

Illuminate Vol: 10. Noviembre 2018

**Análisis de la pureza del Agua en la
ciudad de La Paz**

**Analysis of the purity of water in the
city of La Paz**

- Juan Marcos García Alarcón¹
- José Antonio Aguilar Fernández¹
- Albert Omar Araya Cory¹
- Erick P. Prieto Vásquez¹
- Edwin Orlando Mamani Flores¹
- José Adolfo Lozada Gómez¹
- Esmeralda Yennifer Arana Sanches¹
- Rodrigo Rubén Alarcón Vargas¹
- Daniela Patricia Choque Forra¹
- Jessyca Liset Mamani Mamani¹

Artículo Recibido: 14-08-2018

Artículo Aceptado: 26-10-2018

jmglasalle012@gmail.com - chino200celestee@gmail.com
almiombrr@hotmail.com - erick.sao.21@gmail.com
edwinorlandomflores@gmail.com - jose_to95@hotmail.com
aranaesmeralda7@gmail.com - rubendealarcon@gmail.com
dpcfjrcrc@gmail.com - bluyes55@gmail.com

**Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología-
Universidad La Salle Bolivia**

¹ Estudiantes de la Carrera de Ing. de Sistemas, Universidad La Salle Bolivia

Resumen

La empresa de distribución de agua de la ciudad de La Paz, distribuye el servicio, con regularidad, pero no brinda información acerca de la calidad del agua, como ser pureza y de que zona “represa” proviene el agua. Por esta razón el presente trabajo, realiza un análisis de la pureza para el consumo humano, realizado en diferentes zonas urbanas de la ciudad de La Paz. El presente estudio se realizó con 38 muestras de agua de diferentes zonas de la ciudad de La Paz (Agua del grifo y agua hervida por cada zona). La metodología empleada fue enfoque cuantitativo, del tipo analítico comparativo. Los resultados obtenidos muestran que la distribución del agua en todas las zonas estudiadas, poseen una calificación de “Pureza Básica”, es decir que la empresa de distribución de agua realiza un buen control sobre la calidad.

Palabras claves: Agua potable, pureza, distribución del agua, recurso no renovable

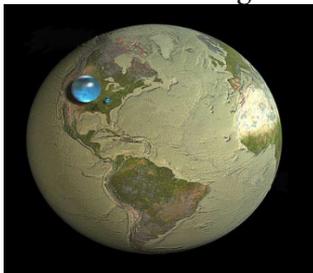
Abstract

The water distribution company of the city of La Paz, distributes the service, regularly, but does not provide information about the quality of the water, such as purity and what area “dam” water comes from. For this reason this work aims to inform the purity of water according to some areas of the city of La Paz, to carry out an analysis of its purity for human consumption, all this work with an economic tool. The present study was carried out with 38 water samples from different areas of the city of La Paz (tap water and boiled water for each zone). The results obtained show that the water distribution in all zones have a “Basic Purity” rating. Is to say that the water distribution company has good control over quality.

Key words: Drinking water, purity, water distribution, Non-renewable resource

Introducción.

Figura 1. Tierra versus Agua Potable



Fuente: Blocks (2018)

El Agua como un recurso no renovable y recurso escaso en el mundo, existe 525 millones de kilómetros cúbicos de agua. Y el 0.007% del agua existente en la Tierra es potable y esto es un problema para la humanidad, este problema es uno de los retos más grande que tiene la humanidad fundacion (2018), ¿Cómo lograr que este recurso pueda satisfacer las necesidades de la humanidad de forma sustentable y sostenible?

Si tomamos como un hecho que tenemos agua para sobrevivir, quedaran otros retos, retos regionales como son: Como realizar la distribución equitativa, como asegurar una calidad del producto, y como controlar los precios a la distribución.

En este artículo presentamos un análisis del agua potable para el consumo humano, dado que la ingesta de este elemento en mal estado puede ocasionar problemas estomacales o en el peor de los casos intoxicación o enfermedades degenerativas.

