



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“ANÁLISIS PETRO–MINERALÓGICO PARA DETERMINAR LA OCURRENCIA DE MINERALIZACIÓN EN UN DEPÓSITO DE TIPO PÓRFIDO DE Cu - Au”: una revisión de la literatura científica

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Geológica

Autores:

Anell Greysy Burga Estela

Asesor:

Mg. Oscar Hugo Silva Ruiz

Cajamarca - Perú

2018



DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por ser mi fortaleza en los momentos de dificultad e iluminar mi mente para lograr mis objetivos.

A mi madre Rosalina Estela Muñoz, por darme la vida, por guiarme en el camino del bien y por su apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, y por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Al programa Beca 18 – PRONABEC, por haber financiado todo el periodo de mi carrera.

A la Universidad Privada del Norte y sus docentes por los conocimientos brindados.



Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 6 |
| RESUMEN | 7 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 8 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 13 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 17 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 22 |
| REFERENCIAS | 25 |
| ANEXOS | 26 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Cantidad de estudios seleccionados y descartados</i> | 19 |
| Tabla 2. <i>Porcentaje de estudios respecto a la base de datos</i> | 20 |
| Tabla 3. <i>Cantidad de publicación de estudios con respecto al año de publicación</i> | 21 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Recopilación de información en base de datos. | 16 |
| Figura 2. Proceso de selección de estudios de investigación. | 17 |
| Figura 3. Cantidad de estudios seleccionados y descartados. | 19 |
| Figura 4. Porcentaje de estudios respecto a la base de datos. | 20 |
| Figura 5. Cantidad de publicación de estudios con respecto al año de publicación. | 21 |
| Figura 6. Plataforma de base de datos "Mineralium Deposita" | 26 |
| Figura 7. Plataforma de la base de datos EBSCO. | 26 |
| Figura 8. Plataforma de base de datos ProQuest. | 27 |
| Figura 9. Plataforma de base de datos Concytec. | 27 |

RESUMEN

Las últimas investigaciones permiten evidenciar que el análisis petro- mineralógico es trascendental en la obtención de resultados precisos y fiables con respecto a la mineralización. El objetivo de este trabajo es analizar las características petro – mineralógicas que determinan la ocurrencia de mineralización en un depósito de tipo pórfido Cu –Au. Con este fin se analizan 20 documentos publicados entre los años 2010 y 2018 a partir de los indicadores como el año de publicación, idioma, revistas, tipo de investigación, temáticos y productividad por país. La información se obtuvo de la versión electrónica de revistas especializadas y para conseguir otros indicadores de análisis petro-mineralógicos relacionados con las citas, autores citados y revistas de Journal, Sprink y Mineralium Deposita en la que más se cita. En los resultados se presenta información específica sobre el tema de los análisis petro- mineralógico y la ocurrencia de mineralización que se presenta en un depósito de Cu – Au, además el ambiente de formación. Se discuten los aspectos más relevantes que hay que potenciar y otros que son necesario mejorar para obtener un adecuado análisis petro- mineralógico y de esta manera lograr una correcta correlación; asimismo se deben considerar puntos de muestro correctos y laboratorios de confianza.

PALABRAS CLAVES: Pórfido Cu-Au, ocurrencia de mineralización, análisis petro-mineralógico.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Cabanillas (2016), en los Andes del Perú el sistema cretácico, ha sido siempre de gran interés en la exploración; ya que, se han descubierto grandes depósitos de plata, oro y demás elementos valiosos importantes en la industria minera; los cuales se encuentran emplazados en rocas sedimentarias de dicho sistema. La mayor parte de estos elementos, pertenecen a depósitos tipo pórfido, esto se debe a diversos controles de mineralización a los que están expuestos. Debido a las razones expuestas anteriormente, surge la necesidad de aportar estudios petro – mineralógicos para determinar la ocurrencia de mineralización en áreas que carecen de dichos estudios y presentan un gran potencial para ser explotadas. Los análisis petro – mineralógicos ayudan a tener una mejor percepción sobre la concentración, secuencia, distribución de la mineralización emplazada en diversos tipos de rocas.

Según Montano (2015), los depósitos tipo pórfido son considerados importantes fuentes de metales y están asociados a complejos plutónicos someros emplazados en arcos magmáticos de margen de placas convergentes, es así que hay muchos estudios geofísicos, geoquímicos y petro-mineralógicos orientados al entendimiento de la formación de estos depósitos. Estos estudios han demostrado la ocurrencia de mineralización de dichos depósitos, la influencia de los procesos magmáticos e hidrotermales y además la tectónica regional durante la formación. Además un artículo realizado por el mismo autor en Chaigualgon (Cajamarca), demuestra la importancia de las ocurrencias mineralógicas, para

lo cual se basa en una serie de procedimientos anteriores a este, que permiten tener secuencia geológica clara; lo primero que se debe realizar es analizar los controles estructurales de la zona, luego identificar las fases de las intrusiones en dicho depósito para generar la secuencia de mineralización y alteraciones presentes; al final de dicho proceso se realizan los estudios petro – mineralógicos para determinar la ocurrencia del mineral de forma microscópica; ya que de manera macroscópica no se pueden visualizar todos los minerales presentes. Para poder constatar la información anteriormente expuesta se presentan estudios relacionados al tema, en donde se recalca la importancia de los estudios petro – mineralógicos.

