



Monitorización de la emisión difusa de dióxido de carbono (CO₂) mediante el uso de trampas alcalinas para la vigilancia de la actividad volcánica

Objetivo

El objetivo de este experimento científico es evaluar la emisión difusa de dióxido de carbono (CO₂) en tu barrio o municipio durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2015 mediante el uso de trampas alcalinas, como una herramienta sencilla y de utilidad para la vigilancia de la actividad volcánica, y presentar los resultados del mismo en LA FERIA DE CIENCIA & LOS VOLCANES que se celebrará el próximo 25 de septiembre de 2015 coincidiendo con el evento de LA NOCHE DE LOS VOLCANES.

Fundamento teórico

Los volcanes emiten gases a la atmósfera a través de manifestaciones visibles (penachos, fumarolas y hervideros), pero también emiten importantes cantidades de gases en forma difusa o no-visible a través del suelo. En general, este fenómeno no es visible al ojo humano, de ahí el calificativo de desgasificación difusa (Figura 1).

Durante los últimos 20 años la comunidad científica internacional ha hecho hincapié en el estudio de los gases emitidos en forma difusa o dispersa, especialmente en el estudio del CO₂. El dióxido de carbono es la segunda especie mayoritaria en los gases volcánicos después del vapor de agua y su reducida solubilidad en fundidos silicatados hace que sea de los primeros volátiles en escapar del magma a presiones moderadas. Un importante número de estudios realizados sobre la emisión de CO₂ en volcanes demuestran que estas emisiones están vinculadas con el grado de actividad volcánica, de ahí la importancia de su estudio y monitorización (Hernández et al. 2001, Melián et al. 2014; Pérez et al., 2012, 2013). Un claro ejemplo de estos estudios es el trabajo publicado por Melián et al. (2014) donde se observan señales precursoras en la emisión

LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias



difusa de CO_2 relacionadas con la actividad sismo-volcánica que tuvo lugar durante la reciente erupción volcánica submarina ocurrida en El Hierro, Islas Canarias, en 2011-2012.

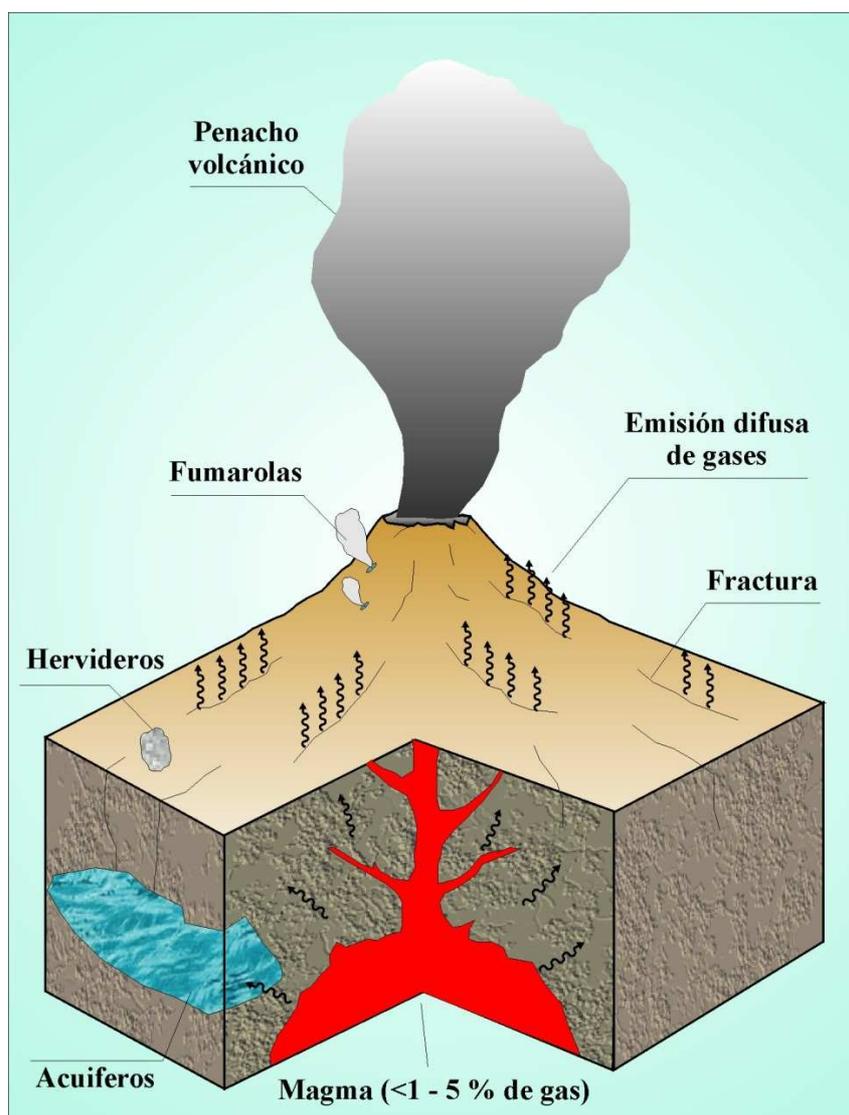


Figura 1. Distintos tipos de emisión de gases presentes en un volcán.