Referentes Conceptuales

Que es el agua potable.

Se llama agua potable al agua dulce que tras ser sometida a un proceso de potabilización se convierte en agua potable, quedando así lista para el consumo humano como consecuencia del equilibrado valor que le imprimirán sus minerales; de esta manera, el agua de este tipo, podrá ser consumida sin ningún tipo de restricciones. ABC (2018)

Empresa encargada de la distribución del agua

La Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS S.A.) es responsable del suministro de agua potable y la red de alcantarillado sanitario del consumo urbano formado por ocho municipios y sus áreas metropolitanas en la ciudad de La Paz. Epsas (2018)

Control de calidad de agua distribuida por EPSAS

El control de la calidad del agua está a cargo de la misma empresa EPSAS. S.A. Así también el Ministerio de Salud y las autoridades de fiscalización y control social del agua potable.

Bolivia Cuenta con 20 laboratorios capacitados para determinar la pureza del agua, laboratorios que están distribuidos por las principales ciudades de nuestro país. Y Algunos departamentos como Beni, Pando y Chuquisaca no cuentan con ningún laboratorio. Epsas (2018). La Norma Boliviana de Calidad del Agua está dada por IBNORCA. NB 512

Métodos y materiales

La tecnología hoy en día ha hecho posible realizar procesos complejos fuera de los laboratorios, y con un alto grado de confianza, así tenemos el Glucómetro que ayuda a los diabéticos en su control de azúcar en la sangre, y no es extraño que ahora saquen al mercado instrumentos que midan la pureza del agua. Cabe recalcar que su medición, no es completa, sino me muestra un término referencial el cual podemos interpretar de una forma fácil.

Gracias la apertura del mercado estos dispositivos los podemos encontrar en el mercado mundial (Todavía no en Bolivia) a un costo muy accesible.

Materiales: Se trabajó con el Dispositivo para medición de pureza del Agua de la empresa XIAOMI.

EL XIAOMI WATER QUALITY TDS TESTER PEN.

Figura 2. Prueba de medición del agua mediante el AXIOM



Fuente: AXIOM

En el agua potable, el propio agente desinfectante que la potabiliza, es el cloro, que una vez cumplida su misión no se molestan en eliminarlo de las canalizaciones y pasa directamente a nuestros hogares. Formaran parte de la emulsión que día a día utilizaremos, además en el agua están presentes otras sustancias, generalmente sales minerales que forman parte de nuestra dieta y por tanto son necesarios y saludables pero, que en ocasiones puede favorecer la aparición de precipitados y alterar el resultado final del trabajo.

Para medir la pureza del agua existen unos aparatos medidores de TDS, (total dissolved solids) total sólidos disueltos que miden la cantidad de partículas orgánicas o inorgánicas que existen en el agua. El funcionamiento es simple: las partículas

ionizan el agua y el aparato mide la conductividad del líquido. El valor que muestra es la cantidad de miligramos por litro de partículas que existe o lo que es lo mismo, partes por millón. Estos aparatos no son nada caros, se pueden adquirir por internet y tienen una utilidad relativa. En la figura 2 se muestra la forma como se llevaron a cabo los estudios.

El Xiaomi Water Quality TDS Tester Pen, es un pequeño dispositivo que permite medir la calidad del agua de forma fácil y rápida. Se puede medir la calidad del agua directamente del agua del grifo, agua hervida, agua embotellada e incluso también de las peceras. El dispositivo puede detectar las tres impurezas del agua más conocidas: las sales solubles, compuestos orgánicos iónicos e incluso metales pesados.