Según los estudios realizados en el depósito de Tuwu Cu, noroeste de China la geoquímica del elemento de roca completa, muestra que el complejo volcánico y el pórfido de plagiogranito se formaron en el mismo arco isleño, aunque el complejo se derivó por fusión parcial de la cuña del manto y el pórfido de plagiogranito por fusión parcial de una losa subductora. La diorita y los pórfidos de plagiogranito han sido sometidos a una intensa alteración hidrotermal y mineralización asociada, pero el pórfido productivo es el pórfido de plagiogranito. Para reconocer las etapas de mineralización y alteración, incluyendo etapas pre, syn y post-mineral se realizaron estudios petro-mineralógicos. Los cuales dieron los siguientes resultados etapa anterior al mineral formó una alteración propilítica estéril que está muy extendida en el complejo volcánico. La etapa de syn-mineral se divide en tres subetapas: la Etapa 1 se caracteriza por la alteración potásica con calcopirita + bornita + calcocita; La Etapa 2 está marcada por la alteración clorito-sericita-albita con calcopirita ± pirita ± bornita; La etapa 3 está representada por una alteración fílica con calcopirita + pirita

± molibdenita. La etapa posterior al mineral produjo una alteración argílica estéril limitada al pórfido de diorita. (Shen et. al., 2014, p.1)

Otro estudio realizado en El Kouif - Argelia, el análisis mineralógico y magnético de algunas muestras de arenas fosfáticas mostró un predominio de minerales ligeros. Así como la clasificación y la observación microscópica condujeron al aislamiento de coprolitos, fósiles de peces y litoclastos, pero principalmente gránulos fosfatados ovoides. El análisis XRD confirmó la presencia de minerales apatíticos (hidroxiapatita, fluoroapatita, francolita y dalias), de carbonatos (calcita, calcita de magnesio, ankerita, dolomita), el cuarzo, ópalo-CT e incluso sulfuros y yeso. El análisis petrográfico de muestras de fosfato ha permitido rodear primordialmente, pellets fosfáticos ricos en materia orgánica, desprovistos de núcleo y otros nucleados. (Salim et. al., 2015, p.3)

Por consiguiente, una investigación realizada por Wu et al. (2018), respecto al estudio de la paragénesis y evolución fluida del depósito de Cu de pórfido Halasu III, East Junggar (noroeste de China), tiene como objetivo identificar detalladamente vetas portadoras de sulfuro de Cu de alto grado superpuestas en la mineralización de Cu-Mo de un pórfido anterior. El método utilizado consistió en realizar estudios petro-mineralógicos e inclusiones fluidas. Los resultados de esta investigación muestran que se identificaron cuatro etapas hidrotérmicas de alteración y mineralización, las cuales fueron: la alteración de epidota temprana (Etapa I), alteraciones de tipo pórfido (la Etapa II comprende potásicas II-A, propilíticas II-B y alteraciones fílicas II-C), vetado tardío (Etapa III) y procesos de supérgenos (Etapa IV) en las zonas de mineralización norte y sur en Halasu III. Los diques

de granodiorita y álcali de fase multifásica invadieron las rocas volcánicas de la Formación Beitashan, generando la alteración temprana de la epidota. La alteración potásica (Etapa II-A) ocurrió en y alrededor de los diques de granodiorita NNW pisando, mientras que la alteración propilítica (Etapa II-B) ocurrió en las intrusiones o rocas de la pared volcánica alrededor de la zona potásica. Estos ensamblajes de alteración temprana fueron sobreimpresos por el siguiente, Alteración fílica estructuralmente controlada (Etapa II-C) confinada dentro del pórfido de granodiorita. Las venas tardías (Etapa III) incluyen las que contienen sulfuro (Etapa III-A) y las sulfurosas (Etapa III-B). El proceso supérgeno (Etapa IV), representado por hematita y jarosita que reemplaza a los sulfuros primarios, se extiende a decenas de metros de profundidad y generalmente está controlado por fractura. En conclusión, la secuencia paragenética y la evolución del fluido en Halasu III indican que estas complejas etapas de alteración hidrotérmica se formaron de acuerdo con la evolución tectónica regional. Estas diversas etapas de alteración y mineralización en el depósito de Halasu III revelan una historia prolongada de procesos magmáticos e hidrotérmicos que se extienden de forma episódica desde el Devónico Medio hasta el Pérmico Medio, en donde la mineralización temprana fue sobreimpresa por eventos hidrotérmicos tardíos.

