

Petrographic-Mineralogical Characterization and its Relationship with the Classification of Las Vizcachas Deposit - La Libertad, 2020

Jhinno Fran¹, Magno Francisco², Daniel Alva, Ing¹, Rafael Ocas, Ing¹

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú. Magnosilvaquispe@gmail.com, daniel.alva@upn.edu.pe, rafael.ocas@upn.edu.pe

Abstract– Las Vizcachas deposit is located on the hill of the same name in the north of La Libertad department, where metallic mineralization was observed in carbonate rocks related to igneous activity. The present work aims to relate the petrographic-mineralogical characteristics with the classification of the deposit and understand its formation process, for this, 3 study zones were defined, collecting samples with geological observation criteria, these samples were sent to the optical microscopy laboratory for their petrographic-mineralogical characterization; in zone 1, 4 samples were collected characterized as garnet skarn retrograded to sphalerite, oxides, carbonates and sphalerite, skarnized marble, spotted slate. In zone 2, 3 samples were collected, characterized as garnet and pyroxene skarn retrograded to amphiboles, bornite, carbonates and quartz. In zone 3, a sample characterized by skarn of magnetite and garnets retrograded to amphiboles was obtained. In addition, samples of 2 intrusives characterized as granodioritic porphyry and syenogranite were obtained. These being the ones that metamorphized the carbonate rocks, generating skarnized levels, where the paragenesis of prograde alteration (garnets, magnetite, pyroxenes) and retrograde alteration (amphibole, vesuvianite, carbonates, quartz) was recognized, the latter with metallic mineralization of copper, lead, zinc and iron sulphides.

Key words: *Petrographic-mineralogical characterization, skarnized, paragenesis, retrograde, prograde.*

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.291>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Caracterización petrominero-gráfica y su relación con la clasificación del depósito Las Vizcachas - La Libertad 2020

Jhinno Fran¹, Magno Francisco², Daniel Alva, Ing¹, Rafael Ocas, Ing¹

¹Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca, Perú. Magnosilvaquispe@gmail.com, daniel.alva@upn.edu.pe, rafael.ocas@upn.edu.pe

Resumen– El depósito las vizcachas está ubicado en el cerro del mismo nombre en el norte del departamento de La Libertad donde se observó mineralización metálica en rocas carbonatadas relacionada con la actividad ígnea, el presente trabajo tiene por objetivo relacionar las características petrominero-gráficas con la clasificación del depósito y comprender su proceso de formación, para esto, se definió 3 zonas de estudio, recolectando muestras con criterios de observación geológica, dichas muestras fueron enviadas al laboratorio de microscopía óptica para su caracterización petrominero-gráfica; en la zona 1 se recolectó 4 muestras caracterizadas como skarn de granates retrogradado a esfalerita, óxidos, carbonatos y esfalerita, mármol skarnizado, pizarra moteada. En la zona 2 se muestreo 3 muestras caracterizadas como skarn de granates y piroxenos retrogradado a anfíboles, bornita, carbonatos y cuarzo. En la zona 3 se obtuvo una muestra caracterizada skarn de magnetita y granates retrogradado a anfíboles. además, se obtuvo muestras de 2 intrusivos caracterizadas como pórfido granodiorítico y sienogranito. Siendo estos los que metamorfizaron las rocas carbonatadas, generando niveles skarnizados, donde se reconoció la paragénesis de alteración prógrada (granates, magnetita, piroxenos) y la alteración retrograda (anfíboles, vesuvianita, carbonatos, cuarzo) esta última con mineralización metálica de sulfuros de cobre, plomo, zinc, hierro.

Palabras clave: Petrominero-gráfico, skarnizado, paragénesis, retrogrado, prógrada.

I. INTRODUCCIÓN

Con frecuencia, el estudio que se realiza para la valoración de un depósito mineral implica tan sólo el estudio genérico de las leyes de los elementos que se espera puedan ser interesantes en el tipo de depósito, obviando el estudio mineralógico detallado de las asociaciones minerales. No obstante, un estudio detallado de la mineralogía no tiene tan sólo connotaciones académicas como a veces se cree, sino que puede ayudar a incrementar el valor añadido de la explotación, e incluso por sí sólo puede ayudar a descartar o confirmar el interés del yacimiento. [1]

La caracterización geológica y petrominero-gráfica abarca la descripción y análisis de tipo composicional de las rocas, así como el entendimiento de los ambientes de depósito, la procedencia de los sedimentos y los escenarios tectónicos para el tiempo y lugar en que surgen estas unidades. [2]

En el distrito minero Gualcamayo en Argentina, el estudio de las asociaciones minerales permitió identificar la presencia de dos pulsos mineralizantes; en la paragénesis de mineral

En el distrito minero Gualcamayo en Argentina, el estudio de las asociaciones minerales permitió identificar la presencia de dos pulsos mineralizantes; en la paragénesis de mineral producida durante el primer pulso está conformado por calcita, cuarzo, pirita, calcopirita y el Au fue reconocido como traza en esfalerita, mientras que en el segundo pulso forma un teluro (calaverita). [3]. Los depósitos de la Esperanza ubicada en México contienen una paragénesis metálica con Cu-Zn-Ni-Co. La mineralización se encuentra relacionada con el contacto entre un pórfido de 89-90 Ma y rocas carbonatadas. El depósito es de tipo skarn y permite distinguir una etapa de mineralización prógrada de granate y piroxenos cálcicos y una fase retrogradante con calcita, epidota, cuarzo y sulfuros. [4]

La paragénesis y el zonamiento de la Veta Bienaventurada son observables en un rango espacial de 230 m en sentido vertical y 1550 m en sentido horizontal. La mineralización hipógena se dio en dos secuencias paragenéticas, las que han sido determinadas mediante observaciones macroscópicas, estudios microscópicos de secciones delgadas y pulidas, microscopía electrónica de barrido y de inclusiones fluidas. [5].

La etapa retrógrada está compuesta de anfíbol + cuarzo ± clorita ± epidota ± calcita. El cuarzo es la fase dominante en esta etapa, ya que actúa de manera pervasiva obliterando el protolito de la roca e incluso dejando evidentes cavidades en los bordes de granate. El anfíbol, la clorita y la epidota reemplazan principalmente a clinopiroxenos y bordes de granates, mientras que la calcita se encuentra de manera intersticial o bien, reemplazando también al granate. A excepción de la scheelita, la relación de la mineralización metálica con la etapa prógrada y retrógrada no es clara, aunque se ha observado cristales de molibdenita asociados espacialmente a clorita. [6].