Una forma sencilla de evaluar la emisión difusa de CO_2 como herramienta para la vigilancia volcánica es el uso de trampas alcalinas. Una trampa alcalina consiste en un

LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias



tubo de PVC que se inserta en el suelo a una profundidad de 50 cm de manera permanente (Figura 2). El tubo se cierra en su parte superior mediante una tapa de registro hermética. En su interior se aloja un recipiente de plástico que contiene 50 mL de una disolución de NaOH de concentración 1 N. El recipiente que contiene la disolución debe estar elevado del suelo aproximadamente 10 cm con una base de alambre. De este modo, la disolución permanece expuesta a la acción del gas del suelo durante periodos regulares de siete días, siendo reemplazada por una nueva. El CO_2 atrapado en la disolución se analiza en el laboratorio para determinar el nivel de emisión difusa de esta especie. Los resultados corresponden al valor integrado semanal.

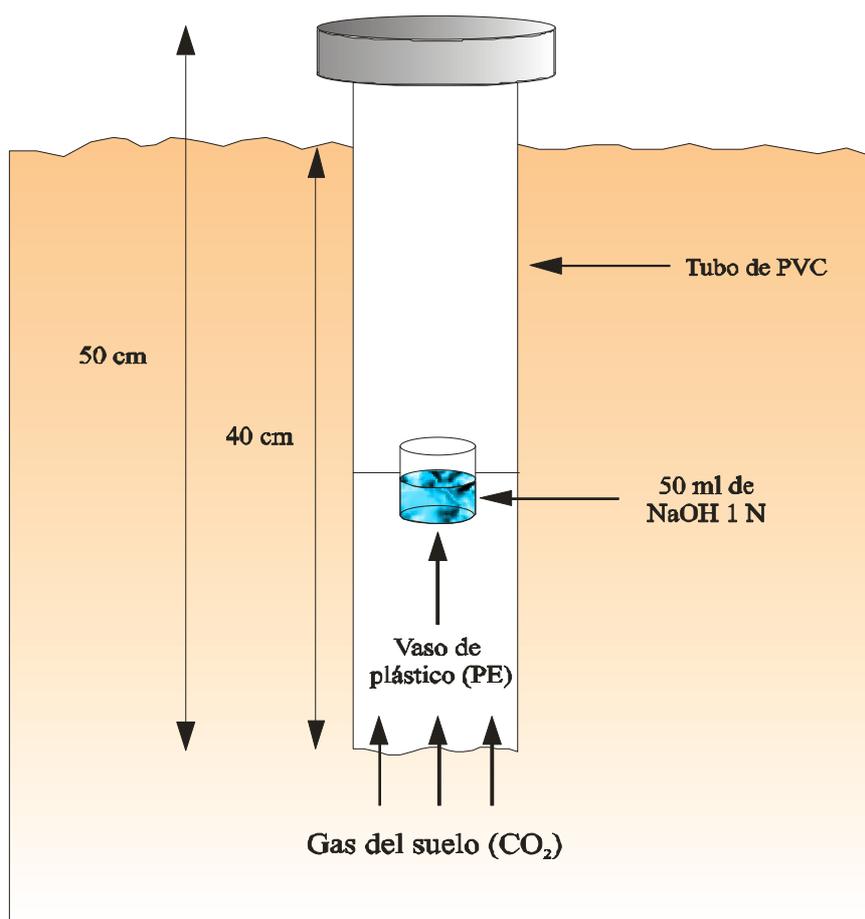


Figura 2.- Diagrama de una trampa alcalina.

LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias



Material y reactivos

Para la realización de esta práctica se necesitan los siguientes materiales y reactivos:

- 60 cm de tubo de PVC de 160 mm de diámetro.
- Tapa de registro roscada.
- Recipiente de polietileno de 100 mL.
- Alambre para sujeción del recipiente.
- Probeta de 50 mL.
- Disolución de hidróxido sódico (NaOH) 1 N.
- Disolución de ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N.
- Material para realizar las valoraciones (matraces Erlenmeyer, buretas, vasos de precipitado, fenolftaleína, naranja de metilo, etc.).