Especificaciones:

Rango de medición: de 0 a 1999 μ S/cm

Resolución: 1 uS / cm

Precisión: \pm 3% FS + 1d

Tiempo de muestreo: aproximadamente 0,8 segundos

Pantalla: LCD, el tamaño de 20x28mm

Alimentación: (4) baterías AAA 1.5Vdc

Sonda: varilla de electrodo de carbono para una larga vida

Temperatura: 32 ° a 140 ° (0 ° a 50 °)

Humedad: menos del 80% de humedad relativa

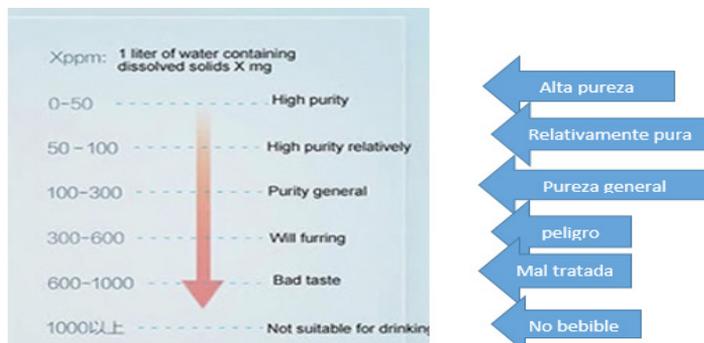
Fuente de alimentación: (4) baterías AAA de 1,5 V

Consumo de energía: aprox. 5,7 mA

Dimensiones: 7.5 “x 1.6” x 1.6 “(190x40x40mm)

Peso: 0.38 lb (171 g)

Figura 3. Representación del nivel de contaminación, por litro de agua en mg.



Fuente_ Xiaomi (Manual de Instrucciones)

Metodología.

El presente trabajo se realizó con un enfoque cuantitativo, del tipo analítico comparativo.

Las muestras se realizaron en tres etapas:

- **La primera etapa**, la recolección de agua de las diferentes fuentes (recolección de las diferentes zonas de la ciudad de La Paz).
- **La segunda etapa**, fue la medición de pureza de las muestras, en la Universidad La Salle este proceso se realizó el mismo día, para evitar contaminaciones por el tiempo.
- **La última etapa**, se realizó con la tabulación y análisis de resultados mostrados en este artículo.

Las muestras tomadas fueron dos de cada zona, con un total 40 muestras diferentes. Para poder agrupar por la fuente primaria no se incluyó muestras extraídas de manantiales. Ya que en nuestra ciudad existen hogares que consumen agua que no es distribuida por EPSAS.

Recolección de datos.

Los datos fueron recolectados en las diferentes zonas, considerando las tres etapas descritas con anterioridad.

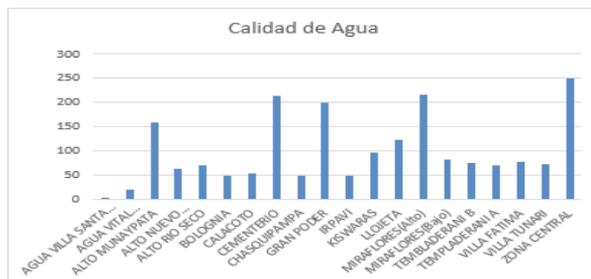
Con la premisa que el agua para cada zona tiene la misma fuente, y que la variación de una casa a otra casa de la misma zona no existe mucha diferencia respecto a la pureza, mostramos las pruebas que presentamos en la siguiente tabla. (Tabla 1)