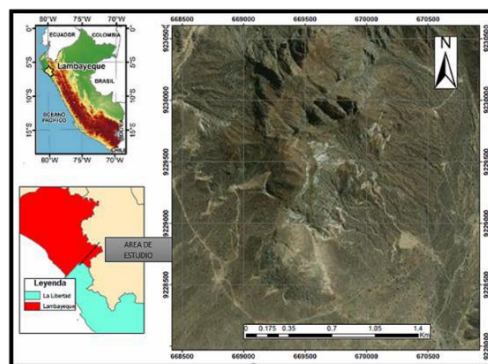


Figura 1. Plano de ubicación y accesos al área de estudio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño para el programa de muestreo

La muestra estuvo representada por 10 puntos de muestreo estratégicos del depósito Las Vizcachas para obtener representatividad e información y así interpretar la relación la caracterización petrominera gráficas con la clasificación del depósito “Las Vizcachas” ubicada en las Pampas de Pacanga, Provincia de Chepén, departamento La libertad.

B. Trabajo de campo

La recolección de datos se obtuvo de forma directa en campo con muestreo (muestras puntuales de mano) y observaciones de diferentes zonas de mineralización, afloramientos de rocas del depósito, litología, alteraciones y mineralización,

Se recolectaron muestras para la caracterización petrominero gráficas, con el criterio adecuado para una eficaz interpretación al finalizar esta investigación.

C. Trabajo en Laboratorio

Las muestras recolectadas en campo fueron enviadas a laboratorio, además, cada una de las secciones delgadas y pulidas serán observadas en forma detallada para así poder llegar al objetivo principal de esta investigación, conocer las características petrominera gráficas y relacionarlo con la clasificación del depósito las Vizcachas, del mismo modo la asociación mineralógica, texturas de las rocas, minerales de alteración, reemplazamientos.

D. Trabajo de gabinete Post – campo

En esta etapa se delimitó el área de estudio, se ubicaron las rutas de acceso a los puntos de interés y se elaboraron mapas con el software ARCGIS 10.5, utilizando en todos ellos el sistema coordinado WGS 1984 UTM Zona 17S. Además, se realizó una recopilación y estudio de información bibliográfica, tales como las cartas geológicas (14 – e Chongoyape), boletín B051 (Prospección Geológica – Minera de la región Lambayeque) del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) Paralelamente, se hizo un itinerario flexible de los días de campo y se reunieron todos los materiales correspondientes para un buen desarrollo de trabajo de campo.

Con los resultados obtenidos de laboratorio de microscopía óptica se realizaron estudios de reconocimiento de minerales, asociaciones y remplazamientos, paragénesis mineral, alteraciones, texturas de roca y la descripción geológica hecha en campo y se relacionó estos datos con un tipo de depósito.

Posterior a ello, se realizaron los estudios geológicos, petrominera gráficas y/o petrográficos que ayudaron a determinar la clasificación de depósitos minerales su paragénesis u modo emplazamiento de mineralización.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. GEOLOGÍA

Se han diferenciado distintas unidades geológicas que van desde el Mesozoico al Cuaternario. La mayoría están dispuestas en una orientación NW-SE, y que de más antigua a más joven corresponden a volcánico Oyotun (Jurásico), grupo Goyllarisquizga (cretáceo inferior), Formación Inca, Formación Chulec, formación Pariatambo (Albiano), formación Quilquiñan (Cretáceo Superior), Volcánico Llama (Cenozoico – Eoceno) y Batolito de la costa (Eoceno) Estas unidades están parcialmente cubiertos por sedimentos aluviales y eólico (Cuaternario).

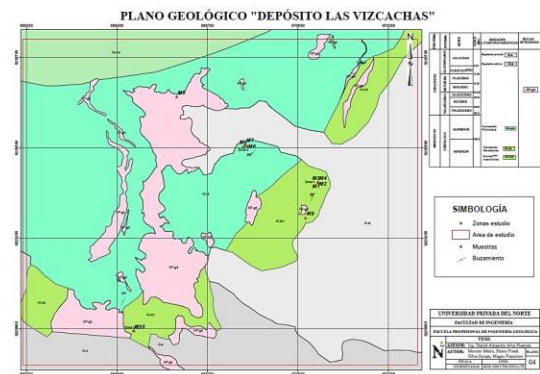


Figura 2. Plano Geológico de las Zonas de estudio.

E. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El depósito metálico “Las Vizcachas” se extiende en el cerro del mismo nombre con una longitud 2 km N – S y 1 km E- W en el norte de La Libertad. En esta área aflora secuencias calcáreas de las formaciones descritas en el ítem A. Estas rocas han sufrido cambios debido al metamorfismo ocasionando así el cambio de su textura y mineralogía.

F. ZONAS ESTUDIADAS

Algunas labores mineras realizadas anteriormente permiten reconocer al menos tres zonas mineralizadas a lo largo del depósito mineral “Las Vizcachas”. Estas zonas han sido seleccionadas para la toma de muestras de roca y mineral éstas corresponden a: Zona 1, Zona 2, Zona 3.

ZONA 1

Tabla 1
Coordenadas Zona 1.

ESTE	NORTE	COTA
670056	9229405	322

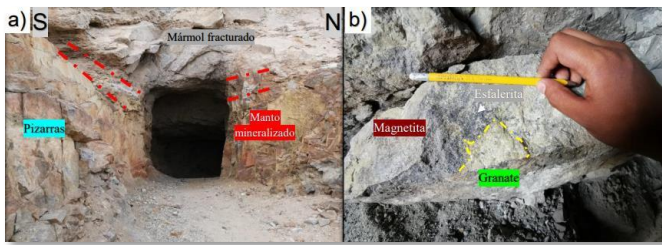


Figura 3. a) Labor en la zona 1; b) Mineralización del manto.

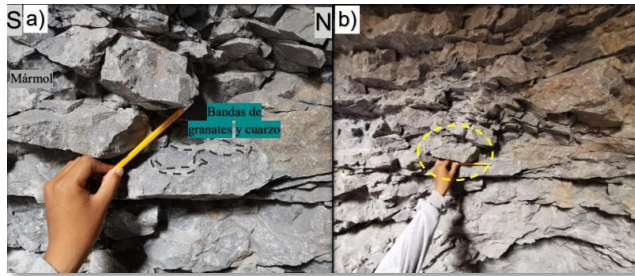


Figura 4. a) Bandas rellenas de granate y cuarzo b) menor escala el mármol.

