

## Estudio de la calidad físico-química y mineromedicinal del agua termal de los Baños del Inca

### Study of the physic-chemical and mineromedicinal quality of thermal waters of the Baños del Inca

María Raquel Maxe Malca<sup>1</sup>  
*Universidad César Vallejo  
Chiclayo-Perú*

**Recibido:** 10 de marzo de 2015

**Aceptado:** 09 de abril de 2015

#### Resumen

Los Baños del Inca es uno de los balnearios más importantes de América se encuentran en el departamento de Cajamarca, a 6 Km al este de la ciudad. El líquido humeante aflora desde la roca volcánica del subsuelo, cuya temperatura alcanza los 70 y 75°C, el calor del agua es de origen volcánico.

La presente investigación tiene como propósito determinar las propiedades físicas y composición química del agua, de los Baños del Inca – Cajamarca empleando métodos reconocidos de aguas potables y residuales, para conocer su composición e identificar posibles propiedades terapéuticas. Los análisis fisicoquímicos realizados fueron: Temperatura, pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, salinidad, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sulfuros, sodio, dureza total y dureza de calcio, además de metales fijos y metales disueltos Se usaron métodos estandarizados, entre ellos los de la APHA, AWWA, WPCF.

Los resultados muestran las propiedades físicas y composiciones químicas, con una

temperatura promedio de 72,1 °C que según la temperatura permite tipificar estas aguas como hipertermales; presenta características de tipo oligomineral de mediana mineralización, el cual se caracteriza por presentar una importante variedad de iones. El ión predominante de estas aguas es el anión sulfato, el cual presentó concentraciones por encima del resto de los iones analizados, seguido de los bicarbonatos y el sodio.

De los resultados se deduce que estas aguas no son aptas para la alimentación y agricultura, son aguas medicinales recomendables en afecciones reumáticas y procesos del aparato locomotor que requieren de rehabilitación de hidroterapia, además de mostrar efectos relajantes y sedantes.

**Palabras claves:** termal, oligomineral, mineromedicinal.

#### Abstract

Baños del Inca is one of the more important spas of America that is find in the Cajamarca city to 6 km to east of the city. The Fuming liquid appear since the volcanic rock of subsoil which temperatures approaches 70 and 75°C, the heat of the water is of volcanic origin.

<sup>1</sup> Ing. Química, Máster en Ing. de Procesos Industriales, Docente Universidad César Vallejo, mmaxe@ucv.edu.pe

The present investigation has as purpose to determine the physical properties and chemical composition of water, of Baños del Inca: Cajamarca using methods recognized of drinking waters and waste waters for to know its composition and to identify possible therapeutic properties. The physical chemical analysis were produced: temperature, pH, total dissolved solids, electrical conductivity, saltiness, bicarbonate, chlorides, sulfates, sulphides, sodium, total hardness and calcium hardness; moreover of fixed metals and dissolved metals. They were used standardized methods, among them, of APHA, AWWA, WPCF.

The results show the physical properties and chemical composition with an average temperature of 72, 1 °C that according the temperature allows considering these waters as hyper thermals; presents characteristics of types oligomineral of medium mineralization which it's characterized for presenting a variety of ions importants. The predominant ion of these waters is the sulphate anion, which presented concentrations for above the rest of the ions analyzed, follows of bicarbonates and the sodium.

From the results it emerges that these waters are not suitable for the food and agricultural, they are medicinal waters recommendable in rheumatic affections and locomotor system process that request of Rehabilitation Hydrotherapy besides showcasing sedative and relaxing effects.

**Key words:** thermal, oligomineral, mineromedicinal.

### Introducción

La propia naturaleza es depositaria de un patrimonio curativo inconmensurable que en gran parte se desconoce y, lo que es peor, apenas preocupa su conocimiento. Las aguas termo minerales son remedios estrictamente naturales con eficacia y virtudes curativas acreditadas a lo largo de siglos.

