



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
BIBLIOTECA CENTRAL
FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRAFICO DE TESIS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS DE GRADO MONOGRAFIA PROYECTO DE TITULACION

TITULO DE LA TESIS: “Estudio del equilibrio de adsorción de la dureza del agua sobre rocas volcánicas.”

AUTORES: Gallo Tibanquiza Lesly Estefanía
Morales Toainga Andrea Cristina

TUTOR: PhD. José Gregorio Prato Moreno

COLABORADORES:

FINANCIAMIENTO: SI NO X PREGRADO X POSGRADO

FECHA DE ENTREGA DE LA TESIS: 06/03/2020

GRADO ACADEMICO A OBTENER: INGENIERO AMBIENTAL

No. Págs. 55 **No. Ref. Bibliográficas:** 41 **Anexos:** 14 **Planos:**0

RESUMEN:

Las aguas duras presentan inconvenientes en la salud, industrias y agricultura, es por ello que la presente investigación tiene como objetivo evaluar el equilibrio de adsorción de la dureza de agua sobre lechos de rocas de los volcanes EL Altar, Chimborazo, Cotopaxi, Reventador y Tungurahua. Inicialmente, se analizó el ΔpH del material volcánico, y se prepararon lechos de tamaño 0,5 y 1,5 cm, con el fin de evaluar la velocidad y el mecanismo con el que la dureza se adsorbe sobre la superficie de las diferentes rocas, para las pruebas se preparó una solución patrón de concentración inicial de 635 ppm $CaCO_3$ y se estudió la adsorción sobre lechos naturales y activados con NaOH y HCl. Los resultados indican que los 5 lechos volcánicos adsorben la dureza del agua, cada uno en mayor o menor cantidad en función de las características físicas y químicas de cada material, siendo más eficientes los lechos activados con NaOH en comparación con los lechos naturales. Además, cada uno de ellos implica que tenga una isoterma específica, la cual se mantiene si se activa con NaOH o si se usa lecho natural, predominando para los lechos volcánicos del Cotopaxi y Tungurahua el modelo Temkin; Reventador y Chimborazo, el modelo Langmuir y para El Altar el modelo Dubbinin- Radushkevich, solo se observan cambios en el tipo de isoterma al activarse con HCl determinando que, para los lechos del volcán Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua se ajustaron al modelo de Dubbinin – Radushkevich, mientras que para El Altar y Reventador se ajustaron a la

isoterma de Temkin. Todos los procesos de adsorción estudiados siguen una cinética de pseudo segundo orden.

PALABRAS CLAVES: Rocas volcánicas, dureza, isothermas de adsorción, cinética de adsorción, lechos activados

MATERIA PRINCIPAL: Cinética de adsorción

MATERIA SECUNDARIA: Adsorción de la dureza del agua

TRADUCCION AL INGLES

TITLE: "Studio of the adsorption equilibrium of water hardness on volcanic rocks"

ABSTRACT:

Hard waters show problems in health, industries and agriculture, that is why the this research aims to assess the balance of adsorption of water hardness on rock beds of the volcanoes; El Altar, Chimborazo, Cotopaxi, Reventador and Tungurahua. At the beginning, the Δ pH of the volcanic material was analyzed, and 0,5 and 1,5 cm size beds were prepared, in order to assess the speed and the mechanism with which the hardness is adsorbs on the surface of the different rocks. To do this tests, a standard solution of initial concentration of 635 ppm CaCO_3 was prepared and adsorption on natural beds and activated with NaOH and HCl was studied. The results indicate that the 5 volcanic beds adsorb the hardness of the water, each one in greater or lesser quantity, depending on the physical and chemical characteristics of each material, the beds activated with NaOH were more efficient to the natural beds. In addition, each of them implies that it has a specific isotherm, which is maintained if it is activated with NaOH or if a natural bed is used, the Temkin model predominates for the volcanic beds of Cotopaxi and Tungurahua; the Langmuir model for Reventador and Chimborazo, and the Dubbinin-Radushkevich model for El Altar, only changes were observed in the isotherm type when activated with HCl, determining that, for the beds of the Chimborazo volcano, Cotopaxi and Tungurahua they were adjusted to the Dubbinin-Radushkevich model, while for El Altar and Reventador they were adjusted to Temkin's isotherm. All the adsorption processes studied follow a pseudo second order kinetics.

KEYWORDS: volcanic rocks, hardness, adsorption isotherms, adsorption kinetics, activate beds.

FIRMAS:



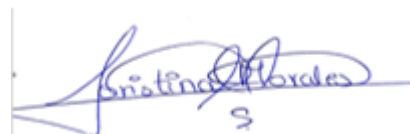
TUTOR

PhD. José Gregorio Prato Moreno



GRADUADA

Gallo Tibanquiza Lesly Estefanía



GRADUADA

Morales Toaing Andrea Cristina

AUTORA

Gallo Tibanquiza Lesly Estefanía

AUTORA

Morales Toaing Andrea Cristina

Nosotras, **Gallo Tibanquiza Lesly Estefanía** con cédula de identidad N° **180500960-0** y **Morales Toaing Andrea Cristina**, con cédula de identidad N° **180483945-2**, declaró tener conocimiento de lo establecido en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, referido a la obligación de las Instituciones de Educación Superior “a entregar los trabajos de titulación que se elaboren para la obtención de títulos académicos de grado y posgrado en formato digital para ser integrados al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor”; en tal sentido **autorizo** a la Universidad Nacional de Chimborazo a difundir a través del Repositorio Institucional D-SPACE-UNACH el trabajo de titulación del cual soy autor (a).

En Riobamba, 08 de julio del 2020, conforme firmo.

Gallo Tibanquiza Lesly Estefanía
CI. 180500960-0

Morales Toaing Andrea Cristina
CI. 180483945-2