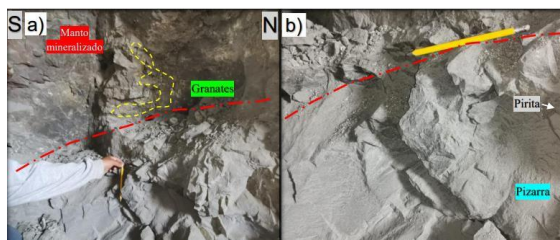


Figura 5. a) Fotografía de roca caja piso (pizarra) b) presencia de diseminaciones de pirita en pizarra.

ZONA 2

Tabla 2

Coordenadas de la zona 2.

ESTE	NORTE	COTA
669850	9229504	395

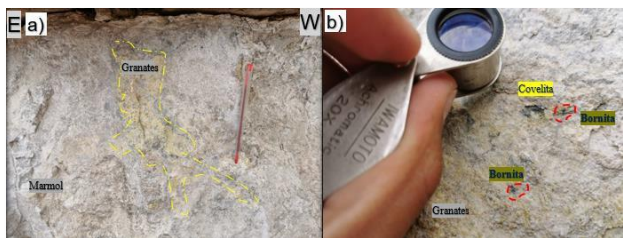


Figura 6. Mármol con presencia de granates y mineralización metálica.

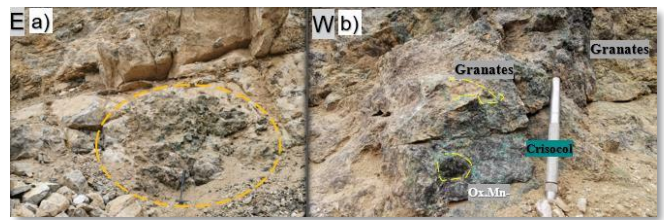


Figura 7. Mineralización en contacto con roca metamórfica (mármol).

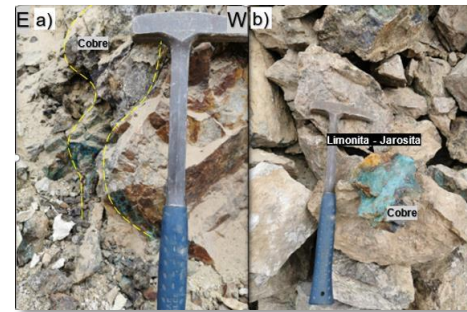


Figura 8. Mineralización de cobre en fracturas

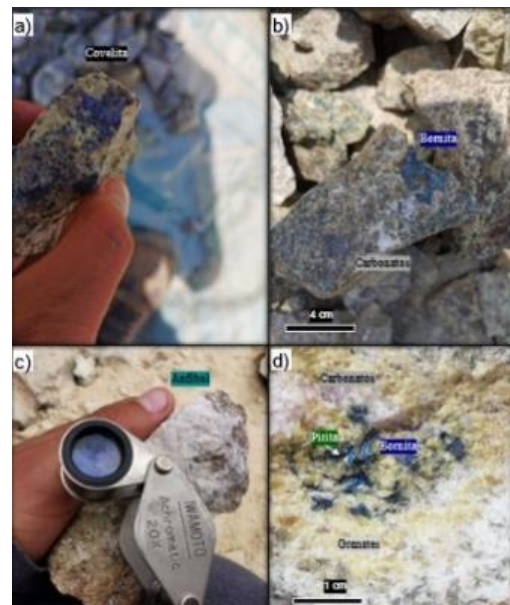


Figura 9. Mineralización en el Skarn zona 2.

ZONA 3

Tabla 3

Coordenadas Zona 3.

ESTE	NORTE	COTA
669546	9228995	395

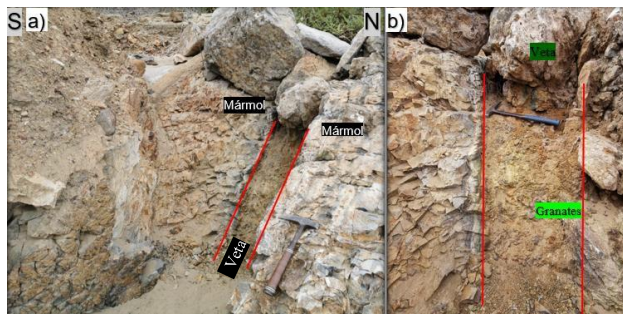


Figura 10. Fotografía de porfidogranodiorítico en contacto con mármol. Veta de skarn de granates.

D. PETROGRAFIA

A continuación, se describe de manera macroscópica y microscópica las principales litologías estudiadas en esta investigación que han sufrido metamorfismo y metasomatismo al largo del depósito “Las Vizcachas”.

El estudio microscópico con el fin de detallar texturas, mineralogía de alteración, asociaciones paragenéticas presentes para un mejor entendimiento de los procesos que dieron origen a este tipo de rocas.

MUESTRA 1

La muestra M1 corresponde a un skarn de granates retrogradado a esfalerita y óxidos, fue extraída de un manto mineralizado presente en el área de estudio (Zona 1).

Roca metamórfica compacta, de color verde amarillento, con textura granoblástica. Está compuesta principalmente por agregados de blastos de granates que oblitera el protolito, presenta una venilla de magnetita de 2 a 3 mm de ancho sobre la cual presenta diseminaciones de piritita y calcopirita. Los cristales de magnetita y esfalerita se encuentran de manera intersticial, rellenando cavidades entre los granates.

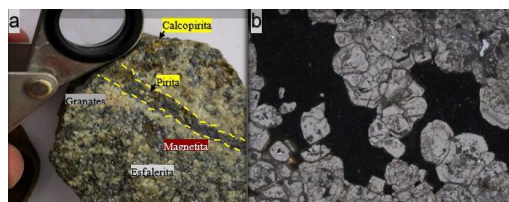


Figura 11. Muestra de Skarn de granate retrogradado a esfalerita y óxidos.