Tabla 1: Muestra de medición de pureza de agua en la ciudad de La Paz

Nro	zona	Ubicación	Posible Fuente Origen	Agua de la Pila	Agua hervida	Interpretación del valor de Agua de la pila
1	AGUA VILLA SANTA (Agua en botella)	No corresponde	No Corresponde	3	Sin prueba	000-050: Agua de alta pureza
2	AGUA VITAL (Agua en botella)	No corresponde	No Corresponde	20	Sin prueba	000-050: Agua de alta pureza
3	ALTO MUNAYPATA	Zona norte	Tuni	159	72	100-300: Pureza básica
4	ALTO NUEVO SAN PEDRO	Zona Oeste	Tuni	63	98	050-100: Agua de medio-alta pureza
5	ALTO RIO SECO	El Alto	Milluni y Tuni	71	71	050-100: Agua de medio-alta pureza
6	BOLOGNIA	Zona Sur	Hampaturi e Incachaca	50	50	050-100: Agua de medio-alta pureza
7	CALACOTO	Zona Sur	Hampaturi e Incachaca	54	57	050-100: Agua de medio-alta pureza
8	CEMENTERIO	Zona norte	Tuni	214	115	100-300: Pureza básica
9	CHASQUIPAMPA	Zona Sur	Hampaturi e Incachaca	50	53	050-100: Agua de medio-alta pureza
10	GRAN PODER	Zona Oeste	Tuni	200	180	100-300: Pureza básica
11	IRPAVI	Zona Sur	Hampaturi e Incachaca	49	36	000-050: Agua de alta pureza
12	KISHARAS	El Alto	Milluni y Tuni	96	63	050-100: Agua de medio-alta pureza
13	LLOJETA	Zona Oeste	Tuni	122	110	100-300: Pureza básica
14	MIRAFLORES (Alto)	Zona Este	Hampaturi e Incachaca	217	77	100-300: Pureza básica
15	MIRAFLORES (Bajo)	Zona Este	Hampaturi e Incachaca	83	85	050-100: Agua de medio-alta pureza
16	TEMBLADERANI B	Zona Oeste	Tuni	75	75	050-100: Agua de medio-alta pureza
17	TEMBLADERANI A	Zona Oeste	Tuni	70	70	050-100: Agua de medio-alta pureza
18	VILLA FATIMA	Zona Este	Hampaturi e Incachaca	77	88	050-100: Agua de medio-alta pureza
19	VILLA TUNARI	El Alto	Milluni y Tuni	74	70	050-100: Agua de medio-alta pureza
20	ZONA CENTRAL	Zona Central	Tuni	250	148	100-300: Pureza básica

Fuente: Elaboración Propia

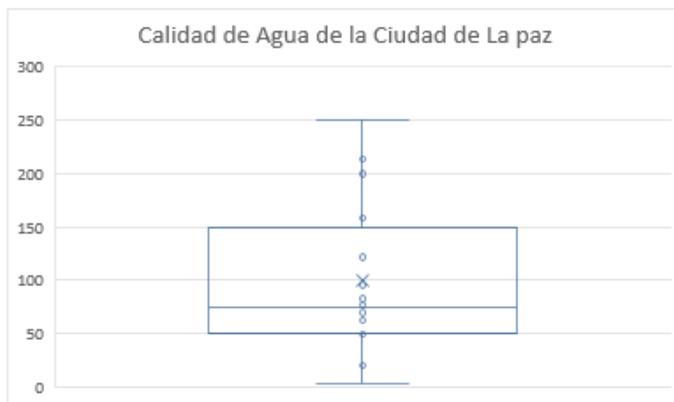
Gráfico 1: Muestra de medición de pureza y contaminación de agua en la ciudad de La Paz



Fuente: Elaboración Propia

En esta gráfica se puede evidenciar que: “Agua Villasanta” tiene un gran contenido de calidad, a diferencia de “Agua Vital”, marcas de agua embotellada que se venden en los comercios de la ciudad. Por otro lado, se puede advertir que las zonas más antiguas de la ciudad de la Paz con mayor contaminación de agua son: La zona central, seguida de Miraflores Alto, Zona del Cementerio, Zona Gran Poder y Alto Munay Pata

Gráfico 2: Muestra de medición de pureza de agua en la ciudad de La Paz en caja de bigote



