

EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA MICROCUENCA LAURICOCHA - HUÁNUCO

J. Moreno, F. Peña, W. Ng, P. Navarro

INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima.
jmoreno@ingemmet.gob.pe, fpena@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolló en el ámbito de la microcuenca Lauricocha, distrito de San Miguel de Cauri, provincia de Lauricocha, departamento de Huánuco, con el objetivo de desarrollar una evaluación hidrogeológica, que nos permita encontrar nuevas fuentes de abastecimiento de agua y que sean aprovechadas en el consumo humano y agrícola. Contribuyendo de esta manera con alternativas de solución, ante la falta de agua de calidad y evitando conflictos sociales entre la minera Raura y las poblaciones cercanas.

INGEMMET, institución técnico-científica, realizó los estudios geológicos e hidrogeológicos a nivel de diagnóstico situacional de la zona, incluyendo una adecuada caracterización hidrogeológica, el análisis de aguas subterráneas y desarrollando propuestas de captación de las fuentes de agua subterránea.

UBICACIÓN

La microcuenca Lauricocha con un área de 173.4 km², se ubica entre las coordenadas UTM: Norte 8840463 y 8859834, Este 311295 y 318785, cuyas alturas se encuentran entre 5 593 m.s.n.m. (altura de la compañía minera Raura) y 3893 m.s.n.m. (desfogue de la laguna Lauricocha). Se extiende transversalmente a los dominios morfo estructurales de la cordillera occidental, diferenciándose tres unidades geomorfológicas: Relieves montañosos, altiplanicies y valles.

GEOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

La cartografía geológica a escala 1:25 000, zonifica los principales tipos de rocas, suelos y estructuras (fallas, fracturas y diaclasas que tiene influencia en la percolación del agua subterránea), dando importancia a la litología. El cartografiado hidrogeológico, caracteriza cada formación geológica, diferenciando sus propiedades permeables e impermeables, zonificando a las rocas reservorios con capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas, los denominados acuíferos.

Se realizaron 7 ensayos de permeabilidad, bajo el método Lefrang, en acuíferos fisurados, los resultados se compararon con la tabla convencional de permeabilidades de Benítez 1963 y Custodio 1996, obteniéndose una correspondencia hidrogeológica a través de la conductividad hidráulica.

De los 7 ensayos, 4 se realizaron en las fracturas de las calizas de la Formación Jumasha (Lau-1, Lau-2, Lau-3, Lau-4,) obteniéndose valores de 3.149 m/día, 1.125 m/día, 1.438 m/día y 0.014 m/día respectivamente, y 3 ensayos en la Formación Celendín (miembro inferior, Lau-5, Lau-6 y Lau-7) con valores de 1.149 m/día, 0.638 m/día y 0.527 m/día respectivamente, todos los ensayos corresponden a litologías semipermeables, se tratan de calizas de grano fino, de color rojizo de apariencia masiva e impermeable, pero con presencia de esporádicas fracturas, estos valores nos permiten clasificar a estos materiales como rocas algo permeables y asignándole una calificación hidrogeológica de acuífero pobre.

Teniendo como base el cartografiado geológico, los ensayos de permeabilidad y el mapa de inventario de fuentes, se realizó el cuadro de caracterización hidrogeológica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación hidrogeológica de las unidades geológicas.

Formación / unidad		Simbología	Clasificación hidrogeológica
Depósitos Coluviales		Q-co	Acuitardo sedimentario
Depósitos Aluviales		Q-al	Acuífero poroso no consolidado
Depósitos Fluvioglaciares		Q-fg	Acuífero poroso no consolidado
Depósitos Morrénicos		Q-mo	Acuífero poroso no consolidado
Grupo Calipuy	Rocas Volcánicas	Nm-ca	Acuitardo volcánico
Formación Casapalca		KsP-ca	Acuitardo sedimentario
Formación Celendín		Ks-ce	Acuífero fisurado sedimentario
Formación Jumasha		Ks-ju5	Acuífero fisurado sedimentario
		Ks-ju4	Acuífero fisurado sedimentario
		Ks-ju3	Acuífero fisurado sedimentario
		Ks-ju1/ju2	Acuífero fisurado sedimentario
Formaciones PariahuancaChulec y Pariatambo		Ki-phchpt	Acuitardo sedimentario
Grupo Goyllarisquizga	Fm. Santa Carhuaz	Ki-saca	Acuitardo sedimentario
	Fm. Chimú	Ki-ch	Acuífero fisurado sedimentario
Rocas Intrusivas		Nm-to	Acuitardo intrusivo
		Nm-mz	
		Nm-gd	
Rocas Subvolcánicas		Nm-da	Acuitardo sub volcánico