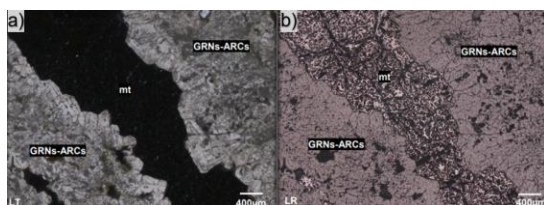


Figura 12. Fotomicrografía de agregados de cristales de magnetita (MT).

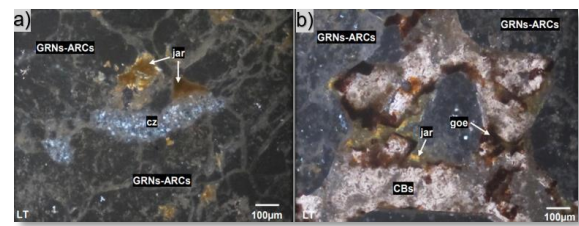


Figura 13. Agregados de pequeños blastos de cuarzo (cz)

MUESTRA 2

Muestra extraída de la zona ubicada en el contacto del manto y la roca caja techo (mármol), a un skarn de granates retrogradado a carbonatos y esfalerita, está compuesto por granates de color verde amarillento bien formados que oblitera el protolito original, con textura granoblástica. Además, presenta en sectores calcita cristalizada sobre los granates.

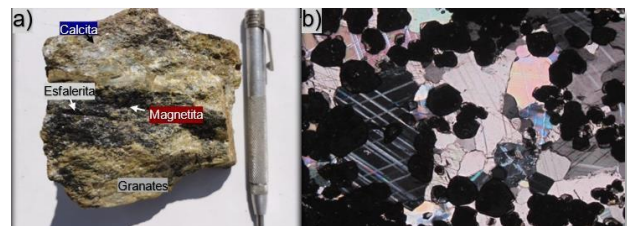


Figura 14. Skarn de granates retrogradado a carbonatos y esfalerita.

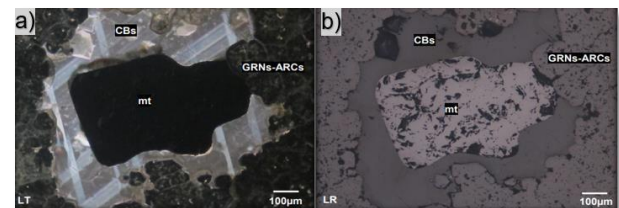


Figura 15. Fotomicrografía de agregados de blastos de carbonatos.

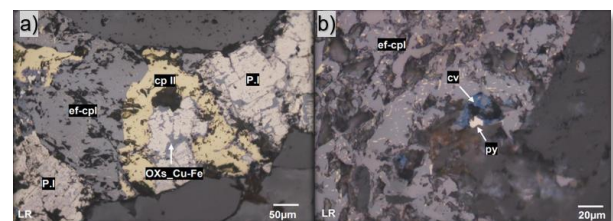


Figura 16. Cristales de producto intermedio que presentan óxidos de cobre y hierro.

MUESTRA 3

La muestra 3 es mármol skarnizado, siendo esta una roca metamórfica compacta de textura granoblástica y color gris claro, extraído de roca caja techo del manto mineralizado ubicado en la zona 1, presenta fracturas de 1 cm a 1.4 cm

rellenas de granates, constituido además con abundante carbonatos y venillas delgadas rellenas por carbonatos, con escasas diseminaciones de pirita, además grado de efervescencia alta.

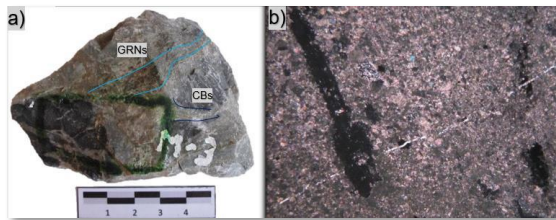


Figura 17. Roca metamórfica compacta caracterizada como marmol skarnizado.

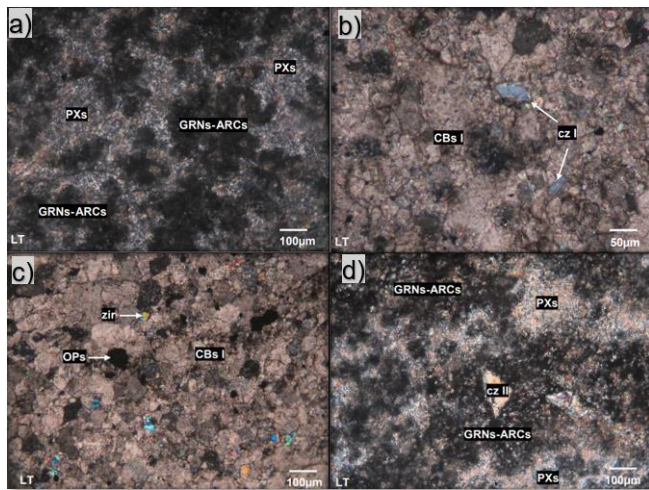


Figura 18. Granates alterados por arcillas y blastos de cuarzo I, II con minerales opacos y zircón.

MUESTRA 4

Roca metamórfica compacta, de color gris oscuro y textura granoblástica, clasificada como pizarra moteada, extraída de la roca caja piso del manto mineralizado (zona 1), por sectores presenta venillas de aproximadamente de 1 mm con diseminaciones de pirita y cuarzo. No presenta efervescencia. Por sectores contiene pirrotita (magnetismo débil).



Figura 19. a) Fotografía de pizarra moteada.

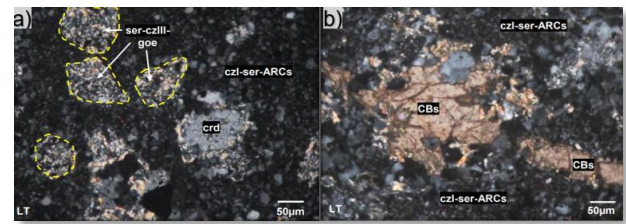


Figura 20. Cristales de cordierita y carbonatos.

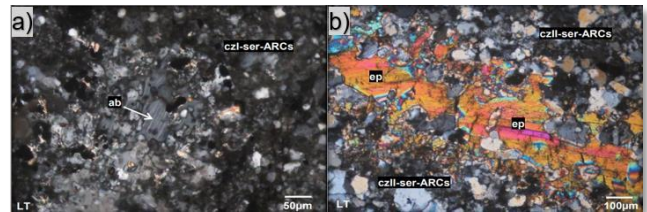


Figura 21. a) Franjas formadas por agregados pequeños blastos de cuarzo.

