

Estudio de filtraciones en Casa de Generación Eléctrica con isótopos ambientales

Jacinto Valencia*, Enoc Mamani, José Maguiña

Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo investigar las filtraciones de la Casa de Generación Eléctrica, ubicada en la localidad de Cañete-Lima, con la finalidad de determinar el origen de las aguas de filtraciones. Se aplica la técnica de isótopos ambientales y química del agua para determinar su posible conexión con aguas del túnel de aducción, río Cañete o manantiales aledaños. Los resultados indican que las filtraciones no tienen conexión con el túnel de aducción de la Casa de Generación.

Abstract

This study aims to investigate the leaks of the House of Power Generation, located in the town of Cañete-Lima, in order to determine the origin of water leaks. Apply the technique of environmental isotopes and water chemistry determine their possible connection to the tunnel water adduction, Cañete river or springs nearby. The results indicate that the leaks have no connection to the tunnel adduction House Generation.

1. Introducción

La Casa de Generación Eléctrica está ubicada en el interior de un túnel a 1200 msnm, ubicada en la localidad de Zúñiga-Cañete (Perú), los puntos de monitoreo han sido identificados y muestreados con el fin de realizar el estudio de la hidrodinámica y poder establecer la procedencia de las filtraciones aparecidas en la Casa Generación Eléctrica y, determinar la posible conexión entre las filtraciones, aguas superficiales y manantiales aledaños. Se ha efectuado muestreo para análisis isotópicos y química del agua y determinar su origen [1].

Marco Hidrogeológico de la zona de estudio

La zona de estudio presenta rocas intrusivas, del Batolito de la Costa, predominando la Súper Unidad Catahuasi, perteneciente a una edad cretácica; donde se emplaza la Casa de Generación Eléctrica, flanco derecho de la cuenca del río Cañete, lugar donde se ha efectuado el muestreo para el estudio isotópico e hidroquímico; las aguas de esta vertiente drenan al río Cañete, que pertenece a la cuenca del Pacífico.

Las filtraciones en Casa de Generación Eléctrica, son de circulación profunda y con tiempo de residencia largo. Sin embargo, estas aguas, podrían estar siendo afectadas por mezcla, debido a cambios de la condición hidráulica actual.

2. Desarrollo experimental

2.1 *Materiales y equipos*

- Espectrómetro Láser
- pHmetro
- Conductivímetro
- GPS
- Papel filtro
- Filtro
- Mapas cartográficos
- Envases de 50 ml, 500 ml y 1 litro

2.2 *Metodología*

Se aborda la determinación de isótopos ambientales O-18, H-2 y H-3 complementada por la hidrogeoquímica para la caracterización química del agua. La metodología empleada para el estudio consiste en:

- Delimitación del ámbito del estudio y definición de los elementos hidrológicos, determinación del número de muestras.
- Recopilación de información geológica y medición de parámetros hidrogeológicos de de la zona de estudio.
- Toma de muestras de aguas superficiales georeferenciadas y registro de parámetros físico-químicos de campo: volumen de 50 ml para análisis isotópicos, de 1 litro para

* Correspondencia autor: jvalencia@ipen.gob.pe

aniones, 0,5 litro para cationes y metales pesados, y de 0,5 litro para análisis de tritio.

- Etiquetado de muestras de agua y envío a laboratorio para su análisis isotópicos O-18, H-2, H-3 y químicos de aniones y cationes.
- Interpretación de los resultados del análisis isotópico y químicos mediante diagramas, caracterización del agua de filtraciones de Casa de Generación Eléctrica de acuerdo con el objetivo del estudio.

3. Resultados y Discusión

3.1 Análisis químicos

Los análisis químicos de aguas de aniones y cationes de elementos mayores tomados en las inmediaciones de la Casa de Generación Eléctrica fueron efectuados en los laboratorios del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis químicos de aguas, aniones y cationes.