Finalmente, otro estudio realizado en el distrito de Imini (Marruecos), determina que el mineral de manganeso muestra un alto contenido de Mn debido a la presencia de pirolusita, criptomelano, hollandita sensu stricto, coronadita, romanechita y litiophorita. Los cuerpos de mineral se presentan principalmente como tres estratos unidos capas a lo largo del cinturón de mineral de ~ 25 km de largo siguiendo una dirección WSW-ENE. Usando microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS) junto con difracción de rayos X (XRD), aquí refinamos la mineralogía y la petrología de óxidos y oxihidróxidos de Mn para restringir la secuencia

“Análisis petro-mineralógico para determinar la ocurrencia de mineralización en un depósito de tipo pórfido de Cu - Au”: una revisión de la literatura científica paragenética y definir los principales procesos de formación de mineral. (Dekoninck et. al., 2016, p. 1)

De acuerdo a los estudios realizados con anterioridad se formula la siguiente pregunta; ¿cuáles son las características petro – mineralógicas que determinan la ocurrencia de mineralización en un depósito de tipo pórfido Cu –Au? La presente revisión sistemática tiene como objetivo principal analizar las características petro – mineralógicas que determinan la ocurrencia de mineralización en un depósito de tipo pórfido Cu –Au.

Ésta investigación busca contribuir en poder brindar información actualizada y detallada que sirva como guía para futuras investigaciones y exploraciones mineras por parte de estudiantes, profesionales de la carrera y empresas interesadas en este tipo de yacimientos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

En la presente revisión sistemática de la literatura científica, se analizaron y sintetizaron las evidencias encontradas en investigaciones respecto al análisis petro-mineralógicos y la ocurrencia de mineralización en depósitos de tipo pórfido.

a. Criterios de Elegibilidad

Para que un estudio sea elegible e incluido a la revisión sistemática se tuvo como criterio elegir las características de los estudios considerados, los cuales son aquellos que se relacionan de manera directa con las variables del tema (análisis petro-mineralógicos, ocurrencia de mineralización y pórfidos); por otro lado los años considerados de cada investigación se encuentran en un intervalo desde el año 2010 a 2018; así mismo los idiomas elegidos fueron el español e inglés.

b. Recursos de Información

Es esta revisión sistemática se ha tenido por conveniente consultar en seis bases de datos. A continuación, se describen cada una de estas bibliotecas virtuales:

Google académico: Es un buscador enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y literatura científico-académica. El sitio contiene editoriales, bibliotecas, repositorios, bases de datos bibliográficas, entre otros; y entre sus resultados se pueden encontrar citas, enlaces a libros, artículos de revistas científicas, comunicaciones y ponencias

en congresos, informes científico-técnicos, tesis, tesinas y archivos depositados en repositorios. (Zapata, 2017).

Concytec: Herramienta que permite fortalecer y mejorar el desempeño de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica en el país. (Concytec, s.f).

Mineralium Depósita: Revista Internacional de Geología, Mineralogía y Geoquímica de Yacimientos Minerales, dicha revista es de acceso limitado. (Mineralium Depósita, s.f).

ProQuest: “Se trata de uno de los mayores depósitos de contenidos en línea de todo el mundo, y facilita una única plataforma integrada con acceso al texto completo de miles de publicaciones, periódicos, diarios y revistas, además de incluir resúmenes e índices detallados de otros tantos miles de publicaciones adicionales” (ProQuest, s.f).

EBSCO: Es una base de datos que ofrece artículos científicos e investigativos de áreas del conocimiento como las ciencias naturales y exactas, artes y humanidades en texto completo. “Satisfacen las necesidades de investigación de los usuarios en las universidades, empresas, gobierno, escuelas y público en general. El contenido de las bases de datos se consulta en EBSCOhost” (Ebsco Information Services, 2017).

Repositorios institucionales: Es un depósito electrónico en acceso abierto de recursos docentes, de aprendizaje, investigación y memoria institucional de cualquier centro de estudios (Repositorios institucionas s.f).

c. Búsqueda

Para realizar una adecuada búsqueda de la información se utilizaron las siguientes palabras clave: análisis petro- mineralógico (petro mineralogical analysis, ocurrencia de mineralización (occurrence of mineralization), depósitos tipo pórfido (porphyry deposits), la búsqueda se realizó en revistas especializadas, publicaciones académicas, los idiomas utilizados fueron el inglés y español, además de ello el límite de fecha es de 10 años (2009 – 2018).

d. Selección de Estudios

En la selección de estudios se tuvo en cuenta los criterios de elegibilidad.