Procedimiento experimental

A.- Instalación de las trampas alcalinas

Se seleccionan dos puntos de medida en las inmediaciones de tu instituto para la instalación de las trampas alcalinas. En cada uno de esos puntos se realizan los siguientes pasos:

1.- Se excava un agujero de unos 50 cm de profundidad donde se coloca el tubo de PVC en posición vertical. La parte exterior del tubo se rellena con tierra, de tal forma que el interior del tubo quede vacío y esté sujeto. Se mide el diámetro del tubo y se calcula el área de suelo cercada por el mismo.

2.- Con una probeta se miden 50 mL de disolución de NaOH y se vierten en el recipiente de polietileno, que se coloca en el interior del tubo de PVC y a 10 cm del suelo suspendido mediante unos alambres. De esta forma, la disolución permanecerá expuesta a la acción del gas del suelo.

LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias



3.- Se cierra herméticamente el tubo de PVC en su parte superior mediante una tapa de registro roscada y se registra en una libreta el día y la hora de puesta de la disolución.

4.- Pasado un tiempo de una semana, se procede a retirar la disolución alcalina captadora, anotando el volumen recolectado y se sustituye por 50 mL de disolución de NaOH 1 N nueva. Se anota el día y la hora de la reposición.

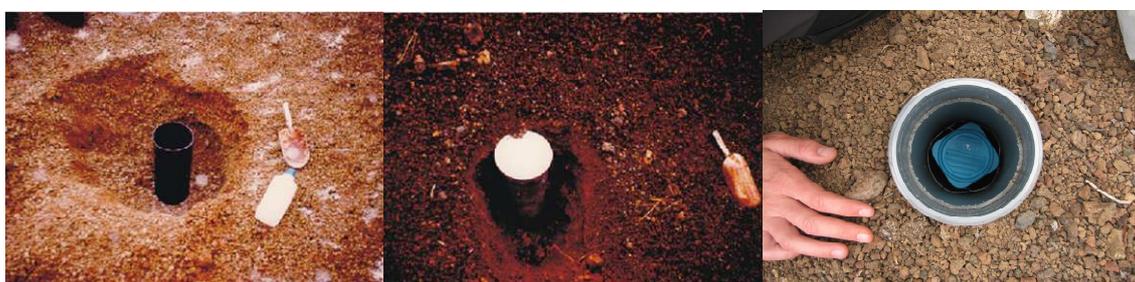


Figura 3.- Fotografías de la instalación de una trampa alcalina.

B.- Recolección de muestra y análisis

Una vez recolectada la muestra, se analiza en el laboratorio mediante una valoración ácido-base con una disolución de HCl 0,1 N. El CO₂ atrapado en la trampa estará presente como CO₃²⁻ en el medio básico de la disolución de captación. Para su análisis, se toma una alícuota de 10 mL de la disolución alcalina problema y se pasa a un matraz Erlenmeyer.

En un primer paso, se debe eliminar el exceso de aniones OH⁻ procedentes de la NaOH que no ha reaccionado con el CO₂ del suelo y convertir el CO₃²⁻ en HCO₃⁻. Para ello, se añaden unas gotas de fenolftaleína y se disminuye el pH adicionando de forma controlada HCl 1 N hasta que la intensidad del color rosa del indicador disminuya, pero sin llegar al punto de equivalencia. En este punto, se afora una bureta con HCl 0,1 N y se valora la muestra problema hasta viraje a transparente, anotando el volumen de valorante consumido (V1) (Figura 4). En este punto, habremos eliminado todos los aniones OH⁻ y el CO₂ se encontrará como HCO₃⁻:

LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias

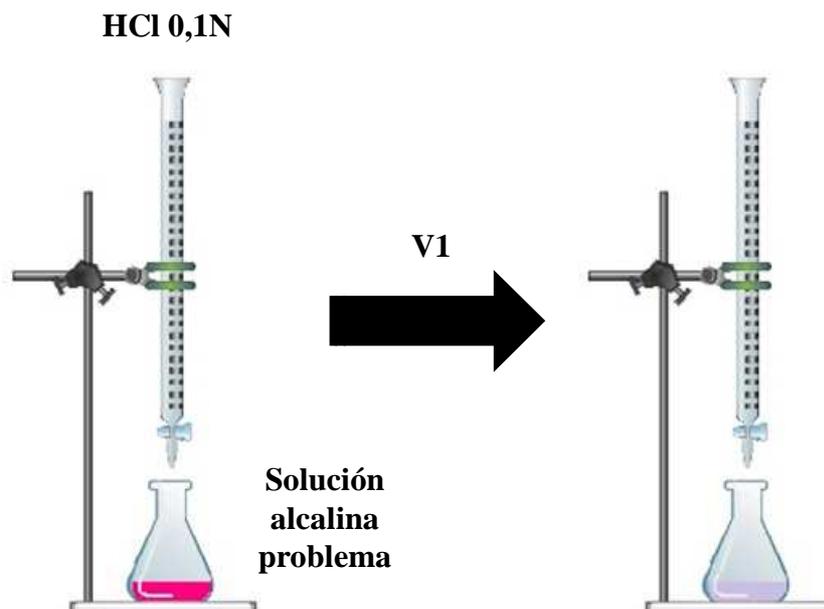
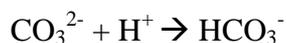