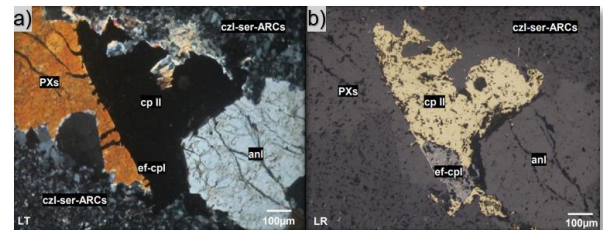


Figura 22. Franjas formadas por agregados de cuarzo I con sericita y arcillas.

MUESTRA 5

Esta muestra extraída de la zona 2, corresponde a una roca metamórfica compacta, de color verde amarillento, con textura granoblástica. Definida como un skarn de granates y piroxenos retrogradado a anfíboles, bornita y carbonatos, compuesta principalmente por blastos de granates y piroxenos de la fase prógrada, calcita de manera intersticial y anfíboles de tamaño aproximadamente de 1.5 mm. En cuanto a la mineralización metálica predomina el cobre como bornita.

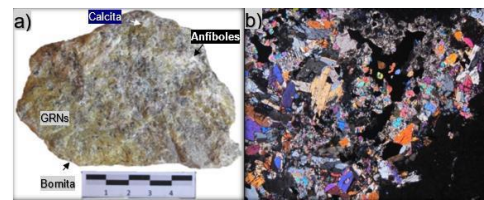


Figura 23. Skarn de granates y piroxenos retrogradado a anfíboles, bornita y carbonatos.

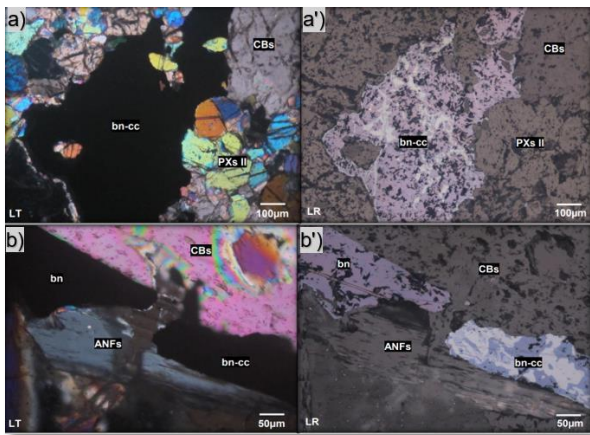


Figura 24. Cristales de bornita reemplazados por calcosita (bn-cc).

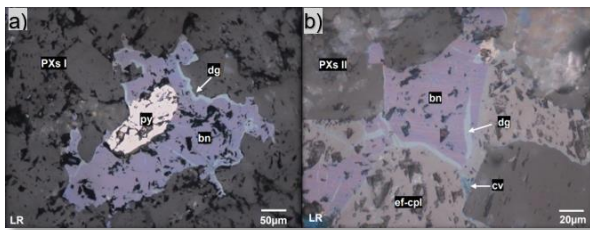


Figura 25. Cristales de pirita que han sido reemplazados por bornita (bn).

MUESTRA 6

Esta muestra obtenida de la zona 2, es clasificada como un skarn de granates y piroxenos retrogradado a anfiboles y cuarzo, está compuesta por abundantes granates, óxidos de manganeso y hierro. La mineralización de cobre está en silicato como es la crisocola, en cuanto a los óxidos de hierro se encuentra hematita y limonita.

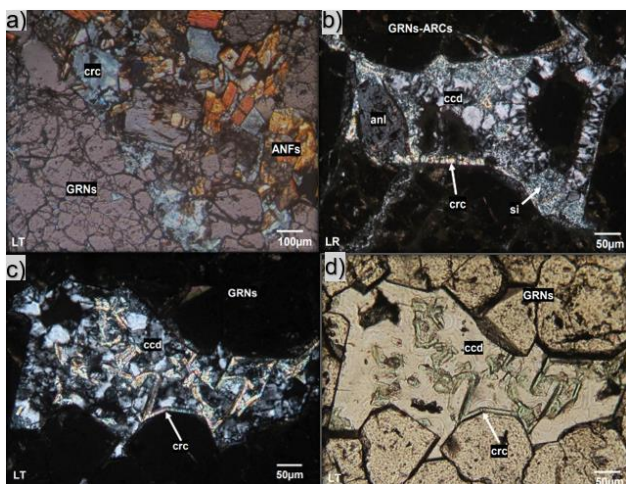


Figura 26. Agregados de blastos (granates) y anfiboles.

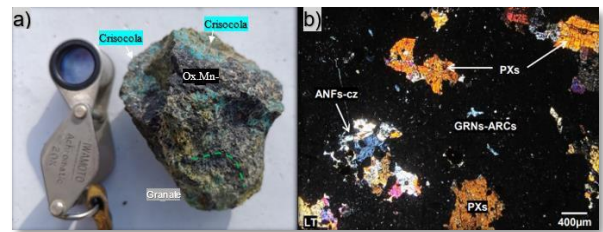


Figura 27. Skarn de granates y piroxenos retrogradado a anfiboles y cuarzo.

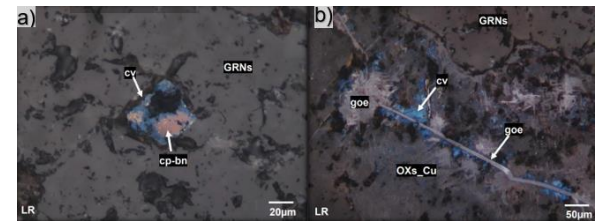


Figura 28. Cristales de bornita con relictos de calcopirita (cp-bn) que han sido reemplazados por covelita (cv).

MUESTRA 7

Roca metamórfica compacta, de color pardo amarillento a verdoso, con textura granoblástica. Clasificada como un skarn de granates y piroxenos retrogradado a carbonatos. Está compuesta principalmente de granates que oblitera el protolito de la roca, en la mineralización de interés de cobre se tiene crisocola, en pequeñas cantidades calcopirita y pirita. La calcita se encuentra cristalizada sobre los granates.