HIDROQUÍMICA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se inventario 85 fuentes (74 manantiales, 4 manantiales captados, 4 puntos de control y 3 piezómetros), como manifestaciones de la presencia de reservorios subterráneos en el subsuelo que afloran a superficie, identificando las condiciones de descarga, los parámetros fisicoquímicos y otros elementos que contribuyeron con la elaboración del mapa hidrogeológico de Lauricocha.

Considerando el caudal, la formación geológica, el tipo de fuente y parámetros fisicoquímicos, se seleccionó 39 fuentes para su muestreo, para conocer su composición química, suposible origen geoquímico, la interacción de las aguas subterráneas con los materiales del entorno, y su análisis de calidad, comparando los resultados de manera referencial con los límites de estándares de calidad ambiental, ECAs (DS 002-2008-MINAM).

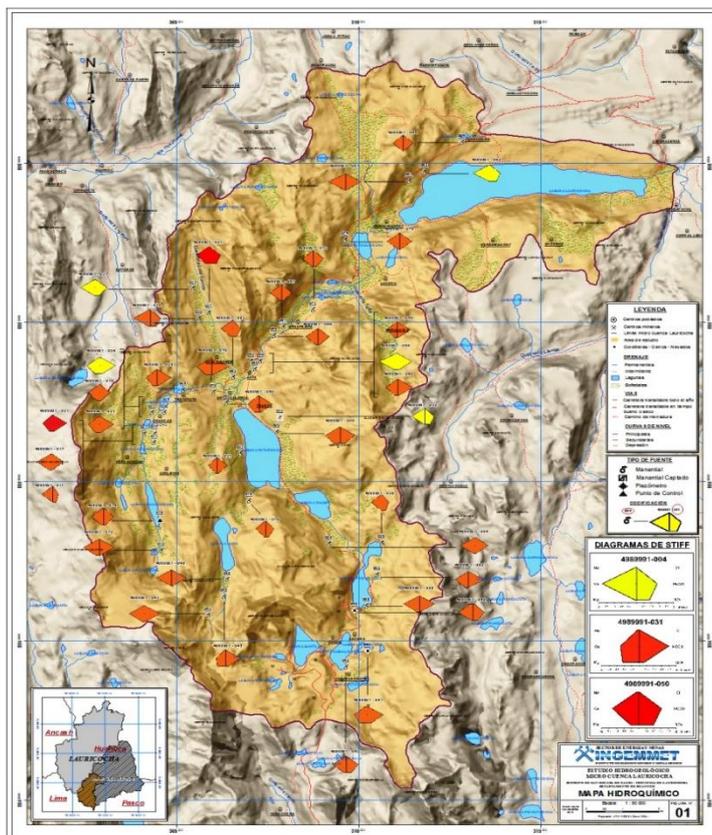


Figura 1. Mapa Hidroquímico.

Considerando los resultados, de los iones mayoritarios, principalmente cationes y aniones, se elaboró diagramas de Stiff, representados en el mapa hidroquímico (Figura 1).

Los resultados muestran la predominancia iónica de tipo bicarbonatadas cálcicas ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$), donde incluso se distinguen 3 rangos de valores establecidos, (2, 4 y 6 meq/l, representados en diagramas de

color amarillo, anaranjado y rojo respectivamente), los cuales interpretamos que son aguas de poca profundidad de infiltración y corto recorrido.

Las fuentes presentan valores de conductividad eléctrica y temperaturas bajas, con un pH neutro, en comparación a los estándares de calidad ambiental, un punto de control Huascacocha (4989991-018), es ligeramente básica por tener un pH de 8.61, por el contacto con rocas calizas. Esta ligera tendencia de concentración del calcio en el agua subterránea está controlada por procesos de precipitación-disolución en el sistema carbonato-bicarbonato y por el intercambio catiónico con la fase sólida (Na, Mg, etc.).