Figura 4.-Esquema de la valoración con fenolftaleína.

En un segundo paso, debemos valorar el HCO_3^- presente en la disolución con HCl 0,1N utilizando naranja de metilo como indicador. Sin aforar la bureta, se procede a realizar la valoración hasta viraje de naranja-amarillo a rojo intenso y se anota el volumen de ácido consumido (V2) (Figura 5).



LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias

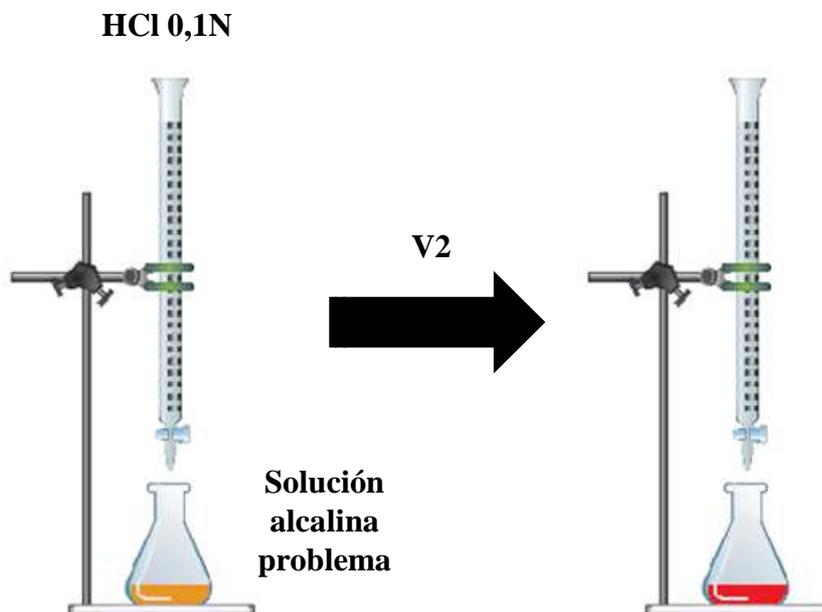


Figura 5-Esquema de la valoración con naranja de metilo.

Se debe valorar de igual forma una alícuota de la disolución de NaOH 1 N utilizada para realizar el experimento y que se ha conservado en el laboratorio para usarla como blanco, con el fin de restar la concentración de CO₂ que pudiera contener y realizar la corrección.

Los datos obtenidos nos permiten calcular el flujo de CO₂ utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Flujo}_{\text{CO}_2} \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot \text{d}} \right) = \left[M_{\text{HCl}} \left(\frac{\text{mmol}}{\text{mL}} \right) * [V_2 - V_1] (\text{mL}) * 2 * \frac{PM_{\text{CO}_2} \left(\frac{\text{mg}}{\text{mmol}} \right)}{2} * \frac{V_{\text{recolectado}} (\text{mL})}{V_{\text{alícuota valorada}} (\text{mL})} * \frac{1}{\text{Área} (\text{m}^2) * \text{Exposición} (\text{d}) * 1000 (\text{mg})} \right]$$

LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias



A continuación se muestra un ejemplo de la hoja de cálculo construida con los parámetros necesarios para realizar el cálculo del flujo:

Colocación	Retirada	Semana	Días	Recolectado	Alícuota		Área	V1	V2	Flujo de CO ₂
Fecha	Fecha		Exposición	(mL)	(mL)	N HCl	(m ²)	ml ph	ml nm	g·m ⁻² ·d ⁻¹
14/03/2014 14:00	21/03/2014 14:00	1	7,0	47	10	0,1	0,010	4,60	17,70	3,73
21/03/2014 14:00	28/03/2014 14:00	2	7,0	45	10	0,1	0,010	4,10	15,60	3,13

Resultados

Una vez determinado el flujo de CO₂ a lo largo de un trimestre, se puede representar la evolución temporal de dicho parámetro como se observa en el ejemplo de la Figura 6. Las variaciones en los niveles de desgasificación difusa de CO₂ medidos a través de una red de trampas alcalinas permiten observar variaciones de este gas relacionados con un incremento de la actividad volcánica y/o estudiar el efecto de los cambios meteorológicos sobre esta variable.