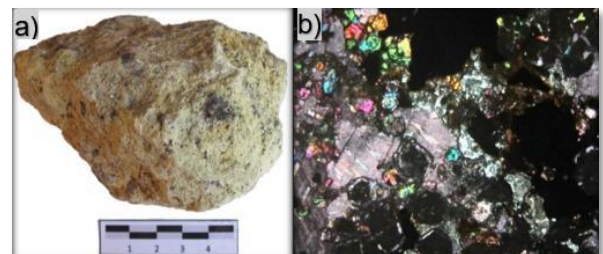


Figura 29. Skarn de granates y piroxenos retrogradado a carbonatos.

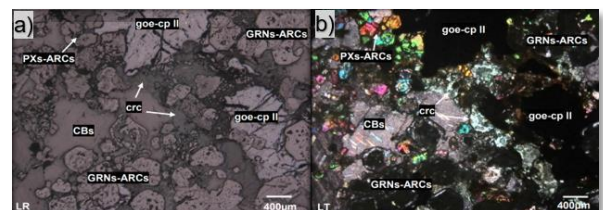


Figura 30. Granates alterados por arcillas y con relictos de piroxenos.

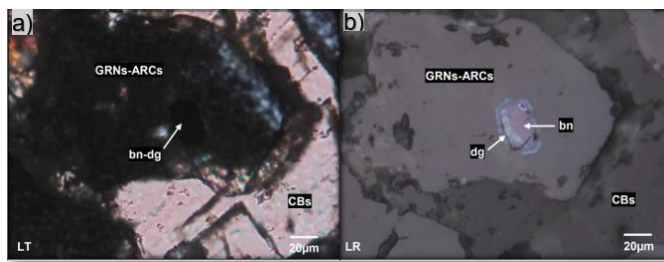


Figura 31. Bornita (bn) reemplazado desde los bordes por digenita (dg).

MUESTRA 8

Roca intrusiva de color gris claro, con textura porfiritica y de color gris claro, clasificándose como un pórfido granodiorítico, esta roca aflora en grandes extensiones de la presente investigación instruyendo en franjas calcáreas del cretácico superior. Constituido por fenocristales de plagioclasas, cuarzo, feldespato potásico y ferromagnesianos, en un matriz de gran o fino con textura granular formada por feldespato y cuarzo.

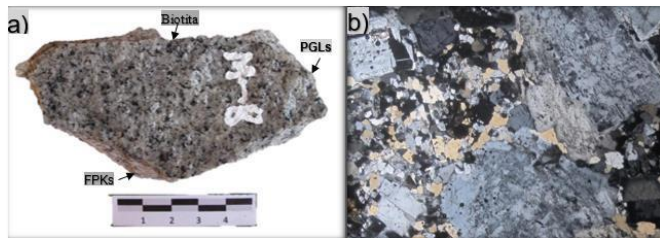


Figura 32. Fotografía de pórfido granodiorítico con fenocristales.

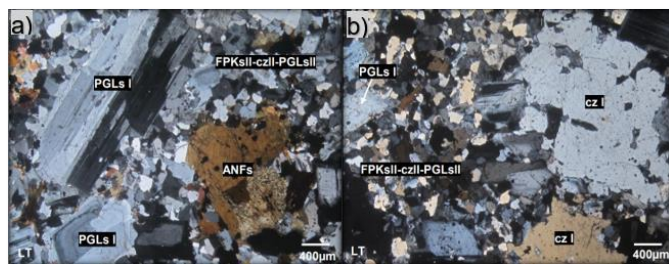


Figura 33. Fenocristales de plagioclasas I (PGLs I) y anfíboles (ANFs).

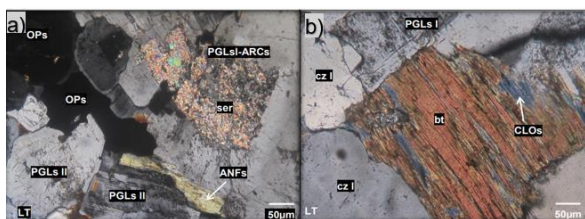


Figura 34. Fenocristales de plagioclasas I alterados por arcillas (PGLsI-ARCs) y agregados de sericita (ser).

MUESTRA 9

Roca intrusiva de grano fino con textura fanerítica y de color gris blanquecino. Presenta cristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas y biotita; con ligera alteración a arcillas y por sectores con impregnaciones de óxidos de hierro. No presenta magnetismo.

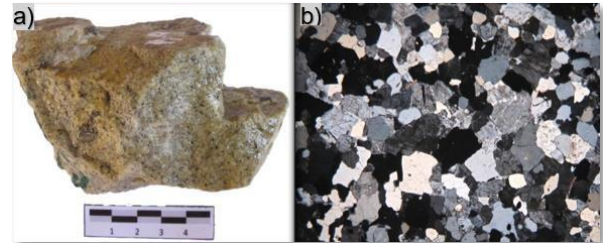


Figura 35. Fotografía y fotomicrografía de muestra de sienogranito.

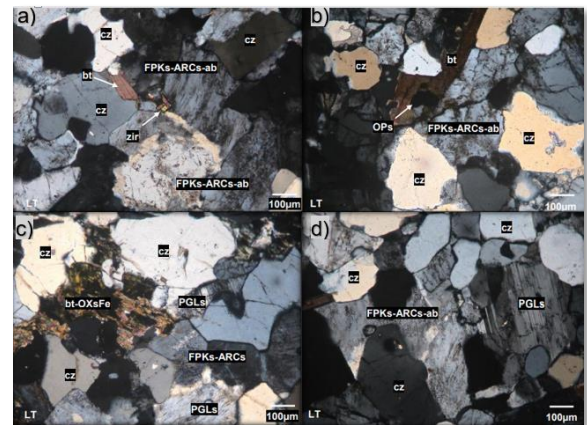


Figura 36. Fotomicrografías de cristales de biotita (bt), zircon (zir) y cuarzo.

MUESTRA 10

Esta muestra fue obtenida de la zona 3 de la investigación. Está compuesta principalmente por agregados de magnetita que han sido invadidos por blastos de anfíboles (con textura granoblástica). Por sectores se observa ligeras impregnaciones de óxidos de hierro, esta roca metamórfica compacta de color negro a gris oscuro es clasificada como un skarn de magnetita y granates retrogradado a anfíboles.