Fuente: Elaboración Propia

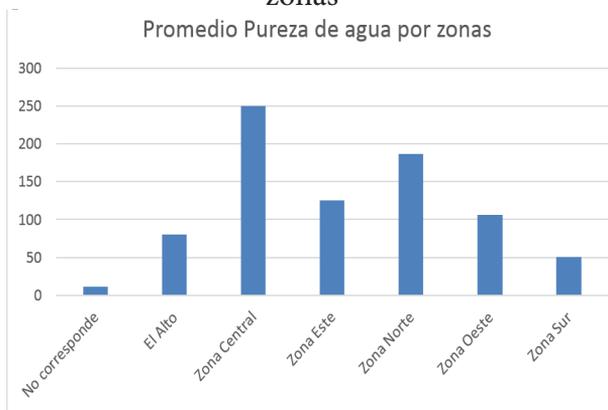
El Grafico 2 muestra una representación de la tabla 1, su distribución en una caja con bigote, esto nos permite mostrar la pureza del agua por zonas y podemos notar que la mayoría de los datos están bien distribuidos en “media – alta pureza” con algunas excepciones, las inferiores pertenecen a mediciones de agua purificada y embotellada y superiores a las zonas más antiguas de la ciudad de La Paz. Este gráfico me permitirá generalizar las conclusiones que realizaremos respecto a este tema.

Tabla 2: Muestra de medición de pureza de agua por zonas

Nro	Ubicación	Agua de la Pila	Interpretacion del valor de Agua de la pila	Promedio
1	No corresponde	3	000-050: Agua de alta pureza	
2	No corresponde	20	000-050: Agua de alta pureza	12
3	El Alto	71	050-100: Agua de medio-alta pureza	
4	El Alto	96	050-100: Agua de medio-alta pureza	
5	El Alto	74	050-100: Agua de medio-alta pureza	80
6	Zona Central	250	100-300: Pureza básica	250
7	Zona Este	217	100-300: Pureza básica	
8	Zona Este	83	050-100: Agua de medio-alta pureza	
9	Zona Este	77	050-100: Agua de medio-alta pureza	126
10	Zona Norte	159	100-300: Pureza básica	
11	Zona Norte	214	100-300: Pureza básica	187
12	Zona Oeste	63	050-100: Agua de medio-alta pureza	
12	Zona Oeste	63	050-100: Agua de medio-alta pureza	
13	Zona Oeste	200	100-300: Pureza básica	
14	Zona Oeste	122	100-300: Pureza básica	
15	Zona Oeste	75	050-100: Agua de medio-alta pureza	
16	Zona Oeste	70	050-100: Agua de medio-alta pureza	106
17	Zona Sur	50	050-100: Agua de medio-alta pureza	
18	Zona Sur	54	050-100: Agua de medio-alta pureza	
19	Zona Sur	50	050-100: Agua de medio-alta pureza	
20	Zona Sur	49	000-050: Agua de alta pureza	51

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3: Muestra de medición de pureza de agua en la ciudad de La Paz por zonas

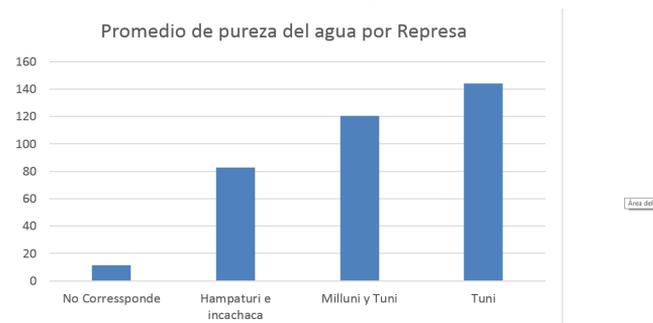


Fuente: Elaboración Propia

La tabla 2 y Grafico 3 muestra las mediciones obtenidas de diferentes fuentes, estas muestras fueron dos de cada zona, una de agua directa del grifo, y el otro después de un proceso de hervir el agua.