En la revista Mineralium Deposita, se obtuvieron 26 artículos de los cuales 18 están el rango de fecha (10 años) y espacio; de todos los 26 se han elegido 8 ya que se relacionan con el tema.

En Google Académico, se obtuvieron 12 resultados de los cuales 4 pertenecían al tema y fecha correspondiente.

En ProQuest se obtuvieron 35 resultados de los cuales se tomaron 5, ya que los demás no pertenecían al tema correspondiente.

En EBSCO se encontraron 30 artículos de los cuales se tomó 6, los demás si tenían relación con el tema propuesto pero no respondían a la pregunta de investigación.

Concytec se encontró 10 artículos de los cuales se tomó 1, ya que los demás eran tesis.

En los repositorios, se ha encontrado 2 artículos científicos y tesis de los cuales se tomaron 1 ya que la fecha pasaba el límite permitido de años.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

a. Selección de Estudios

Para realizar una adecuada selección de estudios, estos pasaron por diversos filtros o criterios de elegibilidad tales como; duplicados, fecha de publicación (máx. 10 años), texto completo, relación con el tema propuesto, entre otros. Por consiguiente, se presenta un diagrama de flujo el cual contiene los aspectos mencionados de manera clara y resumida

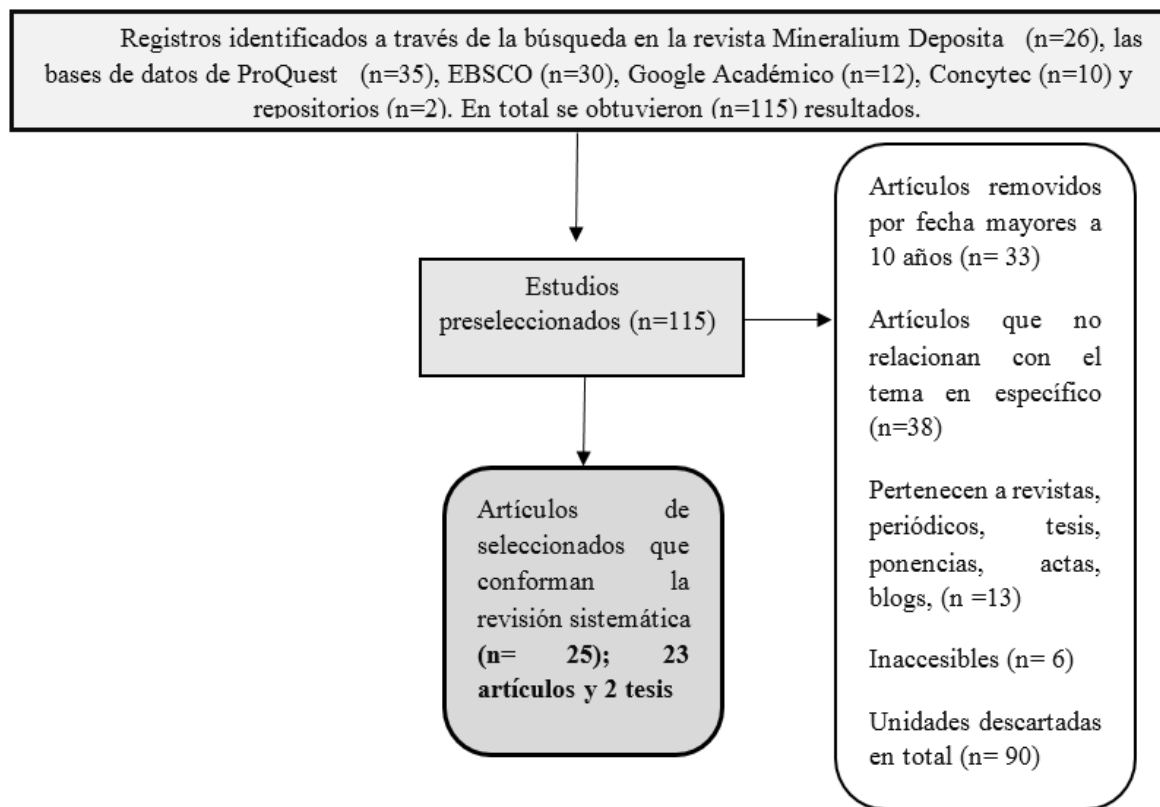


Figura 2. Proceso de selección de estudios de investigación.



b. Características de los Estudios

Para cada estudio se incluyeron diversos aspectos los cuales se presentan a continuación.

