

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y GEOGRAFIA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



---

GEOQUÍMICA, PETROMINERALOGIA Y ORIGEN DE MENAS Y ROCAS  
HOSPEDANTES DE LA OCURRENCIA DE URANIO EN LA ZONA NORTE  
DE PUNO.

---

18  
Mendoza  
[Firma manuscrita]  
Zegarra

TESIS

PRESENTADA POR:

ALBERTO GARCIA MENDOZA

PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

ASESOR:

MGT. ING. MAURO A. ZEGARRA CARREON

CUSCO – PERU

2015

## RESUMEN

La zona de estudio se encuentra ubicada al Sureste del Perú específicamente en el Norte de la Región Puno dentro de los 16 cuadrángulos siguientes: 28 (t, u, v, x) (Ocongate, Corani, Ayapata, Esquena); 29 (t, u, v, x) (Sicuani, Nuñoa, Macusani, Limbani); 30 (t, u, v, x) (Yauri, Ayaviri, Azangaro, Putina) y 31(t, u, v, x) (Condoroma, Ocuvi, Juliaca, Huancané). Toda la zona se localiza dentro de dos dominios geotectónicos tomando como línea referencial el gran Sistema de Fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri (SFUSA) el primero y más importante es el Dominio del Arco Interno (DAI), dentro de ello encontramos a los Campos Intrusivos de Coasa (CIC), Campo Volcánico de Quenamari (CVQ), el Campo Volcánico de Picotani (CVP) y el Campo Sedimentario de Ayaviri-Azángaro-Putina (CSAAP) y el segundo es denominado Dominio del Arco Principal (DAP) dentro de ello se encuentra el Campo Volcánico de Ocuvi (CVO).

Los objetivos específicos son: caracterizar geoquímicamente las diferentes ocurrencias de Uranio, caracterizar petromineralógicamente las diferentes ocurrencias de Uranio y determinar las características metalogénicas de las zonas de estudio.

Dos fueron las zonas de mayor interés la primera de ellos queda en Macusani (Campo Volcánico de Quenamari) donde se recolectaron 30 muestras: 15 muestras de mena y 15 muestras de roca fresca. La otra zona de interés fue el Campo Volcánico de Picotani con 30 muestras recolectadas: 15 de mena y 15 de roca fresca. En las demás zonas el número de muestras obtenidas fueron inferiores a las mencionadas anteriormente.

Para la investigación se emplearon equipos de prospección geofísica portátiles con dispositivos de rayos gama para medir la radiactividad natural de las rocas a lo largo de estructuras rocosas. El primero es el EXPLORANIUM GE-320 EnviSpec Portable Gamma Ray Espectrometer y el segundo tipo de equipos utilizados son los Scintilómetros Saphymo y Scintrex facilitados por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN). Esta técnica de prospección regional se desarrolla acompañada de los mapas geológicos regionales y catastro minero actualizado. También se realizaron estudios de secciones delgadas y pulidas en los laboratorios de petromineralogía del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET). Otra herramienta fue la aplicación de luz ultravioleta para la prospección de Uranio está determinada por la presencia de minerales que son fluorescentes tales como la autunita, metaautunita, etc. Se empleó Lámpara Ultra Violeta L-80 con longitud de onda entre 100-400 nm.

Las rocas con mayor tonelaje de Uranio corresponden a rocas sedimentarias del Mioceno (Formación Zapallal constituidos por lutitas, diatomitas y fosforitas interestratificadas en areniscas, arcillas, bentonitas y los volcánicos Mio-Pliocenos de la Formación Quenamari), las mismas que se encuentran en geformas de Plataforma Volcánica.

El campo intrusivo de Coasa representa un plutonismo Pérmico-Triásico que produjo batolitos con una superficie acumulada de 6,000 Km<sup>2</sup>. Varios de los granitoides Permo-triásicos han sufrido deformaciones tectónicas y han sido metamorfizados a ortogneis. Se dedica una especial atención al sistema del rift Pérmico-Triásico porque a lo largo de él se desarrolló la actual Cordillera de Carabaya.