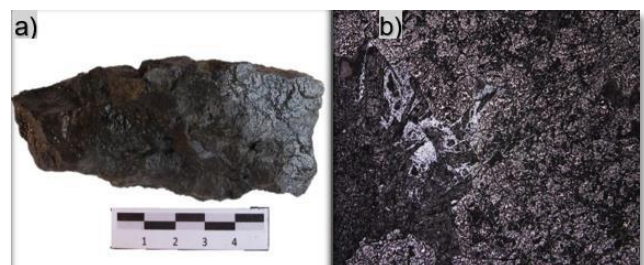


Figura 37. a) Fotografía de muestra de skarn de magnetita y granates retrogradado a anfíboles.

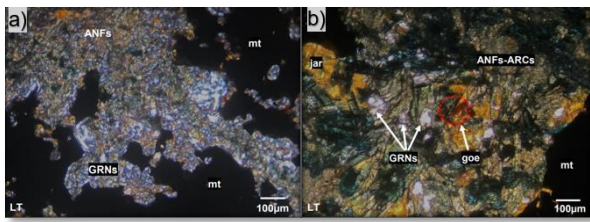


Figura 38. Blastos de granates (GRNs) que han sido englobados por agregados de cristales de magnetita (mt).

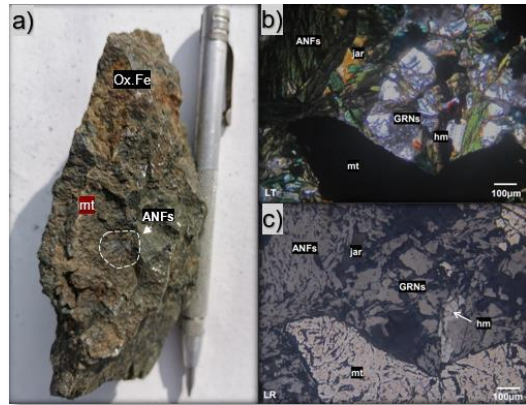


Figura 39. M10 extraída de la zona 3, presenta mineralización de magnetita, actinolita y óxidos de hierro como hematita; además de jarosita.

Tabla 4

Cuadro resumen de las zonas mineralizadas estudiadas con su respectivas litologías, mineralogía y mena principal.

Zona	Muestra	Litología	Mineralogía Prograda	Mineralogía Retrógrea
1	M1	Skarn de granates retrogradado a esfalerita y óxidos	Granates>>Magnetita	Arcillas>>Carbonatos>C
	M2	Skarn de granates retrogradado a carbonatos y esfalerita	Granates>>Magnetita	Carbonatos>>Arcillas
2	M5	Skarn de granates y piroxenos retrogradado a anfíboles, bornita y carbonatos	Granates>>Piroxenos I>Piroxenos II	Anfíboles>>Carbonatos>Arcillas
	M6	Skarn de granates y piroxenos retrogradado a anfíboles y cuarzo	Granates>>Piroxenos>>Andalucita	Anfíboles>>Cuarzo>Crisolalcedonia>Silíce>Arcillas
	M7	Skarn de granates y piroxenos retrogradado a carbonatos	Granates>>Piroxenos>>Magnetita	Carbonatos>>Arcillas>Cuarzo
3	M10	Skarn de magnetita y granates retrogradado a anfíboles	Magnetita>>Granates	Anfíboles>>Arcillas>C

Tabla 5

Cuadro resumen de las litologías estudiadas con su respectiva litología, mineralogía y textura.

Zona	Muestra	Litología	Minerales	Minerales Secundarios
a				
Primarios				
I	M3	Mármol skarnizado	Carbonatos>>Cuarzo I>Zircón	Granates>>Piroxenos>>Arcillas>Carbonatos II>Cuarzo II y III>Anfíboles
	M4	Pizarra moteada	Cuarzo I>>Cuarzo II>Cordierita	Sericita>>Piroxeno>Cuarzo IV>Cuarzo III>Andalucita>Arcillas>Epidota>Carbonatos>Cloritas>Feldespatopotásico>Albita
I	M8	Pórfido Granodiorítico	Plagioclasas I>>Cuarzo>>Anfíboles>Biotita>Feldespatopotásico I>Apatito>Zircón	Arcillas>>Epidota>Cloritas>Sericita>
N	M9	Sienogranito	Feldespatopotásico>Cuarzo>Plagioclasas>Biotita>Zircón	Arcillas>>Albita>Muscovita>
T				
R				
U				
S				
I				
V				
O				
S				

COMPARACIÓN CON DEPOSITO TIPO SKARN

El estudio de prospección geológica, minera regional en la región Lambayeque realizado por INGEMMET (2018) postula que las rocas ígneas del batolito de la costa que abarcan rocas desde diorita, granodiorita y granito que en general son rocas metaluminosas. Estas características se atribuyen a los plutones que forman skarns de cobre, zinc y plomo. Además, dicho estudio menciona que el ambiente tectónico de la región Lambayeque es el de un arco volcánico de margen activa casi para todas las edades. Indicando que las rocas del batolito de la costa se formaron por regímenes de subducción.

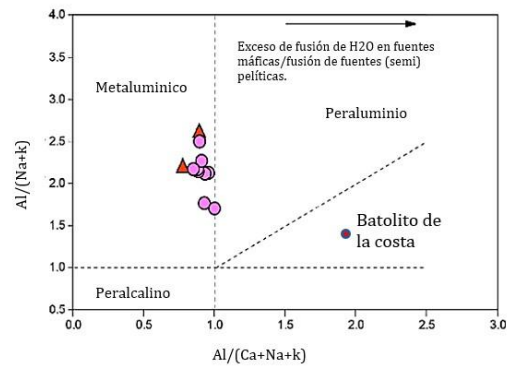


Figura 40. Aluminosidad de las rocas intrusivas y volcánicas estudiadas Región Lambayeque. Tomado de INGEMMET 2018.

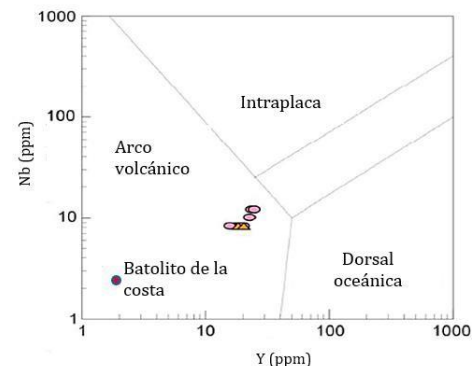


Figura 41. Ambiente tectónico relacionado con las unidades geológicas Tomado de INGEMMET 2018.