- **Las palabras clave (Keyword):** Estas ayudaron a tener mayor éxito en la búsqueda de resultados.
- **BD (Base de Datos):** Es la fuente de toda la información extraída, la base de datos utilizadas fueron (Springer Link, Scielo, Concytec, Google académico, etc.).
- **APA:** Dicho aspecto es necesario, para unificar la forma de trabajo.
- **Autor:** Aparte de tenerlos en APA, se debe consignar en otro filtro.
- **Título:** El título ayuda a identificar el tema a tratar.
- **Abstract:** Es muy importante, ya que brinda una idea general del trabajo realizado.
- **Revistas:** Existen diversos BD que trabajan con revistas especializadas es el caso de Mineralium Deposita (Springer Link).
- **Año:** El año es importante; ya que, una investigación no debe pasar de los años establecidos (10 años).
- **País:** Este considera el lugar en que se realiza la investigación.
- **Tipo de Investigación:** Se utiliza para clasificar si las investigaciones obtenidas son prácticas o teóricas.

c. Análisis Global de los Estudios

Para obtener un análisis global de los resultados se tuvieron en cuenta los aspectos más importantes tales como: año, idioma, tipo de revista y país.

Tabla 1

Cantidad de estudios seleccionados y descartados

| Base de datos | Estudios seleccionados | Estudios descartados | Total |
|---------------------|------------------------|----------------------|------------|
| Mineralium Deposita | 8 | 18 | 26 |
| ProQuest | 5 | 30 | 35 |
| EBSCO | 6 | 24 | 30 |
| Google Académico | 4 | 8 | 12 |
| Concytec | 1 | 9 | 10 |
| Repositorios | 1 | 1 | 2 |
| Total | 25 | 90 | 115 |



Figura 3. Cantidad de estudios seleccionados y descartados.

En la base Mineralium Depósito se identificaron 26 publicaciones, de los cuales se consideraron 8; en ProQuest se identificaron 35 publicaciones, seleccionándose 5; en EBSCO se reconocieron 30 publicaciones, seleccionándose 6; en Google Académico se

identificaron 12 publicaciones, de las cuales se seleccionaron 4, en Concytec se identificaron 10 publicaciones, seleccionándose 1 y en repositorios se identificaron 2, seleccionándose 1. Finalmente se seleccionaron 25 investigaciones y descartándose 90 por falta de correspondencia con el tema, duplicidad e inaccesibles.

Tabla 2

Porcentaje de estudios respecto a la base de datos

| Base de datos | Estudios | Porcentaje |
|----------------------|-----------------|-------------------|
| Mineralium Deposita | 8 | 32% |
| ProQuest | 5 | 20% |
| EBSCO | 6 | 24% |
| Google Académico | 4 | 16% |
| Concytec | 1 | 4% |
| Repositorios | 1 | 4% |
| Total | 25 | 100% |

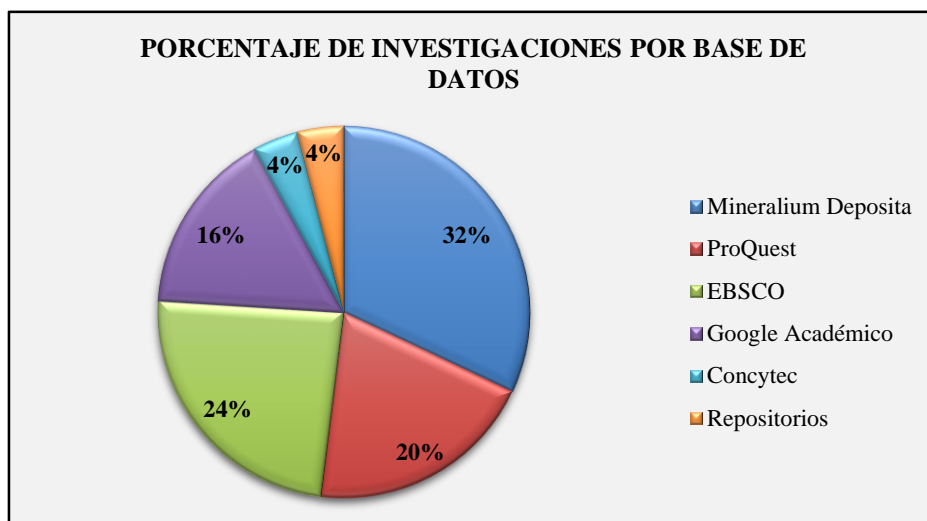


Figura 4. Porcentaje de estudios respecto a la base de datos.

La mayor cantidad de estudios seleccionados se obtuvieron de la revista electrónica Mineralium Depósito 32%; ProQuest proporciono el 20%; EBSCO el 24%; Google Académico el 16%; mientras que de las bases de datos Concytec y Repositorios se obtuvo el 4%.