La geoquímica es de composición granítica, con un rango de alúmina alto, (característico de los magmas peraluminosos). No se identificaron estructuras mineralizadas con Uranio, se asume que la radiactividad proviene de los minerales accesorios como el zircón.

Cuando hablamos del volcanismo desarrollado durante el Mioceno Inferior-Plioceno estamos haciendo referencia a dos campos volcánicos que se encuentran ubicados en forma paralela al Oeste del Batolito de Carabaya. Estos campos son conocidos como Macusani y Picotani en donde aflora un volcanismo predominantemente piroclástico.

En el Campo Volcánico de Quenamari afloran tobas de flujos de ceniza de composición riolítica expuestas aproximadamente sobre 2,500 Km<sup>2</sup> hacia el Oeste del poblado de Macusani. Estas rocas son el equivalente volcánico de los granitos tipo S enriquecidos en REE. Los resultados geoquímicos de estudios anteriores junto con resultados de este estudio indican que el Campo Volcánico de Quenamari es de composición riolítica a riolítica alcalina, con un rango de concentración de sílice muy restringido y alto, así como valores de K muy altos (característico de los magmas peraluminosos). El Uranio se encuentra generalmente en forma de autunita (mineral secundario) rellenando fracturas y formando venillas centimétricas alojadas en la parte superior del Miembro Yapamayo.

En el campo volcánico de Picotani, los análisis de elementos mayores indican que las facies ácidas de las rocas volcánicas de la Formación Picotani tienen características de un magmatismo tipo S (origen sedimentario) posiblemente originado por anatexia de una porción de la corteza continental. En las campañas de campo se reconocieron varias áreas en el Campo Volcánico de Picotani donde se observó que las características de la mineralización son muy parecidas a las del Campo Volcánico de Quenamari.

En el campo volcánico de Ocuvi, las rocas están dentro del campo subalcalino, siendo clasificadas como rocas calcoalcalinas con alto contenido de K y encontrándose muy cerca del límite del campo shoshonítico. Aunque las características geoquímicas de los elementos mayores tienen una cercana relación con los campos volcánicos de Quenamari y Picotani las ocurrencias de Uranio son menos evidentes.

En las localidades de Ayaviri-Azángaro-Putina las anomalías de Uranio se encuentran en areniscas y lutitas. Hay que destacar que las ocurrencias de Uranio en areniscas es muy complejo porque siempre tiene que existir una fuente de aporte enriquecido en Uranio y este al erosionarse se reconcentra en las cuencas de ambientes reductores formando depósitos tipo lentejones de frente y formas tabulares. Estas estructuras posiblemente en estas zonas están en niveles de estratos profundos.

Las imágenes satelitales Landsat filtradas en la banda 4, en este tipo de exploración uranífera no ayudaron a la determinación de nuevas zonas potenciales de Uranio, debido a que las principales ocurrencias de Uranio son de origen epigenético en el Sureste del Perú y las alteraciones son mínimas y si existen son supérgenas.

En el Campo Intrusivo de Coasa los elementos exploradores guías para la exploración son el Mo, Ti e Y. En el Campo Volcánico de Quenamari, los elementos que tienen mayores concentraciones de dispersión secundaria y por ende los elementos guías para la exploración son el Be, K, Na, P, Ti e Y. En el Campo Volcánico de Picotani los elementos indicadores son el As, Be, K y P. En el Campo Sedimentario de Ayaviri-Azángaro-Putina no guarda ninguna correlación de dispersión secundaria, pero se debe tener en cuenta al V, Cu y Pb. En el Campo Volcánico de Ocuvi son el P, Ti, V y Zr.

Finalmente se han reconocido dentro de nuestra zona de estudio tres subfranjas relacionadas a la mineralización de Uranio, las cuales serán mencionadas de acuerdo a su mayor potencial: 1) Depósitos de Uranio en rocas volcánicas peraluminosas Miopliocénicas, 2) Depósitos y ocurrencias de Uranio en rocas intrusivas peraluminosas Permo-triásicas y 3) Ocurrencias de Uranio en rocas sedimentarias cretácicas.