las rocas similares del macizo de Illescas.

## 2.5. Deformación

Los macizos de Illescas y Paita están afectados por numerosas fallas polidireccionales, siendo las más evidentes en el macizo de Illescas, el mismo que está afectado por fallas de dirección NNO-SSE que atraviesan casi todo el macizo; a la vez éstas están atravesadas por otro sistema de fallas transversales, de dirección ENE-OSO. En general toda el área de los macizos de Illescas y Paita se encuentra fuertemente deformada con grandes pliegues y micropliegues muy apretados de dirección general NO-SE.

## 3. Mineralización

La mineralización de andalucita se encuentra distribuida en la transición entre las rocas pizarro-esquistosas y las migmatíticas, a manera de grandes cristales prismáticos alargados de 4 cm de largo (Fig. 4E), que a veces forman agregados radiales (Fig. 4F). El color de los cristales es generalmente rosado a pardo, ocasionalmente grisáceo, pudiendo ser éstos del tipo quistolita. En ambos lugares, la densidad de mineralización de la andalucita con respecto a la roca hospedante corresponde aproximadamente a un 30 % del volumen total del área mineralizada.

### 3.1. Control estructural de la mineralización

En Illescas, el área mineralizada está controlada por tres sistemas de fallas, que generan un área de mineralización poligonal (Fig. 2): al sur, el sistema de fallas Montera, de dirección ONO-ESE, pone en contacto la zona mineralizada y las migmatitas; al norte, el sistema de fallas Nunura, de dirección NO-SE, pone en contacto pizarras y esquistos con la zona mineralizada; al oeste, se trata del sistema de fallas Chorrillos, de dirección NS; al este, el límite es la llanura costanera, pudiendo éste prolongarse en profundidad.

En el área de Paita, no se observa estructuras mayores, estando cubiertas en gran parte por material aluvial. Sin embargo, se observa que los granitoides se comportan como si fueran un control litológico.

## 4. Usos y aplicaciones

La andalucita es un silicato de aluminio ( $Al_2SiO_5$ ) que presenta una dureza de 6.5 a 7.5. Esto hace que este mineral destaque por su gran refractariedad, es decir su capacidad de conservar sus propiedades químicas, mecánicas, y térmicas aun cuando se lo somete a altas temperaturas. Por ello, el 95 % de la andalucita que se obtiene en el mundo se destina a producir materiales refractarios para las industrias siderúrgicas, metalúrgicas, cementeras, hornos, y crisoles.

También forma parte de muchas rocas empleadas en la construcción y, con una parte menor de la producción, se fabrican aislantes térmicos, lozas de alta calidad, bujías, y losetas para pavimentos. La andalucita tiene propiedades de estabilidad de temperatura de gran volumen, de resistencia mecánica, resistencia al choque térmico y a la fluencia. También es un mineral adecuado para ser usado en la industria metalúrgica.

Además, la andalucita es considerada como gema, ya que al ser tallada y pulida adecuadamente manifiesta unos destellos y cambios de color. Los ejemplares encontrados en el macizo de Illescas pueden también ser considerados como gemas debido a que se presentan con tamaños variados manipulables manualmente.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

Los yacimientos de andalucita son relativamente escasos, sobre todo a nivel de Sudamérica. La importancia de la andalucita en la industria siderúrgica implica que tiene un valor económico, lo que puede incentivar exploraciones de yacimientos similares a las ocurrencias conocidas en los macizos de Illescas y Paita. Por lo tanto se recomienda realizar más investigaciones en rocas metamórficas paleozoicas similares a éstas últimas, tanto en el sur como el norte del Perú, sobre todo en zonas donde se produjo migmatización.

## Referencias

- Caldas, J., Palacios, O., Pecho, V., Vela, C. 1980. Geología de los cuadrángulos de Bayóvar, Sechura, La Redonda, Punta Negra, Lobos de Tierra, Las Salinas, y Mórrope. Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, v. 32, 78 p.
- Bellido, M., Valverde, P., Jaimes, F., Carlotto, V., Díaz, E. 2009. Datación y caracterización geoquímica de los granitoides peralumínicos de los cerros de Amotapes y de los macizos de Illescas y Paita (noroeste del Perú). Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 103, p. 197-213.
- Moreno, F. 1891. Petroleum in Perú, from an industrial point of view. F. Masias & Co., Lima, 161 p.