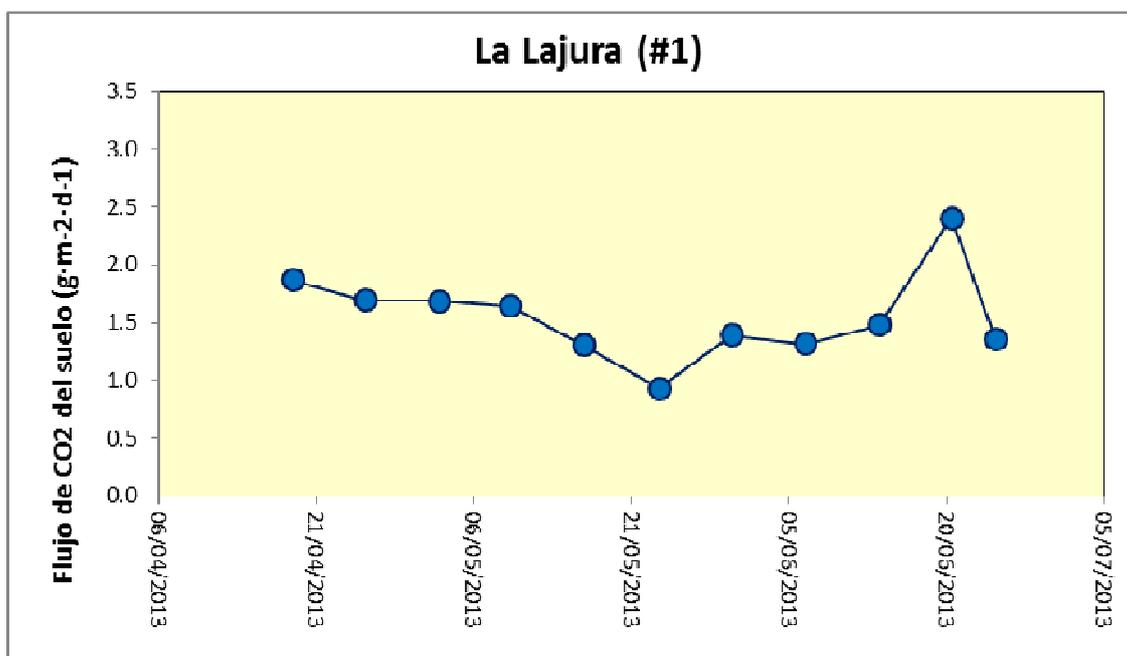


Figura 6. Evolución temporal de la emisión difusa de CO₂ mediante el uso de trampas alcalinas

LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS VOLCANES

25 de septiembre de 2015 - Islas Canarias



Referencias

- Hernández, P.A., Notsu, K., Salazar, J.M., Mori, T., Natale, G., Okada, H., Virgili, G., Shimoike, Y., Sato, M., and Pérez N.M. (2001). Carbon Dioxide Degassing by Advective Flow from Usu Volcano, Japan. *Science*, 292, 83-86.
- Melián G. V., Hernández P. A., Padrón E., Pérez N. M., Barrancos J., Padilla G., Dionis S., Rodríguez F., Calvo D. and Nolasco D. (2014). Spatial and temporal variations of diffuse CO₂ degassing at El Hierro volcanic system: relation to the 2011-2012 submarine eruption. *Journal of Geophysical Research (Solid Earth)*, DOI:10.1002/2014JB011013.
- Pérez N. M., Hernández P. A., Padrón E., Melián G., Nolasco D., Barrancos J., Padilla G., Calvo D., Rodríguez F., Dionis S. and Chiodini G. (2013). An increasing trend of diffuse CO₂ emission from Teide volcano (Tenerife, Canary Islands): geochemical evidence of magma degassing episodes. *Journal of Geological Society of London*, doi: 10.1144/jgs2012-125
- Pérez N. M. , Padilla G., Padrón E., Hernández P.A., Melián G., Barrancos J., Dionis S., Nolasco D., Rodríguez F., Calvo D. and Hernández I. (2012). Precursory diffuse CO₂ and H₂S emission signature of the 2011-12 El Hierro submarine eruption, Canary Islands. *Geophysical Research Letters*, 39, doi:10.1029/2012GL052410.