Por su situación geográfica y pasado geológico, el Perú es un país rico en aguas minerales; Desde la antigüedad su aplicación terapéutica es limitada y se basa en el empirismo por parte de los usuarios.

Se denomina agua termal a aquella que emana a la superficie con una temperatura 5°C más alta que la temperatura superficial; estas aguas proceden de capas subterráneas, las cuales son ricas en diferentes componentes minerales que le confieren propiedades terapéuticas a dichas aguas. El criterio de clasificación puede ser asumido desde diversos puntos de vista: físico, químico, fisicoquímico, bacteriológico y otros, el de mayor aceptación en todo el mundo es el basado en la mineralización predominante y especial que pueden contener las aguas, de esta manera se tienen aguas sulfuradas, cloruradas, sulfatadas, ferruginosas, bicarbonatadas, carbónicas, radioactivas, oligominerales.

La hidrología médica llamada balneología o crenología es una rama de la medicina que investiga el uso y la aplicación de las aguas minero medicinales para la prevención y tratamiento de estados patológicos en el ser humano, desde los siguientes puntos de vista: de su origen y nacimiento, de su situación geográfica, de su composición, de sus efectos sobre los seres vivos, de sus aplicaciones clínicas y de su misión en la sociedad; faltando conocer su composición actualizada, sus efectos en el ser humano y sugerir sus probables aplicaciones.

### Método

- Observación del área de estudio
- establecimiento de puntos de muestreo. En total 8 muestreos

Estación 1. El origen

Estación 2. Lavaderos

- Toma de muestras de acuerdo a la Normatividad ambiental.
- Análisis fisicoquímicos de acuerdo a la NOM-127-SSA1

Los análisis fisicoquímicos realizados fueron: Color, Olor, sabor Temperatura, pH, sólidos sedimentables, conductividad eléctrica, salinidad, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sulfuros, sodio, dureza total y dureza de calcio, además de metales fijos y metales disueltos.

## Descripción de los métodos de análisis

Propiedades fisicoquímicas.

### a) Color

En esta determinación se empleó el método del platino-cobalto. Se preparó un conjunto de patrones de color de diferentes UC, luego se procedió a medir las absorbancias a 440 nm en el espectrofotómetro, se midieron también para las muestras filtradas. Se construyó la curva patrón y con ella se determinó las UC de las muestras de cada fuente estudiada.

### b) Olor

En un Erlenmeyer de 500 mL, se tomó 200 mL de muestra caliente, se tapó, agitó, luego se destapó y se procedió a oler con cuidado, por tanto, el resultado fue una apreciación sensorial personal del olor.

### c) Sabor

Se recogió 200 mL de agua caliente, se enfrió hasta aproximadamente 30°C, luego se saboreó un volumen pequeño de muestra, moviéndolo en la boca durante varios segundos, luego se expulsó sin deglutirlo, por tanto, el resultado fue un juicio sensorial personal del sabor de estas aguas.

### d) Temperatura

La temperatura de un agua termomineral es de gran interés terapéutico. Su determinación se realizó in situ, se introdujo el termómetro directamente al centro de la fuente por 10 minutos y se tomó la lectura sin sacar el termómetro del agua.

### e) pH

Esta medición se realizó in situ introduciendo el electrodo del potenciómetro en un vaso con muestra, la cual estaba sumergida en la misma fuente.

### f) Conductividad iónica

Esta determinación se realizó in situ en forma similar al pH.

### g) Dureza

La dureza total y cálcica se determinó por titulación con EDTA 0,01 M a un pH de 10 y 12, hasta el cambio de color del respectivo indicador. La dureza magnésica se determinó por la diferencia entre la dureza total y dureza cálcica.