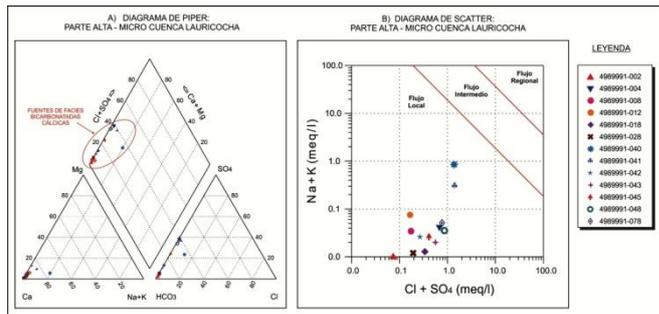


Gráfico 1. Diagramas de Piper y Scater, parte alta.

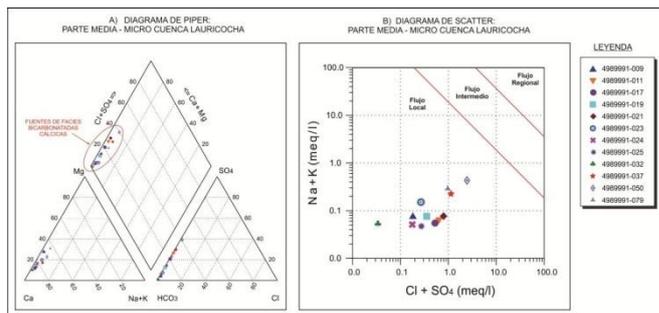


Gráfico 2. Diagramas de Piper y Scater, parte media.

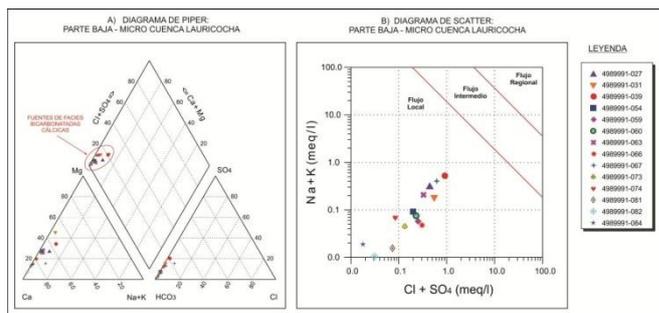


Gráfico 3. Diagramas de Piper y Scater, parte baja.

Los gráficos 1, 2 y 3 muestran los diagramas de Piper y Scatter, para los 3 grupos de muestreo en la parte alta, media y baja respectivamente.

Agrupando las fuentes muestreadas, 11 en la parte alta (Gráfico 1), 14 en la parte media (Gráfico 2) y 12 en la parte baja (Gráfico 3) de la microcuenca, se elaboró los diagramas de Piper y Scatter para cada grupo de fuentes, mostrando la conformidad de las facies bicarbonatadas cálcicas representados en los diagramas de Piper, mientras que los de Scatter, muestran que las aguas pertenecen a un flujo local, consideradas aguas jóvenes de corto recorrido, de transitorio tiempo de contacto con los suelos y rocas del área de estudio.

En el análisis de calidad, considerando a los metales totales de mayor relevancia, se comparó de manera referencial con los estándares de calidad ambiental, ECAs, en aguas superficiales, debido a que no existe ECAs para aguas subterráneas, donde se detectaron 11 fuentes que presentan variaciones, que superan los límites de los ECAs, siendo 9 manantiales y 2 piezómetros. Los metales en los que sobrepasan los estándares de calidad varían al menos en un elemento de aluminio, arsénico, hierro, manganeso, plomo, antimonio o cobalto, para la categoría 1, “aguas destinadas a la producción de agua potable” o la categoría 3, “aguas para riego de vegetales y bebidas de animales”.

Las variaciones se deben a que los flujos de aguas subterráneas se encuentran en contacto con el yacimiento, de la zona de mineralización, en caso de los piezómetros, que presentan mayor variación en los elementos, se debe a que representan a las aguas subterráneas en profundidad, sin aflorar a superficie, extraído mediante succión, con mayor tiempo de residencia en el subsuelo influenciados por la zona del yacimiento polimetálico con mineralización de pirita y calcopirita que en contacto con el oxígeno generan acidez.

PROPUESTAS DE INTERVENSIÓN EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

Siendo los manantiales el recurso hídrico subterráneo de mayor disponibilidad, se evaluó el caudal aplicando la clasificación de la descarga, los mismos que suman un caudal de descarga total de

499.30l/s, considerable para su aprovechamiento. Esta medida se realizó en época de estío, (campana en campodel 24 de junio al 8 de julio del 2013).