Nº Mtra	Ubicación	Análisis químicos, elementos Mayores (mg/l)								
		Aniones				Cationes				
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca	Mg	Na	K	Sr
1	Casa de Gen. Eléctrica Filtración 1, Nv906	N.D.	55.38	92.6	15.68	934.4	3.69	236.3	30.7	5.24
2	Casa de Gen. Eléctrica Filtración 2, Nv906	N.D.	11.87	944.8	1191.8	990.8	20.1	244.6	12.3	5.26
3	Casa de Gen. Eléctrica Filtración 3, Nv896	N.D.	12.86	361.9	169.1	182.4	2.17	84.5	1.83	0.9
4	Casa de Gen. Eléctrica Filtración 4, Nv896	N.D.	12.2	359.0	128.05	141.3	0.13	93.5	10.2	0.85
5	Filtración -Galería 2	N.D.	16.48	684.1	782.27	674	42.3	161.5	3.37	3.42
6	Ingreso desarenador	N.D.	74.5	101.2	15.92	72.5	12.5	11.9	2.49	0.78
7	Embalse Capillucas Parte media, margen derecha	N.D.	71.86	102.1	15.88	68.2	12.5	11.8	2.45	0.77
8	Agua manantial, margen derecha río Cañete	N.D.	68.56	137.8	21.54	64.1	15.1	31	2.55	0.33
9	Ventana intermedia	N.D.	47.47	103.1	25.13	19.4	2.21	57.5	34.7	0.25
10	Río Cañete, margen derecha antes puente Mántica	N.D.	62.96	97.8	15.33	66.6	11.6	12	2.49	0.68
11	Túnel de descarga de aguas turbinadas	N.D.	70.21	101.8	15.56	73.7	12.4	11.9	2.57	0.77

3.2 Análisis isotópicos

Los análisis isotópicos por H-2 y O-18 se realizaron en los laboratorios de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) Chile; mientras que los análisis por Tritio, fueron efectuados en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS) de Argentina, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.

3.3 Discusión de Resultados

a) Hidrogeoquímica

Las medidas de los parámetros fisicoquímicos registrados en campo, así como los resultados de laboratorio obtenidos han servido para elaborar los diagramas e interpretación de las características hidrogeoquímicas, tanto de las aguas subterráneas como superficiales [2].

Tabla 2. Análisis isotópicos de aguas.

Nº Mtra	Ubicación	Isótopos Ambientales (δ ‰)		Tritio (H-3) U.T.	Observaciones
		O-18	H-2		
1	Casa de Máquinas Filtración 1, Nv906	-2.63	-21,9	0.3	Tomadas en pared izquierda
2	Casa de Máquinas Filtración 2, Nv906	-1.48	-17,5		Filtración pared derecha
3	Casa de Máquinas Filtración 3, Nv896	-3.89	-27,1	0.2	Filt. Pared derecha
4	Casa de Máquinas Filtración 4, Nv896	-3.00	-21,1		Filtración Pared frontal
5	Filtración -Galería 2	-4.49	-29,6		Filtración en fisura pared derecha
6	Filtración en SCI	-1.80	-15,0		Pequeña filtración
7	Ingreso desarenador	-14.48	-108,8		Tomada al ingreso del desarenador
8	Embalse Capillucas Parte media, margen derecha	-14.53	-108,8		Margen derecha del embalse sobre río Cañete
9	Agua manantial, margen derecha río Cañete	-5.66	-38,4	1.0	Manantial del valle
10	Ventana intermedia	-10.36	-80,1		Filtración acumulada
11	Río Cañete, margen derecha antes puente Mántica	-14.26	-107,5		Agua superficial del río cañete
12	Túnel de descarga de aguas turbinadas	-14.45	-109,3		Agua turbinada a la salida de la central

En el diagrama de Schoeller (Figura 1) se muestra en detalle la clasificación de los distintos tipos de agua bajo estudio.

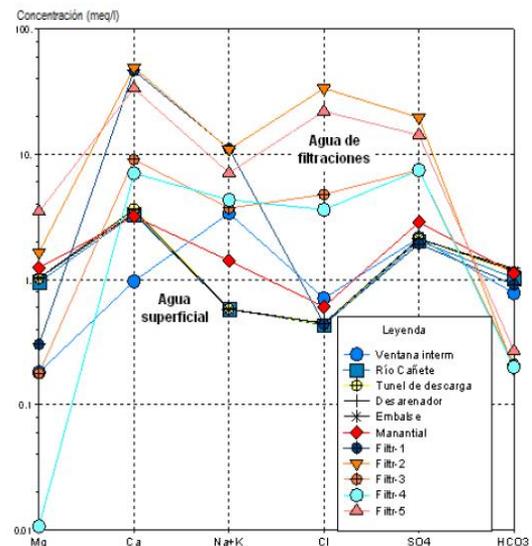


Figura 1. Diagrama de Schoeller.

Indica aguas superficiales de composición del tipo sulfatadas-cálcicas y, bajos valores de cloruro y sodio, la composición del agua de manantial es sulfatada-cálcica-sódica, mientras que las aguas de filtraciones en Casa de Generación Eléctrica, se define como de composición sulfatadas-cloruradas cálcicas, debido al tiempo de residencia del agua en el subsuelo y a la interacción agua-roca.