Tabla 3

Cantidad de publicación de estudios con respecto al año de publicación

| Año de publicación | Cantidad de estudios |
|---------------------------|-----------------------------|
| 2009 | 2 |
| 2010 | 2 |
| 2011 | 2 |
| 2012 | 3 |
| 2013 | 2 |
| 2014 | 3 |
| 2015 | 3 |
| 2016 | 2 |
| 2017 | 3 |
| 2018 | 3 |
| Total | 25 |



Figura 5. Cantidad de publicación de estudios con respecto al año de publicación.

En la figura 5, se muestra la cantidad de estudios publicados en las bases de datos entre los años 2009 a 2018, siendo desde el año 2009 que inicia de manera ascendente con el avance de estos estudios; además se observa que dichos estudios se mantienen con el tiempo lo cual facilita la obtención de información actualizada.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Esta investigación analizó la literatura científica disponible en cinco bases de datos sobre las variables de análisis petro-mineralógicos, ocurrencia de mineralización y pórfidos entre 2008 y 2018. El objetivo fue investigar y realizar un análisis detallado sobre el estado de las variables en las bases de datos mencionadas. A continuación, se destacan algunos aspectos considerados importantes y se analizan algunas implicaciones para la investigación teórica y práctica.

Se identificaron 25 estudios que consideraban los criterios establecidos para la revisión sistemática; además de ello se observó que la cantidad de publicaciones va en ascenso cada año y en los últimos cinco años se ha mantenido lo cual implica la importancia de dichos estudios; por otro lado los trabajos sobre análisis petro-mineralógicos tienen su inicio en los años 90, los cuales fueron muy básicos, pero al pasar el tiempo y al presente dichos estudios van evolucionando de manera creciente; ya que en la exploración de yacimientos minerales son muy requeridos para analizar minerales y / o elementos que no son reconocidos de manera macroscópica.

Este estado inicial de desarrollo del trabajo de investigación en las bases de datos puede ayudar a explicar que los estudios empíricos sean de naturaleza exploratoria y que no haya un enfoque experimental. En diversos trabajos donde se describen investigaciones, no siempre presentan los datos necesarios y ejemplos aplicativos de los ítems de las dimensiones de evaluación que permitan al lector juzgar el desempeño del sistema de planificación adoptado para evaluar las variables objeto de análisis.

Conclusiones

La búsqueda de artículos científicos publicados por diversos autores entre los años 2008 – 2018, para la presente revisión sistemática; los cuales fueron obtenidos de diferentes bases de datos.

Se destacan algunos aspectos considerados importantes de artículos científicos encontrados; por una parte, Cabanillas (2016) afirma que, la petro- mineralogía en un depósito de Cu -Au presenta ocurrencia de mineralización abundante en sulfuros de hierro, cobre, plomo y arsénico; además identificó mineralización de anfíboles y epidota en el contacto del intrusivo con la roca sedimentaria y en el depósito stockwork mineralización de pirita, calcopirita, pirrotina, galena, goethita y jarosita. Por otro lado Shen (2014), confirma que las características mineralógicas en un depósito de Cu – Au se caracterizan de acuerdo a las alteraciones las cuales contienen diversa mineralogía como; calcopirita + bornita + calcocita, sericita-albita con calcopirita \pm pirita \pm bornita; todos estos minerales se encuentran ligados a rocas ígneas intrusivas de textura porfirítica. De la misma manera Sillitoe (2010), indica que evolución del depósito de pórfido está rodeado por un alteración propilítica del halo; en intermedio a félico intrusiones, el ensamblaje potásico está dominado por el cuarzo, K-feldespatos, anhidrita magnetita, calcopirita y bornita; además el ensamblaje de alteraciones está dominado por biotita y magnetita, con menos sulfuros de cuarzo, K-feldespatos, anhidrita y Cu-Fe. En conclusión se llegó a un consenso que las características petro – mineralógicas que determinan la ocurrencia de mineralización en un depósito de Cu – Au son principalmente minerales que pertenecen al grupo de sulfuros y óxidos; además, esta mineralización se encuentra en forma de ensamblajes dentro de alteraciones típicas de dicho depósito y asociados generalmente con rocas ígneas.



Por otro lado, las principales limitaciones que se destacan de acuerdo a los autores antes mencionados es la falta de acceso a los lugares de estudios, ya que todos los depósitos porfiríticos se forman en la cordillera de los Andes; por lo tanto en la mayoría de casos su acceso presenta restricciones

Finalmente, algunas recomendaciones para la investigación futura y un mejor desarrollo se derivan de esta investigación; es importante determinar de una manera precisas las características petro- mineralógicas que determinen la ocurrencia de mineralización; ya que si existen algún error en la mineralogía no se logrará una correcta correlación; del mismo modo se debe considerar puntos de muestreo correctos y contar con laboratorios de confianza para poder obtener resultados precisos y confiables.