Contando con el caudal de los manantiales, la caracterización hidrogeológica, el análisis hidroquímico, la calidad de las aguas y la distribución espacial enfocados en zonas cercanas a las poblaciones, se seleccionó 13 manantiales disponibles para su captación directa, estas fuentes se encuentran aptas para el consumo humano, 5 calificadas como prioridad 1, beneficiando a las poblaciones de Raura y Antacallanca, y 8 de prioridad 2, ubicadas cerca de las viviendas esparcidas en la microcuenca.

Para estas captaciones se debe aplicar un sistema de agua potable que consista en la captación directa del manantial, que incluyen trabajos mediante alerones, tubería de conducción, reservorio de almacenamiento, tubería de aducción y distribución domiciliar del sistema de agua (Figuras 2 y 3).

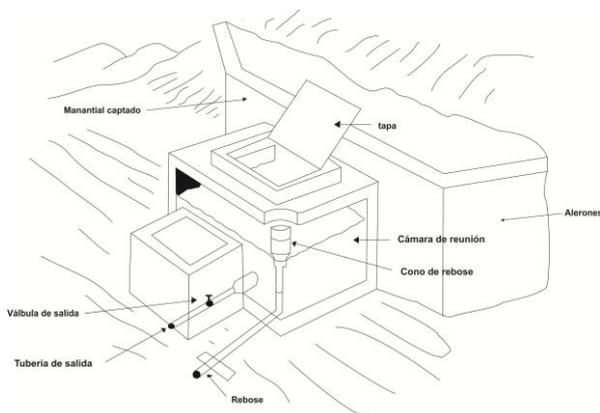


Figura 2: (Izquierda). Diseño de captación directa de manantiales mediante alerones, este diseño se puede aplicar a todos los manantiales seleccionados de la microcuenca, las medidas serán aplicadas de acuerdo al caudal de producción que tenga el manantial.

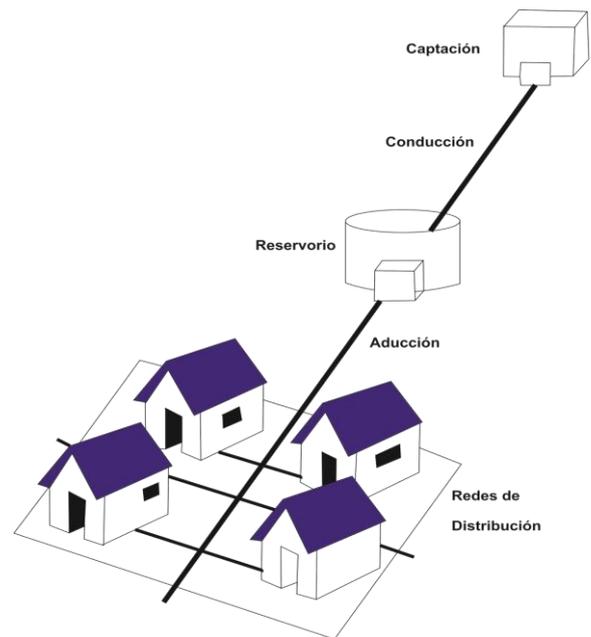


Figura 3: (Derecha). Diseño del sistema principal de aguas para consumo, desde la captación en el manantial, la tubería de conducción al reservorio y aducción antes de la conexión domiciliar de los principales centros poblados ubicados en la micro cuenca Lauricocha.

REFERENCIAS

1. Cobbing, E.J., Sánchez, A., Martínez, W., Zárate, H. (1996) - Geología de los Cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Boletín Ingemmet, Serie A: Carta Geológica Nacional.
2. Jaillard, E. (1986) - La sédimentation crétacée dans les Andes du Pérou central: exemple de la Formation Jumasha (Albien moyen-supérieur à Turonien supérieur) dans la région d'Oyón (departamento de Lima). Geodynamique.
3. Peña, F., Benavente, C. & Ng W. (2011) - Informe Técnico de la Interpretación hidrogeológica de la surgencia de limo blanquecino y fuentes termales en la quebrada Chichahuaycco – Apurímac.
4. Romaní, M. (1983) - Pulsaciones magmáticas en la alta Cordillera Occidental entre 10°30' y 10°50' mineralogía, petrología y geoquímica. Boletín Sociedad Geológica del Perú.