Para realizar un análisis más amplio se realizó una división por ubicación (Zona Norte, Centro, Zona Sur, Zona Este, Zona Oeste) ver Tabla 2 y Grafico 3, Así también se realizó una asignación por represas, información que no se puede demostrar su veracidad ya que no existe información oficial, y además la distribución no se realiza por zonas, sino por ubicación y accesibilidad.

Gráfico 4: Muestra de medición de pureza de agua en la ciudad de La Paz por Represas



Fuente: Elaboración Propia

El Grafico 4 Muestra Los promedios de pureza del agua por represas, y como no se puede identificar exactamente el origen, dado que en muchas zonas no es una misma represa la que distribuye el agua, agrupamos en 3 fuentes primarias (Hampaturi-Incachaca, Milluni-Tuni, y por ultimo Tuni).

La represa de Tuni, es la más contaminada, seguida de Milluni y Tuni

Cabe también recalcar que adicionamos dos fuentes (Agua Vital y Agua Villa Santa) que no pertenece a ninguna zona en especial, sino es agua tratada un grado de pureza muy alto. Realizamos esta acción como punto de comparación.

Discusión.

Los datos del estudio realizado esta bien distribuido y confirman los informes orales que presenta la empresa EPSAS entidad calificada para la verificación de la pureza del agua. Y podríamos especular que los índices altos que presentan algunas zonas son por el sistema de tuberías antiguas que cubre la ciudad, pero aun así el agua tiene una calificación “potable Básica”.

No es posible comparar con otros estudios realizados por dos razones principales, la primera porque se debería utilizar el mismo dispositivo de medición en todos los lugares donde se realice el estudio. Y segundo los estudios de agua investigados en otro países, como en el Perú Brousett Minaya, Chambi Rodriguez, Mollocondo Turpo, Aguilar Atamari, & Lujano Laura (2018) tienen un análisis químico, lo que hace imposible comparar resultados hallados.

Conclusiones

- La pureza del agua para el consumo humano en la ciudad de La Paz es BUENA, en la mayoría de las zonas.
- En todas las zonas la pureza supera la “pureza básica”, pero existe mucha diferencia a el agua de botellas procesadas. (Villa Santa, y Agua Vital)
- Hervir el agua en la mayoría de los casos mejora la calidad del agua. Exceptuando tres casos, que posiblemente son a causa de los recipientes en mal estado.
- La concentración de datos respecto a la pureza está inclinado a “Pureza media alta” que a la “Pureza básica”.
- Las zonas más antiguas de La Paz, tienen índices de menor calidad que el resto de las zonas.
- No se encontró casos críticos de impureza en ninguna zona.
- La zona sur en promedio tiene la mejor agua de la ciudad de La Paz.

- Aunque el índice de la ciudad de El Alto es muy bueno, no se puede asegurar este dato ya que la ciudad de El Alto es tan grande como la Ciudad de La Paz y solo se ha podido estudiar en dos zonas, algo que no es representativo, para el presente estudio.

Referencias.

ABC, d. (5 de 10 de 2018). Definicion ABC- Medio Ambiente. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/agua-potable.php>

Ambiental, B. d. (5 de 10 de 2018). Biblioteca de desarrollo sostenible y salud ambiental. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/normas2/Norma-Bol.pdf>

Blocks, M. (8 de 11 de 2018). M Blocks. Obtenido de M Blocks: <http://passeurdesciences.blog.lemonde.fr/2012/05/20/combien-y-a-t-il-d-eau-sur-terre/>

Brousett Minaya, M., Chambi Rodriguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L., & Lujano Laura, E. (2018). Evaluacion Fisico Quimica y microbiologica de agua para consumo humano Puno - Peru. *Fides Et Ratio*, 47-68.

Epsas. (5 de 10 de 2018). EPSAS. Obtenido de <https://www.epsas.com.bo/web/>

Fundación, A. (5 de 10 de 2018). Principales datos del agua en el mundo. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/>

Xiomi. Manual de Instrucciones