REFERENCIAS

Sillitoe, R. (2010). Porphyry Copper Systems. *Economic Geology*, 105(1), 3-41.

Wu, C., Chen H., Liang P., Han J., Liu Z., Fang J., Xu D. (2018). Paragenesis and fluid evolution of the Halasu III porphyry Cu deposit, East Junggar (NW China): Implications for the Paleozoic multiphase superimposing mineralization in the Central Asian Orogenic Belt. *Elsevier*, 100, 183-204.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.08.001>

Cabanillas, L. (2016). Estudio petro – mineralógico para determinar ocurrencia de mineralización en la zona de sapuc, distrito de la asunción, Cajamarca, 2016.

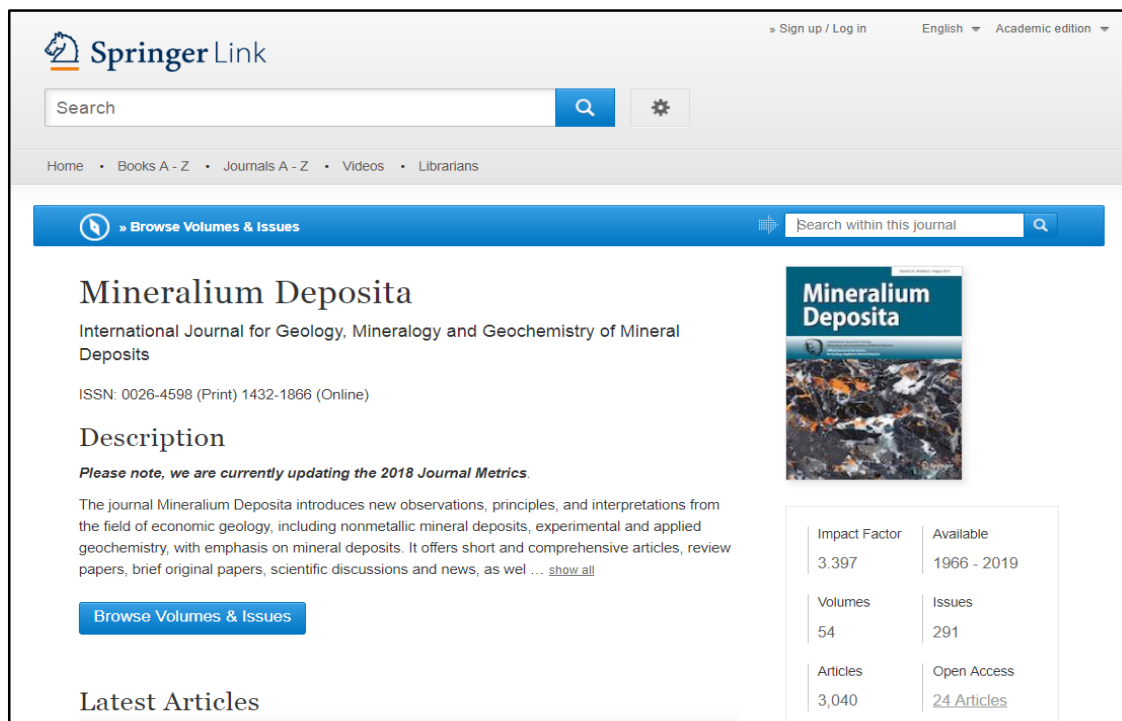
Nadoll, P., Mauk, J. L., Leveille, R. A., & Koenig, A. E. (2015). Geochemistry of magnetite from porphyry cu and skarn deposits in the southwestern United States. *Mineralium Deposita*, 50(4), 493-515.

Bendezú Juárez, A. (2017). Mineralización tipo pórfido de Cu-Mo asociadas a venas cordilleranas de metales base: Toromocho-Morococha, distrito de Morococha, Perú.

Casaverde Mercado, J. E. (2014). Geología y metalogénesis del proyecto pórfido Cuprífero Trapiche (Mollebamba-Apurímac-Perú).

Melgar Pauca, I. T. (2015). Geología, alteración y mineralización del prospecto o Don Javier un deposito tipo pórfido Cu - Mo en el sur del Perú.