En el diagrama $\text{HCO}_3^{2-} - \text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$ presentes en el agua de filtraciones de la Casa de Generación Eléctrica y aguas superficiales; discrimina en cuanto a los tipos de agua por su posible origen, presenta una correlación entre Cl^- y SO_4^{2-} por un proceso geoquímico; indica asimismo, que las aguas superficiales tienen una composición sulfatada-bicarbonatada. La presencia del ión cloruro como elemento conservativo en el sistema, establece desde el punto de vista de la hidrodinámica, que los flujos subterráneos de las filtraciones discurren a través de rocas ígneas fracturadas con pobre participación de aguas superficiales [3].

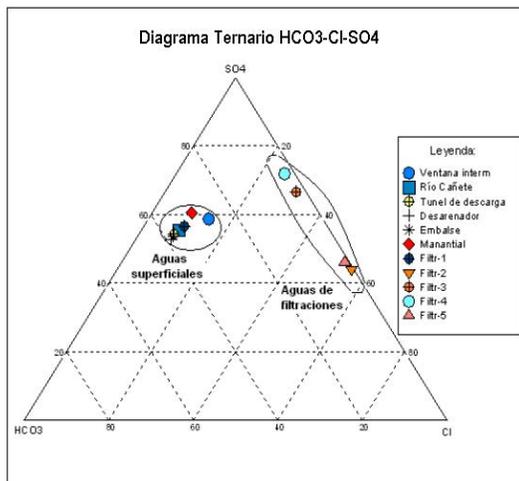


Figura 2. Diagrama ternario.

b) Isótopos ambientales

En el diagrama de la Figura 3, se muestra dos tipos de agua diferenciados isotópicamente; primero, aguas de filtraciones de la Casa de Generación Eléctrica, originadas por lluvias poco evaporadas de rápida infiltración de valores de $-2.89\text{‰ }^{18}\text{O}$ y $-23.59\text{‰ }^2\text{H}$; en cuanto a las aguas superficiales de valores $-14\text{‰ }^{18}\text{O}$ y $-108.6\text{‰ }^2\text{H}$, próximos a los de la composición isotópica de la LMM [4].

Los valores de Tritio obtenidos del agua de manantial fue de 1.0 U.T., y la filtración en el nivel 906 fue de 0.3 y en el nivel 896 fue de

0.2 U.T., con una velocidad de infiltración de 2 m/año; nos muestran que son aguas que han permanecido durante 20 años (nivel 906) y 27 años (nivel 896) [5].

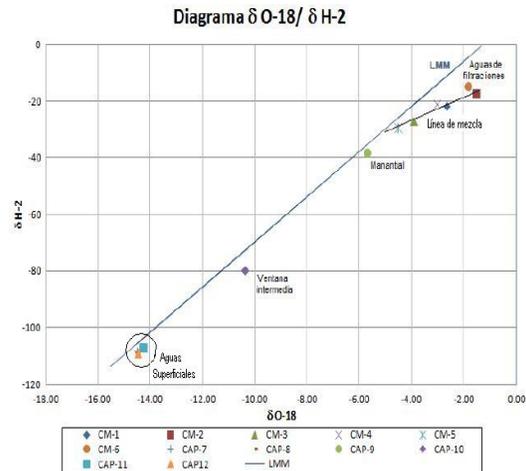


Figura 3. Diagrama O-18 y H-2.

4. Conclusiones

Los análisis isotópicos y química del agua, indican que el agua de filtraciones en Casa de Generación Eléctrica, no tienen relación con las aguas superficiales del túnel de aducción (río Cañete, manantial, embalse).

Las filtraciones en la Casa de Generación Eléctrica provienen de lluvias locales, con una infiltración lenta (2 metros/año), afectadas por evaporación local en el momento que se produce la filtración.

5. Referencias

- [1] Valencia J, Mamani E, Maguñía J. Informe de Servicio Tecnológico N° 001-06-APLI/HIIS. Instituto Peruano de Energía Nuclear [Informe interno]. 2006.
- [2] Mazor I, Mazor E. Chemical and isotopic groundwater hydrology: The applied approach. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc.; 1997.
- [3] International Atomic Energy Agency. Isotope techniques in the study of the Hydrology of fractured and fissured rocks. Vienna: IAEA; 1989.
- [4] Clark ID, Fritz P. Environmental isotopes in hydrogeology. New York: Lewis Publishers; 1997.
- [5] Custodio E, Llamas MR. Hidrología subterránea. Tomo I. 2da ed. Barcelona: Ed. Omega; 1983.