## Constituyentes metálicos

### a) Sodio

Estos elementos se determinaron por el método fotométrico de emisión de llama: 3500-Li D; 3500-Na D y 3500-K D. De acuerdo al método, se prepararon un conjunto de soluciones patrones de litio, sodio y potasio, con el fin de obtener las concentraciones de las muestras de aguas estudiadas

### b) Magnesio y Calcio

En la determinación del magnesio se empleó el método de cálculo por diferencia, 3500-Mg E y para el calcio el método título métrico directo con EDTA a un pH = 12, 3500-Ca D

### c) Cinc, Manganeso, Cobre, y Hierro

El método empleado para estas determinaciones fue el espectrofotométrico de absorción atómica directa: 3500-Ag B, 3500-Zn B, 3500-Cd B, 3500-Mn B, 3500-Cu B, 3500-Pb B, 3500-Co B, 3500-Fe B y 3500-Al B. Según este método es necesario preparar un conjunto de soluciones patrones de cada elemento, para determinar las concentraciones de las muestras de aguas estudiadas

## Constituyentes inorgánicos no metálicos iónicos y no disociados

### a) Sulfatos

Estas determinaciones se realizaron por colorimetría:

### b) Cloruro, Bicarbonato

Para estas determinaciones se empleó el método volumétrico de titulación directa:

Para cloruros 4500-Cl- B, método argentométrico, para bicarbonatos método de titulación con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## Resultados

Las características fundamentales de las aguas minero-termales radican en su composición química y su temperatura.

### Resultados de las propiedades fisicoquímicas

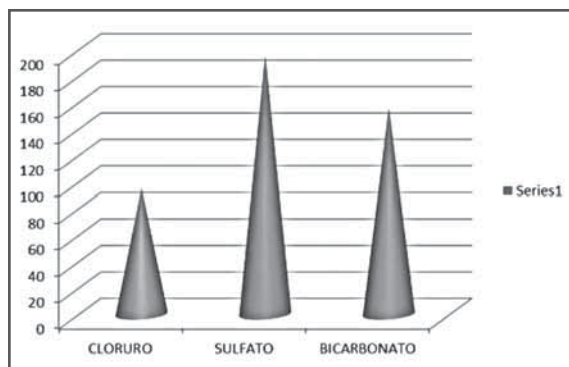
Propiedades	Resultados
Color (UC)	60,6 ± 1.2 %
Olor	Térreo
Sabor	salado metálico amargo
Temperatura (°C)	72.1 ± 1.0 %
PH	8.3 ± 0.4 %
Conductividad Iónica (ms/m)	549,267 ± 1.1 %
Solidos totales (mg/L)	560.67 ± 1.5 %
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	234.33 ± 0.6 %

### Resultados de los constituyentes metálicos

Elemento	Resultados (mg/L)
Sodio	115.6 ± 4.4 %
Zinc	0.014 ± 0.5 %
Cobre	0.01 ± 0.0%
Fierro	0.97 ± 2.4 %
Manganeso	0.892 ± 3.2 %

### Resultados de los constituyentes inorgánicos no metálicos

Aniones	Resultados mg/L
Cloruro	95.22 ± 0.4 %
Sulfato	196.25 ± 0.8 %
Bicarbonato	156.3 ± 1.1 %



Fuente. Resultado del análisis de agua

### Discusión

Con respecto a los resultados obtenidos en Temperatura 72.1 y PH 8.3 que son parámetros importantes estas aguas son hipertermales y alcalinas es decir tienen la temperatura más alta que las aguas termales de Machu Picchu analizadas por Alan Barrio Nuevo Inca Roca (2004)

El ión predominante de estas aguas es el anión sulfato, el cual presentó concentraciones por encima del resto de los iones analizados, seguido de los bicarbonatos y el sodio.