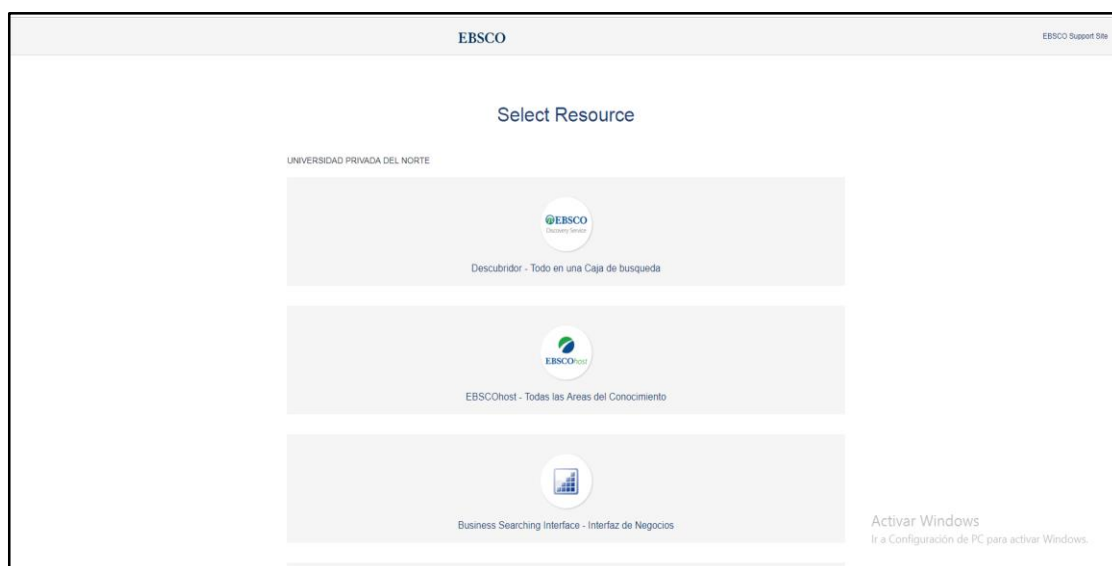
ANEXOS



The screenshot shows the Springer Link interface for the journal *Mineralium Deposita*. The page includes a search bar, navigation links, and a detailed description of the journal. A table on the right provides key metrics:

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Impact Factor | Available |
| 3.397 | 1966 - 2019 |
| Volumes | Issues |
| 54 | 291 |
| Articles | Open Access |
| 3,040 | 24 Articles |

Figura 6. Plataforma de base de datos "Mineralium Deposita".



The screenshot displays the EBSCO website's "Select Resource" page. It features three main search options:

- UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**: Descubridor - Todo en una Caja de búsqueda
- EBSCOhost**: EBSCOhost - Todas las Areas del Conocimiento
- Business Searching Interface**: Interfaz de Negocios

Additional text at the bottom right includes "Activar Windows" and "Ir a Configuración de PC para activar Windows."

Figura 7. Plataforma de la base de datos EBSCO.

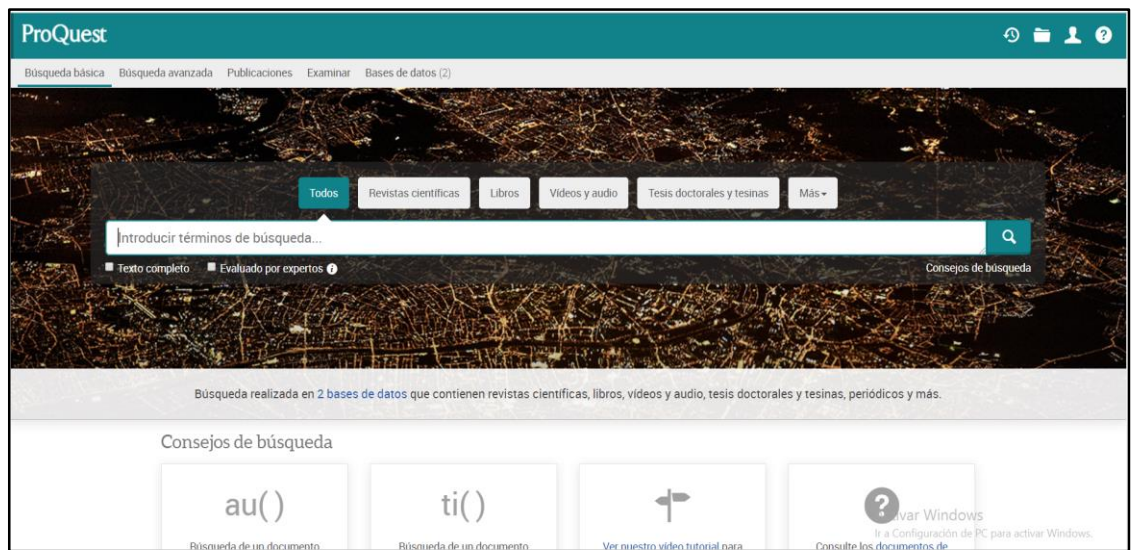


Figura 8. Plataforma de base de datos ProQuest.



Figura 9. Plataforma de base de datos Concytec.