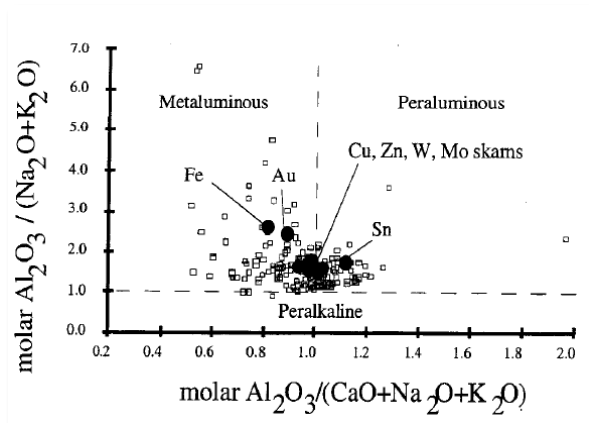


Figura 42. Saturación de alúmina para clasificación de Depósitos skarn extraído de Meinert, 2001.

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio petrográfico, tectónica regional y observaciones en campo se realizó una interpretación de los datos y una comparación con datos de investigaciones similares a nuestro depósito de estudio, entre ellos diferentes estudios de yacimientos de skarn y/o depósitos donde intervengan rocas intrusivas y carbonatadas.

IV. CONCLUSIONES

Con la clasificación petrominero-gráfica de las muestras obtenidas en el área de estudio se logró reconocer las secuencias paragenéticas, alteraciones y remplazamientos. En la Zona 1 las rocas observadas corresponden a skarn de granates retrogradado esfalerita, óxidos y carbonatos donde se desarrolla una etapa prógrada compuesta de granate masivo de color verde y escaso piroxeno. La etapa retrógrada consiste en carbonatos cuarzo y sulfuros. La mineralización metálica corresponde principalmente a magnetita, calcopirita, pirita, esfalerita pirrotina, arsenopirita, galena y covelina, goetita y óxidos de cobre y hierro.

La Zona 2 la mineralización se desarrolla principalmente en un skarn granate y piroxenos retrogradado a anfíboles. La fase prógrada consiste en granates de color verde a verdes amarillentos, piroxeno, andalucita en inclusión dentro de granates. Por otro lado, la etapa retrógrada compuesta por anfíbol, vesuvianita, carbonatos y cuarzo, que oblitera completamente el protolito de la roca. Al haber mayor cantidad de anfíboles y la diferencia de cotas que en la zona 1 indicaría una menor profundidad de formación.

La zona 3 es un skarn de magnetita y granates retrogradado a anfíboles donde la mineralización principal es de magnetita, con cristales diminutos de calcopirita es decir que en la alteración retrograda no hubo una precipitación importante de sulfuros.

Las secuencias paragenéticas concuerdan en general con un yacimiento skarn teniendo marcadas alteraciones de skarn prógrados y retrógrados cada una de estas con sus minerales característicos granates y piroxenos prógrados y anfíboles, carbonatos, cuarzo y deposición de minerales metálicos (sulfuros) en la alteración retrograda.

Según la descripción del depósito Las Vizcachas, se desarrolla a lo largo del nivel calcáreo de orientación NE-SW de las formaciones carbonatadas del cretáceo superior. Estas rocas han sido emplazadas por plutones (pórfido – granodiorítico y sienogranito) pertenecientes al batolito de la costa, cuyos fluidos dieron origen al depósito tipo skarn. En éste se pueden encontrar litologías características de este tipo de depósitos, tales como skarn de granates, skarn de magnetita, pizarras y mármol. La infiltración de fluidos magmáticos responsable de la formación del skarn ocurre principalmente a través del contacto entre el nivel calcáreo y el emplazamiento del plutón granodiorítico y sienogranito aprovechando los planos de estratificación de las calizas y permeabilidad de estas.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ejecutó en la Universidad Privada del Norte (UPN).

REFERENCIAS

- [1] Cañola, C., Gallego, A., Bolívar, W. Caracterización mineralógica y mineralogía de procesos aplicada a la mina de veta “la esperanza”, ubicada en la vereda Cedeño parte alta del municipio de Támesis, Antioquia. 2015.
- [2] Yparaguire, J. Secuencias paragenéticas, alteraciones hidrotermales e inclusiones fluidas de la veta bienaventurada - Huachocolpa - Huancavelica. 2005.
- [3] Navarro, P. (sf) Características metalogenética de los yacimientos asociados al grupo Calipuy en el norte del Perú, departamentos de La libertad y Ancash. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).
- [4] Melgarejo, C., Proenza, J., Gali, S., Llovet, X. (2010) Técnicas de caracterización mineral y su aplicación en exploración y explotación minera. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Volumen 62, núm. 1, 2010, p. 1-23.
- [5] Carlotto, V., Quispe, J., Rodríguez, R., Cerpa, L. Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú. 2009.
- [6] Meinert, L. (2001). Workshop on Exploration for skarn Deposits. Congreso Geológico ProExplo. 2001.
- [7] García, J. Microscopía práctica de los minerales opacos. pp 68. 2019.
- [8] Dannunzio, M., Rubinstein, N., Gómez, A. y Hernández, L. Paragénesis mineral del depósito epitermal de Au Quebrada del Diablo Lower West, San Juan. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/64675/CONICET_Digital_Nro.dba76ccc-944c-4309-b925-98410b23a0e_Z.pdf?sequence=6&isAllowed=y. 2017.
- [9] Misra, K. Understanding mineral deposits. Tennessee, U.S.A: Springer-Science+Business Media, B.V. 2000.
- [10] Ojeda, C., Sánchez, C. Petrografía, petrología y análisis de procedencia de unidades paleógenas en las cuencas Cesar – Ranchería y Catatumbo. <https://www.redalyc.org/pdf/3496/349631996006.pdf> 2009.
- [11] Pérez, E. y Gonzáles, E. Mineralogía de skarn y fluidos asociados a los yacimientos de Cu-Zn-Ni-Co de La Esperanza, Sonora, México. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mcgv/v27n1/v27n1a1.pdf> 2010.
- [12] N Smimov, V. Geología de yacimientos minerales. Moscú, Rusia: Mir Moscú. 1982.