El anión sulfato presente en la muestra, presentó valores elevados (196.25mg/L), esto se debe a terrenos triásicos, oxidación de la pirita. Bicarbonato 156.3 mg/L Sodio contenido 115.6; si comparamos con el análisis realizado por Edson Yupanqui Torres a una fuente termal del callejón de Huaylas (2006) cuyos resultados fueron: anión Sulfato 190.96 mg/L, Bicarbonato 292 mg/L, sodio 105.5mg/L. Si comparamos con los resultados encontrados en las termas de los Baños del Inka, vemos que el anión sulfato es superior mientras que los aniones bicarbonatos y sodio son inferiores.

### Conclusiones

El efluente hipertermal analizado presenta características de tipo oligomineral de mediana mineralización, el cual se caracteriza por presentar una importante variedad de iones. El ión predominante de estas aguas es el anión sulfato, el cual presentó concentraciones por encima del resto de los iones analizados, seguido de los bicarbonatos y el sodio.

Las posibles acciones terapéuticas de estas aguas termales de los Baños del Inca de Cajamarca de acuerdo a su composición son recomendables en afecciones reumáticas y procesos del aparato locomotor que requieren de rehabilitación, de hidroterapia, además de mostrar efectos relajantes y sedantes.

Las aguas termominerales estudiadas son medicamentos naturales complejos con un contenido coloidal, una evidente actividad iónica, variada presencia de componentes químicos, muchos en proporciones bajísimas pero no por eso menos importantes que obligan a estudiarlas como un todo para obtener su plena acción terapéutica.

Las propiedades medicinales de estas aguas pueden complementarse con las características paisajísticas y climáticas de la Zona.

Las aguas termominerales de los baños del Inca no son aptas para la alimentación,

ni deben ser utilizadas para riego en la agricultura.

### Referencias bibliográficas

- Apha - Awwa - Wpcf, [1992] *Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Editorial Díaz de Santos, S.A., 17ma Edición, Madrid - España, p. 2.1 - 4.235
- Apha, Awwa, Wpcf. [1989]. Standard Methods, for the examination of water and wastewater. APHA Publication. Washington, D.C. 2005.
- Babcock, R. H., [1982]. *Instrumentación y Control en el Tratamiento de Aguas Potables, Industriales y Desechos*. Limusa S. A, México
- Babko y Pilipenko, [1976]. *Photometric Analysis: Methods of Determining non Metals*. Editorial MIR, Moscú
- Boltz y Mellon, 330R [1966] Light Absorption Spectrometric. Analytical Chemistry, 38, p. 317R - 67
- <http://www.risaralda.com.co/termalismo/termalismo04b.php>
- Kemmer; Mc Callion, [1989]. Manual del Agua. Tomo I. Nalco Chemical Company, Mc Graw Hill, México
- Margoshes y Scribner, *Emission Spectrometry*. Analytical Chemistry, 38, p. 297R - 310R [1966] [http://geosalud.com/aguas\\_termales/aguas\\_termales.htm](http://geosalud.com/aguas_termales/aguas_termales.htm)
- Mc Curdy, W. H., [1966] *Volumetric and Gravimetric Analytical Methods for Inorganic Compounds*. Analytical Chemistry, 38, p. 469R - 478R
- Pecsok y Shields, [1992]. *Métodos Modernos de Análisis Químicos*. Editorial Limusa S.A., México
- Prazak, L., *Cronología Peruana*. Corporación Nacional de Turismo, Lima - Perú [1949].
- Reglamento Aguas Minero Medicinales para Fines Turísticos, Decreto Supremo N° 05-94-ITINCE, del 27 de Abril de 1994. Diario Oficial El Peruano del 28 de Abril de 1994, Lima - Perú, p. 122618 - 122621.
- Rodier, J., [1981] *Análisis de las aguas*. Editorial Omega S.A.. Barcelona - España.
- Waring, G. A., [1965]. *Thermal Springs of the United States and Other Countries of the World a Summary*. Geological Survey Professional paper 492, United States Government, p. 1 - 9; 93 - 96
- Willard y Merrit, *Métodos Instrumentales de Análisis*. Editorial Iberoamericana, México [1991].